

大型公用建筑钢结构施工技术研究

包 健

宁波建工工程集团有限公司 浙江 宁波 315000

摘 要：本文聚焦大型公用建筑钢结构施工技术。阐述其施工特点，包括结构复杂多样、施工难度大、周期长及安全风险高。介绍关键施工技术，如构件加工制作、吊装、连接及安装精度控制技术。同时，探讨施工质量控制措施，涵盖质量巡检、验收标准流程及吊装安装质量把控。还提出施工安全管理策略，涉及安全管理体系建立、防护技术应用及应急预案与风险管控，为相关工程提供参考。

关键词：大型公用建筑；钢结构施工；施工技术

1 大型公用建筑钢结构施工特点

1.1 结构复杂多样

大型公用建筑，如体育场馆、会展中心、机场航站楼等，其钢结构设计往往独具匠心，以满足建筑的功能需求和美学要求。这些建筑的结构形式丰富多样，涵盖了网架结构、网壳结构、桁架结构、悬索结构以及多种结构形式的组合。以鸟巢（国家体育场）为例，其采用了复杂的空间桁架结构，由大量的杆件相互连接，形成了独特的鸟巢外观。这种复杂的结构使得每个构件的形状、尺寸和连接方式都各不相同，给施工带来极大的挑战。施工人员需要精确理解设计意图，准确制作和安装每一个构件，确保整个结构的稳定性和安全性。复杂多样的结构还要求施工团队具备丰富的经验和专业的技术，能够应对各种突发情况和施工难题。

1.2 施工难度大

大型公用建筑钢结构施工难度大主要体现在多个方面。首先，构件的尺寸和重量通常较大，一些大型桁架或钢柱的长度可达数十米，重量超过百吨。这给构件的运输、吊装和安装带来了很大的困难。在运输过程中，需要选择合适的运输工具和路线，确保构件不受损坏^[1]。吊装时，需要使用大型的起重设备，并且要精确计算吊点的位置和吊装顺序，以避免构件在吊装过程中发生变形或倾斜。其次，钢结构的安装精度要求极高。由于结构复杂，各个构件之间的连接关系紧密，任何一个构件的安装偏差都可能影响到整个结构的质量和安全性。施工现场的环境条件也会增加施工难度。大型公用建筑通常位于城市中心或交通要道附近，施工场地狭窄，周边环境复杂，这给施工设备的布置和材料的堆放带来了限制，同时也增加了施工安全管理的难度。

1.3 施工周期长

大型公用建筑钢结构施工周期长是由多种因素决定

的。一方面，钢结构的设计和制作需要较长的时间。由于结构复杂，设计过程中需要进行大量的计算和分析，确保结构的安全性和可靠性。同时构件的制作需要在专业的工厂进行，需要经过放样、下料、切割、组装、焊接、防腐处理等多道工序，每个工序都需要严格控制质量，因此制作周期较长。另一方面，施工现场的安装工作也需要逐步进行。从基础施工到钢结构的吊装、连接和安装精度调整，每个环节都需要精心组织和安排。而且，大型公用建筑钢结构施工往往会受到天气、季节等因素的影响。施工过程中还可能会出现设计变更、材料供应不及时等问题，这些也会对施工周期产生不利影响。

1.4 安全风险高

大型公用建筑钢结构施工过程中存在着较高的安全风险。首先，高空作业是钢结构施工的常见场景。施工人员需要在几十米甚至上百米的高空进行构件的安装和连接工作，一旦发生坠落事故，后果将不堪设想。其次，钢结构的吊装过程也存在很大的安全隐患。大型构件的吊装需要使用大型起重设备，如果起重设备的操作不当或吊具、索具出现故障，可能会导致构件坠落，砸伤施工人员或损坏周边设施。钢结构施工还涉及到焊接、切割等动火作业，容易引发火灾和爆炸事故。施工现场的电气设备较多，如果电气线路老化或违规用电，也可能造成触电事故。同时，由于施工周期长、施工环境复杂，施工人员容易出现疲劳和麻痹大意的情况，这也增加了安全事故发生的概率。

2 大型公用建筑钢结构关键施工技术

2.1 钢结构构件加工制作技术

钢结构构件的加工制作是整个钢结构施工的基础环节，其质量直接影响到后续的安装和使用。在加工制作过程中，首先要进行精确的放样和下料。放样是根据设计图纸将构件的形状和尺寸按1:1的比例绘制在样板

上,以便进行后续的下料和加工。下料则是根据样板的尺寸,使用切割设备将钢材切割成所需的形状和尺寸。常用的切割方法有火焰切割、等离子切割和激光切割等,不同的切割方法适用于不同的钢材厚度和精度要求。切割完成后,需要对构件进行边缘加工,去除毛刺和氧化皮,提高构件的连接质量。接下来是构件的组装和焊接。组装是将切割好的构件按照设计要求拼接在一起,形成完整的构件形状。焊接则是将组装好的构件通过电弧焊、气体保护焊等方法连接成一个整体。焊接质量是钢结构构件加工制作的关键,焊接过程中要严格控制焊接工艺参数,如焊接电流、电压、焊接速度等,确保焊缝质量符合设计要求。同时要对焊缝进行无损检测,如超声波检测、射线检测等,及时发现和消除焊缝内部的缺陷。最后,对制作好的构件进行防腐处理,常用的防腐方法有喷涂油漆、热镀锌等,以提高构件的耐久性和抗腐蚀能力。

2.2 钢结构吊装技术

钢结构吊装是大型公用建筑钢结构施工中的重要环节,其技术难度大、安全风险高。在进行吊装前,要根据构件的重量、尺寸和形状选择合适的起重设备,如塔式起重机、汽车起重机等。同时,要对吊装现场进行详细的勘察,确定吊装路线和吊装位置,确保吊装过程中不会与周边建筑物、设施发生碰撞。吊装时,要合理设置吊点,确保构件在吊装过程中保持平衡。对于大型构件,可以采用多点吊装的方式,分散构件的重力,减少构件的变形。在起吊过程中,要缓慢提升构件,避免构件晃动过大^[2]。当构件上升到一定高度后,要暂停起吊,检查起重设备的运行情况和构件的稳定性,确认无误后再继续起吊。将构件吊运到安装位置上方后,要缓慢下降构件,使构件准确就位。在就位过程中,要使用牵引绳等工具辅助构件的调整,确保构件的安装精度。对于一些复杂的钢结构吊装,如高空散装法、整体提升法等,需要制定详细的吊装方案,并进行模拟吊装试验,确保吊装过程的安全和顺利进行。

2.3 钢结构连接技术

钢结构的连接方式主要有焊接连接、螺栓连接和铆钉连接等,不同的连接方式具有不同的特点和适用范围。焊接连接具有连接强度高、密封性好等优点,广泛应用于各种钢结构工程中。常见的焊接接头形式有对接接头、角接接头、T形接头等。在进行焊接连接时,要根据钢材的种类、厚度和焊接位置选择合适的焊接方法和焊接材料。同时要按照焊接工艺要求进行操作,确保焊缝质量。螺栓连接具有安装方便、便于拆卸等优点,

适用于需要经常拆卸或承受动力荷载的钢结构。螺栓连接分为普通螺栓连接和高强度螺栓连接两种。普通螺栓连接施工简单,但连接强度较低;高强度螺栓连接具有较高的连接强度和可靠性,广泛应用于大型公用建筑钢结构中。在进行高强度螺栓连接时,要注意螺栓的拧紧顺序和拧紧力矩的控制,确保螺栓连接的质量。铆钉连接是一种传统的连接方式,具有连接牢固、耐疲劳等优点,但由于施工工艺复杂、成本较高,目前应用较少。

2.4 钢结构安装精度控制技术

钢结构安装精度控制是确保大型公用建筑钢结构质量的关键。在安装过程中,要建立精确的测量控制网,使用高精度的测量仪器,如全站仪、水准仪等,对构件的安装位置、垂直度、平整度等进行实时测量和监控。对于网架结构、网壳结构等空间结构,要采用三维坐标测量技术,确保结构的形状和尺寸符合设计要求。在构件安装过程中,要及时调整构件的位置和姿态,使用千斤顶、倒链等工具对构件进行微调,确保构件的安装精度。同时,要注意构件之间的连接质量,保证连接部位的紧密贴合,避免出现间隙和错位。在安装过程中,还要对已安装的构件进行定期检查和复测,及时发现和纠正安装偏差,确保整个钢结构安装质量符合设计要求。

3 大型公用建筑钢结构施工质量控制

3.1 施工过程中的质量巡检与旁站监督制度

为了确保大型公用建筑钢结构施工质量,必须建立严格的质量巡检与旁站监督制度。质量巡检是指施工管理人员定期对施工现场进行全面检查,检查内容包括构件的制作质量、吊装过程的安全性、连接部位的施工质量等。通过质量巡检,可以及时发现施工过程中存在的质量问题,并要求施工人员立即进行整改。旁站监督是指监理人员在关键工序和重要部位施工时,全程在现场进行监督和检查。同时要对施工过程中的质量记录进行审核,确保质量记录的真实性和完整性。通过质量巡检与旁站监督制度的实施,可以及时发现和解决施工过程中的质量问题,保证钢结构施工质量始终处于受控状态。

3.2 施工后的质量验收标准与流程

施工后的质量验收是确保大型公用建筑钢结构质量的重要环节。验收标准应严格按照国家相关规范和设计要求执行,主要包括构件的尺寸偏差、焊缝质量、螺栓连接质量、结构整体垂直度和平整度等方面。验收流程一般分为自检、互检、专检和监理验收四个阶段。施工单位在完成钢结构施工后,首先要进行自检,对施工质量进行全面检查,发现问题及时整改。自检合格后,组

织施工班组之间进行互检,相互检查施工质量,确保无遗漏问题^[3]。互检完成后,由施工单位的质量检查部门进行专检,对施工质量进行详细检查和评估,出具质量检查报告。最后,由监理单位组织相关人员进行验收,对钢结构施工质量进行全面评定。验收合格后,方可进行下一道工序的施工或交付使用。

3.3 吊装与安装过程中的质量把控

吊装与安装过程是大型公用建筑钢结构施工的关键环节,质量把控至关重要。在吊装前,要对构件的质量进行再次检查,确保构件无缺陷、无变形。要对吊装设备进行检查和维护,确保起重设备的安全运行。在吊装过程中,要严格按照吊装方案进行操作,控制好构件的起吊速度和就位精度,避免构件碰撞和损坏。安装过程中,要注意构件的连接质量,确保焊缝饱满、螺栓拧紧力矩符合要求。对于高空作业,要采取可靠的安全防护措施,确保施工人员的人身安全。同时,要加强对安装过程的质量记录,如吊装记录、焊接记录、螺栓连接记录等,以便追溯和查询施工质量情况^[4]。

4 大型公用建筑钢结构施工安全管理

4.1 安全管理体系建立

建立完善的安全管理体系是大型公用建筑钢结构施工安全管理的基础。安全管理体系应包括安全生产责任制、安全教育培训制度、安全检查制度、安全奖惩制度等。安全生产责任制要明确各级管理人员和施工人员的安全职责,确保安全工作层层落实。安全教育培训制度要定期对施工人员进行安全知识培训和技能培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力。安全检查制度要定期对施工现场进行安全检查,及时发现和消除安全隐患。安全奖惩制度要对安全生产表现优秀的单位和个人进行表彰和奖励,对违反安全规定的行为进行处罚,激励施工人员积极参与安全管理工作。

4.2 施工安全防护技术

在大型公用建筑钢结构施工过程中,要采取有效的安全防护技术,保障施工人员的人身安全。对于高空作业,要设置可靠的防护栏杆、安全网等防护设施,防止施工人员坠落。同时要为施工人员配备合格的安全带、安全帽等个人防护用品,并要求施工人员正确佩戴和使用。在吊装作业现场,要设置警戒区域,禁止无关人员

进入。吊装过程中,要使用牵引绳等工具控制构件的摆动,避免构件碰撞周边物体。对于动火作业,要办理动火审批手续,配备灭火器材,设置专人监护,确保动火作业安全,还要加强对施工现场电气设备的管理,定期检查电气线路,确保电气设备的安全运行。

4.3 应急预案与风险管控

为了应对施工过程中可能出现的突发事件,要制定完善的应急预案。应急预案应包括火灾、触电、高处坠落、物体打击等常见事故的应急处理措施和救援流程。同时,要定期组织施工人员进行应急演练,提高施工人员的应急处置能力。在施工过程中,要对可能存在的安全风险进行识别和评估,制定相应的风险管控措施^[5]。例如,对于高空作业风险,可以通过加强安全防护设施、提高施工人员安全意识等措施进行管控;对于吊装作业风险,可以通过严格审查吊装方案、加强对吊装设备的检查和维护等措施进行管控。通过应急预案的制定和风险管控措施的实施,可以有效降低安全事故发生的概率,减少事故损失。

结束语

大型公用建筑钢结构施工复杂且具挑战性,其结构特性决定了施工在技术、质量与安全等方面的高要求。通过研究关键施工技术、完善质量控制体系以及构建安全管理机制,可有效应对施工难题,保障工程顺利推进。未来,随着建筑行业不断发展,需持续探索创新技术与优化管理方法,进一步提升大型公用建筑钢结构施工水平,推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1]姜伟.钢结构建筑施工技术要点研究[J].工程与建设,2022,36(02):396-397.
- [2]陈征国.大型公用建筑钢结构施工技术研究与应[J].建筑施工,2021,43(07):1239-1240+1247.
- [3]汤军儒.超高层全钢结构装配式建筑施工技术[J].建筑技术开发,2022,49(10):43-45.
- [4]王升,张勇博.建筑钢结构施工技术要点与施工质量管理措施研究[J].建材发展导向,2021,19(20):134-135.
- [5]张永庆,孙玉霖,原温丽,冯辉.高层建筑钢结构施工技术分析[J].建筑技术开发,2021,48(19):7-8.