

建筑施工中的钢结构设计与施工技术

苏永东

成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司, 广西 南宁 530000

[摘要]近些年来, 随着国际间建设方面工作的不断推进, 建筑行业的技术也在持续发展, 钢结构技术获得了较为广泛的运用。钢结构凭借自身所具有的明显优势而被大量采用, 这主要表现在可有效地加快项目的建设速度, 减少资金方面的投入, 提升整体施工的效率, 并且还具备较强的抗震性能。不过, 钢结构技术并不是没有缺点的。文中针对此展开分析, 深入剖析钢结构的优缺点, 着重探讨其关键技术, 希望能够提升施工工艺的水平, 确保工程质量, 达成钢结构施工的安全以及高效状态。

[关键词]建筑施工; 钢结构设计; 施工技术

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17398

中图分类号: TU37

文献标识码: A

Steel Structure Design and Construction Technology in Construction

SU Yongdong

Nanning Branch of Chengdu Huafeng Engineering Survey and Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: In recent years, with the continuous advancement of international construction work, the technology of the construction industry has also been continuously developing, and steel structure technology has been widely used. Steel structures are widely adopted due to their obvious advantages, which are mainly reflected in their ability to effectively accelerate project construction speed, reduce capital investment, improve overall construction efficiency, and also have strong seismic performance. However, steel structure technology is not without its drawbacks. The article conducts an analysis of this, delving into the advantages and disadvantages of steel structures, with a focus on exploring their key technologies, so as to improve the level of construction technology, ensure project quality, and achieve a safe and efficient state of steel structure construction.

Keywords: construction; steel structure design; construction technology

引言

现代建筑业持续向前发展, 钢结构凭借自身出色的力学性能、较高的施工效率以及契合可持续发展的特性, 在大型公共建筑、高层建筑还有工业厂房等领域, 已然成为首选的结构形式。钢结构有着不低的强度以及不错的延性, 其可有效地抵御复杂多变的荷载作用以及自然灾害。而且, 借助工厂预制这一方式以及现场的快速安装操作, 能大幅缩减施工周期, 减少施工过程中存在的风险, 进而提高工程质量。在此期间, 随着建筑功能变得日益多样, 设计理念也在不停地更新换代, 钢结构设计与施工技术随之面临更为严苛的安全性、经济性以及环保性方面的要求。怎样去合理地优化钢结构设计方案, 探寻创新的施工工艺, 以此提升结构性能并提高施工效率, 这在当下建筑工程领域里, 是迫切需要去破解的一个重要课题。本文围绕建筑施工环节当中的钢结构设计与施工技术来开展相关研究, 全面且细致地剖析钢结构设计里面的关键技术难题, 像结构荷载的具体计算事宜、节点该如何设计、截面要怎么去优化以及抗震防风方面的措施等等。

1 建筑施工中应用钢结构技术的优势

钢结构技术相对于混凝土结构来说, 在质量和强度方面有着明显的不同之处, 钢结构自身的重量较轻而且强度高。在建筑施工过程中使用钢结构能够为企业降低了运输

方面的成本, 同时运输效率也会大幅度的提高, 钢结构制成的各构件之间通过焊接或者铆钉连接起来, 这就让钢结构拥有较好的韧性的同时, 抗压的能力也得到增强。钢结构技术与传统的施工方式相比在一定程度缩短了施工工期, 减少没必要的施工工序, 通过机械对构件进行切割, 在精确度上完全满足施工的要求, 而且还不需要后期进行养护工作, 这就为施工带来了便捷, 使施工成本降低, 为企业带来了一定的经济利益。钢结构技术能够在一定程度上对工程整体的安全有保障作用, 传统的混凝土施工使用的时间较多, 并且在混凝土材料进行搅拌的时要花费较多的时间和精力, 对后期的使用效果也没有办法保证, 而钢结构技术能够有效地避免这些问题的发生, 对施工人员的生命安全进行保障, 对抗自然灾害的能力也较强, 让诸多建筑行业越来越重视。

2 钢结构设计关键技术

2.1 结构荷载与计算分析

在钢结构设计当中, 结构荷载以及与之相关的计算分析无疑属于极为关键的基础环节, 其复杂程度不容小觑, 重要性更是不言而喻。设计工作得全方位去识别那些作用于结构之上各式各样的荷载类型, 这里面包含了像自重以及永久附加荷载这类的恒载, 还有人员、设备以及在使用进程里出现的可变荷载这样的活载, 另外像风载、雪载以

及因温度变化而产生的荷载等环境荷载也包含其中,当然还有诸如地震动等处于极端工况之下的荷载。与此还得把施工阶段所存在的临时荷载以及偶然荷载一并纳入考量范围^[1]。就这些荷载而言,务必要依照相关的设计规范来确定合理的荷载分项系数以及组合系数,进而形成契合极限状态设计原则的荷载组合,从而能够满足结构在面对最大可能荷载作用时的安全性方面的要求。在整个计算分析的过程里面,应当运用先进的结构力学理论以及数值方法,比如有限元分析、弹塑性分析还有非线性动力分析等手段,去深入且细致地探究结构整体以及局部的受力情况,特别要对二阶效应当中的 $P-\Delta$ 效应、可能出现的屈曲失稳状况以及连接处的应力集中等问题予以重点关注。

2.2 节点设计与连接方式

在钢结构设计环节当中,节点设计以及连接方式这两者,和结构整体的受力性能、变形协调情况以及施工装配是否可行紧密相关,其属于实现结构安全、经济并且耐久的重要环节。节点设计要先依据结构体系的具体类型、受力方面的性质还有构造方面的要求来确定连接的刚度等级,把它合理地划分成刚接、铰接或者半刚接,并且要结合杆件截面的形式以及荷载传递的路径,以此来保证节点在传递内力的时候不会引入过大的应力集中或者是附加弯矩。在连接方式的选择方面,常用的方式包含焊接连接、高强螺栓连接还有它们的组合连接,其中焊接连接能够形成整体性较强、密封性良好的结构,不过对于施工质量、焊接应力以及变形控制的要求是比较高的;高强螺栓连接具备安装较为便捷、受力比较可靠、可拆卸性较好的特点,适用于装配式以及现场拼装工程;组合连接可以发挥两种方式各自的优势,提升节点性能以及施工效率。在节点设计的过程里面,需要充分考量构件端部局部的稳定性、板件的厚度、连接构造的尺寸、施工装配的空间以及防火防腐等耐久性方面的要求,与此同时还要结合计算模型针对节点开展强度、刚度、延性与疲劳寿命的校核工作,必要的情况下还需进行有限元分析,以此来验证其在复杂荷载作用之下所呈现出的力学行为。

2.3 构件截面优化与稳定性设计

在钢结构设计领域当中,构件截面优化以及稳定性设计属于极为关键的环节,其主要目的在于达成结构的安全性、经济性以及高效性,具体来讲,就是要在确保能够满足承载力、刚度以及耐久性等方面相关要求的基础之上,借助合理地去挑选截面的具体形式以及尺寸,进而实现降低材料的使用量、缩减结构自身的重量,并且进一步提升整体所具有的稳定性这样的目的。在开展截面优化的相关工作时,需要全面且细致地考量构件所呈现出的受力方面的特点、跨度情况、荷载类型以及施工条件等诸多因素。对于那些受弯构件而言,可以优先考虑采用像工字形、箱形、H形这类较为高效的截面形式,以此来充分挖掘并发挥材料自身所具备的抗弯能力。而对于受压构件来讲,则应当

着重关注截面面积分布状况与回转半径之间合理的匹配关系,通过这样的方式来促使临界屈曲荷载得以提高,同时让长细比有所降低,进而强化整体所具有的稳定性。在整个设计的操作流程之中,要依照相关的规范来对强度以及稳定性这两方面都展开相应的验算工作,这其中就包含了针对整体屈曲、局部屈曲、扭转屈曲以及弯扭屈曲等多种不同的失稳模式的验算内容,并且还要结合荷载组合所产生的效应来深入分析构件在处于极限状态之时的受力安全储备情况。

2.4 抗震与防风设计方法

在钢结构设计方面,抗震以及防风设计方法能够起到关键作用,它们可确保结构在极端环境影响下依然维持安全且具备相应功能。其关键点在于借助合理的结构体系安排、恰当的截面设计以及适宜的连接构造,以此提升结构的延展性、稳固性还有耗能能力。就抗震设计来讲,要依照建筑物所在地区的地震烈度、场地类型以及结构的重要性系数,秉持多道防线的设计思路,在结构体系挑选时优先选取受力清晰明确、传力路径较为直接、质量与刚度分布相对均匀的布置形式,并且通过增设支撑体系、设置屈曲约束支撑或者消能减震装置的方式,切实降低地震作用产生的效应。与此在构件以及节点设计环节,得遵循强柱弱梁、强剪弱弯的延性设计准则,保证在地震作用之下先呈现出可控制的塑性铰区域,进而防止出现脆性破坏的情况^[2]。至于防风设计,那么需要根据建筑物的地理位置、地形类别、基本风压以及风振特性,综合风洞试验或者数值模拟分析,精准确定结构的风荷载分布状况,并且借助增加整体刚度、设置阻尼器、优化构件截面形状以及表面处理等手段,削减风致振动以及涡激效应带来的影响。

3 钢结构施工技术

3.1 施工准备与测量放线

在钢结构施工期间,施工准备以及测量放线属于极为关键的环节,它们对于后续的加工、吊装还有安装能否顺利开展起着决定性的作用。这两个环节的质量状况会对整个结构的安装精度以及整体稳定性产生直接的影响。施工准备方面,应当涵盖图纸会审、技术交底、施工方案的编制以及施工人员的培训工作,以此来保证施工各方能够对设计意图、工艺流程以及质量要求达成一致的理解。与此还需要对施工场地展开平整、硬化以及布置等相关工作,明确材料堆放区、构件加工区、临时道路、吊装作业区以及安全防护设施的具体设置情况。在测量放线这个阶段,要依照设计基准点和基准线,运用全站仪、水准仪等高精度的测量设备,针对轴线位置、标高控制点以及安装基准面实施精准的测设操作。并且在整个施工过程之中,要建立起复核方面的制度,以防因测量误差致使构件出现安装偏差的情况发生。就高层或者大跨度钢结构而言,需要格外留意温度变化、沉降以及风力等因素给测量精度所带来的影响,进而采取分段测量、动态调整以及闭合复测等一系列措施,从而确保各个部分的构件在安装的时候可以实

现平顺的连接以及受力的均匀分布。

3.2 钢构件加工与制造工艺

在钢结构施工环节当中,钢构件加工以及制造工艺属于极为关键的部分,它是把设计图纸转变成能够符合精度方面要求并且性能也较为可靠的实体构件的关键所在,其质量的好坏会直接对后续安装的顺利与否以及结构整体的安全性起到决定性作用^[3]。加工与制造应当在那些具备相应资质并且拥有相应设备条件的工厂里面展开,依照施工图纸还有相关的规范要求,针对原材料开展严格的进场检验工作,这其中就涵盖了对材质、规格、外观质量以及合格证明文件等方面的核查,并且在切割、钻孔、铣削、折弯等一系列工序之中要采用像数控切割机、自动钻孔机这类高精度设备,以此来确保尺寸精度以及加工效率都能够得到保障。焊接作为钢构件制造过程当中的关键工序,需要依据不同部位所具有的受力特性去选用与之相对应的焊接方法以及焊材,同时还要对焊接参数加以严格把控,与此同时还要设置焊缝检测程序,比如超声波探伤、射线检测等等,以此来保证焊接质量能够符合设计方面的相关要求。

3.3 钢结构运输与吊装技术

钢结构运输以及吊装技术在钢结构施工进度里属于极为关键的环节,它和构件的安全状况、施工的推进速度还有整体工程的质量紧密相关。在运输阶段,得依据构件的具体尺寸、所具备的重量以及呈现出的形状来合理地去挑选运输的方式以及确定运输的路线,务必要保证构件在搬运期间不会出现变形的情况,也不会遭受损伤,更不能发生腐蚀的现象。对于那些大型或者超重的构件,一般会采用专用的运输车辆,而且还要提前针对运输的路径展开细致的勘察工作,把其中的障碍物清除掉,要确保桥梁、道路还有转弯的半径都能够符合运输方面的要求,与此同时还得制定出详尽的运输计划以及应急预案。至于吊装技术,那就要求得按照构件的重量、所呈现的形态以及吊装的高度来选用与之相匹配的起重设备以及吊装工具,像履带吊、汽车吊以及塔吊等这类设备,而且要科学地去设计吊装方案,这里面就包含吊点的布置情况、吊装的顺序安排以及起重机械的配置状况,以此来保障吊装过程当中能够实现力学上的平衡状态并且保持安全稳定的态势。

3.4 高空安装施工工艺

高空安装施工工艺属于钢结构施工的关键环节,其技术含量颇高,风险也不小,和结构的安装质量以及施工安全紧密相关。在高空作业期间,得严格依照施工方案及安全规范来操作,要合理安排施工顺序与吊装步骤,保障构件在安装时能精准定位并且稳固支撑。施工之前,要给施工人员开展专项安全培训,给他们配备合格的安全防护装备,还要设置完善的安全防护举措,像安全网、安全带以及临边防护栏这类的,以此防止高空坠落事故的发生。高空安装应当选用

适宜的吊装机械与辅助工具,合理安排吊点,保证构件受力均匀,防止因为吊装操作不妥当致使构件出现变形或者损坏的情况^[4]。现场要安排专业人员负责引导与监控,借助标高测量仪器以及定位设备达成构件的精准安装,同时留心风速、天气等环境因素给施工带来的影响,合理调节作业时间。

3.5 焊接与螺栓连接施工技术

焊接以及螺栓连接施工技术在钢结构施工当中属于核心工艺范畴,其对结构的整体强度、稳定性还有耐久性有着极为直接的影响作用。在开展焊接施工的时候,务必要严格按照设计图纸以及相关的规范要求来执行,要精心挑选与之相适配的焊接方法以及焊材,同时合理地把控焊接工艺的各项参数,从而切实保障焊缝的质量能够契合设计所规定的强度以及韧性方面的要求。在施工正式开始之前,需要针对焊工展开资质方面的认证工作以及技术层面的培训活动,并且要对焊接设备给予严格的检查以及维护操作,以此来确保焊接整个过程能够保持连续的状态以及具备良好的稳定性。在焊接的具体实施过程当中,应当采取行之有效的预热举措以及后热处理的相关措施,通过这样的方式来防止出现焊接裂纹以及发生变形等情况,并且对于那些关键部位的焊缝,还需借助超声波检测或者射线检测等手段来进行无损检测,进而确保焊接的质量能够符合相应的标准规定。至于螺栓连接施工,则着重于连接件的选用情况以及安装时的精度把握,尤其是针对高强度螺栓的预紧力控制这一点,必须要运用专用的扭矩扳手或者是液压设备来实施紧固操作,以此来保证连接部位能够具备足够的刚度以及相应的承载能力。

4 结语

钢结构在建筑施工方面有着不少优势,比如施工速度比较快、强度相对较高以及抗震性能也比较好。这篇文章介绍了钢结构设计以及施工过程当中的主要技术,像结构计算、节点连接、构件加工还有安装等方面的技术都有所涉及。要是能够合理地应用这些技术,那么就能够确保工程质量并且提升施工效率。随着技术不断发展,钢结构的设计方法以及施工方法也都会持续改进,在未来的日子里其在建筑行业当中的应用范围也会变得更加广泛。

【参考文献】

- [1]邓仰岭.建筑施工中钢结构安装技术应用[J].中国住宅设施,2025(6):229-231.
- [2]王博,徐晓捷,王国良.建筑施工中的钢结构设计与施工技术[J].石材,2024(6):90-92.
- [3]杨强.建筑工程施工中钢结构技术的应用及发展[J].工程建设与设计,2019(14):169-170.

作者简介:苏永东(1990.12—),毕业院校:桂林理工大学,专业:土木工程,现就职:成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司,职务:建筑结构设计,职称:中级。