

# 地铁区间给排水及消防系统施工技术与难点分析

韩开轩

中铁电气化局集团北京建筑工程有限公司, 北京 100071

**[摘要]**地铁区间是列车运行的主要路线,其给排水、消防系统的工程质量直接影响着线路的安全运营以及防灾能力,在整个地铁工程建设中占据重要地位,结合实际施工经验,文中就区间给排水、消防系统基本结构、功能进行了介绍,并从管道铺设、设备安装两个方面总结出施工技术要点,然后对空间限制、布局矛盾、环境因素、渗漏水问题、专业化强、综合管理难,安全管理严等问题进行了详细剖析,在此基础上提出了加强设计、应用 BIM 技术,优化施工工艺、材料选择,加强施工组织动态管理,强化质量管理、检测等方面的具体对策措施及改进意见。

**[关键词]**地铁区间;给排水系统;消防系统;施工技术

DOI: 10.33142/ect.v4i1.18822

中图分类号: TU927

文献标识码: A

## Construction Technology and Difficulties Analysis of Water Supply, Drainage and Fire Protection System in Subway Sections

HAN Kaixuan

Beijing Construction Engineering Co., Ltd. of China Railway Electrification Engineering Group, Beijing, 100071, China

**Abstract:** The subway section is the main route for train operation, and the engineering quality of its water supply and drainage, fire protection system directly affects the safe operation and disaster prevention ability of the line. It occupies an important position in the entire subway engineering construction. Based on actual construction experience, this article introduces the basic structure and functions of the section water supply and drainage, fire protection system, and summarizes the key points of construction technology from the aspects of pipeline laying and equipment installation. Then, it analyzes in detail the issues of space limitations, layout contradictions, environmental factors, water leakage problems, strong specialization, difficult comprehensive management, and strict safety management. On this basis, specific measures and improvement suggestions were proposed to strengthen design, apply BIM technology, optimize construction processes and material selection, enhance dynamic management of construction organization, strengthen quality management, testing, and other aspects.

**Keywords:** subway section; water supply and drainage system; fire protection system; construction technology

### 引言

伴随着城市轨道交通的发展快速,地铁车站排水及水消防系统的设计难度加大,在车站内需要满足生产用、生活用以及消防用的供水要求,还要考虑地下密布的各种管道以及各专业间的相互影响以及高安全性要求等限制。相比于车站,区间长度较长,比较狭窄,各种管线交叉排列,而且还有众多的专业队交叉施工,所以安装调试的工作十分繁琐。近年来的地铁项目中就存在这样的问题,设计阶段预留的孔洞经常有遗漏现象,各个专业的管道之间也会有冲突的情况发生,这些问题如果得不到及时有效的处理,将会对整个系统的性能甚至是地铁的安全运行带来影响。所以,通过对地铁区间给排水与消防系统的施工技术要点的研究,对地铁区间给排水与消防系统施工难点进行全面而细致的研究,在此基础上,提供相应的解决对策是非常有意义的。

### 1 地铁区间给排水及消防系统概述

地铁区间给排水与消防系统是一项复合型的技术工程,主要包括许多个分系统。就其构成来看,它是由区间给水系统、区间排水系统以及区间消防系统等三部分构成。区间给水系统用来供水站区内的各种生产和生活所需用水,

是从市政自来水管网接入,经过加压泵站加压再输送到各个使用端口。区间排水系统用于排出区间结构内部的渗漏水还有火灾扑救产生的积水以及冲洗污水等,通过排水泵房和区间纵向排水沟来达到目的。消防系统包括消火栓系统、自动喷水灭火装置及气体灭火装置等,作为行车安全保障的重要装置,在区间隧道里面主要是以消火栓系统为主。

相比于地上建筑物或者地铁站来说,地铁区间内的给排水和消防系统有着显著的不同,区间结构密闭性决定了设备必须集中在有限空间内进行紧凑布局,这对管道的敷设走向及设备安装位置构成了严格限制;区间纵向延伸距离远长于一般建筑,要求给水排水管道要有良好的分区控流能力,在发生突发事件时能够迅速切断水源;消防系统的可靠度要求非常高,需要做到无论何时何地都要能满足消防水源的供应。区间的管路纵横交错,给排水管道需要跟电缆桥架、通风风管、通信电缆线缆等进行协调敷设,极大增加了系统规划设计与现场施工的难度。

### 2 施工技术要点

#### 2.1 管道敷设技术

管线安装是给水排水与消防安装工作的前提,主要涉

及支架的固定、管线的连接及管线穿越轨道部位特殊处理等问题。管线的安全与稳定运行在很大程度上取决于支吊架的施工质量,区间混凝土基础上的支架安装首先要正确布线定位,保证支架的位置、高度满足设计要求;支架应采用机械钻孔方式埋设锚栓,钻孔深度需满足设计要求并经过拉拔强度检测,每套支架都要按标准进行拉拔试压检测合格之后才能用于固定管线。管线的衔接方法要根据管线材质、工作压力以及使用环境等各方面因素来确定,常用的两种方法一个是球墨铸铁管的承插式的连接,另一个就是钢塑复合管的法兰连接。螺纹接头主要用于小管径的管道连接,操作时要注意缠好麻丝后再拧紧,防止螺纹松动或者拧得太紧而导致断裂的现象出现。沟槽式连接装配方便,广泛应用于消防管道上,但是一定要注意压槽深度与宽度,并确保橡胶密封垫就位准确、卡箍锁紧均匀。

区间管路穿越轨道施工是给排水及消防安装工程的重难点之一。穿轨管要从轨道下穿过,一般采用结构预留或者后期凿孔的形式敷设。因为列车运行会产生震动,所以穿轨管附近需要做好可靠的支护以及防水措施,以免引起结构变形造成管体损坏。在消防穿轨管的安装过程中,应重点关注管道内部的排气与排水问题。通过合理设置自动排气阀及泄水装置,确保管道内气体能顺畅排出,避免因气阻现象影响消防供水的可靠性与响应速度。管路安装完毕之后还要做彻底的清洗消毒,保证水质达到健康用水的要求。此外,区间内环境湿度长期偏高,管道保温的施工质量直接影响系统的长期稳定运行,保温材料破损易产生结露现象,施工中必须要确保接合紧密、密封良好、防潮层完整连续,金属外皮结实耐用<sup>[1]</sup>。

## 2.2 设备安装与集成

区间给排水及消防系统装置有水泵、消火栓箱、阀件组、控制柜等。其安装精度以及装配质量决定了整个系统运行的可靠性和效能。区间排水泵房设备安装是施工中的一大关键点,在进行设备安装时,潜污泵一般选择的是自耦式安装方式,安装过程中要注意泵座水平,轨道垂直,水泵就位后检查叶轮灵活转动,无阻碍;而移动式的或者是双泵固定自耦式的安装,必须要准确把握尺寸大小,使水泵上下自如。控制柜的摆放要方便操作与修理,柜体的接地要牢固,电缆进线孔要做密封措施防止潮湿空气渗入。

消防器材的安装相较于普通设备具有更严格的规范要求。区间内消火栓箱通常采用暗装方式,箱体与墙体之间的空隙一定要用不燃材料填补密闭<sup>[2]</sup>。消防水泵接合器的位置要有显著的标记,在其周围还要预留足够的操作空间。阀门安装时要注意水流方向必须和阀门上的箭头指向相同,大口径阀门最好采用独立支架固定,以免管道受到不必要的负荷。各设备安装完毕后还要整体检验,单台逐一开机检查运行情况良好之后再行系统的联合调试。

## 3 施工难点分析

### 3.1 空间局限与布局冲突

地铁区间空间狭小成为施工的天然障碍。以直径约

5~6m的盾构隧道为例,扣除列车运行限界后两侧可利用的安装空间极为局促,土建结束后机电安装的空间就基本确定了,在如此小的空间内要进行架体搭设、管道搬运等工作极其困难,一些地方作业面仅有0.8m左右,工人只能侧身作业非常吃力,在此情况下根本无法实现高效施工。布局矛盾也是空间限制下的必然结果,区间管线密集主要有消火栓管、给排水管、电缆桥架等,彼此间都想抢占有利地势,尽管设计图纸对管线路径进行了规划,但施工现场常因土建结构偏差、预埋件位置不准以及各工种交叉作业顺序不一等因素,导致实际安装与设计意图产生偏差,管线碰撞问题频发。尤其是在区间联络通道、泵房等断面变化处,管道交汇聚集,空间冲突更为显著,有时候为优先保障主干管的功能性需求,部分支管或线缆桥架往往被迫绕行、翻越或降低标高,给施工带来更大困难并且有可能影响使用效果。

### 3.2 环境复杂性与渗漏水控制

地铁区间的特殊环境增加了施工质量的不确定性。由于隧道深埋于地下水位以下,结构长期承受较高的地下水压力,虽然采取了防水设计措施,但是防水效果很难达到完全无水状态,所以施工期间,结构渗漏水现象很普遍,在变形缝以及施工缝还有穿墙管孔等较为脆弱的地方更容易出现渗漏现象。潮湿环境下产生焊接气孔,防腐漆膜附着不佳等状况都会影响到设备的电气绝缘功能。除了结构渗漏水,系统本身的连接口、法兰接口处也是容易漏水的地方。管道穿过变形缝,则需要设置补偿器或柔性连接件来应对结构的变化,否则也容易造成渗漏水等状况。

### 3.3 专业交叉与协调管理

地铁区间工程施工涵盖了土建,轨道,电力等多个工种,各专业在有限的时间与空间内高度交叉、并行推进,互相之间的配合协调成为了地铁区间工程施工组织的最大难点。各专业均以自身工期为目标,倾向于优先保障本工序的作业条件,容易产生资源调配矛盾。给排水、消防管路安装一般安排在区间主体结构贯通之后轨道铺装之前或者同时进行,但是在这一时间段其他专业的施工也相对较多,交叉作业严重,抢占地盘现象突出。管道支架需要土建预埋或者预留洞口,但实际常因预埋件的位置与管道敷设的方向不符或者预留洞口被另外的专业临时占用等原因,导致在后续工序中场地被其他专业占用。不同专业的成品保护工作都很重要,在给排水管道安装完成后如果在接下来的施工过程中没有加以防护,极易因材料搬运、设备碰撞导致管道发生碰撞变形、接口脱落或损坏。

### 3.4 安全与环保要求严格

区间施工安全保障要求要远高于地上,这由地下空间的特殊环境所决定。施工中需要进行电焊、气割、吊装等工作,在封闭区间里一旦出现危险情况就很难营救。与此同时,有限空间内的职业健康问题同样不能忽视,通风不良,焊接时灰尘不容易排除,长时间工作对作业人员呼吸系统造成损伤。近年来,环保要求提升也给施工增加了新的管理维度:施工中会产生含大量泥沙、油类的废水,需

要进行处理后排入市政管网;夜间作业要有好的降噪措施,特别是竖井靠近住宅楼的时候;施工还会产生大量的废弃垃圾,比如废弃管道、包装物、废旧焊条等,应该分门别类进行存放,合法处理。虽然会提高一些费用支出,但是长远来看对企业产生的综合效益远大于投入。

#### 4 应对措施与优化建议

##### 4.1 深化设计与 BIM 应用

针对区间施工难题,首先是设计端进行完善。传统的二维设计很难完全体现复杂的三维环境,管线碰撞问题常常会等到施工阶段才发现,而基于 BIM 技术进行三维协同设计,可以在施工之前就对各种管线做到合理布置,提前找出可能存在的问题予以整改。BIM 的应用应该贯穿设计、施工以及运维三个阶段,创建精确的区间结构模型,进行管线三维布置,通过碰撞检查确定是否存在问题,发现问题后,组织相关专业进行沟通解决并提出相应的解决方案<sup>[1]</sup>。在施工期间也可以基于 BIM 模型来进行施工模拟,检验一些工序是否可行,给现场操作提供参考。深化设计还要对预留洞口、预埋件准确标识,保证土建工程一次性完成,防止后期破坏造成破坏。北京地铁 16 号线项目部专门成立 BIM 工作室,全员学习 BIM 技术,减少了很大一部分施工过程中的管线碰撞问题,节约了项目成本。

##### 4.2 工艺创新与材料优选

科技革新是解决施工瓶颈的根本途径。对于狭窄的空间可以设计一些小型化的、一体化的机械,节省时间。装配式施工大有前途,在工厂里预制好的构件在现场进行安装,节约了劳动力,提高了质量进度。比如北京地铁 16 号线榆树庄站采用的双面彩钢复合风管,由工厂将风管板材、保温层、防护层、防火板一体化预制复合,再运抵施工现场,现场仅需一次性吊装拼接即可完成。相较于传统现场包覆保温、外护层等多道工序,该工艺大幅缩短了工期,并有效保障了保温层的整体性与密闭性。材料的选择也非常的重要,潮湿环境下选择不锈钢管或者复合管等抗腐蚀性强的水管,管道连接工艺要与管材相适应,卡套式、环压式等新型管道连接方法相较于传统螺纹或焊接,具有施工便捷、质量可靠、适应一定变形等优势,值得推广应用。保温材料的选择需兼顾保温性能与防潮要求,闭孔橡塑海绵保温性能良好,配合外包铝箔隔气层,可有效防止结露滴水。防水材料选择关乎到防渗效果,变形缝以及穿墙管这些地方都要使用柔性防水,留有伸缩空间。在多专业交叉施工的背景下,成品保护直接关系到工程最终交付质量。在北京地铁 16 号线北安河站-西苑站区间机电施工过程中,项目部采用区间防踩踏装置,在已安装的消防水管上方铺设花纹钢板构建临时人行通道,避免其他专业人员、机具在施工过程中直接踩踏导致管道变形、保温破损。该项成果还荣获北京市建筑安装协会发明专利二等奖。

##### 4.3 施工组织与动态管理

合理的有序安排施工是工程建设的基础,施工前应编制详细的施工组织方案,科学确定各专业的施工时序与作业窗口,最大限度减少相互干扰,遵循“先上后下,先里

后外”的作业原则,一般是先通风管道安装再电缆桥架安装,然后再给排水管线安装最后做内装修及调试工作。每道工序完成后要及时办理交接手续,明确界面责任,接收方需对已完工程进行确认与防护。施工计划需根据现场情况进行动态调整,每天召开一次现场协调会,及时解决当天的问题<sup>[4]</sup>,重要节点进行专项研究讨论,分析可行性选择最优方案。材料供给要进行动态管理,场地小要按需进料,用完就走,减少材料积压与二次搬运。进度管控用图表化的方式来进行,利用进度条、形象进度计划图等方式形象地体现进度情况,对于滞后的工序进行及时调整纠偏。

##### 4.4 质量监控与检测保障

质量是工程生命线,质量监督必须全程覆盖到施工中去,在施工之前,安排人员学习图纸,了解规范,制订计划。材料进场需要查验,所有的管材及设备均要有出厂合格证,外表完好方可收存仓库。重要材料进行见证抽样检测,保证品质满足标准;施工过程中控制是质量控制的重点。给排水管道严密性、设备水平度都要进行实际测量。每一项工作结束后都要进行自检、互检以及专检并做好质量记录,隐蔽工程验收尤为重要,对于管道暗埋敷设、保温封闭这些工序在隐蔽之前通知各方查看合格后方可进行下一项工序,进行水压试验与冲洗消毒工作时必须严格依据规定,仔细核查。报警联动调试繁琐,要模拟发生火灾情况,测试水泵是否能正常启动以及管网内水压是否可维持,有无信号传送等;而为了使检测结果可靠,也需要对检测仪器进行定期检测,保证其准确性。

#### 5 结束语

地铁区间给排水及消防系统安装是一个科技含量高、协调性强、标准高的综合性工程,在工程实施过程中遇到的主要困难有空间有限、环境复杂、工种交叉、保护环境等,针对这些问题,需要做好深化设计利用 BIM 技术深化管线布置、施工阶段采用新工艺选用优质材料、管理上加强综合调度以及施工质量把控上严格过程监督。只有把以上几个方面相结合,做到整体谋划,统筹规划,才能真正提高工程质量,为地铁的安全运行打下坚实基础。随着科技的发展,地铁区间给排水及消防系统的施工模式将不断革新,如何在技术迭代中持续优化工艺、提升效率、降低成本,仍将是工程技术人员需要深入探索的课题。

##### [参考文献]

- [1]陈昊天.有轨电车给排水及消防系统改造设计研究[J].智能城市,2025,11(12):129-131.
- [2]马雅茹.地铁工程中给排水及水消防系统设计研究[J].消防界(电子版),2025,11(7):151-153.
- [3]郭青青.地铁建设工程中给排水及水消防系统设计研究[J].工程建设与设计,2024(16):44-46.
- [4]汪朝涛.地铁工程给排水和消防系统设计分析及实施策略[J].中国勘察设计,2024(5):91-94.

作者简介:韩开轩(1994.4—),男,北京市丰台区,汉族,大本学历,中铁电气化局集团北京建筑工程有限公司-工程师,从事造价管理工作。