

建筑施工中的钢结构设计与施工技术探讨

薛光

唐山市新地工程勘察设计有限公司, 河北 唐山 063000

[摘要]伴随现代建筑体量越来越大以及功能越来越复杂的趋势下, 钢结构由于具有强度高、施工工期短、设计灵活性等特点, 在建筑工程当中越来越多的应用于大跨度公共建筑、工业厂房和高层建筑之中。但是钢结构的设计和施工涉及到很多方面的内容, 比如原材料的选择、结构构件的选取、节点的处理以及施工技术方法等都直接影响着建筑的安全可靠程度、耐久使用年限以及经济效益。文章较为系统的总结了建筑工程中的钢结构设计的原则与方案的选择, 分析钢结构施工工艺和技术的应用, 着重进行设计和施工质量控制的研究, 通过运用 BIM 技术和信息手段来进行施工技术创新和发展方向探究, 从而对实际工程项目提供一定的技术支持和理论指导作用。

[关键词]建筑施工; 钢结构; 结构设计; 施工技术

DOI: 10.33142/ec.v9i1.18876

中图分类号: TU37

文献标识码: A

Discussion on Steel Structure Design and Construction Technology in Construction

XUE Guang

Tangshan Xindi Engineering Survey and Design Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: With the trend of modern buildings becoming larger and more complex in function, steel structures are increasingly being used in large-span public buildings, industrial plants, and high-rise buildings due to their high strength, short construction period, and design flexibility. However, the design and construction of steel structures involve many aspects, such as the selection of raw materials, structural components, node treatment, and construction techniques, which directly affect the safety, reliability, durability, and economic benefits of buildings. The article systematically summarizes the principles and scheme selection of steel structure design in construction engineering, analyzes the application of steel structure construction technology and techniques, and focuses on the research of design and construction quality control. By using BIM technology and information methods to explore the innovation and development direction of construction technology, it provides certain technical support and theoretical guidance for practical engineering projects.

Keywords: construction; steel structure; structural design; construction technology

引言

在当代建筑工程行业当中, 钢结构具有着材料强度高、材质延展性能好、建设工期较短、易于工业化生产的诸多优点, 正在逐步代替传统的钢筋混凝土结构应用于超高层的建筑工程和重型的工业厂房之中。随着建筑物的功能越来越复杂和对施工的要求越来越高, 钢结构的设计以及施工的技术难度也越来越大, 在钢结构的设计计算和构件的设计之外, 还要有严格的施工组织措施和新技术的应用。现阶段国内外对于钢结构的设计理念、施工工艺和信息数字化管理都有了较大的突破和发展, 但是在实际的操作中还有设计不合理、施工质量难以保证、新技术应用较少的问题出现。本文结合工程经验和技术研究, 就钢结构的设计理论、施工工艺、质量控制和技术革新等方面进行具体的阐述分析, 目的是为了使钢结构的建筑施工能有一个较为清晰的认识并从中获得宝贵的经验, 从而可以有效的提高建筑工程的施工进度、质量水平和结构的安全性能。

1 钢结构设计原理与方案选择

1.1 钢材性能及选材标准

钢结构设计首先要充分利用好钢材的力学性质以及

材料性能, 比如屈服强度、抗拉强度、延性、韧性、可焊性等对构件及整个结构的安全性有着至关重要的影响, 在具体的设计过程中要考虑建筑物的功能需求、荷载情况、使用条件来选用不同的钢号, 还要遵守相关的国家标准以及行业规范, 例如《钢结构设计规范》GB50017 等相关建筑工程施工规程, 使得材料的长期使用性能具有较好的安全性保障, 其次钢材的生产工序、防腐处理以及均匀性也是需要考量的内容, 从而让构件的制作与焊接质量得以有好的控制, 为以后的设计与施工提供良好的材料参考。

1.2 建筑类型与结构体系选择

钢结构建筑物种类的选择直接决定了结构体系的设计与施工方法。对于高层建筑, 工业厂房以及大型公共设施中常用的结构体系有框架结构, 框架—支撑体系, 空间网架结构, 门式刚架结构等。在设计过程中应结合建筑用途、平面布置、负荷情况及施工便利等方面因素考虑, 选择合适的结构方案, 在保证安全的前提下同时考虑经济性及施工方便性, 如: 高层建筑一般选用钢框架加中心筒来保证所需的足够水平刚度和抗震性能; 工业厂房则选择门式钢架来满足其大跨的空间要求; 结构体系的选择影响着构件截面大小, 用

料多少以及节点构造、施工技术等的难度,因此正确的结构选择也是保证钢结构建筑的安全和经济的重要基础。

1.3 荷载分析与结构计算

钢结构的设计必须依赖准确的荷载分析和结构的计算,涵盖恒载、活载、风载、雪载、地震等各种工况。荷载的分析不仅要考虑构件自身重量、房屋用途带来的荷载,而且要考虑特定位置承重、荷载组合影响、极限工况影响等,通过有限元分析或者框架体系分析、空间桁架构件分析等,可以准确的得出各个构件内部应力分布、节点处受力程度和整个结构的安全稳定性,以此作为设计构件截面大小和节点形式的基础;同时也要参考抗震设计的要求,了解该结构体系在承受地震作用时的变形能力、消能的能力,在极端环境下也有较高的安全性与延性,减少失稳的可能性。

1.4 构件设计策略

构件设计是钢结构设计的关键点,目的是在满足刚度 and 强度的基础上达到节约钢材和便于施工的最佳结合点。在截面的选择方面应该依据弯矩、剪力、轴力分布情况选取最优截面形式如工字钢、箱型截面、H型钢等使得构件无论在何种力学作用情况下都具有良好稳定的力学性能。而对于受力较大或者是跨度大的构件则可以通过合理地设置劲肋或者加厚翼缘或者利用组合截面等方式来增强局部强度以及提高整个截面的整体性稳定性。并且构件的设计应当顾及到加工难易程度、运输方便与否、施工现场的安装条件等综合因素,做到在满足结构安全性的同时也易于施工,提升工程效益水平以及工程质量保障系数。

1.5 节点设计方法

节点是钢结构的重要连接部位,节点的设计直接关系到整个钢结构的安全性和抗震能力。节点的设计要符合“强柱弱梁”,“节点强于构件”的设计理念,在钢结构受到外力时可以顺利地进行传力而不会使局部破坏掉。常见的节点有焊接节点,以及螺栓高强度连接,组合节点等。不同的节点要有针对性的选择合适的节点类型以适应构件受力情况、施工安装及制造工艺的要求,同时还应对节点进行有限元计算或者试验对节点所具备的承载能力予以验证,在所有工况下节点都必须处于安全可靠状态,才能做到给钢结构建筑工程的安全与长久提供重要保障。

2 钢结构施工工艺与技术应用

2.1 钢结构构件制造技术

钢结构工程首先从构建制作开始,在一定程度上决定了后期安装的精准度、节点对接以及整个建筑的质量。构建制作技术涵盖了材料采购、钢材剪切、焊接、校正、组装等一系列流程,主要目的是保障构件形状尺寸精准和焊接牢固可靠。在构件加工中要严格控制材料型号、板材厚度与误差值,结合设备能力以及加工工艺的特点来选取合适的焊接方法与焊材,以及相应的焊接参数等措施,使得构建在受力以后可以有足够高的强度与韧性。还有构件的预装配与标识管理也十分有必要。在工厂进行一些组装配或节点组装,

便于及时发现干涉、尺寸不符等问题,节约施工现场安装时间,降低现场安装调节量,做到制作与安装的良好配合。

2.2 钢结构安装技术

钢结构构件加工完毕后,现场安装环节是保障建筑物结构安全性和加快施工进度的重要工序。在进行安装时应结合施工方案以及节头排布合理制定吊装顺序、施工标高以及钢结构构件的临时支撑方法。安装工艺包括构件的吊装和就位、临时支撑加固、螺栓紧固以及焊接拼接等步骤,在每一项的工艺中都需要严格遵守安全规则和施工规范以做到吊装和定位的安全稳定不产生较大的形变。并且在现场作业时要设置好相关的安全保障设施例如防坠落防护、防碰伤设备以及临边防护等来保护现场人员和施工机械设备的安全。并且需要采取测量放线和校对标高的方式使得钢结构的安装精准、接点贴合紧密从而保障了下一步的焊接加固还有表面处理工程能够顺利进行。

2.3 钢结构焊接施工技术

焊接是钢结构工程施工中主要连接形式之一,焊接的质量直接关系到钢结构的承载能力及其整体稳定性,在施工中焊接施工技术涵盖了从选择手电弧焊、气体保护焊、自动焊等各种焊接工艺;焊接顺序,焊接参数以及焊接质量的控制,要严格控制焊缝尺寸,焊接缺陷和焊接应力,在焊接节点处达到设计强度要求和变形的要求,在施工的时候还要考虑到焊接顺序对于构件变形和 residual stress (残余应力)的影响,合理地安排好焊接顺序以及采用夹具固定可以有效的降低构件变形以及焊接应力集中的现象发生,使钢结构在后期使用过程中保持良好的稳定性和安全程度。另外,在焊接质量管控方面还要与无损检测技术相结合,比如采取超声波、射线和磁粉探伤,以随时了解掌握焊接部位是否存在焊接缺陷,做到即时修理即时合格,使焊接节点可靠度达标。

2.4 钢结构表面处理与涂装技术

钢结构表面预处理和防腐涂层技术是提升钢结构抗腐蚀性能、增强其使用年限的有效方式。在施工过程中,应当首先做好表面清洁工作,清除掉钢结构表面的铁锈、油渍以及焊渣,同时还需要对基材表面做到干燥、平整的状态,以便让涂料更好的附着上去。目前较为常用的涂装方式有底漆、中间涂层以及面漆三层的涂装方法,在合理选择涂料的种类和涂层的厚度的情况下可以使得钢结构具有防腐、防火以及耐候的能力,在施工管理方面要严格把控施工时的环境温度、湿度以及正确的涂料施工作业顺序,从而保证最终形成的涂层均匀、附着牢固,不存在气泡、脱落等情况的发生。另外,钢结构表面预处理及涂装的质量检验也要覆盖整个施工环节,通过涂层厚度测量、附着力测试以及视觉检查来进行综合评判,确保钢结构在复杂的应用环境下能够长期稳定安全可靠的运行。

3 钢结构设计与施工质量管理

3.1 设计阶段质量保障

钢结构设计环节质量控制是保证建筑物安全性、施工

可能性的基础。设计质量控制严格按照国家标准、行业标准，标准化、制度化的设计程序对各部件、节点进行承载能力、变形性能、耐久性等各方面控制，在此期间 BIM 技术以及三维建模方法起到了非常大的作用，通过对模型进行虚拟创建来达到结构验算、碰撞检测、节点深化的目的，让设计既做到安全经济又考虑施工可行性。同时，在设计过程中反复校审、审核，将荷载的取值、构件尺寸的选择和节点的受力方式等结合起来对主要承重构件进行强度、刚度检验以减少设计失误对后期施工过程以及结构安全带来的影响，从而给后续施工提供可靠依据。

3.2 施工阶段质量控制

施工过程质量把控是对钢结构建筑的安全性、耐久性最重要保障措施。在钢结构建筑施工中要对原材料进场、构件制作、安装焊接以及涂装各个方面进行全过程的质量监控和检测，保证整个钢结构工程施工达到设计及规范标准的要求。其中材料进场要检查钢材型号，钢材化学元素，钢材的力学性能等；构件制作安装要检查构件尺寸偏差以及安装精度；焊接部位要做好探伤试验与焊缝质量检验；涂装要做好膜厚和附着力的测试。钢结构建筑施工中的质量把控还要做好完整的记录与可追溯体系，对施工过程中的各种参数、检测数据、存在的问题都要做好记录，便于后期的交接验收和后期的检修维护，通过全程质量把控不仅能减少不必要的工程风险，加快工程建设进度，也使得钢结构建筑投入使用后能够保持长时间的稳定与安全。

4 钢结构施工技术创新与发展趋势

4.1 BIM 及信息化管理技术应用

伴随着建筑行业的信息化发展进程，BIM（建筑信息模型）技术被大量应用于钢结构工程当中，给钢结构的设计、建造、协调带来了合理的解决方案，在三维条件下，设计师可以在施工之前对钢结构构件进行可视化的检测，节点的对接以及结构之间的碰撞等问题都可以直观的表现出来，提前预防钢结构在设计、施工过程出现的问题，避免了后期的返工现象，节约了人工返工的成本投入，降低了施工过程的风险性；而把 BIM 跟信息化管理系统相结合，实现了工程进度、物资消耗、质量检测、安全生产等的数字化管理，让工程项目更加清晰明了，提高了工作效率；施工单位利用 BIM 模型对工程进行施工模拟、施工方案优化；安排起重机吊装顺序，施工组织方案编制等，提高施工质量和施工效率，减少施工浪费；信息化管理系统还可以做到钢结构工程整个过程的质量追踪、资料存储等工作，方便以后钢结构建筑的维护保养，延长钢结构的使用寿命，给钢结构带来更多的经济效益。

4.2 装配式与模块化施工技术发展

装配式及模块化施工技术是钢结构工程施工创新的一个重点发展方向，在厂房内预先进行构件制作以及部分

组合，施工现场快速安装、精确定位；相对于传统的现场焊接以及拼接来说，装配式施工大大减少了现场的焊接工程量以及部分加工环节，节约了施工工期，并减少由于现场环境所造成的施工偏差，并且现场施工环境得到改善。模块化施工可以将复杂的连接节点、大跨度钢结构构件等在厂房内预先组合成整体并运入场，通过对标准化的设计、对尺寸的把控达到现场“快装、少调”的效果；在实践中的应用，装配式技术不仅仅局限于工业厂房、公用建筑的应用还扩展到了高层建筑、桥梁等领域，使得钢结构施工朝着产业化及标准化发展，为建筑工程施工的发展提供技术支持。

4.3 高性能钢材与轻量化构件应用

钢结构施工技术发展方向是高性能钢材和轻质化构件的应用越来越多，高性能钢材高强度、塑性好、焊接性能优良，使钢结构的设计更加多样化，在满足受力要求的情况下减少用量增加钢结构的经济性能。轻型化结构的设计采用新型截面或组合截面、空芯型截面等，在降低自重的同时也减少了运输成本、吊装、安装的便捷性，提升安装速度与安装安全系数。高性能钢材以及轻质化的应用还可以体现绿色理念节约材料，节约能源，促使建筑行业朝着更加节能环保的方向前进。

5 结语

本文全面梳理钢结构设计相关概念，系统的研究钢结构的设计与施工技术，详细阐述钢材材质、结构选型、荷载分析、构件及节点设计等方面的设计理论并指出合理设计对于保证钢结构的安全适用、便于施工以及经济效益的重要性；从具体施工出发，介绍钢结构构件制作、安装、焊接工艺、涂装等施工技术，在此基础上提出精细的施工管控、工程质量保证措施；最后着重对工程质量管理中设计阶段的质量保证措施、施工阶段的质量保证措施进行论述，阐明了标准化施工流程、BIM 的应用以及施工监控的重要性，指出本文对于钢结构施工向现代化、工业化、绿色化的方向发展具有一定的理论和实践意义，可以提高施工质量和进度以及结构的安全可靠。

[参考文献]

- [1]刘晓明.建筑施工中的钢结构设计与施工技术探讨[J].城市开发,2025(13):134-136.
- [2]孔运.BIM 技术在钢结构装配式建筑施工中的应用[J].砖瓦,2024(12):111-113.
- [3]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.

作者简介：薛光（1996.1—），毕业院校：商丘师范学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：唐山市新地工程勘察设计院有限公司，职务：土建设计工程师，职称级别：助理工程师。