



www.viserdata.com

工程施工技术

ENGINEERING CONSTRUCTION TECHNOLOGY

月刊

■ 主办单位: Viser Technology Pte.Ltd.

■ ISSN 2972-4058(online) 2972-404X(print)

中国知网 (CNKI) 收录期刊

RCCSE权威核心学术期刊

2024

1

第2卷 总第6期

COMPANY INTRODUCTION

公司简介

维泽科技文化有限公司(Viser Technology Pte. Ltd.)成立于新加坡，是一家科技与文化高度融合的创新型企业。我们拥有一支具有较高文化素质、管理素质和业务素质的团队，聚焦于国际开源中英文期刊、体现文化含量与学术价值图书的出版发行。秉承“传播科技文化，促进学术交流”的理念，与国内外知名院校，科研院所及数据库建立了稳定的合作关系。坚持开拓创新，实施“跨越-融合”的发展战略，立足中国、新加坡两地，辐射全球，并于中国设立河北和重庆两个分部。我们将紧紧围绕专业化、特色化的发展道路，不断营造“有情怀，有视野，有梦想”的企业文化氛围，独树一帜，做一家“有血、有肉、有温度”的创新型出版企业。

Viser Technology Pte. Ltd. was founded in Singapore with branch offices in both Hebei and Chongqing, China. Viser focuses on publishing scientific and technological journals and books that promote the exchange of scientific and technological findings among the research community and around the globe. Despite being a young company, Viser is actively connecting with well-known universities, research institutes, and indexation database, and has already established a stable collaborative relationship with them. We also have a group of experienced editors and publishing experts who are dedicated to publishing high-quality journal and book contents. We offer the scholars various academic journals covering a variety of subjects and we are committed to reducing the hassles of scholarly publishing. To achieve this goal, we provide scholars with an all-in-one platform that offers solutions to every publishing process that a scholar needs to go through in order to show their latest finding to the world.



工程施工技术

Engineering Construction Technology

2024年·第2卷·第1期（总第6期）

主办单位：Viser Technology Pte. Ltd.

I S S N：2972-4058 (online)

2972-404X (print)

发行周期：月刊

出版时间：1月

期刊网址：www.viserdata.com

投稿/查稿邮箱：viser-tech@outlook.com

地址：21 Woodlands Close, #08-18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

学术主编：朱 强

学术副主编：魏 忠 高 江

责任编辑：戚 滕

学术编委：倪勤盛 陈 鹏 王子红 张耕野
侯明卫 刘 刚 赵 欢 王海军
王永华 洪秋生 李笑宇 刘汉涛
钱 冰 吉咸伟 杨熠卿 宋世超
宋海涛

美工编辑：李 亚 Anson Chee

定 价：SGD 20.00

本刊声明

本刊所载的所有文章均不代表本刊编辑部观点；作者文图责任自负，如有侵犯他人版权或者其他权利的行为，本刊概不负连带责任。

版权所有，未经许可，不得翻译、转载本刊所载文章。

警告著作权人：稿件凡经本刊使用，如无电子版或书面的特殊声明，即视为作者同意授权本刊及本刊网络合作媒体进行电子版信息网络传播。

目 录

CONTENTS

建筑工程

空气源热泵供暖技术及应用实践探究..... 王 鹤 1

市政工程

浅谈市政工程施工管理中环保型施工措施的应用.....

..... 李林野 4

公路工程软基处理绿色施工技术应用研究..... 张俊良 7

景观园林大树移植施工技术及管理措施..... 俞箐洋 10

路桥工程安全与质量管理的策略.....

..... 杨新宇 陈磊杰 曹 成 13

城市高架桥工程建设中装配式桥梁的应用.....

..... 谢圣浩 费 莉 16

冶金工程

公路护栏板用途热轧带钢尺寸的精益控制.... 张文辉 19

利用 Simba364 潜孔钻机施工高精度钻孔工艺.....

..... 孔祥斌 23

工程管理

土木工程施工管理中存在的问题及对策分析.....

..... 吴 楠 27

电网工程建设施工安全管理有效性分析..... 李亚楠 30

建筑工程造价的动态管理与控制途径研究.... 闫 凌 33

工程项目结算评审要点及其注意事项..... 黄颖霞 36

公路工程施工中机械设备配置管理优化策略分析.....

..... 宁海军 39

新形势下水利施工企业安全生产管理解析.... 贾正堂 42

建筑工程造价影响因素及标准化管理..... 韩振虎 45

做好建筑工程造价预结算审核工作的研究.... 刘 兴 49

论建筑工程施工技术及其现场施工管理..... 戴江民 52

建筑工程中造价管理存在的问题与对策建议.. 史 蕊 55

公路与桥梁工程施工安全管理措施研究..... 李怀强 58

地铁施工监测技术与安全风险管... 荆鹏程 辛冬冬 61

BIM 技术在水利工程造价专业中的应用 米力扎提·模合布拉 64

施工技术

超大断面地铁车站零距离穿越既有车站施工关键技术及
变形规律 刘国生 67

杂填土地区高层住宅地基强夯处理施工工法..... 陈磊杰 史建霞 72

新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术.... 朱 玉 77

地铁施工坍塌事故致因机理及对策研究..... 刘耀轩 80

软岩大变形隧道三台阶开挖工法研究及应用.. 龚志明 84

双排钢桩围堰稳定性计算分析..... 马 可 87

公路工程路基路面压实技术探讨..... 潘日龙 91

防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用研究.... 杨新江 94

瓷砖粘贴空鼓脱落的原因及预防分析..... 蒋 杜 杨书戈 王 岩 97

机电机械

平面四杆机构少位置设计要求特征提取方法..... 巩刘彦 101

扭矩参数校准方法及校准不确定度评定..... 叶仁根 贾莹莹 104

新型直线伺服驱动加载实验教学平台..... 冯 涛 109

机电一体化技术的应用及其发展趋势分析... 李传艺 113

能源矿业

论机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用..... 甘信剑 王 森 孔 斌 116

勘察测绘

跨孔高密度电阻率法在地铁岩溶勘探中的应用..... 赵腾跃 曹伟光 孔维旭 李浩然 119

建筑设计

BIM 技术在装配式建筑设计和施工中的应用 伍华仔 123

探讨交流

浅谈水库大坝安全监测自动化问题及改进策略..... 耿钰丞 126

空气源热泵供暖技术及应用实践探究

王 鹤

长春市园林规划设计研究院有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要] 空气源热泵技术是一种以空气为热源、热水或空调为热载体、利用热泵原理进行加热或制冷的新型节能环保技术。随着经济社会的进一步发展, 空气源热泵供暖技术在中国的应用市场逐渐变得更加广泛, 因其具备节能、环保、安装方便等诸多优势, 而深受广大人民群众喜爱。文章主要探究分析空气源热泵供暖技术及其应用实践, 希望能够为促进空气源热泵供暖技术的进一步推广提供一些有利帮助。

[关键词] 空气源热泵供暖技术; 应用; 实践

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10679

中图分类号: TH117.3

文献标识码: A

Exploration on Air Source Heat Pump Heating Technology and Its Application Practice

WANG He

Changchun Landscape Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: Air source heat pump technology is a new energy-saving and environmental protection technology that uses air as the heat source, hot water or air conditioning as the heat carrier, and uses the principle of heat pumps for heating or cooling. With the further development of the economy and society, the application market of air source heat pump heating technology in China is gradually becoming more and more widespread. Due to its many advantages such as energy conservation, environmental protection, and convenient installation, it is deeply loved by the general public. The article mainly explores and analyzes the air source heat pump heating technology and its application practice, hoping to provide some beneficial help for promoting the further promotion of air source heat pump heating technology.

Keywords: air source heat pump heating technology; application; practice

引言

随着人们环保意识的不断提高和能源消耗的加剧, 传统的化石燃料供暖方式逐渐受到限制, 其中煤炭、石油和天然气等化石燃料对环境的污染和碳排放是主要问题。为了有效改善这一问题, 空气源热泵供暖技术应运而生。空气源热泵利用环境空气中的热能进行供暖, 具有环保、节能、经济的优势, 同时具有灵活性和方便性, 可以在城市、农村等多种环境下应用。本文旨在对空气源热泵供暖技术及应用实践进行深入研究, 为该技术的推广与应用提供科学依据。

1 空气源热泵供暖技术的工艺原理

空气源热泵供暖技术是基于热泵原理, 将空气中的热能通过压缩和膨胀过程转化为高温热能来供暖的一种新型供暖技术。空气源热泵系统包括蒸发器、压缩机、冷凝器和膨胀阀等四个主要部件。其工艺原理主要包括: 吸收热能、蒸发汽化、压缩升温、冷凝放热、节流膨胀等方面的内容。(1) 吸收热能: 空气源热泵供暖系统的热源来自空气。在热泵的蒸发器中, 通过吸收周围空气中的热能, 将热量传递给工质 (制冷剂), 使其状态发生变化。这一过程称为吸收热能。(2) 蒸发汽化: 在吸收了热能后, 工质在蒸发器中逐渐吸收足够的热量, 达到饱和状态并开始蒸发汽化。此时, 工质的压力和温度都会发生变化。这一过程是热泵供暖系统的核心部分, 实现了将低位热能转化

为高位热能的目标。(3) 压缩升温: 蒸发汽化后的工质通过压缩机进行压缩, 使其压力和温度升高。这一过程是通过消耗一部分电能实现的。压缩过程使得工质的温度高于周围空气的温度, 从而将热量传递给冷凝器中的冷却水。

(4) 冷凝放热: 在冷凝器中, 工质将热量传递给冷却水, 自身从高温高压状态冷凝为液态。这一过程中, 冷却水吸收了工质传递的热量, 温度升高, 并将其传递给供暖系统中的循环水, 实现向室内供暖的目的。(5) 节流膨胀: 经过冷凝放热后的工质通过节流阀进行膨胀, 使得压力和温度降低, 重新回到蒸发器中继续吸收空气中的热能。这一过程实现了工质的循环使用, 使得热泵供暖系统能够持续地、有效地利用空气中的热能。

2 空气源热泵供暖技术的应用优势

相较于传统供暖方式, 空气源热泵供暖技术具有节能高效、安全卫生、稳定低噪、智能安全、多能源互补、应用范围广泛等诸多优势。

2.1 节能高效

相比传统的电加热或燃气加热供暖方式, 空气源热泵供暖技术能够显著降低能源消耗和运行成本。空气源热泵供暖技术相比传统的电加热和燃气加热方式, 具有更高的能源利用效率。其能效比一般可达 3-4, 甚至更高, 这意味着在提供相同数量的热量时, 空气源热泵的能源消耗更

少，运行成本更低。

2.2 环境卫生

空气源热泵供暖系统采用电力驱动，不存在传统供暖系统的环保隐患问题。由于其使用的是清洁能源，不会产生任何污染物，因此对环境友好，符合现代社会对环保的要求。此外，空气源热泵供暖系统的智能化控制可以实现温度的精准调节，避免过热或过冷的情况，提高居住的舒适度。

2.3 稳定低噪

空气源热泵供暖系统的稳定性高，能够在不同的气候条件下稳定运行。同时，由于其内部采用了先进的控制算法和优化设计，使得其在低噪音方面表现出色，运行噪音低，不会对居民的生活产生干扰。此外，空气源热泵供暖系统的智能化控制还可以实现远程监控和故障预警，方便用户及时发现并解决问题。

2.4 智能安全

空气源热泵供暖系统采用智能化控制技术，可以实现自动化控制和远程监控。用户可以通过手机、电脑等终端设备随时随地查看供暖系统的运行状态和各项参数，实现与家庭的智能家居系统无缝对接。同时，智能化控制系统还可以根据室内外温度、湿度等参数进行自动调节，确保室内环境的舒适度和能源的合理利用。此外，空气源热泵供暖系统还配备了多项安全保护措施和故障预警功能，有效保障系统的安全性和稳定性。

2.5 多能源互补

空气源热泵供暖系统可以与其他能源形式进行互补，形成多能源供暖系统。例如，可以将太阳能、地热能等可再生能源与空气源热泵相结合，形成多种能源形式的联合供暖系统。这种多能源互补的供暖方式能够更好地满足不同的供暖需求和能源供应条件，提高能源利用效率和稳定性。同时，多能源互补的供暖方式还可以降低对单一能源的依赖程度，提高供暖系统的可靠性和安全性。

2.6 应用范围广泛

空气源热泵供暖技术适用于各种建筑供暖需求，如居民住宅、宾馆饭店、学校、医院等。同时，由于其利用的是可再生能源，因此在能源供应紧张、环保要求较高的地区，空气源热泵供暖技术具有更为广泛的应用前景。无论是新建建筑还是既有建筑改造，空气源热泵供暖技术都能够适应不同的供暖需求和能源供应条件。

3 空气源热泵技术常见末端设备

当前，常见的空气源热泵末端设备主要有散热器、地暖系统、风机盘管等。（1）散热器：散热器是一种比较普遍的采暖形式，可以安装在房间的墙壁上或地面上。它利用水来进行传热，具有高效、节能、舒适等优点。散热器供暖的安装简单、维修容易，可直接替代原有的锅炉热源。其制热速度快，可利用散热器上的温控阀单独调节房间温度，温度调节灵活。与直接电供暖方式相比，使用散热器进行供暖更加节能高效，因此在用户选择上也是最多的。

但需要注意的是，散热器安装会占用一定的室内空间，且低温运行时需增加片数才能保障供暖温度。（2）地暖系统：地暖系统是通过在地面下安装的管路输送热水或热风来取暖的，可以使房间内温度均匀分布，舒适度高。地暖系统具有一定的蓄热功能，热稳定性好，因为地板采暖所需的热水温度大概在 40℃左右，空气能热泵出热水温度在 40℃左右时效率更高。且使用寿命很长。需要注意的是，地暖系统需要在装修前进行设计和安装，对地板材料也有一定的要求。（3）风机盘管：风机盘管是一种通过风扇强制空气循环来进行采暖的末端形式，其优点是适用范围广，可以适用于不同类型的建筑。由于风机盘管能效比较低，因此，其在使用时常常需要配合空气源热泵使用。

4 空气源热泵末端设备热媒温度控制实现方式

空气源热泵末端设备热媒温度控制主要是通过调节热泵系统的出水温度和流量来实现的。不同的末端设备对热媒温度的要求不同，因此在进行空气源热泵末端设备的选择和设计时，需要根据实际情况进行选择和调节。同时，对于一些新型的智能控制系统，还可以通过互联网或移动设备等手段进行远程控制和调节。

4.1 调节热泵系统的出水温度

空气源热泵系统可以通过调节热泵系统的出水温度来控制末端设备的热媒温度。在热泵系统中，一般会设置一个温度传感器，当传感器检测到热泵系统的出水温度低于设定值时，控制系统会控制热泵系统的加热器继续加热，当出水温度达到设定值时，加热器就会停止加热。一般情况下，空气源热泵供应的热水温度越高，能效比就越低。表 1 是空气源热泵在某一工况下出口热水温度升高 COP 变化情况。

表 1 空气源热泵出口热水温度与 COP 变化情况

热水温度	75	70	65	60	55	50	45	40
COP 值	2.20	2.36	2.56	2.80	3.08	3.42	3.85	4.40

4.2 调节热泵系统的流量

除了调节热泵系统的出水温度外，还可以通过调节热泵系统的流量来控制末端设备的热媒温度。在热泵系统中，一般会设置一个流量传感器，当传感器检测到热泵系统的流量低于设定值时，控制系统会控制热泵系统的水泵加大流量，当流量达到设定值时，水泵就会停止运行。4.3 末端设备自带的温度控制系统有些末端设备本身就带有温度控制系统，可以通过温度传感器和控制面板等来实现温度控制。例如，散热器系统可以通过调节每个散热器中的水流量和温度来控制房间的温度。

5 空气源热泵供暖技术应用实践

通过空气源热泵技术，将室外空气中的热能转化为室内供暖所需的热能，实现高效、节能、环保的供暖效果。本方案将从设备选型、系统设计、安装调试、运行维护、安全防护、节能环保、适用范围、实施计划和效益评估等方面进行详细阐述。

5.1 设备选型

设备选型是空气源热泵供暖技术应用设计的重要环节。在进行设备选型时,需要根据建筑供暖需求和场地条件,选择适合的空气源热泵作为供暖核心设备。设备选型主要需要考虑以下因素:(1)设备的能效比:选择高效、节能的空气源热泵,以降低能源消耗和运行成本。(2)设备的可靠性:选择品质可靠、性能稳定的空气源热泵,以确保长期稳定运行。(3)设备的噪音:考虑设备的噪音水平,以避免对周围环境和居民的干扰。

5.2 系统设计

系统设计是保障空气源热泵供暖效率的重要举措。在进行系统设计时,需要根据建筑供暖需求和场地条件,设计合理的空气源热泵供暖系统。首先需要根据建筑结构和能源需求,合理安排设备的布局,以实现均匀供暖和能源高效利用。其次,需要设计合理的管道线路,以保证热能的传输和分配效果。考虑管道的保温性能、水流速度和压力等因素。常见加热管布置方式主要有:双平行型、平行型以及回折型等(如图1所示)。再次,为了进一步提高空气源热泵供暖设备的应用便捷性,还可以设计智能控制系统,实现对设备的自动化控制、安全保护和节能控制。

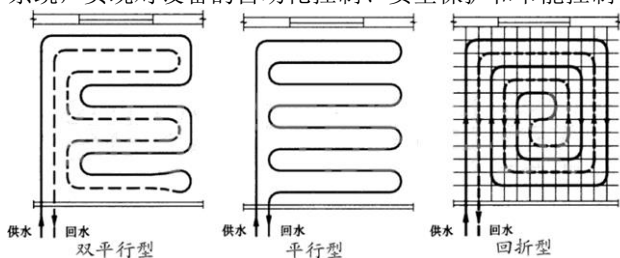


图1 常见加热管布置方式

5.3 设备安装

在完成设备选型和系统设计后,就可以进行系统的安装和调试。安装过程需遵守相关规范 and 操作要求,确保设备的安装质量和安全性。一般来说,常见安装设备主要包括室外主机、冷凝水管、排水管、室内风机盘管、电源和温控系统等。(1)室外主机:室外主机是空气源热泵供暖技术设备的核心部分,通常需要放置在通风良好、无遮挡物的地方,以保证设备的正常运行和散热效果。(2)冷凝水管:冷凝水管是用来排放室外主机产生的冷凝水的管道,一般需要安装在室外主机的下方或附近。安装冷凝水管时需要做好管道的防晒和保温措施,以防止冷凝水结冰或蒸发。(3)排水管道:排水管道是用来排放生活用水的管道,一般需要与建筑物的排水系统相连。并且还需要注意在管道的连接处做好密封处理,防止漏水现象发生。(4)室内风机盘管:室内风机盘管是空气源热泵供暖技术设备的重要组成部分,通常需要安装在室内墙壁或天花板上。并且还需要在安装位置附近预留足够的空间,以便进行日常维护和检修。另外,在安装过程中,还需要做好防尘、防水

等措施,以延长设备的使用寿命。(5)电源和温控系统:电源和控制系统是空气源热泵供暖技术设备的能源和控制中心,通常需要安装在室内墙壁或天花板上。

5.4 运行维护

为确保空气源热泵供暖系统的稳定运行和延长设备的使用寿命,需进行定期的运行维护。设备检查是维护的第一步,应定期对空气源热泵供暖系统进行检查,确保设备正常运行。检查内容包括:机组运行状态、电源连接、水管连接、水箱水位等。同时,应注意观察设备表面是否有损坏或异常现象,如发现异常应及时进行处理。管道维护是保证供暖系统正常运行的重要环节。应定期检查管道系统是否有漏水现象,以及管道保温材料是否破损。对于发现的管道问题,应及时进行处理,如更换老化或破损的管道部件、修复漏水部位等。此外,还应定期对管道进行清洁,去除水垢和杂质,以保持管道畅通。热泵机组是空气源热泵供暖系统的核心设备,应定期进行保养。保养内容包括:清除机组表面的灰尘和污垢、检查机组的各个部件是否有异常磨损或松动等。对于磨损或损坏的部件,应及时进行更换或维修。此外,还应定期对机组的电气控制系统进行检查和维护,确保机组正常运行。

6 结语

空气源热泵是一种环保、节能的供暖技术,随着能源的紧缺以及环保意识的不断提高,其在未来的应用前景十分广阔。通过对空气源热泵供暖技术及应用实践的研究,可以看出空气源热泵供暖技术具有高效、节能、环保、稳定等诸多优点,适用于各种建筑领域。在实际应用中,该技术能够有效地提高能源利用效率,降低能源消耗,减少环境污染。随着科技的不断发展,空气源热泵供暖技术将迎来更广阔的应用前景。因此,未来我们需要加强研究和应用实践,不断优化和完善该技术,以期实现节能减排和环保效果的最大化。

[参考文献]

- [1]赵刻成.空气源热泵供暖技术分析[J].科学与信息化,2021(4):102.
 - [2]王振鹏.空气源热泵供暖技术应用探讨[J].房地产导刊,2019(2):103.
 - [3]王桓,焦震,姜海洋.空气源热泵供暖技术及应用实践研究[J].百科论坛电子杂志,2019(7):311-312.
 - [4]李瑞.空气源热泵供暖技术应用分析[J].建筑·建材·装饰,2019(20):76-77.
 - [5]何梦翰,陈激,张树前,等.空气源热泵热水系统应用能效评价研究[J].给水排水,2023,49(5):98-104.
- 作者简介:王鹤(1984.1—),毕业院校:吉林建筑工程学院,所学专业:建筑环境与设备工程,当前就职单位名称:长春市园林规划设计研究院有限公司,职务:水暖工程师,职称级别:副高级工程师。

浅谈市政工程施工管理中环保型施工措施的应用

李林野

中铁十六局集团有限公司, 北京 100018

[摘要] 当前我国市政工程施工管理中, 环保型施工措施的应用具有重要意义。但在实际施工过程中, 仍存在如土方运输、建筑垃圾和工程渣土、排水设施以及固体废物污染等问题。针对这些环保问题, 我们需要采取相应的环保型施工措施。科学合理地应用绿色施工材料, 以降低对环境的影响。借助这些环保型施工措施在市政工程管理中的应用, 可以有效地解决施工过程中的环保问题, 促进市政工程与环境保护的协调发展。

[关键词] 市政工程; 施工管理; 环保型施工

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10674

中图分类号: TU99

文献标识码: A

Brief Discussion on the Application of Environmentally Friendly Construction Measures in Municipal Engineering Construction Management

LI Linye

China Railway 16th Bureau Group Co., Ltd., Beijing, 100018, China

Abstract: The application of environmentally friendly construction measures is of great significance in the current construction management of municipal engineering in China. However, in the actual construction process, there are still problems such as earthwork transportation, construction waste and engineering debris, drainage facilities, and solid waste pollution. In response to these environmental protection problems, we need to take corresponding environmentally friendly construction measures, scientifically and reasonably apply green construction materials, to reduce the impact on the environment. The application of these environmentally friendly construction measures in municipal engineering management can effectively solve environmental problems during the construction process and promote the coordinated development of municipal engineering and environmental protection.

Keywords: municipal engineering; construction management; environmentally friendly construction

引言

随着中国城市化进程的推进, “环境建设” 逐步成为未来市政工程发展的主流理念之一。在市政工程施工过程中, 应减少污染对人们生活环境造成的负面影响。为了减轻施工活动对环境的不利影响, 实现绿色可持续发展, 我们需要关注市政工程施工管理中的环保问题, 并采取有效的环保型施工措施。

1 环保型施工措施在市政工程管理应用中的重要性

现阶段环境问题已经成为限制社会发展进步的重要因素, 其直接关系到人们的生活质量。而近年来, 城市化进程的加快建设, 促使市政工程建设活动频繁开展。环保型施工措施有助于降低施工对环境的影响, 保护生态环境, 在市政工程施工过程中, 如果不采取环保措施, 可能会产生大量污染物, 如土壤污染、水体污染、空气污染等, 严重影响周边生态环境和人类健康, 而环保型施工措施可以从源头上减少污染物的产生, 降低对环境的影响。以天目山路(绕城高速东~古翠路)提升改造工程为例, 其中的天目山路提升改造(如图1)以及花坞路至紫金港路段(如图2), 本项目为花坞路站至古墩路站(3#隧道), 里程 K5+800~K7+136.793, 全长 1.336km, 双向四车道规模, 隧道在紫金港路东侧设置

一对平行匝道。项目全线采用 800 厚地下连续墙, U 型槽坑深小于 9m 采用孔灌注桩+高压旋喷桩围护形式, 全线采用明挖法施工, 内设三道内支撑。此次项目采用了文明施工的方式, 采取了土方运输环境保护措施、建筑垃圾和工程渣土环境保护措施以及排水设施环境保护等措施, 旨在降低施工对环境的影响, 保护周围的生态环境。



图1 天目山路提升改造(花坞路站~古墩路站)总平面图(卫星地图)



图2 花坞路至紫金港路段平面示意图

2 市政工程管理施工中环保型施工技术分析

2.1 节能减排技术

市政工程管理施工中的节能减排技术主要是采用高效的施工设备和管理系统,降低能源消耗和排放,如使用节能型施工机械、新能源动力设备,以及实现设备智能化控制,提高设备使用效率。采用先进的施工工艺和技术,降低能耗和环境污染,并对施工过程中产生的废气进行处理,如采用除尘设备、脱硫技术等,降低大气污染物的排放。在施工中还注重对施工过程中产生的废水进行处理,如采用生物处理技术、物理处理技术等,确保废水达到国家排放标准,减少对水环境的影响。利用废弃物、余热、余压等资源,实现能源的回收和再利用。不仅如此,还重视采用环保施工方法,如低噪声施工、减少扬尘污染、合理堆放建筑垃圾等,降低施工过程中对周边环境的影响。

2.2 绿色建材技术

绿色建材技术在市政工程管理施工中发挥着重要作用。这一技术以选择环保、低碳、可再生的建筑材料为核心,例如回收混凝土、回收砖以及竹材等,旨在降低建筑材料的碳排放强度。此外,绿色建材生产过程注重节能、减排和降低水资源消耗,确保生产过程的环保性。可持续性绿色建材的另一个重要特点,具有较长的使用寿命,减少频繁更换和建筑垃圾产生。这些材料还强调节能性能,如优良的保温、隔热性能,降低建筑物能耗,实现节能减排。此外,绿色建材还具备耐久性、易回收性和低污染性等特点,使用过程中能降低对环境的污染,如减少挥发性有机化合物(VOC)排放和甲醛释放。

2.3 垃圾处理技术

在市政工程管理施工中,环保型施工技术尤为重要,其中垃圾处理技术占据关键地位。垃圾处理技术主要采用垃圾分类和回收、垃圾压缩及焚烧等方法进行垃圾处理。首先,垃圾分类和回收技术旨在提高垃圾资源利用率,降低垃圾填埋量,通过分类收集、分类处理,将可回收垃圾进行再利用,减少环境污染和土地占用。其次,垃圾压缩技术有助于减少垃圾体积,提高垃圾运输效率,降低运输成本。通过压缩垃圾,可以减少垃圾填埋场的占用空间,延缓垃圾堆填区的饱和速度,从而降低对环境的影响。垃圾焚烧技术还是将垃圾转化为能源的一种方式。在符合环保标准的焚烧设备中进行垃圾焚烧,可以减少垃圾填埋量,同时产生热能用于发电或供暖。焚烧过程中产生的废气经过处理,可降低有害气体排放,减少对大气的污染。

2.4 水资源利用技术

水资源利用技术在市政工程管理施工中起着关键作用。这一技术主要包括雨水收集、利用以及污水的处理和再利用。雨水收集技术旨在充分利用自然降水资源,通过设计合理的雨水收集系统,将雨水用于绿化、景观灌溉、建筑用水等方面,降低对地下水的依赖,减轻城市排水压力。收集到的雨水经过处理,可达到一定程度的水质改善。

此外,污水处理技术对污水进行高效处理,使其达到再利用的标准。通过先进的技术和设备,将污水处理成可供绿化、冲洗、冷却等用途的再生水,实现污水的资源化利用,减轻城市用水压力,降低对环境的污染。综合应用这些水资源利用技术,可以在市政工程管理施工过程中提高水资源利用效率,减少对传统水源的依赖,降低城市排水压力,缓解水资源短缺问题,为建设绿色、低碳、环保的生态环境奠定基础。通过优化水资源利用,实现水资源的可持续管理,助力我国城市可持续发展。

3 环保型施工技术在市政工程管理中的应用措施

3.1 土方运输环境保护措施

在市政工程施工中应用环保型施工的措施,可以采取以下详细分析的土方运输环境保护措施:首先,在车辆情况方面,要求土方运输车辆整洁,制动系统完好。车辆后栏板需要装备完好的保险装置,并增设双重保险,预防后板崩板。此外,车辆应配置灭火器,以应对紧急情况。承包方应自行负责车辆的定期检修,确保车况良好。其次,在土方装卸过程中,要求场地保持清洁,预防车轮粘带。车轮出门前必须进行冲洗。同时,在装载土方时,要避免超高超载,并使用覆盖物防止土方在运输途中扬撒。第三,在土方运输过程中,严格按照交通和市容管理部门批准的路线行驶。配备专用车辆对沿途进行巡视,及时发现问题并进行处理。第四,在应急响应方面,驾驶员必须严格遵守交通和市容法规。一旦发现车辆后板崩板等情况,立即停车,并向领导和管理部门报告。同时,围护现场以防止污染扩大,土方运输承包商应建立一支应急队伍,配备应急物资,如铲、编织袋和水管等。此外,在突发火灾情况下,驾驶员应及时使用车辆内的灭火器进行灭火。如火灾无法控制,应立即拨打119报警。事故发生后,需要及时与环卫或消防部门联系,办理冲洗道路的动力用洒水车或用水手续,作为备用措施。通过采取这些土方运输环境保护措施,可以有效减少土方运输过程中对环境造成的影响,保护周边环境的质量和安。

3.2 建筑垃圾和工程渣土环境保护措施

在申报方面,施工单位在工程开工前五天内,需要按规定向渣土管理处申报建筑垃圾和工程渣土的类型、数量、运输路线和处置场地等信息,并与渣土管理部门签订环境卫生责任书。如果建筑垃圾和工程渣土需要分批排放,除了申报总的排放处置计划外,还需要在每次排放前五天内提交排放处置计划。如出现临时变更排放处置计划的情况,需要补报调整后的排放处置计划。如果施工单位自行安排建筑垃圾和工程渣土的受纳场地,还需要在申报排放处置计划时提交上级行政管理部门同意受纳的证明。在运输方面,施工单位持有渣土管理部门核发的处置证,办理建筑垃圾和工程渣土的托运手续。运输车辆在运输建筑垃圾和工程渣土时,必须随车携带处置证,并接受渣土管理部门的检查。处置证不得出借、转让、涂改或伪造。运输车辆

必须按照渣土管理部门和公安交通管理部门规定的运输路线进行运输。运输过程中,管理单位会签发回执,送交托运单位后再由渣土管理部门查验。进入建筑垃圾和工程渣土储运场地的各类运输车辆必须服从场地管理人员的指挥,并按要求进行倾卸。

3.3 排水设施环境保护措施

在排水设施的建设方面,必须遵守国家和当地规定的技术标准,如果采用雨水和污水分流制度,就不能混接雨水和污水管道。这样可以确保排水系统的正常运行和有效处理。在排水设施的验收阶段,施工完成后需要进行验收。排水设施建设项目应当按照国家规定组织验收,特别是属于环境保护治理设施的项目,还需要向环境保护主管部门申报竣工验收。未经验收或验收不合格的排水设施建设项目不得投入使用,以确保设施的质量和功能。在施工期间的管理方面,需要采取一系列措施来保护排水设施的安全和畅通。如果因施工需要临时封堵排水管道,项目部需要向区排水行政主管部门申请并获得批准。在施工期间,应该采取临时排水措施,并严格按照规定进行沉淀物和污泥的处理后排放,以防止对排水设施造成堵塞和损坏。例如,在本次项目中,根据地表高程,在基坑周围地面设排水沟400*400cm,排水沟纵坡3%,间隔20m设1000*500*500mm的沉淀池,防止地表水进入明挖基坑;基坑内设排水明沟及集水井,位置依照现场施工需要设置,基坑明沟设于基坑四周坡脚处,水流由北向南,排水沟沟底应比基坑底低约0.5m,排水沟每隔15m左右设一集水井,集水井井底应比排水沟底低约1.0m;雨季施工必须加强排水措施,随集随排,确保工程安全和设备的正常运用。

3.4 固体废物污染的处理措施

固体废物污染的处理是环保型施工在市政工程管理中的重要应用措施之一。为了减少固体废物对环境造成的污染和危害,源头减量是关键。在施工前期规划阶段,应通过合理设计和施工组织,尽量减少固体废物的产生,可以包括选择绿色建材、优化施工工艺等措施,以降低废物产生率。例如在此次项目施工中,采用地下连续墙施工采用“地下连续墙液压抓斗工法”(如图3)进行施工。该工法具有墙体刚度大、阻水性能好,振动小、噪声低、扰动小等特点,对周围环境影响小,适用多种土层条件,不仅有助于降低噪声,还能减少扬尘、固体废弃物的产生,有着良好的环保效果。

固体废物的分类收集是必要的步骤,施工现场应设立明显的垃圾分类集中点,并配备不同类型的垃圾桶或容器,用于分别收集可回收物、有害废物、建筑废弃物等不同类别的固体废物。同时,应进行有效的标识和宣传,加强员工的环保意识,促使他们积极参与垃圾分类工作。还要注重进行固体废物的再利用和回收,在施工过程中产生的一些废弃物可以经过处理后得到再利用。例如,混凝土废弃物可以破碎后再用于道路基础材料,还可以建立合作关系

和回收网络,将可回收的固体废物送往专门的回收中心进行处理,以最大限度地减少对自然资源的消耗。

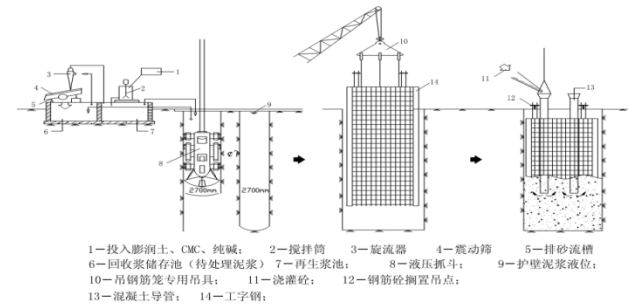


图3 地下连续墙液压抓斗施工工法

3.5 科学合理应用绿色施工材料

选择和使用绿色施工材料可以减少对自然资源的消耗、降低环境污染。环保型施工强调选择那些对环境影响较小、符合环保标准的建筑材料,包括但不限于可再生材料、回收材料、无毒低挥发有机物等。例如,使用天然木材替代人造板材料,采用可再生的竹材作为结构材料,或使用回收的金属材料等。环保型施工还要考虑材料从生产、运输、使用到废弃的整个生命周期对环境的影响,通过进行全面的生命周期评估,可以评估材料的环境性能,包括能源消耗、温室气体排放和废弃物产生等方面。在选择材料时,应综合考虑其环境性能,并选择那些对环境影响较小的材料。加强供应链管理也是重要的环保措施,所以施工企业应与供应商密切合作,共同推动绿色施工材料的研发和应用。通过与供应商建立长期合作关系,可以确保所采购的材料符合环保要求,并及时获取相关环境信息。

4 结束语

综上所述,市政工程施工管理中的环保型施工措施对于实现绿色可持续发展具有重要意义。我们需要在实际施工过程中,不断总结经验,创新环保施工方法,进一步提高市政工程施工的环保管理水平。同时,政府、企业和公众应共同努力,加强宣传教育,提高环保意识,形成全社会关心环保、参与环保的良好氛围。通过多方面的共同努力,相信市政工程施工管理中的环保型施工措施将得到更好的应用,为保护我们赖以生存的环境做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1]曹志诚.市政工程施工管理中环保型施工措施的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023(19):184-186.
 - [2]雷昂.基于市政工程施工管理中环保型施工措施的应用[J].石河子科技,2023(2):46-47.
 - [3]宋乐庆.简析市政工程施工管理中环保型施工措施的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(1):159-161.
- 作者简介:李林野(1992.6—),男,北京市密云区人,汉族,本科学历,中级工程师,就职于中铁十六局集团有限公司,从事工程地铁及房建相关工作。

公路工程软基处理绿色施工技术应用研究

张俊良

德阳市旌合建设工程有限公司, 四川 德阳 618000

[摘要]在公路工程施工过程中,软土地基的处理是一个非常重要的环节,如果软土地基处理不当,将会直接影响公路工程的正常使用,甚至会出现路面塌陷等问题。在公路工程施工中,软基处理施工技术是一种常用的施工技术,主要是针对软土地基进行加固处理,提高软土地基的稳定性和承载能力。为了保证公路工程软基处理能够符合绿色施工要求,施工单位在进行软基处理的时候应该采取必要的措施对其进行优化,这样才能够提高公路工程的质量。本篇文章从绿色施工的角度出发,分析了绿色施工技术的技术要点,探讨了绿色施工技术在公路工程中应用过程中的质量控制措施。

[关键词]绿色施工;公路工程;软基处理;技术优化

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10692

中图分类号: U416.1

文献标识码: A

Research on the Application of Green Construction Technology in Soft Foundation Treatment of Highway Engineering

ZHANG Junliang

Deyang Jinghe Construction Engineering Co., Ltd., Deyang, Sichuan, 618000, China

Abstract: In the construction process of highway engineering, the treatment of soft soil foundation is a very important link. If the soft soil foundation is not treated properly, it will directly affect the normal use of highway engineering, and even cause problems such as road collapse. In highway engineering construction, soft soil treatment construction technology is a commonly used construction technology, mainly aimed at strengthening the soft soil foundation, improving the stability and bearing capacity of the soft soil foundation. In order to ensure that the soft foundation treatment of highway engineering meets the requirements of green construction, the construction unit should take necessary measures to optimize it when carrying out soft foundation treatment, so as to improve the quality of highway engineering. This article analyzes the technical points of green construction technology from the perspective of green construction, and explores the quality control measures in the application process of green construction technology in highway engineering.

Keywords: green construction; highway engineering; soft foundation treatment; technical optimization

引言

随着我国社会经济的快速发展,公路建设规模也得到了较大幅度的提升,公路建设在我国国民经济发展中发挥着越来越重要的作用。在公路建设过程中,软基处理是一项重要工作,软基处理质量的好坏直接影响到公路工程的质量。在公路建设过程中,施工单位如果没有对软基处理进行有效优化,那么就会造成大量的资源浪费,同时也会对环境造成较大程度的污染。为了解决这一问题,施工单位应该加强对软基处理技术的优化工作,不断提高软基处理技术水平。本文主要从绿色施工的角度出发,探讨了绿色施工技术在公路工程软基处理中应用的必要性以及相关注意事项,希望能够为相关工作人员提供参考。

1 软基处理绿色施工技术的技术要点分析

1.1 节能

在软基处理过程中,为了保证软基处理质量,要使用节能技术,降低能耗。例如在软基处理中使用混凝土、钢筋混凝土等材料,可以有效减少软基的占地面积,提高施工效率。因此,在施工过程中要做好节能工作,减少能源浪费。此外,还可以在施工现场使用太阳能设备,提高可

再生能源的利用率。

1.2 节地

在软基处理中应用绿色施工技术,必须保证施工方案的科学性和合理性。在实际工程中,要合理设计方案,合理利用土地资源。同时,施工人员还应选择合适的施工方案,尽量减少对土地资源的浪费,降低对环境的影响。例如,在软基处理中应用绿色施工技术时,应尽量采用少占或不占土地的处理方法。同时,在实际工程中要注意合理设计和规划,尽量减少对周边生态环境的影响。此外,在实际工程中还应合理利用土方资源,将土方进行充分利用。此外,在实际工程中还要重视施工现场的临时设施建设工作,尽量减少占地面积,减少对周边生态环境的影响。

1.3 节水

在工程建设中,水资源是非常重要的资源,尤其是软基处理过程中,水资源的需求量更大。因此,在施工过程中要加强水资源的节约和管理,防止水资源的浪费。在工程施工过程中,要充分利用现场现有的水源,不能使用地下水、河水或水库水。对施工现场的用水设备进行定期检修和保养,保证施工现场的用水设备正常运行。另外,要

做好节水管理工作,采用节水新技术、新工艺和新材料,提高用水效率和质量。

1.4 节材

在工程施工过程中,要坚持节约的原则,在软基处理中合理利用材料,实现资源节约。在软基处理中,要提高材料的利用率,避免资源浪费。在材料的选用上,要根据施工需要合理选用材料,并做好检查工作。对不同的材料要采取不同的处理措施,提高其利用率。对可重复使用的材料要进行循环利用。在工程施工过程中,要对工程材料进行分类堆放,保证其有序存放,并做好相应的防水措施。同时,还需要做好养护工作,避免出现腐蚀情况。在软基处理中使用绿色施工技术可以减少施工成本支出,避免资源浪费。因此,要做好节材工作。

1.5 环境保护

在实际施工过程中,要做好环境保护工作,做好施工现场的垃圾分类工作,并进行妥善处理。在软基处理施工过程中,要注意加强对生态环境的保护,避免对周边环境造成破坏。同时,要加强施工人员的环保意识,积极开展环境保护活动,确保软基处理工作的顺利进行。

2 软基处理绿色施工技术在公路工程施工中的应用

2.1 工程概况

某公路工程总长度为 17.9km, 全线共有桥梁 8 座, 其中特大桥 1 座、大桥 6 座、中桥 3 座。该公路主要采用双向四车道公路标准, 设计时速为 80km/h。工程沿线经过平原地区、丘陵山区、沿海地区等不同地形地貌, 工程地质情况较为复杂。该公路沿线土质较差, 以淤泥质黏土、淤泥质粉质黏土等为主, 地基承载力较低。受海水侵蚀作用, 地下水位较高。因此, 该工程存在软土地基处理难度较大的问题。为提升公路工程软基处理的施工质量, 需要选择合适的绿色施工技术对该工程的软基进行处理, 为施工提供保障。

2.2 排水固结法

排水固结法是目前软基处理技术中应用最广泛的一种方法, 主要是通过将软土地基进行固结, 使其产生沉降, 在沉降过程中, 有效的降低土体的压缩性和强度。排水固结法应用在软土地基处理中具有诸多优势, 如: 提高软基处理效果、降低工程施工成本等。在公路工程施工中应用排水固结法, 能够将软土地基中的水分排出, 有效提高地基强度, 使其满足公路工程施工要求。同时, 排水固结法还能有效缩短公路工程施工工期, 避免了在软土地基上进行路基填筑的时间。此外, 排水固结法还能减少地基变形产生的影响, 有效避免了在软土地基上进行路基填筑可能会出现的问题。排水固结法在实际应用中, 施工人员需要对软土地基进行科学地分析和判断。由于排水固结法处理软土地基具有一定的复杂性, 因此在实际施工中,

施工人员应做好合理的排水措施。

2.3 CFG 桩软基处理

CFG 桩施工的基本原理为: 水泥、砂、石等混合料通过振动压密后, 通过导管输送到桩孔中, 之后利用人工或机械的方式在桩孔中进行成桩。为提高桩与土的变形模量, 可以在桩孔中添加粉煤灰, 形成粉煤灰桩, 从而起到提高地基承载力的作用。该技术可以对地基进行有效加固, 避免软基沉降, 缩短了工期。本项目公路工程施工中采用 CFG 桩进行软基处理, 并在路基填筑完成后进行了压实度检测、沉降观测及桩身质量检测等。检测结果表明: 路基压实厚度达到了设计要求。处理后的路基强度满足设计要求, 且变形模量、压缩模量均达到设计要求。另外, CFG 桩施工中不需要大量的泥浆外运, 减少了对环境的影响。

3 软基处理绿色施工技术在公路工程施工中的质量控制措施

3.1 制定节能降耗措施

在软基处理工程中, 材料成本是一个重要的方面, 如果材料使用不当, 就会导致成本上升, 增加施工成本。因此, 在软基处理工程中应制定节能降耗措施, 降低材料的使用量。在材料的使用上要合理安排、科学管理, 确保材料的利用率达到最高。另外, 还应根据施工进度, 制定材料使用计划, 并在施工过程中严格按照计划执行。在机械设备的选择上也要结合施工进度制定科学合理的机械设备使用计划, 避免不必要的机械设备浪费。施工现场应根据实际情况合理安排人力和机械设备。同时要加强对机械设备的保养工作, 减少因机械故障造成的成本支出。

3.2 原材料的质量控制

施工材料的质量直接影响到软基处理工程的施工质量, 所以必须要对所用材料进行严格控制, 确保所用材料的质量满足工程需求。施工材料的质量控制主要从以下几个方面展开:

(1) 对原材料进行严格检验, 以保证材料的质量符合工程需求。

(2) 根据施工规范、施工设计要求以及工程所在地气候环境, 合理选择原材料。

(3) 在施工过程中, 严格控制材料的堆放和运输过程, 减少对周围环境的影响。

(4) 在原材料使用前, 要对其进行严格的检查, 确保原材料符合相关标准要求。

(5) 加强对施工过程中原材料使用情况的管理, 及时掌握和了解原材料使用情况, 避免出现浪费现象。

3.3 选择节能机械设备

近年来, 我国经济得到了迅猛发展, 城市建设的步伐也在不断加快, 但由于城市建设过程中, 不可避免地会遇到一些软基问题。为了更好地解决这个问题, 我们需要开发一种新的能源机械设备来处理软基, 例如: 新能源双排

载货车、新能源高速混合机等。首先,在施工现场使用该设备进行软基处理可以达到更好的效果,也可以降低对周围环境的影响。其次,新能源机械设备可以实现快速施工。而且新能源机械设备不会对环境造成污染且不需要消耗大量能源,因此不会对环境造成污染。

新能源机械设备在高速公路作业中具有环保优势和成本优势,其二氧化碳排放量比柴油机械设备减少约20%左右,同时新能源机械设备运行维护成本相对较低。为加大新能源机械设备在公路施工作业中的使用,相关施工单位可以与国内多家知名品牌厂家协议储备各类新能源机械设备,依托机械设备“以租代购”模式,在多处公路工程的多线型、多路段及小气候条件下开展试点应用,通过采集和分析新能源机械设备养护作业信息,不断完善新能源机械设备应用场景、技术指标和服务标准,推动新能源机械设备在我省高速公路养护管理中广泛应用,助力交控集团实现“节能减排”和“降本增效”双目标。

3.4 开展绿色施工评价

在开展绿色施工评价过程中,要结合当地实际情况,以“节能、节水、节材和环境保护”为主要评价标准,以“提高资源利用率、减少资源消耗和污染物排放、改善生态环境质量”为目标,综合考虑建筑施工企业的成本与效益。同时,在评价过程中还要考虑公路建设项目的不同特点和工程实施的不同阶段,如施工准备阶段、主体结构阶段、交工验收阶段等,按照科学合理、可操作性强的原则对绿色施工进行综合评价。

采用绿色施工评价方法,施工企业就能够对整体建筑流程展开科学合理的管理控制,保证环境效益与经济效益之间的协调发展。站在另一个角度上来看,在贯彻落实绿色施工技术理念后,施工企业在发展过程中,也会摒弃原本将经济利益作为核心的基本需求,而是将生态效益作为关键所在,通过绿色施工技术来更加全面地控制施工所产生的成本,保证各种资源都可以得到更加高效的利用。

3.5 环境保护与资源节约

(1)工程施工中要注意做好环境保护工作,严格执行国家有关的环保法律法规。尽量减少施工对自然环境的破坏,减少扬尘、噪声及废水等对环境的影响。(2)严格执行国家有关的环境保护法律法规,减少施工过程中产生的有害气体、废水、噪声等污染,避免给当地居民和附近居民带来负面影响。(3)施工现场要保持清洁,应采取措施防止尘土飞扬,并加强对施工设备及运输车辆的管理,避免产生过多扬尘,避免噪声和废气对周围环境造成污染。(4)工程施工时要尽量避免使用不可再生资源,如水泥等。同时还要注意尽量少用或不用混凝土等不能再生利用的资源,以避免造成资源浪费。(5)施工单位应该采取有效措施减少对土地资源的破坏。

3.6 施工全过程质量控制

(1)根据施工设计的要求,对各种材料、机械、设备等进行检查。特别是在路基工程施工中,对地基处理的各个环节都应该进行严格控制,只有这样才能够保证施工的质量。(2)对每一项工作进行严格的检查,对于质量不符合要求的工作要坚决整改,保证每一项工程都能够达到规范要求。(3)要把好质量关,在对软基进行处理时,应该根据施工要求采用相应的软基处理技术和方法,并且要对技术方法进行严格的审查。(4)为了确保软基处理能够达到设计要求,在进行施工之前,应该对施工人员进行专业培训。并且要组织施工人员学习相关的法律法规和规范标准。另外还应该注意做好施工质量控制工作。对于质量不符合要求的工程,要坚决整改,只有这样才能够保证软基处理技术能够在公路工程中得到有效应用。另外还需要加强对原材料质量控制,避免出现原材料不合格现象。

4 结语

我国社会经济发展速度很快,这也使得人们对公路建设提出了更高的要求,不仅要求公路工程的质量能够满足人们的需求,而且还要在一定程度上提高公路建设的效率。在进行公路建设过程中,要想保证公路建设工作能够顺利进行,就必须做好软基处理工作。在进行软基处理的时候,施工单位需要对施工材料、施工机械以及施工技术等进行全面优化,保证这些因素能够符合绿色施工的要求。为了确保公路工程软基处理的质量,施工单位需要严格控制软基处理过程中使用的材料,确保这些材料符合绿色施工的要求。另外,在进行软基处理的时候还应该加强对绿色施工技术的应用。绿色施工技术是一种全新的技术,该技术可以减少资源浪费、减少环境污染,因此在实际应用过程中应该引起重视。在公路工程建设过程中采用绿色施工技术可以有效提升公路工程建设效率,同时还可以避免资源浪费现象发生。因此在实际应用过程中应该积极引进该技术,加强对其研究力度。只有这样才能够保证公路工程软基处理工作能够顺利进行,确保公路工程建设质量满足人们的需求。

【参考文献】

- [1]陈兴奎.公路工程软基处理绿色施工技术应用研究[J].绿色环保建材,2021(5):27-28.
 - [2]杨尚.公路工程软基处理绿色施工技术应用研究[J].交通节能与环保,2020,16(6):119-122.
 - [3]韩彦龙.公路工程软基处理绿色施工技术分析[J].运输经理世界,2020(17):15-16.
 - [4]蔡延喜.公路工程软基处理绿色施工技术应用研究[D].北京:清华大学,2019.
- 作者简介:张俊良(1990.12—),男,毕业于西南石油大学,工程管理专业,就单位:德阳市旌合建设工程有限公司,职务:项目经理,职称:中级工程师

景观园林大树移植施工技术及管理措施

俞箐洋

杭州萧山园林集团有限公司, 浙江 杭州 311200

[摘要]随着城市化的推进, 园林绿化成为城市发展不可或缺的一部分。大树作为景观园林的重要组成部分, 其移植涉及到技术、管理等多个方面。基于此, 文中通过对土壤选择和处理、断根、修剪等准备工作的详细介绍, 并深入讨论了移植过程中的技术要点, 包括移植前的技术保障、对移植地土壤的处理, 以及移植完成后的养护管理, 以此为景观园林中大树移植的实践提供科学的指导, 确保移植的成功和大树的生长繁茂。

[关键词]景观园林; 大树移植; 施工技术管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10666

中图分类号: TU986.3

文献标识码: A

Construction Technology and Management Measures for Transplanting Large Trees in Landscape Architecture

YU Qingyang

Hangzhou Xiaoshan Landscape Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract: With the advancement of urbanization, landscaping and greening have become an indispensable part of urban development. As an important component of landscape architecture, the transplantation of large trees involves multiple aspects such as technology and management. Based on this, the article provides a detailed introduction to the preparation work of soil selection and treatment, root cutting, pruning, etc., and deeply discusses the technical points during the transplantation process, including technical support before transplantation, soil treatment at the transplantation site, and maintenance management after transplantation. This provides scientific guidance for the practice of transplanting large trees in landscape architecture, ensuring the success of transplantation and the flourishing growth of large trees.

Keywords: landscape architecture; transplantation of large trees; technical work in construction

引言

随着城市化的不断发展, 园林绿化作为城市建设的重要组成部分, 越来越受到社会的重视。在园林设计中, 大树作为城市绿化的亮点, 其移植不仅关系到城市生态环境的改善, 更涉及到城市景观的提升。然而, 大树的移植并非一蹴而就的简单过程, 而是需要科学的技术支持和精细的管理措施。因此, 移植前的准备工作显得尤为重要。本文详细介绍大树移植前的准备工作、施工技术及其管理措施, 通过全面深入的探讨, 旨在为园林景观从业者提供科学的指导, 确保大树移植的成功, 为城市园林绿化事业贡献更多的力量。

1 景观园林大树移植施工的概述

随着城市化进程的不断加快, 园林绿化在城市建设中扮演着愈发重要的角色。作为园林绿化的瑰宝, 大树的移植成为城市景观塑造的重要手段之一。大树不仅能为城市增色添彩, 还具有生态环境改善、空气净化等重要功能。因此, 景观园林大树移植施工不仅仅是一项技术活动, 更是城市绿化事业的重要组成部分。

1.1 移植的背景与重要性

景观园林大树移植是为了更好地满足城市规划和设计的需求, 调整大树位置, 提高城市景观的整体品质。随着城

市规模的扩大, 一些老旧区域的园林结构可能需要进行调整, 这就需要对已有大树进行移植。移植大树能够在较短时间内形成成熟的景观, 为城市注入绿色元素, 提升市容市貌。

1.2 移植的技术挑战

景观园林大树移植并非简单的搬迁过程, 其中涉及到一系列技术挑战。一方面, 大树的根系复杂, 需要在移植的过程中最大程度地保留主要根系, 以确保其在新环境中迅速建立稳定^[1]。另一方面, 大树的体积较大, 移植涉及到大型设备的使用和周密的协调安排, 以防止对树木造成损害。这些技术挑战要求从业人员具备高超的园艺技能和专业知识。

1.3 移植的全过程管理

大树移植过程需要全面的管理, 包括前期准备、移植操作, 以及后期的养护管理。前期准备包括对移植地的调查研究、土壤分析、移植计划的制定等。移植操作则需要科学合理的技术手段, 确保大树在移植过程中受到的冲击最小化。而后期的养护管理是移植成功的关键, 包括适量地浇水、合理的施肥、病虫害的防治等工作。

2 大树移植前的准备

2.1 土壤选择和土壤处理

在进行大树移植前, 土壤的选择和处理是确保移植成

功的重要环节。土壤质地、养分含量、排水性等特性直接影响着大树根系的生长和吸收营养的能力。因此,对目标移植地的土壤进行仔细的选择和适当的处理至关重要。

(1) 土壤选择

在选择移植地的土壤时,需要考虑土壤的类型、质地以及 pH 值等因素。合适的土壤类型应与被移植大树的原土壤相似,以确保大树能够快速适应新的生长环境。土壤质地应具备良好的通气性和保水性,有利于根系生长和养分吸收。此外,了解土壤的 pH 值和养分含量,有助于进行合适的调整和处理,以满足大树生长的需求。

(2) 土壤处理

如果目标移植地的土壤并不适宜大树的生长,就需要进行合适的处理和改良。第一,土壤改良。对于质地较差或养分含量低的土壤,可以通过添加有机物质、矿物质或土壤改良剂来提高土壤的肥力和透气性。有机物质如腐殖土、腐叶土等可以改善土壤结构,增加土壤肥力。第二,排水处理:若土壤排水性差,容易造成积水,可采取排水措施,如增加排水沟或设置排水层,以确保大树根系不受水涝影响。第三,pH 调整。若土壤 pH 偏离大树适宜生长的范围,可通过添加石灰、硫酸铁等物质进行调整,使土壤的 pH 值达到适宜范围。在进行土壤处理时,需要根据具体情况进行合理选择和施用,避免对土壤造成过度改变而影响大树的生长^[2]。

(3) 施工前的监测和调查

在进行土壤选择和处理前,进行现场的土壤调查和监测是至关重要的。通过对土壤样品的采集分析,了解土壤的特性和问题,为后续的处理提供科学依据。同时,对移植地的环境、气候等情况进行评估,为移植计划的制定提供参考依据。

2.2 断根

大树移植中的断根是一项关键的操作,直接影响着移植后大树的根系重建和生长适应性。合理的断根操作有助于减轻大树的应激反应,确保其新的生长环境中能够迅速建立稳定的根系系统。

(1) 断根的目的与原则

断根的目的是调整大树的根系结构,适应新的生长环境。合理的断根能够促进新的根系的形成,有助于大树更好地吸收水分和养分。在进行断根操作时,需要遵循以下原则:

①保留主要根系:在断根过程中,要注意保留大树的主要根系,特别是粗大的主根。这有助于维持大树的稳定性和养分吸收能力。

②适度的断根比例:断根的比例应根据大树的实际情况来确定。一般而言,不宜过度断根,应保持适度的比例,避免给大树造成过度的伤害。

③注意断根时间:最好选择在大树生长季节结束后,进入休眠期进行断根,这有助于减轻大树的生长负担,提

高断根后的恢复能力。

(2) 断根的具体操作步骤

在进行断根操作时,需要按照以下步骤进行:

①根系清理:首先,清理大树的根系,去除死枝、病根和受损部分。清理后的根系更有利于新的生长。②断根比例确定:根据大树的实际情况,确定适当的断根比例。通常,直径较大的主根可以适当留长,而一些细小的根系则可以适度减少。③切口处理:在确定好断根位置后,使用锋利的工具进行切口处理。切口要平整光滑,避免撕裂和破损,以促使切口更好地愈合。④护理处理:断根后,对切口进行适当的护理。可以使用具有抗菌、促进愈合的树脂或药膏覆盖切口,防止病菌感染。

(3) 断根后的管理与监测

完成断根操作后,需要进行后续的管理与监测工作。定期观察大树的生长状况,注意是否有新根的生成,及时调整养护措施。同时,监测切口的愈合情况,确保大树能够在移植后尽快适应新环境。

2.3 修剪

在大树移植的过程中,修剪是至关重要的一步,它旨在调整大树的树冠结构,保持树形美观,促进树木的生长平衡。合理的修剪不仅有助于大树在新环境中更好地适应,还能提高城市景观的美观度和整体品质。

(1) 修剪的目的与原则

①保持树冠平衡:移植后的大树可能会受到生长环境的变化而导致树冠不平衡,修剪可以调整树冠结构,保持平衡的外观。②促进新梢生长:通过适度的修剪,可以刺激大树的新梢生长,有助于形成更加繁茂的树冠,提高绿化效果。③减轻风险:移植后,大树可能因受到的应激而变得脆弱,修剪能够去除梢端负担,降低风险,减少枝条折断的可能性。④形成良好的树形:修剪有助于塑造大树的整体形态,使其更加符合景观设计的要求,提升城市绿化的观赏性。

(2) 修剪的原则包括

①适度原则:修剪时应该适度,不宜过量。避免一次性过多修剪,以免影响大树的生长状况。②选择性修剪:优先修剪生长势旺盛的部位,避免对薄弱部位过度削减,保持整体的生长平衡。③合理的修剪时机:选择适宜的季节进行修剪,通常在冬季或春季的休眠期是比较理想的时机,有助于减轻大树的应激反应。

(3) 修剪的具体操作步骤

①清理杂乱生长的枝条:去除交叉生长、重叠的枝条,保持树冠内部的通风良好。②修剪死枝和病枝:清理树冠中的死枝和病枝,防止疾病传播,保持树木的健康。③修整树冠形状:根据设计要求和整体形态,修整树冠的外形,使之更加美观和匀称。④控制主干和分支的比例:适度削减主干和分支,保持主次分明,防止过于繁茂的树冠影响整体稳定性。

(4) 修剪后的管理与监测

①树木养护:修剪后给予适当的养分,保持土壤湿润,促进大树的生长。②监测树冠生长:定期观察大树的树冠生长情况,注意新梢的生成和整体形态的发展。③处理修剪后的切口:如有必要,对修剪后的切口进行适当的处理,以促使伤口更好地愈合。

3 景观园林大树移植施工技术及其管理措施

3.1 对移植地的土壤进行处理

在进行景观园林大树移植前,对目标地区的土壤进行适当处理是确保移植成功的关键步骤。第一,土壤改良。土壤改良是提高土壤质量、增强保水保肥能力的重要手段。通过土壤分析了解土壤的类型、质地和养分状况,根据分析结果添加有机物质如腐殖土、腐植酸,以提高土壤的肥力和保水性,对于排水不良的土壤,可加入沙土或改善土壤结构的物质,以增加土壤通透性,土壤改良有助于提供良好的生长环境,促进大树在新地区的顺利生根和生长。第二,pH值调整。土壤的pH值对植物养分的吸收具有直接影响,通过合理调整土壤的pH值,可以创造适宜大树生长的酸碱环境,对于过酸或过碱的土壤,可分别施加石灰或硫酸铁等物质来调整土壤pH值,保持土壤在适宜的pH范围内有助于提高养分的有效性,促使植物更好地吸收所需养分^[3]。第三,土壤松散与整理。良好的土壤结构对于大树的根系生长至关重要。在移植前,通过翻耕和整理土壤,使其保持适度的松散程度,有助于增加土壤通气性和根系的扩展空间,促进新根的快速生长。土壤松散的同时,还可以有利于水分渗透,防止水分滞留,从而减少大树在移植后可能面临的根系窒息问题。在移植前对土壤进行综合处理,旨在为大树提供适宜的生长环境,最大限度地减少移植过程中的应激,提高大树的成活率和适应性。通过科学合理的土壤处理,能够为大树在新的生长环境中创造更有利的条件,确保移植工作的圆满成功。

3.2 保证树体的水分代谢平衡

为了确保大树在移植过程中能够维持水分代谢平衡,需采取一系列有针对性的措施。首要的参数是对土壤湿度的监测和调整。通过使用湿度传感器等工具实时监测土壤湿度,保持在适宜的范围内。合理的土壤湿度有助于维持植物根系的正常吸水,促进水分向上输送至树冠,从而维持正常的光合作用和蒸腾过程,调整浇水量以适应季节和气候变化,避免水分过剩或不足,是保证水分代谢平衡的关键。其二是树冠的修剪和形态调整。通过适度的修剪,可以减少树冠的表面积,从而减缓水分蒸发速率。调整树冠的形态,使其与树根系统的负荷相适应,有助于平衡水分的吸收和丧失,不仅有助于减轻移植后大树的应激,还能提高水分的利用效率,确保水分在树体内的平衡。其三是移植后的追肥与保湿措施。提供适当的营养可以促进树

体生长,保持其健康状态,从而有助于维持水分代谢的平衡。同时,采取保湿措施,如在树周围铺设覆盖物,设置保湿带,有助于减少土壤水分的蒸发和树体水分的流失,这些措施共同作用,保障移植后大树的水分代谢平衡。通过监测土壤湿度、合理修剪树冠和采取追肥与保湿措施,可以在移植过程中维持树体的水分代谢平衡,有助于提高大树的适应性,减少移植引起的水分应激,确保大树在新的生长环境中能够稳健生长^[4]。

3.3 移植完成做好大树的养护管理工作

大树移植完成后,养护管理工作至关重要,它直接关系到大树的生长适应和成活率。首先是大树养护的水分管理。在移植后的初期,特别需要维持适宜的土壤湿度,通过定期的浇水,保持土壤湿润但避免积水。根据气候和季节的变化,调整浇水频率和量,确保大树充分吸收水分,促进根系的生长。同时,利用覆盖物保湿、植被覆盖等手段减缓水分蒸发,有助于维护水分平衡。其次是定期地修剪和检查。通过对树冠进行适度的修剪,可以促使树体分配能量更为合理,减轻树冠的负担。检查树木的生长状态,关注是否有病虫害的迹象,及时处理发现的问题,防止病害扩散,这有助于提高大树的抗逆性和适应性,保证其在新环境中顺利生长。最后是移植后大树养护施肥。选择适宜的有机或无机肥料,按照树木的需求进行施用,合理施肥有助于促进新的生长,增强大树的免疫力。同时,定期进行土壤调理,保持土壤的通气性和肥力。通过添加有机物质,保持土壤的松散度,有助于树根的生长和根系的健康发育。

4 结语

景观园林中大树移植是一项综合性工程,需要科学的技术和有效的管理。在大树移植与养护的过程中,科学细致的规划与执行是确保植物顺利适应新环境的关键。通过对土壤的处理、树体水分代谢的平衡以及移植后的精心养护,为大树提供了最佳的生长条件。在未来,将继续关注大树的生长状况,不断改进养护措施,以期为城市园林绿化贡献更多的绿意。

[参考文献]

- [1]徐子娟.景观园林大树移植施工技术及管理措施[J].花卉,2023(8):88-90.
 - [2]李健兴.关于风景园林施工中大树移植技术与养护研究[J].现代农业研究,2022,28(10):94-96.
 - [3]区志彤.风景园林施工中大树移植技术及养护措施研究[J].中国房地产业,2022(24):34-37.
 - [4]马振华.风景园林施工中大树移植技术及养护措施研究[J].园林建设与城市规划,2022,4(4).
- 作者简介:俞箫洋(1995.8—),毕业院校:南京林业大学,所学专业:园林,当前就单位:杭州萧山园林集团有限公司,职务:施工现场管理员,职称级别:助理工程师。

路桥工程安全与质量管理的策略

杨新宇 陈磊杰 曹 成

中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014

[摘要]当前,我国路桥建设发展迅速,发展的同时也暴露出一些施工安全和质量管理方面的问题,这些问题直接影响到工程建设的进度,严重的还会造成人身伤亡。因此,必须做好安全工作和质量管理。在路桥工程项目管理中,质量是核心,而安全施工是质量的保障,质量和安全是缺一不可的。分析路桥工程的安全性状况,探讨施工安全与质量管理措施,以期提升路桥工程施工各项技术,确保路桥工程的施工质量。

[关键词]路桥工程;工程安全;质量管理;优化策略

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10663

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

Strategies for Safety and Quality Management of Road and Bridge Engineering

YANG Xinyu, CHEN Leijie, CAO Cheng

Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430014, China

Abstract: At present, Chinese road and bridge construction is developing rapidly, and at the same time, it has exposed some problems in construction safety and quality management. These problems directly affect the progress of engineering construction, and in serious cases, can even cause personal injury. Therefore, it is necessary to do a good job in safety work and quality management. In road and bridge engineering project management, quality is the core, and safe construction is the guarantee of quality. Quality and safety are indispensable, which is analyzing the safety status of road and bridge engineering, exploring construction safety and quality management measures, in order to improve various construction technologies of road and bridge engineering and ensure the construction quality of road and bridge engineering.

Keywords: road and bridge engineering; engineering safety; quality management; optimization strategies

引言

在现代社会,随着城市化进程的不断加速和基础设施建设的蓬勃发展,路桥工程作为连接城市各部分、促进交通流通的关键组成部分,其安全与质量管理显得尤为重要。随着工程规模的不断扩大和复杂性的增加,安全事故和质量问题可能对人员生命安全、财产安全以及城市的可持续发展产生深远的影响。因此,有效的安全与质量管理策略成为确保路桥工程顺利进行、保障工程质量和安全的关键所在。这些策略需要综合考虑工程的各个阶段,从设计、施工到维护全方位覆盖,以确保工程在整个生命周期内都能够达到高标准的安全性和质量水平。我们将探讨一系列针对路桥工程安全与质量管理的策略,旨在为工程实施提供指导,并最大程度地降低潜在的风险和质量隐患。

1 强化路桥工程现场施工管理的重要意义

强化路桥工程现场施工管理具有至关重要的意义。在道路和桥梁等基础设施建设中,施工现场是直接关系到工程质量、进度和安全的核心区域。有效的现场施工管理可以确保工程按照设计规范和施工计划有序进行,从而提高工程的整体质量水平。首先,强化现场施工管理有助于有效协调多个专业、多个工序之间的关系。路桥工程的施工涉及土建、结构、道路、交通等多个专业领域,管理上的

复杂性不容忽视。通过精细而科学的管理,可以协调各个专业工种的协同作业,提高施工效率,确保工程顺利推进。其次,现场施工管理直接关系到城市建设的整体形象和发展水平。道路和桥梁是城市基础设施的重要组成部分,其质量和设计符合性直接关系到城市的交通流畅性和宜居性。通过强化管理,能够更好地保障工程的质量,提升城市整体建设水平。另外,施工现场的合理管理对于保障工人和公众的安全至关重要。在现代建设中,施工安全问题备受关注。通过制定科学的施工安全管理方案,加强对施工过程中潜在风险的识别和应对,可以最大程度地降低事故发生的概率,确保工程施工的安全可控。

2 路桥工程施工管理的特点

2.1 施工管理的过程比较复杂

路桥工程施工管理的特点之一在于其施工管理过程的复杂性。相较于一些简单的建筑工程,路桥工程涉及到多个专业、多个工序,其施工管理需要在一个更为庞大而复杂的系统中运作。施工管理的复杂性主要体现在对多方面因素的协调、监督和控制上。首先,施工管理需要协调多个专业领域的工程师和技术人员。路桥工程涉及到土建、结构、道路、交通等多个专业,每个专业领域都有其独特的技术和规范。因此,管理团队需要具备跨专业的协调能

力,确保各个专业在施工过程中的有效沟通和协同作业,以避免专业领域之间的冲突和误解。其次,施工过程中的复杂性还表现在对多个工序的综合管理上。路桥工程的施工通常包括地基处理、桥梁梁面施工、道路铺设等多个工序,这些工序之间存在着紧密的时序关系。因此,管理团队需要合理规划施工流程,确保各个工序之间的衔接和协调,以保障施工进度的顺利推进。另外,施工管理的复杂性还体现在资源协调和利益平衡方面。施工现场涉及到各类资源,包括人力、物力、机械等,这些资源需要合理分配和利用^[1]。同时,管理团队还需在施工中平衡各方的利益,包括业主、承包商、设计单位等,确保各方合作共赢,避免因利益矛盾而影响工程的正常进行。

2.2 影响着城市的建设全局

路桥工程施工管理的特点之一在于其对城市建设整体局面的深刻影响。与一些独立建筑相比,路桥工程不仅是城市基础设施的重要组成部分,更直接关系到城市的发展格局、交通体系和居民生活。因此,其施工管理需要更加注重对城市建设全局的理解和协调。首先,路桥工程作为城市基础设施的一部分,其设计、施工和运营都需要与城市的整体规划相协调。施工过程中,要考虑到城市的总体发展战略,确保工程与城市的规划相契合,不仅满足当前交通需求,更能适应未来城市发展的需要。其次,路桥工程的建设直接影响到城市的形象和功能。一座精良的桥梁或一条畅通的道路不仅方便了居民的生活,更提升了城市的整体形象。因此,在施工管理中需要注重工程的美观性、绿化配套以及和城市文脉的融合,确保工程不仅是功能性的,更具有城市美学和文化内涵。

2.3 施工形式比较分散

与一些建筑项目相比,路桥工程涉及较长的线路和广泛的区域,其施工点分散、范围较大。这一分散性特征给施工管理带来了独特的挑战和复杂性。首先,由于施工点的分散,管理团队需要面对多个同时进行的施工现场。每个施工现场可能存在不同的地理、环境和资源条件,因此需要定制化的管理策略。这要求管理团队具备跨区域、跨项目的管理经验和协调能力,以确保各个施工点之间的协同作业和信息畅通。其次,施工形式的分散性也带来了资源的分散利用和调度的复杂性。不同施工点可能需要不同的人力、机械和材料资源,而这些资源的有效协调和利用是施工管理成功的关键。管理团队需要通过合理的资源调度,确保各个施工点的需求得到及时满足,从而保障整体施工的顺利进行。另外,施工形式的分散性也对信息管理提出了更高要求。管理团队需要实时获取各个施工点的施工进度、质量状况和安全情况等信息,以便及时做出决策和调整。现代信息技术的应用在这一过程中变得尤为重要,可以帮助实现远程监控和数据集中管理,提高管理的效率和准确性。

3 质量控制与安全管理现状

3.1 质量控制及安全管理的意识不强

在当前路桥工程领域,存在一个显著的问题,即质量控制及安全管理的意识相对不够强烈。在一些施工现场,参与方对于工程质量和安全管理的认知存在不足,表现为对相关标准和规程的理解程度参差不齐。这种意识的相对薄弱可能导致施工团队和相关人员在实际操作中对质量控制和安全管理的重要性认识不足,存在对这两个关键方面的疏漏。质量控制方面,意识不强可能表现为工程参与者对于质量标准的理解不够深入,对工程质量要求的敏感性不足^[2]。这可能导致在施工过程中对关键细节和规范要求的忽视,增加了工程出现质量缺陷的风险。而在安全管理方面,意识不强可能表现为在施工现场对安全操作规程的执行不到位,对潜在危险的认知不足,这种状况可能导致施工过程中发生安全事故的概率增加,从而对工程进度和工人的生命安全构成潜在威胁。

3.2 施工企业的操作存在问题

在路桥工程中,存在一个显著问题,即施工企业的操作存在一系列问题。这涵盖了从施工计划的制定到具体操作的各个环节。施工企业在执行施工过程中可能面临计划不合理、工艺操作不规范、材料选择不当等方面的挑战。这些问题可能源于施工企业内部管理的缺陷,包括人员培训不足、内部协调不畅等。首先,在施工计划的制定上,一些企业可能存在计划制定不科学、缺乏弹性的问题。这可能导致在面对突发情况时无法迅速调整施工进度,影响工程的整体进展。其次,施工企业在工艺操作方面可能存在规范执行不足的问题。这包括工程操作人员对于相关标准和规范的理解不深入,可能导致施工过程中的关键环节操作不当,从而影响工程的质量。

3.3 管理人员对于施工过程的监督力度不强

首先,由于监督力度不足,管理人员可能难以及时发现施工现场存在的问题和隐患。这包括施工中的质量瑕疵、安全隐患以及操作不规范等,因为缺乏有效监督,这些问题可能得不到及时纠正,进而影响工程的整体质量和安全水平。其次,监督力度不足可能导致对工程进度的不精准掌控。管理人员如果未能有效监督施工现场的工作进展,可能难以及时调整工程计划,应对可能出现的延误或紧急情况,从而影响工程的按时完成。另外,管理人员监督力度不够也可能使得对施工人员的培训和指导不够到位。缺乏有效监督可能导致施工人员操作水平参差不齐,无法保障整体工程质量。

4 加强质量控制与安全管理的措施

4.1 确保路桥工程设计过程中的合理性与科学性

加强质量控制与安全管理的措施中,确保路桥工程设计过程的合理性与科学性是至关重要的一环。设计阶段直接关系到工程的质量水平和整体可行性,因此在这个阶段

采取适当的措施至关重要。首先,需要确保路桥工程设计符合相关的技术标准和规范。设计应基于科学的工程原理和结构力学,遵循国家和行业领域的相关标准,以保障工程结构的合理性和稳定性。同时,设计应考虑到当地的地质和气候等特殊条件,确保设计方案在实际施工中具备可行性。其次,加强设计过程中的交叉审查和专业评估。通过设立专门的设计审查团队,涵盖土建、结构、交通等多个专业领域,对设计方案进行全面审查。这有助于发现潜在问题和提出改进建议,确保设计方案在各个方面都是科学合理的。另外,强调设计人员的专业素养和实践经验。设计团队应具备丰富的实际项目经验,了解先进的设计理念和技术手段。设计人员应不断提升自身的专业水平,关注行业最新的技术发展,确保设计方案在科学性和先进性上都能达到最佳水平^[3]。最后,鼓励与业主和各相关方之间的有效沟通。在设计阶段,与业主和其他相关方保持紧密沟通,充分了解他们的需求和期望,这有助于确保设计方案不仅符合技术标准,还能够满足实际使用的功能和需求,提高工程的整体质量和可持续性。

4.2 加强施工现场的安全管理

施工现场作为工程实施的核心区域,涉及到众多工人、机械设备和材料,其安全管理直接关系到工程的整体安全水平。首先,必须建立完善的管理体系。这包括明确的安全责任体系、安全操作规程以及应急预案等。管理层应明确每个人员在安全管理中的职责和任务,确保施工现场的每一个环节都得到有效的安全控制。其次,采取有效的安全监测和检查手段。通过设立专门的安全监察团队,定期巡查施工现场,发现并及时纠正存在的安全隐患。采用现代技术手段,如监控摄像头和传感器等,对施工现场的安全状况进行实时监测,以确保安全管理的及时响应和处理。加强施工现场的安全管理需要形成全员参与、层层负责的管理模式。安全管理不仅是管理层的责任,更是每一位施工人员的共同责任。通过全员动员,建立起一个积极的安全文化,形成大家共同关心安全、共同维护安全的氛围,从而确保施工现场的安全管理得到有效实施。

4.3 增强相关人员的专业素质以及职业素养

质量和安全管理的有效实施离不开具备高水平专业素养和职业素养的从业人员,他们的能力和品质直接关系到工程的质量和安全。首先,需要注重相关人员的专业知识培训。通过不断提升相关人员的专业技能和知识水平,使其具备最新的行业标准和先进的技术理念。这包括工程管理、施工技术、质量控制和安全管理等方面的培训,确保他们能够胜任复杂多变的施工环境。其次,强调团队合

作和协调能力的培养。在现代工程项目中,涉及到众多专业和领域,需要相关人员具备良好的团队协作和沟通能力。通过团队培训和协作项目的经验积累,使团队成员能够更好地协同工作,提高整体工程的执行效率和质量水平。另外,注重培养相关人员的职业素养。职业素养包括工作责任心、道德品质、安全意识等方面的要素。通过开展职业道德教育,加强从业人员对工程质量和安全的责任感,使其能够始终保持对工程的高度敬业态度,不仅注重个人技术水平的提升,更注重整个团队和工程的整体利益^[4]。最后,鼓励相关人员进行终身学习和不断提升。在工程建设领域,技术和管理手段不断发展变化,相关人员需要保持学习的状态,及时吸收新知识和新技术。通过鼓励持续学习,培养相关人员的学习意愿和学科广度,使其始终处于行业的前沿,更好地应对各类挑战。

5 结语

在路桥工程的安全与质量管理中,制定和实施科学有效的策略至关重要。这些策略不仅关乎工程的顺利推进和高质量完成,更涉及到社会公众的安全和城市的可持续发展。通过全面考虑设计、施工、监管和维护等各个环节,确保质量和安全管理贯穿工程的始终,可以有效预防事故和质量问题的发生,最大程度地保障人员的生命安全和财产安全。在未来,随着科技的不断进步和管理理念的不断更新,我们需要不断优化和完善安全与质量管理策略,以适应工程领域的发展和变化。加强专业素质培训、推动先进技术的应用、强化团队协作和沟通,都将为工程管理提供更强大的支持。只有通过持续改进和创新,我们才能更好地应对未来路桥工程中可能出现的各种挑战,确保每一座桥梁、每一段道路都是安全可靠、质量过硬的工程力作。通过共同努力,我们能够建设更为安全、高效、可持续的城市交通基础设施,为社会的发展注入强大的动力。

【参考文献】

- [1] 汪林. 强化市政路桥工程现场设备和施工管理有效策略探讨[J]. 中国设备工程, 2022(24): 207-209.
- [2] 余远胜. 路桥工程现场施工管理难点及应对措施分析[J]. 居舍, 2021(26): 149-150.
- [3] 夏加军. 路桥工程施工安全与质量管理探讨[J]. 西部交通科技, 2021(1): 206-208.
- [4] 郑军. 路桥工程施工安全与质量管理措施分析[J]. 技术与市场, 2019, 26(5): 191-193.

作者简介: 杨新宇(1988.12—),男,学历:本科,目前职称:中级工程师,专业:机械设计制造及其自动化,目前就职于中国市政工程中南设计研究总院有限公司。

城市高架桥工程建设中装配式桥梁的应用

谢圣浩 费莉

宏润建设集团股份有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]城市高架桥工程的建设既要确保城市交通通畅, 又要尽量减少对城市生活的干扰。传统施工方式往往面临工期长、交通影响大等问题, 难以满足城市发展的迫切需求。装配式桥梁技术以高效的施工方式、优越的质量控制和灵活的设计特点, 逐渐成为解决这些问题的重要方案。通过深入研究和应用装配式桥梁技术, 为城市高架桥工程提供更为可持续和创新的解决方案。

[关键词]城市高架桥; 装配式桥梁; 桥梁施工

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10660

中图分类号: U44

文献标识码: A

Application of Prefabricated Bridges in Urban Elevated Bridge Engineering Construction

XIE Shenghao, FEI Li

Hongrun Construction Group Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: The construction of urban elevated bridge projects needs to ensure smooth urban traffic while minimizing interference with urban life. Traditional construction methods often face problems such as long construction periods and significant traffic impacts, making it difficult to meet the urgent needs of urban development. Prefabricated bridge technology has gradually become an important solution to solve these problems with efficient construction methods, superior quality control, and flexible design characteristics. By conducting in-depth research and applying prefabricated bridge technology, we aim to provide more sustainable and innovative solutions for urban elevated bridge projects.

Keywords: urban elevated bridge; prefabricated bridges; bridge construction

引言

城市高架桥工程在现代城市交通规划和建设中扮演着至关重要的角色。随着城市化进程的不断推进, 人口密度增加和交通需求上升, 传统的高架桥建设方式面临着日益严峻的挑战。为了更有效地满足城市交通发展的要求, 装配式桥梁技术应运而生, 成为提高建设效率、减少对城市交通干扰的关键技术之一。

1 装配式桥梁施工技术概述

装配式桥梁施工技术是一种高效且创新的桥梁建设方法, 核心理念是通过在工厂条件下预制各个桥梁组件, 然后在现场将其装配成完整的桥梁结构。这一方法的引入为城市高架桥工程提供了新的解决方案, 有效缩短了工程周期、降低了施工成本, 并提高了工程质量。在装配式桥梁的施工过程中, 首先进行严格的设计和规划, 确定桥梁的整体结构以及各个组件的准确尺寸和形状。接着, 预制厂根据设计要求在控制严密的环境中生产桥梁的各个部分, 包括桥墩、横梁、支座等。这些预制构件不仅具有更高的质量和精度, 还能够同时进行多项工序提高生产效率^[1]。一旦预制构件制作完成, 就可以通过运输将其送至施工现场。在现场施工人员按照设计图纸和装配顺序进行组装。采用现场装配的方式, 可以减少对施工环境的依赖, 避免受到天气等外部因素的影响, 提高了工程的施工可控性和

安全性。装配式桥梁施工技术的优势不仅在于快速施工, 更在于对环境的友好性。由于大部分工序在工厂内完成, 减少了现场的噪音、粉尘和废弃物产生, 有助于降低施工对周边居民和环境的影响。

2 城市高架桥工程中装配式桥梁应用的问题

2.1 施工过程中的协调与管理问题

在城市高架桥工程中, 采用装配式桥梁施工技术面临着一系列的协调与管理问题。首要的问题之一是施工进度的协调难题, 由于涉及多个工序和各种组件的制造、运输、安装, 确保整个过程的顺利进行以及各个环节之间的协调一直是一个挑战。此外, 人力、物力、财力等资源的合理调配也是一项需要高度协调的任务, 以保证施工的高效性和经济性。另一个突出的问题是各个施工环节的信息传递和沟通问题。在装配式桥梁施工中, 设计、制造、运输、现场安装等多个环节之间需要及时、准确地传递信息, 确保各方理解设计意图、生产准确无误, 从而避免可能的误差和延误。信息传递的不畅通可能导致工程的延误和额外的成本。此外, 涉及多方合作的工程往往会引发协调与管理层面的合作问题。由于涉及到设计单位、预制厂、运输公司和现场施工方等多个参与方, 需要确保各方之间的合作协同, 协调各自工作进度, 解决可能出现的合作摩擦, 以保证整个工程的顺利进行。

2.2 质量控制与技术标准问题

在采用装配式桥梁施工技术的过程中,质量控制与技术标准问题是一项关键的挑战。首先,由于涉及到预制构件的生产,需要确保在工厂环境下制造的各个组件具有高度的质量和精度,以满足设计要求。这包括对混凝土的强度、钢筋的布置、构件的几何形状等多个方面的质量要求。其次,由于装配式桥梁涉及多个工序,涉及不同单位的合作,因此需要确保各个施工环节的质量标准保持一致。这包括设计单位、预制厂、运输公司和现场施工方等多方面的协同合作,确保各环节的质量标准一致性,防范可能因标准不统一而引发的问题。另一方面,技术标准的问题也涉及到装配式桥梁的创新性和前瞻性。在不断推进技术创新的同时,需要确保相关的技术标准与规范与时俱进,能够全面涵盖新技术应用所带来的新问题和挑战。这意味着需要不断更新和完善相关标准,以适应装配式桥梁施工技术的不断发展。

2.3 安全管理与风险防范问题

在装配式桥梁施工过程中,安全管理与风险防范问题是一个突出的挑战。首先,现场吊装和安装过程涉及到大型组件的操作,如梁段、墩柱等,存在高空作业和重物吊装等危险性较高的情境,需要在现场建立严格的安全管理体系,确保作业人员的安全,并防范可能发生的意外事故。其次,由于涉及到多个参与方,包括设计单位、预制厂、运输公司和施工方等,协同作业时需要加强沟通与协调,以降低因信息传递不畅或合作不协调而导致的安全风险。各参与方需要共同遵守安全操作规程,并采取有效的措施预防潜在的危险。另一方面,预制构件的生产阶段也存在一些潜在的安全隐患,如混凝土浇注、模具拆卸等过程。在预制厂的生产环境中,需要确保作业人员的工作条件和安全标准,以降低生产过程中的意外风险。

2.4 与传统结构的衔接问题

采用装配式桥梁施工技术时,与传统结构的衔接问题成为一个显著的挑战。首先,由于装配式桥梁和传统结构在制造和设计上存在差异,连接点和形式可能存在不匹配的情况。这可能导致在衔接处出现结构不协调、形状不一致等问题,影响整体工程的结构完整性。其次,装配式桥梁和传统结构通常采用不同的施工工艺和材料,例如预制构件与传统浇筑的混凝土结构。这种差异可能引发工程设计上的不一致,涉及到强度、变形等方面的不匹配,需要在衔接过程中采取措施确保两者之间的协调性。另一方面,由于装配式桥梁常采用大型模块化构件,与传统结构的衔接可能涉及到结构重量和配重等方面的考虑。在实际施工过程中,需要精确计算和控制衔接处的受力情况,以确保整个结构的稳定性和安全性。

3 城市高架桥工程中装配式桥梁应用优化措施

3.1 改进协调与管理机制

为解决施工过程中的协调与管理问题,需要在城市高架桥工程中改进协调与管理机制。首先,要加强设计、预

制、运输和现场施工等不同阶段的协同合作。建立定期的沟通会议确保各参与方能够及时分享信息、解决问题,并对工程进展进行全面评估,这有助于提高整个工程的协同性,避免因信息不畅通而引发的误解和延误。其次,采用先进的信息技术和管理系统,构建全过程的数字化管理平台,这将有助于实现各环节之间的实时信息共享,提高施工流程的透明度,减少信息传递的滞后性。通过数字化管理,能够更好地监控施工进度、质量标准和资源分配,为协调与管理提供科学依据。另一方面,建立多方参与的决策机制,确保各参与方在决策过程中有平等的发言权。通过制定明确的责任分工和合同规定,明确各方的权责,防范可能因合作关系不协调而引发的问题。强调团队协作的理念,激发团队成员的合作热情,提高工程整体的协同效能。

3.2 加强质量控制与技术标准制定

为解决装配式桥梁施工中的质量控制与技术标准问题,需要加强质量控制与技术标准的制定。首先,建立全面的质量管理体系,确保从设计、预制到施工的每个环节都有详细的质量标准和检测流程,通过引入先进的检测设备和技术手段,提高对预制构件质量的监测和检验水平确保符合设计要求。其次,对于每个施工环节都要明确技术标准,制定详细的施工规范和操作规程。特别是在预制厂的生产过程中,要确保混凝土浇筑、模具制作等关键环节的技术标准得到严格遵守。此外,加强与设计单位的沟通明确设计要求,确保在预制过程中不会出现与设计不符的情况。另一方面,建议建立技术标准的动态更新机制,紧密关注行业技术的发展趋势。定期对技术标准进行评估和更新,以适应新材料、新工艺和新技术的引入,确保技术标准与施工实践保持一致。

3.3 强化安全管理与风险防范

为解决装配式桥梁施工中的安全管理与风险防范问题,需要在城市高架桥工程中强化安全管理与风险防范。首先,建立全面的安全管理制度,明确各参与方在施工过程中的责任和义务,确保所有作业人员具备必要的安全培训和资质,提高他们的安全意识,降低事故发生的概率。其次,通过全程监控和实时反馈系统,对施工现场的安全状况进行持续监测,引入智能安全设备和监控技术,及时识别潜在的安全隐患,并采取紧急措施进行处理。强调现场巡查和检查,及时发现并纠正存在的不安全行为和状态。另一方面,加强风险防范措施,特别是对高空吊装和大型构件运输等高风险环节,建立详细的风险评估和应急预案,确保在关键环节能够迅速有效地应对突发事件,最大限度地降低风险的发生概率和对工程造成的影响。

3.4 完善与传统结构的衔接技术

为解决与传统结构的衔接问题,需要在城市高架桥工程中完善与传统结构的衔接技术。首先,建立明确的设计规范确保装配式桥梁和传统结构在设计上有一致性,详细

规定连接点的尺寸、形状、材料等技术参数,以便实现两者之间的良好衔接。其次,采用先进的连接技术和工艺,确保连接部位的强度、刚度和耐久性,通过引入先进的连接元件和材料,提高衔接部位的适用性,使得装配式桥梁与传统结构之间的连接更加牢固可靠。另一方面,推动标准化和模块化设计,降低与传统结构衔接时的复杂性。通过提前设计和生产标准化构件,减少在现场衔接过程中的不确定性,降低工程风险。此外,建议在施工前进行充分的模拟和试验,验证衔接技术的可行性,确保在实际工程中的有效应用。

4 装配式桥梁在城市高架桥工程中的应用

4.1 装配式桥梁设计原则

装配式桥梁设计的关键在于确保整个工程在结构、安全和施工方面取得成功。首先,要确保结构的合理性和稳定性,采用合适的结构形式和构件布局,使桥梁能够承受各种荷载并具备足够的强度和刚度。其次,强调模块化和标准化设计,降低构件制造复杂度,提高生产效率,同时通过标准化设计减少施工过程中的调整和适应性问题^[2]。设计需兼顾施工可行性,避免现场施工问题,并与施工计划协调,确保预制构件生产和运输与工程进度相一致。此外,设计要注重可维护性和可检修性,保证在考虑美观和功能性的同时,维护和检修工作能够便捷进行,延长桥梁的使用寿命。

4.2 装配式桥梁施工技术

装配式桥梁施工技术是一种先进的工程实践方法,注重在装配过程中的高效性、质量控制以及施工安全,核心在于将桥梁构件在工厂环境中进行预制,然后在现场通过组装的方式完成桥梁的建设。首先,装配式桥梁的施工过程通常始于精确的设计和规划。在设计阶段需要考虑构件的模块化和标准化,以确保适应工厂生产和现场安装。同时,施工规划要充分考虑到运输和吊装等环节,确保预制构件能够安全、高效地运送至现场。其次,装配式桥梁的制造阶段通常在专业的预制厂进行。这包括混凝土的浇筑、钢筋的搭设以及其他构件的制作。采用先进的工艺和自动化设备,可以提高构件的生产效率和质量一致性。在运输阶段需要采用合理的运输方案,保证预制构件的安全运送到施工现场。考虑到构件的尺寸和重量,通常会使用专业的运输工具,如平板卡车或运输船舶。最后,现场施工阶段是装配式桥梁技术的关键环节。通过吊装、连接和固定等步骤,将预制构件组装成完整的桥梁结构。在施工现场,需要精确的协调和管理,确保各个构件的准确安装,保证整个桥梁的结构完整性和稳定性。

4.3 装配式桥梁在城市高架桥工程中的优势与应用

装配式桥梁在城市高架桥工程中具有显著的优势,已

成为提高工程效率和质量的重要手段。首先,装配式桥梁具有高度的工程效率。通过在预制厂进行模块化制造,能够并行进行桥梁的制造和现场施工,节省了施工周期。相比于传统的现浇混凝土施工,装配式桥梁的生产和安装速度更快,有助于加快工程的进度减少交通中断时间,提高城市交通的通行能力。其次,质量控制方面也是装配式桥梁的优势之一^[3]。在预制厂环境中可以精确控制混凝土的配合比、钢筋的布置和构件的尺寸,确保构件质量的一致性,这有助于提高整个桥梁的耐久性和结构稳定性,减少后期维护成本。此外,装配式桥梁的施工过程相对较少依赖于现场天气等外部因素。由于大部分工作在工厂内完成,减少了对气候的敏感性,确保了工程的施工稳定性。这对于在城市中心等狭小空间施工的高架桥工程尤为重要。在应用方面,装配式桥梁适用于不同类型的城市高架桥工程,包括跨越城市道路、铁路、河流等不同地形的场景,灵活性和适应性使其能够满足城市发展和交通改善的多样需求。

5 结语

装配式桥梁技术的引入为城市高架桥工程注入了新的活力。其高效、质量可控、施工稳定等优势在城市交通建设中得到充分体现。通过深入研究施工技术、设计原则和应用优势,我们加深了对这一先进技术的理解。然而,我们也必须直面在装配式桥梁应用过程中存在的问题和挑战,如与传统结构的衔接、安全管理、质量控制等方面的难题。因此,需要不断优化技术手段,制定更完善的管理制度,确保装配式桥梁在城市高架桥工程中的应用更为顺畅和可持续。装配式桥梁技术的发展与应用为城市交通基础设施的建设提供了更灵活、高效的选择。通过持续研究和实践有望进一步完善这一技术体系,为未来城市高架桥工程的建设提供更多创新和可持续发展的方案。

【参考文献】

- [1]王喆宇. 装配式高架桥关键施工技术研究[D]. 江苏: 东南大学, 2022.
 - [2]何邵勇. 城市高架桥工程建设中装配式桥梁的应用[J]. 绿色环保建材, 2021(8): 90-91.
 - [3]黎芳, 杜鹏广, 吴多等. 城市高架桥装配式施工方法研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(21): 9-11.
- 作者简介: 谢圣浩 (1980.6—), 毕业院校: 宁波大学, 所学专业: 建筑工程, 当前就职单位: 宏润建设集团股份有限公司, 职务: 项目经理, 职称级别: 高级工程师; 费莉 (1990.6—), 毕业院校: 宁波大学, 所学专业: 防灾减灾工程及防护工程, 当前就职单位: 宏润建设集团股份有限公司, 职务: 总师办副主任, 职称级别: 工程师。

公路护栏板用途热轧带钢尺寸的精益控制

张文辉

德龙钢铁有限公司, 河北 邢台 054000

[摘要] 热轧带钢的尺寸精度是考量带钢质量的重要指标。德龙钢铁有限公司 850 热轧带钢的尺寸公差控制已经达到了较高的水准, 同一标准的尺寸公差, 但由于带钢的使用用途不同, 会严重影响到客户的使用体验, 文中会结合带钢针对公路护栏板的使用用途, 对 850 带钢的尺寸公差的控制, 制定了相应的解决措施, 有效的解决了带钢不同用途的尺寸控制方法, 赢得了客户的好评!

[关键词] 尺寸精度; 公差; 公路护栏板

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10664

中图分类号: TG142.1

文献标识码: A

Lean Control of Dimensions of Hot-rolled Strip Steel for Highway Guardrail Boards

ZHANG Wenhui

Delong Steel Co., Ltd., Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract: The dimensional accuracy of hot-rolled strip steel is an important indicator for considering the quality of the strip steel. The dimensional tolerance control of the 850 hot-rolled strip steel of Delong Iron and Steel Co., Ltd. has reached a high level. The same standard dimensional tolerance, but due to the different uses of the strip steel, it will seriously affect the customer's user experience. The article will combine the use of steel needles for highway guardrail boards, control the dimensional tolerance of 850 strip steel, and develop corresponding solutions, effectively solving the size control methods for different uses of strip steel, and winning praise from customers!

Keywords: dimensional accuracy; tolerance; highway guardrail boards

1 850 生产线概述

德龙 850 中宽带热连轧车间始建于 2002 年, 于 2003 年正式投产, 在当时正处于带钢市场的初期高速发展阶段, 带钢的集中后续使用用途大多为直缝焊管、螺旋焊管和冷轧基料, 对带钢尺寸精度的要求相对较低, 现有的生产过程控制和工艺控制足以能满足客户的使用要求。现随着带钢焊管和冷轧市场的趋于饱和, 带钢的竞争力度剧增, 850 带钢的销售量及生产量逐年下降, 而近几年随着中国基建市场的巨幅增长, 公路护栏板的市场前景广为开阔, 为了保持 850 带钢的竞争力, 公司相继开发出了护栏板使用用途的新品种带钢, 公路护栏板的销售市场一路高涨, 很快就占到 850 带钢产能半数的产量, 但是由于公路护栏板的生产工艺不同于焊管和冷轧, 对尺寸公差的要求又相对较高, 按照以往的设备和工艺生产出来的不同用途的带钢尺寸达不到客户的使用要求, 造成客户的质量投诉, 严重影响了客户的使用体验。后期公司召开了公路护栏板尺寸精益控制研讨会, 会上邀请公路护栏板厂家技术人员和公司技术中心主任, 就针对公路护栏板的生产过程控制和使用用途进行了研讨分析, 确保所生产的护栏板产品达到使用要求, 所以我们针对我厂的设备设施及现有工艺进行逐步分析。

850mm 生产线采用推钢式加热炉, 由于推钢式加热炉固有的结构特点, 加热时炉底纵水管及其滑轨极易引起

“黑印”缺陷, 在坯料加热过程中, 造成坯料加热不均匀, 致使坯料产生“黑印”。这种坯料“黑印”的出现, 造成了后续轧制过程的厚度不均问题, 同时由于精轧无 AGC 厚度自动控制功能, 无法有效调控, 自投产以来一直存在着厚度不均的问题。为了提高带钢厚度的均匀性, 课题组对标同类型企业, 对炉型的结构, 炉底纵水管和滑道布置进行对比, 分析当前加热炉的实际产能超过设计产能、炉底水管热阻过小、固定梁上耐热块结构尺寸的差异等多方面的因素, 均成为坯料黑印产生的原因。黑印是由于坯料在加热炉内加热不均匀而造成的, 针对研究分析同类型企业推钢式加热炉改造后的优势, 考察改造企业, 组织加热炉升级改造, 同时从加热温度、在炉时间、轧制参数等方面入手, 确定了影响带钢厚度均匀性的各项因素, 并对各个参数进行优化试验, 达到提高带钢厚度均匀性的目的。并结合目前德龙 850 带钢的生产过程控制, 完成二级升级改造, 投用 AGC 厚度自动控制系统, 根据中间坯厚度及开轧温度, 采用预压下控制方式针对精轧后机架轧制力进行自动修正, 调试阶段带钢整体厚度波动明显改善, 约降低了 0.05mm~0.08mm。

根据二级系统的学习情况, 对常规轧制规格进行数据汇总, 调查厚度精度的波动情况得知, 热轧卷板厚度精度明显提高。所以我们在实践中不断总结经验, 重新制定了一套公路护栏板的轧制工艺和设备工艺, 用以满足公路护

栏板的尺寸要求。

德龙钢铁公司 850 热轧板带钢项目于 2003 年建成，总投资 6 亿元，是国内首批该规格生产线，被列为河北省重点项目。年设计生产能力 100 万吨，产品厚度 2.5~13.4mm；宽度 450~750mm，广泛应用于螺旋直缝焊管、高速公路护栏制造及冷轧带钢生产，市场前景广阔。

加热炉→粗轧→精轧→层流冷却→卷取→成品收集

2 公路护栏板市场研发

在 2018 年公司开始拓展带钢市场，首次承接公路护栏板的轧制任务，公司上下人心精神振奋，集中精力开始致力于公路护栏板的轧制生产。

公路护栏板是由两片波形钢护栏板及两者之间固定夹放的两根立柱构成，两根立柱固定夹装在两片波形钢护栏板之间。在公路正常营运时，该护栏利用插拔立柱可方便地插入开口处预先设置的插拔孔内，起到隔离和防护作用，同时与公路外边上的护栏带相呼应，整齐划一，美观配套。

车辆与其碰撞时，由于波形钢护栏板有良好的耐撞性能和吸收能量的作用，既不容易被撞毁，同时又可对车辆和司乘人员起到很好的保护作用。当路面维修或其他原因需要开通时，可方便地把开口处的各组护栏立柱拔出移走，开辟通道，便于车辆通行。

波形梁护栏钢柔相兼，具有较强的吸收碰撞能量的能力，具有较好的视线诱导功能，能与道路线形相协调，外形美观，可在小半径弯道上使用，损坏处容易更换。组合波形梁护栏可在窄中央分隔带上使用。对于车辆越出路（桥）外，有可能造成严重后果的区段，可选择加强波形梁护栏。现众所周知的波形护栏板主要分两波护栏板和三波护栏板，三波护栏板一般应用在有可能造成严重后果的区段，所以三波护栏板的使用量相对较小，但是对防撞等级的要求较高，也就是说对带钢的质量等级要求更高。

由于生产模式上的固有思维，在 2018 年年中以后开始接到个别客户的质量异议，提出带钢的厚度控制偏薄，达到公差以下-0.1mm，翻看前期质量检查跟踪表，并未发现有带钢厚度偏薄现象；后经过公司技术科和现场生产技术人员讨论研究，决定调整公路护栏板的公差参数，厚度公差按-0.05mm 控制。在 2019 年年初又有客户陆续提出质量异议，反馈带钢厚度偏厚，翻看前期质量检查跟踪表，并未发现有带钢厚度超厚现象，这一不正常现象引起了公司的高度重视，随后派出生产技术人员和销售员前往客户厂家进行实际测量确认，带钢边部厚度正常，但是护栏板单片重量超重，即客户认为是厚度超厚造成单片重量超重，造成客户生产的成材率偏低。经与客户沟通了解护栏板的生产工艺，又到护栏板生产现场进行实地观察，最后通过与护栏板厂家技术人员相互探讨，了解到护栏板对带钢尺寸的需求。

客户要求：3.0mm 厚度非标护栏板厚度不低于 2.95mm，国标护栏板厚度不低于 3.05mm；4.0mm 厚度非标护栏板厚度不低于 3.95mm，国标护栏板厚度不低于 4.05mm；非标锌层厚度单侧 0.04mm，国标锌层厚度单侧 0.09~0.10mm，要求原料带钢厚度下差为 0~0.10mm。

我公司产品现状：

厚度下差最主要的问题为三点差过大，三波护栏板三点差达到 0.10~0.20mm，边降严重可达 0.25mm。

另外，客户集中反馈的问题有两方面，首先是带钢厚度超下限严重，不能满足使用要求；再者就是单片重量偏大，影响产品的成材率。

3 问题点原因分析

分析思路：公路护栏板的生产工艺不同于焊管和冷轧，首先焊管在生产过程是需要裁边处理，这样才能保证焊缝的平直度，而冷轧则是要求厚度越薄越好，便于冷轧再加工。我们在带钢实际生产过程控制中，带钢宽度则是按照+8mm 控制，会给客户留出裁边的余量，而我们生产中质量检查人员在测量带钢厚度时，也会避开带钢最边部，直接测量距离带钢边部 5mm 处的厚度值，以此处的厚度值为带钢厚度的下差最大值，而带钢在轧制过程中，由于受轧辊辊型、轧辊的弯曲挠度和板坯受热不均匀的影响，带钢沿横向方向都是呈现中间厚，两边薄的状态，而在最边部的厚度差值达到最大，这种现象称为带钢的三点差，也称为带钢凸度，凸度的差值会随着带钢宽度的增加而增加，两波护栏板使用的带钢成品宽度为 455mm，三波护栏板使用的带钢成品宽度为 710mm，这样同样的生产工艺和过程控制生产出来的带钢在厚度上无法满足公路护板的尺寸要求；在宽度控制上，由于公路护栏板不需要裁边处理，可以直接生产成型，这样宽度如果还是按照+8mm 控制，也就是说护栏板的原料宽度最小为 453mm 或 718mm，造成横向上的宽度超差偏大，也会造成护栏板单片重量的超重。可以得出的结论就是要满足公路护栏板尺寸的要求，一是在宽度控制上改变，二是在厚度控制上对带钢横向厚度凸度进行精密控制。其中重点是做好带钢厚度凸度的控制。

3.1 宽度精度的控制

针对宽度的改进，相比于厚度比较容易控制，在保证客户要求的最小宽度前提下，尽量把带钢宽度控制在最小。最终要求宽度控制：宽度控制要进行窄范围控制，减少超宽对客户带来的损失。原则“保下限，越窄越好”。三波护栏板热态 $\geq 4\text{mm}$ ，平均值按+6mm 控制。两波护栏板热态 $\geq 2\text{mm}$ ，平均值按+4mm 控制。

德龙 850 带钢的宽度主要是由粗轧大立棍进行控制，精轧小立棍只起到一个中间坯对中导向的作用，而测宽仪则是安装在精轧轧机出口的层流辊道处，粗轧操作工无法直观地第一时间观察到带钢的宽度曲线，都是在精轧通板后需要精轧操作工用对讲机通知粗轧进行调整，这样无形

会造成信息的延误。为解决此问题,经生产、机修、技术科和设备科在现场观察研究,解决方案是在粗轧出口的E辊道处新加装一个测宽仪,同时让自动化技术人员在粗轧操作台和精轧操作台分别加装宽度显示仪,生产技术人员通过粗轧出口的宽度值和精轧出口的宽度值的对比,能够精准把握带钢成品的宽度,便于更加精度地调整带钢的成品宽度。但因为在役的测宽仪使用年限长,误差大,通过联系外部测量机构,对测宽仪进行校准,减少轧制过程中在线测量的误差;在此基础上,精轧区再新增一台测宽仪,通过与原测宽仪和实测数据对比,保证了产品尺寸精度的准确性。

3.2 带钢厚度精度的控制

对护栏板厚度影响最大的就是带钢凸度的变化,带钢的凸度在生产中是无可避免的,凸度的大小主要受轧辊辊型、轧辊的弯曲挠度、板坯受热均匀度的影响。我们也要从这几方面着重入手采取相应的控制措施来加以控制。

首先辊型是指在生产过程中为了保证带钢板型的平直度,而磨削出带有一定弧形的曲线辊,德龙850带钢生产线轧辊采用的是正弯辊型,轧辊的直径中间要比两边略小,这样在轧制中可以有效的控制带钢浪形的产生,辊型参数的设定也是经过长时间的实验论证来确定的,但同时由于这种辊型(我们称为旧辊型,见表1)的影响,会导致生产出来的带钢凸度偏大,尤其在轧制710mm带钢三波护栏板时,带钢的凸度最大时能达到0.2mm左右,而护栏板的尺寸公差要求为-0.1mm,这样生产出来的带钢厚度是无法满足护栏板的使用要求。经过与技术科研究,结合磨辊车间,对轧辊的辊型参数进行技术改进。一边摸索着对辊型的不断改进,一边对改进后生产的带钢进行数据测量,最终确定的一套新的轧辊辊型参数,见表2。利用此辊型生产出来的带钢,在横向上凸度最大可以控制0.1mm以内,平均凸度能控制到0.8mm以内,最终轧制出的带钢尺寸能满足客户三波护栏板的使用要求。

表1 轧辊的旧辊型

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
-14	-14	-12	-12	-8	-8	-6

表2 轧辊的新辊型

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
-10	-8	-6	-6	-6	-4	-4

再者带钢在轧制过程中,在轧件的变形抗力作用和轧辊的弹跳变形影响下,轧辊的工作辊和支撑辊会发生一定程度的弯曲变形,成为工作辊的弯曲挠度和支撑辊的剪切挠度。850带钢在生产过程中,由于轧制生产计划编排不合理,经常会有宽窄混轧的现象,如果长时间轧制窄坯料,会造成轧辊工作辊中间的磨损加剧,在进行生产轧制时,会进一步增大轧辊的弯曲挠度和剪切挠度,若此时再进行

宽坯料的轧制,会进一步使带钢横向凸度变大。为了改进这一现象,通过与销售和计划员的沟通,合理安排组织生产,对护栏板生产任务进行集中轧制,严格按照先宽后窄,先薄后厚的轧制原则进行组织生产,在计划轧制护栏板任务之前,集中对粗轧平辊、精轧支撑辊、精轧工作辊和卷曲夹送辊进行统一更换,优先集中轧制三波护栏板的生产计划,在粗轧平辊和精轧支撑辊的使用中期集中轧制两波护栏板的生产计划,在粗轧平辊和精轧支撑辊的使用末期,再进行轧制焊管的生产计划。并针对不同用途及不同厚度区间带钢,制定不同的测厚仪设定值,厚度 $\geq 6.0\text{mm}$ 时,设定值下标0.04mm,厚度 $< 6.0\text{mm}$ 时,设定值下标0.02mm,通过试验数据统计,通板厚度均控制在目标厚度以下,较试验前厚度波动减小了约0.10mm~0.20mm;通过进行客户质量走访,邯钢恒力、天创、洪孚等厂家均反映带钢厚度精度控制在要求范围内,满足使用要求。经过此排产计划的改进,对三波护栏板,两波护栏板的厚度控制均能起到较好的控制效果。

最后,850生产线加热炉属于推钢式加热炉,在板坯加热的受热均匀能力上要稍逊于步进式加热炉,板坯在加热炉中由于受四支轨道梁的影响,温度要低于其他部分,纵向上会有四个黑印的产生,在后期进行轧制过程中,黑印部分在轧制过程中变形抗力要远大于其他部分,会产生一个比较大的厚度波动。为了确保护栏板的厚度精度,减小带钢厚度的波动,对加热炉耐热滑轨的进行重新选型,从而改善板坯表面产生黑印温差,经查阅资料与市场调研,完全不用水冷的所谓“无水冷滑轨”技术在国内外均有过实践的经验,但这种无水冷滑轨也存在使用时间较短、价格较为昂贵等现象,因此并未在国内得到广泛的使用。为减少板坯黑印温差,滑轨布置上多采用加大滑轨间距一般为(200~350mm)的方法,根据加热工艺温度选择不同材质。加大滑轨间距,能使板坯黑印温差降到80~120℃,但仍有不足,黑印温差虽有所降低,但仍大于50℃,难以满足轧机AGC系统的要求,滑轨间距加大,滑轨顶面温度增高,滑轨的单位面积负荷增大,摩擦力增大,滑轨使用寿命降低;滑轨间有较大间距,在氧化铁皮积满时,会影响减少黑印温差的效果。通过查找资料与厂家调研,择优对850线滑轨进行升级改造。一方面是改采用汽化冷却,在采用水冷却的情况下,一般而言炉底管的管壁的温度均在90~100℃左右,而采用汽化冷却器管壁温度则可达200~300℃之间。这种通过提高管壁温度的方式,能够使黑印得到有效的减小,同时节约大量的冷却水,并可对冷却水带走的大量热量进行回收。另一方面是改变滑块的形状及材质,合理地设计滑块的形状,减小上表面的热损失;提高滑块的高度,从而提高滑块上表面的温度,进而减小滑块与热坯的温差;此外,还可以减小滑块与坯料的接触比,保证加热炉的高效稳定顺行;经大量查阅资料与市场

调研,决定对 850mm 生产线推钢式加热炉滑块进行升级改造,滑块类型改造为孔洞式滑块,设计直径、数量不等的隔热孔洞,从结构上增加滑块热阻,减少滑块顶部热流向水管传递,提高全炉顶部温度,使其等于或趋近于坯料加热过程中炉内各段坯料表面温度,减少或消除坯料经由滑轨传导至水管的热量损失,将现有的纵水管上的滑块由单列改为双列并使两列滑块呈交错排布,滑块间距由原来的 12mm 增加到 70mm,同一列相邻滑块间距为 220mm,既避免了相邻滑块距离较小造成的应力集中、水管使用寿命短的问题,又减少了滑块与坯料的接触面积和时间,使水管黑印区域得到了 60%左右时间的加热,提高了水管黑印的温度。由于受到横水管不能改动的限制,对滑块相对水管的绝对高度不做改动,这样也能使滑块的使用寿命得到保证,同时能大大降低滑块的制造费用,从而减少改造投入,减少滑块与坯料的接触时间或接触面即不连续滑块。滑块高度可选 70~120mm,通过减少坯料在加热过程中与滑块的接触面积和时间,减少滑块与坯料的接触比,使黑印部分在悬空时能够得到一定的加热时间,从而提高黑印减少处的坯料温度。然后在可控条件允许下,改进加热工艺规程,适当提高板坯的最高温度和延长板坯的在炉时间,护栏板计划的板坯加热最大温度由 1310℃提升到 1330℃,板坯在炉时间由 90~120 分钟延长到 100~130 分钟,以进一步提高黑印部分的温度,使板坯受热更加均匀,减少板坯纵向上的温度差,这样在轧制过程中可以减小带钢成品的厚度波动。经此工艺规程改进后,带钢的厚度精度有了进一步的提高,厚度波动曲线有了明显改进。

4 结论

影响护栏板带钢尺寸精度的因素是多方面的,必须采取综合措施才能使其得以控制和提高。通过分析热轧带钢生产中信息的沟通反馈、轧辊的辊型、生产组织的优化排产、轧制过程中轧辊的弯曲挠度和剪切挠度的变化,板坯的受热均匀度都是引起带钢尺寸波动的原因。针对这几种原因,逐步一一开展攻关工作,使得带钢尺寸精度控制能力有所改善,特别是护栏板用户对带钢尺寸波动质量异议有了明显下降,因为德龙钢铁 850mm 生产线产品尺寸精度有了明显的提高,所有材质、规格带钢厚度公差控制在±0.060mm 以内,命中率达 96.00%以上,产品尺寸精度满足客户需求,得到了客户的认可及好评。

【参考文献】

- [1] 闫萍,赵建勇. 热轧带钢厚度波动及其控制措施[J]. 唐钢,2020(3):46-47.
 - [2] 田亚娟,武秀琪. 加热炉炉温控制策略研究及仿真分析[J]. 南方金属,2020(4):2-1.
 - [3] 吕海,糜留芳,张大为,等. 金属材料及热处理[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2011.
 - [4] 邓文英. 金属工艺学[M]. 北京:人民教育出版社 1981 年 2 月第一版修订版上册,2010.
 - [5] 王可勇,邓华凌,宋云京,等. 金属热处理[M]. 北京:中国水利水电出版社出版,2006.
- 作者简介:张文辉(1988.6—),毕业院校:石家庄铁道大学,所学专业:金属材料工程,当前就职单位:德龙钢铁有限公司,职位:轧机班组长,职称级别:工程师(中级)。

利用 Simba364 潜孔钻机施工高精度钻孔工艺

孔祥斌

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

[摘要] 由于采场矿体分布不均, 为实现矿石回采率高、贫化率低需要在采场内施工一定数量钻孔, 传统钻孔施工依靠操作工手持钻机反向施加作用力调节深孔角度、深度, 这种方法存在一定不足: ① 钻机工作时机身振动大, 操作工很难依靠自身力量保证钻孔 $\pm 1.5^\circ$ 角度偏差; ② 钻机动力源依靠高压风施工时粉尘大、噪音高, 严重损伤操作工职业卫生健康。为了克服上述传统钻孔施工方法缺陷, 改造并利用 Simba364 潜孔钻机上下顶撑缸、夹钎缸总成、稳定杆等机构可施工高精度钻孔。

[关键词] Simba364 潜孔钻机; 施工; 高精度钻孔

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10678

中图分类号: U445.551

文献标识码: A

Using Simba364 Downhole Drilling Machine to Construct High Precision Drilling Technology

KONG Xiangbin

Tongguan Mine Construction Co., Ltd. of Tongling Nonferrous Metals Group, Tongling, Anhui, 244000, China

Abstract: Due to the uneven distribution of ore bodies in the mining area, in order to achieve high ore recovery rate and low dilution rate, a certain number of boreholes need to be drilled in the mining area. Traditional drilling construction relies on the operator's handheld drilling rig to apply reverse force to adjust the angle and depth of deep holes. This method has certain shortcomings: ① The body of the drilling rig vibrates greatly during operation, making it difficult for the operator to rely on their own strength to ensure a deviation of $\pm 1.5^\circ$ in the drilling angle; ② When the power source of the drilling rig relies on high-pressure air for construction, there is high dust and noise, which seriously damages the occupational health of the operators. In order to overcome the shortcomings of the traditional drilling construction methods mentioned above, high-precision drilling can be carried out by modifying and utilizing mechanisms such as the upper and lower top support cylinders, clamping cylinder assemblies, and stabilizing rods of the Simba364 downhole drilling rig.

Keywords: Simba364 downhole drilling machine; construction; high precision drilling

1 工艺方法特点

1.1 精度高

钻机推进梁加设上下顶撑缸、夹钎缸总成、稳定杆等机构, 有效保证炮孔角度偏差小于 1.5° 。

1.2 排渣效率高

改造钻机汽水增压系统, 利用高压风、水增强深孔返渣效果。

1.3 震动噪音小

动力回转机构改用液压马达驱动, 启停平稳。

2 工艺方法原理

本工法工艺核心是: (1) 钻机推进梁加设上下顶撑缸、夹钎缸总成进行钻孔角度定位; (2) 在钻孔施工过程中通过一定规律间隔布置稳定杆保证钻杆旋转过程中不因偏心而偏斜; (3) 改造钻机汽水增压系统, 利用高压风、水增强深孔返渣效果, 减少钻杆因矿渣卡断杆几率。

3 施工工艺和操作要点

3.1 施工工艺

利用 Simba364 潜孔钻机施工工艺以及钻机全貌如图 1 如图 2 所示。

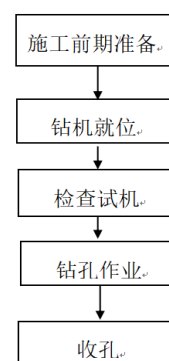


图 1 工艺流程图



图 2 Simba364 潜孔钻机全貌图

3.2 操作要点

3.2.1 施工前期准备

①平整采场：利用井下铲运设备将采场内杂物清理并平整地面，底板要求没有松石浮渣，以便钻机后期移位，采场边缘应开凿一定坡度尺寸约 400*300mm（宽*深）的排水沟。

②布置采场大孔：根据采场爆破孔布置图在顶帮板上用自喷漆做好排列标记。

③连通采场风水电：根据钻机技术参数选择适宜电缆、风水管引入采场作业面。本钻机采用风水混合排渣方式，由巷道处敷设 1-2 寸水管至采场，其中风、水外接压力保持在 6-8kg/cm²，水量 30m³/h。采场要求有良好照明，现场确认现场电压是否相符，供电容量不小于 500 千伏安，风管和电路设置应按井下安全规程要求进行。

3.2.2 钻机就位

①钻机通过自身柴油动力系统驶入采场，巷道断面不得小于宽 3m，高 4m，巷道转弯半径不得小于 12m，钻机行走前应检查各部件连接是否牢靠，螺栓、螺帽是否紧固。

②钻机配套变压器、控制柜接通电源，钻机电机引出线与控制柜连接。

③钻机油管组装前一定要用清洁柴油清洗干净，避免杂物进入，损坏液压元件。油箱加满液压油，油泵启动前必须经过泵壳上的回油口向泵内加满清洁液压油，否则可能损坏油泵。

④钻机通电，启动油泵，空转 5 分钟以上时间，升起支腿缸、上下顶撑缸和夹钎缸总成进行钻孔角度校正，然后钻机定位在孔位中心点处，将机架慢慢竖起，如图 3 所示。钻机立机前须有专人负责指挥，确保安全。



图3 钻机升起支腿缸、上下顶撑缸进行斜孔角度校正

3.2.3 检查试机

全面检查钻机各部件动作是否正常，液压系统是否漏油，风水系统的压力、流量是否合适，电气系统是否正常，机油是否备齐。一切正常后再启动钻机，空载运转 5 分钟，确认一切无误后方可开钻作业。

3.2.4 钻孔作业

①钻进：用开孔钻头开孔，依次安装钻头、冲击器、

钻杆，正循环钻进。先开水，用小钻压（约 1.5~2MPa 左右）低转速开孔，并继续推进，上下提动钻头扫孔，及时清理孔内岩渣。同时加强测量，发现偏斜及时纠正机身。

②间隔布置稳定杆：为了控制钻进偏斜+1.5° 以内，必须保证排渣风量、水量和风压、水压，将孔内岩渣排净，防止堵孔。按照 1、3、5、10、20 顺序依次布置稳定杆，防止因钻杆旋转时偏心而偏斜。

③控制钻压：随着孔深增加，钻杆增多，作用在钻头、钻杆上的推进力会越来越大，因此应根据不同钻孔深度选取相应钻进压力匹配，防止卡断杆，数据如表 1 所示。

表 1 不同孔深钻进压力匹配表

孔深 (m)	钻进压力 kgf/cm ²
20	35
40	41
60	49
80	56
100	63

3.2.5 收孔

①钻孔施工结束后，用套管、沙袋堵住钻孔，防止矿渣落入堵塞，若在钻孔时发现孔内有异常响动，要停转检查处理，孔内若掉入金属物可使用磁铁或其他打捞工具取出。

②钻孔完成后应该进行弯曲度检查，对于弯曲度超过 +1.5° 的钻孔应判为废孔，否则影响爆破效果。

3.3 劳动组织

工程劳动配置如表 2 所示。

表 2 劳动力配备表

序号	职务或工种	人数	备注
1	机长	1	负责安全、生产和质量管理
2	操作工	4	负责设备操作
3	钳工	1	
4	测量	1	
5	电工	1	
	合计	8	

4 材料与设备

材料设备具体如表 3 所示。

表 3 主要机具设备表

序号	名称	型号	配备数	备注
1	潜孔钻机	Simba364	1 台套	
2	变压器	KS13-M	1 台套	
3	空压机	LG DY-27/20G	1 台套	
4	10m 卷尺		1 把	
5	2m 钢直尺		1 把	
6	坡度规		1 把	
7	电缆	YC3-3*185mm ²	800m	

5 质量控制措施

- (1) 机长按照质量控制标准负责斜孔施工质量。
- (2) 对操作工进行详细的质量技术交底, 确保操作工按照质量要求进行操作。
- (3) 加强钻具原材料的进场检验, 严把质量关。
- (4) 采场顶板、底板浮石须清理干净, 防止钻机上下顶缸及支腿缸作业时机身下沉导致爆破孔偏斜。
- (5) 施工过程中密切关注脉冲油位, 防止动力回转机构无油润滑, 齿轮高温运行失效。
- (6) 拆卸液压油管、风管和水管时, 要保持高度洁净, 所有软管、接头和液压油管件都要用柱塞或盖密封堵好, 以免污染物进入。
- (7) 软管、管件的其他配件已经没有了现成的标记, 则应清楚地将其做好标记或加上标签, 这有助于操作工在组装时进行准确装配。
- (8) 每班钻进前应检查各连接件螺栓是否松动, 机架位置, 角度是否变化, 及时调整校准水平。清楚导轨面油泥, 给滑动面加润滑油。
- (9) 定期检查马达、减速机是否异常振动和声响; 检查主轴下端盖油封是否漏油, 风水套、旋转密封是否磨损漏水。

6 安全措施

6.1 执行的安全生产规程和规定

- ① 《中华人民共和国安全生产法》
- ② 《Simba364 潜孔钻机操作规程》

6.2 安全保证措施

- ① 对操作工进行全面的安全生产教育, 所有作业人员在上岗前都要进行安全教育, 合格者方可入场工作。
- ② 操作人员穿戴好安全帽、护目镜、耳塞、3M 口罩等劳动防护用品。
- ③ 定位操作: 一定要有专人指挥操作, 确保安全; 立机时周边人员不能离得太近; 仰浮油缸撑起时速度不能过快; 检查各连接部位是否牢固, 紧固件是否拧紧;
- ④ 钻进操作: 开孔时严禁大轴压, 高速快速推进; 严禁低水压, 小流量钻进; 孔内不得掉落金属物品, 以免损坏钻头; 上钻杆时严格控制推进速度, 以免损坏丝扣; 勤检查每个螺丝, 螺帽、插销是否松动, 上顶油缸是否牢固; 每接一根钻杆, 螺纹处必须涂抹螺纹脂, 将钻杆螺纹旋紧; 必须保证排渣风量、水量、风压、水压, 将孔内岩渣排尽, 防止堵孔。
- ⑤ 提杆操作: 提杆过程中, 为杜绝发生钻杆脱扣, 严禁机头反转; 卸钻杆时候, 上紧机头与钻杆螺纹后, 才允许松开夹紧油缸, 以免钻杆脱落; 卸钻杆时注意控制转速和推行速度。
- ⑥ 维修操作: 维修前将钻机固定, 关闭电源, 泄压。

7 环保措施

7.1 执行的环保法律、法规

- ① 《中华人民共和国环境保护法》。

② 国家和地方政府有关环境保护的其他法律、法规和规章。

7.2 环境保护措施

- ① 对作业班组进行环境保护、污染防治意识教育, 动员全体操作人员自觉维护环境卫生, 做好污染防治工作。
- ② 尽量减少机械噪音危害, 遵守《中华人民共和国环境噪声污染防治》合理安排工作人员轮流操作机械, 减少接触高噪音时间, 对噪音较近的工作人员应配备耳塞并缩短其工作时间, 另外对机械加装隔音护罩。
- ③ 作业现场应经常洒水降尘, 保持整洁。

8 效益分析

传统工艺施工钻孔不仅效率低下, 而且钻孔偏斜质量无法得到保证, 采用 Simba364 潜孔钻机施工钻孔具有以下优点 (我们以 $\phi 165\text{mm}$ 大孔 12h/班作业进行对比):

传统工艺与 Simba364 潜孔钻机施工钻孔效率对比如表 4 所示。

表 4 传统工艺与 Simba364 潜孔钻机施工钻孔效率对比表

内容	传统工艺施工钻孔	Simba364 潜孔钻机施工钻孔
进尺效率	10m/h	11m/h
斜孔角度偏差	$\pm 2.5^\circ$	$\pm 1.5^\circ$
噪音	110~120db	90~100db
断杆率	2/10000	1/10000
材料单耗	45 元/m	43 元/m
人工成本	35 元/m	32 元/m

通过上表分析可得传统工艺施工钻孔每班可施工 $\phi 165\text{mm}$ 大孔 120m, 按照钻孔单价 90 元/m, 每班产值 $120 \times 90 = 10800$ 元, 成本 $(45 + 35) \times 120 = 9600$ 元, 利润率 11.1% (暂不考虑其他费用);

Simba364 潜孔钻机施工钻孔每班可施工 $\phi 165\text{mm}$ 大孔 132m, 按照钻孔单价 90 元/m, 每班产值 $132 \times 90 = 11880$ 元, 成本 $(43 + 32) \times 132 = 9900$ 元, 利润率 16.7% (暂不考虑其他费用), 每班施工效率提升 10%。

9 应用实例

① 2021 年 10 月辽宁本溪龙鑫矿业有限公司委托我们单位施工其-960m56-(-1) 采场钻孔 7439.1m。施工过程中我们采用 Simba364 潜孔钻机施工钻孔技术, 钻孔施工结束后经矿方验收合格, 钻孔角度偏差控制在 $\pm 1.5^\circ$; 施工效率比传统手持式钻机工艺提升 10%; 每米材料消耗降低 2 元/m。

② 2022 年 1 月辽宁本溪龙鑫矿业有限公司委托我们单位施工其-1020m48-(-3) 采场钻孔 14835.2m。施工过程中我们采用 Simba364 潜孔钻机施工钻孔技术, 钻孔施工结束后经矿方验收合格, 钻孔角度偏差控制在 $\pm 1.5^\circ$; 施工效率比传统手持式钻机工艺提升 10%; 每米材料消耗降低 2 元/m。

现场施工如图 4、图 5 所示。



图4 Simba364 潜孔钻机在辽宁本溪龙鑫矿业有限公司井下施工钻孔



图5 Simba364 潜孔钻机深孔上向返渣

[参考文献]

- [1]王斌,刘广步,周伟.潜孔钻机在矿山施工钻孔成井技术中的应用[J].现代冶金,2016,44(6):2.
 - [2]刘月秀,任建明.降低 Simba—261 潜孔钻机钻孔偏斜的技术措施[J].世界采矿快报,1998,14(2):45-46.
 - [3]屈龙良.基岩中高精度钻孔施工技术[J].探矿工程:岩土钻掘工程,2006,33(6):4.
 - [4]王小林,陈永祺,程国华.镜铁山矿提高 Simba 1354 台车中深孔凿岩精度研究[J].金属矿山,2018(4):63-66.
- 作者简介:孔祥斌(1996.7-)男,汉族,安徽合肥人,本科学历,就职于铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司,从事矿山生产建设工作。

土木工程施工管理中存在的问题及对策分析

吴楠

中国新兴建设开发有限责任公司, 北京 100039

[摘要]随着我国当前建筑行业的不断发展,在进行土木工程施工中需要加强对施工管理模式优化的重视程度,并且还要根据土木工程本身的施工特点,采取针对性较强的管理方案,从而使得土木工程质量和安全能够得以充分的保障。与此同时,还需要做好数据的记录工作,加强信息化的建设,解决以往土木工程施工管理中粗放式的管理模式,实现现代化的成功转型和升级,推动土木工程施工效果的不断完善。

[关键词]土木工程; 施工管理; 要点

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10697

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Analysis of Problems and Countermeasures in Civil Engineering Construction Management

WU Nan

China Xinxing Construction and Development Co., Ltd., Beijing, 100039, China

Abstract: With the continuous development of Chinese current construction industry, it is necessary to strengthen the importance of optimizing construction management modes in civil engineering construction, and adopt targeted management plans based on the construction characteristics of civil engineering itself, so as to fully ensure the quality and safety of civil engineering. At the same time, it is necessary to do a good job in data recording, strengthen the construction of informatization, solve the extensive management mode in the past civil engineering construction management, achieve successful modernization transformation and upgrading, and promote the continuous improvement of civil engineering construction results.

Keywords: civil engineering; construction management; main points

从整体上看土木工程施工中所包含的施工工艺具有复杂性的特征,同时也是难度较大和操作较为复杂的工程活动,施工管理质量的优劣直接影响土木工程的顺利进行,因此为了使土木工程施工能够符合相关的标准,在实际工作中需要加强对土木工程施工管理模式优化的重视程度,更加严格地进行土木工程全过程的管理监控,并且针对在土木工程中管理中所存在的问题进行深入的分析 and 解决,提出有效的管理方案,从而提高土木工程施工的水平。

1 以往土木工程施工管理中存在的问题

1.1 施工管理队伍水平有待提高

施工管理是土木工程领域中至关重要的环节,它直接关系到工程的质量、进度和安全。然而不可否认,目前施工管理队伍的水平还存在着一些问题,这些问题在很大程度上影响了工程的顺利进行和高质量的完成。

首先,施工管理队伍在技术方面的水平不够高。由于土木工程的复杂性和多样性,要求施工管理人员具备全面的专业知识和技能。然而,当前一些施工管理人员在专业知识和技术上存在不足,无法熟练运用新的施工技术和工艺,也无法解决施工中的实际问题^[1]。这种情况导致施工现场频繁出现施工质量不达标、工程进度延误、安全事故频发等问题。

其次,施工管理队伍在团队协作和沟通能力方面存在短板。土木工程的施工涉及到众多的参与方,如设计师、

施工方、监理单位以及相关政府部门等,要求各方之间紧密协作、信息畅通。然而,现实中我们常常看到施工管理队伍与其他参与方之间存在着沟通不畅、信息传递不及时等问题,导致工程进度受阻甚至发生矛盾纠纷。此外,施工管理队伍在创新意识和问题解决能力方面有所欠缺。随着科技的不断发展,土木工程领域也在不断更新换代,新的施工技术和材料不断涌现。然而,一些施工管理人员对新技术的接受能力较低,缺乏创新意识和学习动力,导致无法适应新的施工要求。另外,施工现场常常会遇到各种问题和挑战,需要施工管理人员具备解决问题的能力 and 思维方式。然而,现实中一些施工管理人员对问题的处理方式较为单一,缺乏灵活性和应变能力。

造成施工管理队伍水平不高的原因有很多,其中一方面是教育培训体系存在不足。目前,我国的土木工程教育注重理论知识的传授,但对实践技能和管理能力的培养相对不足。另一方面是行业发展不平衡,一些企业忽视了对施工管理队伍的培养和引进,导致队伍整体素质较低。同时,一些施工管理人员在职业发展上面面临着较大的困境,晋升路径不明确、待遇不够吸引人等问题也导致了人才流失和队伍素质不高。

1.2 施工管理制度的不完善

施工管理制度不完善的问题在土木工程领域中广泛存在。这些问题的表现形式多种多样,包括但不限于工期

延误、质量不合格、安全隐患增多等。这些问题的根源在于管理制度的不健全，下面将从几个方面详细分析：

首先，施工管理制度的不完善导致工期延误的问题屡见不鲜。按照规定，每个施工项目都应有明确的工期，然而实际情况往往与计划有较大出入。这一现象的主要原因是施工管理制度对工期的规划和控制不够精细。一方面，施工管理部门在制定工期计划时，考虑的因素不全面，未能充分考虑到施工过程中的各种不确定性因素。另一方面，施工管理人员对工期的掌控能力有所欠缺，未能及时发现工期偏差并采取相应的措施加以调整。因此，工期延误成为了常态。

其次，质量不合格是施工管理制度不完善的另一个显著问题。在土木工程施工中，质量问题是不能容忍的，因为它不仅对工程本身造成影响，还可能对人民群众的生命财产安全构成威胁。然而，现实情况是，质量问题时有发生。造成质量问题的原因主要是由于管理制度的漏洞。例如，在施工过程中，施工单位未能严格按照施工图纸和规范要求进行施工，导致质量问题的发生；又如，施工单位对材料的选择和验收不够严格，从而引入了质量隐患。这些问题的发生，严重影响了施工质量。此外，安全隐患的增多也是施工管理制度不完善的体现。土木工程施工中存在许多安全风险，如果不加以有效的管理和控制，就会导致事故的发生。然而，由于管理制度的不完善，施工单位在安全管理方面存在一系列问题。例如，施工人员的安全意识不强，个别施工单位对安全管理缺乏重视，安全措施不到位等。这些问题使得安全隐患屡禁不止，给施工过程带来了严重的安全风险。

1.3 现场监管力度的不足

首先，现场监管力度不足在土木工程施工中的主要表现之一是对施工过程的监督不到位。由于工地的复杂性和多变性，需要专业的监管人员不断地对施工现场进行巡查和监测，以确保施工过程中的安全与质量。然而，由于监管人员数量有限，无法对每一个工地进行详细的监督，致使一些施工单位存在着以次充好、违规操作等行为。这种现象严重威胁到了工地的安全，甚至可能导致工程质量不达标。

其次，现场监管力度不足还表现在对施工人员的培训与管理不够。在土木工程中，施工人员的素质与技能水平直接关系到工程的质量和。然而，由于监管力量不足，很多施工单位在招聘和培训方面缺乏规范，导致一些不具备专业技能和经验的人员进入施工现场。这种情况下，施工操作不规范，安全隐患增加，工程质量难以保证。此外，现场监管力度不足还导致了监理与施工单位之间的沟通不畅。监理是土木工程中重要的监管角色，他们负责协调施工单位与设计单位之间的工作，确保工程的顺利进行。然而，由于监理人员数量不足，无法及时解决施工过程中

出现的问题，监理与施工单位之间的沟通和协作不够紧密。这样一来，施工单位往往难以及时获取有效的指导和反馈，工程质量和进度得不到有效的控制。

造成现场监管力度不足的原因多种多样。一方面，现有的监管机构和人员数量无法满足实际需求。土木工程施工现场繁杂而复杂，监管人员的数量严重不足，无法实现全程监管。另一方面，监管人员的专业素质和经验也存在欠缺，导致在处理工地问题时显得力不从心。此外，现有的监管制度和法规也需要进一步完善，以提升监管效果和力度。

2 解决土木工程施工管理问题的对策

2.1 多样化的施工培训

搭建高素质管理团队是土木工程施工管理中不可或缺的一环。随着社会的进步和发展，土木工程项目日益庞大复杂，要想确保项目顺利进行并达到高质量的标准，只依靠单一的个人努力已经不够，需要形成一个协作高效、专业素质过硬的管理团队^[2]。

首先，要建立高素质管理团队，关键在于选拔和培养合适的人才。在选拔人才方面，我们应该注重个人的专业能力以及团队合作意识。一个优秀的管理者需要具备丰富的土木工程施工知识和经验，并且能够在团队中起到良好的协调和领导作用。此外，他们还应该具备较高的沟通能力和解决问题的能力，能够在项目的不同阶段合理处理各种困难和矛盾。其次，为了确保管理团队的素质和能力，还需要注重团队成员的培训和提升。通过不断的学习和培训，团队成员可以不仅适应行业的发展变化，还能够不断提升个人技能和素质。例如，组织团队成员参与相关的专业培训课程，邀请行业专家举办讲座和指导，以及开展实践活动等。通过这些方式，团队成员可以不断学习和掌握新的工程技术和理念，提高自身素质和能力。除了个人素质的培养外，搭建高素质管理团队还需要注重团队文化的建设。团队文化是一个团队凝聚力和向心力的重要体现，能够有效提高团队成员的积极性和归属感。在土木工程施工管理中，团队合作至关重要，因此，应该鼓励团队成员之间的相互支持和协作。可以通过定期组织团队建设活动，加强团队成员之间的沟通和交流，增进彼此的了解和信任。此外，还可以制定一些奖励机制，鼓励团队成员积极参与并取得卓越表现。最后，搭建高素质管理团队还需要注重管理模式创新和持续改善。在土木工程施工管理中，项目周期长、风险多、环境复杂，需要管理团队具备灵活的应对能力。因此，我们应该鼓励团队成员提出改进和优化的建议，并且及时采取行动。可以通过定期的团队评估和总结会议，分析项目中出现的问题和挑战，找出解决方案，并加以改进。同时，还可以借鉴其他行业的管理经验，将先进的管理理念引入到土木工程施工管理中，以不断提升团队的管理水平和效果。

2.2 健全施工管理制度

健全施工管理制度,是落实土木工程施工流程、提升项目效果的重要一环。通过建立科学、规范、高效的施工管理制度,能够有效提升施工质量、保障工期进度、优化资源利用,从而实现工程的顺利进行。

首先,健全施工管理制度的第一步是制定合理的规章制度。这些规章制度应该包括项目管理的各个方面,如安全生产、质量控制、进度管理等。其中,安全生产制度是施工管理的重中之重,必须明确各岗位的职责和 workflows,设定必要的安全措施和应急预案,确保工人的人身安全^[3]。质量控制制度则需要明确各项质量检验的标准和方法,确保工程的质量符合规范要求。而进度管理制度则需要合理安排工程进度,明确各个节点的工作内容和时限,确保工程按计划进行。通过制定合理的规章制度,能够使工程施工过程更加有序、安全、高效。其次,健全施工管理制度的第二步是建立科学高效的信息管理系统。在当今信息时代,信息的快速流动和准确传递对于施工管理至关重要。因此,建立科学高效的信息管理系统是健全施工管理制度重要环节。这个系统应该能够实现信息的实时共享和追溯,包括工程进度、质量检验、材料采购等各个方面的信息。通过这个系统,可以及时掌握工程的最新情况,及时解决问题,从而提高施工管理的效率和准确性。再次,健全施工管理制度的第三步是强化施工管理的监督机制。在施工管理中,监督是至关重要的一环,可以有效避免违规行为和低质量工程的发生。为此,需要建立健全的监督机制,确保施工过程的合规性和质量可控性。监督机制应该包括内部监督和外部监督两个方面。内部监督主要由项目管理团队和行业专家组成,负责对施工过程进行全面监督和指导。而外部监督则由政府监管部门和第三方评估机构承担,负责对施工过程进行评估和审查。通过强化监督机制,能够有效提高施工管理的规范性和透明度。

2.3 融入信息化监管技术

信息化监管技术在土木工程施工管理中的融入,开启了一个全新的时代。随着科技的不断发展,传统的施工管理方式逐渐显现出一些局限性,而信息化监管技术的引入,则极大地提升了土木工程施工管理的效率和准确性。

首先,土木工程施工管理中融入信息化监管技术主要借助于先进的技术手段,如物联网、云计算、人工智能等。物联网技术能够将传感器和设备相互连接,实现自动化数

据采集和传输,从而实现对工程施工过程的全面监控。云计算则提供了强大的数据处理和存储能力,保证了海量数据的安全和高效管理。而人工智能技术则能够通过对大数据的分析和学习,提供更加准确和智能化的决策支持。这些技术手段的融合应用,为土木工程施工管理带来了全新的可能性。其次,融入信息化监管技术的土木工程施工管理,充分利用了大数据的优势。通过对施工过程中产生的各类数据进行收集、整理和分析,可以实现对施工进度、质量和安全等方面的实时监控。例如,通过对各个工艺环节的数据进行分析,可以及时发现潜在的施工质量问题,提前采取措施进行修正。同时,对历史数据的回顾和总结,也能为后续的施工过程提供借鉴和改进的经验。这样一来,土木工程施工的管理将更加科学和精细化。最后,将信息化监管技术融入土木工程施工管理,能够带来显著的管理效益。首先,通过实时监控施工过程,可以避免许多潜在的问题和隐患,提高施工质量和安全性。其次,通过数据的分析和学习,可以实现施工计划的优化和调整,提高工期的控制和管理效率。此外,信息化监管技术还可以实现对施工人员的考勤和工作量的统计,提高劳务管理的规范性和效率性。综上所述,信息化监管技术的融入,将极大地提升土木工程施工管理的水平和效果。

3 结束语

在新时期下,加强土木工程建筑施工管理是非常重要的,在实际工作中需要考虑安全 and 质量方面的因素,加强现场管理队伍的建设,制定科学性较强的施工管理制度,同时还需要实现人力资源和物理资源的合理性调配以及优化,全面地解决在土木工程实际管理中所存在的漏洞,融入可行性较强的管理方案,保证土木工程现场施工效果的提高。

[参考文献]

- [1]孙介夫.土木工程施工管理中存在的问题与应对措施[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(10):26-27.
- [2]戴明立.我国土木工程施工管理问题及其对策研究[J].住宅与房地产,2019(28):117.
- [3]雷英.土木工程施工中的质量控制对策[J].现代物业(中旬刊),2019(9):106.

作者简介:吴楠(1988.11—),单位名称:中国新兴建设开发有限责任公司;毕业学校和专业:中共中央党校-经济管理。

电网工程建设施工安全管理有效性分析

李亚楠

国网沈丘县供电公司, 河南 周口 466300

[摘要]在电网工程建设中, 施工安全管理的有效性是确保工程安全的关键因素。施工阶段存在众多的安全风险和潜在的事故隐患, 因此必须采取有效的管理措施来预防和应对这些风险。文中旨在对电网工程建设施工安全管理的有效性进行分析, 探讨如何提高管理效果、提升施工安全水平。有效的施工安全管理是基于规范和制度化的安全管理体系进行的。一个完善的安全管理制度应包括明确的安全责任、规范的安全操作流程、全面的培训计划和紧急预案等。通过建立这些制度, 可以确保施工人员按照标准化的程序进行工作, 并在突发情况下能够迅速、有效地应对。只有综合运用这些管理手段, 才能够确保电网工程施工过程的安全性和可控性, 达到预期的安全目标。

[关键词]电网工程; 工程建设; 施工安全管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10696

中图分类号: TM727

文献标识码: A

Analysis of the Effectiveness of Construction Safety Management in Power Grid Engineering Construction

LI Yanan

State Grid Shenqiu County Power Supply Company, Zhoukou, He'nan, 466300, China

Abstract: In the construction of power grid engineering, the effectiveness of construction safety management is a key factor in ensuring project safety. There are numerous safety risks and potential accident hazards during the construction phase, so effective management measures must be taken to prevent and respond to these risks. The purpose of this article is to analyze the effectiveness of construction safety management in power grid engineering, and explore how to improve management effectiveness and enhance construction safety level. Effective construction safety management is based on a standardized and institutionalized safety management system. A comprehensive safety management system should include clear safety responsibilities, standardized safety operation procedures, comprehensive training plans, and emergency plans. By establishing these systems, it can be ensured that construction personnel work in accordance with standardized procedures and can respond quickly and effectively in unexpected situations. Only by comprehensively utilizing these management methods can we ensure the safety and controllability of the construction process of the power grid project, and achieve the expected safety goals.

Keywords: power grid engineering; engineering construction; construction safety management

引言

电网工程建设施工是一个复杂的过程, 涉及到大量的人员、设备和工艺。施工现场存在着各种安全风险, 如高空作业、电气安全、机械操作等。如果在施工过程中安全管理不到位, 将会导致人员伤亡、设备损坏以及工程质量问题等严重后果。因此, 研究电网工程建设施工安全管理的有效性对于提高施工过程的安全性、可控性和工程质量具有重要意义。通过分析施工安全管理的有效性, 可以发现问题, 找出薄弱环节, 并提出相应的改进措施, 以减少事故风险、保障工程的安全和可靠运行。此外, 随着电网建设规模的扩大和技术的不断创新, 施工过程中出现的安全管理挑战也在不断增加。新的工艺、设备和材料的引入可能会带来新的安全风险, 需要及时调整和完善安全管理措施。因此, 研究电网工程建设施工安全管理的有效性, 对于应对新形势、新问题具有重要的理论和实践意义。

1 加强电网工程施工安全管理的现实意义

加强电网工程施工安全管理的现实意义主要包括几个方面: 第一, 保障员工安全。电网工程施工涉及到大量的人员参与, 包括工程人员、技术人员、操作工等, 加强施工安全管理可以提供必要的安全培训和指导, 确保员工具备相关安全意识和专业技能, 减少工伤事故的发生, 维护员工的生命安全和身体健康。第二, 防止财产损失。电网工程施工涉及到大量的设备和物资, 其中包括高价值的电力设备和材料, 加强施工安全管理可以有效控制和防范设备和物资被损坏、丢失或盗窃的情况, 减少损失和浪费的发生, 保护施工资产的安全。第三, 提高工程质量。电网工程施工过程中, 安全管理的有效性与工程质量有着密切的关联, 如果施工现场存在较多的安全事故和隐患, 将会对施工工序和质量产生负面影响, 甚至导致工程质量问题。加强施工安全管理可以提前识别和控制安全风险, 确保施工按照规范进行, 保证工程质量的合格和可靠。第四,

提升施工效率。良好的施工安全管理可以减少安全事故的发生,降低施工中断和停工的频率,提高施工的连续性和效率,通过合理的组织和安排,避免安全问题对施工进度的影响,确保工程按时完成,降低投资成本,提高投资回报率。第五,保障电网运行稳定。电网工程是电力系统的重要组成部分,对电力供应的稳定性和可靠性有着直接影响,加强施工安全管理可以减少因施工事故而引起的电网故障,保障电网的运行稳定。在施工过程中,及时发现并解决施工中存在的安全隐患和问题,保证电力系统的安全运行和供电质量^[1]。

2 当前阶段我国电网建设工程施工特点分析

2.1 工期较长

我国电网建设规模庞大,涉及到大量的线路、变电站和输电设备的建设,这些工程需要进行详细的规划和设计,施工过程中需要时间来完成各项工序,并且需要进行复杂的调试和验收工作,因此工期较长。我国地域广阔,地理环境复杂多样,包括高山、河流、湖泊、草原等各种地形和地貌,电网建设需要克服各种地理障碍,进行线路敷设、杆塔建设等工作,这些工程在复杂的地理环境下实施,需要更多的时间和精力。电网建设需要覆盖广大的地域范围,其中输电线路的延伸较长,由于线路的延伸需要经过多个城市、乡村和山区,施工队伍需要不断地迁移和调整,施工周期相对较长。电网建设涉及到高压电力设备和输电线路,具有较高的安全风险,为了确保施工过程的安全和质量,需要进行详细的安全审查和安全保障措施,这会增加施工时间^[2]。

2.2 施工环境比较复杂

我国幅员辽阔,地理环境多样,包括高山、河流、湖泊、草原、沙漠等,不同地区的电网建设面临的自然条件和地质情况存在较大差异。例如,在高山地区需要克服地形陡峭、气候恶劣等困难;在沙漠地区需应对沙尘暴和高温等条件。我国电网建设需要覆盖广泛的区域,包括城市、乡村、工业区等不同类型的地域,不同地区的电网布局和供电需求存在差异,施工过程需要考虑到这些差异并进行相应的设计和规划。并且电网建设涉及到多种施工技术和设备的应用,如电缆敷设、杆塔架设、导线拉线等。不同施工技术对施工环境的适应性各异,需要根据具体情况选择合适的施工方法。在电网建设的过程中,还可能受到政策法规、社会环境、人员安全等多种因素的影响,施工人员需要对这些因素进行综合考虑,并采取相应的措施来应对^[3]。

3 电网工程建设施工安全管理的有效措施

3.1 做好施工准备环节的的安全管理工作

在进行施工前,制定详细的施工计划,包括施工步骤、施工顺序、施工方法、施工时间等,确保在施工过程中能够有条不紊地进行,避免出现混乱和意外。要制定完善的施工方案和操作规程,明确施工过程中的安全注意事项、

操作规范和防范措施,确保施工人员能够按照规范进行操作,避免事故发生,并确保施工使用的设备和材料符合标准和要求,进行必要的合格证明和质量检验,避免使用不合格的设备和材料,降低施工风险。要为施工人员提供必要的安全培训,包括施工操作规程、设备使用、急救知识等,提高施工人员的安全意识和技能水平,同时提供专业技术指导,解决施工中遇到的问题和困难。建立健全的施工现场管理制度,明确责任和权限,确保施工现场的安全有序,包括施工区域划分、安全标识设置、施工设备检查、现场巡视等工作,及时发现和解决施工过程中的安全隐患,还应根据施工环境和风险特点,配备必要的安全防护设施和器材,如安全帽、防护手套、安全绳等,确保施工人员的人身安全。最后,还需要注重定期进行施工安全检查和评估,发现和整改安全隐患,及时采取措施,避免事故发生。同时,总结经验教训,改进安全管理工作^[4]。

3.2 遵守因地制宜原则建设完善的的安全管理机制

遵守因地制宜原则是电网工程建设施工安全管理的重要原则之一,它意味着在建设过程中根据不同地区、不同条件的实际情况,制定适合当地的安全管理机制和措施。首先需要遵守国家和地方的法律法规,建立符合法律要求的的安全管理制度,明确责任和义务,确保施工过程中的合法合规,建立完善的的安全管理体系,包括安全管理组织结构、责任和权限划分、安全管理制度、安全标准和规范等,确保安全管理工作的科学性和规范性。针对电网工程施工过程中的各类风险,开展系统性的风险评估和控制,确定相应的防范措施,并将其纳入施工计划和操作规程中。通过培训和教育,提高施工人员的安全意识和技能水平,培训内容包括安全操作规程、事故应急处理、安全防护设备使用等,确保施工人员能够正确理解和遵守安全要求。还要建立有效的安全监控和检查机制,对施工现场进行定期和不定期的安全检查,发现问题及时整改,并进行记录和分析,总结经验教训,改进安全管理工作。根据施工现场的具体情况,制定相应的安全防护措施,包括施工区域划分、安全警示标识的设置、安全防护设备的配备等,确保施工现场的安全有序。要根据工程的特点和要求,采取相应的安全技术措施,包括使用安全工器具、安全工艺流程的选择、应急救援设备的准备等,确保施工过程中的安全性,并加强与相关部门和企业的合作与沟通,共同推进施工安全工作,及时交流安全信息和经验,加强风险预警和应急响应,形成合力。

3.3 加强电网施工期间的的安全风险控制

加强电网施工期间的的安全风险控制是确保电网工程建设施工安全的重要措施。在施工前以及施工过程中都要定期对使用的设备进行检查、维护和修理,确保其正常运行,并采取相应措施防止设备故障引发事故。提供必要的个人防护装备,并要求所有从业人员严格按照规定佩戴,

如安全帽、防护眼镜、防护手套等。在施工现场设置明显的安全标识和警示牌,提醒人员注意安全事项,如高压电警示、禁止入内等,并合理规划施工区域和交通流线,确保车辆和行人的安全通行,并采取必要的交通控制措施。要制定完善的应急预案,包括火灾、漏电、事故等各种情况下的紧急处理措施,确保能够及时有效地处置突发事件。定期对施工现场进行风险评估和巡视检查,及时发现并消除潜在的危险因素。所以,加强电网施工期间的安全风险控制需要从多个方面进行考虑和实施,包括制定计划和规范、安全培训、设立监督机构、检查维护设备、个人防护措施等。只有通过综合措施的落实,才能确保电网工程建设施工期间的安全^[5]。

3.4 做好日常安全监管工作

为了提高施工安全监督管理质量,一方面,需要定期组织专业人员进行现场巡查,发现并及时整改存在的安全隐患,确保施工过程中的各项安全措施得到落实。对参与电网施工的人员进行必要的安全培训和教育,提高他们的安全意识和操作技能,使其能够正确使用个人防护装备和遵守相关规定,并积极地推行“三同时”原则,即设计、施工、运行同步进行,并按照统一标准进行验收。确保设计符合安全要求,施工符合设计要求,运行符合施工要求。另一方面,需要严格按照国家相关标准对采购的材料进行检测和验收,杜绝使用不合格材料造成事故风险,对发生的安全事故进行及时、准确的报告,并追究责任,同时总结教训,采取措施防止类似事故再次发生。还要定期开展安全演练和应急预案演练,组织电网施工人员进行安全演练,熟悉应急预案,并定期组织应急演练,提高应对突发事件的能力。通过多种方式宣传安全知识,增强广大人员的安全意识和自我保护意识,并建立举报奖励制度,鼓励人员积极参与到安全监管中来,主动发现并报告存在的安全隐患。通过做好日常安全监管工作,可以及时发现和解决施工过程中的安全问题,确保电网工程建设施工期间的安全^[6]。

3.5 加强精细化管理力度

加强精细化管理力度是电网工程建设施工安全管理的有效措施。第一,要制定详细的工作方案,制定详细的工作方案,明确每个施工环节的具体要求和操作流程,确保施工过程可控、有序。在施工前还需要设立专门的安全管理岗位,在施工现场设立专门负责安全管理的岗位,配备专职人员进行全天候监管和指导。第二,引入先进的技术和装备,提高施工效率,减少人为因素对安全造成的影响。在施工的过程中需要定期召开安全会议,及时传达安全信息、交流经验和教训,并做好记录和整改落实。第三,加强材料质量管控,建立严格的材料质量管控机制,对采

购、储存和使用过程中的材料进行抽检和验收。第四,实施严格的层层签字制度,在重要环节或关键节点设置层层签字制度,确保每个环节都经过相关人员审核、批准并留下记录。第五,要定期组织应急演练,检验应急预案的有效性,并根据实际情况进行更新和完善。并且要建立健全的奖惩机制,对安全管理表现突出的个人或团队进行表彰奖励,对违规行为进行严肃处理。通过加强精细化管理力度,可以提高对电网工程建设施工过程中各个环节的管控能力,减少安全事故发生的概率,并确保电网工程建设施工期间的安全。

4 结语

总之,电网工程建设施工安全管理的有效性对于保障工程安全至关重要。有效的安全管理需要建立规范的安全管理制度,加强现场监督和检查,进行全面的安全培训和教育,并建立良好的沟通协调机制。只有通过这些措施的实施,可以预防和减少电网工程建设施工过程中可能发生的事故和意外,保障人员的生命财产安全,并确保项目按时高质量完成。同时,也能提高整个电网行业的形象和信誉度。然而,在实际操作中,还需要根据具体情况进行细化和完善。各级相关部门应积极配合,共同推动电网工程建设施工安全管理工作的落实。只有不断加强对安全风险的认识和管理,才能更好地保障电网工程建设施工期间的安全。电网工程建设领域应继续加强安全管理,密切关注新技术和工艺的安全性,持续改进管理策略,为建设安全、可靠的电网提供保障。最后,希望本文所提到的措施能够为电网工程建设施工安全管理提供一定的参考,并为相关从业人员提供指导,共同努力推动电网工程建设的安全管理工作取得更好的效果。

[参考文献]

- [1] 邓双珊,钟意强. 电网建设安全文明施工管理方法探究[J]. 低碳世界,2021,11(3):150-151.
 - [2] 李盛元. 多举措强化电网工程建设安全管理[J]. 中国电力企业管理,2020(3):60-61.
 - [3] 李明超. 浅谈电网建设施工安全管理与质量控制方法[J]. 技术与市场,2019,26(11):183-184.
 - [4] 李雅菲. 电网建设施工安全管理与质量控制核心构架[J]. 设备管理与维修,2019(20):13-14.
 - [5] 叶长富. 浅谈电网建设施工安全管理与质量控制方法[J]. 科技创新导报,2019,16(17):60-62.
 - [6] 常盛楠. 浅谈电网工程安全管理的过程控制[J]. 项目管理评论,2018(6):185-186.
- 作者简介: 李亚楠, 国网沈丘县供电公司, 助理工程师, 电气工程专业。

建筑工程造价的动态管理与控制途径研究

闫凌

大连金普新区财政投资评审中心, 辽宁 大连 116100

[摘要]随着建筑工程的复杂性和规模逐渐增大, 造价管理和控制的重要性也随之突显。文中旨在探讨建筑工程造价的动态管理与控制的途径。动态管理是一个实时、持续的过程, 其核心目标是确保工程项目在预算内完成, 同时满足质量和时间要求。文中首先介绍了动态管理与控制的重要性, 特别是在面对经济、技术和市场的快速变化时。接着, 我们深入探讨了造价动态管理的主要方法和策略, 如利用现代信息技术、持续的市场调研、风险评估与管理等。最后, 提出了一些针对不同项目阶段(如决策、设计、施工和竣工验收阶段)的动态造价控制策略和建议。总体而言, 通过有效的动态管理与控制, 项目团队可以更好地应对不确定性, 降低风险, 实现项目的经济效益和长远的成功。

[关键词] 建筑工程; 工程造价; 动态管理; 控制方法

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10684

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Research on Dynamic Management and Control Approaches of Construction Engineering Cost

YAN Ling

Dalian Jinpu New Area Financial Investment Evaluation Center, Dalian, Liaoning, 116100, China

Abstract: With the increasing complexity and scale of construction projects, the importance of cost management and control has also become prominent. This article aims to explore the ways of dynamic management and control of construction project costs. Dynamic management is a real-time and continuous process, whose core goal is to ensure that engineering projects are completed within budget while meeting quality and time requirements. The article first introduces the importance of dynamic management and control, especially in the face of rapid changes in economy, technology, and market. Then, we delve into the main methods and strategies of cost dynamic management, such as using modern information technology, continuous market research, risk assessment and management. Finally, some suggestions are proposed for different project stages (such as decision-making, design, construction, and completion acceptance stages). Overall, through effective dynamic management and control, project teams can better cope with uncertainty, reduce risks, and achieve economic benefits and long-term success of the project.

Keywords: construction engineering; engineering cost; dynamic management; control methods

随着全球建筑行业的日益发展, 建筑工程的规模和复杂性也在持续增加。这使得工程项目面临着更多的不确定性和风险, 尤其是在造价管理方面。传统的造价管理方法往往在项目初期设定一个固定的预算, 并在后续的实施过程中进行少量的调整。然而, 这种方法在当前快速变化的市场和技术环境下显得过于僵化和不切实际。为了更好地应对这些挑战, 越来越多的建筑行业专家和实践者开始探索动态管理与控制的途径, 试图实现更加灵活、高效的造价管理。动态造价管理与控制不仅仅是对预算的实时更新和修正, 更是一种全新的思维方式, 它要求项目团队在整个工程生命周期中持续地监控、分析和响应各种可能影响造价的因素。这需要深入了解和运用现代的技术、工具和策略, 同时也需要与各方进行紧密的沟通与协作。本文旨在深入探讨建筑工程造价的动态管理与控制的理念、方法和实践, 希望为建筑行业的持续进步和发展提供有价值的参考和启示。

1 建筑工程造价影响因素

1.1 建筑设计

建筑设计是建筑工程造价中的一个重要影响因素。设

计的细节、规模、选材、技术要求和功能定位都直接关系到工程的成本。设计不仅决定了建筑的外观和功能, 还涉及到施工的复杂度、所需的材料和施工方法。首先, 设计的规模和复杂度会直接影响工程造价。例如, 一个高层建筑与低层建筑相比, 其结构设计、机械与电气系统设计、安全设施和垂直交通系统都会更复杂, 从而导致成本增加。同样地, 建筑的形状、外墙材料、立面设计和特殊设计元素(如挑空、阳台、景观台等)也会影响成本。其次, 所选择的建筑材料在很大程度上决定了工程的造价。高档的材料, 如进口大理石、特种玻璃或高性能的节能材料, 虽然能提供更好的效果和性能, 但其成本也会相应增加。相反, 采用经济型材料可以降低造价, 但可能会牺牲某些质量或性能。此外, 设计中的技术要求和标准也会影响工程造价。例如, 设计中要求的能耗标准、抗震等级、防火标准和环保要求都会对施工材料和方法产生影响, 从而导致成本变化^[1]。最后, 建筑的功能和使用定位也是决定工程造价的因素。例如, 医院、实验室和剧院这类功能性强、技术要求高的建筑, 其设计和施工难度都较大, 因此造价

也会更高。而住宅、办公楼或仓库等相对简单的建筑，其造价则相对较低。

1.2 建筑材料

建筑材料是确定建筑工程造价的核心因素之一。材料的选择、质量、来源和价格波动都会对工程造价产生深远的影响。在建筑项目中，材料成本通常占据了总造价的大部分，因此对建筑材料的选择和管理是每一个项目成功的关键。首先，不同的建筑材料有其独特的价格和性能。例如，采用高档的大理石或进口的木材作为装饰材料，无疑会显著提高建筑的整体造价。相反，如果选择经济、本地生产的材料，可以显著降低造价。但这也可能意味着对质量、耐久性和外观的某些妥协。其次，建筑材料的价格受到多种因素的影响，包括原材料供应、运输成本、生产技术、市场需求和外部经济环境等。例如，当某一原材料供应短缺或运输成本上升时，相关建筑材料的价格也可能随之上升。因此，对于长期的建筑项目，材料价格的波动可能需要进行多次的预算调整。再者，建筑材料的质量直接影响到建筑的性能、安全和使用寿命。选择低质量或不合适的材料可能会导致后期的维护成本增加，甚至可能带来安全风险。因此，虽然高质量的材料可能初期成本较高，但从长远来看，它们可能会为项目带来更好的经济效益。此外，随着绿色建筑和可持续发展的理念日益受到重视，选择环保、可再生或低碳足迹的建筑材料已成为趋势。这些材料可能价格较高，但能够为建筑带来更好的能效，减少运营成本，同时也满足了环保法规和标准。

2 建筑工程造价动态管控方法

2.1 决策阶段

在建筑工程项目的决策阶段，动态管控造价的方法显得尤为关键，因为这一阶段所作的决策直接决定了项目的总体预算框架与经济可行性。为确保项目在财务上的成功，需要在此阶段融合多种策略：首先，进行深入的市场调研和成本预测，理解当前市场中建筑材料、人工和技术的价格趋势，从而为预算制定提供坚实的数据支撑；其次，利用现代技术如BIM（建筑信息模型）工具，能够实时模拟和分析不同设计方案对总造价的影响，这不仅增加了决策的透明度，还为项目参与者提供了一个共同的沟通平台；此外，风险管理也是决策阶段不可或缺的一环，对可能出现的造价增加因素，如设计修改或材料价格波动，进行前期识别和评估，进而制定应对策略，以最大程度地降低不确定性和未来可能的成本冲突。最后，强化跨部门和跨团队的沟通协作，确保所有涉及方在预算和项目目标上达成一致，是确保决策阶段动态管控成功的另一关键。

2.2 设计阶段

在建筑工程项目的设计阶段，动态管控造价显得至关重要，因为设计的每一个细节都可能对工程的总成本产生显著影响。在这一关键阶段，通过集成先进的技术与管理

方法，如利用BIM（建筑信息模型）技术，可以实时监测设计的每一更改如何影响项目的预算，从而在设计初期就做出经济效益的权衡与调整。同时，对建筑材料、施工方法和技术解决方案进行持续的市场调研，确保所选择的设计方案不仅满足功能和审美要求，而且在成本上具有竞争力^[2]。为此，设计团队、造价师和项目经理需要紧密合作，确保设计方向与预算目标保持一致，从而避免后期不必要的变更和成本增加。此外，采用模块化和标准化的设计方法，可以进一步优化成本结构，使其更为稳定和可预测。

2.3 现场施工阶段

在建筑工程项目的现场施工阶段，动态管控造价成为确保项目按预定预算完成的核心。这一阶段涉及的实际物料采购、人工使用、设备租赁和各种现场变数都会对工程的总成本产生直接影响。因此，实时监控和对比实际施工进度与预算，确保任何偏差都得到及时地识别和纠正，变得尤为关键。通过现场的项目管理软件和工程信息系统，项目经理可以追踪材料的实际消耗、工时和完成的工作量，与预算进行对比，并采取必要的调整措施。此外，现场的变更订单管理也是一个挑战，因为任何设计变更或现场条件的变化都可能导致成本的增加；为此，需要一个严格的变更订单审批流程，确保每一个变更都经过仔细的造价分析和批准。同时，与供应商和承包商的持续沟通与合作也是关键，因为他们的材料供应、价格调整和工作效率都直接关系到工程的成本。

2.4 竣工验收阶段

在建筑工程项目的竣工验收阶段，动态管控造价对于确保项目的经济效益和避免后期纠纷显得尤为重要。此时，整个项目即将完工，但仍存在许多可能导致造价增加的细节需要解决。例如，对于施工过程中出现的追加工程、材料更改和工艺调整，需要确保所有额外费用都被充分记录和合理分摊。此外，所有合同中规定的惩罚性条款，如工程延期造成的罚款，都应当在此阶段进行计算和核实。同样，竣工验收时可能还会涉及到一些遗留问题的解决成本，如质量缺陷的修复费用。通过采用先进的造价管理系统和软件，项目团队可以确保所有这些费用都被准确记录和考虑在内，从而避免因造价纠纷而引起的后续法律诉讼^[3]。此外，为了确保项目的透明性和公正性，建议引入第三方审计或造价咨询机构，进行独立的造价评估和核对。

3 工程造价动态管控的改进措施

3.1 提升招标文件质量

工程造价的动态管控在现代建筑项目管理中占据了核心位置，其中，提升招标文件的质量被视为其中一个关键的改进措施。招标文件作为工程项目的基础文档，其准确性、完整性和明确性直接关系到后续施工的顺利进行与成本的控制。一个高质量的招标文件不仅能够为承包商提供明确的施工指引，还能够减少因文件不明确或存在歧义

而引起的不必要的变更和纠纷,从而避免额外的成本和时间损耗。因此,为了实现工程造价的有效动态管控,必须加强对招标文件的审核和优化,确保其内容的准确性、一致性和可操作性。这需要招标方、设计师、造价师和其他相关专家进行深入的协作和沟通,同时引入先进的技术和工具,如BIM(建筑信息模型)技术,以实现招标文件的高效管理和持续改进。

3.2 提高认识程度

随着建筑工程项目日益复杂化和工程成本不断上涨,工程造价动态管控的重要性也日益凸显。然而,在实际的项目管理中,由于对动态管控意识的淡漠或认知的不足,往往导致工程造价超出预算或资源的浪费。因此,首先需要对项目管理团队和相关决策者提高对工程造价动态管控的认识程度。这不仅仅是对数字的追踪或预算的遵循,而是一个系统的、全面的管理思维,它涉及到项目的各个阶段,从前期设计、采购、施工到后期维护。只有当管理团队充分认识到工程造价动态管控在确保项目质量、控制成本、避免风险以及提高项目投资回报等方面的关键作用时,才能更为主动和有效地运用各种工具和方法,实现工程造价的真正动态管控。此外,对工程造价动态管控的深入认识也是培养团队的创新思维、提高决策效率和确保项目成功的基石。总之,从上到下提高对工程造价动态管控的认识程度,是每一个建筑工程项目成功的开始。

3.3 设置成本目标

工程造价动态管控在项目管理中起到至关重要的作用。为了更有效地控制和管理工程造价,设置明确、可实现的成本目标显得尤为关键。首先,成本目标为项目提供了明确的财务框架和方向,使得项目团队可以在整个工程过程中持续监测和对比实际成本与目标成本的差异,从而及时发现问题并采取措施进行调整。此外,通过制定成本目标,可以促使各部门、供应商和承包商之间加强合作,共同努力实现既定目标。这不仅有助于提高项目的经济效益,还能增进团队之间的沟通和协作。同时,设置成本目标也能鼓励项目团队持续寻找创新方法和技术,降低成本,提高效率。在实际操作中,成本目标应该是具体、明确且有挑战性的,同时也要确保其的可实现性,避免过于乐观或过于保守^[4]。简而言之,设置合理的成本目标,将其纳入项目的整体管理体系中,并确保团队的全员参与,是工程造价动态管控的一个核心改进措施,旨在更好地保障项目的成功执行与财务可持续性。

3.4 注重设计变更

在建筑工程项目中,设计变更是一个普遍存在且对造价有着重大影响环节。随着工程进展,由于各种原因,如技术创新、客户需求变动、现场条件调整等,设计变更

往往成为不可避免的情况。然而,每次设计变更都可能导致材料、人工和时间成本的波动,进而影响整体工程造价。因此,对于工程造价动态管控的改进,注重设计变更显得尤为重要。首先,项目团队应建立一套健全的设计变更审批和管理机制。每当有设计变更需求时,都应进行全面的成本评估,确保变更在经济和技术上都是合理的。同时,应及时通知相关部门和供应商,协调生产和施工计划,以降低因变更导致的额外成本。其次,及时的信息沟通和反馈至关重要。设计变更的信息应实时更新到造价数据库和项目管理系统中,确保所有团队成员都能获取到最新的数据和信息,从而做出合理的决策。此外,对于重大的设计变更,项目团队应考虑进行风险评估,评估变更对工程进度、质量、安全等方面的潜在影响,制定相应的风险应对策略。因此,注重设计变更不仅是工程造价动态管控的一个核心环节,更是保障项目顺利进行、提高项目经济效益和客户满意度的关键。只有通过系统的方法和策略,才能确保设计变更在为项目带来价值的同时,不增加不必要的成本和风险。

4 结束语

建筑工程造价的动态管理与控制对于确保项目的成功完成和实现其预期经济效益具有至关重要的作用。在当今日益复杂和多变的建筑环境中,传统的固定预算和静态管理方法已经不能满足项目的实际需求。只有通过持续、灵活和精确的动态管理与控制,才能有效地应对各种不确定性和风险,确保项目的顺利进行。此外,我们还应认识到,动态管理与控制不仅仅是一种技术或工具,更是一种思维方式和管理哲学。它要求所有参与者——从业主到设计师、从承包商到供应商——都深入地参与和合作,共同为项目的成功付出努力。最后,希望本文的探讨和分析能为建筑行业的从业者提供有价值的参考和启示,帮助他们更好地理解和应用动态管理与控制的理念和方法,从而为建筑行业的持续发展和进步做出贡献。

【参考文献】

- [1]高伟,褚琼. 建筑工程造价的动态管理控制分析[J]. 砖瓦,2022(2):100-101.
- [2]王树芳. 建筑工程造价的动态管理与控制途径[J]. 房地产世界,2022(3):95-97.
- [3]任晓磊. 建筑工程造价的动态管理与控制分析[J]. 科技风,2022(9):76-78.
- [4]王唐. 建筑工程造价动态管理及有效控制措施分析[J]. 建筑与预算,2021(9):29-31.

作者简介: 闫凌(1982.2—),女,大连理工大学,工程硕士,工程管理专业,大连金普新区财政投资评审中心,工程师。

工程项目结算评审要点及其注意事项

黄颖霞

贵港市财政局, 广西 贵港 537100

[摘要]经济形势的变化使得我国的建筑行业面临着新的发展, 在各个建筑工程项目的实施中, 工程造价已然成为了人们关注的重点性内容, 而预结算审核与最终的工程造价质量有着直接的关系, 通过工程量、计价等的审核, 有效将工程各个阶段的造价控制在了合理的范围内, 减少了一些不必要的消耗, 避免了工程造价超出预算的情况, 对提升建筑工程的综合效益尤为重要。基于此, 文中分析了建筑工程造价预结算审核方面的问题, 提出了预结算审核的相关工作要点。

[关键词]工程项目; 项目结算; 评审要点; 注意事项

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10677

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Key Points and Precautions for Settlement Review of Engineering Projects

HUANG Yingxia

Guigang Municipal Finance Bureau, Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: The changes in the economic situation have led to new developments in Chinese construction industry. In the implementation of various construction projects, engineering cost has become a key focus of people's attention. The pre settlement review is directly related to the final engineering cost quality. Through the review of engineering quantity, pricing, etc., the cost of each stage of the project is effectively controlled within a reasonable range, reducing unnecessary consumption and avoiding situations where the engineering cost exceeds the budget. This is particularly important for improving the comprehensive efficiency of construction projects. Based on this, the article analyzes the problems in the pre settlement review of construction project costs and proposes the relevant work points for pre settlement review.

Keywords: engineering projects; project settlement; review points; precautions

引言

在工程项目管理中, 结算评审是确保项目经济核算准确性、公正性以及各方权益得到有效保障的关键环节。这一复杂而重要的过程需要结合项目的实际情况, 全面审查工程量、成本、质量等多方面的要素。结算评审既涉及技术层面的工程量计算和质量评估, 也涵盖合同履行、资金使用等多个维度。在这个过程中, 各参与方都期望得到公正、合理的结算结果, 同时也需要确保项目经济效益的最大化。因此, 我们将深入探讨工程项目结算评审的要点和注意事项, 以提供全面的指导, 确保结算评审的顺利进行, 为工程项目的成功落地提供可靠的保障。

1 工程项目结算评审的重要性

工程项目结算评审是项目管理中至关重要的一环, 其重要性不可忽视。首先, 结算评审是项目的经济核算和总结, 通过对项目实际成本、工程量和质量的全面审查, 确保了项目最终成本的准确性和合理性。这有助于防范项目资金浪费和不当支出, 为企业提供有效的财务保障。其次, 结算评审是对工程执行过程中各项工作的全面检查, 能够发现并纠正项目实施中可能存在的问题和隐患。通过对各项工程量的详细核算, 可以及时发现工程进度偏差、质量问题等, 为项目后期的优化和改进提供有力依据, 保障项

目的整体质量。另外, 结算评审还能够促使各参与方严格履行合同义务, 确保工程按照既定计划和标准进行, 防范因合同履行不到位而引发的纠纷和法律风险, 评审过程中的合同条款检查有助于明确各方责任, 保障项目各方的权益, 维护良好的合作关系。

2 项目结算的特点

项目结算具有多方面的特点, 这些特点直接反映了项目管理和经济核算的复杂性。首先, 项目结算是一个多层次、多元素的过程, 涉及到项目的各个方面, 包括工程量的测算、成本的核算、质量的评估等。这使得结算工作需要综合考虑项目的多个维度, 确保每个方面都得到充分的关注和审查。其次, 项目结算是一个动态的过程, 随着项目的推进, 工程量、成本等数据都在不断变化。因此, 结算工作需要及时更新, 以反映项目实际的变化情况, 确保结算结果的准确性和实用性。这也要求结算人员具备敏锐的数据分析和处理能力, 能够迅速应对项目变化带来的挑战。另外, 项目结算还具有高度的专业性和技术性。由于涉及到工程领域的专业知识, 结算人员需要具备深厚的专业背景和经验, 以确保对工程量和成本的准确理解和评估^[1]。同时, 对于不同类型的工程项目, 结算工作的方法和标准也可能存在差异, 需要根据具体情况进行灵活应用。

3 工程结算审核中存在的问题

3.1 材料费用管理混乱

在工程结算审核中,一个常见的问题是材料费用管理混乱。这混乱可能表现为多个方面的不规范和透明,其中包括材料采购的价格不明确、发票管理不规范、材料使用记录不准确等。首先,可能存在材料采购时价格谈判不透明,导致结算中难以准确核算实际材料成本。此外,发票管理可能存在丢失或错漏,给结算过程引入了不确定性。材料使用记录的不准确也可能导致结算中对实际使用量的误差,进而影响结算结果的准确性。这种材料费用管理混乱不仅会给工程结算带来困扰,还可能引发项目各方的不满和争议,影响整个工程项目的顺利推进。

3.2 工程量计算不准确

在工程结算审核中,一项常见的问题是工程量计算不准确。这可能涉及到工程量清单的编制和计算过程中的错误或疏漏。工程量计算得不准确可能导致结算中对实际工程完成情况的误判,进而影响结算金额的准确性。这类问题可能源于工程量清单编制阶段对项目需求理解不足,导致漏项或重复计算等错误。此外,施工现场的实际情况可能与工程量清单的预期有所不同,因而需要在结算审核中对实际完成的工程量进行精确核对,工程量计算不准确的问题不仅会对工程结算造成直接的影响,还可能引发项目参与方之间的分歧和争议,甚至影响整个项目的进度和成果。

3.3 定额项目套用错误

在工程结算审核中,一个普遍存在的问题是定额项目套用错误。这一问题涉及到在结算过程中误用或错误套用工程项目的定额,可能导致结算结果的不准确性。定额项目的套用错误可能源于对项目要求理解不清晰、对定额的选择和应用缺乏准确性等原因。错误的定额套用可能导致工程量的计算偏差,从而对工程结算产生直接的负面影响,这类问题可能在工程结算的初期就产生,若未经及时发现和纠正,可能会在后续的审核过程中引发误导性的结算结果。此外,定额项目套用错误也可能导致项目各方之间的争议和不满,影响整个工程项目的合作氛围。

3.4 未明确合理的审核方案

工程结算审核中一个显著的问题是未明确合理的审核方案,这可能导致审核过程的混乱和不确定性。缺乏明确的审核方案可能涉及到审核流程、责任分工、审核标准等方面的不清晰,使得审核工作难以有章可循。在这种情况下,可能会出现工程量的漏算、成本的遗漏,甚至是对合同条款的不当解释,最终影响到结算结果的准确性和公正性^[2]。另外,未明确合理的审核方案可能导致审计的复杂性增加,使得整个审核过程缺乏规范性和可操作性。

4 工程结算过程中应采取的措施

4.1 优化结算审核实施方案

在工程结算过程中,为确保结算审核的准确性和顺利

进行,有必要采取一系列优化措施以完善结算审核实施方案。首先,需要建立清晰的结算审核流程,确保每个审核步骤都得到妥善执行,明确责任人和审核标准,从而提高审核的透明度和规范性。其次,引入现代化的信息技术工具,如结算软件 and 数据分析工具,以提高结算数据的准确性和处理效率,通过自动化处理,可以降低人为错误的风险,并加速审核过程。另外,建议在结算审核中加强与各相关方的沟通和协作,确保项目参与方对结算流程的理解和支持,减少因信息传递不畅而产生的误解和纠纷。同时,建议在结算审核中注重培训审核人员,提高其在工程特性、合同条款等方面的专业水平,以提升审核质量。最后,要定期进行结算审核方案的评估和调整,及时吸取经验教训,以不断完善结算审核的实施方案,使其更符合项目的实际情况,为工程结算提供更可靠的保障。

4.2 严把材料价格关

在工程结算过程中,严把材料价格关是一项至关重要的措施,直接关系到结算金额的准确性和公正性。首先,确保在结算中所采用的材料价格应当清晰、透明,并与合同明确定义一致。明确的价格定义有助于避免后期的争议和误解,保障结算过程的合规性。其次,对材料价格进行严格的监管和核查,确保其与实际采购成本相符。这包括建立有效的供应商价格监控机制,防范潜在的价格波动和不正当行为。及时发现并处理价格的变动,有助于维护结算的真实性和公正性。另外,对于可能存在的供应商提价等情况,需要建立有效的应对机制,以保护项目方的合法权益。在结算过程中,应特别关注材料价格的一致性,避免在不同时间节点采用不同的价格标准,确保结算结果的一致性和合理性。最后,建议建立详细的材料价格档案,记录材料的采购来源、价格依据等信息,以提供审计和验证的依据。

4.3 要严格按照合同审核结算

在工程结算过程中,要严格按照合同审核结算是一项至关重要的措施。合同是工程交易的法律依据,其规定了各方的权利和义务,包括工程量、价格、支付方式等关键信息。因此,在进行结算审核时,必须严格遵循合同的规定,确保结算的合法性和公正性。首先,需要对合同内容进行全面理解和准确解读,确保审核过程中能够正确理解合同中的条款和要求。这包括对工程量的明确定义、价格的确定方式、支付进度的规定等方面的仔细审查。通过对合同的深入了解,可以减少因合同理解不足而导致的结算偏差和纠纷。其次,结算审核的每一步都应当与合同进行对照,确保审核过程中的每个环节都符合合同的规定。这包括对工程量的核实、价格的计算、支付进度的确认等。只有通过严格按照合同规定来进行审核,才能确保结算的公正性和合法性^[3]。另外,结算审核过程中发现的任何合同中存在的不明确、矛盾或需要解释的问题,都应当及时与合同相关

方进行沟通,明确解释,并在审核中进行合理处理。

4.4 合理应用审核方法

在工程结算过程中,合理应用审核方法是确保结算准确性和公正性的至关重要的一项措施。首先,合理应用审核方法要求结算人员具备全面的专业知识,能够熟练掌握各类工程项目的结算标准和方法。这包括对定额、暂定金、索赔等方面的熟悉,以确保结算过程中的计算和审核符合相关的标准和规范。其次,采用合适的审核方法来确保结算的准确性。这可能包括定量方法、比例法、查账法等多种手段。根据具体的工程特点和合同条款,选用最合适的方法来对各项工程量和费用进行审核,以提高审核的精度和效率。此外,合理应用审核方法还要求结算人员在实践中具备辨别问题和解决问题的能力。在结算过程中可能会遇到各种复杂情况,如变更、索赔、工程量争议等,需要结算人员具备敏锐的洞察力和解决问题的技能,确保在审核中能够全面而又深入地考虑各种可能的情况。最后,合理应用审核方法需要与项目各方保持良好的沟通,与业主、承包商、设计单位等各方的密切合作,可以帮助结算人员更好地理解工程项目的实际情况,及时获取相关信息,确保审核方法的合理性和公正性。

4.5 要准确计算工程量

在工程结算过程中,确保准确计算工程量是确保结算准确性和公正性的至关重要的一项措施。首先,准确计算工程量要求结算人员具备深厚的专业知识,对工程施工工艺、设计图纸等有清晰的理解。只有对工程量的定义和计算方法有深刻的认识,才能够在结算过程中准确获取和核实相关数据。其次,结算人员在计算工程量时应当细致入微,对每个工程项目的数量、尺寸、规格等进行仔细核对。这可能包括对施工现场的实地测量、设计图纸的详细比对等操作,确保计算的数据是真实可信的。另外,准确计算工程量还需要结算人员关注施工过程中的变更和调整。在工程项目进行过程中,可能会出现设计变更、工程量调整等情况,结算人员需要及时了解并在结算中进行相应的调整,以确保结算结果反映实际工程完成的情况。最后,准确计算工程量要求在计算过程中引入现代化的信息技术工具,如结算软件和自动化测量设备等。这有助于提高计算的效率和准确性,减少人为因素的影响,确保结算过程更为科学和可靠。

4.6 合理套用定额

在工程结算过程中,合理套用定额是确保结算准确性和公正性的一项关键措施。首先,合理套用定额要求结算

人员对工程项目的定额标准有深入了解,包括各项工程的定额计算方法、适用范围、变更规定等。只有在掌握这些基础知识的基础上,结算人员才能够在结算过程中准确、合理地应用相关的定额标准。其次,结算人员在套用定额时应注意根据实际工程情况进行调整。工程项目的实际情况可能与定额中的理想情况存在差异,包括施工环境、工艺流程、材料价格等因素。因此,在套用定额时,结算人员需要对这些差异进行合理的调整,确保定额的应用更加符合实际情况,反映工程项目的真实成本^[4]。另外,合理套用定额要求结算人员在套用过程中注意定额的更新和变更,定额标准可能会随着时间和技术的发展而进行更新,结算人员需要使用最新的定额标准,以保证结算的准确性和合法性。同时,对于工程变更等因素,也需要灵活调整定额的应用,以确保结算结果的公正性。

5 结语

工程项目结算评审是确保项目经济核算准确性和合同履行的重要环节,其涉及的要点和注意事项直接关系到工程项目的财务健康和各方权益的维护。通过本文对结算评审的要点进行深入探讨,我们强调了全面审查工程量、成本、质量等多方面的因素,并强调了技术、合同、资金等多维度的考虑。在实际结算评审中,各参与方应高度重视合同的明晰性、工程量计算的准确性、成本的合理性等关键要素。同时,对于合同履行的透明性和合法性,也需要进行深入审查,只有在各方的共同努力下,结算评审才能够既保障各方权益,又推动工程项目取得良好的经济效益。在未来的工程项目中,我们需继续关注 and 强化结算评审的相关流程,以确保项目的可持续发展和各方的合作共赢。通过精心的结算评审,我们能够工程项目的成功实施提供有力保障,促进行业的良性发展。

【参考文献】

- [1]张薇. 建筑工程造价预结算审核工作要点分析[J]. 中国住宅设施,2021(6):26-27.
 - [2]张绪平. 建筑施工单位结算管理存在的问题及解决措施[J]. 居舍,2021(18):111-112.
 - [3]陈娟茹. 建筑工程结算审核存在的问题及对策[J]. 建筑与预算,2021(5):11-13.
 - [4]霍博文. 提高工程项目结算审查质量的方法探讨[J]. 建设监理,2023(8):49-51.
- 作者简介:黄颖霞(1980.11—),毕业院校:广西大学,所学专业:房屋建筑工程,当前就职单位:贵港市财政局,职务:评审专业技术人员,职称级别:工程师。

公路工程施工中机械设备配置管理优化策略分析

宁海军

甘肃顺达路桥建设有限公司, 甘肃 兰州 730050

[摘要]在公路工程施工中,机械设备配置管理发挥着至关重要的作用,它不仅能够提高工程质量、降低成本,还能够确保施工进度顺利推进。然而,当前存在一系列问题,包括设备利用率低、维修保养管理不足,以及信息化管理水平不高等。为解决这些问题,文中提出了一系列优化策略,包括建立合理的设备配置体系、提高设备利用率、强化设备维修与保养管理,以及提高信息化管理水平。为验证这些策略的有效性,文中通过实例分析了某公路工程施工项目。研究结果不仅在理论上具有重要意义,还为公路工程施工中机械设备配置管理提供了有力的实践指导。

[关键词]公路工程;机械设备配置;优化策略

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10694

中图分类号: U415.5

文献标识码: A

Analysis of Optimization Strategies for Mechanical Equipment Configuration Management in Highway Engineering Construction

NING Haijun

Gansu Shunda Road and Bridge Construction Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730050, China

Abstract: In highway construction, the management of mechanical equipment configuration plays a crucial role. It can not only improve project quality and reduce costs, but also ensure the smooth progress of construction. However, there are currently a series of problems, including low equipment utilization, insufficient maintenance management, and low level of information management. To address these issues, a series of optimization strategies are proposed in the article, including establishing a reasonable equipment configuration system, improving equipment utilization, strengthening equipment maintenance and repair management, and improving the level of information management. In order to verify the effectiveness of these strategies, the article analyzed a highway construction project through an example. The research results not only have theoretical significance, but also provide strong practical guidance for the management of mechanical equipment configuration in highway construction.

Keywords: highway engineering; mechanical equipment configuration; optimization strategies

引言

公路工程是国家基础设施建设的重要组成部分,对国民经济和社会发展具有重要意义。在公路工程施工中,机械设备扮演着不可或缺的角色,它们的合理配置和高效管理直接影响着工程质量、成本控制以及工程进度的顺利推进。因此,公路工程施工中的机械设备配置管理问题备受关注。机械设备在公路工程施工中具有多样的功能,包括土石方作业、桥梁工程、道路表层施工、高架桥与隧道工程以及基础设施建设等,每一类机械设备都有其独特的特点和要求。然而,当前存在一系列问题,如设备配置不合理、设备利用率低、维修保养管理不到位、信息化管理水平不高、人员培训与素质问题、环保与安全问题以及配件供应不及时等,这些问题严重制约了公路工程施工的效率和质量。

1 公路工程施工中机械设备的分类与功能

1.1 土石方设备

土石方设备在公路工程中扮演着关键角色。挖土机、推土机、装载机等设备主要用于土石方工程,如路基的开挖和填方^[1]。挖土机通常用于大规模土方开挖,而推土机

则用于平整土地表面。此外,装载机被广泛用于挖掘和装载材料,卡车则用于运输土石方材料。这些设备的协同作业确保了公路路基的准确建设,为后续工程打下坚实基础。

1.2 桥梁工程设备

桥梁工程设备在公路桥梁建设中起到至关重要的作用。它们包括各种起重机械、吊车和桥梁模具。这些设备用于桥梁梁体的吊装、桥墩的施工和混凝土浇筑等工作。

1.3 道路表层施工设备

道路表层施工设备专门用于铺设和维护道路的表层,以确保道路的平整和耐久性。摊铺机、压路机和沥青搅拌设备是常见的道路表层施工设备。摊铺机用于将沥青混凝土或水泥混凝土均匀铺设在道路表面,而压路机用于压实表层材料,以确保路面质量。这些设备的协同操作有助于确保道路的高质量建设,提高道路使用寿命。

1.4 高架桥与隧道工程设备

高架桥与隧道工程设备主要用于建设高架桥和隧道,这些结构在公路工程中具有重要地位。高空作业平台、隧道掘进机和钻孔机等设备用于高架桥的支架安装、隧道的开挖和衬砌工作。高空作业平台提供了安全的工作环境,隧道掘进

机用于快速、精确地开挖隧道，而钻孔机则用于岩石钻孔和地下工程施工。这些设备确保了高架桥和隧道的安全建设。

1.5 基础设施建设设备

基础设施建设设备在公路工程中用于建设排水系统、照明设备、信号设备等基础设施。挖掘机、管道敷设设备和信号灯安装设备是常见的设备类型。挖掘机用于开挖沟渠和安装管道，管道敷设设备用于铺设管道，信号灯安装设备用于道路信号系统的安装。这些设备确保了公路基础设施的完善建设，以满足道路使用的各种需求。

2 机械设备配置管理现状与问题

2.1 设备配置不合理

在当前的公路工程施工中，设备配置存在不合理的情况。这一问题主要表现在对于特定工程需求的机械设备选择和部署未能达到最佳匹配^[2]。这种不合理的设备配置可能会导致资源浪费：过多或不必要的设备配置会浪费人力、资金和空间资源。这不仅增加了项目的成本，还占用了宝贵的工地空间。效率降低：不合理的设备配置可能导致设备之间的冗余和闲置时间增加。这会减缓施工进度，延长项目工期。维护成本上升：需要维护和保养的设备数量增加，维护成本也相应增加。

2.2 设备利用率低

在公路工程施工中，设备利用率低是一个显著问题。这意味着机械设备并没有以最大效率运转，导致资源和投资未能得到充分利用。低设备利用率可能源自多个方面，包括工程进度计划的不合理、设备操作人员的技能不足、设备维护保养不当等。首先，不合理的工程进度计划可能导致设备闲置。设备可能在某些时段被用于高强度的工作，但在其他时段却处于闲置状态，这会浪费宝贵的资源。同时，工程进度计划不合理也可能导致设备之间的冲突，使得它们无法同时运行，从而进一步减少了利用率。其次，设备操作人员的技能水平和培训问题也可能导致设备利用率降低。如果操作人员不熟练或未经过适当培训，他们可能会导致设备操作不当、频繁故障和维修时间增加。这会使设备长时间停工，降低了利用率。此外，设备维护保养不当也是低设备利用率的原因之一。如果设备未经经常保养或维修，它们可能容易发生故障，导致停工和修复时间的增加。这不仅增加了维修成本，还降低了设备的可用性和利用率。

2.3 维修保养管理不到位

在公路工程施工中，维修保养管理不到位是一个严重的问题，对机械设备的性能和可靠性产生了负面影响。这一问题主要表现在缺乏系统性的维修保养计划和不及时的维修措施。首先，缺乏系统性的维修保养计划使得设备容易出现故障。没有定期的维护计划和检查程序，机械设备可能不会得到及时的维修和保养，从而增加了设备的故障风险。这可能导致设备在关键时刻停工，延误施工进度。其次，不及时的维修措施会导致故障恶化。在一些情况下，即使设备出现了明显的问题，但由于缺乏及时的维修响应，问题可能会逐渐恶化，最终导致设备需要更长时间的停工

和更昂贵的维修。这会增加项目的维修成本和工程时间。此外，不合格的维修工作可能会损害设备的性能和寿命。如果维修人员没有受过专业培训或使用了低质量的零部件，维修可能无法恢复设备的原始性能。这可能导致设备在运行中出现故障，影响施工质量和安全。

2.4 信息化管理水平不高

在当前的公路工程施工中，信息化管理水平的不足是一个显著问题。这一问题表现在项目管理和设备监控过程中的信息化程度不高，通常依赖于传统的纸质文档和手工记录。首先，不足的信息化管理会导致数据收集和分析的低效率。因为信息通常以纸质形式存储，数据的获取和处理需要更多的时间和人力。这使得项目管理人员难以实时获得设备的状态和性能数据，从而无法做出及时的决策。其次，信息化管理不足可能导致数据的不准确性和丢失。手工记录容易出现错误和遗漏，这可能导致对设备状态和维护历史的不准确理解。此外，纸质文档容易受到破损、丢失或损坏，进一步增加了数据的风险。此外，信息化管理不足也限制了远程监控和设备故障预测的能力。现代信息技术可以帮助监测设备的运行状况，及时识别潜在故障并采取措施，但在信息化管理水平不高的情况下，这些先进的监控和预测功能无法发挥作用。

2.5 人员培训与素质问题

在公路工程施工中，人员培训与素质问题是一个引起担忧的方面。这一问题主要表现在设备操作人员和维护人员可能缺乏必要的培训和专业素质，对施工项目的顺利进行构成了潜在威胁。首先，设备操作人员的培训不足可能导致不当的设备操作。在一些情况下，操作员可能没有接受适当的培训，因此不了解设备的最佳操作方法。这可能导致设备的不当使用，增加了设备故障和事故的风险，从而威胁了工程的安全性和质量。其次，维护人员的技能水平不够可能导致设备维修问题。如果维护人员没有受过专业培训，他们可能无法识别设备的问题或无法有效地进行维修。这可能导致设备的频繁故障和维修时间的延长，从而影响了工程进度和成本。此外，不足的安全培训和意识也可能导致安全问题。工程施工现场存在各种危险，如果工作人员没有受过足够的安全培训或没有足够的安全意识，可能会增加事故发生风险，对工程的安全性产生威胁。

2.6 环保与安全问题

在公路工程施工中，环保和安全问题引起了广泛关注。这一问题主要表现在施工现场的环境保护和安全管理方面存在挑战。首先，施工现场可能存在环境污染和生态破坏问题。机械设备的使用、燃油排放、废弃物处理和土地开发可能对周边环境产生负面影响。例如，不当的废物处理可能导致土壤和水源的污染，而大规模的土地开发可能破坏当地生态系统。其次，安全问题是公路工程施工中的重要关切^[3]。施工现场通常涉及大型机械设备、高架结构和高风险工作，如果安全管理不到位，可能会导致事故和伤害。此外，施工现场可能存在火灾、化学品泄漏和事故风险。如

果没有适当的安全预防和应急计划,这些风险可能导致严重事故,危及工程人员和周边社区的生命和财产安全。

2.7 配件供应不及时

在公路工程施工中,面临着配件供应不及时的问题。这一问题主要表现在设备维修和更换零部件所需的配件无法及时获得。这可能会对施工进度和设备的可用性产生负面影响。首先,不及时的配件供应可能导致设备停工时间增加。当设备需要维修或更换零部件时,如果配件不能迅速供应,设备可能长时间处于停工状态。这会导致工程进度的延误,增加了项目的成本。其次,配件供应不及时还可能导致设备维修成本的上升。如果设备需要停工等待配件,项目可能需要支付额外的维修成本,例如维修人员的工资、设备租赁费用等。这会增加项目的预算压力。此外,长时间的设备停工也可能导致施工人员的不安和不满。停工时间的增加可能会影响工程团队的士气和施工效率,从而影响工程的质量和进度。

3 公路工程施工中机械配置管理优化策略

3.1 合理配置设备

合理配置机械设备对于公路工程的成功进行至关重要。通过充分了解工程的性质和要求,选择适当类型和数量的设备,并合理安排它们的工作时间和空间布局,可以最大化资源的利用。这不仅有助于降低成本,还提高了施工效率,确保了工程的顺利进行。合理配置设备还有助于减少不必要的停工和维修时间,有助于提高工程的质量和进度。

3.2 提高设备利用率

提高设备利用率是优化公路工程施工的关键因素之一。通过制定有效的工程进度计划,合理安排设备的使用时间,减少设备的闲置和空转时间,可以最大限度地提高设备的利用率。此外,实施设备共享和协同作业也有助于充分利用设备资源,降低成本,提高工程的效率。有效的设备管理和调度是实现这一目标的关键。

3.3 加强设备维修保养管理

设备的维修保养管理是确保设备长期稳定运行的关键。建立定期的维护计划,培训维修人员,采用预防性维护方法,可以减少设备的故障和停工时间。定期的检查和维护有助于提高设备的可用性,延长设备的使用寿命,并降低维修成本。这一管理措施是保障工程进度和质量的关键因素。

3.4 提升信息化管理水平

信息化管理在公路工程施工中发挥着越来越重要的作用。采用现代的信息技术和管理系统,建立数字化设备档案,实施实时监控和远程维护,可以提高项目管理的效率。这使得项目管理人员能够实时跟踪设备的状态和性能,做出及时的决策,提高工程的管理水平。信息化管理还有助于减少手工记录和数据处理的工作,提高了管理的精确性和可靠性。

3.5 加强人员培训与素质提升

人员培训和素质提升对于设备操作和维护的成功非常重要。为设备操作人员和维修人员提供充分的培训,包

括设备操作技能、安全培训和环保意识等方面,可以降低事故风险,提高工程的安全性和质量。提高工程人员的素质和技能水平还有助于减少设备操作错误,提高工程的效率,确保工程的进度和质量。

3.6 注重环保与安全问题

在公路工程施工中,环保和安全问题必须得到高度关注。建立环保和安全标准,执行排放控制和废物处理措施,确保设备运行和施工过程符合法规要求,是保障工程的可持续发展和社会责任的重要举措。注重环保和安全问题有助于降低环境污染风险,减少事故发生的可能性,确保工程的社会责任和可持续性。

3.7 建立与完善设备配置管理制度

建立健全的设备配置管理制度对于公路工程的成功至关重要。这一制度包括设备采购、调度、维修、报废等方面的详细规定和操作流程。通过建立这样的管理制度,可以确保设备配置的合理性和透明性,减少资源浪费和不当操作的风险。制度还明确了管理政策和程序,确保设备配置的合理性和符合工程需求,从而提高了施工效率和质量。

3.8 加强设备配置管理与施工过程的协同

设备配置管理需要与施工过程紧密协调。确保设备的及时调配和维修,以适应工程进度的变化,是实现高效施工的关键。与项目管理团队密切合作,确保设备配置与施工需求相匹配,是一个重要的管理措施。协同作业有助于确保设备在工程各个阶段的有效使用,避免了不必要的停工和资源浪费。此外,协同管理还有助于及时应对突发状况和问题,提高了施工过程的灵活性和适应性。通过加强设备配置管理与施工过程的协同,可以确保项目按计划进行,提高工程质量、降低成本,并确保施工进度的顺利推进。

4 结语

机械配置管理在公路工程施工中扮演着至关重要的角色,它直接影响着工程的质量、成本和进度。不断追求创新和适应市场和技术的变化也是取得成功的关键因素。通过实施这些策略,我们可以期待更高效、更经济、更安全、更环保的公路工程施工,为社会提供更好的交通基础设施,促进经济发展和人民生活质量的提高。设备配置管理的不断改进将为未来的公路工程建设带来更多的机遇和挑战,我们有信心克服各种困难,取得更大的成功。

[参考文献]

- [1]王飞超.公路工程施工中机械配置管理优化策略[J].中国高新科技,2022(20):79-81.
- [2]李浩然.高速公路沥青路面施工机械的选型配置[J].交通世界,2023(11):184-186.
- [3]吴强明.做好公路工程机械管理与养护工作研究[J].运输经理世界,2021(29):130-132.

作者简介:宁海军(1988.10—),男,武汉理工大学,本科,机械设计制造及其自动化,甘肃顺达路桥建设有限公司,设备材料负责人,中级工程师。

新形势下水利施工企业安全生产管理解析

贾正堂

新疆鸿源润泽建设工程有限公司, 新疆 伊犁 835200

[摘要] 水利施工企业在推动国家基础设施建设中扮演着重要角色, 然而, 在快速发展的同时, 安全生产问题也随之而来。近年来, 由于施工过程中的安全隐患和管理不善, 发生了一系列严重的安全事故, 给人员生命财产安全造成了威胁, 也严重影响了水利工程的进展。文章探讨新形势下水利施工企业安全生产管理的有效策略和方法, 以期为提高水利施工企业的安全管理水平提供参考和建议。

[关键词] 水利施工企业; 安全生产; 安全生产管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10691

中图分类号: TV513

文献标识码: A

Analysis of Safety Production Management in Water Conservancy Construction Enterprises under the New Situation

JIA Zhengtang

Xinjiang Hongyuan Runze Construction Engineering Co., Ltd., Yili, Xinjiang, 835200, China

Abstract: Water conservancy construction enterprises play an important role in promoting national infrastructure construction. However, with rapid development, safety production issues have also emerged. In recent years, due to safety hazards and poor management during the construction process, a series of serious safety accidents have occurred, posing a threat to the safety of personnel and property, and seriously affecting the progress of water conservancy projects. The article explores effective strategies and methods for safety production management in water conservancy construction enterprises under the new situation, in order to provide reference and suggestions for improving the safety management level of water conservancy construction enterprises.

Keywords: water conservancy construction enterprises; safety production; safety production management

引言

随着科技的迅猛进步和社会需求的不断增加, 水利施工项目变得日益复杂, 涉及到多领域的高新技术和复杂管理问题。在这种背景下, 水利施工企业的安全管理面临着前所未有的新挑战。必须认识到, 传统的管理模式和技术手段已经无法满足新形势下安全管理的需要。因此, 深入研究水利施工企业安全生产管理的现状和问题, 不仅有助于总结宝贵的经验教训, 更能为未来的安全管理提供科学的指导和创新的方法。

1 安全生产的目的

安全生产是任何企业和组织都必须高度重视的核心任务。其主要目的在于保障员工的生命安全和身体健康, 确保生产过程中不发生人身伤害和财产损失。在水利施工企业中, 安全生产的目的具体体现为: 第一, 保护员工的生命安全。水利施工涉及到高空作业、水下作业、机械设备操作等高风险环境, 如果不严格遵守安全操作规程, 就可能导致坠落、淹溺、机械伤害等重大事故, 威胁员工的生命安全。第二, 确保施工质量和进度。安全生产不仅仅关乎员工个体的安全, 也直接影响到工程质量和进度。事故的发生会导致施工中断、设备损坏, 甚至影响到整个工程的质量, 造成不可挽回的损失^[1]。第三, 维护企业的声誉和社会形象。发生安全事故会引起社会广泛关注, 严重

时会影响到企业的声誉和形象, 甚至导致企业的倒闭。因此, 安全生产的目的不仅仅是企业内部的问题, 也是企业对员工、对客户、对社会的责任担当。通过建立健全的安全管理体系, 不断加强员工的安全意识和技能培训, 水利施工企业能够更好地实现安全生产的目的, 确保员工的生命安全, 保障施工质量和进度, 维护企业的声誉和社会形象, 为企业的可持续发展奠定坚实基础。

2 安全生产对水利施工企业的影响

安全生产对水利施工企业具有深远影响, 不仅关系到员工的生命安全和身体健康, 还直接影响到企业的经济效益、声誉和社会责任形象。首先, 安全生产保障了员工的生命安全。水利施工通常在高空、水下、复杂地质条件下进行, 存在较高的安全风险。合理的安全生产措施和培训能够降低事故发生概率, 保障员工的生命安全, 维护员工的身体健康, 确保他们能够安心工作。其次, 安全生产保障了施工质量和进度。安全事故不仅可能造成人员伤亡, 还可能引发设备损坏、工程质量下降, 甚至导致整个工程的中断。因此, 健全的安全管理体系和标准操作规程是确保施工质量和进度的重要保障。第三, 安全生产维护了企业的声誉和社会形象。安全事故一旦发生, 不仅会引起相关部门的调查和处罚, 还会在社会上引起广泛关注, 影响企业的声誉。反之, 通过高标准的安全生产管理, 企业能

够树立良好的社会形象,提高公众对企业的信任度。最后,安全生产体现了企业的社会责任。水利施工企业作为基础设施建设的重要参与者,其安全生产不仅事关企业自身,也事关社会的稳定和发展。企业要承担社会责任,确保员工的安全,同时也要遵守法律法规,履行社会义务。

3 水利工程安全生产管理的重要性

水利工程安全生产管理的重要性不言而喻,它直接关系到施工现场的安全与稳定、员工的生命与健康、工程质量与进度,同时也牵涉到企业的声誉与社会责任。首先,水利工程通常涉及到复杂多变的地质、气象等自然环境,以及大型机械设备的操作,施工过程中存在诸多潜在风险。合理科学的安全生产管理可以有效识别、评估和应对这些风险,最大程度地降低事故发生的概率,确保施工现场的安全稳定。其次,水利工程的安全生产直接涉及到员工的生命安全和身体健康。在施工现场,员工可能面临高空作业、水下作业、机械设备操作等高风险环境,如果不严格遵守安全操作规程,就可能导致坠落、淹溺、机械伤害等严重事故。因此,科学的安全管理措施是保障员工生命安全的基本保障。此外,安全生产管理也直接关系到水利工程的质量和进度。安全事故的发生可能导致设备损坏、工程质量下降,甚至整个工程的中断,严重影响到工程的建设进度和质量^[2]。因此,通过健全的管理体系和培训措施,可以有效降低事故发生的概率,保障水利工程的顺利进行。最后,水利工程安全生产管理也是企业社会责任的体现。作为基础设施建设的主体,水利施工企业承担着维护社会安全、促进经济发展的使命。合格的安全生产管理不仅仅是企业的内部需求,更是履行社会责任、维护社会稳定的重要举措。

4 新形势下水利施工企业安全生产管理措施

4.1 加强安全生产管理工作的宣传力度

加强安全生产管理工作的宣传力度是水利施工企业确保安全的关键举措。通过广泛的宣传活动,包括培训、宣传册、会议、工地标语等,可以提高员工的安全意识和责任感。宣传活动应该涵盖各种潜在的安全风险和事故预防方法,以及应急处理措施。同时,宣传内容应该具体、生动、易于理解,能够引起员工的共鸣,增强他们的安全自觉性。在宣传中,可以结合实际案例,生动形象地展示事故带来的危害,以警示和震慑员工。定期的安全会议和培训课程也是宣传的有效途径,通过这些形式,员工可以学习到最新的安全知识和操作技能,形成正确的安全观念。

4.2 建立安全生产制度

建立科学健全的安全生产制度是水利施工企业确保安全的基础。这一制度应该包括安全管理的方方面面,如安全生产责任制度、安全操作规程、事故应急处理流程等。制度的建立需要参考国家和地方的相关法律法规,并根据企业实际情况进行定制。制度不仅需要明确各级人员的责

任和义务,还需要规定各类作业的安全操作规程,确保员工在施工中能够正确、安全地操作各种设备。建立制度后,需要进行全员培训,确保每个员工都了解并遵守制度,形成共识。制度的建立不是一次性的工作,而是一个持续不断完善和更新的过程,应该根据实际情况进行定期的评估和修订,确保其适应企业发展的需求。建立健全的安全生产制度,是确保水利施工企业持续稳定发展的重要保障。

4.3 成立全生产管理小组

在新形势下,成立全生产管理小组是水利施工企业加强安全管理的关键举措。该小组的组建应该精心选择负责安全管理的专业人士和有经验的员工,确保具备足够的安全管理知识和实践经验。小组的任务包括但不限于制定和改进安全管理方案、监督施工现场的安全操作、及时处理安全事故和隐患等。该小组应该与施工现场保持密切联系,了解实际情况,及时解决安全隐患,确保施工现场的安全稳定。同时,小组的成员应该定期组织安全培训,提高员工的安全意识和操作技能。通过小组的专业管理,能够更加及时、精准地应对各种安全挑战,保障水利施工企业的持续安全生产。

4.4 定期和不定期培训企业生产人员

水利施工企业应该定期和不定期地进行员工培训,以确保他们具备必要的安全知识和技能。定期培训可以包括常规的安全操作规程、急救知识、危险化学品安全使用等基础培训内容,这些培训可以定期进行,确保员工的基本安全素质。而不定期培训则根据实际情况选择性进行,例如在发生安全事故后进行事故原因分析与教训总结的培训,或者在引进新设备、新技术时进行相关操作培训。培训内容应该贴近实际工作,具有针对性,培训方式可以多样化,包括课堂培训、实地操作指导、模拟演练等形式。通过培训,员工将更好地理解和掌握安全规程,提高危机意识和自救能力。定期和不定期的培训活动将使员工保持高度警惕,及时掌握新的安全知识,为水利施工企业的安全生产提供强有力的保障。

4.5 加强安全监督和管理

加强安全监督和管理是水利施工企业确保安全生产的关键环节。企业应该设立专门的安全监管部门,负责制定安全监管计划和标准,定期对施工现场的安全情况进行监督和检查。监督内容应该包括现场作业人员的安全操作、安全设施的完好性、应急救援措施的有效性等方面。监督人员需要具备一定的安全管理知识,能够辨别和纠正安全隐患。同时,加强对特种设备、危险化学品等高风险作业的监管,确保其符合国家标准和安全操作规程。安全监督和管理需要与员工密切配合,鼓励员工积极参与监督过程,形成全员监督的态势。通过持续不断的监督,可以及时发现和纠正安全隐患,确保施工现场的安全稳定。

4.6 做好安全检查工作

安全检查工作是预防事故的有效手段。水利施工企业

应该建立健全的安全检查制度,明确检查的频率和内容。定期的安全检查应该覆盖施工现场的各个环节,包括人员、设备、材料等。检查人员需要具备专业的安全知识,能够判断现场是否存在安全隐患。检查内容应该包括但不限于:工人是否穿戴符合标准的安全防护用具,机械设备是否正常运转,现场是否存在易燃易爆物品,应急救援设备是否齐全有效等。同时,不定期的安全检查也很重要,可以根据季节变化、施工进度等因素,选择性地进行检查。发现问题后,要及时制定整改措施,并追踪整改进展。安全检查工作需要由专人负责,确保检查的全面性和及时性。通过持续的安全检查,可以确保施工现场的安全,避免事故的发生。

4.7 严抓隐患的整改

严抓隐患的整改是水利施工企业保障安全生产的重要措施。一旦发现安全隐患,企业应该立即采取有效措施进行整改,确保隐患得到及时根除。首先,要详细分析隐患的原因,制定具体、可行的整改方案。整改方案应该明确责任人、整改措施、整改时限,并建立整改台账,跟踪整改进度。其次,要加大整改力度,确保整改措施得以切实执行。可以采取多种方式,包括停工整顿、设备更换、工艺改进等,确保隐患得到根本性解决^[3]。同时,要建立健全隐患排查和整改的长效机制,定期开展隐患排查,确保施工现场的持续安全。对于整改不力的部门或个人,要采取相应的处罚措施,形成严肃的整改氛围。通过严抓隐患的整改,水利施工企业可以不断提高安全管理水平,预防事故的发生。

4.8 建立完善的考评体系

建立完善的安全生产考评体系是水利施工企业持续推进安全管理的有效手段。考评体系应该包括多个方面的指标,如事故率、隐患整改率、员工安全培训率、安全设施使用情况等。这些指标应该具体明确、能够量化,可以客观地反映企业的安全管理水平。企业可以根据不同指标的重要性,进行加权,制定权重比例,形成综合评价体系。定期对企业的安全生产状况进行考核,及时发现问题,制定改进措施。同时,要鼓励员工参与评价,了解员工的安全感受和建议,使得考评体系更具全面性和客观性。对于安全管理优秀的部门和个人,可以给予奖励和荣誉称号,激发他们的安全管理积极性。建立完善的考评体系,有助于企业形成压力和激励并重的管理氛围,持续改进安全管理工作,确保水利施工企业的安全稳定发展。

4.9 建设水利科技制度创新平台

在新形势下,水利施工企业需要积极建设水利科技制

度创新平台,以推动安全生产管理水平的提升。该平台应该致力于引进和研发先进的科技设备、工艺和管理模式,以提高施工效率、降低事故风险。首先,企业可以加强与科研院校、科研机构的合作,共同开展科技研究和技术创新。通过科研合作,引入最新的科技成果,将科学技术与实际生产相结合,提高施工的科技含量和安全性。其次,建设水利科技制度创新平台应该鼓励内部员工的创新能力。可以设置科技创新奖励制度,鼓励员工提出创新性的安全管理方案,推动安全生产管理的不断创新。此外,企业还可以建立技术创新基地,用于研究和试验新技术、新材料,为企业的安全生产提供技术支持。在建设水利科技制度创新平台的过程中,企业需要加大对科技人才的引进和培养,提高员工的技术水平和创新意识。同时,要加强对科技项目的管理,确保科技投入的有效利用。该平台的建设不仅仅关乎企业内部的技术创新,更能够提高整个行业的技术水平,推动水利工程施工领域的技术进步和安全管理水平的不断提高。

5 结束语

水利施工企业需要持续强化安全管理意识,全员参与,确保安全管理工作常抓不懈。只有在安全生产得到充分保障的情况下,企业才能够持续稳定地发展,为社会经济的进步和水利工程的建设贡献力量。通过实施上述管理措施,水利施工企业将更好地适应新形势,确保安全生产,为行业的健康发展和社会的和谐进步作出积极贡献。在安全生产的道路上,每一个员工都应该牢记安全第一的原则,共同努力,共建安全、和谐、稳定的施工环境,为水利事业的繁荣发展贡献力量。只有通过众手共建的安全文化,水利施工企业才能在竞争激烈的市场中脱颖而出,实现可持续发展,为社会的繁荣做出更大的贡献。

【参考文献】

- [1]李国英.全面提升水利科技创新能力 引领推动新阶段水利高质量发展[J].中国水利,2022(10):1-3.
- [2]余以翩,曹雪峰.农村小型水利工程管理现状及措施[J].山东水利,2019(7):51-52.
- [3]丁毅强,丁浩.水利建设项目全过程管理背景下工程咨询企业的转型升级[J].水利建设与管理,2020,40(1):51-55.

作者简介:贾正堂(1993.7—),毕业院校:南昌工程学院,所学专业:水利水电工程,当前就职单位名称:新疆鸿源润泽建设工程有限公司。

建筑工程造价影响因素及标准化管理

韩振虎

中国建设银行新疆维吾尔自治区分行, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 建筑行业在我国经济中占据核心地位, 随着行业不断演变, 其管理改革成为必然趋势。特别是在工程项目管理中, 标准化的重要性日益凸显。工程造价管理是其中关键环节, 它直接影响到整体工程的经济效益。但在实际操作中, 由于各种影响因素的交织, 很容易导致施工成本的超出预算, 从而影响各方利益。针对这一问题, 如何在确保工程质量的同时, 有效控制和降低施工成本, 成为了业界的核心关注点。文章深入探讨这些影响建筑工程造价的因素, 并结合实际情况, 提出一系列标准化管理措施, 以期为行业提供具体操作建议, 确保工程造价管理的高效与准确。

[关键词] 建筑工程; 工程造价; 造价管理; 标准化

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10688

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Factors Affecting Construction Project Cost and Standardized Management

HAN Zhenhu

Xinjiang Branch of China Construction Bank, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: The construction industry occupies a core position in Chinese economy. With the continuous evolution of the industry, its management reform has become an inevitable trend. Especially in engineering project management, the importance of standardization is becoming increasingly prominent. Engineering cost management is a key link, which directly affects the overall economic benefits of the project. In practical operation, due to the interweaving of various influencing factors, it is easy to cause construction costs to exceed the budget, thereby affecting the interests of all parties. To address this issue, how to effectively control and reduce construction costs while ensuring engineering quality has become a core concern in the industry. The article delves into the factors that affect the cost of construction projects, and proposes a series of standardized management measures based on actual situations, in order to provide specific operational suggestions for the industry and ensure the efficiency and accuracy of engineering cost management.

Keywords: construction engineering; engineering cost; cost management; standardization

引言

在我国广阔的经济版图中, 建筑行业如同一颗璀璨的明珠, 持续为经济增长和社会发展提供着支撑和动力。然而, 随着我国经济的持续增长和建筑行业的日益繁荣, 工程项目管理的复杂性也在逐步加深, 尤其是在造价管理这一环节。造价不仅涉及资金的配置, 还关乎到项目的质量、时间和各方利益关系。如何更加科学、有效地控制和管理工程项目的造价, 确保在满足质量和时间要求的同时, 又能实现经济效益的最大化, 已经成为业内专家和决策者们关注的焦点。历史和实践已经证明, 标准化管理是提高工程效率、降低成本和保障项目成功的有效途径。然而, 由于受到各种内外部因素的影响, 标准化在造价管理中的实际应用还存在一定的困难和挑战。本文旨在深入剖析建筑工程造价的影响因素, 探讨在当前我国建筑行业环境下如何推进造价管理的标准化, 为建筑行业的持续健康发展提供策略建议。

1 建筑工程造价概述

建筑工程造价是对建筑工程从其初始的设计、规划阶段到最终的竣工验收过程中所涉及的全部费用的预估与管理, 包括但不限于材料的采购、人工费用、施工设备的

租赁或购置、项目管理与监理费用, 及其他可能发生的相关费用, 如安全保障和风险备用金等。这一造价的确定与管理是基于众多影响因素的, 如项目的规模、地理位置、设计复杂度、所使用的材料与技术, 以及市场中的供需关系等。在现代建筑工程中, 准确和有效地进行造价预估与控制, 对于确保项目的经济效益、满足投资方的预期回报, 以及为施工方提供合理的利润空间都至关重要。因此, 建筑工程造价不仅仅是一笔简单的开支预算, 它涉及的是一个全面、系统的经济评估和管理过程, 对于整个建筑行业的健康和稳定发展具有举足轻重的作用。

2 影响建筑工程造价的因素

2.1 设计因素

设计因素在决定建筑工程造价中扮演着核心的角色, 因为它是建筑项目从概念到实际建设的第一步, 深刻地影响着后续的所有步骤。从建筑的功能和规模, 决定了所需的基本材料和工作量, 到具体的材料选择, 直接关系到成本和工程的长期可维护性, 再到设计的复杂性和创新性, 这可能意味着需要更高技能的劳动力或特殊的施工方法, 每一个设计决策都与预算和最终的工程造价紧密相连。同时, 随着建筑行业越来越重视持续性和环境友好性, 绿色

和可持续的设计原则可能会导致初期成本增加,但可以带来长期的经济节约和环境效益。此外,设计中的工程细节和精度以及施工方法和技术的预设都会对施工成本产生深远的影响。总的来说,设计因素不仅塑造了建筑的外观和功能,还深刻地影响了建筑的总体造价,使得设计阶段的每一个决策都成为了确保项目经济效益的关键步骤。

2.2 施工因素

施工因素在建筑工程造价中起到了至关重要的作用,因为它直接涉及到工程的实际实施和资源的具体分配。首先,施工的方法和技术选择,例如是选择传统的施工方式还是采用更先进、自动化的施工技术,将直接影响工程的速度、效率和质量。然后,施工现场的管理和协调能力也是一个关键因素,因为它决定了人力、材料和设备如何被有效地利用^[1]。此外,工程地点的地理和气候条件,例如工地的偏远程度、土壤类型或经常的雨季,都可能对施工进度和成本产生影响。同时,意外情况和突发事件,如材料延迟、设备故障或工人罢工,都可能导致施工成本的增加。另外,施工期间的安全管理和事故预防措施不仅对工人的生命安全至关重要,还可能影响到项目的总体造价,因为任何事故或伤害都可能导致延误和额外的医疗和赔偿费用。总之,施工因素与建筑工程的造价之间有着错综复杂的关系,任何在施工过程中的决策和变故都可能对工程的总体经济效益产生深远的影响。

2.3 市场经济因素

市场经济因素在建筑工程造价中扮演了不可或缺的角色,尤其是在全球化和市场经济日益成熟的今天。首先,材料的供应和需求关系直接决定了材料的价格。例如,当某一关键材料供不应求时,其价格可能会飙升,从而影响整个工程的造价;反之,当市场上存在材料过剩时,价格可能会下降。其次,劳动力市场的状态,如工资水平、技能短缺或劳动力过剩,也会对造价产生影响。此外,金融市场的状况,如利率、融资成本和货币的汇率,也可能对跨国建筑项目的造价产生重大影响。更广泛地说,整体的经济环境,如经济增长、通货膨胀或衰退,都会间接地影响建筑工程的造价,因为它们可能会影响到投资意愿、消费者信心和政府政策。不仅如此,政府的税收和补贴政策、建筑法规和标准,以及与环境可持续性相关的政策,也都可能对造价产生影响。总的来说,市场经济因素与建筑工程造价之间存在着密切的联系,它们构成了一个复杂的互动体系,在其中任何微小的市场变动都可能导致建筑工程造价的波动。

2.4 环境和地理位置

环境和地理位置因素在建筑工程造价中持有关键的地位,因为它们深刻地影响了工程的实施条件和资源配置。首先,地理位置决定了材料和设备的运输成本。例如,在偏远地区或交通不便的地方进行建筑,可能会导致运输成

本大大增加。其次,地质条件,如土壤类型、地下水位和地震活跃度,都可能影响施工方法的选择和工程的稳定性,从而导致不同的造价。与此同时,环境因素,如气候和天气条件,也对施工进度和成本产生影响。例如,雨季可能会导致施工延迟,而寒冷气候可能需要特殊的施工设备和技术。此外,工程所在的生态环境也可能对造价产生影响,因为可能需要进行特殊的环境保护措施或补偿,以减少对当地生态系统的影响。总之,环境和地理位置不仅与工程的物理实施紧密相关,还与其经济和生态效益息息相关,因此在评估和管理建筑工程造价时,必须给予这些因素足够的重视。

2.5 法规与政策

法规与政策在决定建筑工程造价方面扮演了至关重要的角色,因为它们设定了施工和操作的框架条件和标准。首先,各种建筑规范和标准直接决定了所需的材料质量、施工方法和安全措施,这些都可能对工程造价产生显著影响。例如,严格的节能或隔震标准可能会增加初步的建筑费用,但可能在长远的运营和维护中产生经济效益。此外,政府的税务政策,如关于建筑材料的关税和税收,以及可能的补贴或激励措施,都会对造价产生直接影响。不仅如此,地方政府可能还有其自己的法规,如土地使用权、环境保护和社区参与,这些都可能对工程的总成本产生影响^[2]。还有,政府的劳工法和工资标准也会决定人工成本。总的来说,法规与政策不仅为建筑工程设定了基本的操作和质量标准,还为其提供了经济和政策背景。因此,对于投资者、设计师和承包商来说,了解并遵守相关的法规和政策,同时利用可能的经济激励措施,对于确保项目的经济效益和合规性都是至关重要的。

3 建筑工程造价的标准化

3.1 标准化管理的重要性

建筑工程造价的标准化关乎整个项目的经济效益、资源的最优化配置以及所有参与方的利益。标准化管理的重要性体现在它为整个建筑过程提供了一个清晰、统一的框架,确保在各个阶段都能够实现预期的效益和质量。通过标准化,我们可以减少不必要的浪费,预防潜在的错误,并确保项目在预算、时间和质量上的三重目标都能得到满足。此外,标准化管理也帮助增加了项目的透明度,使得投资者、承包商和其他利益相关者都能够清楚地了解项目的进展和成本情况。这不仅加强了各方之间的信任和合作,还为未来的决策提供了有价值的数据和经验。简而言之,标准化管理是确保建筑工程造价效益最大化、风险最小化的关键,它使得工程项目能够在复杂多变的现代建筑环境中稳步前进,实现其既定目标。

3.2 建筑工程造价的标准制定

建筑工程造价的标准化管理中,造价标准的制定是核心环节,因为它为整个建筑项目提供了明确的经济指引和

参考框架。造价标准的确立基于深入的市场调研、技术分析和历史数据,目的是确保项目的经济可行性,同时也为投资者、设计师和施工单位提供了一个共同遵循的标准。这些标准考虑了各种因素,如材料成本、劳动力费用、设备使用、技术难度、环境因素等,以确保工程预算的准确性和完整性。通过清晰、系统的造价标准,各参与方可以更加有效地进行决策、监控进度和管理风险,确保项目的成功完成。总之,建筑工程造价的标准制定不仅为整个工程提供了经济的导向,还促进了行业内的公平竞争,推动了建筑行业的健康和持续发展。

3.3 标准化流程与工具

建筑工程造价的标准化流程不仅涉及标准的制定,还密切相关标准化的流程与工具的应用,以确保全面、高效的造价管理实践。标准化流程确保了从项目启动到竣工的每个阶段都有明确的造价评估、审查和控制环节,而这些环节又都基于前沿的方法和最佳实践。这样的流程可以确保资源的最优配置、预算的精确性以及利益相关者的有效沟通。而在此过程中,专门设计的工具,如先进的造价管理软件、数据分析工具和云计算平台等,都为项目团队提供了强大的支持,使得造价数据的收集、分析和报告变得更为迅速和准确。这种结合了标准化流程和现代工具的管理方法不仅大大提高了建筑工程造价管理的效率,还为各个项目方提供了清晰的视角,确保项目的成功实施并最大化其经济效益。

4 建筑工程造价控制策略

4.1 优化设计与预算

建筑工程造价控制策略中,优化设计与预算是关键的手段,它旨在在项目的早期阶段就确保资源的高效利用和成本的最小化。优化设计意味着在满足功能和品质需求的前提下,寻找最经济、最可行的解决方案。这可能涉及到选择更经济的材料、简化结构、采用更高效的建筑方法或利用现代技术来降低长期的运营和维护成本^[3]。同时,一个详细、精确的预算在这一策略中也起到了关键作用。它不仅为项目团队提供了一个明确的经济框架,还为所有相关决策提供了基准,如何选择供应商、如何分配资源等。通过这种方式,优化设计与预算不仅确保了建筑工程的质量和功能,还确保了项目的经济效益,从而实现了真正的造价控制。

4.2 采购策略

在建筑工程造价控制策略中,采购策略占据了核心地位,因为它直接影响到材料、设备和服务的成本。采购策略的优化意味着通过精明的市场调查、合同谈判和供应链管理来确保获得最优质且成本效益的资源。这可能涉及到批量购买以获取折扣、选择本地供应商以减少运输成本或与可靠的供应商建立长期合作关系以确保供应稳定和价格合理。一个有效的采购策略也会考虑到未来的市场波动,

利用期货合同或固定价格合同来对抗不确定性。此外,通过采用电子采购系统和其他技术工具,项目团队可以更加有效地管理采购流程,从而实现更快的响应时间和更高的透明度。总的来说,采购策略是建筑工程造价控制的关键环节,通过它,项目不仅可以确保材料和服务的质量,还可以确保每一笔投资都得到了最大的价值回报。

4.3 施工管理与监控

施工管理与监控是建筑工程造价控制策略的重要组成部分,因为它直接涉及到资源的实际使用、项目进度的跟踪和成本的实时监控。有效的施工管理意味着在工程进行中对所有活动进行精细化的排期、分配和监督,确保工作按照预定的时间、预算和质量标准进行。而监控则涉及到持续的数据收集和分析,以确保项目进度与初步预算保持一致,并及时发现和纠正任何偏差。这可能需要采用高级的项目管理软件、传感器技术和实时数据分析工具^[4]。有效的施工管理与监控策略可以预防和减少浪费,减少不必要的延误,同时还可以确保项目的质量和安全性。总之,通过对施工活动的严格管理和持续监控,项目团队不仅可以确保按照计划完成工作,还可以确保建筑工程的总造价得到有效控制,从而为投资者和所有利益相关者创造最大价值。

4.4 风险管理与应对策略

在建筑工程造价控制策略中,风险管理与应对策略是至关重要的,因为每一个项目都可能面临众多不确定性和潜在挑战。有效的风险管理首先需要对所有可能的风险进行识别、评估和优先排序,从项目初期的设计变更、材料价格波动,到施工过程中的技术问题、环境变化或劳工纠纷。一旦风险被识别,团队必须为每一种情况制定具体的应对策略,无论是预防性的策略以避免风险的发生,还是应对性的策略以减轻已发生风险的影响。这也可能涉及到为某些高风险活动购买保险或建立专门的风险准备金。通过这样的系统性和前瞻性的风险管理,项目团队不仅能够减少不预期的造价增加,还能更好地为投资者和其他利益相关者创造稳定和可预测的回报。简而言之,风险管理与应对策略为建筑工程的造价控制提供了强大的支持,确保项目即使在面临挑战和不确定性时,仍然可以实现其经济目标。

5 结束语

建筑工程造价不仅是一个经济问题,更是一个复杂的系统工程,涉及到设计、施工、市场经济、环境、地理位置以及法规与政策等多种因素的综合影响。为确保项目的经济效益和投资回报,我们必须采取全面、细致的方法来管理和控制造价。而标准化管理作为这一过程的核心,为我们提供了一种高效、系统的方法,帮助我们应对各种挑战,实现目标。随着建筑行业的不断发展和变革,我们更应注重造价管理的创新和完善,以适应不断变化的市场和

技术环境。最后,希望每一个建筑工程项目都能在有效的造价管理和控制下,不仅实现其功能和质量目标,还能为投资者和社会创造最大的价值。

[参考文献]

- [1]段晓鹏. 建筑工程造价影响因素及标准化管理[J]. 大众标准化,2022(20):7-9.
- [2]刘乔惠. 建筑工程造价影响因素及标准化管理举措[J]. 大众标准化,2023(18):59-61.
- [3]谭丽丽,岳现瑞,祝煜. 建筑工程造价影响因素及标准化管理研究[J]. 品牌与标准化,2021(6):97-99.
- [4]付谦. 建筑工程造价影响因素及标准化管理研究[J]. 中国标准化,2022(22):190-192.

作者简介:韩振虎(1969.10—),毕业院校:云南大学,所学专业:会计学专业,当前就职单位:中国建设银行新疆维吾尔自治区分行造价咨询业务部,职务:高级造价咨询师,职称级别:工程师。

做好建筑工程造价预结算审核工作的研究

刘 兴

大连金普新区财政投资评审中心, 辽宁 大连 116100

[摘要]随着市场竞争的加剧和建筑项目规模的不断扩大, 建筑工程的预算与实际成本之间的偏差问题日益显著。因此, 建筑工程造价预结算的准确性和透明度成为业界关注的焦点。建筑工程预算的编制和审核涉及众多因素, 包括人工、材料、设备、管理费用等多个方面, 而这些因素的合理核算和审核, 直接决定了项目的经济效益和质量水平。文中探讨建筑工程造价预结算的审核方法与策略, 提供系统性、科学性的指导, 确保预算的准确性和经济合理性。

[关键词] 建筑工程造价; 建筑工程造价预结算; 预结算审核

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10685

中图分类号: TU723.31

文献标识码: A

Research on Doing a Good Job in the Pre-settlement Audit of Construction Engineering Costs

LIU Xing

Dalian Jinpu New Area Financial Investment Evaluation Center, Dalian, Liaoning, 116100, China

Abstract: With the intensification of market competition and the continuous expansion of construction project scale, the deviation between the budget and actual cost of construction projects is becoming increasingly significant. Therefore, the accuracy and transparency of construction project cost pre-settlement have become the focus of industry attention. The preparation and review of construction project budgets involve numerous factors, including labor, materials, equipment, management costs, and other aspects. The reasonable accounting and review of these factors directly determine the economic benefits and quality level of the project. The article explores the review methods and strategies for construction project cost pre-settlement, providing systematic and scientific guidance to ensure the accuracy and economic rationality of the budget.

Keywords: construction project cost; pre-settlement of construction project cost; pre-settlement review

引言

近年来, 建筑工程项目规模不断扩大, 涉及的利益相关者众多, 项目风险也随之增加。在这种背景下, 对建筑工程造价预结算进行科学、系统、准确的审核变得至关重要。同时, 建筑行业的竞争也日益激烈, 项目预算的准确性不仅关系到企业的盈利状况, 还关系到项目的可持续发展和企业的声誉。因此, 如何提高建筑工程造价预结算审核的水平, 确保项目的经济合理性和质量可控性, 是当前建筑行业亟待解决的问题。

1 审核工作的意义

审核工作在建筑工程预结算过程中扮演着至关重要的角色。首先, 它有助于确保建筑工程造价的准确性和合理性。通过对工程项目的预算进行细致入微的审查, 可以避免因为计算错误、漏项或者过高估算等问题导致的造价偏差。其次, 审核工作有助于发现和纠正工程项目中存在的潜在风险和问题。通过对各项费用、材料和人工等方面的审核, 可以及时发现可能导致造价增加的问题, 从而采取措施进行调整, 确保项目在预算范围内完成^[1]。此外, 建筑工程造价预结算审核也是对工程项目管理和预算编制过程的监督和评估, 有助于提高工程项目管理的水平 and 质量。最重要的是, 审核工作的严谨性和及时性直接影响到整个工程项目的顺利进行。因此, 加强建筑工程造价预

结算审核工作, 不仅有助于项目的经济效益, 也有助于提高工程项目的管理水平, 确保项目的顺利进行和圆满完成。

2 建筑工程造价预结算管理现状分析

随着科技的不断发展, 建筑工程预结算管理逐渐引入了信息化技术, 采用计算机辅助设计 (CAD) 和建筑信息模型 (BIM) 等先进技术, 使得项目的预算编制更加精确和高效。同时, 数据分析和大数据技术的应用也为造价预结算管理提供了更为准确的数据支持, 帮助项目管理者更好地了解项目的实际情况, 做出科学决策。建筑工程市场竞争激烈, 项目的预算编制不仅需要满足质量和安全的要求, 还需要在有限的预算范围内取得最大的经济效益。因此, 预结算管理需要在保证项目质量的前提下, 尽可能地降低成本, 提高项目的竞争力。这就要求预结算管理者具备更高的技术水平和综合素质, 能够熟练运用各种预算编制工具, 灵活运用各种造价管理手段, 以及具备市场分析和成本控制的能力。建筑工程项目的复杂性也在不断增加, 项目的规模庞大, 涉及到的专业领域多样, 需要协调各个专业, 确保各个环节的顺利进行。这就要求预结算管理者具备较强的组织协调能力和沟通能力, 能够与项目各方保持良好的沟通, 解决项目中出现的各种问题, 确保项目的正常推进。建筑工程造价预结算管理现状面临着技术、市场和组织等多方面的挑战, 但也在不断发展和完善中。通

过引入先进技术、提高管理水平、加强团队协作等措施, 预结算管理在应对挑战的同时, 也为项目的顺利实施提供了更好的保障。

3 建筑工程造价审核的主要方法

3.1 全面审核法

全面审核法是一种全面、系统地审查建筑工程造价预算的方法。在这种方法中, 审查人员会仔细审查预算中的每一个细节, 包括工程量清单、材料价格、人工费用、设备费用等各个方面。全面审核的目的是确保每个预算项目都得到适当的估算和分配, 以便项目在预算范围内顺利进行。在全面审核中, 审查人员需要具备广泛的知识 and 经验, 能够全面了解建筑工程的各个领域。这种方法的优势在于它可以发现各种类型的错误和问题, 确保预算的准确性和完整性。然而, 全面审核需要较长的时间和较高的成本, 因为需要逐项逐项地审查每一个细节。

3.2 重点审核法

重点审核法是一种有针对性的审查方法, 它侧重于项目预算中的关键部分或者容易出现问题的部分。在这种方法中, 审查人员会根据项目的特点和风险, 确定需要重点关注的内容。这可以包括预算中的高额费用项目、技术复杂度高的工程部分, 以及可能存在估算偏差的项目。通过集中资源和精力, 审查人员可以更加深入地分析和审查这些重点项目, 确保它们的准确性和合理性^[2]。相比于全面审核法, 重点审核法节省了时间和成本, 因为它更加集中于项目中最关键的方面。然而, 这种方法需要审查人员具备较强的分析和判断能力, 以便准确地确定需要重点审查的内容。

3.3 对比审核法

对比审核法是一种比较性的审查方法, 它通过将项目的预算与类似项目或者行业标准进行对比, 从而发现其中的差异和异常。这种方法的核心在于将项目的各项预算数据与同类项目的数据进行比较, 从而判断是否存在超出或者低于正常范围的项目。通过对比, 审查人员能够快速找出与标准相悖的项目, 引起他们的警觉, 进一步深入审查。对比审核法的优势在于它能够迅速发现与标准相悖的地方, 有助于快速定位问题, 并采取相应措施。然而, 对比审核法的有效性依赖于建立准确的对比标准, 否则可能产生误导性的结果。因此, 在应用这种方法时, 审查人员需要确保所采用的对比标准是可靠和准确的。

3.4 通病审核法

通病审核法是一种集中审查项目常见问题的方法, 通过总结历次项目预算审查的经验, 找出其中常见的错误和问题, 并将这些问题列为审查的重点内容。通病审核法的核心思想在于, 过去项目审查中发现的一些典型错误通常在新项目中也可能会出现, 因此, 将这些通病问题列为重点审查对象, 有助于及早发现和纠正类似错误。通过这种方法,

审查人员可以紧盯常见问题, 避免了重复性的错误, 提高了审查的效率和准确性。然而, 通病审核法的局限性在于它可能忽视了一些项目特殊性较强的问题, 因此, 在应用这种方法时, 审查人员需要根据具体项目的特点, 灵活运用通病清单, 确保审查的全面性和准确性。

4 提高建筑工程造价预结算审核工作水平的具体策略

4.1 全面审核工程资料

全面审核工程资料是建筑工程造价预结算中不可或缺的关键步骤。首先, 审查人员应该深入研究设计图纸。这不仅包括建筑的结构和布局, 还包括所有细节, 如尺寸、材料规格和施工方法。审查人员需要确保设计图纸准确反映了项目的实际需求, 避免因为设计误差而导致的预算失真。其次, 审查人员需要仔细核对工程量清单。这包括对每个项目的计量单位、数量和单价进行详细审查。审查人员必须确保清单中的每一项都得到了准确的计算, 并且与设计图纸相匹配。这有助于避免因为工程量计算错误而引发的成本偏差。同时, 审查人员还需要关注材料单和人工费用计算表。在这些文件中, 每个项目所使用的材料和人工费用都应该被清晰地列出。审查人员需要核实这些费用是否符合市场价位, 并且是否被正确地计算在预算之中。在整个审查过程中, 审查人员必须注意文档之间的一致性。即使是微小的数据差异也可能在最终预算中产生显著影响。因此, 确保所有文档之间的数据和信息是相互匹配的至关重要。只有通过全面而细致的审核, 才能够保障建筑工程造价预结算的准确性和可靠性, 为项目的顺利进行提供坚实保障。

4.2 注重工程量的核算

在建筑工程造价预结算审核中, 注重工程量的核算是确保预算准确性的关键步骤。首先, 审查人员应该仔细核对每一项工程量的计量单位和数量。这包括对建筑结构、装修、设备安装等各个方面的工程量进行详细核算。必须确保每一个数量都准确地反映了工程的实际需求, 避免因为数量估算不准确而导致的成本偏差。其次, 审查人员需要仔细核对工程量计算中使用的数据和公式。这包括对设计图纸、施工图纸等相关文档的详细审查, 确保计算所依据的数据和公式都是最新、最准确的。只有在这样的基础上进行核算, 才能够确保工程量的准确性。另外, 审查人员还需要关注工程量之间的关联性。在某些情况下, 不同工程量之间可能存在着相互关联的关系, 变动一个工程量可能会影响到其他工程量。因此, 审查人员需要仔细研究这些关联关系, 确保在调整某个工程量时, 不会对整体预算造成负面影响。最后, 审查人员需要综合考虑各项工程量的核算结果, 确保整体预算的合理性和完整性。只有在每个工程量都得到充分核算的基础上, 整体预算才能够反映工程的真实成本, 为项目的后续实施提供可靠的财务支持。

4.3 核对工程量清单综合报价

在建筑工程造价预结算审核中,核对工程量清单综合报价是确保项目预算准确性的关键步骤。首先,审查人员应该对工程量清单中的每一项项目进行仔细核对。这包括工程量的计量单位、数量、工程规格等信息。必须确保清单中的每个项目都得到了准确的计算和列入预算之中。任何一个细小的差错都可能导致整体预算的偏差,因此审查人员需要极其细致地进行核对。其次,审查人员需要将工程量清单中的各项数量与综合报价进行一一对应。这包括对人工、材料、机械设备等各方面的费用进行详细计算,确保每个工程量项目的报价都与清单中的数量相符。通过这种对比,可以避免因为数量与报价不符而引发的成本差异,确保项目的财务准确性。另外,审查人员还需要关注工程量计算中可能存在的误差或者遗漏。有时候,某些工程量可能因为特殊情况被忽视,或者在计算时出现了错误^[3]。因此,审查人员需要仔细审阅每个工程量项目,确保没有遗漏和错误的发生。最后,审查人员需要综合考虑各项工程量的细节,确保清单中的所有项目都在综合报价中得到了合理的体现。这种综合性的审查能够确保项目的各个方面都得到了充分的考虑,从而避免因某个方面的疏忽而引发的问题。

4.4 加强项目单价的审核

在建筑工程造价预结算审核中,加强对项目单价的审查至关重要。项目单价涉及到人工、材料、机械设备等方面的费用,直接关系到预算的准确性和项目的经济性。首先,审查人员应仔细核对人工单价。这包括各类工人的工资、工时计算、加班费用等。必须确保人工单价符合当地最低工资标准,同时与市场行情保持一致,以避免不合理的人工费用浮动。这不仅有助于保障工人权益,也有助于项目的合法合规施工。其次,材料单价的准确性是审查的重点。审查人员需要核实各种建筑材料的采购价格、运输成本和税费等因素,以确保材料单价反映了实际市场价格。合理的材料单价审查能够避免因材料价格波动导致的成本风险,确保项目的经济性和稳定性。机械设备单价也是关键审核对象。审查人员需要核对设备租赁费用、维护费用,以及可能的运输和安装费用,以确保机械设备单价在市场行情中具有合理性。这有助于避免在施工阶段因机械设备价格问题引发的争议,确保项目的顺利进行。最后,特殊工程项目的单价审查至关重要。对于需要特殊施工技术或面临高风险的工程部分,审查人员必须确保相应单价

充分考虑到了这些特殊要求和风险因素。特殊工程项目的准确单价有助于提前预防潜在问题,确保项目的高质量完成。总之,加强项目单价的审查需要审查人员具备全面的行业知识和市场洞察力。只有在审查过程中确保各项单价的准确性和合理性,才能为项目的顺利实施提供坚实的财务支持,避免后期的成本风险。

4.5 全面考虑其他费用的审核

在建筑工程造价预结算审核中,审查其他费用是保障项目经济可行性和准确结算的关键一环。其中,管理费用是确保项目管理顺利进行的基础,包括项目管理人员的薪酬、办公开支和差旅费用等。审查人员需要核实这些费用是否合理,既不能过高增加项目负担,也不能过低影响项目管理质量。利润作为承包商的回报,需要审查其计算是否符合市场行情和项目的实际需求,确保利润率合理。另外,税金作为项目相关的法定费用,包括增值税、所得税等,审查人员需要核对其计算公式,避免未来发生税务纠纷。审查人员还应该关注税金在项目总造价中的比例,确保公平分摊税金,避免对项目盈利能力造成不必要的压力。全面考虑这些其他费用的审核,需要审查人员具备税务法规的了解、市场行情的熟悉,以及项目管理的经验,确保这些费用的准确性和合理性,从而保障项目的经济效益和顺利完成。

5 结语

在建筑工程造价预结算审核中,全面核对工程资料、注重工程量核算、加强项目单价审查以及考虑其他费用,是确保预算准确性和项目经济可行性的关键步骤。建筑工程造价预结算的审核工作是一个严谨细致的过程,需要审查人员具备高度的责任心和专业素养。只有通过不懈努力,确保每个环节都达到最高标准,我们才能为建筑工程的成功实施提供坚实的财务和经济支持,确保项目的质量、进度和预算的三重平衡,实现预期的项目目标。

[参考文献]

- [1]林珊.做好建筑工程造价预结算审核工作的探讨[J].居业,2023(9):113-115.
 - [2]张妍.建筑工程造价预结算审核工作探究[J].散装水泥,2022(5):17-19.
 - [3]许琼.建筑工程造价预结算审核工作要点[J].工程机械与维修,2023(2):219-221.
- 作者简介:刘兴(1983.4—),男,大连理工大学,工程硕士,工程管理专业,大连金普新区财政投资评审中心,副主任,工程师。

论建筑工程施工技术及其现场施工管理

戴江民

浙江省一建建设集团有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要] 本篇文章旨在探讨建筑工程施工技术及其现场施工管理的重要性和应用。首先, 强调了优化建筑工程施工技术与现场施工管理的意义, 包括促进建筑行业的可持续发展、提高精细化水平以及支持建设单位的可持续增长。随后, 详细介绍了建筑工程施工技术的具体应用领域, 涵盖了地基工程、结构工程、外部装修和基础设施等方面。此外, 深入探讨了现场施工管理的各个方面, 包括管理团队组建、施工计划、质量管理、安全管理和环境保护。通过这些讨论, 为建筑领域的从业者和研究者提供有关施工技术与管理的深入见解, 以推动建筑行业的不断进步与创新。

[关键词] 建筑工程; 施工技术; 现场管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10682

中图分类号: TU-4

文献标识码: A

Discussion on Construction Technology and On-site Construction Management of Building Engineering

DAI Jiangmin

Zhejiang Provincial Yijian Construction Group Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: This article aims to explore the importance and application of construction technology and on-site construction management in building engineering. Firstly, it emphasizes the significance of optimizing construction technology and on-site construction management, including promoting sustainable development of the construction industry, improving refinement level, and supporting sustainable growth of construction units. Secondly, it provides a detailed introduction to the specific application areas of construction technology, covering foundation engineering, structural engineering, external decoration, and infrastructure. In addition, it delves into various aspects of on-site construction management, including management team formation, construction planning, quality management, safety management, and environmental protection. Through these discussions, it provides in-depth insights on construction technology and management for practitioners and researchers in the construction industry, in order to promote continuous progress and innovation in the construction industry.

Keywords: construction engineering; construction technology; on-site management

引言

建筑工程一直以来都扮演着推动社会发展和改善生活质量的关键角色。它不仅是城市和基础设施建设的支柱, 还是经济增长的引擎。在建筑工程领域, 施工技术及其现场管理是确保项目按计划完成、在预算内进行、并达到高质量标准的核心要素。随着时代的发展, 建筑工程领域面临着不断增长的挑战和机遇, 这使得施工技术和管理变得尤为重要。本文的目的是深入研究建筑工程施工技术及其现场施工管理, 探讨其在建筑行业中的关键作用和实际应用。为从业者、决策者和研究者提供有关如何改进建筑工程领域的实践, 从而促进行业的可持续增长和创新。

1 优化建筑工程施工技术与现场施工管理的意义

1.1 促进建筑行业的可持续进步

可持续性在今天的建筑行业中是一个日益重要的议题。建筑工程施工技术和现场管理的优化为行业的可持续进步提供了重要支持。通过采用先进的技术和管理方法, 我们能够减少资源浪费、能源消耗和环境负担, 从而降低碳足迹。此外, 建筑工程的可持续性还包括社会责任和经

济效益, 通过提供更多就业机会和改善建设单位的社会声誉。因此, 优化建筑工程施工技术与现场管理不仅有助于保护环境, 还有助于建立一个可持续的建筑行业, 为未来的世代提供更好的生活条件。

1.2 提高建筑行业的精细化水平

建筑工程的精细化是指更高效、更精确的施工方法, 以减少浪费、提高质量和加速工程完成。通过优化施工技术和现场管理, 我们可以实现精细化水平的提高。这包括精确的进度计划、资源分配和任务分工, 以确保工程按时交付, 同时最大程度地减少成本和资源浪费。精细化施工还涉及质量控制, 确保建筑项目达到高标准。通过精细化的施工, 建筑行业能够更有效地应对市场需求和客户期望, 提供更高效的解决方案, 提升行业竞争力。

1.3 支持建设单位的可持续增长

建设单位的可持续增长是建筑工程的核心目标之一。通过优化施工技术和现场管理, 我们可以为建设单位提供长期的投资回报。有效的施工管理可以确保项目按预算和计划进行, 从而降低不必要的成本。此外, 通过提供高质

量的建筑项目，建设单位能够增强其声誉，吸引更多的投资和客户^[1]。支持建设单位的可持续增长还包括协助其遵守法规和法律要求，降低潜在的风险。因此，施工技术和管理的优化是为建设单位提供可持续增长的关键要素。

2 建筑工程施工技术的具体应用

2.1 地基工程施工技术

地基工程施工技术是建筑工程的基础和关键部分。它涉及到土壤的处理和加固，以确保建筑物的稳定性和安全性。在地基工程中，有许多不同的技术和方法可供选择，根据土壤类型、建筑物类型和施工条件的不同而有所不同。一种常见的地基工程技术是桩基施工，它包括打桩、灌注桩和钻孔桩等方法。这些桩可以用来支撑建筑物，将荷载传递到更深的土壤层，从而增强地基的承载能力。此外，土壤改良技术也是地基工程的一部分，它包括土壤加固、土壤改良剂的使用和地下挖掘。这些方法可以改善土壤的力学性质，使其更适合承载建筑物的重量。在地基工程施工中，现代技术和工具的应用已经取得了显著的进展。例如，地基工程中的地质勘察和现场测试技术，如地质雷达和地下探测仪器，能够提供更准确的土壤信息，帮助工程师更好地规划和执行地基工程。此外，数字化施工技术和建模工具也在地基工程中得到广泛应用，有助于提高施工的精度和效率。

2.2 结构工程施工技术

结构工程施工技术在建筑工程中起着至关重要的作用，它涉及到建筑物的骨架和支撑结构，确保其强度、稳定性和耐久性。结构工程施工技术的选择和应用取决于建筑物的类型、用途和设计要求。一种常见的结构工程施工技术是混凝土施工。混凝土是一种多功能的建筑材料，广泛用于建筑物的基础、柱、梁、墙和地板等部位。混凝土施工包括搅拌、浇筑、振捣和养护等步骤，以确保混凝土结构的质量和强度。另一种常见的技术是钢结构施工，适用于大跨度建筑、高层建筑和桥梁等项目。钢结构通常需要在制造厂预制，并在现场进行安装和焊接。这种施工技术速度快，能够实现较大空间内的自由设计，同时具有出色的强度和稳定性。此外，木结构施工技术在住宅建筑中常常使用，木材具有较轻的重量和出色的隔热性能。这种施工技术通常涉及到木材的切割、组装和连接，以构建建筑物的结构。现代结构工程施工还包括先进的建模和分析工具，如建筑信息建模（BIM）和有限元分析，它们有助于工程师更好地理解结构行为、提前发现潜在问题，并进行更准确的设计和施工规划。

2.3 外部装修施工技术

外部装修施工技术是建筑工程中的重要组成部分，它对建筑物的外观、保护和功能起着关键作用。外部装修不仅影响建筑物的美观度，还能提供防水、隔热、保温和保护等功能。在外部装修过程中，需要考虑各种材料、技术

和设计因素。一种常见的外部装修材料是外墙涂料，它可以用于改变建筑物的颜色、纹理和表面质地，同时提供防水和耐候性。外墙涂料通常分为有机涂料、无机涂料和弹性涂料，每种都适用于不同的应用和气候条件。另一种重要的外部装修技术是外墙隔热系统，它有助于提高建筑物的能效^[2]。外墙隔热系统可以采用不同的绝缘材料，如聚苯板、岩棉板或玻璃棉板，以降低建筑物的热损失，减少采暖和冷却成本。外部装修还包括外墙砖瓦、幕墙系统、外墙石材和外墙玻璃等材料和技术。这些材料不仅提供保护，还可以用于创造独特的建筑外观和风格。最近，可持续外部装修技术和绿色材料在建筑行业中变得越来越重要。这些技术包括绿色屋顶、太阳能板、雨水收集系统等，它们有助于减少建筑物的环境影响，提高可持续性。

2.4 基础设施施工技术

基础设施施工技术在建筑工程领域扮演着至关重要的角色，它涉及到道路、桥梁、管道、水利工程和其他公共设施的建设。这些基础设施对社会的运转和人们的日常生活至关重要，因此其施工需要专业知识、严格的计划和高度的可靠性。一种常见的基础设施施工技术是道路和桥梁建设。这包括道路铺设、桥墩建设、路基和路面施工等。道路和桥梁的建设需要考虑地理条件、交通流量、土壤特性和气候因素，以确保其结构稳定性和耐久性。施工过程中还需要有效的质量控制和安全管理，以降低交通事故风险。另一种重要的基础设施施工技术涉及到水利工程，如水库、排水系统和供水设施。这些工程需要精确的土地勘测和水文测量，以确保水资源的可靠供应和防洪控制。水利工程的施工通常需要大规模的土木工程和水工建筑，以应对各种气候和地质挑战。基础设施施工也包括城市管道系统、电力设施和通讯网络的建设。这些项目通常需要地下施工和大规模的设备，以确保公共服务的连续性和可靠性。近年来，数字化技术和建模工具在基础设施施工中得到广泛应用，以提高项目的管理效率和可视化。这些工具包括地理信息系统（GIS）、建筑信息建模（BIM）和无人机技术，它们有助于工程师更好地规划、监控和维护基础设施。

3 现场施工管理

3.1 现场施工管理概述

现场施工管理是建筑工程项目中的关键环节，旨在确保项目的顺利进行，按计划完成，同时满足高质量、安全和环保的标准。这一领域的管理涵盖了广泛的活动，包括监督施工进度、资源管理、质量控制、安全管理和协调各种相关方之间的沟通。现场施工管理旨在最大程度地提高效率，减少不必要的延误和成本，确保项目的成功交付。这需要高效的规划和协调，以及专业的管理团队的支持。

3.2 施工管理团队组建与职责分工

为了有效地管理现场施工，需要建立一个合适的管理

团队,并明确他们的职责和分工。施工管理团队通常包括项目经理、工程师、监理人员、安全主管和质量控制专家。项目经理负责项目的总体计划和协调,工程师负责技术支持和问题解决,监理人员负责监督施工过程,安全主管负责确保施工安全,质量控制专家负责确保项目质量。每个团队成员的职责是关键,他们需要密切合作,以确保项目的各个方面都得到充分考虑和管理^[3]。项目经理需要确保项目按时交付、在预算内进行,工程师需要提供技术支持和解决技术问题,监理人员需要监督施工过程,安全主管需要确保施工现场的安全性,质量控制专家需要监督质量标准的达到。

3.3 施工计划和进度控制

施工计划和进度控制是现场施工管理的核心。施工计划是项目的时间表,明确了每个任务的开始和结束时间,以及资源的分配。进度控制是确保项目按照计划进行的过程,它包括监督施工进度、解决延误和调整计划。施工计划通常包括关键路径法(CPM)或项目评估和审查技术(PERT)等工具,以帮助项目经理和团队制定详细的时间表。通过监督施工进度,项目经理可以识别问题并采取措​​施来调整计划,以避免项目的延误。进度控制还包括资源管理,以确保材料、设备和劳动力按时供应。它还需要协调不同的施工活动,以避免冲突和延误。通过有效的施工计划和进度控制,现场施工管理可以提高效率,降低成本,确保项目的成功完成。

3.4 认真会审建筑工程施工图纸

认真审查和审核建筑工程施工图纸是现场施工管理中的一个至关重要的环节。施工图纸包含了建筑物的详细设计和规格,包括结构、电气、管道、机械等各方面的信息。在施工前,管理团队和工程师需要仔细审查这些图纸,以确保它们与项目的要求和规范相符。这包括检查尺寸、材料规格、构建方法和安全要求等。通过认真审查施工图纸,可以避免后期施工中的错误和延误,从而节省时间和成本。

3.5 施工质量管理

施工质量管理在建筑工程中具有关键性的地位,它涵盖了一系列活动,旨在确保项目达到高质量标准。高质量施工不仅能够确保建筑物的长期可靠性和安全性,还有助于降低后期维护和修复的成本。施工质量管理的关键目标是避免施工中的缺陷和缺陷,确保项目的成功完成。在施工质量管理中,首先需要明确质量标准和要求。这包括建筑物的设计规范、工程图纸和相关法规。工程师和管理团队需要确保所有施工细节都符合这些标准,并提前规划好质量控制程序^[4]。材料的选择和质量也是施工质量管理的一部分。使用高质量的材料是确保建筑物耐用性和性能的关键。因此,需要与供应商合作,确保材料的合格性和可追溯性。质量控制需要定期的检查和测试。这包括结构的测量、材料的检验、工艺的评估和施工进度的监督。检查

结果需要仔细记录,以便及时发现问题并采取纠正措施。施工质量管理还需要质量控制团队的专业知识和技能,他们需要了解施工过程中的潜在问题,并能够提出解决方案。定期的培训和继续教育也是确保质量控制团队保持更新的重要部分。

3.6 安全管理在现场施工中的应用

安全管理在现场施工中至关重要,旨在保障工人和工程师的生命安全。安全管理包括制定安全计划、培训工人、提供个人防护设备以及监督安全程序的执行。施工现场通常存在各种潜在的危险,如高处作业、重型机械操作、电气风险等。安全管理的目标是减少事故风险,预防伤害和损失。工程师、监理人员和安全主管需要密切合作,确保安全措施得到有效执行。

3.7 环境保护与可持续施工管理

环境保护和可持续施工管理是现代施工管理的重要组成部分。建筑工程通常会对环境产生影响,如土壤污染、水资源耗用和废弃物产生。可持续施工管理旨在最小化这些影响,采取措施如垃圾分类、能源节约和水资源管理^[5]。此外,可持续施工还包括绿色建筑设计、太阳能应用和雨水收集等方法,以降低项目的环境足迹。通过有效的环境保护和可持续施工管理,现场施工可以减少不良环境影响,实现社会责任,满足可持续发展的要求。

4 结语

建筑工程施工技术与现场施工管理是建筑领域中不可或缺的要素,直接影响着项目的质量、进度和可持续性。通过本文的探讨,我们强调了其在推动建筑行业的可持续进步、提高精细化水平以及支持建设单位的可持续增长方面的重要性。建筑工程施工技术与现场施工管理的成功应用将为我们创造更安全、更高质量、更具可持续性的建筑物提供坚实的基础。通过不断学习、创新和合作,我们可以共同努力,推动建筑行业不断进步,创造更加美好和可持续的未来。

【参考文献】

- [1]陈维平.有关建筑工程施工技术及其现场施工管理分析[J].散装水泥,2023(4):28-30.
 - [2]叶利庚.建筑工程施工技术及其现场施工管理措施[J].城市建设理论研究(电子版),2022(28):10-12.
 - [3]周超仁.建筑工程施工技术及其现场施工管理存在的问题及措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(26):46-48.
 - [4]张华军.有关建筑工程施工技术及其现场施工管理分析[J].居业,2022(8):163-165.
 - [5]李栋.建筑工程施工技术及其现场施工管理探析[J].科技创新与应用,2022,12(8):188-190.
- 作者简介:戴江民(1989.10—),男,江西机电职业技术学院,工程造价,浙江省一建建设集团有限公司。

建筑工程中造价管理存在的问题与对策建议

史蕊

长春市园林规划设计研究院有限公司, 吉林 长春 130000

[摘要] 建筑工程是社会经济发展的支柱之一,而在建筑工程的各个阶段,造价管理作为保障项目经济效益和控制成本的重要环节,直接关系到工程的质量、进度和可持续发展。然而,当前在建筑工程造价管理中仍然存在一系列问题,如缺乏完善的管理体系、市场意识薄弱以及监督力度不足等。基于此,文章从建筑工程造价管理工作重要性入手,对建筑工程中造价管理中存在的问题提出科学合理的策略,包括构建完善的管理机制、积极应对市场变化以及强化监督管理力度等,以此来提升工程造价管理水平,推动建筑工程项目的顺利进行。

[关键词] 建筑工程; 造价管理; 对策建议

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10681

中图分类号: TU723.3

文献标识码: A

Problems and Countermeasures in Cost Management in Construction Projects

SHI Rui

Changchun Landscape Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130000, China

Abstract: Construction engineering is one of the pillars of socio-economic development, and in various stages of construction engineering, cost management, as an important link to ensure project economic benefits and control costs, is directly related to the quality, progress, and sustainable development of the project. However, there are still a series of problems in the current cost management of construction projects, such as a lack of a sound management system, weak market awareness, and insufficient supervision. Based on this, the article starts with the importance of construction cost management and proposes scientific and reasonable strategies for the problems in cost management in construction projects, including building a sound management mechanism, actively responding to market changes, and strengthening supervision and management, in order to improve the level of construction cost management and promote the smooth progress of construction projects.

Keywords: construction engineering; cost management; suggestions for countermeasures construction engineering; cost management; suggestions for countermeasures

引言

建筑工程作为推动社会经济发展的支柱产业,其规模和复杂性不断增加,使得工程造价管理成为项目成功的决定性因素。在建筑工程的各个阶段,从规划设计到施工和交付使用,造价管理贯穿始终,直接关系到工程的经济效益、质量和可持续发展。然而,随着建筑行业的不断发展和全球经济的变化,建筑工程造价管理面临着新的挑战和机遇。因此,有必要深入研究建筑工程造价管理中存在的问题。基于以上背景,本文通过对建筑工程中缺乏完善管理体系、市场意识薄弱以及监督机制不足等问题的深入剖析,探索如何构建全过程的、科学合理的管理机制,应对市场变化,强化监督管理力度,注重引入先进的现代化管理技术,以期为建筑工程的可持续管理提供有力支持。

1 建筑工程造价管理的重要性

建筑工程造价管理是确保工程项目经济效益、合理控制成本的关键环节。在建筑工程的不同阶段,从规划设计到施工、验收和维护,都离不开科学合理的造价管理。科学合理、精细化的造价管理体系不仅能够提高建筑工程的

投资回报率,还能够确保工程的高质量和安全施工,同时为项目决策提供有力支持,使得整个建筑工程能够更好地适应不断变化的外部环境,取得更为可观的成果。

1.1 经济效益的最大化

建筑工程造价管理直接关系到项目的经济效益。通过合理的造价管理,可以最大限度地降低项目的总成本,提高投资回报率,在工程的规划和设计阶段,通过科学的成本估算和预算编制,可以合理规划项目的投资预期,为项目的顺利推进提供经济保障。同时,在施工和后期管理阶段,精细的造价管理可以避免因不合理的成本控制而导致的额外开支,确保项目在有限的资源下取得最大的经济效益^[1]。

1.2 质量和安全的保障

造价管理不仅仅是关于成本的控制,更是对工程质量和安全的全面保障。通过合理的造价管理,可以在项目的每个环节精确把握成本分布,确保足够的投资用于关键节点的施工和监管,从而保障工程质量。在质量保障的同时,科学的造价管理也可以为项目提供足够的安全预算,确保工程施工过程中的安全措施得以有效实施,最大程度地减少事故风险。

1.3 项目可行性和风险控制

在建筑工程的前期阶段,项目的可行性研究是至关重要的一步。造价管理在工程前期阶段发挥着决策支持的作用,通过对项目成本的准确评估,可以帮助项目方更好地了解项目的可行性和潜在风险。科学的造价管理能够对项目各个方面进行全面分析,评估可能出现的问题和挑战,为项目方提供决策参考,减少项目在后期阶段的不确定性,最大化地降低不确定性带来的不良影响。

2 工程造价管理工作中存在的问题

2.1 缺乏完善的工程造价管理体系

建筑工程造价管理在实践中常常面临着缺乏完善的工程造价管理体系,对建筑工程的经济效益、质量和安全等方面都带来了不可忽视的影响。首先,导致项目成本估算和预算编制的不准确。缺乏系统、科学的管理体系,容易出现工程各项费用的漏算或估算不足,从而导致项目在后期施工阶段面临资金短缺的问题;其次,导致项目的进度控制困难。没有科学的造价管理体系,项目方难以精确地了解工程进度所需的各个环节的资金支出,从而难以做到合理的进度控制,导致施工过程中的延误和额外成本的产生,进而影响整个项目的竣工时间和交付质量。最后,导致项目方在面对风险和变更时缺乏有效的决策支持^[2]。一个完善的造价管理体系应该能够对项目的各个方面进行全面的风险评估,提供科学的数据支持,帮助项目方制定有效的风险应对策略,缺乏这样的体系可能使得项目方在应对突发情况或变更时无法迅速做出准确的决策,从而增加了项目的不确定性。

2.2 工程造价管理市场意识薄弱

在建筑工程领域,工程造价管理市场意识薄弱是一个普遍存在的问题,会导致在市场变化、需求变迁和外部环境挑战下,造价管理工作无法灵活应对、不具备及时的市场反应能力。一是市场意识薄弱使得项目初期的预测和规划中难以准确考虑市场的波动和变化。由于缺乏对市场动态的深入了解和预见,预算和成本估算往往更多基于固定假设或常规标准,无法及时反映市场的实际情况,从而导致了工程成本的不准确评估;二是缺乏市场意识容易造成项目成本控制的困境。市场的价格波动、材料成本的变化以及劳动力成本的波动等因素都会直接影响到工程造价,然而,缺乏对市场变化的敏感性和应变能力,使得在项目施工过程中的成本控制显得较为被动和缺乏灵活性;三是影响了对新技术、新材料的合理应用和采用。随着科技的发展和创新不断涌现,新的建筑技术和材料应运而生,但缺乏市场意识会导致造价管理人员对于这些新技术、新材料的了解和应用不足,无法充分发挥其在成本控制和工程效率提升方面的潜力;四是会导致项目的竞争力下降。在竞争激烈的市场环境下,只有具备敏锐的市场洞察力和快速应对能力的造价管理团队才能在竞争中脱颖而出。然

而,市场意识薄弱会使得项目的定价策略、成本控制和效率提升都无法顺应市场的需求和变化,从而影响了项目的竞争优势^[3]。

2.3 工程造价监督力度不足

在建筑工程领域,工程造价监督力度不足会导致项目建设过程中的成本超支、质量问题、及时调整的不足等一系列风险,影响了工程项目的可持续发展。第一,监督力度不足可能导致项目成本超支。在建筑工程中,成本控制是项目成功的重要因素之一,而监督力度不足意味着对项目成本的监控不够细致,容易导致资金的浪费和超支。项目方在没有充分监督的情况下,可能无法及时发现和纠正成本控制方面的问题,进而影响整个工程的经济效益。第二,缺乏足够的监督可能导致工程质量问题。工程造价监督不仅仅关乎项目的经济效益,更关系到工程的质量和安全。监督力度不足可能使得施工方在质量控制上放松警惕,项目方对工程进展的了解不够深入,从而导致施工质量不达标,引发工程安全隐患,对最终交付的工程质量造成严重影响。第三,监督力度不足会影响对工程进度的有效管理。在建筑工程中,工程进度的把握对于项目的整体规划和协调至关重要。然而,缺乏足够的监督可能导致项目方无法及时了解施工进度真实情况,无法迅速应对可能出现的延期和问题,影响整个项目的按期交付。第四,监督力度不足可能导致对工程风险的缺乏预判和应对能力。建筑工程涉及多方利益相关者和不确定性因素,缺乏足够的监督可能导致项目方无法及时发现和评估潜在的风险,进而无法制定有效的风险应对策略,使得项目更容易受到外部环境的冲击和干扰。

3 建筑工程造价管理工作质量提升策略

3.1 构建完善的建筑工程造价管理机制

构建完善的建筑工程造价管理机制是确保项目经济效益和质量的关键。科学合理的管理机制能够在项目的各个阶段实现成本的准确控制,提高对质量、安全、进度等方面的监管和管理水平。首先,建立全过程的造价管理体系,需要在项目的规划、设计、施工、验收以及维护等各个阶段都有相应的造价管理手段,包括成本估算、预算编制、合同管理、支付管理等,形成一个全面、有序的管理网络。确保在整个项目生命周期内对成本的全面把控。其次,推动信息化建设,可以实现数据的集中管理和实时监控,提高信息的准确性和及时性。采用先进的建筑信息模型(BIM)技术,可以在设计阶段对工程造价进行全面的模拟和分析,为后续的造价管理提供科学依据。再次,需要有强有力的监督和审核机制。通过设立专门的监察部门或雇佣第三方专业机构,对项目的造价管理工作进行独立的监察和审核,以确保工程项目的造价管理不受利益冲突和人为干扰,提高管理的透明度和公正性;同时,建立内部审核制度,加强对造价管理人员的培训和考核,确保其

遵守职业道德和规范,提高管理的透明度和公正性。最后,注重风险管理和预警机制。在建筑工程中,风险是无法完全避免的,但可以通过建立有效的风险管理和预警机制来降低其对项目的不利影响,包括对可能的工程变更、延期、安全事故等风险进行全面评估,制定相应的风险应对策略,并建立灵活的应急预案^[4]。

3.2 积极应对造价管理市场变化

积极应对造价管理市场变化是建筑工程领域确保项目成功的关键策略。市场的不断变化涉及到材料价格、劳动力成本、技术创新等多个方面,对造价管理提出了更高的要求。第一,建立灵活的市场信息沟通机制。与供应商、承包商、相关产业协会等建立紧密的联系,能够及时获取最新的市场信息,并了解材料价格、劳动力成本、施工技术等方面的变化,使项目方能够做出及时调整,确保成本估算和预算编制的准确性,提高对市场波动的应变能力。第二,引入市场预警机制。通过监测市场的动态,及早发现潜在的风险和机遇,这需要敏锐的市场洞察力和预测能力,以便在市场变化的前期就采取相应的措施,降低项目的不确定性,并定期进行市场分析和趋势研究,为项目方提供决策的科学依据。第三,建立灵活的成本管理机制。考虑到市场的不确定性,项目方需要具备灵活的成本管理能力,包括定期的成本分析、风险评估和进度监控,通过动态调整成本估算,及时更新预算编制,更好地应对项目中的变更和不确定性,确保项目的经济效益。第四,加强与相关法规政策的沟通。市场变化往往受到政策法规的直接影响,因此,建筑工程项目方需要密切关注相关法规政策的变化。通过了解新政策对项目造价的影响,及时调整项目计划,确保项目的合规性和可持续性。第五,培养团队的适应能力。在不断变化的市场环境中,团队的适应能力至关重要。通过培训和教育,提高团队成员的专业素养和应变能力,使其能够更好地理解和应对市场变化,确保项目的成功实施。

3.3 强化监督管理力度

强化监督管理力度是确保建筑工程造价管理工作有效执行的重要策略。通过强化监督,可以提高项目的透明度、合规性和质量,减少管理漏洞和不当行为。一是建立专门的监管机构。设立独立的监管机构或雇佣第三方专业机构,负责对项目的造价管理工作进行定期和不定期的监察和审核,其机构应该具备专业的技术和严格的职业操守,确保其监管的公正性和客观性。二是制定明确的监管标准和程序。强化监督需要有清晰的监管标准和程序,明确监

管的内容、频次和方式,监管标准应该涵盖成本估算、预算编制、合同管理、支付管理等多个方面,确保对项目的全面监管。三是强调内部监督管理。在项目组织内部建立监督机制,通过设立内部审计或质量管理部门,对造价管理工作进行独立的内部审核,防范内部不当行为,确保项目内部管理的规范和透明。四是加强对关键节点的监督,特别是在涉及合同签订、支付审批等关键环节,监督力度应更为强化,以确保这些环节的合规性和透明度。对于与合同支付有关的事项,要建立审核机制,确保支付的合理性和合规性。五是建立违规行为的惩罚机制。对于违反造价管理规定的行为,建立相应的惩罚措施,包括罚款、停工、解雇等,通过建立严格的惩罚机制,能够有效地遏制不当行为的发生,提高项目管理的纪律性。六是,加强对监督人员的培训和提升。监督人员需要具备丰富的专业知识和敏锐的洞察力,能够及时发现问题并提出解决方案,通过培训和提升监督人员的技能,可以提高监督的有效性和专业水平^[5]。

4 结语

在建筑工程领域,构建完善的、适应市场变化的、具有动态管理特征的全过程造价管理机制以及强化监督管理力度,是确保项目成功实施的不可或缺的双重支柱。随着市场竞争的日益激烈和项目复杂性的增加,必须不断适应变化,运用创新的管理手段,提高管理的科学性和灵活性。只有通过不懈努力,不断改进管理机制,才能共同构建了一个可持续发展的管理体系,为项目的成功实施奠定了坚实的基础。

[参考文献]

- [1]卜嵩崧. 建筑工程中造价管理存在的问题与对策建议[J]. 建筑与预算,2023(9):23-25.
- [2]万子青,张强. 建筑工程全过程造价管理中存在的问题及对策[J]. 中国管理信息化,2023,26(14):19-21.
- [3]梅斐杰. 建筑工程造价管理存在的问题与对策[J]. 陶瓷,2023(1):161-163.
- [4]刘琳. 浅析建筑工程造价管理的问题和对策[J]. 中国建筑金属结构,2022(9):104-106.
- [5]赵霞,李爱超. 探究建筑工程造价管理存在的问题及对策[J]. 居业,2021(9):68.

作者简介:史蕊(1983.3—),毕业院校:吉林建筑工程学院,所学专业:土木工程建筑工程,当前就业单位名称:长春市园林规划设计研究院有限公司,职务:造价工程师,职称级别:副高级工程师。

公路与桥梁工程施工安全管理措施研究

李怀强

广西桂宝工程监理咨询有限公司, 广西 贵港 537100

[摘要]随着城市化进程的推进和基础设施建设的不断增加,公路与桥梁工程作为城市交通系统的重要组成部分,承载着人们日常出行和物流运输的重要任务。伴随着施工规模的扩大,施工现场的复杂性和安全风险也相应增加,深入研究和改进公路与桥梁工程的施工安全管理,对于确保城市交通运行的稳定和可持续发展具有重要意义。

[关键词]公路工程;公路与桥梁工程;施工安全管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10670

中图分类号: U44

文献标识码: A

Research on Safety Management Measures for Highway and Bridge Engineering Construction

LI Huaiqiang

Guangxi Guibao Engineering Supervision Consulting Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: With the advancement of urbanization and the continuous increase of infrastructure construction, highway and bridge engineering, as an important component of the urban transportation system, carries the important tasks of people's daily travel and logistics transportation. With the expansion of construction scale, the complexity and safety risks of construction sites have correspondingly increased. In depth research and improvement of construction safety management in highway and bridge engineering are of great significance for ensuring the stability and sustainable development of urban transportation operation.

Keywords: highway engineering; highway and bridge engineering; construction safety management

引言

在现代社会中公路与桥梁工程的建设日益成为城市发展和基础设施建设的关键组成部分。随着施工规模的不断扩大和工程复杂性的增加,施工安全管理面临着更为严峻的挑战。公路与桥梁工程的施工涉及众多风险因素,包括高风险作业、设备安全、培训不足以及交通管理等方面的问题。为确保施工过程的高效、有序进行,提升施工安全管理水平显得尤为迫切。

1 公路与桥梁工程施工过程开展安全管理的意义

在公路与桥梁工程施工过程中,开展安全管理具有至关重要的意义。施工现场往往涉及大量的人员、设备和物资,若缺乏有效的安全管理,容易发生事故和伤害,对工程进度和人员生命财产造成严重威胁。公路与桥梁工程通常处于开放的自然环境中,面临着复杂多变的气候、地质和地理条件,增加了施工的复杂性和风险性,通过科学合理的安全管理,能够及时应对突发状况,确保施工过程的平稳进行^[1]。此外,有效的安全管理不仅有助于降低事故发生的可能性,还能提高工人的安全意识和责任心,形成良好的安全文化氛围,为工程的顺利完成奠定坚实基础。因此,公路与桥梁工程施工过程中开展全面、科学的安全管理,不仅是对参与施工的人员生命安全的尊重,也是确保工程质量和进度的必要手段。

2 公路桥梁工程施工的特点

2.1 复杂性

公路与桥梁工程施工的复杂性主要表现在多方面因

素的综合影响。首先,施工过程涉及的工程规模庞大工作内容繁多,包括土建、结构、道路铺设等多个方面,使得工程具有复杂的组织和协调需求。其次,不同地理环境和地质条件对施工产生显著影响,可能涉及到山区、水域、城市等多种场所,对工程施工技术和资源调度提出更高要求。此外,公路与桥梁工程的建设通常需要面对自然界的不确定性因素,如气候变化、地质灾害等,这些因素都增加了施工的风险和难度。复杂性还体现在工程中的各个子系统相互关联、相互制约,一处失误可能对整个工程产生连锁影响,因此需要精准的计划和协同管理。

2.2 高度依赖技术

公路与桥梁工程施工的高度依赖技术主要表现在工艺和设备的先进性以及对先进技术的广泛应用。现代公路与桥梁工程的建设已经摆脱了传统的施工模式,更加注重科技创新和先进工艺的应用,从材料的研发到工程的设计和施工,各个环节都紧密依赖先进技术的支持提高工程质量、安全性和效率。在施工现场,各种先进的工程机械和设备成为工程推进的关键力量,例如先进的土建设备、桥梁施工机械以及智能化的测量与监控系统,都大幅度提升了施工的精度和速度,这种高度依赖技术的趋势还体现在信息化管理和数字化建模等方面,通过先进的信息技术,能够更好地进行工程的计划、监控和管理。

2.3 地理环境复杂

公路与桥梁工程施工面临的地理环境复杂性是一项重要的挑战,不同地区的地理条件差异巨大,工程可能涉

及平原、山地、河流等多样化的地貌，每一种地形都带来了独特的工程问题。首先，山区地形可能涉及悬崖陡壁、地质复杂等情况，需要采用特殊的施工技术和设备，增加了施工难度和风险。其次，河流穿越的区域可能面临水流的影响，需要特别注意防洪和水文效应，确保工程的稳定性。平原地带虽然地势相对较平，但也可能涉及软基处理和防渗等工程技术，增加了工程的复杂性。因此，在不同地理环境下需要根据具体情况调整施工计划、选择合适的工程技术，并灵活应对可能出现的地质、气象等自然因素的变化。地理环境的复杂性不仅考验了工程管理者智慧，也要求施工团队具备灵活应变和跨学科协同的能力，确保公路与桥梁工程在各种地理环境下能够安全、高效地完成。

3 安全管理存在的问题

3.1 高风险作业

在公路与桥梁工程施工中，存在高风险作业是一项严重的安全隐患，高风险作业可能涉及到悬崖边的挖掘、高空作业、爆破拆除等活动，特点是操作环境不稳定、操作难度大、一旦发生事故后果严重，这些作业通常需要工人在复杂、危险的环境中进行，而且可能受到自然因素、地质条件等多种不可控因素的影响。高风险作业的存在使得工程施工的安全性受到严峻考验，一旦发生事故可能导致人员伤亡和财产损失。因此，在进行公路与桥梁工程时，对高风险作业必须特别关注，采取有效的安全管理措施确保工人的人身安全，包括严格的作业许可制度、详细的作业计划、全面的风险评估和科学的紧急救援预案等，最大程度地降低高风险作业可能带来的危害。在实施这些措施的过程中，对操作人员的培训和监督也至关重要，确保他们具备足够的技能和意识，正确应对高风险作业中可能出现的各种突发状况。

3.2 设备安全

设备安全在公路与桥梁工程施工中是一个关键问题，施工现场通常涉及各类大型机械和设备，如挖掘机、起重机、混凝土搅拌机等，它们的正常运行与维护直接关系到工程的顺利进行和工人的安全。然而，存在一系列设备安全问题可能对施工过程带来潜在的危害。设备可能面临机械故障、电气故障、操作失误等风险，故障可能导致设备停工，不仅影响工程进度还可能造成人员伤亡或设备损坏。操作人员的技能水平和对设备的维护保养意识也直接影响设备的安全性，缺乏定期的检查和维护可能使设备处于潜在的故障状态，增加了事故的风险。因此，在公路与桥梁工程中，设备安全的管理至关重要。除了确保设备本身的质量和性能外，还需要建立健全的设备管理体系，包括定期的检查和维护计划、培训操作人员的技能提升、建立健全的事故报告和紧急救援预案等。

3.3 培训不足

培训不足是公路与桥梁工程施工中存在的一个严重

问题，施工现场涉及到各种复杂的工艺和设备操作，而缺乏足够的培训可能导致操作人员对工程的要求不明确，技能水平不足，从而增加事故发生的概率。不足的培训可能表现为操作人员对新技术、新设备的不熟悉，无法充分发挥其效能；对安全规程和应急处理程序的理解不深刻，缺乏正确的事故应对能力，不仅影响到工程的质量和进度，也可能对工人的安全造成潜在威胁。在工程施工中，培训不足问题需要引起重视，通过建立完善的培训计划和机制，确保操作人员具备足够的工程知识和技能，包括新员工的入职培训、定期的技能提升培训、紧急应急培训等，以保证施工现场的人员能够在复杂多变的工作环境中高效而安全地进行工作。

3.4 交通管理

交通管理在公路与桥梁工程中显得十分关键。施工现场需要合理管理交通确保车辆和行人的安全，同时不影响施工进度。施工可能占用或改变周边道路和交叉口，导致交通拥堵和道路狭窄，给行车和行人带来不便。施工区域内不同类型车辆的流动需要协调，如运输货车和搬运设备的车辆，而这可能增加交通事故的风险。缺乏有效的交通标识和引导可能导致车辆和行人在施工现场迷失方向，提高意外发生的可能性。因此，交通管理问题需要充分重视。科学合理的交通管理措施在施工过程中至关重要，包括规划施工区域、设置交通标志、引导交通流向、确保施工车辆符合标准等。通过科学有效的交通管理，可以降低交通事故风险，确保施工现场整体安全。

4 提高公路与桥梁工程施工安全管理水平的有效措施

4.1 制定并完善管理体系

在公路与桥梁工程施工中，制定并完善管理体系是确保工程高效、有序进行的重要一环。首先，管理体系的建立可能存在层级结构不清晰、职责划分不明确的情况，导致信息传递和决策执行不畅。其次，规章制度的不足可能导致工作指导不够明确，使得施工中出现混乱和误操作的风险^[2]。此外，考虑到公路与桥梁工程可能涉及多个合作单位，管理体系不完善可能影响协同合作的效率，导致信息沟通不畅。因此，制定并完善管理体系需要综合考虑工程的规模、复杂性和参与方的多样性。确保管理体系具有清晰的层级结构和明确的职责分工，以便信息能够迅速准确地传递，决策能够得到迅速有效的执行。规章制度的制定要详尽全面，为工程各阶段提供明确的指导减少可能的混乱和操作失误。在协同合作方面，建立良好的沟通机制和协作流程，确保各单位之间的信息传递和协同工作的高效性。

4.2 强化施工设备及原材料管理力度

强化施工设备及原材料管理力度在公路与桥梁工程中显得至关重要。首先，施工设备的管理可能存在不够严

密、维护不足的情况,导致设备在工作中出现故障或损坏,进而影响施工进度。其次,对原材料的管理可能面临供应链的不稳定,可能导致材料的质量不符合要求或者出现供应不足的情况。此外,可能存在一些管理程序和规章制度的不足,使得设备和原材料的采购、储存、使用等环节存在潜在的风险。因此,强化施工设备及原材料管理力度需要在多个方面入手,确保设备管理体系的严谨性,包括设备台账的建立、设备维护保养计划的制定和执行,保障设备的正常运行。对于原材料管理要建立稳定的供应链,确保材料的质量符合标准,同时要有储备计划防止供应中断对工程造成的影响。在管理程序方面要建立完善的采购、验收和使用流程,确保每一步都得到有效控制。

4.3 提高安全管理理念

提高安全管理理念在公路与桥梁工程中具有重要意义。然而,可能存在一些问题,施工现场可能存在部分人员对安全的认知不足缺乏足够的安全意识,从而导致在工作中容易忽视安全风险,安全管理理念可能在一些工程项目中应用不足,特别是在项目经济压力较大的情况下,可能存在牺牲安全以追求进度和成本节约的现象。此外,管理层对安全管理的投入和关注度可能不够,导致安全理念在整个施工团队中无法得到有效传导。因此,提高安全管理理念需要从多个层面入手,加强安全教育和培训,提高全体工作人员的安全意识和风险认知,通过定期的安全培训,使每位工作人员都清晰了解工作中可能存在的危险,并知晓相应的安全防范措施。在工程项目中明确安全管理的优先地位,确保安全理念贯穿于整个工程周期,需要在项目计划和预算中给予安全足够的重视,不以牺牲安全为代价追求其他目标。在管理层面,需要树立安全第一的理念,将安全作为工程成功的基础,以言传身教的方式推动全体团队形成共识。

4.4 定期检查和维护

定期检查和维护是确保公路与桥梁工程施工安全管理的关键环节。通过定期的检查和维护,能够及时发现和解决潜在的安全隐患保障工程的稳定进行。在实际操作中可能面临一些问题,例如检查和维护计划的制定可能不够合理,导致关键部位的漏检和疏漏。维护工作可能受到人力、物力等方面的限制,使得工程设施的维持和更新不够及时^[3]。为解决这些问题,首先需要建立科学合理的检查和计划,通过对工程各个阶段和部位的全面评估,确定关键的检查点和维护周期,确保每个环节都得到适当的关注。其次加强人员培训,提高维护人员的专业水平,确保能够识别和处理各类问题。此外,要充分利用先进的技术手段,如智能监测系统、远程监控等,提高检查和维

护的效率和准确性。在实施阶段,需要建立健全的维护档案,记录每一次检查和维护的情况,以便在未来的工作中能够更好地追溯和分析。同时,建立定期报告机制,及时向相关责任人和管理层通报工程的安全状况和维护需求。

4.5 动态安全管理水平

动态安全管理水平是指在公路与桥梁工程施工过程中,根据实际情况不断调整和优化安全管理措施,以适应施工环境的变化。在实践中可能存在一些问题,如缺乏灵活性,管理措施无法及时跟进施工现场的实际变化,导致潜在安全风险未能及时识别和应对。为提高动态安全管理水平,首先需要建立灵活的管理机制,包括建立快速响应机制,确保在出现安全问题或环境变化时能够迅速采取有效的措施,加强信息采集和分析,通过实时监测施工现场数据、安全报告以及员工的反馈,及时发现潜在的问题和隐患。此外,建立紧急应对预案,明确各种突发情况下的处置步骤,确保在紧急情况下能够迅速而有序地应对。在实施过程中,要鼓励员工提出改进建议,形成一个能够共同参与安全管理的氛围,与此同时定期组织安全例会和经验交流,总结先前的安全管理经验和教训,形成安全管理的动态调整机制。最后,建立良好的沟通渠道确保安全信息的流通和反馈顺畅,以提高整体安全管理水平。

5 结语

在公路与桥梁工程中施工安全管理至关重要,通过分析施工过程中存在的问题,我们发现高风险作业、设备安全、培训不足、交通管理等方面存在挑战。为提升施工安全管理水平需采取切实有效的措施,如制定完善管理体系、强化设备及材料管理、提高安全理念、动态管理等。这些综合、系统的措施有助于提高工程的施工安全水平确保有序进行,最大程度降低安全风险。施工安全不仅关乎项目成功,更关系从业者人身安全和公共利益。通过不断总结经验 and 持续改进,相信未来的施工安全管理水平将不断提升,为建设更安全、更可持续的交通基础设施贡献力量。

【参考文献】

- [1]袁建斌.公路桥梁工程施工常见问题及安全管理措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023(18):148-150.
- [2]杨继荣.公路工程施工安全管理措施分析[J].工程技术研究,2020,5(16):163-164.
- [3]甘在平.公路工程施工安全管理的现状及措施分析[J].科技创新导报,2016,13(36):146.

作者简介:李怀强(1983.3—),毕业院校:广西大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:广西桂宝工程监理咨询有限公司,职务:总监理工程师,职称级别:副高级。

地铁施工监测技术与安全风险管理的

荆鹏程 辛冬冬

北京环安工程检测有限责任公司, 北京 100000

[摘要]地铁施工作为一项庞大而复杂的工程,涉及地下结构、交通运输、城市规划等多个领域。在施工过程中地质条件的变化、周边环境的复杂性以及施工设备的使用等因素都可能引发潜在的安全风险。为了有效应对这些挑战,必须借助先进的监测技术对施工过程进行实时监测,并采取科学合理的安全风险管理措施。深入探讨地铁施工监测技术的意义、技术分析,以及相应的安全风险管理措施,为地铁工程的顺利进行提供技术和管理支持。

[关键词]地铁施工; 监测技术; 风险管理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10662

中图分类号: TU94

文献标识码: A

Subway Construction Monitoring Technology and Safety Risk Management

JING Pengcheng, XIN Dongdong

Beijing Huan'an Engineering Testing Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract: Subway construction, as a large and complex project, involves multiple fields such as underground structures, transportation, and urban planning. During the construction process, changes in geological conditions, complexity of the surrounding environment, and use of construction equipment may all lead to potential safety risks. In order to effectively address these challenges, it is necessary to utilize advanced monitoring technologies for real-time monitoring of the construction process and adopt scientific and reasonable safety risk management measures, deeply explore the significance and technical analysis of subway construction monitoring technology, as well as corresponding safety risk management measures, to provide technical and management support for the smooth progress of subway engineering.

Keywords: subway construction; monitoring technology; risk management

引言

随着城市交通需求的激增和城市化的迅猛发展,地铁作为高效便捷的交通方式在城市交通体系中扮演着关键角色。地铁工程的建设不仅关系到城市交通的畅通,更直接影响着市民的出行体验和城市的可持续发展。地铁施工所面临的环境复杂性和潜在风险要求我们采用先进的监测技术和科学的安全风险管理手段,确保施工过程安全、高效、质量可控。

1 地铁施工监测的意义

1.1 安全性保障

地铁施工监测的核心目标之一是确保安全性。由于地下工程施工环境的复杂性和封闭性,安全问题涉及的风险极高。因此,保障施工过程中的安全性至关重要。首先,结构稳定性监测是确保地铁施工安全性的基础,通过实时监测关键结构如支护结构、隧道墙壁等,能够及时发现并纠正可能导致事故的结构问题,保障地下空间的整体稳定性。其次,地下水位和沉降监测是安全性保障的重要环节,合理控制地下水位和及时监测沉降情况对防止土层松动、地基沉降等问题具有重要作用,进而保障地铁线路和相关设施的稳定性。全自动监测系统以及全球定位系统(GPS)的应用进一步提高了安全性保障水平,这些先进技术的应

用可以实现实时数据的采集和监测,为施工现场提供及时的反馈信息,使潜在安全隐患得以更早地被察觉和解决。在地铁施工中安全性保障不仅关系到工程的顺利推进,更关系到施工人员的生命安全和周边环境的稳定。因此,确保监测技术的准确性和可靠性,配合科学的安全风险管理措施,是地铁工程中的一项至关重要的任务。

1.2 质量控制

质量控制在地铁施工监测中起着至关重要的作用,直接关系到工程的可持续发展和运行安全。在地铁工程中,质量控制不仅包括材料和结构的合格性,还涉及施工过程中的各个环节。结构稳定性监测是质量控制的核心,通过实时监测关键结构如隧道结构、支护体系等的稳定性,能够及时发现并处理潜在问题,确保工程结构的坚固稳定^[1]。这种监测手段不仅有助于防范结构失稳的风险,还提高了工程的整体质量水平。地下水位和沉降监测是保障质量的重要手段,通过实时监测地下水位和沉降情况,及时掌握地下土层的变化,避免沉降不均匀引起的结构问题,从而提升整个工程的质量水平。全自动监测系统和全球定位系统(GPS)的应用为质量控制提供了先进的技术支持,这些系统实现了对施工现场各项数据的实时采集和监测,确保施工过程中的各个环节符合规定的质量标准,保证了地

铁工程的整体质量。

2 地铁施工监测技术分析

2.1 结构稳定性监测

结构稳定性监测在地铁施工中是至关重要的技术手段,旨在确保地下结构的牢固稳定,提高地铁线路和相关设施的安全性和持久性。这一监测领域主要侧重于对隧道、地下支护结构等关键部位进行实时、精准的评估。首先,隧道结构的稳定性监测是结构监测的核心之一,通过安装传感器,监测隧道壁面的变形和位移,可以迅速发现并纠正可能导致结构失稳的问题。这项监测工作不仅包括了施工过程中的结构变形,还涵盖了地铁投入运营后的运营期监测,确保地下结构在整个使用寿命内保持良好的稳定性。其次,支护结构如钢架、混凝土墙等在地铁施工中发挥着关键作用,稳定性直接关系到地下空间的整体安全。监测这些支护结构的变形、应力和变化趋势,有助于及时预警和处理可能的问题,确保支护结构在承受地下水压力和工程荷载的情况下保持牢固的状态。最后,全自动监测系统的引入为结构稳定性监测提供了更为高效和准确的手段。通过实时数据采集和自动化报警系统,可以快速响应结构异常,提高了监测的时效性和精确性,为工程的顺利推进提供了重要保障。

2.2 地下水位和沉降监测

地下水位和沉降监测在地铁施工中扮演着至关重要的角色,是确保地下工程稳定性和安全性的重要手段,实时追踪地下水位的变化和地表沉降情况,以及及时应对潜在的地质风险。首先,地下水位监测对于地铁隧道施工至关重要。通过安装水位监测仪器,可以实时记录地下水位的高低变化。这有助于及时发现并处理可能影响隧道施工的水文地质问题,防范地下水渗透引起的土层涌水等风险,确保隧道施工环境的相对干燥和安全。其次,沉降监测是为了防范地表沉降对周边建筑和基础设施的影响。通过布设沉降监测点,监测地铁工程施工对地表造成的沉降情况,可以及时发现并采取措施防止沉降引起的地面沉陷、建筑物结构变形等问题,确保周边环境的稳定性。全自动监测系统和全球定位系统(GPS)的应用也在地下水位和沉降监测中发挥着关键作用。这些系统能够实现实时数据的采集和传输,提高了监测的时效性和精确性。通过远程监控和自动报警系统,能够更迅速地响应地下水位和沉降的异常情况,为施工安全提供了及时的保障。

2.3 全自动监测系统

全自动监测系统是地铁施工监测中的一项关键技术,其引入为监测工作提供了高效、实时、精准的数据支持。这一系统通过整合先进的传感器、通信技术和数据处理算法,实现对施工现场各项参数的自动化采集和实时监测,极大地提高了监测的效率和精度。首先,全自动监测系统具有高度的自动化性,系统中的传感器能够实时感知施工

现场的变化,包括结构位移、地下水位、沉降等关键参数。相比传统的手动监测方法,全自动监测系统能够实现全天候、连续不间断的监测,减少了人力干预,提高了监测的全面性和时效性。其次,系统实现了远程监控和数据传输,通过网络连接监测数据可以实时传输到监测中心或相关管理部门,监测人员提供了便捷的数据获取途径,同时能够及时响应异常情况,确保监测结果的及时性和准确性。全自动监测系统的引入还大幅度提高了监测的精度。传感器采集的数据可以进行实时分析和处理,系统能够生成精确的监测报告,帮助监测人员更准确地评估工程的状况。这对于及时发现潜在问题、预防事故发生,提高了地铁施工的整体安全水平。

2.4 全球定位系统(GPS)应用

全球定位系统(GPS)在地铁施工中的应用为监测和管理提供了高效的定位手段,对提高工程质量和安全性发挥着重要作用。首先,GPS技术用于准确定位施工现场的地理坐标。通过在工程设备、车辆等关键位置安装GPS接收器,可以实时获取它们的地理位置信息。这样的实时定位功能不仅提供了对施工过程的全面监控,还有助于对工程进度进行实时跟踪,从而提高了工程的管理效率。其次,GPS在地下隧道导航中发挥了关键作用^[2]。在施工过程中特别是在复杂地质条件下,通过GPS技术可以实现对隧道掘进机等设备的精确定位。这不仅有助于减少施工误差,提高工程质量,还能够加速施工进度,降低施工风险。此外,GPS技术还广泛应用于车辆和物资的调度管理。通过实时监测车辆的位置,可以更精准地进行调度和路径规划,提高了物资运输的效率。同时,也为紧急情况的应对提供了更为迅速的反应手段,增强了施工现场的应急管理能力和应急响应速度。

3 地铁施工安全风险管控措施

3.1 管理机制的优化与完善

管理机制的优化与完善在地铁施工安全风险管控中至关重要。建立科学、合理的管理框架,明确责任和权限,形成一套科学的管理流程,提高管理效能和可操作性。引入先进的信息技术,建立信息化管理系统,实现实时监控和数据采集,为管理者提供全面的数据支持,提高管理的科学性和准确性。强化沟通和协同,建立定期的沟通机制和信息共享平台,促进信息互通,及时传递风险信息和应对措施,提高整个管理系统的协同作战能力。定期评估和调整管理机制,通过组织安全演练、召开安全会议,不断改进管理机制,使其更符合实际需求,保持灵活性和适应性。

3.2 安全隐患排查的执行

安全隐患排查的执行是地铁施工安全风险管控中一项至关重要的举措。通过系统、全面地进行安全隐患排查,能够及早发现潜在风险,有效遏制事故的发生,保障工程的安全进行。首先,安全隐患排查的执行需要建立科学的排查标准和方法。明确各种潜在危险源,制定详细的检查

细则,确保排查工作的全面性和系统性。这可以通过建立专业的安全检查团队,采用科学的检查方法,对施工现场的设备、人员、环境等进行全面而有序的检查。其次,排查工作需要强调全员参与。通过定期的安全教育培训,提高工作人员的安全意识,使其具备辨识潜在危险的能力。同时,鼓励施工现场的每个工作人员主动报告和反馈可能存在的安全隐患,形成全员参与、共同维护安全的氛围。此外,安全隐患排查的执行要注重数据的收集和分析。通过建立安全隐患数据库,记录和分析每次排查的结果,形成安全隐患的清单。这有助于对不同隐患的风险程度进行评估,有针对性地采取相应的整改措施,提高整改效率。最后,排查工作需要及时跟进整改。一旦发现安全隐患应迅速采取有效的整改措施,并在整改后进行复查确认。及时关闭隐患源,确保施工现场的整体安全水平。

3.3 安全教育的有效落实

安全教育的有效落实是地铁施工安全管理的关键环节,通过系统而实用的培训,提高工程人员的安全意识和操作技能,最大程度减少事故风险。建立全面的培训计划至关重要,包括入职培训、定期培训和紧急情况培训,确保每位施工人员都能够获得全面而及时的安全知识。培训计划应注重实用性,使工程人员能够在实际工作中运用所学知识。实操和演练是安全教育的关键环节,理论知识的传授应与实际操作相结合,通过模拟演练和实际操作培训,提高工程人员在真实环境中的安全操作能力。全员参与是确保安全教育有效的重要保障,不仅要对施工人员进行培训,还要涵盖管理人员和监理人员,形成全员共同参与的态势。这有助于形成全员一体的安全文化,共同为施工现场的安全贡献力量。最后,定期的效果评估是持续改进的动力。通过安排定期的测试和演练,对工程人员的安全水平进行检验,及时发现问题并进行纠正。评估结果能够为后续培训提供指导,确保安全教育一直保持高效和切实可行。

3.4 机械设备维护的良好实施

机械设备维护的良好实施是地铁施工安全风险管理的核心环节。合理、及时的设备维护不仅能确保施工过程的顺利进行,还能最大限度地降低设备故障导致的潜在安全风险。首先,建立科学的维护计划是保障机械设备良好运行的关键。通过对设备进行定期的检查、保养和维修,及时发现和解决潜在问题,防止设备在使用过程中出现故障。维护计划应涵盖设备的全寿命周期,确保每一部分都能得到充分的关注和保养。其次,培训专业的维护人员是设备维护的保障。为维护人员提供系统的培训,使其熟练掌握设备的结构、工作原理和常见故障处理方法。专业的维护团队能够迅速判断设备状态,准确有效地进行维护,降低因维护操作不当而引发的安全风险。此外,采用先进

的监测技术也是提高设备维护效率的手段。通过引入智能监测系统,实时监控设备运行状况,及时收集并分析数据,预测潜在故障并提前采取维护措施,从而降低由于设备故障而引发的风险。最后,建立完善的维护记录和报告机制是设备维护的关键。对每次维护进行详细记录,包括维护时间、内容、维护人员等信息^[3]。这不仅有助于了解设备的运行状况,还为进一步的预防性维护提供了有力的依据。

3.5 注重施工现场管理的重要性

注重施工现场管理在地铁施工中至关重要,良好的施工现场管理不仅提高工作效率,还直接关系到安全风险的控制和工程质量的保障。首先,严格遵守安全规程是施工现场管理的核心,执行严格的安全操作规程,包括个人防护、作业流程和应急预案,能有效减少事故发生。强调安全管理的培训确保每人了解和遵守规定。其次,科学合理的施工组织和布局至关重要,合理规划工地布局、划定安全区域,减少混乱和拥堵,提高工作效率的同时降低了安全事故的风险。定期的巡查和检查是不可忽视的环节。通过设立专业的巡查团队,定期检查工地各区域的安全状况,及时发现并处理潜在危险。这有助于纠正违规行为,预防事故发生。最后,施工现场的清晰标识和信息发布也是管理的一部分。明确的标识提高工作人员的安全意识。及时发布工程进度、安全提醒等信息,保持良好的沟通与协调,使整个施工团队始终保持高度警觉。

4 结语

地铁施工监测技术与安全风险管理的地铁工程建设中扮演着关键角色。通过全面监测施工过程,我们实时掌握工程动态,及时解决潜在安全隐患,确保工程安全、稳定、高质。科学合理的管理机制和安全风险管理措施是施工顺利进行的保障。通过优化管理、强化安全风险,提高管理效能,确保工程安全、高效、质量可控。未来地铁建设需要吸取经验,借助先进技术创新管理模式,更高水平应对复杂施工环境。共同努力将推动地铁工程不断取得新成就,为城市交通发展贡献更多力量。

【参考文献】

- [1]王曙光.地铁施工安全监测与风险管理研究[J].四川水泥,2020(6):169.
- [2]刘建军.地铁施工监测技术与安全风险[J].河南建材,2019(3):127-128.
- [3]张伟华.浅论地铁施工中的监测技术及安全风险[J].居舍,2017(33):137-164.

作者简介:荆鹏程(1996.4—),毕业院校:西北工业大学,所学专业:土木工程,当前就单位:北京环安工程检测有限责任公司,职务:测量队长,职称级别:助理工程师。

BIM 技术在水利工程造价专业中的应用

米力扎提·模合布拉

新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司，新疆 乌鲁木齐 830002

[摘要]随着建筑领域的发展，BIM 技术逐渐被各个行业所应用，我国选择采用 BIM 技术来提高造价及管理水平，在水利行业推广 BIM 技术是一个不可逆转的趋势。文章通过分析水利工程造价当前存在的问题，介绍 BIM 技术优点在水利工程造价中的应用现状，从水利工程的信息模型和水利工程管理行为的模型展开讨论 BIM 技术具体应用，提出 BIM 技术的局限性，对 BIM 技术未来做出了展望。

[关键词]BIM 技术；水利工程；工程造价；技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10661

中图分类号: F40

文献标识码: A

Application of BIM Technology in the Cost of Water Conservancy Engineering

MILIZHATI Mohebula

Xinjiang Hengxin Engineering Project Management Consulting Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract: With the development of the construction industry, BIM technology is gradually being applied in various industries. China has chosen to use BIM technology to improve cost and management levels, and promoting BIM technology in the water conservancy industry is an irreversible trend. This article analyzes the current problems in water conservancy project cost, introduces the application status of BIM technology advantages in water conservancy project cost, discusses the specific application of BIM technology from the information model of water conservancy engineering and the model of water conservancy project management behavior, points out the limitations of BIM technology, and makes prospects for the future of BIM technology.

Keywords: BIM technology; water conservancy engineering; engineering cost; technology application

引言

随着科技不断进步，建筑领域也在逐渐拥抱数字化变革。在水利工程造价专业中，建筑信息模型（BIM）技术正逐渐崭露头角，成为项目管理、设计和施工的重要工具。BIM 技术通过数字化模型，为水利工程项目提供了更全面、准确的管理和决策支持。我们将深入研究 BIM 技术在水利工程造价专业中的应用，探讨其在项目管理、成本估算、设计优化和信息协同方面的优势及挑战。通过了解 BIM 技术的现状，有助于揭示数字化变革为水利工程造价带来的机遇和挑战，促进行业朝着更可持续发展的方向发展。

1 BIM 技术在水利工程造价中应用的重要作用

BIM 技术在水利工程造价中的应用具有重要作用，为整个水利工程项目规划、设计、施工和维护提供了革命性的管理手段。首先，通过数字化建模，BIM 技术能够实现水利工程项目各个方面信息的集成，包括工程结构、水文水资源、施工进度等多维数据，使得项目信息能够在统一的数字模型中得以呈现。这种全方位信息的集成提高了项目管理的效率，使得项目团队能够更全面地了解工程的各个方面，有助于做出更科学、精准的决策。其次，BIM 技术支持协同作业，为水利工程项目的多方团队提供了一个实时的协同平台。设计师、工程师、施工方等不同专业领域的团队成员可以在同一个数字模型上进行协同设计、沟通和决策，实现了信息的共享和协同工作。这大

大提高了团队之间的沟通效率，有助于避免信息传递中的误差和延误，从而提升了项目的整体执行效果。另外，BIM 技术的可视性是其在水利工程造价中的又一显著特点。通过三维模型的可视化效果，项目团队能够直观地了解工程的设计意图，促进了对项目的更全面理解。这种可视性不仅有助于设计人员更好地表达设计理念，也使得各利益相关方更容易参与到项目中，提高了项目的透明度和可参与性。

2 BIM 技术特点

2.1 信息集成

BIM 技术的一个显著特点是信息集成，这一特性使得在水利工程项目中实现了各类信息的有机整合和交互。信息集成指的是将水利工程项目中涉及的多方面信息，包括但不限于结构设计、水文水资源、施工进度、成本估算等，通过数字化建模技术有机地融合在一起，构建起一个全面、多层次的数字模型。首先，信息集成通过数字模型的建设，将水利工程项目中的各项数据纳入一个统一的框架中。这包括工程的地理、结构、材料、设备等多个方面的数据，实现了在一个平台上进行综合管理。这种集成性不仅仅有助于提高数据的可访问性和可用性，还能够避免因信息孤岛而导致的项目信息难以协调和利用的问题。其次，信息集成促使了不同专业团队之间的协同工作^[1]。在传统的项目管理中，各专业往往独立进行工作，信息流通不畅，而 BIM 技术的信息集成使得设计师、工程师、施工方等不同专业领域的团队成

员能够在同一个数字模型上进行实时协同作业。通过共享同一平台上的信息,团队成员能够更加全面地了解项目的整体情况,有利于及时沟通、协调和解决问题。

2.2 支持协同作业

首先,支持协同作业通过数字模型的建立,使得水利工程项目各个专业领域的团队能够在一个集成的平台上进行协同作业。设计师、工程师、施工方以及其他相关方都能够访问同一份实时更新的数据,实现信息的共享与交流。这打破了传统项目管理中信息孤岛的格局,促使不同专业之间更为密切地协作,提高了整个项目团队的协同效率。其次,支持协同作业极大地降低了信息传递的成本和误差。在传统的项目管理中,信息需要通过文件、会议等手段传递,容易出现信息滞后、遗漏或失真的问题。而BIM技术的支持协同作业使得信息能够在实时更新的数字模型中传递,减少了信息传递的时间,降低了传递中的误差,提高了信息的准确性和及时性。

2.3 可视性

首先,BIM技术通过三维可视化模型,使水利工程项目的设计意图更为生动。设计人员可以将各种设计元素以三维的形式呈现,包括工程结构、水文水资源、设备等,使得设计方案更具可读性和直观性。这不仅提高了设计师表达设计理念的便捷性,也让项目的业主和其他相关方更容易理解设计方案的全貌。其次,可视性有助于项目团队和利益相关方更全面地了解工程的各个方面。通过浏览三维模型,项目团队可以直观地了解工程的空间布局、结构组成、管线走向等,为项目管理提供了更为全面的信息基础。这有助于减少信息传递中的误差,提高整个项目团队对项目的共识和理解。另外,可视性为项目的交流与决策提供了更直观的依据。各方可以在三维模型上实时进行讨论、交流和决策,而不再依赖于抽象的平面图或文字描述。

3 BIM技术在水利工程造价专业中所出现的问题

3.1 标准化和规范不足

BIM技术在水利工程造价专业中所面临的问题之一是标准化和规范不足。随着BIM技术的应用逐渐普及,尚未建立起完善的水利工程BIM标准和规范体系,导致在项目实施中存在标准化程度不高、各项目之间难以实现信息的有效交流和协同合作。缺乏一套统一的标准和规范,使得不同项目之间的数字模型难以进行有效的对比和集成,阻碍了BIM技术在水利工程造价中的全面应用。标准化和规范不足的问题也影响了从业人员的培训和认知。在缺乏明确标准的情况下,项目团队往往难以达成一致的理解和使用方式,造成了在BIM技术应用中存在差异性和混乱性。此外,缺少行业统一的规范,也使得从业人员在BIM技术的实际操作中容易产生误解或使用不当,进而影响了项目的准确性和效率。标准化和规范不足的问题还影响了BIM技术在水利工程造价中的推广和应用^[2]。企业在引入BIM技术时难以找到可供参考的标准模型,造成了实施困难和

效果不明显的情况。

3.2 人才培训和认知差距

随着BIM技术的快速发展,水利工程行业对具备BIM技术应用能力的专业人才的需求日益增加。然而,目前存在着人才培训的滞后和从业人员对BIM技术认知的差距。首先,水利工程造价领域缺乏专业的BIM技术培训体系。由于BIM技术的引入相对较新,传统的教育体系在培养BIM专业人才方面存在欠缺。缺乏系统性的培训使得在职从业人员难以获得系统、深入的BIM技术知识,限制了其在水利工程造价中的应用水平。其次,从业人员对BIM技术的认知存在较大差距。由于水利工程行业内部的信息传递和知识分享不够畅通,导致一些从业人员对于BIM技术的了解程度参差不齐,存在一部分人员对于BIM技术的应用潜力和实际效益认识不足,缺乏对其价值的全面认知。

3.3 初始投资成本高

首先,BIM技术需要相应的硬件和软件支持,包括高性能计算机、图形处理单元(GPU)、专业BIM软件等。这些硬件和软件的采购和配置需要一定的资金投入,对于一些预算较为有限的水利工程项目来说,可能会面临资源不足的困扰。其次,对项目团队成员进行BIM技术培训也需要投入相当的费用。由于BIM技术相对新颖,需要具备一定的专业知识和技能才能熟练应用,因此培训成本包括培训课程、培训师资、培训场地等多个方面的开支。这对一些传统水利工程项目的团队来说可能形成财务上的负担。此外,BIM技术的系统集成和定制化也可能带来较高的初期投资成本。由于不同水利工程项目的特点和需求不同,需要对BIM技术进行个性化的配置和定制,这会增加项目的初始投资。

3.4 项目复杂性和规模

首先,大规模水利工程项目的复杂性增加了BIM模型的建设和管理难度。在项目初期,需要将丰富的工程信息进行数字建模,考虑到项目的多层次结构、多专业领域的信息集成,BIM模型的构建变得相当繁琐和耗时。项目规模的庞大可能导致模型的复杂性增加,增加了模型的维护和更新的难度。其次,复杂性和规模带来了数据的庞大和多样性。水利工程项目的数据量庞大,涉及到大量的地理信息、工程设计、水文数据等多源异构数据的整合。在BIM技术应用中,需要对这些数据进行有效管理和处理,确保其在模型中的准确性和一致性。然而,面对大规模和高复杂性的水利工程项目,数据整合和管理变得复杂而困难。

4 BIM技术在水利工程造价专业中应用的优化措施

4.1 制定水利工程BIM标准

为了更好地推动BIM技术在水利工程造价专业中的应用,关键的一项优化措施是制定水利工程BIM标准。制定标准有助于规范和统一BIM技术在水利工程领域的应用,提高信息交流和协同合作的效率,进一步推动数字化技术在水利工程造价领域的广泛应用。首先,水利工程BIM标准的制定有助于明确数据格式和模型标准。水利工

工程项目涉及多领域、多层次的数据,包括地理信息、结构设计、水文水资源等多方面的信息。通过制定 BIM 标准,可以明确定义各种信息的数据格式和模型标准,使得不同项目之间的 BIM 模型具有一致性,有助于信息的集成和共享。其次,标准的制定有助于规范 BIM 技术的应用流程。水利工程项目涉及不同阶段的设计、施工和运营,每个阶段对 BIM 技术的应用都有特殊的要求^[3]。通过制定 BIM 标准,可以规范不同阶段的 BIM 应用流程,确保在整个项目生命周期中都能够充分发挥 BIM 技术的优势,提高工作效率。

4.2 设立专业培训计划

首先,设立专业培训计划有助于填补从业人员在 BIM 技术方面的知识空白。由于 BIM 技术在水利工程造价领域的应用相对较新,许多从业人员可能缺乏相关知识和技能。通过专业培训计划,可以系统地向从业人员介绍 BIM 技术的基本概念、工作原理以及在水利工程造价中的实际应用,为他们提供必要的知识基础。其次,专业培训计划可以帮助从业人员更好地理解 BIM 技术在水利工程造价专业中的具体应用场景。通过实际案例分析和操作实践,从业人员可以学习如何使用 BIM 技术进行造价估算、项目管理、信息协同等工作。这有助于提高他们对 BIM 技术实际操作的熟练程度。此外,专业培训计划还有助于培养从业人员的团队协作和沟通能力。BIM 技术的应用通常涉及多个专业领域的协同合作,因此培训计划可以通过团队项目或协作实践,锻炼从业人员的协作能力,提高团队的整体协同水平。

4.3 推动软硬件供应商合作

首先,推动软硬件供应商合作有助于优化 BIM 软件的性能和功能。通过与硬件供应商的密切合作,BIM 软件开发商可以更好地利用先进的硬件技术,提升软件的运行效率和性能。这有助于确保 BIM 软件能够更加流畅地处理大规模水利工程项目所需的复杂数据和模型,提高应用的稳定性和用户体验。其次,软硬件供应商的合作可以加速 BIM 技术的创新和更新。通过共同努力,软件供应商可以更及时地适应行业需求,推出新的功能和工具,以满足水利工程项目对于更高效、更精确数字化技术的需求。硬件供应商的支持也能够为 BIM 技术提供更强大的计算和处理能力,满足日益增长的项目规模和复杂性。此外,软硬件供应商合作还有助于推动 BIM 技术的标准化。通过共同努力制定 BIM 技术的标准,软硬件供应商可以确保其产品之间的兼容性,促使行业内各方更好地共享信息,降低数字化技术引入的难度,这有助于形成更统一、更高效的数字化生态系统。

4.4 分阶段推进,强化协同与沟通

首先,分阶段推进 BIM 技术的应用有助于适应水利工程项目不同阶段和特点。水利工程项目通常包含规划设计、施工阶段和运维阶段等多个阶段,每个阶段对 BIM 技术的应用有着不同的需求。通过分阶段推进,可以有序地引入 BIM 技术,确保在每个阶段都能够发挥其最大效益。

这有助于降低团队在技术过渡期间的学习曲线,提高团队对数字化技术的接受度。其次,强化协同与沟通是确保数字化技术在水利工程项目中成功应用的关键。水利工程项目涉及多个专业领域和不同职能的团队成员,包括设计师、工程师、施工方等。通过强化协同,团队成员可以更好地共享信息、协同工作,避免信息孤岛和工作冗余。同时,通过提升沟通效果,团队可以更迅速地解决问题、调整方案,从而提高项目整体效率。

4.5 维护和更新

首先,维护和更新有助于保持 BIM 软件的稳定性和性能。定期的软件维护和更新可以修复已知的 Bug 和问题,提高软件的稳定性,确保在水利工程造价项目中的可靠应用。此外,通过更新软件版本,可以获得新功能和性能优化,使 BIM 软件更加适应复杂水利工程项目的需要。其次,维护和更新可以及时响应行业标准和规范的变化。水利工程造价领域的标准和规范可能随着时间的推移而发生变化,BIM 技术需要与之保持一致。通过定期的维护和更新,可以使 BIM 技术与最新的标准相符,确保项目的合规性和质量^[4]。此外,维护和更新也有助于及时应对安全性问题。随着技术的不断发展,新的安全性问题和漏洞可能会出现,通过及时地维护和更新,可以修复潜在的安全漏洞,保障数字化技术在水利工程造价领域的安全应用。

5 结语

BIM 技术在水利工程造价专业的应用为行业带来了积极变革。数字化工具的引入提高了项目管理效率,促进了团队之间更好地协作。然而,也要面对标准化、人才培训和项目复杂性等方面的挑战。通过共同努力,建立更完善的标准和培训系统,可以更好地推动 BIM 技术在水利工程中的应用。展望未来,随着技术的发展,我们可以期待 BIM 技术在水利工程造价专业中的更广泛应用。通过不断优化技术和提高从业人员的数字素养,BIM 技术将为水利工程带来更多创新,推动行业向智能和可持续方向发展。在数字化的潮流中,水利工程造价专业将更好地适应未来的挑战,迎接更多的机遇。

【参考文献】

- [1]刘万海.BIM 技术在水利工程造价专业中的应用[J].中国招标,2023(9):146-148.
- [2]程蔚.BIM 技术在水利工程造价中的应用[J].工程技术研究,2020,5(3):279-280.
- [3]张衍林.BIM 技术在水利工程管理专业中的应用[J].农家参谋,2017(24):218.
- [4]吴雁,吴孝华.BIM 技术在工程造价专业课程教学中的应用探索——评《BIM 工程项目造价》[J].中国教育学术刊,2021(4):126.

作者简介:米力扎提·模合布拉(1994.3—),毕业院校:新疆大学,所学专业:自然地理与资源环境,当前就职单位名称:新疆恒信工程项目管理咨询有限责任公司。

超大断面地铁车站零距离穿越既有车站施工关键技术及变形规律

刘国生

中铁隧道局集团有限公司, 广东 佛山 528253

[摘要] 目前地铁工程中多线换乘的站点迅速发展, 地铁车站开始由单站向多站换乘变化, 部分老旧车站前期规划考虑不足, 其无预留换乘施工环境受到既有线路条件限制。在进行新线施工中往往需要下穿既有线, 针对特殊零距离下穿工程, 新线轨行区顶板与既有运营线底板距离较近或直接相邻, 因此, 在此部位施工中存在空间局促的问题; 由于施工扰动和运营动载等方面影响, 在此敏感区域的施工, 如施工方法不当, 极大可能会引起地层变形, 导致既有线路结构的沉降变形超标, 进而影响既有线的正常运营。因此确保新建地铁车站施工中既有车站的安全运行尤为重要。以成都轨道交通 8 号线换乘站地下穿越 1 号线站台为基础, 总结了超大断面暗挖施工对既有车站结构施工关键技术, 并进行变形规律的总结, 确保施工过程中满足安全控制标准, 最终实现一系列关键技术成功运用, 为类似工程提供参考和借鉴。

[关键词] 地铁车站; 大断面; 沉降规律; 受力特征

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10675

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Key Construction Techniques and Deformation Laws for Zero Distance Crossing of Existing Stations in Super Large Section Subway Stations

LIU Guosheng

China Railway Tunnel Group Construction Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528253, China

Abstract: At present, the rapid development of multi line transfer stations in subway engineering has led to a shift from single station to multi station transfer. Some old stations have insufficient planning considerations in the early stage, and their construction environment without reserved transfer is limited by existing line conditions. In the construction of new lines, it is often necessary to underpass existing lines. For special zero distance underpass projects, the top plate of the new line track area is close to or directly adjacent to the bottom plate of the existing operating line. Therefore, there is a problem of limited space during construction in this area; Due to construction disturbances and operational dynamic loads, improper construction methods in this sensitive area may cause geological deformation, leading to excessive settlement and deformation of the existing line structure, thereby affecting the normal operation of the existing line. Therefore, ensuring the safe operation of existing subway stations during the construction of new subway stations is particularly important. Based on the underground crossing of the transfer station of Chengdu Metro Line 8 through the platform of Line 1, this paper summarizes the key technologies for the construction of existing station structures using ultra large section concealed excavation construction, and summarizes the deformation laws to ensure that safety control standards are met during the construction process. Finally, a series of key technologies are successfully applied, providing reference for similar projects.

Keywords: subway stations; large cross-section; settlement law; force characteristics

近年来, 在我们的综合国力和经济技术不断进步的今天, 城市轨道交通也得到了持续健康发展。由于地铁多建于城市中心区域, 面临着以下一系列问题: 毗邻或下穿老旧、大型建筑物; 地下各种管线交错复杂; 下穿既有隧道、箱涵; 下穿桥梁、侧穿桩基; 上穿、并行或下穿既有地铁车站或区间等。因各类建构筑物的结构形式、功能作用、地域敏感性等各方面的原因, 对新建地铁车站的施工带来巨大的影响, 且因各工程的特殊性、唯一性, 在施工建造中缺少同类可借鉴使用方法, 并且此类施工往往伴随重大安全风险, 对施工过程中对施工的方案要求严格、对安全风险的把控要求高。因此, 城市地铁的不断建设发展也是对现有施工技术的挑战, 不断地“强制”施工工艺的进一步提升。

1 工程概况

1.1 下穿车站与既有车站平面位置

倪家桥站 8 号线位于成都市人民南路和倪家桥路交汇处, 车站位于人民南路西侧, 沿领事馆路和倪家桥路布置, 部分轨行区下穿既有 1 号线和待建 18 号线, 进行三站换乘, 三线平面布置图如图 1 (a) 所示。既有车站为地下两层岛式明挖车站, 长 180 m, 与 8 号线为 T 型换乘。新建地铁车站为地下三层岛式站台车站, 总长 277m, 宽 22.3m, 换乘节点范围基坑深度 35.14m, 暗挖段沿 8 号线主体结构纵向剖面图如图 1 (b) 所示。在地下三层, 需要对已有的站点进行紧密连接, 下穿隧道暗挖断面面积为 211.77m^2 , 宽度为 23.4m, 高度为 9.05m 和 8.55m, 穿越长度为 18.7m, 如图 2 所示。

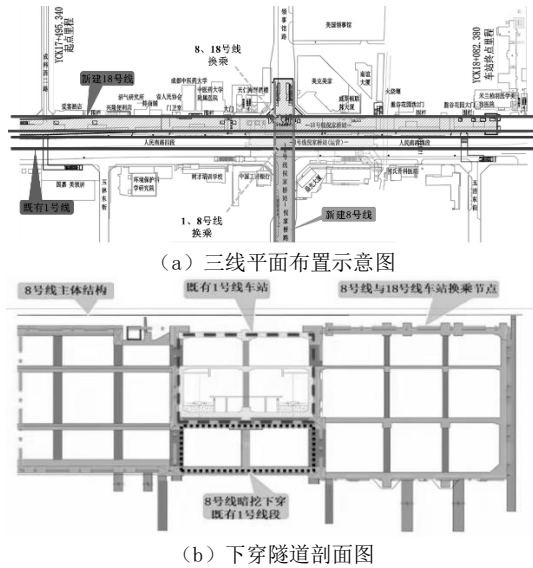


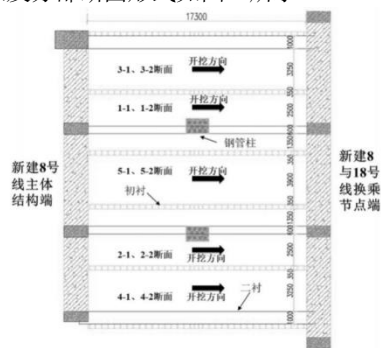
图1 下穿隧道与既有车站位置关系

1.2 地质情况

在该区域的上部,也就是在<2-5-3>的中密砾石土层中,下半部分位于<5-2>强风化泥岩,基坑底部埋深2~3m,为中风化泥。地下水产于基岩裂缝,通常含有少量的水分,但是在岩石比较碎裂的时候,往往会产生一个局部的饱水区域。

1.3 施工关键技术

由于新建下穿隧道顶板直接接触既有车站底板,存在结构受力复杂、结构变形敏感性大、施工操作空间狭小等问题,既有车站的沉降控制要求高、难度大,需采取一系列相关措施控制地铁通道开挖、支护施工过程中的变形沉降,从而避免影响既有地铁线路的正常运营。本项目采用在既有结构顶板和侧墙连接角部设置L型梁约束既有结构的变形;在既有机构地板和侧墙结合部位以下,新建通道口部施作马头门,控制既有结构的沉降变形。其次采用分部暗挖工法结合钢管桩顶撑工艺完成下穿隧道开挖工作。为控制沉降和变形,开挖采用5号洞10断面小导洞分部施工。各部开挖完成后,及时进行初期支护的施工,尽快形成新的受力支撑体系,在沉降基本稳定后,施作二次衬砌,完成受力体系转换。施工顺序和步骤及分部断面形式如图2所示。



(a) 开挖方向 (俯视图)

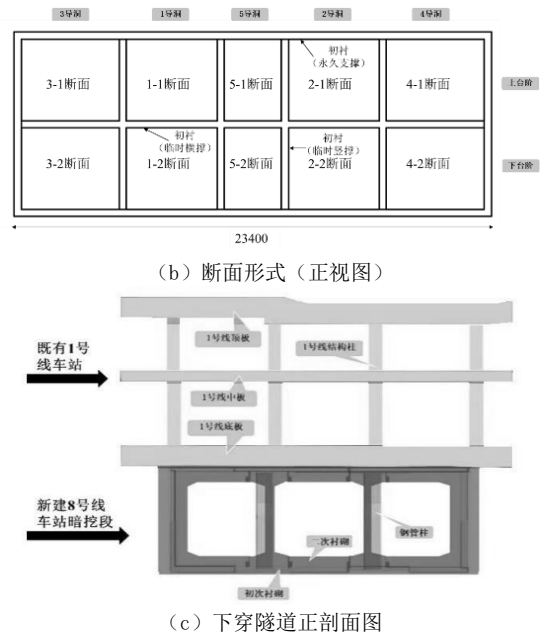
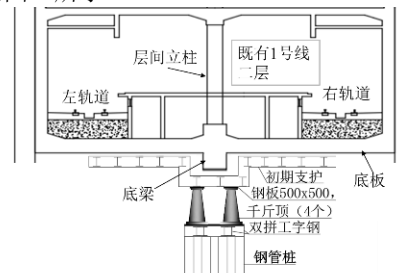


图2 下穿隧道施工断面

1.4 主要施工工艺

(1) L型梁及马头门约束体系。在新建隧道开挖施工之前,先在现有车站顶板和侧墙角部施工L型梁,在现有结构底板和侧墙底部、新开挖隧道口部施工马头门,加强对既有现有车站的变形和沉降约束作用,控制现有车站的变形。L型梁如图1(b)所示,是连接8号线及18号线换乘节点的主要结构的顶板和现有站的顶板的结构,马头门位于现有站的底板下方,起到支持现有站侧壁和底板的作用。

(2) 钢管群桩顶撑技术。在新建隧道开挖过程中,分别在1号导洞和2号导洞中,现有车站受力框架柱下施工钢管桩。钢管桩采用潜孔钻机进行施工,桩底锚到底板底部下6m,每处钢管桩由11根Φ219钢管桩组成形成钢管群桩,钢管壁厚12mm,长度为12m的无缝钢管,钢管桩施工完成后,在钢管桩中注入C50微膨胀混凝土,在柱顶设置钢架平台,最后在钢架平台上放置4个100t千斤顶支撑,使钢管群桩能够支撑现有车站,完成地铁通道在开挖过程中的受力转换;此方法可以通过对千斤顶的顶升状况对现有车站进行沉降调控,实现沉降变形协调的作用。在二次衬砌浇筑时撤出千斤顶,并施工钢管混凝土柱恢复受力,如图3所示。



(a) 钢管群桩与千斤顶



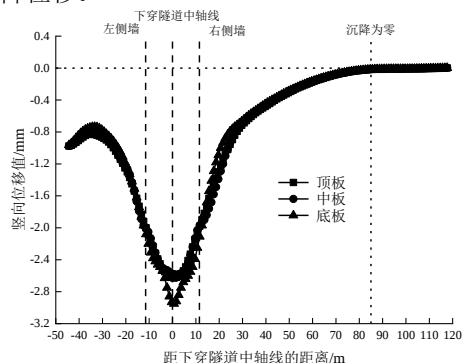
(b) 现场照片

图3 钢管群桩顶撑工艺

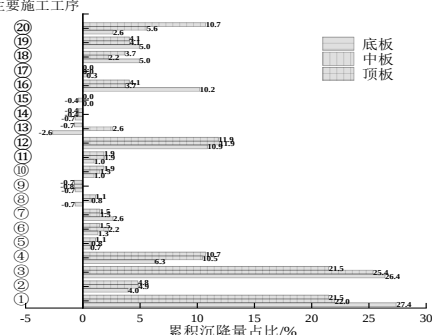
2 地铁车站变形监测

2.1 既有地铁车站结构变形数据分析

在整个施工程序完成后,在现有车站的中轴线上各楼板的节点处,布置相应量测点位,测得对应的位移数据,绘制垂直位移曲线图,如图(a)所示,按照主要施工程序对各楼房进行施工,各楼板的最大累积沉降量占总沉降量的百分比如图(b)所示,+值代表为上升位移,-值代表为下降位移。



(a) 所有施工程序完成时,现有结构的中轴线的垂直位移曲线图



(b) 楼板最大累积沉降量占比

图4 施工过程中既有车站楼板变形情况

由图4位移曲线图和各工序沉降占比情况可知,在施工所有工序完成后,现有车站底板沿中轴线呈“V字型”变形,顶板、中板呈“U字型”变形,在新建下穿隧道与现有车站交叠位置沉降相对明显,新建开挖隧道施工影响范围约85m,是开挖宽度23.4m的3.63倍,是开挖高度

9.05m的9.39倍。现有车站结构底板沉降终值为3.03mm、结构中板沉降终值为2.68mm,结构顶板沉降终值为2.70mm,经对比,结构底板沉降量是中板、顶板沉降量的1.35倍左右,且顶板沉降量略大于中板沉降量,经对各工序数据对比、分析,产生此现象的原因为,现有车站一层侧墙的破除施工扰动引起顶板沉降。

通过图示分析,8号线端部围护结构破除工序及新建隧道1-1断面开挖工序,是对现有结构变形影响最大的工序,其中底板在这两项工序中的沉降占总沉降量的26%左右,中板在这两项工序中的沉降量分别占总沉降量的22.01%和25.37%,顶板在这两项工序中的沉降量占总沉降量的21.48%。经过分析得出,在整体施工过程中,需加强控制此关键、重点工序的管理,避免现有车站结构的突变变形和变形过大的影响。

3 既有车站变形实测结果与计算结果

3.1 既有车站变形实际监测方案

按照图5所示,在现有车站各轨道上,每间隔5~10m布置一个监控量测断面,收集运营轨道的竖向位移数据。根据相关技术规范^[10]得,检测项目实测值与结构安全控制指标值的比值 <0.6 时,可正常进行外部施工作业,本项目结构安全控制指标值10mm,预警值为6mm,速率为1mm/d。

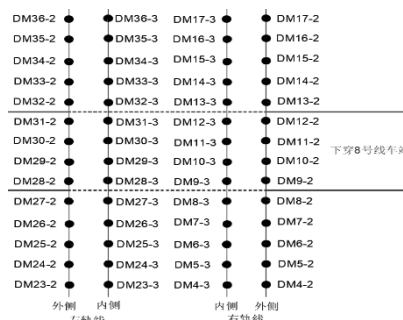
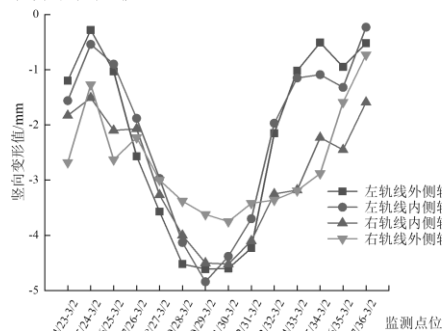


图5 既有1号线轨线监测点布设

3.2 既有车站实测变形分析

现有地铁车站轨道监控量测点位在新建隧道施工过程中的实测位移时程曲线图,如图6所示,+值为向上位移,-值为向下位移。



a) 全部施工步骤完成时

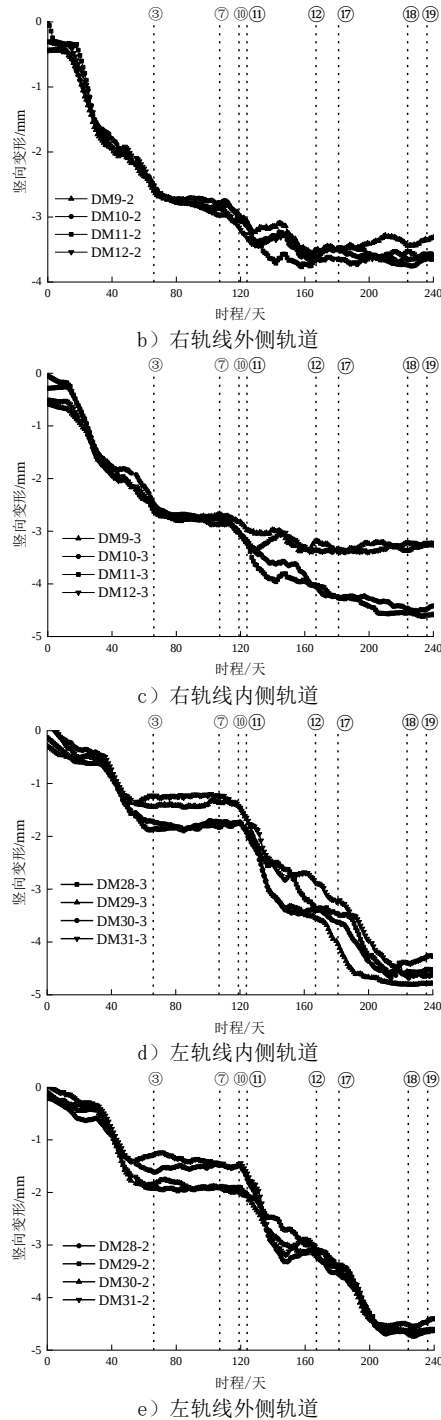


图6 现有车站各轨道监控量测点位竖向变形时程曲线

由图6各轨道沉降情况可知,受应力集中和叠加影响,现有车站各轨道的沉降规律基本相同,在新建隧道和现有结构交叠处沉降较大,其中左侧轨道沉降量最大,为4.84mm,沉降量是另外轨道的1.05~1.29倍;随后向远离轨道两侧逐渐减小;另外,整体上左线轨道受开挖影响较右线轨道大,轨道内侧变形沉降比轨道外侧大。其中左轨内侧轨道沉降最大。通过对比分析,施工中沉降的主要

影响因素是新建隧道1-1断面的开挖工序。通过实践证明,运用此工法施工,能保证现有结果的沉降变形满足安全控制标准及规范要求。

3.3 现有车站实测变形结果与计算值的对比分析

通过对监控量测实测值和模拟计算值进行对比,如图7所示,+值为向上位移,-值为向下位移。

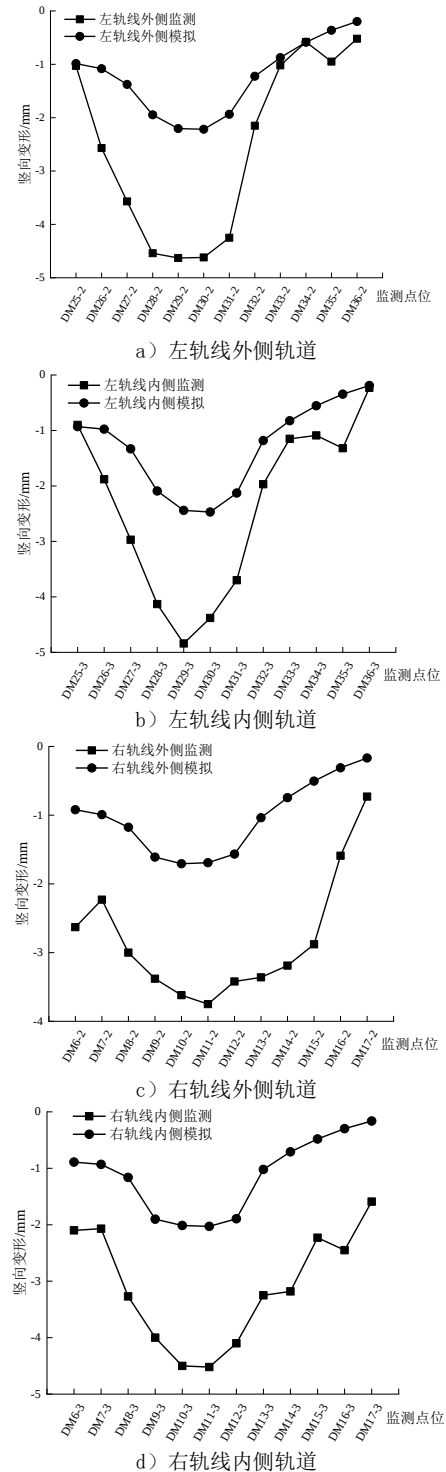


图7 全部施工步骤完成时现有车站轨线实测结果与计算结果对比

由图 7 可知,在施工期间现有车站的变形实测结果和模拟计算值的变形趋势一致,均表现为隧道中轴线处变形最大,向两侧逐渐减小的情况。其中,实测变形最大为左线轨道内侧,实测变形量为 4.84mm,其值为计算值 2.02mm 的 2.38 倍;其次为左线轨道外侧,实测变形量为 4.61mm,其值为计算值 1.71mm 的 2.70 倍。另外,右线轨道内侧实测变形量为 4.52mm,是计算值 2.22mm 的 2.04 倍;右线外侧实测变形值为 3.75mm,是计算值 2.47mm 的 1.52 倍。总体实测变形值最大值为计算值的 1.52~2.70 倍。经对监测数据及现场施工情况进行分析,主要原因有以下几方面:(1)现场施工过程中支护不及时,在沉降最大的开挖期间,未完成初期支护。(2)施工期间受到平均 3 分钟一趟的列车动载的影响,导致变形加大。(3)施工工序间步骤衔接速度慢。通过对比分析,实测结果与计算结果都满足安全控制要求。

4 结论

通过对超大断面地铁车站零距离下穿现有车站施工技术的探索,经过对施工过程的总结分析,以及相关监控数据和模拟计算结果对比,得到以下主要结论:

(1)在此类下穿施工中,采用施工 L 型梁和马头门约束变形结构以及分部暗挖工法结合钢管桩顶撑工艺,能有效的控制现有车站结构的变形和沉降,能保障运营线的正常运营。

(2)在地铁通道开挖中,因应力重分布及应力叠加等影响,在新建隧道和现有车站交叠处沉降最大,中间楼板处沉降最大,其次向两侧逐渐减小;横向单侧影响范围约为 85m,在施工过程中对沉降变形影响较大的工序为新建车站围护桩的破除、新建隧道 1-1 断面开挖、二次衬砌 1 段施作。

(3)现有车站各轨道沉降变形实测数值与模拟计算结果变化趋势一致,受现场施工过程中开挖后支护不及时、施工工序步骤衔接速度、运营线列车动载等方面原因影响,导致实际沉降量比计算沉降量大 1~3mm,实测数值与计算数值均满足安全控制标准及规范要求。受开挖顺序和应力集中的影响,最大沉降位于左线轨道内侧,

[参考文献]

- [1]牛晓凯,张顶立,刘美麟,等.新建地铁车站长距离密贴下穿既有隧道方案比选及实测变形分析[J].土木工程学报,2015,48(1):270-274.
 - [2]《地铁设计规范》.GB 50157-2013[S]
 - [3]《工程地质手册》编委会.工程地质手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
 - [4]《城市轨道交通工程监测技术规范》.GB50911-2013[S]
- 作者简介:刘国生(1978.10—),男,毕业院校:长沙理工大学,所学专业:交通土建工程,当前就职单位:中铁隧道局集团建设有限公司,职务:总经理,职称级别:高级工程师。

杂填土地地区高层住宅地基强夯处理施工工法

陈磊杰¹ 史建霞²

1 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010

2 中建二局第一建筑工程有限公司, 北京 100023

[摘要]河南省某市刘东新居二号院项目是政府安置房项目, 项目工期紧、质量要求严格。在土方开挖阶段, 发现项目地质情况与勘察资料出入较大, 基坑西侧(约占基坑面积 50%)发现大量生活垃圾, 埋深达 18~19m, 因此需变更设计。综合项目工期、安全、造价、质量等方面因素, 项目最终采用置换生活垃圾土结合强夯处理方案。项目周边情况较复杂, 近邻项目南侧是建筑工地配套的生活区、龙飞商砼(混凝土搅拌站), 直线距离约 30m, 项目东侧是郑州地铁 2 号线城郊线, 距离项目约 100m。强夯施工过程中产生剧烈振动波, 会对周边建筑物和构筑物产生较大影响。因此本项目强夯施工的关键就是如何选取合适的夯锤能级和有效的防护措施, 在不损害周边建构筑物情况下, 又能满足地基处理要求。经过多次试夯并配合严密的监测, 确定了夯锤能级和分层夯实的厚度。项目强夯施工耗时 45d, 比预期快了 1 个月, 节约建设投资约 1200 万元且周边建构筑物均未受损。因此, 笔者在此结合项目的实际情况, 将强夯施工过程中的施工工艺、控制要点进行详细介绍, 以供参考。

[关键词]强夯施工; 施工工艺; 夯锤能级; 振动测试; 隔振沟

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10693

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Construction Method of Dynamic Compaction Treatment for High-rise Residential Foundation in Mixed Fill Areas

CHEN Leijie¹, SHI Jianxia²

1 Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430010, China

2 The First Construction Engineering Company Ltd. of China Construction Second Engineering Bureau, Beijing, 100023, China

Abstract: The second courtyard project of Liudong New Residence in a certain city of Henan Province is a government resettlement housing project, with a tight construction period and strict quality requirements. During the earthwork excavation stage, it was found that there was a significant discrepancy between the geological conditions of the project and the survey data. A large amount of household waste was found on the west side of the foundation pit (accounting for about 50% of the pit area), with a burial depth of 18-19 meters. Therefore, a design change is needed. Taking into account factors such as project duration, safety, cost, and quality, the project ultimately adopts a combination of replacing domestic waste soil and dynamic compaction treatment plan. The surrounding situation of the project is quite complex. The south side of the project is the living area supporting the construction site and Longfei Commercial Concrete (concrete mixing station), with a straight-line distance of about 30m. The east side of the project is the suburban line of Zhengzhou Metro Line 2, which is about 100m away from the project. Severe vibration waves generated during dynamic compaction construction can have a significant impact on surrounding buildings and structures. Therefore, the key to the dynamic compaction construction of this project is how to select the appropriate level of the compaction hammer and effective protective measures, while meeting the requirements of foundation treatment without damaging surrounding buildings. After multiple trials and close monitoring, the energy level of the compactor and the thickness of the layered compaction were determined. The project's dynamic compaction construction took 45 days, which was one month faster than expected, saving about 12 million RMB in construction investment, and the surrounding buildings and structures were not damaged. Therefore, based on the actual situation of the project, the author will provide a detailed introduction to the construction technology and control points during the dynamic compaction construction process for reference.

Keywords: dynamic compaction construction; construction technology; hammer energy level; vibration testing; isolation ditch

引言

在建筑施工过程中, 当天然地基或其他人工地基(如生活垃圾回填场, 在将垃圾全部挖出后进行素土回填, 经过处理后在其上建造住宅)不能满足建筑物对地基强度、稳定性以及变形要求时, 常需要对地基进行加固, 以改变地基土质的工程性能, 进而满足建筑工程要求, 现有技术

中在对建筑施工地基处理时, 通常采用强夯机来对地基进行强夯的方法, 进而达到加固地基的目的。由于本项目周边环境复杂, 南侧为商砼站用房, 距离基坑边坡直线距离 30m 左右; 东侧 200m 区域为地铁 2 号线地上及地下路线。在综合考虑社会效益和经济效益的情况下, 通过合理布置强夯点施工顺序以及控制强夯能级来避免对周围建筑物

产生较大的影响,同时保证施工后地基基础满足设计要求。

1 项目概况

刘东新居二号院总建筑面积 126675.92 m²,建筑地面总高度 99.9m,最高层数 33 层。4 栋高层、1 栋幼儿园、1 栋综合楼。其中 1#楼、2#楼、3#楼、4#楼为高层住宅楼,地上 32~33 层,地下 1~3 层,建筑高度 98.1~99.9m。5#楼为幼儿园,地上 3 层,地下 2 层,建筑高度 13.7m。6#楼为社区配套综合用房,地上 3 层,地下 2 层,建筑高度 12.1m。地下车库地下 2 层。结构形式:主楼剪力墙结构,地库、幼儿园、综合楼框架结构。

2 强夯施工特点

强夯施工在工程行业应用比较普遍,但截止目前尚无成熟的设计计算方法来确定强夯的主要施工参数。目前通常是针对具体工程根据经验初步选定设计参数,再通过现场试验的验证和必要修改后,最终确定适合于现场土质条件的设计参数^[1]。强夯法的主要设计参数包括:有效加固深度、夯击能、夯击次数、夯击遍数、间隔时间、夯击点布置和处理范围等。强夯的有效加固深度深为:单层 8000KN·m 高能量级强夯处理深度达 12m,如果进行分层多次强夯,处理深度可达到约 24~54m。本项目要求强夯完成后地基承载力不小于 150KPa,压缩模量 8MPa。检测方法为静载和动探或标贯。每层强夯后检测均需达到承载力及相关要求。因项目周边情况复杂,强夯前需要进行试夯,最终确定合适的夯击能、夯击次数、夯击遍数、间隔时间、夯击点布置。

3 工艺原理

3.1 原理

强夯法的运行原理是借助夯锤从高处坠落产生的冲击力,将土层颗粒压实,以增大土层颗粒的密实度,使其形成稳定的土体结构,进而达到提高地基承载力和稳定性的目的^[2]。

3.1.1 影响深度

强夯地基加固深度可以用影响深度来表示,这是强夯法施工的主要参考依据,且直接关乎地基处理效果。影响深度 H 可以用以下公式求得: $H \approx \sqrt{Mh}$ 式中,影响深度同夯锤重量 (M) 以及落下距离 (h) 密切关联。此外,影响深度有时也会受到地基土性质、锤底单位压力、夯击次数和不同土层厚度等因素的影响^[2]。

3.1.2 夯击能

夯击能可以细分为单位夯击能和单击夯击能。其中,单位夯击能与地基土类别存在密切关联:在同等条件下,细颗粒土的单位夯击能要高于粗颗粒土的;单击夯击能是夯锤重量和落下距离的乘积,对应的加固深度应依据工程项目特性来灵活调整^[2]。

3.1.3 夯击次数

夯击次数是强夯法中的重要参数之一,通常夯击次数的确定需遵循夯沉量最大、夯坑周围隆起量最小的原则。施工过程中需要根据项目的具体情况进行试夯,最终确定

合适的夯击次数。

3.2 防振措施

强夯施工过程中会产生剧烈的振动波,当强夯施工所产生的振动,对邻近建构筑物或设备产生有害的影响时,应采取防振或隔振措施。本项目通过开挖隔振沟以及对不同区域强夯能级的控制。做到强夯施工中对周围建构筑物基本不产生影响。

4 施工工艺及操作要点

4.1 试夯、周边建构筑物振动测试

本项目周边环境复杂,近邻项目南侧是建筑工地配套的生活区(中天生活区和办公区)、龙飞商砼(混凝土搅拌站),直线距离约 30m,项目东侧是郑州地铁 2 号线城郊线,距离项目约 100m。强夯施工过程中产生剧烈振动波,会对中天生活区和龙飞商砼内的建筑物和构筑物造成损害,甚至房屋倒塌。项目东侧的地铁线路是高架桥形式,对振动波扰动更加敏感。因此本项目强夯施工前先进行多次试夯,根据每次试夯的检测数据和对周边带来的影响,最终确定强夯施工的夯锤能级(夯锤的大小和提升高度)。



图 1 强夯施工震动范围示意图

4.1.1 南侧商砼站楼栋振动测试

强夯区域距离商砼站内最近的两层砖混办公楼约 30m 左右,该建筑与强夯位置见图 2。对该栋建筑物共进行 2 次强夯振动测试,分别如下:

(1) 第一次测试共布置 2 个测点,分别位于二层砖混办公楼顶的东、西两侧。

(2) 第二次测试共布置 4 个测点,在第一次测试点位的基础上,增加一楼地面的东、西两侧测点。第二次强夯前,在强夯区域前布置了宽 1m、深 3m 的隔振沟。

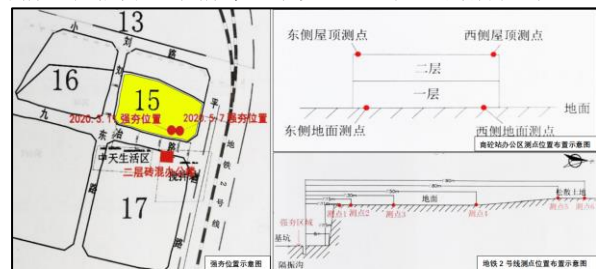


图 2 强夯位置及测点示意图

4.1.2 测试结果及数据分析

(1) 未设置隔振沟情况下

表 1 商砼站二层办公楼顶振动速度幅值统计表

		主频 (Hz)	振动速度幅值 mm/s	容许值 mm/s	是否满足规范要求
东侧屋顶	东西	7.42	3.74	8.4	是
	南北	7.23	8.53	8.4	否
	竖向	7.23	8.48	8.4	否
西侧屋顶	东西	7.42	3.43	8.4	是
	南北	8.20	6.42	8.4	是
	竖向	9.18	8.19	8.4	是

由上表可见，东侧屋顶南北向振动速度幅值为 8.53mm/s、竖向振动速度幅值为 8.48mm/s，均超过容许值 8.4mm/s，不满足规范要求；西侧屋顶满足规范要求，但竖向振动速度幅值接近容许值。

(2) 设置隔振沟情况下

表 2 采取隔振时商砼站二层办公楼顶振动速度幅值统计表

		主频 (Hz)	振动速度幅值 mm/s	容许值 mm/s	是否满足规范要求
东侧屋顶	东西	7.62	4.28	8.4	是
	南北	7.81	6.57	8.4	否
	竖向	7.42	8.29	8.4	否
西侧屋顶	东西	7.62	3.83	8.4	是
	南北	7.23	4.82	8.4	是
	竖向	10.94	8.08	8.4	是

由上表可见，由表可见，东侧、西侧屋顶振动速度幅值均满足规范要求，但竖向振动速度幅值接近容许值。

4.1.3 强夯区域至地铁 2 号线上方地表振动速度衰减测试

(1) 振动测试点位布置

振动测试点、隔振沟、强夯试夯区域相对位置关系见下图。强夯区域前布置宽 1m、深 3m 隔振沟，隔振沟距离基坑底部边缘约 8m。共布置 6 个测点，距强夯区域水平距离分别为：11m、15m、30m、50m、80m、90m（见图 5-2）。

4.1.4 测试结果及数据分析

表 3 地面传播测点 1-6 测试振动速度幅值统计表

测点编号与方向	振动速度幅值 mm/s
测点 1	东西
	南北
	竖向
测点 2	东西
	南北
	竖向

测点编号与方向	振动速度幅值 mm/s
测点 3	东西
	南北
	竖向
测点 4	东西
	南北
	竖向
测点 5	东西
	南北
	竖向
测点 6	东西
	南北
	竖向

由上表可知，东西向与竖向振动速度幅值随距离成衰减规律：东西向振动速度幅值有 9.7mm/s 衰减至 1.93mm/s，竖向振动速度幅值由 10.56mm/s 衰减至 0.52mm/s。地铁左线保护区域上方最大振动速度幅值为 5.52mm/s（南北向），满足规范要求。

4.2 工艺流程及操作步骤

4.2.1 强夯施工

由上述实验测量数据确定夯锤能级，现场基坑范围内强夯分两个大的区域：生活垃圾区域（基坑西半部分）和建筑垃圾区域（基坑东半部分）。

4.2.1.1 西部生活垃圾区域：3000kN.m

考虑场地附近有地铁线路等，为减少强夯振动的影响，此区采用 3000kN.m 能级处理。场地分三层回填，每层 4m。具体强夯参数为：布点方式为边长 6m 的正方形中间插一点，第一遍夯点呈正方形布置，夯点间距 6m，能级 3000kN.m，击数待定，施工完毕后夯坑回填、整平；第二遍夯点位于第一遍夯点所成正方形中心，能级 3000kN.m，击数待定（同时将第一遍点夯和第二遍点夯合并作业），施工完毕后进行夯坑回填、整平；第三遍为满夯，夯击能 1000kN.m 一遍，击数 2 击，彼此锤印搭接 1/4。

停锤标准：3000kN.m 点夯停锤标准为最后两击夯沉量 ≤ 50mm；夯坑周围地面不应发生过大的隆起；不因夯坑过深而发生提锤困难。如果夯坑过深，提锤困难或发生吸锤现象，应在夯坑中填砂砾石土后再进行强夯。

距离西侧边坡 15m 范围内区域强夯施工无因边坡垂直度比较大，不利于开挖隔振沟，强夯过程中，此区域根据场情况适当降低夯击能。

4.2.1.2 东部建筑垃圾区域：2000kN.m

布点方式为边长 5m 的正方形中间插一点，第一遍夯点呈正方形布置，夯点间距 5m，能级 2000kN.m，击数待定，施工完毕后夯坑回填、整平；第二遍夯点位于第一遍夯点所成正方形中心，能级 2000kN.m，击数待定（同时将第一遍点夯和第二遍点夯合并作业），施工完毕后进

行夯坑回填、整平；第三遍为满夯，夯击能级 1000kN.m 一遍，击数 2 击，彼此锤印搭接 1/4。

停锤标准：2000kN.m 点夯停锤标准为最后两击夯沉量 $\leq 50\text{mm}$ ；夯坑周围地面不应发生过大的隆起；不因夯坑过深而发生提锤困难。如果夯坑过深，提锤困难或发生吸锤现象，应在夯坑中填砂砾石土后再进行强夯。

距离东侧和南侧边坡 8m 范围内区域强夯施工：因边坡垂直度比较大，不利于开挖防振沟，强夯过程中，此区域根据现场情况适当降低夯击能。

4.2.2 回填土施工

最顶层夯坑回填时，根据现场实际情况确定回填土厚度，夯后标高应达到桩基施工标高。

4.2.2.1 施工顺序

根据施工方案及现场情况：西部生活垃圾区域需要分三层强夯，所以拟在施工过程中先施工西部生活垃圾区域，在此区域分层强夯、土方回填过程中穿插施工东部建筑垃圾区域，以加快施工进度。

先施工西部生活垃圾区域第一层点夯，在施工此区域过程中，应先将东部建筑垃圾区域回填至设计标高，待西部生活垃圾区域第一层点夯结束后，夯机移至东部建筑垃圾区域进行点夯作业。土方单位配合将西部生活垃圾区域第一层点夯夯坑填平，填平后夯机移至西部生活垃圾区域实施满夯施工，完成西部生活垃圾区域第一层强夯施工。

西部生活垃圾区域第一层强夯施工结束后，夯机移至东部建筑垃圾区域继续实施点夯作业，土方单位配合将西部生活垃圾区域第二层回填完成，回填完成后，夯机移至西部生活垃圾区域实施第二层点夯施工。第二层点夯结束后，夯机移至东部建筑垃圾区域继续并完成点夯作业，土方单位配合将第二层点夯夯坑、东部建筑垃圾区域填平，填平后夯机移至西部生活垃圾区域实施第二层满夯施工，完成西部生活垃圾区域第二层强夯施工。

西部生活垃圾区域第二层强夯施工结束后，夯机移至东部建筑垃圾区域实施满夯作业，土方单位配合将西部生活垃圾区域第三层回填完成，回填完成后，夯机移至西部生活垃圾区域实施第三层点夯施工。第三层点夯结束后，夯机移至东部建筑垃圾区域继续进行满夯作业，土方单位配合将第三层点夯夯坑填平，夯机进行满夯施工，完成所有区域施工。

5 材料与设备

以刘东新居二号院项目为例，强夯施工地基处理，具体使用材料及设备见下表：

表 4 材料与设备表

序号	材料设备名称	规格型号	单位	数量
1	夯锤	10t	个	1
2	履带式起重机	20t	辆	1
3	脱钩器	/	个	1

4	推土机	/	辆	2
5	动态数据采集分析系统	DH5910	台	1
6	拾振器	891-II	台	6

6 质量控制

6.1 执行标准

- (1) 建筑工程容许振动标准 (GB50868-2013)
- (2) 地基动力特性测试规范 (GB/T50269-2015)
- (3) 建筑地基处理技术规范 (JGJ79-2012)
- (4) 强夯试夯方案及施工图纸设计资料

6.2 质量检验

(1) 施工过程中检查强夯的各项检测数据和现场施工记录，与强夯设计参数不符时应及时进行补夯或者采取其他有效措施。

(2) 检查现场强夯点放线准确度，放线误差 $\leq 50\text{mm}$ ，用白石灰或醒目的小彩旗定出夯点的位置，不允许点位遗漏。

(3) 施工过程中要做好各项参数的记录，遇到特殊情况要及时向相关负责人反馈。

(4) 强夯过程中，夯锤下落形成的锤坑周边地面不应发生过大的隆起。

(5) 施工过程中应注意检查夯锤的对点情况，夯锤中心应与放线点垂直对应，偏差值不得超过 150mm，施工中若夯锤中心偏移超过允许值，应该重新对点。

(6) 夯击过程中如出现歪锤，应分析原因并及时调整，坑底垫平后才能继续施工。

(7) 强夯施工期间应保证回填土的含水率符合设计值，夯坑及周边场地不得有积水。

(8) 强夯施工完成后，视土质情况间隔一定时间后对地基处理质量进行检测。对于粉土、黄土、黏性土间隔时间为 2~4 周，对于沙土和碎石土地基，其间隔时间为 1~2 周。本项目回填土为黄土，间隔时间为 3 周。

6.3 强夯检测报告

试验按照《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012) [6] 处理后地基静载荷试验要点进行，加荷分级不应少于 8 级，最大加载量不应小于设计要求的两倍。本工程 29 点强夯处理地基静载荷试验最大加载压力均为 304kPa，每级加载量为 38kPa，均分为 8 级。具体分级见下表：

表 5 浅层平板荷载试验分级表

分级	1	2	3	4	5	6	7	8
荷载 (kPa)	38	76	114	152	190	228	266	304

经过检测，强夯处理后的地基满足设计要求。

7 经济效益分析

刘东新居二号院项目原设计单位变更设计方案为地下三层外加一层架空层，地下总建筑面积 36830 m²。目前设计为地下二层，局部位置地下一层，总建筑面积为 28146 m²。地下车库综合成本测算为 1608.78 元/m²。

(1) 强夯合同额为 60 万。

(2) 强夯置换采用素土回填约 4851 m³、换填深度 6m。共计使用土方 29106m³，合同额 85 万元

(3) 采用强夯置换基础可节约= (36830-28146) *1608.78-600000-850000=1252.065 万元

8 结语

该工法重点介绍了在项目周边建构筑物复杂情况下，该如何开展强夯施工、采取哪些防振措施。同时，阐述了试夯过程中测量工作如何去做，结合测量数据确定强夯的各项参数。从刘东新居二号院运用该工法施工结果来看，该工法可以为高层建筑地基处理、环境复杂项目强夯施工带来借鉴意义，具有一定的应用前景。

[参考文献]

[1]李浩,刘东,侯超群.强夯法对杂填土地基处理效果的

实例分析[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2012(6):814-819.

[2]杨潇.强夯法在大面积深厚填土地基施工中的应用——以甘肃省兰州市兰州新区某工程为例[J].房地产世界,2022(12):272-273.

[3]马晓平.强夯法处理深厚杂填土及湿陷性黄土地基实例[J].城市建筑,2020(7):159-160.

[4]GB50868-2013,建筑工程容许振动标准[S].

[5]GB/T50269-2015,地基动力特性测试规范[S].

[6]JGJ79-2012,建筑地基处理技术规范[S].

作者简介:陈磊杰(1988.11—)男,学历:本科,专业:建筑学,主要从事工作方向:施工管理,目前就职单位:中国市政工程中南设计研究总院有限公司

新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术

朱 玉

宁波北斗建设有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要]在当今世界的城市化进程迅猛发展, 建筑工程需要满足不断增长的需求, 同时也需要在环保和可持续性方面考虑更多因素。框架剪力墙结构工程具备出色的强度和刚度, 能够在高风险地区提供更好的抗震性能。在新形势下的建筑工程中, 框架剪力墙结构工程施工技术成为了瞩目的焦点。这一领域的发展和创新不仅反映了社会的需求, 也是建筑工程领域持续进步的体现。框架剪力墙结构作为一种重要的建筑工程技术, 旨在提供稳定性和安全性, 同时兼顾了效率和可持续性。此文将深入探讨新形势下建筑工程中框架剪力墙结构的各个方面, 包括结构设计与分析、结构连接与整体组装等关键技术领域, 将探讨这些领域中的挑战和创新以及如何在新形势下确保建筑工程的成功。

[关键词] 新形势; 建筑工程; 框架剪力墙; 结构工程; 施工技术

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10686

中图分类号: TU311.3

文献标识码: A

Construction Technology of Frame Shear Wall Structure in Construction Engineering under New Situation

ZHU Yu

Ningbo Beidou Construction Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract: With the rapid development of urbanization in the world today, construction engineering needs to meet the growing demand, while also considering more factors in environmental protection and sustainability. Frame shear wall structure engineering has excellent strength and stiffness, which can provide better seismic performance in high-risk areas. In the new situation of construction engineering, the construction technology of frame shear wall structure engineering has become a focus of attention. The development and innovation in this field not only reflect the needs of society, but also reflect the continuous progress in the field of construction engineering. As an important construction engineering technology, frame shear wall structure aims to provide stability and safety, while also considering efficiency and sustainability. This article will delve into the new situation of frame shear wall structure in construction engineering. In various aspects, including key technical fields such as structural design and analysis, structural connection and overall assembly, we will explore the challenges and innovations in these fields, as well as how to ensure the success of construction projects in the new situation.

Keywords: new situation; construction engineering; frame shear wall; structural engineering; construction technology

在新时代下, 建筑工程领域正面临着前所未有的挑战与机遇, 框架剪力墙结构, 作为一种广泛应用的工程建设形式, 在确保建筑物安全和稳定性方面起着至关重要的作用。框架剪力墙结构的施工技术涉及多个方面, 在全球范围内, 建筑业正积极寻求创新的解决方案以满足不断增长的城市化需求和可持续发展目标。

1 框架剪力墙结构的分类

1.1 按结构特点分类

刚架剪力墙结构: 这种结构具有高度的刚度和稳定性, 通常由混凝土或钢材构成, 可用于高层建筑或地震频繁地区的建筑。其特点是承受水平荷载的能力强, 提供出色的抗震性能。

柔性剪力墙结构: 柔性剪力墙相对刚架剪力墙更具弹性, 通常采用钢材或轻质混凝土建造。这种结构适用于一些需要抵抗侧向风荷载或地震力的建筑, 但不需要极高的刚度。

混合型剪力墙结构: 混合型结构将刚架剪力墙和柔性剪力墙结合以充分发挥它们各自的优势。这种结构在满足特定工程要求时, 提供了灵活性和经济性的选择^[2]。

1.2 按用途分类

住宅剪力墙结构: 这种剪力墙结构广泛应用于住宅建筑。它通常采用柔性剪力墙, 提供足够的抗风和抗震性能, 同时满足住宅建筑的舒适性和经济性要求。

商业和办公剪力墙结构: 商业和办公建筑通常需要更高的层高和更大的空间, 因此刚架剪力墙结构常被采用。这些建筑需要强大的水平稳定性以容纳大量人员和设备。

工业剪力墙结构: 在工业建筑中, 安全性和可维护性是关键因素。混合型剪力墙结构在这里往往有应用, 因为它们结合了刚架的强度和柔性的适应性。

1.3 按建筑类型分类

高层建筑剪力墙结构: 刚架剪力墙结构通常在高层建筑中得到广泛应用。这种结构类型具有高度的抗水平荷载

能力,使得它们成为摩天大楼的理想选择。

低层建筑剪力墙结构:低层建筑通常采用柔性剪力墙或混合型结构。这些结构为低成本的建筑提供了合理的抗风和抗震性。

文化和体育建筑剪力墙结构:文化和体育建筑的结构要求常常因其特殊用途而异。柔性剪力墙结构通常可满足这些建筑的需要,提供灵活的空间布局。

2 新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术的现存挑战

2.1 建筑高度的挑战

随着城市化的加速和土地资源的稀缺,建筑物的高度不断增加,这为框架剪力墙结构带来了挑战。高层建筑需要更强大的结构支持,而这需要更多的钢材和混凝土,增加了建筑成本和施工难度。此外高楼建筑的结构稳定性和抗风抗震能力要求更高,需要更复杂的工程设计和施工技术^[3]。

2.2 可持续性挑战

在当前的新形势下,可持续性已经成为建筑工程领域的核心关注点。框架剪力墙结构需要在材料选择、能源效率和环境友好性方面满足可持续性标准,这意味着工程师需要寻找更环保的建筑材料,采用节能设计和技术以减少建筑物的能耗和碳足迹。

2.3 材料选择的挑战

选择合适的建筑材料是框架剪力墙结构的关键部分。然而在新形势下的建筑业面临着材料供应短缺、涨价等挑战,工程师需要不断寻找可替代的建筑材料以确保项目的可行性和经济性,同时材料的控制也需要更严格的管理以确保建筑结构的强度和耐用性。

3 新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术

3.1 结构设计与分析

结构设计是框架剪力墙结构工程的首要任务,它包括多个关键方面,其中荷载分析是第一步,荷载分析的目的在于确定建筑物会承受的各种荷载包括垂直荷载(如自重和使用荷载)以及水平荷载(如风荷载和地震荷载),荷载分析提供了工程师了解结构所需强度和稳定性的重要信息,从而确保建筑物在不同条件下的安全性。接下来的结构布局是设计的重要方面,基于荷载分析的结果,工程师需要规划框架剪力墙结构的布局包括确定剪力墙的位置、数量、厚度以及其他支撑构件(如柱子和梁)的布置,结构布局的合理性直接影响到结构的承载能力和稳定性。材料选择也是结构设计的关键要素,在这个步骤中的工程师需要选择适当的建筑材料如混凝土、钢材或其他复合材料,材料的选择应根据结构设计的具体要求和建筑环境以确保结构的强度、耐用性和可维护性。在结构设计的过程中还需要考虑建筑物的用途和所在地的地理和气候条件,这些因素会影响结构的设计参数,如风荷载和地震荷载的设

定。此外,工程师还必须遵守国家和地区的建筑法规和标准,确保建筑物符合法律要求。总之,结构设计与分析是框架剪力墙结构工程施工技术中的关键领域。通过仔细的荷载分析、结构布局规划和材料选择,工程师能够确保建筑物的结构在新形势下满足安全和稳定的要求。这一过程的精细和合理性对于建筑工程的成功至关重要^[4]。

3.2 施工前的准备

首先,进行充分的工程前期调查和设计准备是必要的,尤其是要做好地理和地质状况的调查,从而了解工程地点的土壤特性和地下情况,这有助于选择合适的基础类型和深度。此外需要进行土地使用和法规审查以确保工程符合当地的法规和规定。在新形势下越来越多的法规和环境要求需要满足,因此审查和遵守法规至关重要,同时还需要进行建筑设计和结构分析来确定框架剪力墙的布局、尺寸和材料,因此要注意与建筑师和结构工程师密切合作,确保结构的可行性和可实施性。

在施工前,材料采购和控制也是关键的准备工作,工程师必须选择适当的建筑材料如混凝土、钢材和墙体板材料,根据工程要求,材料的性能对工程的成功至关重要,因此选择可靠的材料供应商是必要的,确保材料的可及性,与供应商建立合作关系并确保供应商遵守标准和交付时间表,制定材料控制计划,明确如何检查和测试材料以确保其符合规格。在施工前还必须制定详细的施工图纸和程序,尤其是结构细节设计,根据结构设计让工程师绘制详细的框架剪力墙结构图纸包括构件尺寸、钢筋布置、墙板和楼板的连接细节,同时需要编制施工顺序和程序,明确各个施工阶段的步骤和时间表以确保施工进度有条不紊地进行^[5]。

值得注意的是,在新形势下的环境保护至关重要,因此制定详细的施工计划是必要的,这主要涵盖紧急救援计划和培训要求以确保工人和工地的安全,同时环境保护计划,做好废物管理、水资源利用和空气控制,从而减少对周围环境的不良影响

总之,施工前的准备是确保框架剪力墙结构工程顺利进行的关键步骤。通过细致的调查、设计准备、材料采购、施工图纸和程序编制,以及环境保护计划,工程团队可以为项目的成功打下坚实的基础。这些准备工作有助于确保工程在新形势下满足可持续性的要求。

3.4 高支模版支撑架体系施工

在建筑工程中特别是涉及框架剪力墙结构的高层建筑,高支模版支撑架体系施工是一个至关重要的环节,在新形势下需要更加注重如何有效地进行这一关键工作,从而确保施工安全和质量。

在着手施工之前须进行详尽的工程勘察,了解施工场地的地质条件、土壤承载力、地下管线等信息,只有充分了解环境才能制定出合理的施工方案,此外施工计划需要

包括施工顺序、时间表、人员配置、材料供应和质量控制等细节,详细的计划有助于保持施工进程的有序进行,避免延误和问题的发生。同时支模板材料必须是高质量的、符合国家标准的,从而保障施工的安全和稳定,而且还需要确保材料供应充足以避免在施工过程中的材料短缺问题。施工人员的培训和安全措施是不可忽视的,施工人员必须接受专业培训,了解支模板的安装和拆卸过程以及应急处理方法,安全措施也必须得到严格执行包括穿戴安全防护装备、设立警戒线、定期检查支撑架体系的稳定性等,施工人员应受到定期的安全培训来确保他们时刻关注施工现场的安全状况。另外还要注意让专门的监督人员应负责检查支撑架的安装质量,确保支撑架的稳定性和安全性。定期的质量检查和测试,如荷载试验和水平度检测,这有助于及时发现潜在问题,采取措施予以修复,确保支撑架体系的稳定性。不同工种之间的协调必须保持,从而避免工程延误和冲突,与设计师、施工单位和业主之间的定期沟通也是关键,从而确保施工进程的顺利进行,及时解决问题和调整方案。值得注意的是,施工中可能会出现各种突发情况如恶劣天气、设备故障或人员伤害,因此应制定应急预案,明确应对措施和责任人,风险管理还包括定期的风险评估以识别潜在的风险因素并采取措施进行控制和预防。总之,在新形势下的高支模板支撑架体系施工需要全面考虑工程准备、材料选择、施工人员培训、质量控制、施工现场协调和风险管理等多个方面。通过合理的规划和细致的执行,可以确保支模板支撑架体系的施工顺利进行,同时保证施工的安全和质量。

3.4 结构连接与整体组装

在新形势下的建筑工程中,框架剪力墙结构的施工技术中,结构连接与整体组装是至关重要的环节,这一过程不仅关系到建筑物的稳定性,还直接影响到施工效率。

结构连接在建筑工程中具有关键地位,它涵盖了连接剪力墙与结构框架、柱子、梁和基础以形成一个整体的结构系统,在新形势下,工程师需要特别关注结构连接的可靠性和抗震性,因为建筑物的稳定性成为首要考虑因素。首先中重视材料的选择,在进行结构连接时工程师需要选择适当的连接材料如螺栓、焊接材料等,这些材料必须符合建筑物的设计要求,具有足够的强度和耐久性以应对新形势下会面临的地震和风荷载等挑战。结构连接的设计也必须考虑到建筑物的使用需求,例如大型商业建筑需要更强大的结构连接以支撑更多的重量和承受更大的外部力,此外工程师需要密切合作,确保所有连接部位的设计与整体结构一致以提供最佳的结构性能。整体组装是确保建筑物各个部分协同工作的关键,这包括将剪力墙、框架、柱子和梁等各个构件正确连接起来,形成一

个整体的结构系统^[6]。

在新形势下,建筑高度的增加和地震风险的加大增加了整体组装的复杂性和挑战。为了做好整体组装,工程团队需要制定详细的施工计划,明确每个施工阶段的步骤和时间表,工程师和施工人员必须密切合作,确保每个构件的准确安装和连接,同时施工现场的管理至关重要以确保工人在高度、重量和复杂性方面的工作顺利进行。总之,结构连接与整体组装在框架剪力墙结构工程中起着至关重要的作用。工程师和施工人员需要特别关注材料选择、设计准则,以确保建筑物的结构性能。在新形势下,这一过程需要更高的专业技术和严密的管理以满足日益严格的建筑要求^[7]。

4 结语

综上所述,新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术是一个日益重要且不断发展的领域,本文着重探讨了该领域的核心问题包括结构设计与分析、结构连接与整体组装,以及面临的挑战。在面对不断上升的建筑高度、可持续性要求、材料选择和工程复杂性等挑战时,工程师和建筑领域的专业人员需要展现出卓越的技术能力和创新意识。只有通过不断的研究和实践,以及跨学科的合作,才能不断提高框架剪力墙结构的安全性、稳定性和可持续性。这一领域的不断进步不仅将为城市发展和建筑工程提供更多可能性,还将为建筑工程从业者提供更多的学习机会和成长空间。建筑工程是一个充满挑战和机遇的领域,通过不断的努力和创新,迎接新形势下的建筑需求,为更可靠、更可持续的建筑物和城市创造更美好的未来。

【参考文献】

- [1]牛凯鹏. 建筑工程中框架剪力墙结构建筑施工技术的应用[J]. 大众标准化,2022,6(8):154-156.
 - [2]陆少华. 框架剪力墙结构建筑施工技术在建筑工程中的应用[J]. 冶金管理,2022,7(3):115-117.
 - [3]王玉立. 新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术[J]. 居舍,2018,9(18):70.
 - [4]赖冬锋. 浅议新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术[J]. 建材与装饰,2017,16(38):13-14.
 - [5]韩启华. 浅谈新形势下框架剪力墙结构主体工程施工技术[J]. 低碳世界,2016,19(11):90-91.
 - [6]王剑飞. 浅谈新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术[J]. 民营科技,2014,55(4):175.
 - [7]包丽丽. 试论新形势下建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术[J]. 黑龙江科技信息,2014,13(3):218.
- 作者简介:朱玉,(1986.3—),毕业院校:吉林大学,专业:土木工程(道路与桥梁方向),就单位:宁波北斗建设有限公司,职务:副总。

地铁施工坍塌事故致因机理及对策研究

刘耀轩

北京建工土木工程有限公司, 北京 100100

[摘要] 此次研究旨在探索地铁施工坍塌事故的致因机理, 并提出相应的对策。首先, 引入了人为因素分析与分类系统(HFACS)理论, 对其合理性进行了分析。然后, 构建了适用于地铁施工坍塌事故的 HFACS 模型。通过可靠性检验, 验证了该模型的有效性和准确性。在对地铁施工坍塌事故的原因进行分析时, 发现以下几个主要因素: 一是端头加固薄弱, 导致对到达风险产生误判; 二是不利的地质因素; 三是喷涌事件的发生; 四是对到达风险预估不足; 五是应急机制不完善。针对以上原因, 本研究提出了一系列防止地铁施工坍塌的应用技术分析。其中包括地质勘察与监测、地下水控制、深基坑支护、土方开挖与回填以及信息化施工与管理等技术手段。通过本研究的深入分析和对策提出, 希望能够为地铁施工坍塌事故的预防和控制提供科学依据, 提高地铁施工的安全性和可靠性。

[关键词] 地铁施工; 坍塌事故; 致因机理

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10683

中图分类号: U231.3

文献标识码: A

Research on the Cause Mechanism and Countermeasures of Subway Construction Collapse Accidents

LIU Yaoxuan

Beijing Construction Engineering Civil Engineering Co., Ltd., Beijing, 100100, China

Abstract: This study aims to explore the causal mechanisms of subway construction collapse accidents and propose corresponding countermeasures. Firstly, the Human Factor Analysis and Classification System (HFACS) theory was introduced to analyze its rationality. Then, a HFACS model suitable for subway construction collapse accidents was constructed. The effectiveness and accuracy of the model have been verified through reliability testing. When analyzing the causes of subway construction collapse accidents, the following main factors were found: first, weak reinforcement at the end, leading to misjudgment of the risk of arrival; The second is unfavorable geological factors; The third is the occurrence of gushing events; The fourth is insufficient estimation of arrival risk; The fifth is that the emergency mechanism is not perfect. In response to the above reasons, this study proposes a series of application technology analyses to prevent subway construction collapse. This includes technical means such as geological exploration and monitoring, groundwater control, deep foundation pit support, earthwork excavation and backfilling, and information construction and management. Through in-depth analysis and countermeasures proposed in this study, we hope to provide scientific basis for the prevention and control of subway construction collapse accidents, and improve the safety and reliability of subway construction.

Keywords: subway construction; collapse accidents; causal mechanism

引言

地铁施工坍塌事故是一种严重威胁城市建设安全的灾害事件。由于地铁施工的复杂性和高风险性质, 这类事故可能造成人员伤亡、财产损失以及对交通运输系统的瘫痪。因此, 深入研究地铁施工坍塌事故的致因机理, 并制定相应的对策措施, 具有重要的实践意义和社会价值。在过去的几十年中, 许多地铁施工坍塌事故发生, 给城市的可持续发展和公共安全带来了巨大挑战。然而, 目前对于地铁施工坍塌事故的研究还相对不足, 尤其是对于事故的致因机理缺乏深入的认识。因此, 本文旨在通过系统研究, 探索地铁施工坍塌事故的致因机理, 并提出相应的对策措施, 以促进地铁施工的安全性和可靠性。本文的研究方法主要包括两个方面: 一是基于人为因素分析与分类系统(HFACS)理论, 对地铁施工坍塌事故的致因进行分析和分类; 二是采用贝叶斯网络和 Bow-tie 模型等方法, 对地铁施工坍塌事故

的致因机理和安全对策进行研究。通过综合运用这些方法, 旨在提高地铁施工安全管理的科学性和有效性。

1 地铁施工坍塌事故致因 HFACS 模型建立

1.1 引入人为因素分析与分类系统(HFACS)理论合理性分析

地铁施工坍塌事故的研究需要考虑许多因素, 其中人为因素起着重要作用。为了更好地理解和分析这些人为因素, 我们可以引入一种叫做人为因素分析与分类系统(HFACS)的理论。

HFACS 模型是一种在航空、军事和医疗领域广泛使用的方法, 它可以帮助我们识别出人为错误、行为和决策在事故中的作用。当我们将它应用到地铁施工坍塌事故的研究中, 它可以提供一个有结构的框架, 帮助我们深入理解人为因素如何影响事故, 并揭示其影响路径。这个模型主要从四个层面进行分类, 包括个体层面、任务层面、组织

层面和环境层面。在个体层面，我们关注的是施工人员的个人特征、技能水平和注意力等因素。任务层面则考虑的是施工任务的复杂性、工作压力和负荷等因素。组织层面则关注管理体系、培训机制和沟通协调等因素。环境层面则包括施工现场的物理环境、人际关系和工作文化等因素。

2.2 构建地铁施工坍塌事故 HFACS 模型

HFACS 模型如下图所示，HFACS 模型考虑了施工人员在事故中的行为和决策对事故结果的影响。个体层面包括施工人员的技能水平、专业知识、经验以及对安全程序和规定的遵守情况等。任务层面关注施工任务的特性和要求，如复杂性、工作压力、时间限制和所需资源等。组织层面考虑施工组织和管理对事故的影响，如组织架构、管理体系、培训机制和监督检查等。环境层面关注施工现场的物理环境和人际关系，如布局、空间限制、设备可用性和工作条件的安全性。简而言之，HFACS 模型考虑了个体、任务、组织和环境这四个方面对施工事故产生的影响。个体层面关注施工人员的技能和心理状态，任务层面关注任务的要求，组织层面关注组织管理因素，环境层面关注施工现场的物理条件和人际关系^[3]。



2.3 可靠性检验

可靠性检验是对地铁施工坍塌事故 HFACS 模型进行验证和评估的过程，以确定其有效性和准确性。这需要收集与地铁施工坍塌事故相关的真实数据，如事故报告、调查记录、目击证词和现场观察等信息。数据应包括多个案例，以涵盖不同类型的地铁施工坍塌事故，并充分反映人为因素的多样性和复杂性。收集到的数据需要根据 HFACS 模型的分类结构进行编码匹配。按照不同层次（个体、任务、组织和环境）对每个事故事件中的相关因素进行归类。可以建立一个编码表来确保数据的一致性和可比性。对编码后的数据进行分析 and 统计，计算各个 HFACS 类别的频率和关联性。可以使用统计软件或 Excel 等工具处理数据，生成图表和报告，以便进一步分析和解释。

3 引起地铁施工坍塌的原因分析

3.1 端头加固薄弱、对到达风险产生误判

在地铁施工过程中，如果端头加固措施不足或薄弱，

可能导致施工区域的土体支撑能力不足。此外，如果对到达风险的判断和评估不准确，即未能充分考虑周边建筑物、地下管线等因素对施工区域稳定性的影响，就可能出现施工区域的失稳和坍塌。

3.2 不利的地质因素

地质条件是地铁施工中的重要影响因素。如果施工区域遇到不稳定的地层，如软弱黏土、松散砂土、湿润黏土等，其承载能力有限，容易导致地铁施工区域坍塌。此外，地下水位过高、地下水涌入等地质因素也可能对施工区域的稳定性造成不利影响。

3.3 发生喷涌的原因

地铁施工过程中，如果未能充分了解地下水位、水文地质条件等相关信息，在开挖过程中可能会遇到超过设计预期的喷涌现象。喷涌水流的冲刷作用会削弱土体的稳定性，导致施工区域发生坍塌。

3.4 对到达风险预估不足

在地铁施工规划和设计阶段，如果对到达风险的预估不足，即未能全面考虑地下管线、邻近建筑物、地下设施等因素对施工区域的影响，就可能导致施工过程中发生意外事故。例如，未能及时获悉存在的地下管线，进行必要的探测和移位工作，可能会导致管线破坏引发坍塌。

3.5 应急机制不完善

在地铁施工过程中，如果缺乏有效的应急机制和紧急处置方案，一旦发生施工区域的坍塌事故，可能无法及时采取措施进行救援和修复，进一步加剧事故损失和影响。

总之，引起地铁施工坍塌的原因可能是多方面的综合作用。其中包括端头加固薄弱、对到达风险产生误判、不利的地质因素、发生喷涌、对到达风险预估不足以及应急机制不完善等。为减少此类事故的发生，施工前需进行充分的勘察和评估，采取科学合理的施工措施和加固设计，并配备完善的应急处置方案，以确保地铁施工的安全和顺利进行。

4 防止地铁施工坍塌的应用技术分析

4.1 地质勘察与监测

在防止地铁施工坍塌方面，地质勘察与监测是非常重要的应用技术。在进行地铁施工前，应进行详细的地质勘察，以充分了解施工区域的地质条件、地下水位、土层稳定性等情况。在地质勘察工作中，要采用地质勘探方法，包括钻孔、取样、岩芯分析等，获取地下土壤和岩石的物理学性质、水文地质特征等信息。能够通过实验室试验和现场测试，确定土壤和岩石的力学参数，如抗剪强度、弹性模量、压缩性等，为后续的设计和施工提供依据。还需要通过水位观测井或水位计等设备，测量地下水位的高程和变化情况，确定地下水位对施工的影响。

在地铁施工过程中，还应设置专门的监测系统，对施工现场的地质变化、沉降、裂缝等情况进行实时监测，以

便及时发现并处理潜在的安全隐患。监测系统应包括设置水位监测井或水位计,实时监测地下水位的变化情况,及时预警地下水涌入等问题。通过使用沉降仪器、测量点网格等方式,对施工区域的地表沉降进行监测,及时掌握沉降速度和范围,判断是否存在异常情况。利用裂缝计、变形仪器等设备,对施工现场周边的岩土体进行变形监测,识别是否出现不稳定的地质变形现象,及时采取相应措施。还要设置水位计、流量计等设备,监测施工区域的地下水位、渗流量等水文信息,保证施工过程中的水文安全。

4.2 地下水控制

地下水是导致地铁施工坍塌的主要原因之一。在施工过程中,有效的地下水控制措施至关重要,可以采取以下技术来降低地下水位、减小地下水对施工的影响。一方面,降水是指通过排水井和泵站等设施将地下水抽出来,以维持施工现场地下水位在可控范围内的一种方法。因此,在施工区域的周边或内部设置降水井,并进行合理布置,确保能够充分引流地下水。能够通过降水井进行抽水处理,将地下水抽出并排放到外部水体或排水管网中,以降低地下水位。

帷幕注浆是针对高含水量土层和岩石层的地铁施工常用的地下水控制技术。帷幕注浆通过在施工区域周边或内部钻孔注浆,形成一道防水屏障,控制地下水的流动。所以,要根据设计要求,在施工区域的周边或内部钻孔,形成一定间距和深度的孔洞,要选择合适的注浆材料,如水泥浆、膨润土浆等,将其注入钻孔中。还能够通过注浆设备将注浆材料注入钻孔中,形成帷幕状固化体,以阻挡地下水的流动。地下连续墙是一种常用的地下水控制技术,通过在施工区域周边或内部建立一道连续的墙体,以隔离地下水和施工现场。在施工中,需要在预定位置进行钻孔,并同时进行灌浆,使钻孔形成墙体,并根据设计要求,可以采用加固钢筋、喷射混凝土等方式对墙体进行加固,增强其抗渗性能。

4.3 深基坑支护

深基坑支护在地铁施工中起着至关重要的作用,因为这是防止坍塌的关键环节。在选择深基坑支护方法时,需要根据施工区域的地质条件、基坑深度等因素进行综合考虑。常用的深基坑支护方法包括桩基支护、锚杆支护、喷射混凝土支护和钢支撑支护等。这些方法各有优缺点,需要根据具体情况进行选择。

例如,桩基支护是一种常用的深基坑支护方法,其原理是通过在基坑周边打入一定深度的桩,利用桩的抗弯和抗压能力来稳定基坑。桩基支护适用于地质条件较好、基坑深度较浅的情况。其优点是施工简便、成本较低,但缺点是对于较深的基坑,桩基的施工难度会大大增加。锚杆支护是通过在基坑周边设置锚杆,利用锚杆的抗拉能力来稳定基坑。锚杆支护适用于基坑周边土质较差、基坑深度较深的情况。其优点是适应性强,对于各种地质条件都有

较好的效果,缺点是施工难度较大,成本较高。喷射混凝土支护是通过在基坑周边喷射一层混凝土,利用混凝土的抗压能力来稳定基坑。喷射混凝土支护适用于基坑周边土质较差、基坑深度较浅的情况。其优点是施工简便、成本较低,缺点是对于较深的基坑,喷射混凝土的施工难度会大大增加。钢支撑支护是通过在基坑周边设置钢支撑,利用钢支撑的抗压能力来稳定基坑。钢支撑支护适用于基坑周边土质较差、基坑深度较深的情况。其优点是适应性强,对于各种地质条件都有较好的效果,缺点是施工难度较大,成本较高。

4.4 土方开挖与回填

在地铁施工过程中,土方开挖与回填作业是坍塌事故的高发环节。为了防止坍塌,必须严格按照规范进行土方开挖与回填,确保施工过程中的稳定性。首先,合理的设计是防止坍塌的关键,设计时应充分考虑地质条件、地下水位等因素,选择合适的开挖方式和回填材料。

在土方开挖过程中,应采取分层开挖的方法,以减小开挖面上的应力集中,降低坍塌风险。分层开挖的厚度应根据土壤的稳定性、地下水位等因素合理确定。同时,在开挖过程中应严格控制土体的侧压力,避免超挖或欠挖。对于不良地质条件下的开挖,可以采用预加固措施,如注浆、锚杆等,提高土体的稳定性。土方回填是防止坍塌的另一个重要环节。回填材料的选择应根据设计要求和实际情况进行,确保回填材料的质量。在回填过程中,应采取分段回填的方法,以减小回填土体对周围环境的影响,降低坍塌风险。此外,回填过程中应严格控制压实参数,如压实遍数、压实速度等,确保回填土体的密实度,提高其承载能力。为了减小土方开挖与回填对周围环境的影响,还可以采取一系列环境保护措施。例如,设置临时围挡,减少施工对周围交通和环境的影响;对开挖和回填过程中的废水、废渣进行妥善处理,避免对环境造成污染;在施工过程中进行实时监测,发现潜在的安全隐患,及时采取措施进行处理。

4.5 信息化施工与管理

信息化施工与管理在防止地铁施工坍塌方面具有重要意义。通过利用物联网技术、大数据分析等手段,可以实现对地铁施工过程的实时监控与管理,从而及时发现并处理安全隐患,提高施工安全性。

物联网技术在地铁施工中的应用可以实现对施工现场各种设备、材料、环境等因素的实时监测。例如,通过安装在施工现场的传感器,可以实时收集土壤压力、地下水位、沉降、裂缝等数据,并将这些数据传输至监控中心。监控中心可以利用大数据分析技术对这些数据进行实时分析,从而判断施工现场的安全状况,及时发现潜在的安全隐患。此外,信息化施工与管理还可以实现对施工过程中各种资源的优化配置。通过收集施工现场的实时数据,可以对施工进度、材料消耗、设备使用等情况进行精确控

制,从而提高资源利用效率,降低成本。同时,信息化施工与管理还可以实现对施工质量的实时监控,通过对施工数据的分析,可以发现施工质量问题,及时采取措施进行整改,确保施工质量符合设计要求。在实际施工中,应根据具体情况选择合适的信息化施工与管理技术,确保施工质量和人员安全。例如,对于地质条件复杂、安全风险较高的地铁施工项目,可以采用高级信息化技术,如人工智能、虚拟现实等,实现更加精确、实时地监控与管理。同时,还应加强对施工人员的培训,提高他们的信息化技术水平,使他们能够熟练运用信息化工具进行施工操作,提高施工效率和安全性。

5 结语

通过本研究,认识到地铁施工坍塌事故的发生往往是多个因素交互作用的结果,其中包括人的行为、组织管理、技术设备等方面的问题。为了预防和减少地铁施工坍塌事故的发生,我们提出了一系列针对事故的事前预防对策和事后减轻对策。这些对策包括加强培训教育、改善组织管理、完善技术设备、强化监测与预警等方面的措施,旨在提高地铁施工的安全性和可靠性。然而,我们也意识到地铁施工坍塌事故的防范工作仍然存在挑战和难点。希望通过深入理解地铁施工坍塌事故的致因机理,并采取相应的对策措施,我们可以进一步提高地铁施工的安全性,确保施工人员和公众的生命财产安全。我们鼓励未来的研究者

继续探索和改进地铁施工安全管理的方法和技术,以促进城市交通建设的可持续发展。

[参考文献]

- [1] 林涛. 地铁施工事故分析研究[J]. 建筑安全,2023,38(4):79-83.
- [2] 李德林,范晓蕾,张恕震. 地铁工程建设施工危险辨识与施工坍塌事故应急预案的探讨[J]. 工程与建设,2022,36(5):1427-1429.
- [3] 陈赞,陈玉斌,刘湘慧. 基于 CBDT 和 KNN 的地铁施工坍塌事故应急措施生成研究[J]. 长沙理工大学学报(自然科学版),2021,18(3):45-54.
- [4] 杜婷婷,任翔,张宁等. 基于 STAMP 模型的地铁施工坍塌事故致因分析[J]. 建筑安全,2021,36(9):64-69.
- [5] 左九如. 地铁工程建设施工危险辨识及施工坍塌事故应急预案的探讨与实践[J]. 工程建设与设计,2019,(5):220-221+224.
- [6] 柴乃杰,张梦,鲍学英,等. 基于事故树模型的地铁施工地表坍塌事故分析[J]. 铁道标准设计,2018,62(6):114-119.

作者简介:刘耀轩(1982.2—),毕业院校:石家庄铁道学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:北京建工土木工程有限公司,职务:项目副经理,职称级别:高级工程师。

软岩大变形隧道三台阶开挖工法研究及应用

龚志明

中铁隧道局集团建设有限公司, 广东 佛山 528000

[摘要]为解决软岩大变形高风险隧道在台阶法施工过程中容易发生垮塌,以及初期支护施工不当而带来的大变形不可控、安全步距超标等问题,以中老铁路新安隧道为研究对象,研究分析新型的三台阶预留核心土带仰拱一次开挖法的关键控制要点,对其工艺控制关键点及创新效果等进行系统研究,进而为软岩极易发生变形的隧道施工提供有益的技术参考。

[关键词]软岩大变形;施工工法;应用

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10676

中图分类号: U455.31

文献标识码: A

Research and Application of Three Step Excavation Method for Large Deformation Tunnel in Soft Rock

GONG Zhiming

China Railway Tunnel Group Construction Co., Ltd., Foshan, Guangdong, 528000, China

Abstract: In order to solve the problems of large deformation and high-risk tunnels in soft rock that are prone to collapse during bench method construction, as well as uncontrollable large deformation and excessive safety step distance caused by improper initial support construction, taking Xin'an Tunnel of China Laos Railway as the research object, this paper studies and analyzes the key control points of the new three bench reserved core soil belt inverted arch one-time excavation method, and systematically studies the key points of its process control and innovative effects, which provides useful technical references for tunnel construction in soft rock formations that are prone to deformation.

Keywords: large deformation of soft rock; construction method; application

引言

软弱围岩在隧道建设中所带来的挑战,主要表现为其强度低、稳定性差、变形持续不可控制等问题,这些因素已成为当前国内隧道建设面临的主要难题之一。这一问题不仅直接影响到施工进度,还对安全管控提出了严峻的挑战。在国内外,许多专家针对不同地质条件下的软弱围岩展开了深入研究,通过大量围岩模型参数的分析试验以及采用不同的工法进行软岩隧道开挖工艺的优化,试图解决软弱围岩的施工问题。

这些研究主要集中在构建模型进行受力变形分析和总结提升施工工法两个方面。通过模型分析,研究人员试图理解软弱围岩在受力过程中的变形规律,为工程实际操作提供理论指导。此外,对不同的施工工法进行总结提升,旨在通过经验总结和工法的改进来提高软岩隧道开挖的效率和安全性。

值得注意的是,目前的研究主要侧重于理论分析和工法总结,而实际工程中软弱围岩的施工方法的研究及效果应用仍然存在亟待解决的问题。在实际施工中,由于软弱围岩的多变性和复杂性,理论研究难以覆盖所有实际情况。因此,对软弱围岩的施工方法进行深入研究,提升其实际应用效果,对于提高施工效率、节约施工成本以及确保施工安全等方面都具有非常重要的意义。

软弱围岩的施工问题是当前隧道建设中亟待解决的难题之一,需要在理论研究的基础上更加注重实际工程应用的有效性。通过深化对软弱围岩施工方法的研究,我们可以更好地应对实际工程中的挑战,为隧道建设领域的可持续发展贡献更多有价值的经验和解决方案。

1 工程地质概况

新安隧道长8878m,最大埋深658m,穿越5个断裂带,1个向斜、1个背斜,隧道后半段存在与隧道走向平行的平面间距很近的区域性扬武-青龙厂大断裂,并伴生许多未探明的次生断裂纵横切割洞身,地质构造极为复杂,洞身断裂、褶皱、节理极其发育,岩体极为破碎,遇水泥化严重,施工过程中频繁遭遇溜坍、涌突和变形等不良地质灾害,施工难度大。新安隧道沿线部分地质纵断面示意图如图1所示。

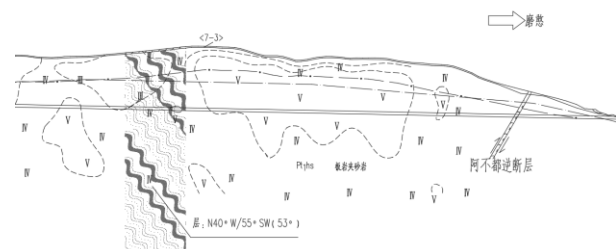


图1 新安隧道软弱围岩分布图

通过对岩性的分析可见,新安隧道岩性多为板岩,夹杂页岩,具有明显的层理结构,其抗拉强度在垂直于层理面时较低,加之节理、裂隙的影响,该地层软弱围岩的抗拉强度进一步降低,当层里面具有镜面时,炭质板岩可能沿着层面滑移,造成掉块或滑移型大变形。

2 三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法关键技术及措施

2.1 传统工法施工特点

传统软岩隧道开挖工法通常采用分步开挖法,主要采用台阶法。在这种方法中,每一台阶的开挖都会伴随着及时的支护和变形控制。具体而言,当每一台阶进行开挖时,都会实施及时的支护措施,以控制隧道围岩的变形。随后,进行仰拱并分步进行下一台阶的施工。这一过程的结果是封闭成环的周期相对较长,由于下一台阶的支护必须在仰拱开挖之后进行,整体工序的衔接相对不够顺畅。

2.2 本工法施工特点

为解决以上弊端,新安隧道采用三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法,仰拱开挖及初期支护与下台阶同时进行,实现初期支护第一时间封闭成环,同时上台阶预留核心土,防止软弱围岩开挖面和隧道变形、坍塌,对类似复杂地质隧道工程具有借鉴意义,其工序组织如图2所示,具体如下:

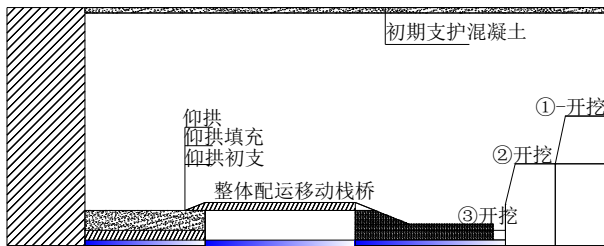


图2 工序组织示意图

(1) 上台阶的铣挖与中、下台阶的开挖同步进行,上台阶铣挖结束后,上、中台阶勾碴,下台阶出碴,上台阶立拱支护及施做超前支护和下台阶、仰拱开挖出碴同步进行,待上中台阶喷浆时平行进行下台阶、仰拱初支立拱作业,喷浆结束后,对成环的仰拱初期支护回填,进入下循环作业,有效规避初支封闭成环不及时造成的支护变形。

(2) 配套采用非爆机械铣挖方式,减少滑塌、突涌现象,并解决了超挖大、效率低等问题。铣挖平均线性超挖控制在8cm以内,避免开挖断面不整齐而造成的应力集中。铣挖过程中配合机械手初喷,围岩暴露时间短,避免溜坍,且提高施工效率。

(3) 上台阶预留核心土对掌子面施加反力,又能减少一次掘进的方量,最大限度地保证掌子面的稳定。遵循“岩变我变”的原则和思路,核心土长度和尺寸根据工况及作业需求进行动态调整。

(4) 仰拱施工采用整体移动栈桥,上台阶施做超前支护同时对仰拱初支部分回填洞碴形成平行作业,利用工

序衔接提高效率,有效加快仰拱施工进度,并能确保隧道安全步距不超标,对仰拱边墙及时二次衬砌支护,控制地质风险高的区段初支变形。

3 变形监测与安全性评价

为保障隧道施工安全,需加强对围岩变形监测数据的收集和分析,V级围岩每5m布设一个量测断面,特殊情况下,缩小布点间距,增加布点数量,加大观测频率。围岩变形主要测点布置图如图3所示。

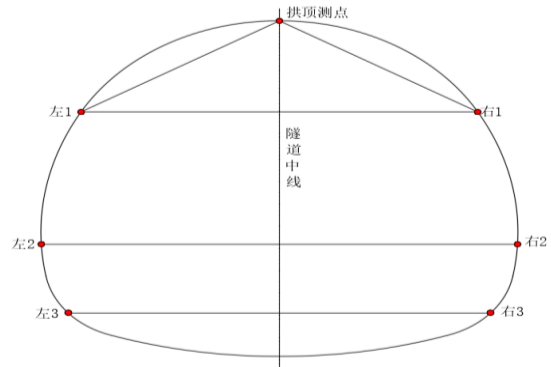


图3 围岩变形测点布置图

使用本工法开挖,仰拱初支距离掌子面近,封闭及时,沉降变形及时稳定。监测数据表明,初支封闭后收敛趋势明显。经分析汇总,各观测点的时间-位移和距离-位移关系满足图4所示的正常曲线分布情况,控制变形收敛效果好,满足相关规范安全要求。

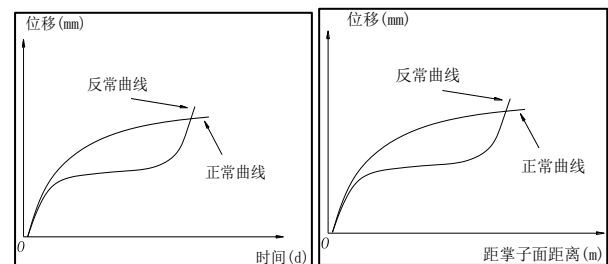


图4 时间-位移曲线图和距离-位移曲线图

该工法另一重点是上下各有效空间的平行作业施工,核心是工艺标准制定和顺畅衔接。要求仰拱初支面回填碴土厚度大于0.8m,传感器上报数值达到I级控制值以及水平收敛、拱顶下沉达到5mm/d,或累计位移达到100mm时,必须立即暂停施工,研究相应处理措施,进行专家研讨制定措施,并按照工程安全性评价流程进行。

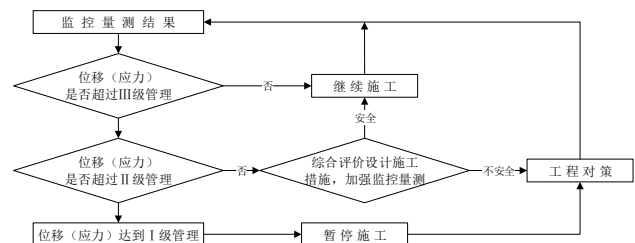


图5 工程安全性评价流程

4 工法效果分析

与传统台阶法比较,采用新型的三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法,大大简化了仰拱开挖程序,确保各工序之间的顺畅衔接,降低仰拱初支护时间,节约达 18h;经多次验证,一次掘进 0.6m,以 25 个工作日计算,每个月可掘进 50m,明显提升施工进度;仰拱清理工之后,配套移动栈桥整体行走到位,对仰拱钢筋、防排水、立模、浇筑混凝土的施工极为有利。

5 结论与建议

通过实际验证,新型的三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法在软岩大变形隧道工程中表现出许多显著的优点,为解决传统工法的一系列问题提供了有力的技术支持。以下是对该工法的结论和建议的详细阐述:

优点总结:

(1) 工序衔接效果显著:三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法成功实现了开挖工序与机械手初喷封闭的有效衔接,极大地缩短了围岩的暴露时间。这不仅有助于提高工程的施工效率,而且减少了围岩长时间受到外界影响的可能性。

(2) 安全风险降低、质量可控:该工法采用仰拱初支及时封闭成环,使拱墙整体受力,有效避免了下台阶拱脚长期浸泡而导致的支护变形。这一做法降低了安全风险,同时也保证了施工质量的可控性,为工程的长期稳定性提供了有力的保障。

(3) 经济效益显著:该工法的采用不仅有助于降低工程成本,而且有利于工期的控制。通过有效的变形控制和及时的封闭成环,工程可以更加迅速、高效地完成,从而实现显著的经济效益。

(4) 适用性广泛:三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法在软岩大变形的隧道工程中显示出较高的适用性。结合合理的管理手段,该工法能够实现各工序的平行施工,为软岩隧道工程创造了有利的经济效益,也为世界隧道领域提供了一种可行的解决方案。

在推动软岩大变形隧道工程中新型三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法的实际应用过程中,提出了一系列建议,以进一步优化和完善这一工法,确保其在实际施工中充分发挥优势,并为软岩隧道工程领域的发展作出更大贡献。

在软岩隧道的施工中,及时地开挖和支护对于控制变形、确保安全至关重要。因此,我们建议在实际施工中引入快挖快支的机制,确保机械手与开挖工序之间的紧密配合。通过机械手与开挖工序的协同作业,可以实现下台阶带仰拱作业的一次成型到位,从而实现快速封闭。这一机制不仅有助于提高施工效率,还能有效地控制隧道围岩的变形,最终确保施工的安全性。

在后续工序中,为了减少交叉施工干扰,我们建议引入创新的配套工装。这些工装的设计应考虑到各个工序的需求,确保它们能够相互协调,提高整体施工效益。通过减少交叉施工的干扰,我们可以为各个工序创造更多的便利条件,进一步提高整体工程的质量和效率。

为了不断完善三台阶预留核心土带仰拱一次开挖工法,我们建议进行持续的改进和研究工作。这包括结合实际工程经验,不断优化施工方案和技术细节。通过持续的研究工作,我们可以更好地了解工法在不同地质条件下的适用性,提高其可靠性和可持续性,确保其在实际工程中的长期有效性。

这些建议旨在进一步提高新型工法在软岩大变形隧道工程中的应用水平,促使其更好地适应实际施工需求。通过采纳这些建议,我们有望为软岩隧道工程领域的创新和发展贡献更多有价值的经验和实践。

[参考文献]

- [1]高玉明. 软弱破碎围岩卸荷特性与施工要点研究[J]. 公路工程, 2018, 43(1): 181-185.
 - [2]李树繁. 滇东山区软弱围岩高陡边坡隧道进洞开挖技术对比研究[J]. 公路, 2020, 65(3): 325-331.
 - [3]李鹏宇, 崔光耀, 王庆建. 软弱围岩铁路隧道三台阶带仰拱一次开挖工法台阶高度优化研究[J]. 高速铁路技术, 2021, 12(1): 46-49.
 - [4]铁路隧道监控量测技术规范: Q/CR 9218—2015[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2015.
 - [5]林建奎. 三台阶带仰拱一次开挖工法在高铁隧道施工中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(26): 68.
- 作者简介: 龚志明(1984.6—), 男, 毕业院校: 湖南科技大学. 所学专业: 土木工程道桥工程专业. 当前就职单位: 中铁隧道局集团建设有限公司. 职务: 副总经理. 职称级别: 高级工程师。

双排钢桩围堰稳定性计算分析

马可

中亿丰建设集团股份有限公司, 江苏 苏州 215131

[摘要] 临水钢围堰的稳定性是基坑安全施工的关键因素, 其构件的过大变形将导致钢围堰失稳, 给工程带来巨大损失。此文就苏州地区常用的一种填土钢围堰的设计, 对其整体稳定性、抗倾覆稳定性、抗滑移稳定性等进行计算, 确保围堰设计、施工的安全。

[关键词] 钢围堰; 稳定性分析; 强度验算

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10672

中图分类号: TU443

文献标识码: A

Stability Calculation and Analysis of a Common Steel Cofferdam

MA Ke

ZYF Construction Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215133, China

Abstract: The stability of the steel cofferdam near the water is the key factor for the safe construction of the foundation pit. The excessive deformation of its components will lead to the instability of the steel cofferdam, which will bring huge losses to the project. This paper calculates the overall stability, anti overturning stability and anti sliding stability of a commonly used fill steel cofferdam in Suzhou to ensure the safety of cofferdam design and construction.

Keywords: steel cofferdam; stability analysis; strength; calculation

引言

在岸边及水面区域施工支护工程, 相对于其他的支护形式, 钢(管)板桩承载能力、抗弯能力及施工便利性、场地适应性均较好。填土钢围堰利用在双排钢管桩之间填实黏性土, 一方面隔断了外界的水力联系, 一方面增大了围堰断面的刚度, 加强了围堰抵抗变形的能力, 是苏州地区常用的一种办法。

1 工程概况

拟建场地位于苏州市某景区内, 为修葺湖边驳岸, 需在拟建场地设置围堰并抽干场内湖水, 以便施工作业。水面标高为 1.40m, 水深在 2.00~3.00m 左右, 淤泥厚约 0.35~0.50m。场区地貌属于长江三角洲冲积平原, 地貌类型单一, 湖底各土层信息与物理力学指标如表 1 所示。

表 1 土层物理力学指标

土层名称	重度	固结快剪		渗透系数 (cm/s)
	γ_0 (kN/m ³)	C_k (kPa)	ϕ_k (°)	
②淤泥质粉质黏土	17.3	8.5	6	2.0E-06
③粉质黏土	19.3	36.7	13.2	1.0E-06
④粉土夹粉砂	19.1	7.7	30.5	7.0E-04

2 钢围堰型式

围堰断面如图 1 所示, 钢管桩采用外径为 273mm 的无缝钢管桩, 钢管桩插入围堰硬土层的深度不应小于 3.0m。钢管桩间填筑黏土, 施工时应每填 1~2m 高黏土后, 在钢管桩外侧抛填袋装黏土。施工时先清除围堰部位浮淤并打

钢管桩, 可采用平行作业法: 已打好钢管桩的部位, 先挂好竹帘片和土工布, 再进行填土作业, 宜考虑从两端开始, 突击使坝身露出水面, 后逐步延伸直至合拢。围堰必须填筑到设计标高后方可抽水。围堰填筑须采用黏土, 回填土分层压实, 禁止采用淤泥填筑。因围堰为水中倒土, 预计围堰沉降量较大, 因此施工时须预留沉降量。在整个工程施工期内应成立围堰护堤组巡查观测围堰沉降、变形、进行堤身维护。当堤身高程低于设计值 10cm 时, 须进行培土加高, 使其保持设计标高, 保证围堰安全。

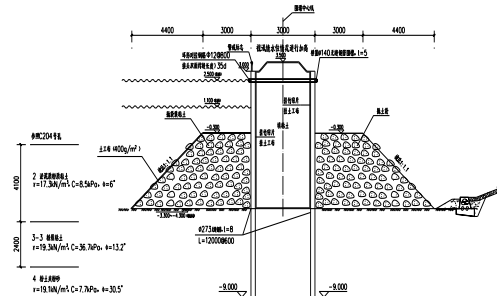


图 1 围堰剖面图

3 钢围堰计算

针对国内类似围堰工程安全性、稳定性方面, 徐汉平等^[1]对钢板桩围堰的稳定性与承载力展开了分析, 计算出相应工况下抗倾覆稳定性、抗滑移稳定性等稳定性安全系数, 板桩承载力计算是基于土力学经典模型进行求解。

若在围堰刚度及承载力符合计算要求的前提下, 钢围堰可以用重力式挡墙、双排桩的模式来模拟, 其稳定性、

抗倾覆等计算参照《建筑基坑支护技术规程》的要求，临水侧可将水简化成一层黏聚力与内摩擦角均为零的土层，再采用启明星或理正软件计算^[2]。

在计算土压力时，采用经典土压力理论分析，这里以朗肯土压力为计算模型，其假定为：（1）刚性墙身，无墙体变形；（2）墙后填土延伸到无限远处，填土表面水平；（3）墙背直立、平滑^[6]。其实围堰并不满足基本假定，但相关文献均按照朗肯土压力的主、被动土压力理论进行计算；

整体稳定性通常采用条分法，条分法是将滑动土体按竖直方向划分成各个土条，将图2中的无限小弧长假设为有限弧长。每个土条代表一个刚体，土条宽度按1m取，依次求出作用于土条上的力对圆心的滑动力矩和抗滑力矩，然后求出对应的土坡稳定安全系数^[5]。

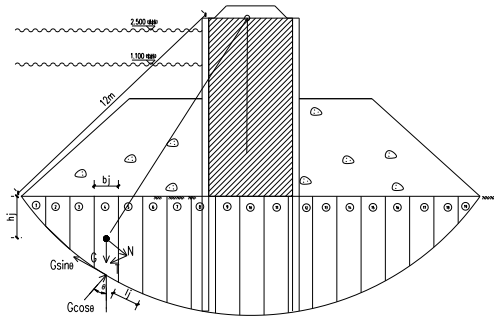


图2 围堰整体稳定性计算简图

（1）圆弧滑动条分法整体稳定性验算：

$$K_{si} = \frac{\sum \{c_j l_j + (q_j b_j + \Delta G) \cos \theta_j \tan \varphi_j\}}{\sum (q_j b_j + \Delta G) \sin \theta_j} \quad (1)$$

K_{si} —圆弧滑动稳定安全系数；

φ_j —土条滑弧面处的内摩擦角，(°)；

b_j —土条的宽度，m；

θ_j —土条滑弧面中心点处的法线与垂直面的夹角，(°)；

h_j —土条滑弧面中心点与地面（坑底平面）的距离；

l_j —土条滑弧长度，m，取 $l_j = b_j / \cos \theta_j$ ；

q_j —土条上的附加分布荷载标准值，kPa；

ΔG —土条的自重，kN，按天然重度计算。

将围堰假定成基坑的形式，以支撑结构顶部内侧O点为圆心，将O点与桩底连线作为滑动圆弧的半径。具体参数与计算见表2、表3。

表2 土层条分参数表

条	θ_j	h_j	l_j	γ	c_j	φ_j	q_j	θ_j
1	50.9	1.12	1.58	19.2	36.7	13.2	68	50.9
2	44	2.08	1.39	19.2	36.7	13.2	68	44
3	37.2	2.85	1.26	19.2	36.7	13.2	68	37.2
4	31.2	3.46	1.17	19.2	36.7	13.2	68	31.2
5	25.2	3.95	1.11	19.2	7.7	30.5	68	25.2
6	20.2	4.32	1.06	19.2	7.7	30.5	68	20.2

7	14.9	4.59	1.03	19.2	7.7	30.5	68	14.9
8	9.8	4.77	1.01	19.2	7.7	30.5	68	9.8
9	4.8	4.81	1	19.2	7.7	30.5	68	4.8
10	0.2	4.87	1	19.2	7.7	30.5	68	0.2
11	5.2	4.79	1	19.2	7.7	30.5	68	5.2
12	10.5	4.62	1.01	19.2	7.7	30.5	68	10.5
13	15.4	4.35	1.04	19.2	7.7	30.5	0	15.4
14	20.6	3.99	1.07	19.2	7.7	30.5	0	20.6
15	26.4	3.52	1.12	19.2	7.7	30.5	0	26.4
16	31.7	2.92	1.18	19.2	36.7	13.2	0	31.7
17	37.8	2.17	1.27	19.2	36.7	13.2	0	37.8
18	44.4	1.22	1.40	19.2	36.7	13.2	0	44.4
19	51.2	0.58	1.60	19.2	36.7	13.2	0	51.2

表3 基坑土条抗滑力与滑动力计算

条	$c_j l_j$	$q_j b_j$	ΔG_j	抗滑力		滑动力
				$(q_j b_j + \Delta G) \cos \theta_j$ $\tan \varphi_j + c_j l_j$	$\Delta G \sin \theta_j$	$(q_j b_j + \Delta G) \sin \theta_j$
1	57.99	68	21.50	71.26	0	69.46
2	51.01	68	39.94	69.25	0	75.02
3	46.24	68	54.72	69.23	0	74.25
4	42.94	68	66.43	69.95	0	69.64
5	8.55	68	75.84	85.22	0	61.28
6	8.16	68	82.94	91.56	0	52.08
7	7.93	68	88.13	96.76	0	40.12
8	7.78	68	91.58	100.36	0	27.13
9	7.70	68	92.35	101.77	0	13.47
10	7.70	68	93.50	102.83	0	0.48
11	7.70	68	91.97	101.54	0	14.56
12	7.78	68	88.70	98.51	0	28.52
13	8.01	0	83.52	55.43	22.13	0
14	8.24	0	76.61	50.47	26.97	0
15	8.62	0	67.58	44.29	30.01	0
16	43.31	0	56.06	54.52	29.43	0
17	46.61	0	41.66	54.34	25.54	0
18	51.38	0	23.42	55.31	16.40	0
19	58.72	0	11.14	60.36	8.69	0

$$K_{si} = \frac{\sum \{c_j l_j + (q_j b_j + \Delta G) \cos \theta_j \tan \varphi_j\}}{\sum (q_j b_j + \Delta G) \sin \theta_j} = 3.02 > 1.30 \quad (2)$$

因此，对于指定圆心O的滑弧，其整体稳定性验算满足规范要求。该滑弧并不一定是最危险滑动面，应进行多次试算，找到最危险滑动面，也就找到最小安全系数的滑动面^[7]。

对围堰采用挡土墙类型为双排桩计算模型；模型参数桩长：12m；钢管桩间距：0.6m；桩钢材牌号：Q235；桩

径：0.273m；壁厚：8mm；后排桩长：12m；后排桩间距：0.6m；前后排钢管桩间距：3m。对围堰后填土采用盆式开挖模型进行计算具体信息详见表4。

表4 工况信息表

类型	深度 (m)	盆式开挖		
		台高 (m)	台宽 (m)	坡宽 (m)
开挖	3.3	4	3	4

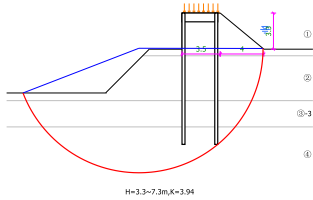


图3 圆弧滑动法电算计算简图

圆心(-3.95, 3.22), 半径 11.37m, 滑动力 499.3kN/m, 抗滑力 968.9kN/m, 假定圆弧滑动法计算圆心与计算模型的计算圆心并不是同一点, 计算模型经过多次试算与假定圆心安全系数有一定的不同。

(2) 围堰抗倾覆稳定性计算。对于填土钢管桩围堰, 可按悬臂式支挡结构来计算, 抗倾覆力矩考虑水压力: 围堰最不利工况是河水水位达到最高洪水位, 坑内抽排水完成对此状态的围堰进行抗倾覆稳定性验算, 参照《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012 4.2.1条^[5]:

$$K \leq \frac{E_{pk} a_{p1}}{E_{ak} a_{a1} + E_{wk} a_{aw}} \quad (3)$$

已知 $\varphi_1=6^\circ$ $\varphi_2=13.2^\circ$ $\varphi_3=30.5^\circ$ 主动土压力系数:

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\varphi}{2}) \quad (4)$$

$$K_{a1}=0.81, K_{a2}=0.63, K_{a3}=0.33 \quad (5)$$

临界深度:

$$Z_0 = \frac{1}{\gamma_1} (\frac{2c_1}{\sqrt{K_{a1}}} - q) = 1.1m \quad (6)$$

第一层土的主动土压力强度:

$$P_{1上} = qK_{a1} - 2c_1\sqrt{K_{a1}} = -15.3kPa \quad (7)$$

$$P_{1下} = (\gamma_1 h_1 + q) K_{a1} - 2c_1\sqrt{K_{a1}} = 42.15kPa \quad (8)$$

第二层土的主动土压力强度:

$$P_{2上} = (\gamma_1 h_1 + q) K_{a2} - 2c_2\sqrt{K_{a2}} = -13.57kPa \quad (9)$$

$$P_{2下} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + q) K_{a2} - 2c_2\sqrt{K_{a2}} = 15.61kPa \quad (10)$$

第三层土的主动土压力强度:

$$P_{3上} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + q) K_{a3} - 2c_3\sqrt{K_{a3}} = 29.98kPa \quad (11)$$

$$P_{3下} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + q) K_{a3} - 2c_3\sqrt{K_{a3}} = 40.10kPa \quad (12)$$

主动土压力合力值:

$$E_a = \frac{1}{2} \times 42.15 \times 4 + \frac{1}{2} \times 15.61 \times 1.1 + \frac{1}{2} \times (29.98 + 40.1) \times 1.6 = 148.95kN/m \quad (13)$$

Ea 距墙角的高度:

$$x_a = \left[\frac{29.98 \times 0.8 + 10.1 \times \frac{1}{3} \times 1.6 + 15.6 \times (\frac{1}{3} \times 1.3 + 1.6) + 42.15 \times 5}{148.95} \right] / E_a = 1.83m \quad (14)$$

水压力按最不利考虑:

$$\mu_a = 10 \times 6.8 = 68kPa \quad (15)$$

$$E_{\mu a} = \frac{1}{3} \times 6.8 \times 68 = 154.13kN/m \quad (16)$$

被动土压力系数:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\varphi}{2}) \quad (17)$$

$$K_{p1}=1.23, K_{p2}=1.59, K_{p3}=3.06 \quad (18)$$

第一层土的被动土压力强度:

$$P_{1上} = qK_{p1} + 2c_1\sqrt{K_{p1}} = 18.85kPa \quad (19)$$

$$P_{1下} = (\gamma_1 h_1 + q) K_{p1} + 2c_1\sqrt{K_{p1}} = 33.75kPa \quad (20)$$

第二层土的被动土压力强度:

$$P_{2上} = (\gamma_1 h_1 + q) K_{p2} + 2c_2\sqrt{K_{p2}} = 111.80kPa \quad (21)$$

$$P_{2下} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + q) K_{p2} + 2c_2\sqrt{K_{p2}} = 185.45kPa \quad (22)$$

第三层土的被动土压力强度:

$$P_{3上} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + q) K_{p3} - 2c_3\sqrt{K_{p3}} = 205.74kPa \quad (23)$$

$$P_{3下} = (\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + q) K_{p3} + 2c_3\sqrt{K_{p3}} = 299.25kPa \quad (24)$$

主动土压力合力值:

$$E_p = \frac{1}{2} \times (18.85 + 33.75) \times 0.7 + \frac{1}{2} \times (185.45 + 111.8) \times 2.4 + \frac{1}{2} \times (205.74 + 299.25) \times 1.6 = 779.11kN/m \quad (25)$$

Ep 距墙角的高度: $x_p = 1.8m$

$$K = \frac{E_{pk} a_{p1}}{E_{ak} a_{a1} + E_{wk} a_{aw}} = \frac{1402.38}{796.63} = 1.76 > 1.20 \quad (26)$$

钢管桩围堰最不利工况河水水位达到最高洪水位, 坑内抽排水完成对此状态的围堰进行抗倾覆稳定性验算满足规范要求。

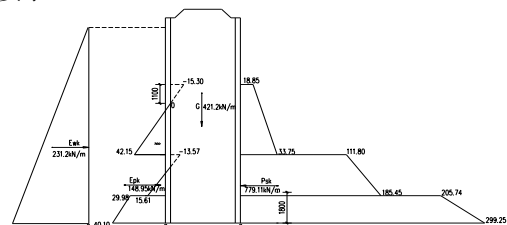


图4 土压力计算简图

(3) 抗滑移稳定性验算

$$K_{s1} = \frac{E_{pk} + (G - \mu_m B) \tan \varphi + cB}{E_{ak}} = 3.26 > 1.20 \quad (27)$$

K_{s1} — 抗滑移安全系数;

G — 堰芯填土的自重 (kN/m);

μ_m — 围堰底面上的水压力 (kPa);

c 、 φ — 围堰底面下土层的粘聚力、内摩擦角;

钢管桩围堰最不利工况下满足抗滑移稳定性要求,围堰若采用重力式挡墙的计算模型时,墙的嵌固深度和墙的宽度是两个主要的设计参数,有关资料的分析研究结果表明,一般情况下,当墙的嵌固深度符合整体稳定性时,抗隆起稳定性会自然满足。整体稳定性决定嵌固深度下限,采用按整体稳定性确定的嵌固条件,再按墙的抗倾覆稳定性计算墙宽,挡墙宽一般自然能够同时满足抗滑移条件^[6]。

(4) 墙底隆起验算

当挡土构件底面以下有软弱下卧层时,坑底隆起稳定性的验算部位尚应包括软弱下卧层^[6]。

$\phi = 30.5^\circ$, $c = 7.7 kPa$ 。

$$K = \frac{\sigma_p \cdot N_q + c \cdot N_c}{\sigma_a} = \frac{89 \cdot 19.48 + 7.7 \cdot 31.37}{204.6} = 9.65 > 1.60 \quad (28)$$

安全系数大于 1.6, 满足规范要求。

(5) 钢材强度验算

根据《建筑基坑支护技术规程》3.1.6 条规定,支护结构构件按承载能力极限状态设计时,作用基本组合分项系数不应小于 1.25,对于安全等级为一、二、三级,结构重要性系数不应小于 1.1、1.0、0.9^[6]。

① 排桩钢管桩钢材强度验算:

$$\sigma = \frac{1.25 \gamma_0 |N|}{A} + \frac{1.25 \gamma_0 |M|}{W} = 67.7 MPa \leq f = 215 MPa \quad (29)$$

② 后排桩钢管桩钢材强度验算:

$$\sigma = \frac{1.25 \gamma_0 |N|}{A} + \frac{1.25 \gamma_0 |M|}{W} = 67.5 MPa \leq f = 215 MPa \quad (30)$$

对于前排桩钢管桩最大应力约为 70MPa,钢管桩强度利用率约 32.5%。

4 监测内容

围堰监测应包括:围护桩顶沉降及水平位移,土体深层水平位移、坑外水位、堰顶沉降及拉杆内力等监测。应建立观测制度,及时反馈情况,平时做到常维护,减轻围堰负担,注意围堰保护。围堰主体由黏性土填土组成,使用过程中堰体沉降量较大,应预先备足土源、机械设备,遇有紧急情况及时投入到加固施工中。

5 结论及建议

本文对苏州地区常用钢围堰设计型式进行阐述,结合本工程的工程地质条件,对围堰支护结构的变形和受力进行分析,采用手算及 FRWS9.0 计算软件,通过对围堰整体稳定性、抗滑移、抗倾覆及钢管强度验算,说明了该型式满足工程规范对安全稳定性的要求,从计算理论上验证了钢围堰施工的可行性、安全性,并分析得出以下结论和建议:

(1) 本文系统地阐述了围堰的稳定性及承载力的计算方法,对围堰内土压力的计算方法进行讨论,在计算一般较小围堰时可采用主被动土压力。(2) 围堰顶一般不作为材料堆载场地或施工便道使用,围堰进行堰心填土作业时加强巡视作业,避免拉杆出现断裂引起围堰的局部破坏,加强对钢构件的保护。(3) 围堰墙背堆土或抛石利于结构的受力情况。背土侧堆土或抛石能够等同于缩短钢管的悬臂长度,会显著增加围堰的安全性,从而减少构件内力,针对长、大围堰,尤其在水深很深情况下,也不失为一种既安全又经济的做法。(4) 因围堰为水中倒土,预计围堰沉降量较大,因此施工时须预留沉降量。在整个工程施工期内应成立围堰护堤组巡查观测围堰沉降、变形、进行堤身维护。当堤身高程低于设计值 10cm 时,须进行培土加高,使其保持设计标高,保证围堰安全。

[参考文献]

- [1] 徐汉平,黄雪阳. 沉管隧道双排钢板桩围堰支护计算探讨[J]. 广东土木与建筑,2019(2): 51-53.
 - [2] 余雯. 龙湖隧道工程双排桩钢板桩围堰结构研究[J]. 城市道桥与防洪,2020(5): 213-215.
 - [3] 赵振平. 京杭运河围堰施工受力分析[J]. 公路,2014(3): 115-117.
 - [4] 宋尚. 某大型湖底明挖隧道钢围堰设计要点[J]. 城市道桥与防洪,2021(7): 10.
 - [5] 李广信. 土力学[M]. 北京:清华大学出版社,2013.
 - [6] 《建筑基坑支护技术规程》编委会. 建筑基坑支护技术规程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
 - [7] 蔡新. 混凝土面板堆石坝结构分析与优化设计研究[D]. 江苏:河海大学,2005.
 - [8] 原华等. 公路、铁路与房建行业钢结构设计规范比较研究[J]. 高等建筑教育,2014(4): 10.
- 作者简介: 马可 (1985.4—), 男, 毕业于南京大学地质工程专业, 研究生学历, 现就职于中亿丰建设集团股份有限公司, 任职勘察院技术负责人, 任职年限 8 年, 高级工程师。

公路工程路基路面压实技术探讨

潘日龙

广西桂宝工程监理咨询有限公司, 广西 贵港 537100

[摘要]路基路面压实质量是保证公路安全稳定运营的重要前提,压实质量的高低直接决定公路承载性能和运营能力,对道路使用安全及使用年限具有重要影响。为有效提升公路工程路基路面压实质量,提高路基路面稳定性,确保交通运输安全,加强路基路面压实质量控制尤为关键。基于此,文章探讨公路工程路基路面压实技术,分析其影响因素、原理,并提出一系列提升压实质量的对策,以期公路工程的质量提升提供有益的参考和指导。

[关键词]公路工程;路基路面;压实技术

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10669

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

Exploration on Compaction Technology for Roadbed and Pavement in Highway Engineering

PAN Rilong

Guangxi Guibao Engineering Supervision Consulting Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: The compaction quality of roadbed and pavement is an important prerequisite for ensuring the safe and stable operation of highways. The level of compaction quality directly determines the bearing performance and operational capacity of highways, and has a significant impact on the safety and service life of roads. In order to effectively improve the compaction quality of roadbed and pavement in highway engineering, enhance the stability of roadbed and pavement, and ensure transportation safety, it is particularly crucial to strengthen the quality control of roadbed and pavement compaction. Based on this, the article explores the compaction technology of roadbed and pavement in highway engineering, analyzes its influencing factors and principles, and proposes a series of countermeasures to improve the compaction quality, in order to provide useful reference and guidance for the quality improvement of highway engineering.

Keywords: highway engineering; roadbed and pavement; compaction technology

引言

随着城市化的不断推进和交通需求的增加,公路工程规模和复杂度不断提升。而路基路面的质量问题直接关系到道路的使用寿命和交通安全,因此成为公路工程中的关键问题,合理的压实施工可以提高填料的密实度,确保路面的稳定性和强度,从而降低路面的维护成本,延长道路使用寿命。

1 公路工程路基路面压实技术的影响因素

1.1 填料

填料在公路工程中扮演着至关重要的角色,种类和质量直接影响到路基路面的承载能力、稳定性以及整体的工程质量。填料主要包括各种土壤和石料,选择和使用需要根据工程地区的地质特征和工程设计要求进行科学合理的搭配。土料的颗粒大小、形状、粘附性等因素决定了其密实性和承载能力。例如,角状的石料在填料中可能增加颗粒之间的摩擦力,有利于提高填料的内聚力和整体稳定性。过高或过低的含水量都可能导致填料的流动性增强,使得压实难以达到理想效果。因此,在施工前需要通过仔细的含水量测定,确保填料含水量在合理范围内,并通过必要的处理手段调整含水量至最佳状态。填料选择中,需要综合考虑工程地区的地质情况、交通荷载以及环境要求

等因素,对于含有较多粉土的地区,可适度添加黏结剂以提高填料的黏聚性;对于交通流量较大的路段,可选择耐磨性较好的石料,以增强路面的耐久性。

1.2 机械设备

在公路工程的路基路面压实过程中,选择适当的机械设备是确保良好压实效果的关键因素之一,不同类型的机械设备具有不同的工作原理和适用范围,因此在施工前需要仔细考虑工程的特点和要求,合理配置和使用机械设备^[1]。压路机通过其自身的重量对土料进行静态压实,适用于各种填料,主要优点在于简单易操作、适用范围广,但需要注意的是在处理较硬填料时可能需要较大的压实力。振动压实机通过振动力使土料颗粒更紧密,适用于一些特殊填料,例如含有较多细颗粒的砂土。振动压实机能够在改善土料的密实性的同时减少填料表面的空隙,提高整体的压实效果。机械设备在作业时,要保持机械设备的良好状态,包括轮胎或履带的完好性以及振动装置的正常工作,是确保施工效果的关键。此外,机械设备的调整也至关重要,包括调整振动频率、振动幅度和静载荷等参数,以适应不同填料和路段的需要。

1.3 施工工艺

公路工程的路基路面压实工艺是确保整体施工质量

的关键环节,其合理性直接影响到路面的承载能力和使用寿命。在施工前,需要制定详细的施工计划,明确填料的铺设顺序、压实机械的使用顺序等,按照计划有序进行,确保填料的均匀分布和充分压实。过快的施工速度会导致填料未能得到充分压实,而过慢则会使填料过度压实,影响施工效率,需要根据填料的特性和机械设备的性能,合理控制施工速度,确保良好的压实效果^[2]。合格的操作人员能够熟练掌握压实机械设备,确保施工过程中的稳定性和效率,沟通协调则涉及到不同工序之间的衔接,确保施工过程的连贯性,避免因误操作或信息不畅而影响整体施工效果。施工中还需要考虑环境因素的影响,如天气、地形等,在恶劣天气条件下,要采取相应的防护措施,以确保施工过程的安全和质量。

2 路基路面压实技术原理

2.1 揉搓力作用

揉搓力是路基路面压实过程中重要的力学作用,通过压实机械设备对填料进行滚动、旋转或挤压等方式,使填料的颗粒之间发生相对运动,从而达到增加填料密实性的效果。在揉搓的过程中,填料颗粒之间的摩擦力逐渐增加,因为机械设备通过与填料接触表面的滚动或挤压,引起了填料颗粒的运动,从而形成了较为均匀的内聚结构,使得填料内部形成更加紧密的结构,提高了填料的密实性和整体稳定性。揉搓力适用于各种类型的填料,无论是砂石、黏土还是混凝土,都能够通过揉搓力实现较好的压实效果。此外,揉搓力相对于其他压实力学原理而言,更加适用于处理较为细小的颗粒,因为其作用过程中能够较好地穿透和填充填料层。为了最大程度地利用揉搓力作用,工程师需要合理选择和配置压路机等机械设备,确保其运动方式和压实力的充分利用。

2.2 冲击力作用

冲击力是路基路面压实的作用原理,通过机械设备对填料进行迅速施加的力量,使填料颗粒重新排列,从而达到提高填料密实性的效果。在冲击力的作用下,机械设备通过重物下落、锤击或其他快速施加力的方式,使填料颗粒受到迅猛的冲击,会使填料颗粒发生位移、碰撞和重新排列,破坏原有的颗粒排列结构,减小填料层的孔隙度,有助于填料颗粒之间形成更加紧密的结构,提高了填料的整体密实性。冲击力适用于处理较为坚硬、黏性较强的填料,能够在极短的时间内使填料达到较高的密实度。为了最大限度地利用冲击力作用,需要合理选择和配置冲击式压路机等机械设备。此外,操作人员需要谨慎控制冲击力的大小和频率,以确保填料在冲击过程中能够达到理想的密实效果,而不引起填料的过度变形或损坏。

2.3 振动力作用

振动力通过振动机械设备传递到填料层,使填料颗粒在振动作用下发生相对运动,从而实现颗粒的重新排列和

增加填料密实性的效果。在振动力作用下,机械设备产生的振动通过振动器传递到填料层,引起填料颗粒的振动和相对位移,有助于填料颗粒沉降,减小填料层的孔隙度,提高整体填料的密实性,特别是对于一些颗粒较细的填料,如砂土或粉土,振动力能够更好地渗透和填充填料层。振动力适用于不同类型的填料,尤其在处理含有细颗粒的土壤时效果显著。此外,振动力作用的过程相对平稳,有助于避免填料的过度变形和损坏。为了充分利用振动力作用,工程师需要选择适当的振动机械设备,并合理设置振动参数,包括振动频率和振动幅度,可以实现对不同类型填料的有效压实,确保路基路面的密实性和整体稳定性。

3 压实施工效果对路基路面质量的影响

3.1 能够提升路基路面的建设强度

通过合理的压实过程,填料颗粒之间形成更加紧密的结构,有效增加了路基路面的内聚力和抗压能力,能够有效分担交通荷载和外界环境因素对路面的作用,从而提高路面的整体承载能力。压实施工使得填料层内的空隙减小,颗粒之间的摩擦力增加,从而有效提升了路基路面的抗变形能力,确保了其在受到压力时不易发生沉陷和形变,不仅有助于路面的耐久性,延长了使用寿命,同时也减少了维护成本和提高了交通运行的安全性。

3.2 能够提升路基路面的建设稳定性

压实施工效果对路基路面的建设稳定性具有显著的影响。通过有效压实,填料层内部的颗粒之间形成了更为紧密的结构,降低了路基路面发生沉降、变形的可能性,对于保持路面的平整度、减小不均匀沉降以及提高道路的整体稳定性至关重要^[3]。稳定的路基路面不仅有助于减少驾驶时的颠簸感,提高行车舒适性,同时还能降低交通事故的风险,确保道路在各种天气和交通流量条件下保持稳定的行车性能。

4 提升路基路面压实质量的对策

4.1 重视路基路面表面土层清理

在施工前,彻底清理路基路面表面的土层对于压实的有效实施至关重要。清理表面的杂物,如树枝、垃圾等,有助于保障压实机械设备的正常运行。不仅使施工机械的顺畅通道,也避免了杂物对填料的干扰,确保了良好的填料分布。去除表面的松散土壤层,有助于确保压实机械与路基路面之间的直接接触,可以使机械设备更好地施加压力,并有效传递压实力到填料层。清理松散土壤还有助于减小填料层的变形和沉降风险,提高施工后路基路面的整体稳定性。在清理过程中,需要使用适当的清理设备,如清扫车、铲车等,确保清理得彻底和高效。此外,清理工作需要仔细检查每个施工区段,特别关注复杂地形或特殊区域,以确保整个路段的清理工作均匀而彻底。重视路基路面表面土层清理,可以有效消除施工过程中的障碍,为后续的压实工作创造理想的条件,确保良好的路基路面压

实效果。

4.2 注重施工路段含水量检查

在施工前和施工过程中都需要注重对施工路段的含水量进行仔细检查和有效控制。施工前通过对路段填料的含水量进行详细检测,可以有效评估填料的工程状态,过高的含水量导致填料黏性增加,难以形成均匀的结构,影响压实效果;而过低的含水量则可能使填料过于干燥,降低了填料的流动性和压实性能。由于天气、地理等原因,路段的含水量可能会发生变化,可通过现代化的含水量检测设备,实时获取填料的含水量信息,当检测到含水量偏离设计要求时,及时调整施工计划,采取合适的措施,如水分调节、加水或排水等,以确保填料的含水量在合理范围内,保障良好的压实效果。通过科学合理的含水量管理,可以有效提高填料的流动性,确保良好的压实效果,进而保障公路工程路基路面的稳定性和耐久性。

4.3 控制松铺厚度和填料

合理的松铺厚度和填料选择直接影响着整个路基路面的结构性能和承载能力。对于松铺层的厚度,需要根据工程设计要求、交通荷载和地质条件等因素来进行合理控制。过厚的松铺层可能导致填料在压实过程中难以达到理想的密实度,增加了工程成本,并且可能会引起不均匀沉降;过薄的松铺层可能无法提供足够的结构强度和稳定性,影响路面的使用寿命^[4]。不同类型的填料在压实过程中表现出不同的特性,因此需要根据工程要求选择适当的填料。颗粒形状和大小对于填料的密实性也有影响,因此在填料的选择上需要综合考虑这些因素。同时,填料应具备足够的抗压强度,以确保路基路面在受到交通荷载时能够保持结构的完整性。合理的厚度和优质的填料选择有助于提高填料的流动性,确保良好的压实效果,从而保障公路工程路基路面的结构强度和稳定性。

4.4 控制碾压速度、厚度以及遍数

在公路工程的压实施工中,合理控制碾压速度、厚度以及遍数是确保压实效果的关键因素。合理的碾压速度是确保填料在机械作用下达到理想密实度的关键因素之一。过快的碾压速度可能导致填料未能充分压实,影响压实效果,同时还可能引起机械设备在不均匀路况下的不稳定性;过慢的碾压速度可能使填料过度压实,增加施工时间和成本。因此,在施工中,需要根据填料的性质和路段的具体情况,调整碾压速度,以保证在合理时间内达到设计密实度。合理的填料层厚度有助于确保每层填料在压实过程中能够达到理想的密实性。过大的填料层厚度可能导致底层填料未能充分压实,而过小的填料层厚度则可能无法提供足够的结构强度。适当的遍数可以增加填料的密实度,但过多的遍数可能引起填料的过度变形和损伤,需要根据填料的性质和工程的要求,科学合理地设定碾压的遍数。

4.5 结构层均匀性控制

结构层的均匀性对于公路工程的路基路面质量至关重要。均匀的结构层有助于提高路面的整体稳定性、承载能力和耐久性,因此在压实施工中,需要实施有效的均匀性控制措施。在填料的铺设过程中,要注意确保填料在不同路段、不同层次的均匀分布,通过科学规划和施工操作,使得每个结构层都能够获得相似的填料密实度和结构性,减小不同区域之间的差异。对于填料的密实过程,需要确保在整个结构层范围内有一致的压实效果,涉及到碾压机械设备的合理操作和施工规范^[5]。操作人员应当根据不同路段的特点,调整碾压机的工作参数,保证整个结构层内填料都能够得到充分的密实,而不是只注重某些局部区域。通过使用激光测距仪、压力传感器等设备,对结构层的密实度进行实时监测,可以及时发现和纠正密实不均匀的问题,确保整个结构层得到均匀的压实效果。通过取样检测和实地检查,确保结构层的实际情况符合设计要求,及时纠正可能存在的问题。通过这些控制措施,可以提高结构层内填料的均匀性,确保整个路基路面具有更好的整体性能,从而提高公路工程的可靠性和耐久性。

5 结论

公路工程中,路基路面的压实施工是确保道路结构强度和稳定性的关键环节。本文对公路工程路基路面压实技术展开了探讨,着重分析了影响压实效果的因素以及压实技术的原理。在此基础上,提出了提升路基路面压实质量的一系列对策,包括路基路面表面土层清理、施工路段含水量检查、控制松铺厚度和填料、控制碾压速度、厚度以及遍数,以及结构层均匀性控制。在未来的公路工程中,我们需要不断总结经验,结合新的技术和方法,进一步提升路基路面压实技术水平。通过不懈地努力,可以建设更为坚固、安全、持久的道路网络,为社会交通提供更加可靠的基础设施支持。

【参考文献】

- [1]刘淑琴.公路工程路基路面压实技术探究[J].黑龙江交通科技,2020,43(8):41-42.
- [2]李子.公路工程施工中路基路面压实技术的应用[J].门窗,2019(21):234.
- [3]朱巧利.研究公路工程施工中路基路面压实技术的应用[J].居舍,2019(28):76-77.
- [4]高永峰.公路工程路基路面压实技术分析——评《路基路面工程》[J].工业建筑,2021,51(2):211.
- [5]李东伟.公路工程路基路面压实施工技术的运用措施探讨[J].居舍,2019(15):68.

作者简介:潘日龙(1973.3—),毕业院校:重庆大学,所学专业:土木工程,当前就单位名称:广西桂宝工程监理咨询有限公司,职务:监理工程师,职称级别:副高级。

防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用研究

杨新江

新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质大队，新疆 阿克苏 843000

[摘要] 本研究深入探讨了防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用，旨在应对极端低温环境对传统泥浆的挑战。通过全面考察防冻泥浆的配方设计、性能优化、环境影响和施工操作等多个方面，研究力求为高原地区冻土层钻探提供科学、高效、环保的解决方案。通过对防冻泥浆的研究，本研究旨在推动该技术在高寒地区的创新与发展。强调了其对工程可持续性和环境友好性的影响，为未来在寒冷地区进行工程勘察和建设提供有力的技术支持。

[关键词] 防冻泥浆；高原冻土层；钻探；技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10667

中图分类号: P642.14

文献标识码: A

Research on the Application of Anti freezing Mud in Drilling of Plateau Frozen Soil Layer

YANG Xinjiang

The Eighth Geological Brigade of Xinjiang Geology and Mineral Exploration and Development Bureau, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: This study delves into the application of antifreeze mud in drilling permafrost layers on high plateaus, aiming to address the challenges posed by extreme low temperature environments to traditional mud. Through a comprehensive examination of the formulation design, performance optimization, environmental impact, and construction operations of antifreeze mud, the study aims to provide scientific, efficient, and environmentally friendly solutions for drilling in permafrost layers in plateau areas. Through the study of antifreeze mud, this study aims to promote the innovation and development of this technology in high-altitude and cold regions, emphasizing its impact on engineering sustainability and environmental friendliness, and providing strong technical support for future engineering surveys and construction in cold regions.

Keywords: anti freezing mud; plateau permafrost layer; drilling; technology application

引言

在高原地区进行冻土层钻探是一项极具挑战性的任务，受到极端寒冷、复杂地质和苛刻气候的影响。传统泥浆在这样的环境下的应用面临一系列限制，因此防冻泥浆作为专为寒冷环境设计的解决方案备受关注。我们将研究防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用，包括其配方设计、性能优化、环境适应性和施工操作等方面。通过综合研究，我们旨在为高原地区冻土层钻探提供科学、高效、环保的解决方案。这一研究的重点在于解决传统泥浆在极端寒冷环境下的问题，并为工程实践提供先进的技术支持，推动防冻泥浆技术在寒冷地区的创新应用。

1 高原冻土层钻探的重要性

高原冻土层钻探作为地质勘察和工程建设中的关键环节，具有极其重要的意义。高原地区的冻土层，受气候和地形的共同影响，呈现出独特的冻结特性，其地质结构和工程性质相较于非高原地区更为复杂。因此，对高原冻土层进行精确的勘察和了解，对于确保工程建设的安全性、可靠性以及环境适应性至关重要。在高原地区进行冻土层钻探的目的主要包括以下几个方面。首先，通过深入了解高原冻土层的地质结构、含水量、温度分布等信息，可以为工程设计提供可靠的地质数据支持。这对于制定合理的

工程方案、选择适当的建筑材料以及进行地基处理具有不可替代的作用。其次，冻土层钻探能够帮助科学家和工程师更好地理解高原气候条件下的地下水运动规律，为水资源的科学开发和合理利用提供基础。此外，对于高原地区特殊的基础工程，如桥梁、隧道等，冻土层钻探也能够为其设计、施工和运营阶段的安全性提供必要的参考。

2 防冻泥浆的一种常用配方

一种常用的防冻泥浆配方在寒冷气候条件下进行钻井作业时发挥着关键作用。该配方的制定旨在确保泥浆在低温环境中能够维持流动性和性能，以防止冻结对钻井过程造成不良影响。这种防冻泥浆的基本组成成分包括水相、悬浮剂、添加剂、增稠剂以及一系列辅助成分。水是泥浆的基础，而悬浮剂则通常采用膨润土类物质，例如膨润土或蒙脱土，以提供泥浆所需的黏度和悬浮性。为了防止泥浆在低温下凝固，防冻剂是配方中不可或缺的组成部分，常见的防冻剂包括甘油和乙二醇，它们有效地阻止水分子结晶，确保泥浆在极寒环境下仍能保持流动。增稠剂方面，多聚合物增稠剂的引入有助于调节泥浆的黏度和流变性，确保其适应各种钻井条件^[1]。配方中还包含防腐剂，以防止泥浆中的金属零件腐蚀，以及表面活性剂，用于改善泥浆的润湿性和稳定性。

3 防冻泥浆的基本性质

3.1 防冻剂的种类和性质

防冻泥浆的基本性质中,防冻剂的种类和性质是至关重要的方面。防冻剂是防冻泥浆中的核心组成部分,其种类和性质直接影响着泥浆在极寒条件下的性能表现。防冻剂的种类多种多样,常见的包括有机盐类、无机盐类、有机物质等。这些防冻剂通过降低泥浆的冰点,阻止水分子的结晶过程,从而防止泥浆在冻土层中结冰。有机盐类防冻剂如乙二醇、甘油等常用于防冻泥浆,它们具有优异的抗冻性能和化学稳定性。此外,无机盐类如氯化钙、氯化钠等也常被选用,其溶解度高、成本较低,但对金属设备腐蚀性较大。有机物质防冻剂则具有较好的环保性和生物相容性,逐渐成为研究的热点。防冻剂的性质直接关系到防冻泥浆的流变性能、稳定性以及环境适应性。在选择防冻剂时,需考虑其在低温环境下的抗冻性、流动性、黏度等特性,以确保防冻泥浆在极端气候条件下能够保持所需的工作性能。

3.2 防冻泥浆的配方设计

防冻泥浆的配方设计是其基本性质中的关键环节,直接决定了泥浆在高原冻土层钻探中的性能和适应性。在配方设计中,需要综合考虑多个因素,包括但不限于防冻剂的种类、含量、基础泥浆的成分,以及其他可能影响泥浆性能的添加剂。首先,防冻剂的种类和含量是防冻泥浆配方设计的核心。选择适当的防冻剂种类,如有机盐类、无机盐类或有机物质,需根据冻土层的温度、泥浆的工作环境和工程要求进行科学地评估。确定合适的防冻剂含量则直接关系到泥浆的抗冻性和流变性能。其次,基础泥浆的成分也是配方设计的重要考虑因素。基础泥浆的黏度、流动性和胶结性等性质对防冻泥浆的整体性能有着重要影响。因此,在配方设计中需要谨慎选择基础泥浆的类型和配比,确保其与防冻剂的相容性以及在冻土层环境中的稳定性。

3.3 防冻泥浆的流变性质

防冻泥浆的流变性质是其基本性质中的重要方面,直接关系到泥浆在高原冻土层钻探中的流动性和操作性。流变性质主要包括黏度、流变指数和剪切应力等参数,这些参数对于泥浆在钻孔中的输送、土样的采集以及整个钻探过程的稳定性至关重要。首先,黏度是衡量防冻泥浆内部阻力的关键指标。在极寒条件下,防冻泥浆的黏度要能够适应低温环境,确保泥浆在输送和循环过程中的流动性。通过科学调配防冻剂和基础泥浆,可以实现防冻泥浆的黏度在不同工作温度下的合理控制。其次,流变指数反映了防冻泥浆的流变特性。在高原冻土层的复杂地质条件下,泥浆需要在不同的应力和温度条件下表现出稳定的流变性能,以确保其在钻探过程中的可控制性和可操作性^[2]。最后,剪切应力是防冻泥浆在受到外力作用时的应力响应。

在冻土层钻探中,泥浆需要在受到钻头、钻杆等设备的剪切作用下保持稳定,不发生异常的黏结或剪切失稳现象,从而确保整个钻探过程的顺利进行。

4 防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用现状问题

4.1 环境与可持续性問題

防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用面临着环境与可持续性方面的一些问题,这主要涉及到对周边生态环境和资源的影响。在极端环境条件下,为了确保泥浆的抗冻性能,通常需要使用一定量的防冻剂,而这些防冻剂的释放和残留可能对周边土壤、地下水及植被产生潜在影响。首先,防冻泥浆中的防冻剂可能对土壤和地下水水质产生一定的影响。一些传统的防冻剂,如氯化钙等,具有一定的溶解度,可能导致其渗透至土壤中,对土壤的化学性质产生一定的改变。这可能引发一些环境生态问题,特别是对地下水质量的潜在影响,因此在使用防冻泥浆时需要谨慎评估和管理这些环境效应。其次,防冻泥浆的可持续性问题也体现在对防冻剂的资源消耗和环境排放。一些防冻剂的生产和使用可能涉及对有限资源的开采,且生产过程可能产生一些环境污染。

4.2 技术难题与创新问题

防冻泥浆在高原冻土层钻探中面临技术难题与创新问题,这涉及到在极端气候和地质条件下如何更有效地应对挑战,并寻找创新的解决方案。首先,技术难题方面,高原冻土层的地质条件复杂,加之极端的气候条件,传统的防冻泥浆在应对这些环境压力时可能面临黏度变化大、流变性能下降等问题。此外,防冻剂的选择和调配在不同温度条件下可能表现出不同的性能,如何在不同高原地区实现泥浆的高效应用仍然是一个待解决的技术问题。其次,创新问题方面,寻找更环保、可持续的防冻剂和配方是当前急需解决的创新方向。

5 防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用优化策略

5.1 配方优化策略

防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用优化策略之一是配方优化。配方的科学性直接关系到防冻泥浆在极端气候和地质条件下的性能表现,因此对其进行精心设计和调整是提高应用效果的重要手段。首先,对防冻剂的种类和含量进行合理选择。在不同高原地区的气候和冻土层条件下,选择适用的防冻剂种类,如有机盐类、无机盐类或有机物质,并确定其最佳的含量比例。这需要根据目标地区的实际气候情况、冻土层的温度变化以及工程要求,进行仔细评估和优化。其次,对基础泥浆的成分进行精确控制。基础泥浆的类型和比对防冻泥浆的流变性能、黏度和稳定性具有重要影响。通过科学调整基础泥浆的成分,以满足防冻泥浆在钻探过程中的特殊要求,可以提高其适应高原冻土层的能力^[3]。另外,配方优化还需考虑其他可能添加的辅助剂,如分散剂、增稠剂等,以调节防冻泥浆

的流变性能,提高其在极端环境下的稳定性和可操作性。

5.2 环保可持续性策略

在优化防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用策略时,环保和可持续性成为关键考虑因素。通过采用环保可持续性策略,不仅可以提高防冻泥浆在工程中的效率和性能,同时最大程度减少对周边环境的不良影响,实现更可持续的工程实践。首先,选择环保的防冻剂是环保可持续性策略的核心。替代传统的防冻剂,选择更为环保的有机盐类或有机物质,不仅能够在防冻泥浆的性能方面提供满足需求的特性,还能够减少对土壤和地下水的污染风险。这种选择有助于降低环境负担,符合可持续性发展的原则。其次,注重防冻泥浆的循环利用和再生利用。在工程施工中,对已使用的防冻泥浆进行有效的回收和处理,最大限度地减少废弃物的排放。通过循环利用,可以有效减轻对自然资源的压力,提高防冻泥浆的可持续性。此外,注重防冻泥浆施工过程中的环境监测和管理。及时监测防冻泥浆在工程施工中的环境影响,采取措施防范潜在的环境问题。强化管理,确保施工过程中的环保合规性,有助于提高整个工程的可持续性。

5.3 培训与应急策略

在优化防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用策略时,培训与应急策略成为关键因素,有助于提高工程操作人员的技能水平,同时建立健全的应急机制,确保在突发状况下能够及时、有效地应对问题。首先,培训工作人员是确保防冻泥浆应用顺利的重要步骤。培训内容可以包括对防冻泥浆性质的深入了解,操作规程的熟练掌握,以及对环保、安全等方面的要求。通过系统的培训,工程操作人员能够更好地理解防冻泥浆的特性,提高其在复杂环境下操作的能力,确保施工的质量和效率。其次,建立应急机制是保障防冻泥浆应用安全的重要环节。应急预案应该考虑到可能发生的各种突发状况,如设备故障、泥浆配方失效等情况,并提供相应的紧急处理措施。定期组织应急演练,确保工程操作人员熟悉应急程序,能够在紧急情况下迅速作出正确的决策,保障工程的安全顺利进行。此外,培训与应急策略还应考虑到与相关部门和专业机构的合作。与当地环保部门、地质勘察单位等建立有效的沟通渠道,形成联动机制,以便在需要时能够获得专业支持和协助。这有助于更及时、更有效地解决可能出现的问题,提高应对复杂环境的能力。

5.4 工程操作优化策略

工程操作优化策略在防冻泥浆在高原冻土层钻探中的应用中至关重要,它直接影响着施工的效率 and 工程的成

功实施。以下是一些工程操作优化策略:首先,确保操作人员具备充分的技能和经验。培训工程人员,使其熟悉防冻泥浆的性质、特性和操作规程,能够迅速应对各种情况。熟练的操作人员能够更好地掌握防冻泥浆的搅拌、泵送、循环等操作环节,提高施工的精准性和安全性。其次,建立完善的操作规程和标准化流程。制定详细的操作规程,包括泥浆的配方调配、设备的使用和维护、施工过程中的监测等方面^[4]。通过标准化的流程,可以减少操作人员的主观判断,确保每个环节都按照规定的标准进行,降低操作失误的可能性。另外,定期进行设备维护和检修。保持钻探设备的良好状态对防冻泥浆的正常运行至关重要。定期进行设备检查,确保设备的正常运转,预防设备故障对工程进度的影响。合理的设备维护策略能够降低维修成本,提高设备可靠性。

6 结语

在极端寒冷和复杂地质条件下,防冻泥浆展现出显著的优势,为冻土层钻探工程提供了可行性的解决方案。通过对防冻泥浆的配方设计进行优化,我们提高了其在不同寒冷环境下的适应性和性能表现。在施工操作方面,对于黏度控制、流变性质的稳定性等问题的解决,使得防冻泥浆在实际应用中取得了显著的效果。此外,我们强调了防冻泥浆技术的环境适应性和可持续性,为工程实践提供了全面的技术支持。这一研究为高原地区冻土层钻探项目的顺利进行提供了科学依据,为类似环境下的工程提供了宝贵的经验。然而,我们也认识到在实际应用中可能会面临一些挑战,需要不断的实践和改进。未来的研究可以进一步关注防冻泥浆在更为极端条件下的表现,并在不同地质环境中进行更多实地验证。

[参考文献]

- [1]申立,王正浩. 防冻泥浆在青海高原冻土层钻探中的应用研究[J]. 能源技术与管理,2016,41(3):145-148.
 - [2]王胜. 高原冻土天然气水合物钻探泥浆体系研究[D]. 成都:成都理工大学,2007.
 - [3]张辉. 西部高原地区冬季钻探施工工艺探索[J]. 西部探矿工程,2018,30(8):31-34.
 - [4]王成云. 拉萨至林芝铁路桥梁桩基化学聚合物泥浆应用与施工组织优化研究[D]. 西安:长安大学,2018.
- 作者简介:杨新江(1982.6—),毕业院校:长安大学;所学专业:资源勘查工程;当前就单位:新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第八地质质大队;职务:院长助理;职称级别:探矿工程副高级工程师。

瓷砖粘贴空鼓脱落的原因及预防分析

蒋 杜 杨书戈 王 岩

中建八局装饰工程有限公司, 上海 200120

[摘要] 瓷砖粘贴问题一直是建筑领域备受关注的焦点, 特别是空鼓脱落现象不仅导致额外的维修和更换成本, 还可能对建筑结构和使用寿命带来不良影响。为深入理解和解决这一问题, 从施工阶段、材料质量、环境因素以及墙体特性等多个维度入手, 全面剖析瓷砖粘贴空鼓脱落的根本原因, 并在此基础上提出科学合理的预防措施, 为建筑行业提供实用的参考和建议, 以提高瓷砖粘贴质量, 降低维护成本, 确保建筑结构的稳定性和安全性。

[关键词] 瓷砖粘贴; 空鼓脱落; 质量隐患

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10665

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Analysis of the Causes and Prevention of Hollowing and Falling Off During Ceramic Tile Pasting

JIANG Du, YANG Shuge, WANG Yan

China Construction Eighth Engineering Division Decoration Engineering Co., Ltd., Shagnhai, 200120, China

Abstract: The problem of ceramic tile pasting has always been a focus of attention in the construction field, especially the phenomenon of hollowing and falling off, which not only leads to additional maintenance and replacement costs, but may also have adverse effects on the building structure and safety of use. In order to deeply understand and solve this problem, starting from multiple dimensions such as construction stage, material quality, environmental factors, and wall characteristics, a comprehensive analysis is conducted on the fundamental reasons for the hollow and falling off of ceramic tile pasting. Based on this, scientific and reasonable preventive measures are proposed to provide practical reference and suggestions for the construction industry, so as to improve the quality of ceramic tile pasting, reduce maintenance costs, and ensure the stability and safety of building structures.

Keywords: ceramic tile pasting; hollowing and falling off; quality hazards

引言

瓷砖作为一种常见的建筑装饰材料, 广泛应用于室内和室外墙面、地面装饰。中国人民大学通州新校区项目其墙地瓷砖湿作业面积共计 16000 平米, 对于本工程大量瓷砖湿作业的施工, 如何保障瓷砖粘贴零空鼓, 提升施工质量, 将是一项重要课题。中国人民大学通州新校区位于北京市通州副中心, 毗邻副中心行政办公区。项目楼地处校园核心区东北侧, 为回字形设计, 设计层次丰富、现代气息浓厚。

在实际工程应用中瓷砖粘贴后出现空鼓脱落的现象时有发生, 不仅影响了装饰效果也可能存在一定的安全隐患, 深入研究瓷砖粘贴空鼓脱落的原因, 并提出相应的预防措施, 对于提升建筑装饰质量、延长材料使用寿命具有重要意义。

1 瓷砖粘贴空鼓脱落的原因分析

1.1 施工阶段的因素

1.1.1 粘贴材料选择及性能

粘贴材料在瓷砖施工中扮演着至关重要的角色, 其选择及性能直接影响到瓷砖的粘贴牢固程度和使用寿命, 在施工阶段合理选择粘贴材料是预防瓷砖粘贴空鼓脱落的首要步骤。首先, 粘贴材料应当符合相关国家或地区的建

筑标准和规范, 确保质量和性能达到规定的要求, 常用的粘贴材料包括黏结剂和瓷砖专用砂浆。黏结剂的选择应考虑其黏附力、耐水性、抗压强度等性能, 确保在不同环境条件下都能够提供可靠的黏结效果。其次, 瓷砖专用砂浆的选用也至关重要, 不同类型的瓷砖可能需要不同配方的砂浆, 以满足其特定的粘贴要求。砂浆的性能参数包括抗折强度、可调性、耐水性等, 需要根据实际施工情况进行科学合理的选择。除了性能参数, 还需要考虑粘贴材料的施工工艺性。易施工、易调配的粘贴材料可以提高施工效率, 减少施工中的问题发生。

1.1.2 施工工艺与技能水平

施工工艺与技能水平在瓷砖粘贴过程中直接影响到施工质量和瓷砖的使用寿命, 高水平的施工工艺和技能是确保瓷砖粘贴牢固、美观的关键。首先, 施工前的准备工作应得到足够的重视, 施工人员需要对施工现场进行充分的检查和准备, 确保基层墙面干净、平整, 并进行必要的处理。此外, 施工工艺要求在施工前对粘贴材料进行搅拌和调配, 确保质地均匀、稠度适中, 以提高施工的顺利性。其次, 施工人员的技能水平直接关系到粘贴效果, 熟练的施工人员能够熟练掌握粘贴材料的使用方法, 确保在施工过程中能够均匀、充分地涂抹在瓷砖和基层墙面上。技术

娴熟的施工人员还能够迅速处理在施工过程中可能出现的问题,如瓷砖调整、排列不整齐等,以确保整体施工质量。在施工工艺方面,要注意施工时的环境条件,如温湿度等因素,合理控制施工环境有助于提高粘贴材料的黏附力,确保施工效果的稳定性。

1.2 材料本身的问题

1.2.1 瓷砖质量影响因素

瓷砖质量是影响粘贴效果和使用寿命的关键因素之一,首先,瓷砖的材质是决定其质量的重要因素之一,常见的瓷砖材质包括陶瓷、瓷质砖、釉面砖等。不同的材质具有不同的物理特性和抗压强度,因此在选择时要考虑到施工场所的使用需求和环境条件^[1]。其次,瓷砖的规格和尺寸也会对其质量产生影响,规格合理、尺寸一致的瓷砖更容易施工,能够保证施工过程中的美观和准确度。规格不一致或尺寸不准确的瓷砖可能导致施工时的间隙不均匀,影响整体粘贴效果。瓷砖的表面平整度和平行度也是质量考量的重要方面,表面平整度直接影响到瓷砖与基层墙面的接触面积,平行度则影响到瓷砖粘贴后的整体美观。高质量的瓷砖在表面处理和尺寸方面更容易符合标准,从而提高了粘贴的稳定性。此外,瓷砖的生产工艺和质检标准也是影响其质量的关键因素,优质生产工艺和严格的质检标准能够保证瓷砖的整体质量和稳定性,减少施工过程中出现的问题。

1.2.2 黏结剂的选择与性能

黏结剂是瓷砖粘贴过程中至关重要的材料,其选择和性能直接关系到瓷砖的附着力、稳定性和使用寿命,合适的黏结剂能够提高瓷砖的粘贴效果,确保其长期稳定地附着在基层墙面上。首先,黏结剂的选择应该与瓷砖的材质和施工环境相匹配,不同类型的黏结剂适用于不同材质的瓷砖,如陶瓷、釉面砖等。在选择黏结剂时,需要考虑瓷砖的吸水性、表面特性以及所在区域的湿度等因素,以确保黏结剂与瓷砖之间有良好的相容性。其次,黏结剂的性能对瓷砖粘贴效果有直接影响,黏结剂的黏度、流动性和干燥时间等性能指标需要根据施工要求进行选择。黏度适中的黏结剂能够更好地填充瓷砖和基层墙面之间的缝隙,提高附着力,流动性好的黏结剂便于施工人员均匀涂抹,确保粘贴的均匀性。干燥时间的合理控制能够提高施工效率,并在较短时间内形成稳定的附着力。在实际施工中,施工人员需要根据黏结剂的使用说明和环境条件,正确掌握黏结剂的施工方法。黏结剂的涂抹均匀、黏附牢固是确保瓷砖稳定粘贴的关键步骤。同时,施工中还需注意避免黏结剂的过度使用或不足,以防影响黏附力和施工质量。

1.3 环境因素的影响

1.3.1 温湿度变化

温湿度变化是影响瓷砖粘贴稳定性的环境因素之一,在施工和日常使用中,气温和湿度的变化可能导致基层墙

体发生膨胀、收缩,从而对瓷砖的附着力产生影响。首先,温度的变化可能引起基层墙体的膨胀和收缩,在高温条件下,墙体可能膨胀,而在低温条件下则可能收缩,这种膨胀和收缩的变化可能导致粘贴在墙体上的瓷砖产生空鼓、开裂等问题。因此,在选择黏结剂和施工粘贴过程中,需要考虑到当地的气候特点,选择具有一定耐温性和抗热胀冷缩性能的材料。其次,湿度的变化也会对瓷砖粘贴产生一定的影响,在潮湿的环境中,墙体可能吸湿膨胀,而在干燥的条件下则可能收缩,这种湿度变化可能导致黏结层的性能变化,影响瓷砖与基层墙体的黏附力。因此,在施工前,需要确保基层墙体的湿度适中,并在湿度较大的地区选择具有一定防潮性能的黏结剂。

1.3.2 地基沉降

地基沉降是另一个可能导致瓷砖粘贴问题的因素。地基沉降可能导致墙体产生变形,使瓷砖之间的缝隙不均匀,从而影响黏结层的均匀性和稳定性。在选择黏结剂和进行施工时,需要对地基进行充分的调查和评估,确保其稳定性和承载能力。

1.4 基层抹灰砂浆选择及工艺问题

1.4.1 不同抹灰砂浆的特性与适用场景

抹灰砂浆作为瓷砖黏结层的关键组成部分,其特性对瓷砖的粘贴效果具有重要影响,不同类型的抹灰砂浆具有各自独特的特性,需要根据具体的施工场景和要求进行选择。一种常见的抹灰砂浆是水泥砂浆,由水泥、砂子和适量的添加剂组成,水泥砂浆具有较强的黏结力和耐久性,适用于室内外多种墙体表面。然而,在潮湿环境下,水泥砂浆的收缩性和渗透性可能导致瓷砖与基层墙体的黏结问题。另一种常见的是聚合物改性抹灰砂浆,在水泥砂浆的基础上添加了聚合物乳液,这种抹灰砂浆具有较好的柔韧性和抗裂性,适用于一些易发生墙体变形的场景,如高层建筑。

1.4.2 抹灰层的均匀性与黏结性问题

抹灰层的均匀性和黏结性是影响瓷砖附着力的重要因素,在施工过程中,确保抹灰层的均匀性可以防止瓷砖出现空鼓、开裂等问题,黏结性强的抹灰层能够提高瓷砖的附着力,确保在不同环境条件下都能够牢固粘贴在基层墙体上。为保证抹灰层的均匀性,施工人员应该掌握良好的施工技巧,确保砂浆均匀涂抹在基层墙体上,并使用合适的工具进行调整和修整。此外,应在规定的时间内完成整个抹灰层的施工,避免因施工间断导致抹灰层的不均匀性。

1.4.3 抹灰砂浆选择对基层固化的影响

抹灰砂浆的选择直接影响基层的固化过程。不同类型的抹灰砂浆具有不同的固化时间和收缩率,在施工前需要根据具体的施工进度和要求选择合适的抹灰砂浆。过快的固化速度可能导致砂浆中的水分无法充分蒸发,从而影响瓷砖的附着力。相反,过慢的固化速度可能延

长施工周期,增加施工的不便和成本。因此,在施工前需要仔细评估抹灰砂浆的固化性能,并根据实际情况合理调整施工计划。

1.5 墙体质量问题

1.5.1 墙体的材料和结构问题

墙体的材料和结构直接影响瓷砖的粘贴牢固程度,不同材料和结构的墙体对瓷砖的黏附性能有着显著的影响。首先,一些墙体材料可能因为密实度较低、吸水率较大等特性,导致瓷砖黏结层的附着力减弱。例如,一些多孔砖或石材可能需要额外的处理以提高其表面的附着性。其次,墙体是否平整、垂直、结构稳定,都直接关系到瓷砖在其表面的黏附情况,不平整的墙体表面可能导致瓷砖黏结层存在空隙,从而造成空鼓问题,在施工前需要对墙体进行充分的检查和修整确保满足瓷砖粘贴的基本要求。

1.5.2 墙体潮湿度、平整度及外力因素

墙体的潮湿度是影响瓷砖黏附性能的重要环境因素之一,潮湿的墙体可能影响瓷砖黏结层的固化过程使附着力降低,在施工前需要确保墙体表面的干燥程度符合粘贴要求,必要时采取防潮措施。不平整的墙体表面会导致瓷砖之间存在空隙,影响黏结层的均匀性,从而影响瓷砖的附着性能,在施工前需要通过适当的修整措施,确保墙体表面平整度满足要求。外力因素也可能对墙体和瓷砖的黏结性能产生影响。例如,墙体在使用过程中受到外力挤压、震动或热冷变化都可能导致瓷砖黏结层的变形,进而影响附着力。在设计和施工阶段,需要考虑并减小外力对墙体的影响,提高瓷砖的稳定性。

1.6 不同品种的瓷砖对粘贴后空鼓脱落问题的影响

1.6.1 瓷砖种类及其特性对黏附力的影响

不同种类的瓷砖具有不同的物理和化学特性,直接影响着与黏结层之间的黏附力。例如,釉面砖和抛光砖通常表面较为平滑,黏附性较好,而磨砂砖表面相对粗糙,需要更强的黏附力^[2]。因此,在选择瓷砖时,需要充分考虑其特性,并根据实际情况选择适用的黏结材料和工艺。

1.6.2 瓷砖规格与粘贴效果的相关性

瓷砖规格与粘贴效果有着直接的相关性,不同规格的瓷砖可能需要不同的黏结剂和施工工艺,大规格的瓷砖在粘贴时可能存在变形和开裂的风险,因此需要选择更具弹性和粘附力的黏结材料,并在施工中采取适当的支撑和调整措施,而小规格的瓷砖在施工中可能更容易掌握,但也需要注意避免黏结层的过度厚度,以防空鼓问题的发生。

2 预防瓷砖粘贴空鼓脱落的措施

2.1 施工前的准备工作

2.1.1 基层处理优化

在施工前,对基层进行优化处理是预防瓷砖粘贴空鼓脱落的重要步骤。首先确保基层表面平整、结实且无松动,

对于墙体基层可以采用打磨、修补等手段,去除表面凸起的部分,提高基层的平整度^[3]。对于地面基层要保证其承载力和稳定性,避免因地基沉降或变形引起的瓷砖空鼓问题。

2.1.2 合适的材料选择

在施工前对黏结材料的选择至关重要,根据不同瓷砖的特性和施工环境的要求,选择具有良好黏附性、耐水性和耐温性的黏结剂。同时,确保选择的砂浆具有适当的弹性和黏结强度,以适应不同瓷砖的规格和种类。

2.1.3 施工工艺控制

施工工艺的控制直接影响着瓷砖的粘贴效果。在施工过程中要确保黏结剂的搅拌均匀,避免出现颗粒沉淀或团块现象。在涂抹黏结剂时,要掌握适量、均匀涂抹,避免过厚或过薄的情况。此外,施工时要注意瓷砖的粘贴方向,确保排列整齐,减少空鼓脱落的可能性。

2.2 施工过程中的质量控制

2.2.1 施工标准化管理

实施施工标准化管理是确保瓷砖粘贴质量的重要手段,在整个施工过程中,要严格按照相关标准和规范进行操作,确保每个环节都符合施工标准,包括黏结剂的配比、搅拌时间、涂抹厚度等方面的要求,通过建立施工标准档案和实施检查制度,提高施工的规范性和可控性,降低因施工操作不当而导致的空鼓脱落风险。

2.2.2 人员培训与技能提升

施工人员的培训和技能水平直接关系到瓷砖粘贴的质量,通过定期的培训活动,使施工人员了解最新的瓷砖粘贴技术和标准要求,提高其施工技能和操作水平。特别是对于新晋施工人员,要进行系统的培训确保能够正确使用施工工具、掌握黏结剂的使用方法,以及了解施工中可能遇到的问题及应对方法。

2.2.3 现场质量监控

在施工现场进行质量监控是确保瓷砖粘贴质量的有效手段,通过建立监控点,随时监测施工过程中的关键环节,如黏结剂的搅拌均匀度、涂抹厚度、瓷砖的粘贴位置等,采用现代化的监控设备,如激光测距仪、红外线测温仪等,可以提高监控的准确性和效率。及时发现并纠正施工中可能存在的问题,防止因质量控制不善而导致的瓷砖空鼓脱落。

2.3 定期检查与维护

定期检查与维护是确保瓷砖粘贴长期稳定性的重要环节,在使用期间特别是在特殊气候或环境条件下,定期对已粘贴的瓷砖进行检查是防范空鼓脱落的有效手段。定期检查的频率可以根据使用环境和瓷砖类型确定,通常应每隔一定时间进行一次。检查的内容主要包括瓷砖表面是否出现开裂、脱落、空鼓等情况,以及是否有异物侵入导致黏结层松动等问题。对于发现的问题,及时采取修复措施,包括重新粘贴空鼓的瓷砖、更换受损的部分,确保整

体的牢固性和美观度。

3 结语

瓷砖粘贴空鼓脱落的问题受多方面因素影响,包括施工阶段、材料质量、环境条件以及墙体质量。为防止此类问题提出了一系列措施,包括施工前的基层处理、材料选择和工艺控制,施工中的标准管理、人员培训和现场监控,以及使用期的定期检查与维护。这些措施共同构建了有效的防范体系,确保瓷砖在建筑中保持牢固粘贴,延长其使用寿命,提高建筑整体质量。

[参考文献]

[1] 焦儒缘. 墙面瓷砖空鼓问题探究[J]. 建筑工

人, 2021, 42(9): 17-18.

[2] 段志伟. 室内墙面瓷砖空鼓的原因及解决措施[J]. 居舍, 2023(26): 36-39.

[3] 黄长流. 瓷砖粘贴空鼓脱落的原因及预防分析[J]. 江西建材, 2017(20): 84-87.

作者简介: 蒋杜, (1993. 7—), 男, 单位名称: 中建八局装饰工程有限公司, 毕业学校和专业: 天津城建大学; 杨书戈, (1984. 10—), 男, 单位名称: 中建八局装饰工程有限公司, 毕业学校和专业: 吉林建筑工程学院; 王岩, (1992. 3—), 女, 单位名称: 中建八局装饰工程有限公司, 毕业学校和专业: 哈尔滨工业大学。

平面四杆机构少位置设计要求特征提取方法

巩刘彦

甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校, 甘肃 陇南 748500

[摘要] 本研究分析了目前用于提取平面连杆曲线特征参数的现有方法的优点和不足之处。在此基础上, 提出了一种采用傅里叶描述子的方法来提取平面连杆曲线的特征参数。研究结果显示, 傅里叶描述子的高频分量能够有效地捕捉曲线的细节信息, 而低频分量则能够描述曲线的整体形状特征。通过对傅里叶描述子进行逆变换并进行归一化处理, 可以很好地还原原始封闭曲线, 并且所得到的数值图谱具有高精度、计算简便、冗余度低等优点。这一方法有望在平面连杆曲线特征参数提取领域具有广泛的应用前景, 为相关研究和工程应用提供了有效的工具和数据支持。

[关键词] 平面四杆机构; 位置设计; 快速傅里叶变换; 优化

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10695

中图分类号: TH112

文献标识码: A

Feature Extraction Method for Design Requirements of Planar Four Bar Mechanisms with Few Positions

GONG Liuyan

Gansu Longnan Tangchang Vocational Secondary Vocational School, Longnan, Gansu, 748500, China

Abstract: This study analyzes the advantages and disadvantages of existing methods for extracting feature parameters of planar linkage curves. On this basis, a method using Fourier descriptors is proposed to extract the feature parameters of planar linkage curves. The research results show that the high-frequency component of the Fourier descriptor can effectively capture the detailed information of the curve, while the low-frequency component can describe the overall shape characteristics of the curve. By performing inverse transformation and normalization on the Fourier descriptor, the original closed curve can be well restored, and the resulting numerical graph has advantages such as high accuracy, simple calculation, and low redundancy. This method is expected to have broad application prospects in the field of feature parameter extraction of planar linkage curves, providing effective tools and data support for related research and engineering application.

Keywords: planar four bar mechanism; location design; fast Fourier transform; optimization

引言

平面四杆机构, 作为一种经典的机械结构, 具有广泛的工程应用背景。它们在制造业、汽车工程、航空航天、医疗设备等多个领域中发挥着关键作用。这种机械结构之所以如此重要, 是因为它能够将旋转运动转化为直线运动, 或者实现复杂的轨迹和路径控制, 从而在各种工程应用中发挥了关键的功能。在平面四杆机构的设计和性能分析中, 特征参数的提取变得至关重要。这些特征参数包括了连杆的长度、关节的位置以及机构轨迹的形状等信息。通过提取这些参数, 工程师和研究人员能够更好地理解机构的运动特性、性能和限制。这些参数对于评估机构的工作空间、运动范围、稳定性、精度等方面都具有关键性的作用。

1 平面四杆机构简介

平面四杆机构是一种经典的机械结构, 由四个连杆组成, 通常分为两个长连杆和两个短连杆, 并通过旋转关节相连接, 形成一个平面内的机构。其工作原理核心在于连杆的长度、关节位置以及驱动方式的调整。通过改变这些参数, 可以实现不同类型的运动, 包括平行滑块运动、椭圆运动、直线运动等。这种机构在众多工程领域都有广泛

的应用。在制造业中, 它们用于自动化装配线和机器人, 以提高生产效率和产品质量。在汽车工程中, 平面四杆机构用于悬挂系统、转向机构和刹车系统, 确保车辆的悬挂和转向运动平稳可控。在航空航天领域, 它们用于飞行器的姿态控制和轨道调整。医疗设备中也广泛使用, 帮助医生进行精确的手术和疾病诊断。平面四杆机构的研究和应用对工程和机械领域至关重要。它们提高了生产效率、促进了工程设计的创新、改进了医疗和航空领域的技术, 为各种领域的工程问题提供了关键解决方案。深入了解其基本构造和工作原理是工程师和研究人员在解决机构设计和控制问题时的基础。

2 复函数的傅里叶级数描述

2.1 傅里叶级数基础知识

傅里叶级数是一种数学工具, 用于表示周期性信号或函数^[1]。在机构分析中, 我们可以将机构的运动看作是一种周期性的运动, 因此傅里叶级数成为描述和分析机构运动的有力工具。

2.1.1 傅里叶级数的基本原理

傅里叶级数的基本原理是, 任何周期性函数可以表示

为不同频率的正弦和余弦函数的组合。具体而言，对于一个周期为 T 的函数 $f(t)$ ，其傅里叶级数表示如下：

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{T}\right) \right)$$

其中， a_0 是直流分量， a_n 和 b_n 是频率为 $\frac{n}{T}$ 的正弦和余弦分量的振幅， n 表示谐波的阶数。傅里叶级数的关键思想是将复杂的周期性函数分解为一系列简单的正弦和余弦波形，每个波形都有不同的振幅和频率。

2.1.2 傅里叶级数在数学和工程中的应用

傅里叶级数在机构分析中发挥着关键作用，因为它充分利用了机构运动的周期性特性。以下是傅里叶级数在机构分析中的主要应用：机构的周期性运动：机构，特别是平面四杆机构等，通常在其运动中表现出明显的周期性特点。这意味着机构连杆的位置、速度和加速度随时间的变化也是周期性的。傅里叶级数被用来描述这种周期性运动，通过分解连杆位置函数为正弦和余弦分量，帮助工程师了解机构的运动规律。轨迹和路径分析：机构的运动通常导致特定的轨迹或路径。傅里叶级数可以用于分析机构的轨迹或路径函数，将其视为周期性函数，并进行级数展开。这有助于研究轨迹的几何特性、周期性成分以及可能的偏差或振荡，从而更好地理解机构的运动特性。振动和谐波分析：在振动机构中，特别是涉及到振动控制或振动抑制的情况下，傅里叶级数可用于分析振动信号的频率成分。它可以帮助识别主要的振动谐波和频率成分，为优化机构的振动特性提供重要信息。通过减少不必要的振动成分，可以改善机构的稳定性和性能。

傅里叶级数在机构分析中充当了重要的工具，用于理解和描述机构的周期性运动、轨迹和振动。这些分析有助于工程师优化机构的设计、改进性能，并确保其满足特定的工程要求。因此，傅里叶级数在机械工程和机构设计领域中具有广泛的应用前景。

2.2 傅里叶级数在机构分析中的角色

傅里叶级数在机构分析中扮演着重要的角色，特别是在描述和分析机构的运动和轨迹时。

2.2.1 傅里叶级数与机构运动

傅里叶级数在机构分析中具有重要作用，特别是在涉及平面四杆机构或其他周期性运动的情况下。它允许我们将机构的位置、速度或加速度随时间的变化表示为一系列正弦和余弦分量的组合。这对于理解机构的运动特性至关重要。当我们将机构的位置函数表示为傅里叶级数时，我们可以分析不同频率成分的贡献。这意味着我们能够识别出机构运动中的基本周期和振荡模式。这对于确定机构的周期性运动、稳定性和振动特性非常有帮助。

2.2.2 傅里叶级数与轨迹分析

机构的轨迹通常呈现出复杂的曲线或路径，而傅里叶

级数可用于近似和分析这些轨迹。通过将轨迹函数表示为傅里叶级数，我们可以将其分解为一系列基本的正弦和余弦成分。这有助于理解轨迹的几何形状以及可能存在的周期性特征^[2]。傅里叶级数的应用使我们能够识别轨迹中的主要频率成分和振荡模式。这对于机构路径的规划、优化和路径跟踪非常有用。通过分析轨迹的频域特性，我们可以更好地理解机构在不同位置的运动行为，从而改进设计和控制策略。

2.2.3 频率分析和优化

通过傅里叶级数分析机构的运动，我们可以识别出不同频率的运动成分。这对于频率域分析和优化至关重要，尤其是在需要改善机构性能以满足特定设计要求时。频率分析允许我们确定机构中哪些频率成分对于性能至关重要，以及它们的振幅和相位如何影响机构的行为。这种深入的理解为工程师提供了改进机构设计和控制的机会。通过优化特定频率成分或抑制不必要的振动，我们可以调整机构的性能，使其更好地适应特定的应用需求。

3 少位置设计要求的特征

在机构设计中，少位置设计要求是指在设计过程中提供的位置信息相对较少或有限的情况下，需要满足特定的设计要求。为了应对这种挑战，我们需要提取关键特征，以更好地理解机构的行为和性能。

3.1 位置设计要求概述

位置设计要求是指在机构设计中，需要确定机构中的一些关键位置或轨迹，以满足特定的工程目标。这些要求可能包括位置点的坐标、路径的几何特性或运动轨迹的特定性质。在某些情况下，由于测量或控制的限制，我们可能无法提供足够的位置信息，从而导致少位置设计要求。

3.2 特征提取的概念

特征提取是一种数据处理方法，其目标是从原始数据中提取出具有信息量的特征或特性。在处理少位置设计要求的机构问题时，特征提取是至关重要的步骤，因为它允许我们从有限的位置信息中获得更多关于机构性能的深入见解。以下是特征提取的基本概念：特征选择涉及选择与设计目标和性能相关的特征。在少位置设计要求的情况下，可能由于缺乏足够的位置数据而需要进行特征选择。这可能包括在已知位置点之间插值或推断其他关键位置，以确保所选择的特征能够充分反映机构的行为和性能。特征表示是将所选的特征以适当的方式表示的过程。通常，特征会被转化为数学模型或参数化形式，以便进行进一步的分析和优化。这有助于工程师更好地理解机构的行为，并允许进行数值计算和模拟，以评估不同设计选项的性能。特征评估是对所提取特征的有效性和信息质量进行评估的过程。在机构设计中，我们通常希望所选择的特征能够满足设计要求，并对机构的性能产生积极影响。因此，特征评估可能涉及分析特征对设计目标的影响，以确定其适用性和有效性。

3.3 机构特征与设计目标的关联

在少位置设计要求的机构分析中，机构特征与设计目

标之间的紧密关联是解决问题的关键。确保所提取的特征与设计目标直接相关,以满足工程需求是至关重要的,这涵盖了以下方面的重要考虑:性能特征是指机构的性能参数,如位置精度、速度范围和工作空间大小。特征提取应当关注这些性能特征的提取和分析。例如,如果机构的设计目标是实现高精度的位置控制,那么特征提取应着重考虑位置精度相关的特征。这确保了所提取的特征与性能目标的匹配,帮助工程师评估机构是否满足了设计要求。机构的运动轨迹特征是另一个重要方面,尤其是在需要特定路径或轨迹的应用中。特征提取应关注机构轨迹的几何形状和周期性特性。如果设计目标涉及到特定的运动轨迹,那么特征提取方法应能够准确描述和分析机构的轨迹,以确保其符合设计要求。振动抑制和稳定性是某些机构设计目标的关键方面。特征提取应包括与这些方面相关的特征。例如,如果机构需要具有低振幅振动或高稳定性,那么特征提取方法应能够提取与振动振幅、频率成分或稳定性相关的特征参数^[3]。这有助于工程师评估机构的振动特性是否满足要求,并进行必要的改进。机构特征与设计目标之间的关联是确保机构满足工程需求的关键要素。特征提取方法的选择和执行应与具体的设计目标和性能要求相一致,从而确保机构在设计和分析中能够达到预期的性能水平。这种关联性有助于工程师更好地理解机构的行为,提高设计的可靠性和性能。

4 特征提取方法

在少位置设计要求的机构分析中,特征提取方法是关键的,它们帮助我们从有限的位置信息中获取更多有关机构性能的见解。以下是一些常用的特征提取方法,每种方法都有其独特的应用领域和优势。

4.1 角度特征提取

角度特征提取通过测量机构中各连杆的角度来获取有关机构行为的信息。这包括连杆的旋转角度、关节的角度以及机构的各种角度参数。角度特征有助于分析机构的运动学,确定位置、方向和姿态等关键性质。此外,它们还可用于计算连杆的速度和加速度,评估机构的动力学性能。通过角度特征提取,我们能够深入了解机构的角度运动,为设计和控制提供了基础数据。

4.2 长度特征提取

长度特征提取是一项关键的分析步骤,它涉及测量和分析机构中各连杆的长度信息。这些长度数据在描述机构的几何特性和工作空间时具有极大的重要性。以下是关于长度特征提取的详细信息:长度特征提取的重要性在于它有助于确定机构的工作空间,即机构能够覆盖的区域。工程中的机构通常被设计用来执行特定的任务或运动,因此了解其工作空间是至关重要的。通过测量各连杆的长度,我们可以构建机构的几何模型,从而确定其工作空间的形状和尺寸。此外,长度特征提取还有助于评估机构的变形和伸缩性能。机构在运动过程中,特别是在关键位置点附近,可能会发生连杆的伸缩或弯曲。通过监测连杆长度的

变化,我们可以识别这些变形,并评估其对机构性能的影响。这有助于改进机构的设计以减小变形,提高精度和稳定性。长度特征提取还在路径规划和碰撞检测中发挥重要作用。在路径规划中,我们需要确保机构能够沿着特定路径移动,而长度特征可以用来验证路径的可达性。此外,在碰撞检测中,长度特征有助于确定机构在运动过程中是否会与其他对象发生碰撞,从而避免潜在的危险情况。

4.3 速度特征提取

速度特征提取涉及测量和分析机构中各点的速度信息,如连杆末端或关键节点。这有助于分析机构的动态性能,包括速度范围、速度分布以及响应时间。通过检测速度峰值和变化率,我们可以评估机构的动态特性,这在控制和路径追踪中至关重要。速度特征提取提供了深入了解机构速度行为的机会,以实现更好的性能控制和优化。这对各种应用领域,如自动化、机器人技术和交通工程等都具有重要意义。

4.4 其他相关特征提取技术

除了上述方法外,还有许多其他特征提取技术,根据具体的机构和应用情境进行选择。这些技术包括加速度特征提取、频域分析以及机构路径规划等。这些方法可以根据具体的设计目标和问题来选择,以提取关键特征和性能指标。在特定的应用中,可能需要组合多种特征提取方法,以综合评估机构的性能。总之,特征提取方法为解决少位置设计要求的机构分析问题提供了有力的工具,有助于工程师更好地理解和优化机构的行为和性能。

5 结语

少位置设计要求的机构分析是一个具有挑战性的工程问题,通常涉及有限的位置信息,但需要满足特定的设计要求。特征提取方法为解决少位置设计要求的机构分析问题提供了重要的工具。通过选择适当的方法,工程师可以更好地理解和优化机构的行为,确保其满足特定的工程要求。未来,随着技术的不断发展,特征提取方法将继续为工程领域带来新的可能性和机会,从而推动机构设计和分析的进步。

[参考文献]

- [1]丁健生,刘文瑞,孙建伟.平面四杆机构少位置设计要求特征提取方法[J].机械传动,2018,42(12):59-63.
- [2]王知行,关立文,李建生等.平面四杆机构综合数值比较法的研究[J].机械工程学报,2000(2):47-50.
- [3]冯立艳,关铁成,李学刚,等.实现期望轨迹的平面铰链四杆机构优化综合[J].机械科学与技术,2018,37(6):848-853.

作者简介: 巩刘彦(1990.11—),男,甘肃省兰州理工大学技术工程学院毕业,本科学历,机械设计制造及自动化专业,现任甘肃省陇南市宕昌县职业中等专业学校教师,中专讲师,先后获得陇南市中等职业学校学生技能大赛优秀指导教师、陇南市创客教育大赛宕昌县分赛优秀工作者、宕昌县职业中专先进工作者、优秀培训教师、优秀班主任等荣誉称号。

扭矩参数校准方法及校准不确定度评定

叶仁根 贾莹莹

襄阳达安汽车检测中心有限公司, 湖北 襄阳 441004

[摘要] 扭矩参数是试验室较多设备的一个重要参数, 所以对其进行计量校准, 满足其量值溯源的需求就很有必要, 文中的基本内容是根据我们日常所使用的校准方法对扭矩参数进行校准, 并详细评定其校准不确定度, 以满足其量值溯源的需求。

[关键词] 扭矩; 校准方法; 不确定度评定

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10687

中图分类号: U66

文献标识码: A

Torque Parameter Calibration Method and Evaluation of Calibration Uncertainty

YE Rengen, JIA Yingying

Xiangyang Da'an Automobile Test Center Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441004, China

Abstract: The torque parameter is an important parameter for many equipment in the laboratory, so it is necessary to calibrate it to meet the demand for traceability of its values. The basic content of this article is to calibrate the torque parameter based on the calibration methods we use in daily life, and evaluate its calibration uncertainty in detail to meet the demand for traceability of its values.

Keywords: torque; calibration method; uncertainty assessment

试验室现有很多非标试验设备, 这些设备较多都没有校准规范和校准方法, 因此需制定相应的校准方法。扭矩参数是一项非常重要的参数, 对其校准的方法也没有非常统一的校准方法, 现特著此文, 详细阐述扭矩参数的校准方法, 并对其校准不确定度进行评定, 即可满足其量值溯源的需求, 对试验设备校准的准确可靠有重要意义。

1 扭矩参数校准方法

1.1 砝码校准法 (在被校设备扭矩量程不大于 2000N.m 时采用)

安装好专用加载力臂, 调整好平衡及水平后, 在力臂托盘上加砝码, 逐级加载砝码至扭矩上限, 再逐级卸除砝码至零点。从零点至最大测量范围, 至少应选择 5 个校准点, 其中应包括约 10%FS、50%FS 和 100%FS。如果是承载器尺寸的原因, 无法对测量范围上限 (或接近测量范围上限) 的测量点进行校准时, 可以校准至实际使用的最大测量点。此过程重复测量三次, 记录设备进程和回程示值。

按下列公式计算加载力矩 M :

$$M = m \times g \times L \times \cos \theta \quad (1)$$

式中: m —加载砝码的质量, kg;

g —当地的重力加速度, m/s^2 ;

L —校准专用杠杆的长度, m;

θ —校准专用杠杆与水平面的夹角, $^\circ$ 。

每个校准点的扭矩示值误差 W_F , 示值重复性误差 R_F 和示值回程误差 H_F 按下列公式计算:

$$W_F = \frac{\bar{T}_1 - M}{T_u} \times 100\%FS \quad (2)$$

$$R_F = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_u} \times 100\%FS \quad (3)$$

$$H_F = \frac{\bar{T}_2 - \bar{T}_1}{T_u} \times 100\%FS \quad (4)$$

式中: $\bar{T}_1$ —进程中 3 次扭矩示值的算术平均值, N.m;

M —加载的标准扭矩值, N.m;

$\bar{T}_2$ —回程中 3 次扭矩示值的算术平均值, N.m;

$T_{\max}/T_{\min}$ —进程中 3 次扭矩示值的最大值/最小值, N.m;

T_u —被校设备扭矩测量范围上限值, N.m。

1.2 标准测力仪校准法 (在被校设备扭矩量程大于 2000N.m 时采用)

安装好专用加载力臂, 调整好平衡及水平后, 用标准测力仪加载, 逐级加载至扭矩上限, 再逐级卸载至零点。从零点至最大测量范围, 至少应选择 5 个校准点, 其中应包括约 10%FS、50%FS 和 100%FS。如果是承载器尺寸的原因, 无法对测量范围上限 (或接近测量范围上限) 的测量点进行校准时, 可以校准至实际使用的最大测量点。此过程重复测量三次, 记录设备进程和回程示值。

按下列公式计算加载力矩 M :

$$M = F \times L \times \cos \theta \quad (5)$$

式中: F —标准测力仪加载力值, N;

L —校准专用杠杆的长度, m;

θ —校准专用杠杆与水平面的夹角, $^\circ$ 。

每个校准点的扭矩示值误差 W_F , 示值重复性误差 R_F 和示值回程误差 H_F 按下列公式计算:

$$W_F = \frac{\bar{T}_1 - M}{T_u} \times 100\%FS \quad (6)$$

$$R_F = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_u} \times 100\%FS \quad (7)$$

$$H_F = \frac{\bar{T}_2 - \bar{T}_1}{T_u} \times 100\%FS \quad (8)$$

式中： $\bar{T}_1$ —进程中3次扭矩示值的算术平均值，N.m；
 M —加载的标准扭矩值，N.m；
 $\bar{T}_2$ —回程中3次扭矩示值的算术平均值，N.m；
 $T_{\max}/T_{\min}$ —进程中3次扭矩示值的最大值/最小值，N.m；
 T_u —被校设备扭矩测量范围上限值，N.m。

2 扭矩示值误差测量不确定度评定

2.1 扭矩示值误差测量不确定度的评定

扭矩范围： $T > 2000\text{N.m}$ 标准器为标准测力仪时。

2.1.1 测量方法

用上述规定的测量方法所述。

2.1.2 校准模型

$$\delta_F = \bar{T}_1 - F \cdot L \cdot \cos \theta \quad (9)$$

式中： δ_F ——扭矩示值误差，%FS；
 $\bar{T}_1$ ——进程中3次扭矩示值的算术平均值，N.m；
 F ——加载标准力值，N；
 L ——校准专用力臂的长度，m。
 θ ——力臂与水平面的夹角，°；

2.1.3 方差

因为各输入量彼此独立，依不确定度传播定律：

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2 \quad (10)$$

方差：

$$u_c^2(\delta_F) = c_1^2 u^2(\bar{T}_1) + c_2^2 u^2(F) + c_3^2 u^2(L) + c_4^2 u^2(\theta) \quad (11)$$

式中： $u(\bar{T}_1)$ —被校设备的不确定度分量；
 $u(F)$ —标准测力仪误差的不确定度分量；
 $u(L)$ —校准力臂长度误差引入的不确定度分量；
 $u(\theta)$ —校准力臂与水平线夹角引入的不确定度分量。

灵敏系数：

$$c_1 = 1; \quad c_2 = -L \cos \theta; \quad c_3 = -F \cos \theta; \quad c_4 = FL \sin \theta \quad (12)$$

标准不确定度：

$$u_c^2(\delta_F) = u^2(\bar{T}_1) + (L \cos \theta)^2 \cdot u^2(F) + (F \cos \theta)^2 \cdot u^2(L) + (FL \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta) \quad (13)$$

2.1.4 测量不确定度来源

扭矩示值误差测量不确定度的来源主要包括：

(1) 被校设备扭矩测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ，采用 A 类方法评定；

(2) 被校设备扭矩数显量化误差引入的标准不确定度 u_2 ，采用 B 类方法评定；

(3) 标准测力仪误差引入的标准不确定度 $u(F)$ ，采用 B 类方法评定；

(4) 校准力臂长度误差引入的标准不确定度 $u(L)$ ，采用 B 类方法评定；

(5) 校准力臂与水平线夹角引入的标准不确定度 $u(\theta)$ ，采用 B 类方法评定。

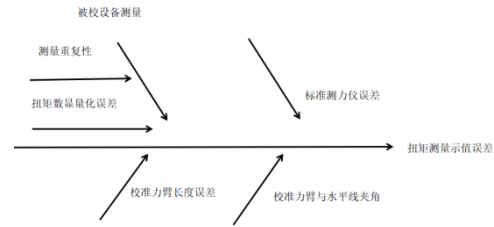


图1 扭矩示值误差测量不确定度的来源

2.1.5 标准不确定度评定

由被校设备测量引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_1)$ 。

由被校设备扭矩测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 。

以扭矩上限值为 5000N.m，扭矩比为 1: 1 为例，选择加载标准测力仪为 5000N，杠杠长度为 1m，即扭矩为 5000N.m 输入，进行 10 次独立、等精度测量，测量结果如表 1 所示。

表1 被校设备测量数据（单位：N.m）

5002	5004	5003	5005	5001	5002	5003	5002	5003	5004
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

得单次测量的实验标准差：

$$S(T_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (T_i - \bar{T})^2}{9}} = 1.197\text{N.m} \quad (\text{其中 } n=10) \quad (14)$$

在实际测量中，在重复条件下测量 3 次，以 3 次测量结果的算术平均值为测量结果，其标准不确定度分量为：

$$\mu_1 = \frac{S(T_i)}{\sqrt{3}} = 0.69 \text{ N.m} \quad (15)$$

由被校设备扭矩数显量化误差引入的标准不确定度分量 u_2 。

扭矩显示仪表的分辨力为：1N.m，其量化误差以等概率分布在半宽为 0.5N.m 的区间内，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，其引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ N.m} \quad (16)$$

标准装置引入的标准不确定度分量。

标准测力仪误差引入的标准不确定度 $u(F)$ 。

标准测力仪最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。

施加力由标准测力仪经校准专用力臂转换为扭矩。因设备的误差采用相对满量程的引用误差，最大不确定度发生在扭矩值最大的情况下。以下以加载 5000N 力值的极端

情况来分析:

F 的最大允差服从均匀分布, 由此引入的标准不确定度分量:

$$u(F) = 5000 \times 0.1\% / \sqrt{3} = 2.89 \text{ N} \quad (17)$$

校准力臂长度误差引入的标准不确定度 $u(L)$

校准力臂长度误差引入的不确定度: 校准力臂最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。

L 服从均匀分布:

$$u(\theta)_{u(L)} = 0.1\% \times 1.0 / \sqrt{3} = 5.89 \times 10^{-4} \text{ m} \quad (18)$$

校准力臂与水平线夹角引入的标准不确定度

校准时, 测力力臂上放置水平仪以确保水平。水平仪分度为 $\pm 0.1^\circ$, 服从均匀分布, 即:

$$u(\theta) = 0.1 / \sqrt{3} = 0.058 = 1.01 \times 10^{-3} \quad (19)$$

以上各项均不相关, 列出扭矩示值误差测量不确定度汇总表:

表 2 扭矩示值误差测量不确定度汇总表

序号	来源	类型	分布	包含因子	符号	灵敏系数	标准不确定度
1	被校设备测量						
1.1	测量重复性	A	正态	1	u_1	1	0.69 N.m
1.2	被校设备扭矩扭矩数显量化误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	u_2	1	0.29 N.m
2	标准装置引入						
2.1	标准测力仪误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(F)$	1m	2.89 N
2.2	校准力臂长度误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(L)$	5000N	$5.89 \times 10^{-4} \text{ m}$
2.3	校准力臂与水平线夹角	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(\theta)$	0	1.01×10^{-3}

由重复性引入的不确定度分量大于由分辨力引入的不确定度分量, 因此可以不考虑扭矩数显量化误差引入的不确定度。由被校设备扭矩测量引入的标准不确定度为:

$$u(\bar{T}_1) = u_1 = 0.69 \text{ N.m} \quad (20)$$

2.1.6 合成标准不确定度:

$$u_c(\delta_F) = \sqrt{u^2(\bar{T}_1) + (L \cos \theta)^2 \cdot u^2(F) + (F \cos \theta)^2 \cdot u^2(L) + (FL \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta)} = 4.0 \text{ N.m} \quad (21)$$

2.1.7 扩展不确定度评定:

按置信因子 $k=2$, 则扩展不确定度为:

$$U = 2 \times 4.0 = 8.0 \text{ N.m}$$

测功机满量程为 5000 N.m, $U_{\text{rel}} = 0.16\% \text{ FS}$

结论: 上述分析及计算得到扭矩示值误差测量结果的扩展不确定度为: $U_{\text{rel}} = 0.16\% \text{ FS}$, ($k=2$)。

2.2 扭矩示值误差测量不确定度的评定

扭矩范围: $T \leq 2000 \text{ N.m}$ 标准器为标准砝码时。

2.2.1 测量方法

用上述规定的测量方法所述。

2.2.2 校准模型

$$\delta_F = \bar{T}_1 - m \cdot g \cdot L \cdot \cos \theta \quad (22)$$

式中: δ_F ——扭矩示值误差, %FS;

$\bar{T}_1$ ——进程中 3 次扭矩示值的算术平均

值, N.m;

m ——加载标准质量, kg;

g ——当地的重力加速度, m/s^2 ;

L ——校准专用力臂的长度, m;

θ ——力臂与水平面的夹角, $^\circ$ 。

2.2.3 方差

因为各输入量彼此独立, 依不确定度传播定律:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2 \quad (23)$$

得方差:

$$u_c^2(\delta_F) = c_1^2 u^2(\bar{T}_1) + c_2^2 u^2(m) + c_3^2 u^2(g) + c_4^2 u^2(L) + c_5^2 u^2(\theta) \quad (24)$$

式中: $u(\bar{T}_1)$ ——被校设备的不确定度分量;

$u(m)$ ——标准砝码质量误差的不确定度分量;

$u(g)$ ——重力加速度舍入的不确定度分量;

$u(L)$ ——校准力臂长度误差引入的不确定度

分量;

$u(\theta)$ ——校准力臂与水平线夹角引入的不确定度分量。

灵敏系数:

$$c_1 = 1; \quad c_2 = -gL \cos \theta; \quad c_3 = -mL \cos \theta; \quad c_4 = -mg \cos \theta; \quad c_5 = mgL \sin \theta \quad (25)$$

标准不确定度:

$$u_c^2(\delta_F) = u^2(\bar{T}_1) + (gL \cos \theta)^2 \cdot u^2(m) + (mL \cos \theta)^2 \cdot u^2(g) + (mg \cos \theta)^2 \cdot u^2(L) + (mgL \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta)$$

2.2.4 测量不确定度来源

扭矩示值误差测量不确定度的来源主要包括:

(1) 被校设备扭矩测量重复性引入的不确定度分量 u_1 , 采用 A 类方法评定;

(2) 被校设备扭矩数显量化误差引入的标准不确定度 u_2 , 采用 B 类方法评定;

(3) 标准砝码质量误差引入的标准不确定度 $u(m)$, 采用 B 类方法评定;

(4) 重力加速度舍入误差引入的标准不确定度 $u(g)$, 采用 B 类方法评定;

(5) 校准力臂长度误差引入的标准不确定度 $u(L)$, 采用 B 类方法评定;

(6) 校准力臂与水平线夹角引入的标准不确定度 $u(\theta)$, 采用 B 类方法评定。

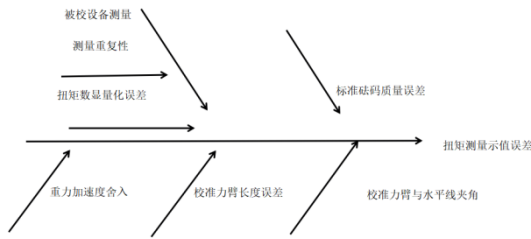


图2 扭矩示值误差测量不确定度的来源

2.2.5 标准不确定度评定

由被校设备测量引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_1)$ 。

由被校设备扭矩测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 。

以扭矩上限值为 2000N.m，扭矩比为 1:1 为例，选择加载标准砝码为 200kg，杠杠长度为 1.02m，即扭矩为 2000N.m 输入，进行 10 次独立、等精度测量，测量结果如表 3 所示。

表3 被校设备测量数据（单位：N.m）

2001	2002	2001	2000	2002	2001	2002	2001	2003	2002
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

得单次测量的实验标准差：

$$S(T_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (T_i - \bar{T})^2}{9}} = 0.850 \text{ N.m (其中 } n=10) \quad (26)$$

在实际测量中，在重复条件下测量 3 次，以 3 次测量结果的算术平均值为测量结果，其标准不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{S(T_i)}{\sqrt{3}} = 0.49 \text{ N.m} \quad (27)$$

由被校设备扭矩数显量化误差引入的标准不确定度分量 u_2

扭矩显示仪表的分辨力为：1N.m，其量化误差以等概率分布在半宽为 0.5N.m 的区间内，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，其引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ N.m} \quad (28)$$

标准装置引入的标准不确定度分量。

标准砝码质量误差引入的标准不确定度 $u(m)$ 。

根据 20kg 砝码 M1 等级结果提供的质量允差为 $\pm 1g$ ，

施加扭矩由标准砝码经校准专用力臂转换为扭矩。因设备的误差采用相对满量程的引用误差，最大不确定度发生在扭矩值最大的情况下。以下以加载 200kg 标准砝码（10 个）的极端情况来分析：

m 的最大允差服从均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u(m) = 1g \times 10 / \sqrt{3} = 5.89 \times 10^{-3} \text{ kg} \quad (29)$$

重力加速度舍入误差引入的标准不确定度 $u(g)$ 。

g 的舍入误差服从均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u(g) = 0.005m/s^2 \times 10 / \sqrt{3} = 2.89 \times 10^{-3} m/s^2 \quad (30)$$

校准力臂长度误差引入的标准不确定度 $u(L)$ 。

校准力臂长度误差引入的不确定度：校准力臂最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 。

L 服从均匀分布：

$$u(L) = 0.1\% \times 1.02 / \sqrt{3} = 5.89 \times 10^{-4} \text{ m} \quad (31)$$

校准力臂长度误差引入的标准不确定度 $u(L)$ 。

校准时，测力力臂上放置水平仪以确保水平。水平仪分度为 $\pm 0.1^\circ$ ，服从均匀分布，即：

$$u(\theta) = 0.1 / \sqrt{3} = 0.058^\circ = 1.01 \times 10^{-3} \quad (32)$$

以上各项均不相关，列出扭矩示值误差测量不确定度汇总表。

表4 扭矩示值误差测量不确定度汇总表

序号	来源	类型	分布	包含因子	符号	灵敏系数	标准不确定度
1	被校设备测量引入						
1.1	测量重复性	A	正态	1	u_1	1	0.49N.m
1.2	被校设备扭矩数显量化误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	u_2	1	0.29N.m
2	标准装置引入						
2.1	标准砝码质量误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(m)$	$10m^2/s^2$	0.00589kg
2.2	重力加速度舍入误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(g)$	$204kg.m$	$0.00289m/s^2$
2.3	校准力臂长度误差	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(L)$	$1960kg.m/s^2$	0.000589m
2.4	校准力臂与水平线夹角	B	均匀	$\sqrt{3}$	$u(\theta)$	0	1.01×10^{-3}

由重复性引入的不确定度分量大于由分辨力引入的不确定度分量，因此可以不考虑扭矩数显量化误差引入的不确定度。

由被校设备扭矩测量引入的标准不确定度为：

$$u(\bar{T}_1) = u_1 = 0.49 \text{ N.m} \quad (33)$$

2.2.6 合成标准不确定度：

$$u_c(\delta_F) = \sqrt{u^2(\bar{T}_1) + (gL \cos \theta)^2 \cdot u^2(m) + (mL \cos \theta)^2 \cdot u^2(g) + (mg \cos \theta)^2 \cdot u^2(L) + (mgL \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta)} = 1.3N.m \quad (34)$$

2.2.7 扩展不确定度评定

按置信因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 1.3 = 2.6N.m \quad (35)$$

测功机满量程为 2000N.m， $U_{rel} = 0.13\%FS$

结论：上述分析及计算得到扭矩示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U_{rel} = 0.13\%FS$ ，($k=2$)。

3 结束语

对扭矩参数进行校准方法的制定并进行不确定度评定，对设备的扭矩校准有着非常重要的意义，满足了其量

值溯源的需求。

[参考文献]

- [1] 李先友, 王小明, 祝夏雨. 扭矩校准技术现状与发展趋势[J]. 计量与测试技术, 2013(8): 56.
- [2] 王广俊, 张中杰, 孟峰, 等. 电动、气动扭矩扳子校准规范: JJF 1610-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 1-2.
- [3] 陈红, 陈伟昕. 国家计量检定规程编写规则: JJF1002-2010[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010: 3-4.
- [4] 叶德培, 赵峰, 施昌彦, 等. 《测量不确定度评定与表示》中华人民共和国国家计量技术规范: JJF1059-2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012: 2-3.

作者简介: 叶仁根 (1986. 9—), 男, 江苏大学, 测控技术与仪器, 襄阳达安汽车检测中心有限公司, 主管工程师, 高级工程师; 贾莹莹 (1977. 10—), 女, 湖北汽车工业学院, 工厂企业电气自动化, 襄阳达安汽车检测中心有限公司, 主管工程师, 高级工程师。

新型直线伺服驱动加载实验教学平台

冯 涛

江西江特电机有限公司, 江西 宜春 336000

[摘要]我们在文中介绍了一种新型的直线伺服驱动加载实验教学平台,该平台以直线伺服系统为研究对象,旨在为工程学生提供实用而全面的学习环境。平台设计涵盖了直线伺服驱动加载装置、硬件控制系统以及多项实验功能,包括静态推力测试、动态推力测试、加速度测试以及负载连续变化测试等。通过这些实验,学生将能够深入了解直线伺服系统的工作原理、掌握伺服系统的设计与调试技能,并将理论知识应用于实际工程问题中。该实验平台的设计注重了理论与实践相结合,通过高精度直线导轨系统、精心选择的伺服电机与控制器,确保了系统的可靠性和性能。平台不仅提供了直观的实践机会,使学生能够实际操作直线伺服电机,调节控制参数,并观察实时数据,而且支持模拟不同工况下的实验场景,使学生更全面地了解直线伺服系统在不同负载、速度和加速度条件下的性能表现。通过该实验教学平台,我们有望培养出更多具备伺服系统实际操作经验的工程专业人才,这种全面而实用的学习工具将有助于学生更好地理解并应用伺服系统技术,提高其在工程领域的实际应用能力和工程实践取得更进一步的发展。

[关键词]直线伺服电机;动态性能;驱动控制;教学平台

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10673

中图分类号: TH137.51

文献标识码: A

New Experimental Teaching Platform for Linear Servo Drive Loading

FENG Tao

Jiangxi Jiangte Motor Co., Ltd., Yichun, Jiangxi, 336000, China

Abstract: In this article, we introduce a new type of experimental teaching platform for linear servo drive loading. The platform focuses on linear servo systems and aims to provide practical and comprehensive learning environments for engineering students. The platform design includes a linear servo drive loading device, hardware control system, and multiple experimental functions, including static thrust testing, dynamic thrust testing, acceleration testing, and continuous load change testing. Through these experiments, students will be able to gain a deeper understanding of the working principle of linear servo systems, master the design and debugging skills of servo systems, and apply theoretical knowledge to practical engineering problems. The design of this experimental platform emphasizes the combination of theory and practice, ensuring the reliability and performance of the system through a high-precision linear guide rail system, carefully selected servo motors and controllers. The platform not only provides intuitive practical opportunities for students to operate linear servo motors, adjust control parameters, and observe real-time data, but also supports simulating experimental scenarios under different working conditions, enabling students to have a more comprehensive understanding of the performance of linear servo systems under different load, speed, and acceleration conditions. Through this experimental teaching platform, we are expected to cultivate more engineering professionals with practical experience in servo system operation. This comprehensive and practical learning tool will help students better understand and apply servo system technology, improve their practical application ability in the engineering field. The launch of the new linear servo drive loading experimental teaching platform will provide an innovative teaching method for engineering education, promote further development in academic research and engineering practice in the field of servo systems.

Keywords: linear servo motor; dynamic performance; drive control; teaching platform

引言

随着科技的迅速发展,自动控制领域的伺服系统在工程应用中扮演着愈发重要的角色。伺服系统通过精密的运动控制,广泛应用于自动化生产线、机器人技术、航空航天等众多领域,成为现代工程的核心组成部分。为了满足对于伺服系统操作与调试技能的培养需求,新型直线伺服驱动加载实验教学平台的设计与研发应运而生。本实验教

学平台以直线伺服驱动系统为研究对象,旨在为工程学生提供一种全面、实用的学习环境。通过该平台,学生将能够深入了解直线伺服系统的工作原理、掌握伺服系统的设计与调试技能,从而更好地适应未来工程实践的需求。本文将详细介绍新型直线伺服驱动加载实验教学平台的设计与原理,以及其在实验教学中的功能实现,为读者提供对于该平台的全面了解,通过这一实验平台,我们有信心

培养出更多具备伺服系统实际操作经验的工程专业人才,推动伺服系统领域的教育和研究不断取得新的进展。

1 实验教学平台的重要性

实验教学平台在工程教育中具有重要的地位和作用。随着科技的不断发展,工程领域对于学生实践能力的要求愈发突显,而实验教学平台正是为满足这一需求而设计与建设的。其重要性主要体现在以下几个方面:首先,实验教学平台为理论知识的实际应用提供了场所和机会。在工程领域,理论知识的应用常常需要通过实际操作来加以验证和巩固。实验教学平台为学生提供了一个实践的舞台,使他们能够将在课堂上学到的知识真正运用到实际工程问题中,促使理论与实践的有机结合。其次,实验教学平台有助于培养学生的实际动手能力和团队协作精神。通过亲自动手操作设备、进行实验,学生不仅能够熟悉各类工程设备的使用和维护,还能够培养解决实际问题的实际能力。此外,很多实验项目需要学生共同合作,这培养了他们的团队协作和沟通能力,这在未来的工作中同样至关重要。第三,实验教学平台为学生提供了一个实践锻炼的平台,使他们更好地适应未来工作的要求。在真实的工程环境中,学生能够面对和解决各种实际问题,提高他们的问题分析与解决能力。这种实践锻炼不仅提高了学生的专业素养,同时也增强了他们的实际操作经验,使他们更好地适应未来的职业发展。最后,实验教学平台在培养学生的创新能力和实验设计能力方面发挥了关键作用^[1]。通过设计和完成各种实验项目,学生能够锻炼他们的实验设计能力,激发他们的创新思维,这对于培养工程领域的人才,特别是具备创新意识和实际动手能力的工程师,具有重要的意义。

2 新型直线伺服驱动加载实验教学平台的设计与原理

新型直线伺服驱动加载实验教学平台的设计与原理是围绕着提高工程教育实践性和培养学生实际应用能力的目标展开的。该平台的设计关注于直线伺服驱动系统的核心组件,旨在为学生提供一个全面、实用的学习环境,使其能够深入了解伺服系统的工作原理、掌握伺服系统的设计与调试技能,并将理论知识应用到实际工程问题中。在平台设计中,直线伺服驱动加载装置作为核心组件,其机械结构经过精心设计,采用高精度直线导轨系统,以确保运动的稳定性和精度。伺服电机与控制器的选择经过仔细考量,保证了系统的可靠性和性能。这一设计旨在使学生能够通过实际操作了解直线伺服系统的物理结构和运作原理,培养其对工程设备的实际认知。在硬件层面,该平台还涵盖了直线伺服电机的静态推力测试、动态推力测试、加速度测试以及负载连续变化测试等功能。这些测试项目旨在让学生全面掌握伺服电机在不同工况下的性能

表现,进而了解工程系统在实际应用中的各种场景和要求。在软件层面,平台配备了相应的控制算法和用户界面,使学生能够通过编程和控制操作,实时监测和调整伺服系统的运行状态,这不仅有助于学生理解控制策略的制定和实施过程,还培养了其在工程实践中运用软件进行实时控制的能力。

3 实验平台功能实现

3.1 直线伺服电机静态推力测试

实验平台中,直线伺服电机静态推力测试是一个关键的功能,旨在深入了解伺服系统在静态负载条件下的推力性能。通过这一测试,学生能够全面掌握伺服电机的静态响应特性,了解其在不同负载情况下的推力输出及其稳定性,从而为实际工程应用提供重要的参考。在进行直线伺服电机静态推力测试时,加载平台通过设定不同的负载值,模拟真实工程中可能遇到的各种负载情况。学生可以观察并记录伺服电机在不同负载下的输出推力,并通过实验数据分析,得到静态推力的性能曲线。这一过程使学生深入了解伺服系统在固定条件下的输出特性,包括推力的大小、稳定性以及响应速度。通过静态推力测试,学生能够对伺服电机的静态性能进行系统的评估。他们可以深入分析不同负载下伺服系统的输出曲线,了解推力随负载的变化规律,识别可能存在的问题并寻找优化的方案。这种实践性的学习使学生能够将课堂学到的理论知识应用到实际工程问题中,培养了他们的问题解决能力和工程实践能力。

3.2 直线伺服电机动态推力测试

实验平台中的直线伺服电机动态推力测试是一个具有重要意义实验功能,旨在深入研究伺服系统在动态负载条件下的推力性能。这一测试不仅使学生能够全面了解伺服电机在实际工程应用中的动态响应特性,同时提供了对于伺服系统在不同工况下性能表现的深入理解。在动态推力测试中,学生通过加载平台模拟真实工程中常见的动态负载变化,观察并记录伺服电机在这种情况下的推力输出。关注推力在时间上的变化,学生能够更清晰地了解伺服系统对于快速负载变化的响应速度、动态调整能力以及稳定性。这一实验设计使学生能够近距离体验伺服系统在真实工程场景中的工作状态,为他们理解和解决实际问题提供了实际的数据支持。通过动态推力测试,学生能够深入分析伺服电机在动态负载下的性能曲线,从而评估其在不同工况下的适用性,这种深入的学习使他们能够更好地理解伺服系统的动态特性,如何在实际工程中进行精确控制和快速响应,以及如何优化系统参数以适应多变的工程环境。

3.3 直线伺服电机加速度测试

实验平台中的直线伺服电机加速度测试是一个关键的功能,旨在深入研究伺服系统在动态工况下的加速度性

能。这一测试不仅让学生全面了解伺服电机在快速响应和动态调整方面的表现,还提供了对于伺服系统在实际应用中对于速度变化的准确掌握。在加速度测试中,学生通过加载平台设置不同的速度变化条件,模拟伺服电机在工程中需要快速加速和减速的场景。通过观察和记录伺服电机的实际加速度响应,学生能够深入了解系统在不同速度变化下的动态性能,包括其加速度大小、响应时间以及稳定性^[2]。这一实验设计使学生能够近距离观察伺服系统在实际应用中对速度变化的实时调整,为他们提供了深入学习的机会,通过加速度测试,学生能够更加清晰地了解伺服电机如何实现高效的速度变化,如何应对工程中的实际速度要求,以及如何通过调整系统参数优化加速度性能。

3.4 直线伺服电机负载连续变化测试

直线伺服电机负载连续变化测试是实验平台中的关键功能之一,旨在模拟伺服系统在实际工程中可能遇到的负载变化情况,深入研究其在连续变化负载条件下的性能表现。这一测试不仅能够让学生全面了解伺服系统对于不断变化负载的响应特性,还提供了对于系统在复杂工程环境中的适应性的深入认识。在负载连续变化测试中,学生通过加载平台模拟伺服电机在工程应用中可能遭遇的连续负载变化,观察并记录伺服电机在这种条件下的推力响应和稳定性。这一实验设计使学生能够近距离体验伺服系统在实际工程负载环境中的运行状态,了解其在负载变化频繁的场景下的工作性能。通过负载连续变化测试,学生能够深入分析伺服系统在不同负载条件下的推力输出曲线,从而评估其在连续变化负载下的稳定性和动态调整能力。

4 实验教学平台在直线伺服系统课程中的应用

实验教学平台在直线伺服系统课程中的应用为学生提供了独特而丰富的学习体验,是理论知识与实际操作相结合的重要环节。通过实际操作,学生能够深入理解直线伺服系统的工作原理、性能特点以及在不同工况下的实际应用场景。首先,实验平台为学生提供了直观的实践机会,使他们能够亲身体验和观察直线伺服系统的运行过程。通过实际操作直线伺服电机、调节控制参数以及观察实时数据,学生能够将在课堂上学到的理论知识转化为实际技能。这种实践性的学习方式帮助学生更深入地理解和掌握直线伺服系统的工作机制,增强其在工程实践中的实际应用能力^[3]。其次,实验教学平台支持模拟不同工况下的实验场景,使学生能够更全面地了解直线伺服系统在不同负载、速度和加速度条件下的性能表现。通过静态推力测试、动态推力测试、加速度测试以及负载连续变化测试等功能,学生能够系统地探究伺服系统的各项性能指标,从而更好地适应复杂多变的工程环境。此外,实验平台还培养了学生的实验设计和数据分析能力。通过设置实验方案、收集

数据、进行实时监测和分析结果,学生不仅学到了伺服系统的操作技能,更培养了他们解决实际工程问题的能力,这种实践能力对于学生日后从事工程领域的研究、设计和实施具有重要的启发作用。

5 实验平台的推广与应用前景

实验平台的推广与应用前景是直接关系到其在工程教育领域和实际工程应用中的价值发挥。随着科技的迅速发展,直线伺服系统在自动化控制领域的广泛应用,为实验平台提供了巨大的推广和应用潜力。首先,实验平台的推广将有助于提升工程教育的质量。通过在课堂中引入这一先进的实验教学工具,学生将能够更深入地理解伺服系统的原理和性能。这不仅有助于培养学生的实际动手操作能力,更能够激发其对于自动控制领域的兴趣。推广实验平台的使用还有助于形成更加注重实践、注重创新的教学理念,为培养具备实际操作技能的工程专业人才打下基础。其次,实验平台的应用前景在于满足工程领域对于高水平、高技能人才的需求。伺服系统在自动化生产线、机器人技术、航空航天等领域有着广泛应用,而具备伺服系统操作与调试经验的工程师将更受市场青睐。因此,推广实验平台的使用将有助于培养更多具备实际应用经验的工程专业人才,满足产业发展对于高技能人才的迫切需求^[4]。另外,实验平台的推广还有望促进学术研究的发展。通过广泛应用于实验室和研究机构,实验平台可以成为伺服系统相关研究的有力工具。学者们可以通过平台的实验数据和操作结果,深入研究伺服系统的控制算法、性能优化以及在不同工况下的应用,这将有助于推动伺服系统领域的学术进展,为相关领域的工程应用提供更多的创新解决方案。

6 结语

新型直线伺服驱动加载实验教学平台的设计与研发为工程学生提供了一种全新的学习体验,旨在培养他们在伺服系统领域的理论基础和实际操作技能。通过该平台,学生能够深入学习直线伺服系统的工作原理,掌握系统的设计与调试技能,并通过多项实验功能全面了解伺服系统在不同工况下的性能表现。这一实验教学平台的推出弥补了传统教学中理论知识与实际操作之间的鸿沟,为学生提供了更直观、更深入的学习途径。平台的设计注重了工程实践的需求,通过模拟真实工程场景,使学生能够更好地理解伺服系统在实际应用中的应对能力。同时,平台的高精度直线导轨系统和可靠的伺服电机与控制器确保了实验的准确性和可重复性。随着科技的不断进步,伺服系统在工业自动化、机器人技术等领域的应用将变得更加广泛。通过新型直线伺服驱动加载实验教学平台的使用,我们有信心培养出更多具备实际应用经验的工程专业人才,为工程科技的创新和应用做出贡献。最后,希望这一实验平台能够成为工程教育领域的有益工具,为学生的综合素质培

养提供有力支持,我们期待在未来看到学生们通过这一平台取得更多实际操作的经验,为伺服系统领域的发展贡献自己的力量。

[参考文献]

- [1]凌志健,赵文祥,吉敬华等.新型直线伺服驱动加载实验教学平台[J].电气电子教学学报,2023,45(2):208-211.
- [2]张翊诚.新型直线电机及其高频响驱动数字伺服控制系统[D].湖南:国防科学技术大学,2003.
- [3]马绪奇.新型永磁辅助同步磁阻直线电机设计[J].农业装备与车辆工程,2023,61(5):150-154.
- [4]曹瑞武,张之梁.新型初级永磁直线电机实验教学平台[J].电气电子教学学报,2015,37(3):105-107.

作者简介:冯涛(1985.3—),男,汉族,学士学位,毕业院校中国地质大学(武汉)。现就职于江西江特电机有限公司,职务为副总经理。

机电一体化技术的应用及其发展趋势分析

李传艺

广西桂宝工程监理咨询有限公司, 广西 贵港 537100

[摘要]机电一体化技术的发展根植于对机械和电气系统协同作用的需求,传统机械系统和电气系统运作独立制约了工业生产和生活的效率。随着计算机技术和微电子器件的崛起,机电一体化技术应运而生成为自动化、智能化和可持续发展的技术支持。各行业在全球范围内积极探索机电一体化技术的应用,以提高效率、降低成本、改善生产流程和服务质量。环保和可持续发展理念的推动使得机电一体化技术朝着更绿色、智能和可持续的方向发展,深入了解机电一体化技术的应用现状和未来发展趋势变得至关重要,以更好地把握科技创新的方向。

[关键词]机电一体化技术;应用;发展趋势

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10668

中图分类号: TH-39

文献标识码: A

Application and Development Trend Analysis of Mechatronics Integration Technology

LI Chuanyi

Guangxi Guibao Engineering Supervision Consulting Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537100, China

Abstract: The development of mechatronics technology is rooted in the demand for the synergistic effect of mechanical and electrical systems. The independent operation of traditional mechanical and electrical systems restricts the efficiency of industrial production and life. With the rise of computer technology and microelectronic components, mechatronics technology has emerged as a technological support for automation, intelligence, and sustainable development. Various industries are actively exploring the application of mechatronics technology on a global scale to improve efficiency, reduce costs, and improve production processes and service quality. The promotion of environmental protection and sustainable development concepts has led to the development of mechatronics technology towards a more green, intelligent, and sustainable direction. It is crucial to have a deep understanding of the current application status and future development trends of mechatronics technology in order to better grasp the direction of technological innovation.

Keywords: mechatronics integration technology; application; development trends

引言

随着科技的迅猛发展,机电一体化技术逐渐成为推动工业和生活领域创新的重要引擎。机电一体化技术通过紧密整合机械、电气和信息技术,实现了设备的互联互通和智能控制,为生产制造、交通系统、医疗设备、能源管理等多个领域带来了深刻的变革。文章将探讨机电一体化技术在不同领域的具体应用,以及其在未来发展中的趋势与前景。

1 机电一体化技术的应用意义

机电一体化技术的应用意义在于推动了工业和生产领域的智能化、自动化和效率提升。机电一体化技术提高了生产效率,通过实现设备的自动化控制和协同工作,生产过程变得更加流畅和高效。自动化生产线、智能机器人等应用使得生产速度大幅提升,同时降低了生产过程中的错误率。自动化和智能化的生产系统减少了对人力资源的需求,降低了生产和运营成本。此外,通过数据分析和优化,机电一体化系统还能够减少废品率,提高资源利用效率,从而降低了生产过程中的浪费。机电一体化系统实现

了对生产过程的精准控制,减少了人为因素的介入,从而提高了产品的一致性和质量,通过实时监测和反馈,系统可以及时调整生产参数,确保产品达到预定的标准。机电一体化技术为企业提供了更灵活的生产和制造方式,使其能够更快地响应市场需求变化。同时,推动了数字化和智能化技术的发展,为工业创新打开了新的可能性,如人工智能、物联网等的融合应用。

2 机电一体化技术的具体应用

2.1 制造业

在制造业领域,机电一体化技术的应用为生产过程引入了更高级别的智能和自动化,产生了深远的影响。首先,制造业中的自动化生产线是机电一体化技术的典型应用,通过将机械设备和电气控制系统紧密集成,企业能够实现从原材料到成品的端到端自动化生产,大大提高了生产效率,缩短了生产周期。其次,智能制造系统是制造业中的一大亮点,机电一体化技术通过传感器、控制器和数据分析实现对生产环境的实时监测,使制造企业能够更准确地调整生产参数,及时发现潜在问题确保产品质量。同时,

智能制造系统也支持生产过程的灵活调整,适应不同产品的生产需求。机器人技术在制造业中的应用也是机电一体化的典型代表,机电一体化系统可以实现对工业机器人的智能化控制,使其能够执行更复杂的任务,提高生产线的灵活性。这不仅降低了对人工劳动的依赖,还提高了生产线的安全性和稳定性。此外,制造业中的3D打印技术也受益于机电一体化,通过机电一体化系统的精确控制,3D打印设备能够更加精细地执行打印任务,生产出更高质量的产品。机电一体化技术为3D打印技术的进步提供了坚实的基础。

2.2 智能交通

在智能交通领域,机电一体化技术的应用深刻改变了交通系统的运行和管理方式。首先,智能交通信号灯系统是机电一体化技术的一个显著应用,通过将电气控制系统与交通信号灯相结合,实现了智能化的交叉口控制,这种系统能够根据实时交通流量数据进行智能调整,优化信号灯配时,提高道路通行效率,减缓交通拥堵。其次,自动驾驶技术的崛起也离不开机电一体化技术的支持,智能传感器、电控系统和机械执行器的协同作用,使车辆能够更精准地感知周围环境、做出实时决策,并执行安全而高效的驾驶操作,不仅提高了交通系统的整体安全性,还为未来交通系统的发展奠定了基础。智能交通监测系统也是机电一体化技术的重要应用,通过安装在交通路口和道路上的传感器,机电一体化系统可以实时监测交通流量、车速、车辆位置等信息,这些数据的精准采集和处理,为城市交通管理提供了更科学的决策依据,优化了交通流动性,减少了交通事故的发生。

2.3 医疗设备

在医疗设备领域,机电一体化技术的应用对医疗行业产生了深远的影响。手术机器人是机电一体化技术在医疗领域的杰出代表,通过将机械结构和电气控制系统有机整合,手术机器人实现了更精准、微创的手术操作,医生可以通过控制系统实时监控患者状况,并通过机械臂完成复杂的手术,提高了手术的成功率和患者的康复速度^[1]。医学影像设备的智能化设计也离不开机电一体化技术的支持,X射线、MRI和CT等医学影像设备的精密控制和数据传输依赖于机电一体化系统,使医生能够获取更清晰、准确的影像信息,以进行更精准的诊断和治疗计划。智能化的医疗监测设备也在机电一体化技术的驱动下迅速发展,例如心电图监测仪、血压监测仪等设备通过嵌入先进的电气和机械元件,实现了对患者生理参数的实时监测,提供了更全面、及时的健康数据,为医生做出准确的医疗决策提供了支持。

2.4 能源领域

在能源领域机电一体化技术的应用对于提高能源系统的效率和可持续性发挥了关键作用。智能电网是机电一

体化技术在能源领域的显著应用之一,通过整合电力系统、通信系统和数据分析,智能电网实现了对电力的更智能、灵活的管理,机电一体化系统使得电力的生产、传输和分配更为高效,支持可再生能源的大规模接入,提高了电网的稳定性和韧性。机电一体化技术在风力发电和太阳能发电等可再生能源系统中也发挥了关键作用,通过智能控制和监测系统,机电一体化技术使得这些能源系统能够更好地适应环境变化,提高能源的产出效率。同时,机电一体化系统还支持电能的存储和分配,解决了可再生能源波动性的问题,促进了可再生能源的可持续利用。机电一体化技术在电力设备的设计和生产中也发挥了关键作用,例如电力变压器、发电机组等设备通过机电一体化系统的优化设计,实现了更高的能效和更稳定的性能,这有助于提高电力系统的整体效率,降低能源的浪费。

2.5 智能家居

智能家居是机电一体化技术在生活领域的典型应用,提升家庭生活的便捷性、舒适性和智能化水平,通过整合机械、电气和信息技术,智能家居实现了设备之间的互联和智能控制。首先,智能家居通过传感器技术实现了对家庭环境的实时监测,温度、湿度、光照等参数的感知让系统能够根据家庭成员的需求自动调整空调、照明等设备,提供更为舒适的居住环境。其次,智能家居通过机器学习和人工智能技术,学习和适应家庭成员的生活习惯,例如智能家居系统能够根据家庭成员的作息时间自动调整照明和窗帘,提高能源利用效率。另外,智能家居强调了设备之间的互联性,智能音响、智能灯具、智能家电等设备能够通过互联网互相通信,实现集中控制和智能联动,通过手机App或语音助手,家庭成员可以随时随地远程监控和控制家中设备,提高家庭管理的便捷性。

3 机电一体化技术之发展趋势探析

3.1 智能化水平提升

随着科技的迅猛发展,智能化水平的提升成为机电一体化技术的显著趋势,智能化水平的提升意味着系统具备更高级别的自动化、自适应和智能决策能力。首先,通过引入先进的传感器技术,机电一体化系统能够实时获取环境数据,从而实现对生产过程或设备状态的实时监测,为系统提供了更全面、准确的信息基础,有助于系统更智能地响应外部变化。其次,人工智能和机器学习的应用使得机电一体化系统能够从历史数据中学习和优化,通过分析大量数据,系统可以不断改进自身的性能,逐渐提高智能化水平,使系统能够更好地适应不断变化的工作环境,提高生产效率,减少能源浪费。此外,智能化水平提升还体现在系统的自主决策能力上,机电一体化系统通过集成先进的控制算法,能够在实时运行中做出复杂的决策,优化生产过程或调整系统参数,以达到更好的性能和效果。这种自主决策能力使得系统更加灵活,能够更好地适应复杂

多变的工作场景。

3.2 物联网融合

物联网融合是机电一体化技术发展的重要方向之一,通过将机电系统与物联网技术有机结合,实现设备间的信息共享和实时通信,推动了整个系统的智能化和联动性。首先,物联网融合使得各种设备能够通过互联网进行数据交换,传感器、控制器和执行器等机电系统的组件可以通过物联网连接,实现设备之间的信息共享,形成一个高度互联的网络,有助于实时监测和控制系统的运行状态,提高了整体的响应速度和适应性。其次,物联网融合推动了设备之间的协同工作,机电一体化系统通过物联网连接,能够更加智能地协同完成任务,例如在生产线上,各个机械设备可以通过物联网传递实时数据,实现生产流程的自动协同。在智能交通系统中,车辆、交通信号灯、监测设备等可以通过物联网协同工作,优化交通流量,提高道路使用效率。另外,物联网融合还强化了对大数据的利用,通过连接到物联网的设备不断产生的数据,机电一体化系统能够进行更全面、深入的数据分析,有助于优化系统的运行参数、预测设备的故障,提高整体性能。

3.3 数据驱动优化

数据驱动优化是机电一体化技术发展中的关键趋势之一,通过充分利用大数据分析、机器学习等先进技术,机电一体化系统能够更智能地进行优化决策,提高系统的性能和效率。首先,机电一体化系统通过大数据分析,能够收集、处理和分析大量的实时数据,这些数据可以来自各个环节,包括生产过程中的传感器数据、设备状态数据等,通过对这些数据的深入挖掘,系统能够发现潜在的问题、优化工作流程,实现全面的性能提升^[2]。其次,机电一体化系统通过机器学习算法,能够从历史数据中学到模式,并做出智能决策,例如在制造业中,系统可以通过学习生产过程中的变化和不确定因素,调整生产参数以提高生产效率,在智能交通系统中,系统可以通过学习交通流量数据,优化交通信号灯配时以减少拥堵。另外,数据驱动优化也促进了预测性维护的发展,通过分析设备的运行数据,机电一体化系统可以预测设备的故障发生时间,提前进行维护,降低停机时间和维修成本,这种数据驱动的预测性维护模式提高了设备的可靠性和稳定性。

3.4 人机协同

人机协同是机电一体化技术发展的重要方向,通过有效整合人类智慧和机器智能实现更高水平的工作效率和创新能力。机电一体化系统的人机协同使得操作者能够更直观、灵活地与系统互动,通过可视化界面、智能感应技术等,人员可以直观地监控和控制机电系统,更加方便地进行操作和调整^[3]。人机协同通过引入自动化和机器学习技术,使得机电系统能够更好地适应人类工作方式,例如在

制造业中,机电一体化系统可以通过学习操作者的工作习惯,实现更智能的自动化生产调度,提高生产效率,在医疗设备中,机电一体化技术的人机协同可以帮助医生更精准地进行手术和诊断。人机协同也有助于实现机器的协同决策,机电一体化系统通过整合人类的专业知识和机器的计算能力,能够在复杂的任务中做出更为准确和高效的决策,在智能交通系统中,人机协同可以优化交通流量,提高交通系统的整体效率。

3.5 绿色和可持续发展

绿色和可持续发展是机电一体化技术在当前社会背景下的重要发展方向。机电一体化技术的应用使得能源系统更加智能和高效,通过实时监测和控制,机电系统能够更有效地利用能源资源,降低不必要的浪费,有助于提高能源利用效率,推动绿色能源的应用和可持续发展。机电一体化技术在生产制造中的应用也对环境友好型工业产生了积极影响,通过自动化和智能化的生产方式,机电一体化系统降低了能源和原材料的消耗,减少了排放和废弃物的产生,有助于推动工业向更为可持续的方向转变,减轻对环境的不利影响。机电一体化技术的智能监测和控制也支持了交通领域的绿色发展,例如在智能交通系统中,通过优化交通流量、提高交通信号的智能配时,机电一体化技术有助于减少交通拥堵,降低车辆排放,改善城市空气质量。

4 结语

在机电一体化技术的应用及发展趋势分析中,我们可以明显看到这一技术在多个领域产生深远影响。从制造业到智能交通、医疗设备、能源领域和智能家居,机电一体化技术不仅提高了效率和质量,还推动了可持续发展和绿色技术的应用。智能化水平的提升、物联网融合、数据驱动优化、人机协同和绿色可持续发展成为技术发展的核心方向,引领了未来工业和生活的转型。在未来,随着技术的不断进步和应用领域的扩展,机电一体化技术有望继续为社会带来更多的创新和变革。从提高生产效率到改善生活质量,机电一体化技术将继续在多个领域发挥关键作用,塑造着一个更加智能、绿色和可持续的未来。

【参考文献】

- [1] 李春彬,霍红伟. 浅谈机电一体化技术的发展与应用[J]. 中国设备工程,2023(21):19-21.
 - [2] 张谊. 机电一体化技术在智能制造中的实践运用[J]. 中国设备工程,2023(20):26-28.
 - [3] 王保军. 机电一体化技术的应用及其发展趋势[J]. 门窗,2019(2):128.
- 作者简介:李传艺(1976.7—),广西大学,所学专业:机械工程及自动化,当前就职单位名称:广西桂宝工程监理咨询有限公司,职务:总监理工程师,职称级别:副高级。

论机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用

甘信剑 王 森 孔 斌

兖矿能源集团东滩煤矿, 山东 济宁 273500

[摘要]当前, 随着科学技术的进一步发展, 机电自动化技术在煤矿掘进工作面中逐渐得到广泛应用。在机电自动化技术没有投入使用时, 由于开采环境较为恶劣, 不仅安全事故频发, 煤矿开采效率也比较低下。在煤矿掘进工作面中应用机电自动化技术, 一定程度上提高了煤矿开采工作的开采效率、减少了安全事故的发生率以及改善了煤矿开采工作环境。不过由于机电自动化技术在不断发展, 其在煤矿掘进面中的应用也还尚未完善, 因此, 文中主要探讨讨论机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用, 希望能够为进一步提高煤矿掘进面的机电自动化技术应用水平提供一些有益参考。

[关键词]机电自动化技术; 煤矿; 掘进工作面

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10690

中图分类号: TD67

文献标识码: A

Discussion on the Application of Electromechanical Automation Technology in Coal Mine Excavation Working Face

GAN Xinjian, WANG Sen, KONG Bin

Yankuang Energy Group Dongtan Coal Mine, Jining, Shandong, 273500, China

Abstract: With the further development of science and technology, electromechanical automation technology is gradually being widely used in coal mine excavation work faces. When electromechanical automation technology was not put into use, due to the harsh mining environment, not only were safety accidents frequent, but the efficiency of coal mine mining was also relatively low. The application of electrical automation technology in coal mine excavation work has to some extent improved the mining efficiency of coal mine mining, reduced the incidence of safety accidents, and improved the working environment of coal mine mining. However, due to the continuous development of electromechanical automation technology, its application in coal mine excavation faces is not yet perfect. Therefore, this article mainly explores and discusses the application of electromechanical automation technology in coal mine excavation faces, hoping to provide some beneficial references for further improving the application level of electromechanical automation technology in coal mine excavation faces.

Keywords: electromechanical automation technology; coal mines; excavation working face

引言

机电自动化技术即机电、电气和自动化技术的综合应用, 其主要是通过将机电设备、电气设备和自动控制系统相结合, 实现设备和系统的自动化运行、监测和控制, 以提高生产效率、质量和安全性的目的。煤矿掘进工作面是煤矿开采作业中的重要部分, 是煤矿中进行煤炭采掘的区域。将机电自动化技术应用在煤矿掘进工作面中, 将能够进一步提高煤矿开采效率, 提高煤矿开采工作的安全性。因此, 本文研究的机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用, 对于促进煤矿掘进工作的发展具有一定的现实意义。

1 当前煤矿掘进工作面的机电自动化应用现状

目前, 煤矿掘进工作面的机电自动化应用已经取得了一定的进展, 但整体而言仍处于初级阶段。在煤矿掘进工作面上, 自动化采煤机已经广泛应用。这些采煤机通过自动化控制系统实现煤炭的自动化采掘、煤层的自动倾斜、切割参数的自动调整等功能。但仍需要进一步提高自动化程度和灵活性。另外, 煤矿掘进工作面上的输送系统也在逐渐实现自动化控制。通过自动化控制器和传感器, 输送

带的启停、速度调节、故障检测等功能能够自动实现。但自动化程度和系统安全性还有提高的空间。自动化支护设备和注浆设备能够实现自动控制和监测, 提高支护的效率和稳定性。但在复杂条件下的自动化支护仍面临挑战。煤矿掘进工作面的智能监测与预警系统也在快速发展中, 通过传感器网络 and 数据处理技术, 能够实时监测工作面的其他设备和环境参数, 并通过智能分析和预警系统发现潜在的安全隐患和故障。一体化控制系统在一些煤矿掘进工作面也有应用, 通过集成控制系统, 能够实现工作面上的设备和系统的集中控制和协同作业, 减少人工操作和提高工作效率。

2 当前煤矿掘进工作面的机电自动化技术应用的不足之处

当前, 虽然在煤矿掘进工作面中, 对机电自动化技术的应用已经取得了一定的进展, 但是在实际的应用过程中, 还是存在着一些不足之处, 例如, 技术水平整体不高、适应性较差、存在一定的安全风险、维护和操作难度大、成

本较高等,以下是对当前煤矿掘进工作面的机电自动化技术应用的不足之处具体阐述。

2.1 技术水平整体不高

煤矿掘进工作面的机电自动化设备和系统在功能和性能上仍有待改进。一些设备的控制精度和可靠性不高,无法满足复杂的工况要求。同时,整个自动化系统的集成程度不高,设备之间的协调和协同作业能力有限。另外,虽然一些设备实现了自动化控制,但整个工作面的自动化程度仍有限,矿工在掘进工作面上的操作和干预仍然较多。在煤矿掘进工作面的机电自动化中,智能化技术应用仍相对较少,例如,还缺乏智能感知和决策能力的系统,无法对工作面的工况和设备状态进行准确而及时的感知和判断,难以做出智能化调整和优化。

2.2 适应性较差

在煤矿掘进工作面中,不同煤矿的地质条件各异,包括煤层厚度、倾角、硬度、含瓦斯和砂岩夹层等。当前的机电自动化技术在适应不同地质条件方面存在挑战,无法实现针对性的自动化操作和调整。另外,机电自动化技术变化还比较难以预测和准确感知煤层的变化情况,使得其很难及时调整和适应,可能导致设备故障或工作面掘进困难。并且,煤矿掘进工作面的机电设备存在着复杂的互动关系,包括采煤机、输送系统、支护设备等之间的协作和协调。目前的机电自动化技术往往无法实现设备之间的实时数据交换和协同作业,导致工作面自动化程度不高。

2.3 存在一定的安全风险

在煤矿掘进工作面应用机电自动化技术,虽然能够进一步提高煤矿开采效率和安全性,但是也同样存在一定的安全风险。例如机电自动化设备可能存在故障或损坏的风险,如传感器故障、电路短路等。这些故障可能导致设备停机或工作异常,影响工作面的正常运行。另外,由于操作人员对机电自动化设备的不熟悉或操作不当,可能会导致操作失误,如错误地控制指令、误触发紧急停机等。这些操作失误可能会导致设备故障或工作面事故。机电自动化系统的控制系统也可能存在问题,如通信中断、软件故障等。这些问题可能导致设备无法正常控制,甚至引发设备操作失控或工作面事故。

2.4 维护和操作难度大

由于煤矿掘进工作面机电自动化设备常常具有复杂的结构和工作原理,包括各种传感器、控制系统、执行机构等。就需要操作人员了解和掌握各个部件的功能和工作原理,同时需要具备相关的电气、机械等知识背景。由于机电自动化技术在煤矿掘进工作面中通常涉及大量的数据采集和处理,如传感器数据、运行状态数据等。需要操作人员具备一定的数据分析和处理能力,对数据进行有效的统计、分析和处理,以优化设备和工作面的运行效果。但是,在实际的煤矿掘进工作面中,大部分人员都不具备

相关操作和维护机电自动化设备的知识水平,这就导致自动化设备的操作和维护难以得到有效的保障,从而影响了自动化技术的发挥和运行效果。

2.5 成本较高

机电自动化设备通常包括传感器、控制系统、执行机构等多项设备,这些设备的购买和安装成本较高。特别是针对复杂的煤矿掘进工作面的自动化需求,设备的专业性和高性能特点,往往导致设备成本较高。另外,煤矿掘进工作面的机电自动化技术需要根据具体的场地条件和工作要求进行研发和定制。这就需要投入较多的技术团队的研发人员和工程师的人力成本,以及相关的研发设备和实验设备成本。要想保证机电自动化技术在煤矿掘进工作面的长期运行中,就需要进行运维和维护。这涉及到设备的维修、更换、监测和保养等工作,往往需要投入一定的人力和物力成本。

3 机电自动化技术在煤矿掘进工作面的应用优势

在煤矿掘进工作面中应用机电自动化技术,虽然还有一些不足之处,但是其在提高煤矿开采效率、提升生产安全性、降低劳动强度、提高数据精确性和可靠性等方面具有重要作用,以下是对机电自动化技术在煤矿掘进工作面的应用优势的具体阐述。

3.1 提高煤矿开采效率

机电自动化技术可以实现设备的自动控制和操作,通过精确的控制算法和参数设置,能够自动调整设备的工作状态和参数,提高工作面的开采效率。另外,自动化控制还可以使设备的运行更加稳定和连续,避免了人工操作的不稳定因素,减少了停机时间和生产中断,提高了开采的连续性和一致性。机电自动化技术还可以通过高精度的传感器和测量系统,实现对工作面的位置、挖掘深度、定位精度等参数的准确测量和控制,从而确保设备的精确运行,避免浪费和重复作业,提高开采效率。

3.2 提升生产安全性

在煤矿掘进工作面中应用机电自动化技术能够有效提升煤矿生产安全性,降低安全事故的发生概率。例如,机电自动化技术可以设置传感器和检测装置,实时监测工作面的瓦斯浓度、煤尘浓度、风速、温度等参数。当这些参数超过安全范围时,系统能够自动发出警报,并采取相应的措施,如关闭设备或启动排风系统等。通过实时监测和预警,以及及时发现潜在的安全隐患,防止瓦斯爆炸、煤尘爆炸等事故的发生。机电自动化技术还能够实现设备的自动控制和操作,减少人工干预,降低人员在危险环境中的风险。另外,自动化控制还能够保证设备的稳定运行和精确操作,避免了人为操作的不稳定因素,减少了意外事故的发生。

3.3 降低劳动强度

在煤矿掘进工作面中,应用机电自动化技术,能够实

现设备的自动化控制和操作,替代人工完成一些繁重、危险和重复性的工作。例如,自动化采煤机能够自动控制煤壁切割和煤矸石运输,减轻了人工劳动强度。另外,机电自动化技术还可以实现煤矿掘进工作面的自动化输送和运输系统,减少了人工搬运和运输的劳动强度。例如,自动化输送和运输系统能够自动运输煤炭、煤矸石等物料,不仅能够降低人工搬运的劳动强度,还能够进一步提高物料的运输效率。

3.4 提高数据精确性和可靠性

机电自动化技术可以使用高精度的传感器和测量系统,对工作面的各项参数进行准确测量。例如,瓦斯浓度传感器、温度传感器、风速传感器等。这些传感器可以实时监测和测量关键参数,提供准确的数据支持。另外,机电自动化技术可以通过数据采集和处理系统,对工作面的各种数据进行实时采集,实现对工作面情况的实时监测。机电自动化技术还可以实现设备的自动化控制和记录,主要记录设备的运行状态和各项参数。通过自动化记录系统,能够准确记录设备的工作时间、工作量、故障信息等。这些记录数据可以提供准确的设备运行历史,为后续数据分析和决策提供可靠的依据。

4 提高煤矿掘进工作面机电自动化技术的措施

目前,煤矿掘进工作面的机电自动化应用已经取得了一定的进展,但整体而言仍处于初级阶段。因此,要想进一步提高煤矿掘进工作面的机电自动化技术水平,就需要各煤矿企业在实践过程中,不断进行探索。笔者根据相关工作经验以及通过查阅相关文献资料,主要提出以下提高煤矿掘进工作面机电自动化技术的措施,这些措施主要有:引入先进的机电自动化设备、深入研究和应用机电自动化技术、建立完善的监控和控制系统等,以下是对提高煤矿掘进工作面机电自动化技术的措施的具体阐述。

4.1 引入先进的机电自动化设备

要想进一步提高煤矿掘进工作面机电自动化技术,就需要不断引入先进的机电自动化设备。各煤矿企业在引进设备时,首先应该充分了解市场上的先进机电自动化设备的最新发展和技术趋势,关注国内外的研发成果、商业产品和解决方案,以及行业的技术前沿和创新,对不同类型的设备进行评估。然后就是根据煤矿掘进工作面的实际需求,制定机电自动化设备的技术要求和标准。考虑设备的性能指标、安全要求、环境适应能力等方面,确保选用的设备符合实际需求。或者是积极对现有设备进行技术改造和升级,引入先进的机电自动化技术。

4.2 深入研究和应用机电自动化技术

煤矿企业要想提高煤矿掘进工作面机电自动化技术的措施,还可以深入研究和应用机电自动化技术。首先可以通过组织科研项目和课题,深入研究机电自动化技术在

煤矿掘进工作面的应用。还可以通过与相关大学以及行业前沿领域进行合作,以进一步探索和解决机电自动化技术在煤矿掘进工作面的关键问题,提高技术的稳定性和可靠性。要深入研究和应用机电自动化技术,还应该加强对煤矿工作人员的机电自动化技术培训,提高工作人员的技术素养和应用能力。同时,通过引进相关领域的专业人才,补充和提升企业的机电自动化技术队伍,促进人才的交流和流动。

4.3 建立完善的监控和控制系统

在煤矿掘进工作面中,监控和控制系统对于机电自动化的应用具有重要作用,因此,要想进一步提高煤矿掘进面的机电自动化技术,煤矿企业需要建立完善的监控和控制系统。首先,企业应该根据监控和控制需求,选用先进的监控和控制设备,如PLC(可编程逻辑控制器)、SCADA(监控与数据采集系统)、DCS(分布式控制系统)等。接着,根据煤矿掘进面的工作特点和要求,制定合理的监控和控制策略。然后,根据监控和控制策略,设计和搭建监控和控制系统。通过建立完善的监控和控制系统,可以实现对煤矿掘进面设备的实时监控和自动化控制,提高工作面的安全性、生产效率和设备的可靠性。

5 结语

在煤矿掘进工作面中应用电自动化技术,一定程度上可以提高煤矿开采工作的开采效率、减少安全事故的发生率以及改善煤矿开采工作环境。但是在应用实践中,在煤矿掘进工作面对机电自动化系统的应用还存在着较大的发展空间。因此,本文主要探究讨论机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用,主要阐述了当前煤矿掘进工作面的机电自动化应用现状、不足之处、应用优势,以及提出了一些提高煤矿掘进工作面机电自动化技术的措施,希望能够为进一步提高煤矿掘进面的机电自动化技术应用水平提供一些有益参考。

【参考文献】

- [1]陈家炜.论机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(3):4.
 - [2]杨安定.机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用[J].百科论坛电子杂志,2020(43):0181-0181.
 - [3]郭伟柱.机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2021(16):47-48.
 - [4]赵福平.机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的运用分析[J].百科论坛电子杂志,2021(1):98-99.
 - [5]梁川.机电自动化技术在煤矿掘进工作面中的应用[J].山西能源学院学报,2017,30(1):30-32.
- 作者简介:甘信剑(1986.1—),毕业院校:山东科技大学,所学专业:煤矿/掘进,当前就职单位:兖矿能源集团东滩煤矿,职务:技术员,职称级别:工程师。

跨孔高密度电阻率法在地铁岩溶勘探中的应用

赵腾跃 曹伟光 孔维旭 李浩然

北京市政路桥股份有限公司, 北京 100068

[摘要]精确探明溶洞分布情况对保障地铁隧道施工和运营过程中安全至关重要。跨孔高密度电阻率法是一种测量溶洞分布的常用物理勘探方法。文中首先介绍跨孔高密度电阻率法的原理,随后以浙江省绍兴市地铁一号线为例,对跨孔高密度电阻率法在岩溶勘探中的应用进行分析。结果表明,跨孔高密度电阻率法勘探结果与钻芯取样所得岩溶分布情况基本一致,可有效勘测岩溶地层结构。

[关键词]地铁;岩溶勘探;跨孔高密度电阻率法

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10671

中图分类号: P618.13

文献标识码: A

Application of Cross Hole High-density Resistivity Method in Karst Exploration of Subway

ZHAO Tengyue, CAO Weiguang, KONG Weixu, LI Haoran

Beijing Municipal Road and Bridge Co., Ltd., Beijing, 100068, China

Abstract: Accurately determining the distribution of karst caves is crucial for ensuring the safety of subway tunnel construction and operation. The cross hole high-density resistivity method is a commonly used physical exploration method for measuring the distribution of karst caves. This article first introduces the principle of the cross hole high-density resistivity method, and then analyzes the application of the cross hole high-density resistivity method in karst exploration using the Shaoxing Metro Line 1 in Zhejiang Province as an example. The results indicate that the cross hole high-density resistivity method exploration results are basically consistent with the karst distribution obtained from core sampling, and can effectively survey the karst geological structure.

Keywords: subway; karst exploration; cross hole high-density resistivity method

岩溶是一种通过地表水和地下水对可溶性岩石进行化学溶解、冲蚀、潜蚀和崩塌作用下造成的地貌现象^[1]。在岩溶覆盖区域地下水较为丰富,地下水的频繁运动会产生大量溶洞。在溶洞区域,极易发生水库渗漏、隧道失稳、地表建筑物不均匀沉降甚至地面塌陷,成为土木工程建造过程和使用阶段的不稳定的因素之一。

近年来,为缓解城市地面交通压力,我国各大城市大力发展地铁项目建设。由于地质环境的复杂性,当地铁隧道穿越岩溶地层时,由于岩溶在地下水作用下不断变化,造成地下岩土裂缝、岩溶区地下溶洞和上覆土层土洞,造成岩溶塌陷和建筑物损坏,对地铁工程的施工构成很大的威胁。此外,在隧道开挖中遇到岩溶管道,还会发生涌水灾害。为保证地铁工程的顺利施工,预防溶洞引起的工程稳定性问题,施工前岩溶勘探工作尤为重要。在勘探工作中,要先了解施工区域的岩溶种类以及特点,通过比较选择合适的勘探方法和仪器。选择合适的方法和仪器能够精确的勘探到岩溶的规模并节约成本支出^[2]。

目前国内使用的勘探方法以地球物理探测为主。同时,由于物探方式的局限性,会结合其他手段进行综合分析。根据物理学原理和观测技术的不同,物探方法分为磁法、重力法、电法(含电磁法)、弹性波法(含地震法和声波法)、核法(放射性法)、热法(地温法)与测井等七类方

法。由于电磁波、地震波、电流等信号在不同岩性地层中的传播性质不同,通过监测各类信号在不同地层中的反射信号的差异,即可推测出所探测区域的工程地质情况。目前工程中常用的方法为高密度电阻率法、探地雷达、跨孔电磁法、跨孔地震法、微重力法三维地震法和音频透视法等^[3-5]。其中,地面地震反射波法、跨孔地震法、微重力法探测精度较低,受环境影响显著,主要用于探测土层与灰岩分界面以及岩溶发育带的分布情况。探地雷达和跨孔电磁法受地层中含水程度影响大,探测垂直和水平距离不超过10m^[6]。为了提高探测效率,降低劳动成本,20世纪80年代以来,经过持续改进,逐步出现高密度电阻率法。经过大量工程实践和科学研究,高密度电阻率法的数据处理和反演方法由二维发展到三维,并实现了三维数据场可视化^[7]。高密度电阻率法属于直流电法的一种,是适用于环境地质调查和水文工程的一种阵列电探系统。主要用于探测直径超过5m的溶洞^[8]。

本文以浙江省绍兴市地铁一号线工程为例,介绍高密度电阻率法的工作原理及其在地铁项目中岩溶勘探的应用,并对勘探结果进行分析。

1 跨孔高密度电阻率法作用原理

高密度电阻率法是以土的电阻率理论为基础建立的。该系统包括数据采集系统和数据处理系统。高密度电阻率

法通过岩土电性和电阻率的差异, 人工建立地下电流场, 通过设备采集勘探区域不同位置的电阻率值, 使用计算机反演得到断面数据。

采用高密度电阻率法时, 电极铺设一次完成, 通过电极转换装置实现电极排列、电极距离和测点转换^[9]。具体而言, 使用 64 个电极依次排列, 系统将电极等分为 2 组, 每组 32 个电极。测量时, 分别在这两组电极中各选择一个电极供电, 其他作为测量电极, 供电电极与测量电极之间将形成电位差。每次测量将形成 32² 次通电和断电过程, 每次供电过程可同时采集 61 个电位差数据, 因此共得到 32² × 61 = 62464 个数据点^[6]。

供电电极和测量电极线的布置需要尽可能与测量目标保持垂直。根据地形、已知地质资料和勘探目标的规模, 选择合适的电极间距, 电极等距布置并尽可能地避免外界干扰因素对数据采集的影响。高密度电阻率法测得的电场分布如图 1 所示。

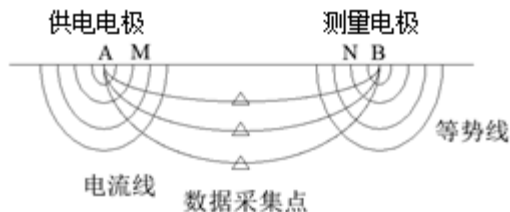


图 1 电场分布示意图

根据地下导电电流的分布规律, 可推断地下不良地质体的存在。地下电阻率的测量公式如下:

$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}} \quad (2)$$

其中 ρ_s 为电阻率, K 为装置系数, ΔV 是 N 和 M 间的电位差; I 为电流; K 是装置修正系数, 采用四极装置计算; A 、 B 为采集区域供电电极, M 、 N 为采集区域测量电极, A 、 M 、 N 、 B 进行等距布置, 采用四极装置方式^[5], 相较于二极和三极具有更好的电极收发的稳定性和数据采集的精确性。原始数据通过现场的勘探设备进行采集之后, 使用工作站将采集到的原始数据进行统计和反演计算, 形成所需要的断面图和灰度图, 在结合地质和水文条件对上述图进行分析整理最终得结果。

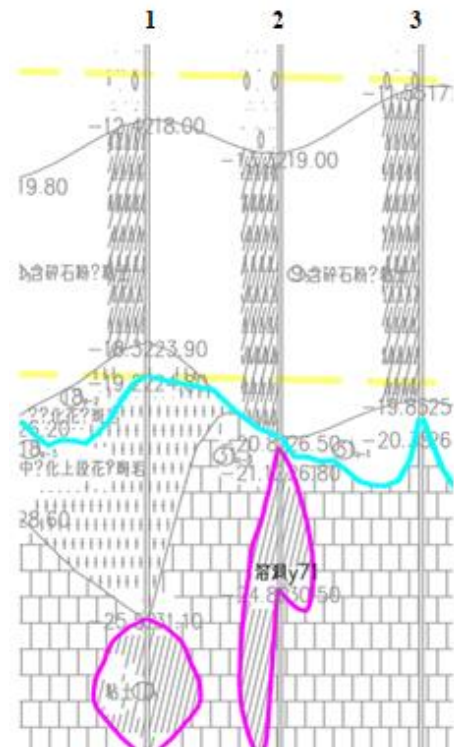
2 实例应用

2.1 工程概况

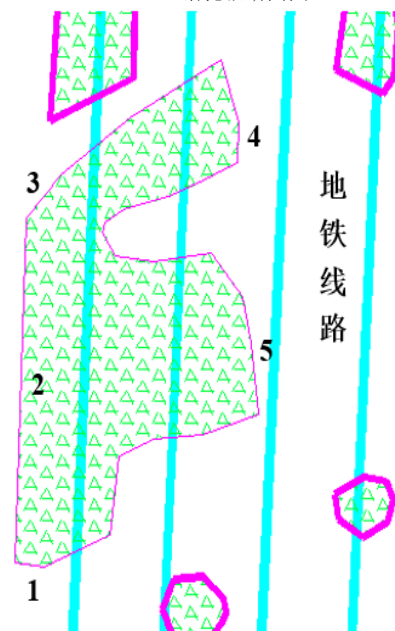
本节以浙江省绍兴市地铁一号线鉴湖镇站~阳和路站区间为例, 介绍跨孔高密度电阻率法在隧道工程中的应用。经勘测, 本地铁项目鉴湖镇站~阳和路站区间穿越部分强岩溶发育区。该区域地下水网络发育, 区内地质条件

复杂, 其下为灰岩, 属于可溶性岩类, 沿线上第四系覆盖层厚度为 15~25.5 m, 因此确定该区域的岩溶属于覆盖型岩溶。

工程中, 勘探钻孔位置位于鉴湖镇站始发处, 钻孔编号为 ZK1~ZK6。本文以 ZK1、ZK2 为例进行分析, 钻孔位置如图 2 所示。



(1) 钻孔纵断面图



(2) 钻孔平面图

图 2 钻孔位置图

具体钻孔信息如下：ZK1：0~21.8 m 为粉质黏土；21.8~25 m 为灰岩；25~30 m 为溶洞；30~35 m 为中风化灰岩。ZK2：~23 m 为粉质黏土；23~25 m 为灰岩；25~30 m 为溶洞，30~35 m 为中风化灰岩。根据钻孔数据，推测出溶洞位于地下 25 m 左右。

2.2 勘探方法

在勘探开始前使用 PVC 管制作打入孔洞的特制管道。具体方法为：用菱形钻孔法在 PVC 管四周钻孔，间距 10 cm（图 3）。钻孔直径约 1 cm，使得地下水能够通过钻孔进入并能在一定程度上减少地下淤泥倒灌。对预制管道底部进行封装，防止液体倒灌，从而保证设备线路能够顺利到达理想位置。在勘探区域周围进行钻孔，钻孔深度根据计算和取芯机取出的岩芯进行综合确定。钻孔能够达到岩溶周围 1~2 m 深度处，间距不宜过大。



图 3 PVC 管钻孔

准备工作后，将所选定设备带入现场进行测量。本项目工程使用 ZZ-UNIVERSAL96 型超高密度电法仪器系统（图 4），该系统具有 93 道电压通道，发射功率 250 w，输出电压有 36 V/120 V/350 V 三种，可根据地质情况选择，电流采集分辨率<0.1 mA，可实时记录全波形数据。



图 4 ZZ-UNIVERSAL96 型

超高密度电法仪器系统

2.3 测量结果分析

跨孔高密度电阻率法反演结果如图 3 所示。图中横坐标为测孔间距（单位：m），纵坐标为钻孔深度（单位：m）；云图颜色表示电阻率大小（单位： $\Omega \cdot m$ ）。由图可知：

（1）在深度 0~20 m 范围内，电阻率总体低于 $40 \Omega \cdot m$ ，表明该区域为粉质黏土。低阻值区域范围与取芯取样所得粉质黏土范围一致。

（2）高阻值分布在 ZK1 管道中的 36~40 m 以及 ZK2 管道中的 32~40 m。高阻都分布在管壁位置。这种现象主要是采用 PVC 管道材质与岩土体不一致所导致的。上述分析结果与取芯数据基本吻合。

（3）在 ZK1~ZK2 断面中间，ZK1 钻孔附近 20~34 m 以及 ZK2 钻孔附近 16~32 m 深度区域，电阻率处于中低阻异常区域，电阻率处于黏土和基岩之间，由此推测此处含有溶洞，且处于充填状态。表 1 给出了钻孔探测所得溶洞分布情况，对比可知，跨孔高密度电阻率法与钻孔探测结果总体一致。

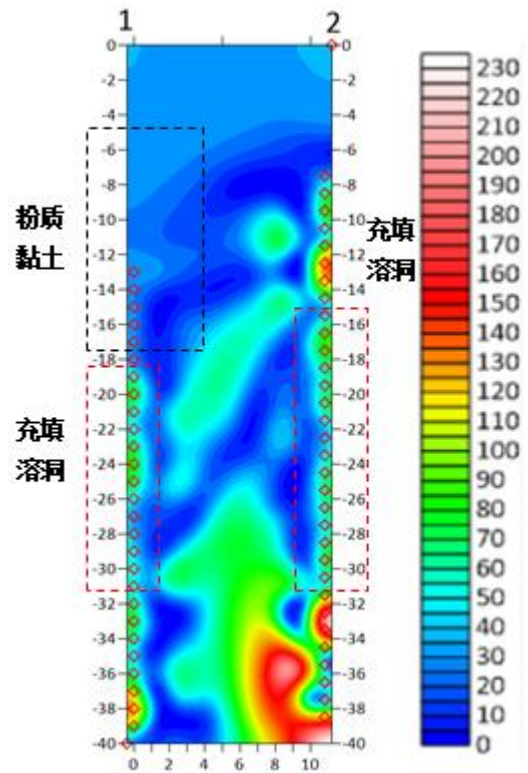


图 5 断面 1-2 电阻率云图

表 1 溶洞相关参数

断面编号	岩溶编号	洞顶/m	洞底/m	宽/m	高/m	填充物性质
ZK1	R1	-26.5	-30.0	3.5	6.4	推测为半填充黏土
	R2	-25.0	-31.2	6.2	2.8	推测为半填充黏土
ZK2	R3	-20.3	-29.8	9.5	5.5	推测为全填充黏土
	R4	-22.6	-32.8	10.2	6.2	推测为全填充黏土

3 结论

跨孔高密度电阻率法是以土的电阻率理论为基础建立的物理勘探方法。本文以浙江省绍兴市地铁一号为例，介绍跨孔高密度电阻率法在工程中的应用。勘探结果表明，电阻率法勘探的岩溶能够查明地下溶洞的具体位置和规

模以及溶洞发育起伏状态。该方法具有测量精准、效率高、操作简单和携带方便等优点。不仅能够为地下工程的建设提供施工保证,而且能为常规工程的物探提供帮助。

[参考文献]

- [1]尹欧,杨帆,彭祖武,等.长沙市煤炭坝地区岩溶发育机理及空间分布规律研究[J].资源环境与工程,2021,35(2):216-220.
- [2]李树林.城市地铁岩土工程勘察应注意的问题[J].铁道勘察,2005,31(5):35-38.
- [3]肖立锋.综合物探方法在施工后岩溶探查中的综合应用[J].工程地球物理学报,2012,9(2):160-164.
- [4]杨祥森,林昀,崔德海.地震映像法在铁路隐伏岩溶勘察中的应用[J].工程地球物理学报,2007,4(5):470-474.
- [5]姜士磊,左帅,赵凤岐,等.高密度电阻率法在推测某场地溶洞发育规模中的应用[J].河北水利电力学院学报,2020,30(1):41-49.
- [6]刘宏岳.直流高密度电法在浅海工程勘察中的应用[J].物探与化探,2013,37(4):756-60.
- [7]苏宝,刘晓丽,卫晓波,等.井间超高密度电阻率法溶洞探测研究[J].物探与化探,2021,45(5):1354-1358.
- [8]杨振威,严加永,刘彦,等.高密度电阻率法研究进展[J].地质与勘探,2012,48(5):969-978.
- [9]郭贵安,魏柏林.井间电磁波 CT 技术在溶洞探测中的应用[J].华南地震,1999,4(19):28-34.
- [10]樊耀武,王启军,胡延林,等.高密度电阻率法在工程勘察中的应用[J].铁道工程学报,2009,131(8):31-33.

作者简介:赵腾跃(1988.9—),本科学历,工程师,主要从事道路、桥梁、轨道交通工程的施工管理工作。

BIM 技术在装配式建筑设计和施工中的应用

伍华仔

中铁第一勘察设计院集团有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要]我国建筑行业的不断发展, BIM 技术得到广泛应用, 住宅建筑领域也迎来了变革。从 BIM 技术的特点来看, 其能利用现场的勘察数据信息构建可视化建筑模型, 增强住宅建筑工程中各个环节的协调配合度, 不仅降低了人力成本和材料成本, 也减少了很多资源浪费问题。施工单位必须重视 BIM 技术的应用, 基于其优势特点制订有效应用措施, 从而提升装配式建筑装修工程设计和施工水平。我们从住宅装配式建筑装修工程设计和施工的角度出发, 分析 BIM 技术的具体应用措施, 希望能解决以往装配式建筑装修工程设计和施工中的难点问题, 增强工程开展实效, 从而保障建筑行业高质量发展。

[关键词]BIM 技术; 装配式建筑; 建筑设计; 建筑施工; 技术应用

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10680

中图分类号: TU756

文献标识码: A

Application of BIM Technology in the Design and Construction of Prefabricated Buildings

WU Huazai

China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous development of Chinese construction industry, BIM technology has been widely applied, and the residential construction field has also ushered in changes. From the characteristics of BIM technology, it can use on-site survey data information to construct visual building models, enhance the coordination and cooperation of various links in residential construction projects, not only reduce labor and material costs, but also reduce many resource waste problems. The construction unit must attach importance to the application of BIM technology and formulate effective application measures based on its advantages and characteristics, in order to improve the design and construction level of prefabricated building decoration engineering. We analyze the specific application measures of BIM technology from the perspective of residential prefabricated building decoration engineering design and construction, hoping to solve the difficult problems in the design and construction of prefabricated building decoration engineering in the past, enhance the effectiveness of engineering implementation, and ensure the high quality development of the construction industry.

Keywords: BIM technology; prefabricated buildings; architectural design; building construction; technology application

引言

随着建筑行业的不断发展和技术的日新月异, 建筑信息建模 (BIM) 技术作为一项革命性的创新, 在装配式建筑设计和施工中崭露头角, 引领着行业的数字化转型。BIM 技术不仅在建筑生命周期的各个阶段提供了全方位的数字支持, 而且在装配式建筑的设计、构建和管理中展现出了独特的优势。我们将深入探讨 BIM 技术在装配式建筑中的具体应用, 探讨其在设计创新、施工效率和可持续发展方面的重要作用, 为行业的未来发展提供有力的参考。通过深入研究 BIM 技术在装配式建筑领域的前沿应用, 我们可以更好地理解数字化时代建筑行业的变革趋势, 为构建更智能、高效和可持续的建筑提供技术支持和思路。

1 BIM 技术概念

建筑信息模型 (BIM) 技术是一种基于数字化的建筑设计、施工和管理的方法论。它通过创建、整合和维护建筑项目的可视、可操作的三维模型, 涵盖了建筑物的几何形状、空间关系、材料信息、工程数据等多方面内容。BIM 技术不仅仅是一个三维模型, 更是一个包含时间和成本等

多维信息的智能化建筑生命周期管理系统。这种集成化的方法使得设计、施工和维护等各个阶段的参与者能够在—个共享的数字环境中协同工作, 提高了信息的传递效率、降低了错误发生的可能性, 从而推动了建筑行业向数字化转型的浪潮。

2 装配式建筑的特点

装配式建筑是一种以构件在工厂进行预制为基础, 然后在现场组装完成的建筑方式。其独特的特点主要体现在工业化、模块化和工程化方面。首先, 装配式建筑具有高度的工业化特征, 通过在工厂内对建筑构件进行精密制造, 实现了生产过程的标准化和流水线化。这不仅提高了施工效率, 也保证了构件质量的一致性。其次, 模块化是装配式建筑的又一显著特点, 各种构件在工厂内制成模块, 便于运输、搬运和组装。这使得建筑过程更加简便灵活, 能够适应不同项目的需求。最后, 装配式建筑的工程化表现在整个施工过程的精细规划和协同工作, 通过在设计、制造、运输和现场安装等环节的紧密衔接, 实现了从项目规划到建设的高效流程。

3 BIM技术在装配式建筑设计和施工中的应用的 意义

BIM 技术在装配式建筑设计和施工中的应用具有深远的意义。首先, BIM 技术为设计和施工各个阶段提供了一种全面集成的数字化工具, 从而促进了设计人员、制造商和施工团队之间的协同工作。通过建立详细的建筑信息模型, 各方能够在一个共享的平台上实时获取和更新项目信息, 避免了信息传递中的误差和不一致性。其次, BIM 技术通过虚拟建模和模拟技术, 为装配式建筑的设计和施工过程提供了更为精确的预测和规划。在设计阶段, 能够通过 BIM 技术对构件进行准确建模, 提前发现潜在的设计问题, 减少后期的修改成本。在施工阶段, BIM 技术可以模拟各个施工环节, 预测各种可能的挑战, 有针对性地制定施工方案, 提高了整个施工过程的可控性和效率^[1]。最后, BIM 技术在碰撞检测、数据采集、规划施工和预算分析等方面的应用, 使得装配式建筑的管理更加精密和全面, 通过实时监控和分析项目的各项数据, 项目团队能够及时作出决策, 确保项目按计划高效进行。

4 BIM 技术在装配式建筑施工中的应用

4.1 BIM 技术在施工控制和模拟吊装中的应用

在装配式建筑施工中, BIM 技术在施工控制和模拟吊装方面的应用发挥了关键作用。首先, BIM 技术通过实时数据更新和模拟技术, 实现了对施工过程的全面掌控。施工控制是保障整个装配式建筑施工过程顺利进行的重要环节。BIM 技术通过数字建模, 能够实时监控施工进度、材料使用情况、人员分配等数据, 为项目管理人员提供了准确的施工现场信息。通过这种全面的施工掌控, 能够及时发现潜在问题并采取相应措施, 确保施工过程按照预定计划高效进行。其次, BIM 技术在模拟吊装方面的应用为施工操作提供了更为精确的预测和规划。吊装是装配式建筑施工中一个关键的环节, 而 BIM 技术通过虚拟建模技术, 可以模拟整个吊装过程。这包括吊装设备的选择、吊装路径的规划、吊装过程中可能遇到的问题等。通过提前对吊装过程进行模拟, 可以预测各种可能的挑战, 有针对性地制定施工方案, 提高整个吊装过程的可控性和效率, 这种模拟吊装的方式能够减少施工中的不确定性, 降低风险, 保障施工的安全性和顺利性。

4.2 BIM 技术在装配式建筑碰撞检测中的应用

在装配式建筑施工中, BIM 技术在碰撞检测方面的应用为项目的成功实施提供了关键支持。碰撞检测是指在设计阶段, 通过 BIM 技术创建的三维模型, 对不同构件之间的交叉、冲突等问题进行全面的检查和分析。这项技术的应用旨在提前发现并解决在实际施工中可能出现的构件碰撞和冲突, 以避免后期的施工延误和额外成本。首先, BIM 技术通过数字建模, 能够在设计阶段将各个构件的精确参数纳入模型中, 包括尺寸、形状、位置等。在这个三

维数字化模型中, 系统可以自动进行碰撞检测, 即便在设计中避免不了的构件交叉, 也能够虚拟环境中及时发现。这种提前的检测机制大大减少了施工现场出现构件冲突的可能性, 保障了整个施工过程的平稳进行。其次, BIM 技术通过可视化的方式呈现碰撞检测的结果, 使设计团队、施工团队以及项目管理人员能够清晰了解每个碰撞点的情况^[2]。这种可视化的呈现方式不仅有助于及时的问题沟通与解决, 还提高了团队之间的协同效率。设计人员可以根据检测结果进行相应的调整, 施工人员能够更清晰地理解施工现场的具体情况, 确保设计意图的准确传达。

4.3 BIM 技术在规划施工和分析预算中的应用

在装配式建筑施工中, BIM 技术在规划施工和分析预算方面的应用发挥着重要的作用。这一应用使得施工过程更为高效、精准, 并为项目的预算管理提供了全新的数字化解决方案。首先, BIM 技术在规划施工方面通过数字化建模和可视化展示, 提供了全面的施工计划。通过 BIM 技术创建的三维模型不仅包含了建筑结构和构件的信息, 还能够模拟施工过程中的每一个步骤。施工团队可以利用这个模型规划施工顺序、确定材料和设备的摆放位置、优化工艺流程等。这种全面的数字规划能够有效减少施工中的不确定性, 提高整个施工过程的可控性。其次, BIM 技术在分析预算方面的应用, 使得预算管理更为精准和透明。通过 BIM 模型, 可以自动提取各个构件的数量、材料信息以及施工所需的人工和设备资源等。这些数据可以直接用于预算的制定, 帮助项目管理人员更好地掌握项目的成本结构。与传统的手工计算相比, BIM 技术能够大大减少人为错误, 提高预算分析的准确性。此外, BIM 技术还能够通过实时监控施工过程中的材料和资源使用情况, 及时调整预算, 确保项目能够在预定成本内完成。

5 BIM 技术在装配式建筑设计中的应用

5.1 BIM 技术模型建立以及建筑设计图纸的绘制

BIM 技术在装配式建筑设计中的应用, 尤其是在 BIM 技术模型建立和建筑设计图纸的绘制方面, 为设计过程带来了革命性的改变。首先, BIM 技术模型建立成为设计的核心。通过 BIM, 设计团队可以创建一个综合的数字模型, 包括建筑的结构、构件、设备等多个方面的信息。这种综合模型不仅减少了设计过程中的信息断层, 还提供了更为直观的设计视图, 使设计人员能够在三维空间中更全面地了解建筑的各个组成部分。其次, BIM 技术在建筑设计图纸的绘制上实现了更高的精度和效率。传统的设计图纸往往需要花费大量的时间和精力, 而 BIM 技术能够通过自动生成图纸的方式, 大大提高图纸的制作效率。设计团队可以根据 BIM 模型自动提取各种视图、截面和细部图, 并且确保这些图纸与模型的一致性。这不仅减少了绘图的重复劳动, 还避免了因手动绘图而引入的错误。此外, BIM 技术模型在设计阶段就实现了对构件的参数化设计^[3]。设计

人员可以通过调整 BIM 模型中的参数,灵活地改变构件的尺寸、形状等属性,从而更好地满足不同项目的需求,这种参数化设计的方式极大地提高了设计的灵活性和定制性,使得设计更贴近实际需求。

5.2 BIM 技术促进协同工作以及对模型进行碰撞检查

BIM 技术在装配式建筑设计中的协同工作和碰撞检查方面的应用,为设计团队提供了强大的协作平台和质量保障手段。首先,BIM 技术促进了协同工作的实现。通过 BIM,设计团队的各个成员可以在同一个数字平台上进行实时协同工作。这包括建筑师、结构工程师、机电工程师等不同专业领域的设计师能够同时在一个综合模型中进行工作,实现各自专业领域的信息共享。这种全面的协同工作方式避免了传统设计过程中信息传递的延迟和失真,确保了设计团队之间的高效沟通。其次,BIM 技术在模型进行碰撞检查方面的应用,提供了关键的质量保障手段。在设计阶段,BIM 技术能够对不同专业的构件进行精准的三维模型建立,然后通过碰撞检查工具,自动检测出模型中可能存在的冲突和碰撞。这有助于在实际施工中避免构件之间的冲突问题,提高施工的顺利性和效率。设计团队可以在早期阶段就发现和解决可能的设计问题,避免了后期施工中因为构件冲突而导致的不必要的工程变更和延误。此外,BIM 技术还提供了可视化的碰撞检查结果,使设计团队更直观地了解每一个冲突点的具体情况。

5.3 BIM 技术可以有效统计工程量以及系统处理工程造价的任务量

BIM 技术在装配式建筑设计中的应用中,其能力不仅局限于有效统计工程量,还包括系统处理工程造价的任务量。首先,BIM 技术通过数字建模,能够准确而快速地提取建筑结构、构件和设备等方面的工程量。这种自动提取的过程不仅大幅减少了人工统计的工作量,同时也降低了因手动操作而引入的可能性错误,保证了工程量统计的准确性。其次,BIM 技术在系统处理工程造价方面的任务量更进一步,通过将工程量数据与相应的材料成本、人工费用等关联起来,形成全面的工程造价模型。这个模型能够在设计过程中实时更新,跟踪设计变更对造价的影响,从而为项目的预算管理提供实时且准确的数据支持。设计团队可以通过 BIM 技术迅速了解设计变更对造价的影响,有针对性地进行成本控制和优化,确保项目在预算范围内进行。同时,BIM 技术为工程造价提供了更全面的信息呈现方式。通过生成详细的报表、图表和可视化模型,设计团队和项目管理人员可以直观地了解不同构件和工程的造价分布,及时发现造价偏差和潜在的成本风险,这种全面信息的展示有助于决策者做出基于实际数据的决策,提高项目的经济效益。

6 BIM 技术在装配式建筑中的应用前景

BIM 技术在装配式建筑设计和施工中展现出了巨大

的潜力,其未来前景可期。首先,BIM 技术将在设计和施工领域推动更加智能、数字化的工作流程。随着技术的不断发展,BIM 将更深度地整合建筑生命周期的各个阶段,包括设计、施工、运维等,实现全过程的信息共享和协同工作。这将进一步提高团队的协同效率,减少信息断层,推动建筑行业向数字化转型。其次,BIM 技术将在装配式建筑中促进更多创新设计和工程方法的应用。通过 BIM 的三维建模和模拟功能,设计团队可以更好地预测和优化装配式建筑的结构和功能,提高设计的灵活性和创造性。同时,BIM 技术为施工提供了精准的信息,有助于实现更加精细化、自动化的装配工艺,进一步提高建筑质量和施工效率。此外,BIM 技术将在可持续建筑方面发挥重要作用^[4]。通过 BIM 技术的应用,设计团队可以更全面地考虑建筑的能源效益、材料选择和环保设计,从而实现更加可持续的建筑,BIM 的能力使得设计者能够在建筑的早期阶段就评估和优化可持续性因素,为装配式建筑的生命周期管理提供环保、经济和社会的全面效益。

7 结语

BIM 技术在装配式建筑设计和施工中的应用,标志着我国建筑行业正迎来数字化、智能化的新时代。通过构建可视化建筑模型,BIM 技术提升了住宅建筑工程各个环节的协调配合度,降低了成本,减少了资源浪费,为建筑行业注入了新的活力。在住宅装配式建筑装修工程设计和施工方面,BIM 技术的具体应用措施成为提升工程实效、解决难点问题的有力工具。然而,我们也要认识到在 BIM 技术应用过程中仍存在一些挑战和问题,需要不断的优化和改进。技术的推广需要更多企业的积极参与和深度合作,同时需要建立更加完善的培训机制,提升从业人员的技能水平。只有通过全行业的共同努力,才能更好地推动 BIM 技术在装配式建筑领域的广泛应用,为建筑行业的可持续发展注入更大的动力。随着技术的不断演进和行业的深入探索,我们有信心相信 BIM 技术将为我国建筑行业带来更多创新和发展,助力建设更加智慧、高效和可持续的未来建筑。

【参考文献】

- [1] 易赞.BIM 技术在装配式建筑设计中的应用[J].地产,2019(15):40.
- [2] 周承.BIM 技术在装配式建筑设计与建设中的应用研究[J].大众标准化,2022(5):76-78.
- [3] 伍坪.BIM 技术在装配式建筑结构设计中的有效应用[J].建筑科学,2021,37(11):181.
- [4] 刘芯好,李超.BIM 技术在装配式建筑施工中的应用研究[J].绿色环保建材,2021(11):98-99.

作者简介:伍华仔(1990.08-),毕业院校:百色学院,所学专业:艺术设计,当前就职单位名称:中铁第一勘察设计院集团有限公司,就职职务:建筑设计人。

浅谈水库大坝安全监测自动化问题及改进策略

耿钰丞

新疆水发水务集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着人们对水资源的需求不断增长, 水库大坝作为重要的水利工程设施扮演着至关重要的角色。然而大坝的安全性一直备受关注, 特别是在面对自然灾害、气候变化和地质条件的挑战时。文章将探讨水库大坝安全监测自动化的现有问题以及改进策略, 通过深入分析当前自动化监测系统的挑战和不足之处, 探讨如何采用科学、先进的技术来提高大坝的监测、预警和维护水平。

[关键词] 水库大坝; 安全监测; 自动化

DOI: 10.33142/ect.v2i1.10689

中图分类号: TV698.1

文献标识码: A

Brief Discussion on the Automation of Dam Safety Monitoring in Reservoirs and Improvement Strategy

GENG Yucheng

Xinjiang Shuifa Water Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the increasing demand for water resources, reservoir dams play a crucial role as important hydraulic engineering facilities. However, the safety of dams has always been a concern, especially in the face of natural disasters, climate change, and geological challenges. The article will explore the existing problems and improvement strategies of the automation of reservoir dam safety monitoring. Through in-depth analysis of the challenges and shortcomings of the current automation monitoring system, it will explore how to use scientific and advanced technology to improve the monitoring, early warning, and maintenance level of dams.

Keywords: reservoirs; safety monitoring; automation

引言

在当前快速发展的技术时代, 自动化技术为水库大坝安全监测带来了前所未有的机遇和挑战。大坝的持续监测是一项复杂的任务, 需要精确度和可靠性, 同时自动化技术的引入也引发了一系列问题如数据安全、故障预测和系统可维护性等。本文将关注这些问题, 同时探索创新的改进策略以提高水库大坝安全监测的效率和准确性。

1 水库大坝安全监测概述

水库大坝的安全监测是保障大坝结构完整性和稳定性的关键工作, 这项任务的背后蕴含着重大的社会、经济和环境责任, 旨在预防潜在灾难性破坏, 从而保障水坝的可持续运营。水库大坝作为关键的基础设施, 在供水、发电、防洪和农业灌溉等领域扮演着至关重要的角色, 它们对人们的日常生活和社会的可持续性产生深远影响。监测的主要目标是实时检测大坝结构的任何变位、渗漏、地质稳定性、水位控制和地震活动等因素。通过这些参数的连续监测可以及早发现潜在问题, 为采取适当的维护和修复措施提供数据支持。实施安全监测需要运用多种工具和技术, 如位移传感器、渗流监测装置、地震传感器、水位计等。这些设备能够实时收集数据, 这些数据随后用于深入分析和评估大坝的状态^[1]。

2 水库大坝安全监测自动化发展的重要意义

水库大坝在现代社会扮演着极其重要的角色, 不仅支持

着水资源管理, 还为电力生产、防洪控制等多个关键领域提供着不可或缺的基础设施, 然而随之而来的是对这些大坝安全的持续担忧, 一旦水库大坝发生事故, 其后果将不可估量, 导致毁灭性的灾害, 因此水库大坝安全监测的自动化发展变得尤为关键, 它在多个方面都具有重要的意义。

首先, 自动化监测系统的发展可以显著提高大坝的整体安全性, 这些系统具备实时数据采集和分析的能力快速检测到潜在问题并及时发出及时的警报, 从而有助于预防事故的发生, 通过自动化监测, 大坝管理者能够更好地了解大坝的健康状况, 采取必要的维护和修复措施, 从而确保大坝的长期稳定性。

其次, 自动化监测系统提供了比传统方法更准确和可靠的数据, 这些系统能够以实时或近实时的方式收集数据, 确保监测的高度准确性, 准确的数据对于了解大坝的状态、性能和健康状况至关重要, 这能够帮助制定明智的决策, 这些数据也可以用于研究和分析以改进大坝的设计和維護方法。

最后, 自动化监测系统的引入能够有效降低大坝的维护和运营成本, 传统的监测方法通常需要大量的人力资源和时间, 而自动化系统能够以更高效的方式执行监测任务, 这不仅节省了成本, 还减轻了人员的工作负担, 使他们能够专注于更战略性的任务^[2]。

3 水库大坝安全自动化监测发展的现存问题

3.1 传感器精度和可靠性问题

水库大坝安全自动化监测的首要问题之一是传感器的精度和可靠性,监测系统依赖于各种传感器例如位移传感器、压力传感器和温度传感器来收集关键数据,然而这些传感器的性能受到环境因素的影响,例如恶劣天气条件、物理损害或电子干扰,传感器的不准确度导致误报或忽略潜在问题,威胁到大坝的安全性。同时随着时间的推移,传感器会出现漂移或失效,这会影响数据的连续性和可靠性,因此确保传感器的精确性和可靠性是水库大坝安全监测自动化面临的紧迫问题。

3.2 数据处理和存储挑战

水库大坝监测系统生成大量数据包括实时数据和历史数据,这些数据需要有效地处理、存储和分析以提供有用的信息,数据传输会受到网络连接不稳定、数据丢失或传输延迟的问题的影响,数据存储方面需要可扩展的存储解决方案以容纳大量数据,这就导致成本上升和管理复杂性增加。同时有效的数据分析需要强大的计算资源以识别趋势和潜在问题,处理和分析庞大的数据集需要高效的算法和软件工具,因此数据处理的挑战是水库大坝自动化监测的一项重要问题^[3]。

3.3 数据安全和隐私问题

随着自动化监测系统生成大量敏感数据,数据安全和隐私问题变得尤为重要,未经授权的访问导致数据泄露会被滥用或用于恶意目的,同时数据安全漏洞被黑客利用,对大坝的安全构成潜在威胁。

3.4 长期维护和可维护性问题

水库大坝自动化监测系统需要长期的维护,从而确保其可靠性和性能,比如传感器校准、系统更新、设备更换和软件升级等,然而大多数监测系统位于偏远或难以访问的地点,维护变得更加复杂和昂贵,供应商的技术支持和备件可用也会成为问题,确保系统的长期可维护性是一个挑战。

4 水库大坝安全监测自动化发展的主要措施

4.1 加强对水库大坝安全自动化监测的正确认识

水库大坝在现代社会中扮演着至关重要的角色,它们不仅为供水、发电、防洪等关键基础设施提供支持,还直接影响着数百万人的生活和社会的可持续性。因此首要任务是加强人们对水库大坝的重要性的认识,只有当人们明白大坝对社会、经济和环境的关键性作用时,他们才会更容易理解为何需要进行自动化监测以确保其安全。同时正确认识水库大坝的潜在风险,大坝受到多种因素的影响包括地震、气候变化、自然灾害等,这些因素会威胁到大坝的结构完整性,因此了解这些潜在风险以及它们对水库大坝的威胁程度,这是建立正确认知的关键部分。另一个关键方面是理解自动化监测系统的工作原理,这些系统使用各种传感器和监测设备来实时收集和分析大坝的数据,以

便检测任何潜在问题如渗漏、结构位移或水位异常,通过了解监测系统如何工作,人们可以更好地理解其在维护大坝安全性方面的关键作用^[4]。此外,应强调自动化监测对及早发现问题的能力,传统的手动监测无法在出现问题时提供实时数据,而自动化系统可以迅速识别潜在威胁并提供警报,这种实时性可以极大地减少应对问题的时间,从而降低了潜在事故的风险。最后,需要强调自动化监测系统的成本效益,尽管初期投资较高,但它们在长期内可以降低大坝维护和修复的成本,通过避免大规模事故和损坏,自动化监测系统可以为社会和经济带来巨大的节省。总之,加强对水库大坝安全自动化监测的正确认识是确保大坝的安全性和可持续性的关键。这需要人们了解大坝的重要性、潜在风险、监测系统的工作原理以及其成本效益。通过正确的认知,从而更好地推动自动化监测系统的实施,从而提高大坝的安全性。

4.2 利用自动化监测系统进行资料分析与采集

在水库大坝安全监测的自动化发展中,充分利用自动化监测系统进行资料分析与采集是至关重要的,这一过程既包括了实时数据的采集,也涵盖了对数据的深入分析,从而为大坝的健康状况提供更为全面的了解。首先,实时数据采集是自动化监测系统的核心功能,这些系统配备了各种传感器,尤其是位移传感器、压力传感器、温度传感器、水位传感器等,这些主要用于持续监测大坝的关键参数,这些传感器通过连接到监测中心或云端服务器,将数据实时传送,从而确保监测人员可以随时访问这些数据^[5]。这一实时数据采集的过程是迅速的,允许监测人员在大坝发生任何异常时立即获得信息,以便在早期阶段识别潜在问题,为及时采取必要的行动提供了机会,同时这些实时数据还构成了构建历史数据库的基础,以便后续的分析 and 长期趋势监测。其次,资料分析是自动化监测系统的另一个关键方面,实时数据的积累为深入分析提供了大量的信息,监测人员可以运用数据分析工具,检测出潜在问题或异常趋势,这些工具可以帮助识别例如大坝结构位移、地质变化、水位升降等问题,借助高级分析技术,监测人员能够更精确地了解大坝的状态。此外,数据分析可以用于制定预测模型以预测潜在的问题或灾害,通过分析历史数据和实时数据可以发现大坝行为的模式,从而帮助预测未来出现的挑战,这能有效采取预防措施并减轻风险。最后,资料分析还可以用于长期趋势监测,监测系统不仅提供了当前的数据,还建立了历史数据库,这使得监测人员能够跟踪大坝的性能随时间的变化,识别潜在的长期趋势。

4.3 优化选用自动化监测仪器系统

选择仪器系统需要根据具体的大坝特点和需求进行,大坝的规模、地理位置、用途等因素会影响仪器系统的选择,例如高大坝需要更精确的位移传感器,而位于地震活跃区域的大坝需要地震监测系统,因此在选择仪器系统时,

必须考虑大坝的具体条件以确保系统能够满足监测的要求。同时仪器系统必须能够提供准确的数据以便及时检测潜在问题,因此在选择仪器系统时必须考虑其精度、稳定性和可靠性,仪器系统应能够在各种环境条件下正常工作,比如极端温度、湿度和振动,而且系统的传感器和设备应具有长寿命以减少维护和更换的频率。仪器系统的兼容性和互操作性也是一个关键考虑因素,大坝监测通常涉及多个不同类型的传感器和监测设备,这些设备必须能够有效地协同工作,因此在选择仪器系统时必须确保其兼容各种传感器和设备,并且能够与其他监测系统集成,这有助于确保数据的一致性和完整性以及提高监测系统的整体效能^[6]。最后,考虑成本效益是仪器系统选择的另一个关键因素,虽然高端的监测仪器系统通常提供更高的性能,但也伴随着更高的成本,所以必须在性能和成本之间进行权衡,在一些情况下需要根据具体需求选择更经济实惠的仪器系统,而在其他情况下高性能系统会更为合适。总之,优化选用自动化监测仪器系统需要考虑大坝的特点和需求,确保系统具有良好的性能和可靠性,具备兼容性和互操作性,同时也要权衡性能和成本。正确选择仪器系统有助于提高水库大坝的安全性和可持续性,确保监测系统的有效性和可靠性^[7]。

4.4 选用科学合理的自动化监测方案

为了确保水库大坝安全监测自动化的科学性,需要注意精心选择监测方案,这一方案应根据大坝的特性、环境条件、监测需求和可用技术进行科学综合以确保系统的可行性和效益。首先要注意了解大坝的特性和周围环境条件,每座大坝都具有独特的规模、用途、地理位置、气候和地质条件,因此必须详细了解这些因素,高大坝会需要更为精密的位移监测,而位于地震活跃区域的大坝会需要专门的地震监测系统,这一了解是选择监测方案的基础。其次要明确监测需求,大坝的监测需求可以涵盖结构安全、地质稳定性、水位控制等多个方面,这些需求必须明确定义以便选择合适的监测技术和设备,例如如果大坝的主要风险是与地质稳定性有关,那么监测方案就需要将重点放在关注地质监测工作上。选择适当的监测技术是下一步,根据大坝特性和监测需求选择不同的监测技术,尤其是位移传感器、压力传感器、温度传感器、水位传感器、地震传感器等,这些技术应能够满足确保大坝安全的具体要求,例如对于位移监测需要精确的位移传感器以确保即使微小的位移也能被及时检测出^[8]。之后就必须考虑监测数据

的传输和处理,监测系统应能够实时采集数据并将其传输到中央监测中心或云端服务器,数据应该被高效处理以实时监测大坝的状态,选择适当的数据传输和处理技术对于确保监测系统的效率至关重要。最后,监测系统的可维护性和升级能力也是一个重要考虑因素,系统必须能够长期运行并且需要进行定期维护,此外系统应该具备升级的能力以适应技术的不断发展,从而保障系统的长期可行性^[9]。

5 结语

综上所述,水库大坝的安全直接关系到社会和环境的福祉,因此必须不断努力,确保这些关键基础设施得到妥善监测和维护,自动化监测系统的发展提供了更多工具和机会,以更好地了解和管理大坝的行为。同时也要意识到自动化监测系统并非解决所有问题的灵丹妙药,它需要与人工监测和维护相互结合,形成一个完整的监测生态系统。只有通过技术、专业知识和跨学科合作的结合,才能更好地管理水库大坝的安全。

[参考文献]

- [1] 马新涌,杨德成. 水库大坝安全自动化监测质量问题及改进策略[J]. 中国标准化,2023(8):198-200.
 - [2] 何时建. 溪源水库大坝安全位移监测自动化改造浅析[J]. 黑龙江水利科技,2022,50(5):169-173.
 - [3] 刘乾蓉. 浅谈自动化技术在水库大坝安全管理中的应用[J]. 农村实用技术,2020(3):122-123.
 - [4] 李积强,高世宇,祁维青,张永强. 关于水库大坝安全监测自动化技术的探讨[J]. 科技视界,2020(4):167-169.
 - [5] 李竟. 水库大坝安全自动化监测问题研究[J]. 智慧城市,2019,5(22):175-176.
 - [6] 李海强,苏强. 关于水库大坝安全监测自动化技术的探讨[J]. 四川建材,2019,45(6):220-221.
 - [7] 丁若冰. 垛庄水库自动化监测系统建设与应用[J]. 山东水利,2019(3):10-11.
 - [8] 袁萧丽,袁耀坤. 安全监测自动化在水库大坝中的功能与作用[J]. 河南水利与南水北调,2019,48(1):69-70.
 - [9] 陈平. 水库大坝安全自动化监测问题及改进措施[J]. 低碳世界,2016(13):113-114.
- 作者简介:耿钰丞(1996.5—)毕业院校:新疆农业大学,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:新疆水发水务集团有限公司,当前职称级别:助理工程师(水利)。

Viser Technology Pte. Ltd.

公司地址

21 Woodlands Close, #08-18,
Primz Bizhub SINGAPORE (737854)

官方网站

www.viserdata.com

