

建筑工程大跨度钢结构施工技术分析

王铭祥 周胜利 陈久伟 韩 超

中建八局浙江建设有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：本文对建筑工程中的大跨度钢结构施工技术进行了深入分析。从材料质量控制、施工技术控制和质量检测与验收三个方面，阐述了关键施工环节和质量控制措施。强调了施工前的准备工作、基础结构施工、钢结构的组装与焊接以及整体结构的调整与检测的重要性。为提高大跨度钢结构施工质量和安全性提供了指导，为相关工程实践提供了有益参考。

关键词：建筑工程；大跨度钢结构；施工技术

引言：随着建筑业的快速发展，大跨度钢结构在建筑工程中得到了广泛应用。由于其具有跨度大、重量轻、强度高优点，能够有效地满足现代建筑对空间和结构性能的需求。然而，大跨度钢结构施工难度大，技术要求高，需要采取有效的技术措施和质量控制措施来确保施工质量和安全。因此，对建筑工程大跨度钢结构施工技术进行分析和研究，具有重要的现实意义和理论价值。

1 大跨度钢结构的特点与分类

大跨度钢结构是一种广泛应用于桥梁、体育场馆、展览馆、机场航站楼等建筑工程中的结构形式。它具有重量轻、强度高、抗震性能好、施工速度快等优点，是现代建筑中不可或缺的一种结构形式。大跨度钢结构是指跨度在60米以上的钢结构。其主要特征包括：（1）跨度大，能够有效地利用空间，减少占地面积；（2）自重轻，能够减轻地基的负担，降低工程造价；（3）强度高，能够承受较大的荷载；（4）抗震性能好，能够在地震等自然灾害中保持稳定性；（5）施工速度快，能够缩短工程周期。大跨度钢结构的设计应遵循以下原则：

（1）安全性原则，确保结构在各种荷载和环境条件下的稳定性和安全性；（2）经济性原则，尽可能地降低工程造价，提高经济效益；（3）适用性原则，根据建筑物的使用功能和环境条件，选择合适的结构形式和材料；

（4）美观性原则，使建筑物具有良好的视觉效果和艺术效果^[1]。大跨度钢结构主要可以分为桁架结构、网架结构和悬索结构三大类。（1）桁架结构：由杆件组成的三角形或多边形结构，具有结构简单、承载力强、刚度大的特点，适用于体育馆、展览馆等大型公共建筑。（2）网架结构：由多个节点和杆件组成的三维空间结构，具有空间利用率高、自重轻、抗震性能好的特点，适用于体育馆、展览馆、机场航站楼等大型公共建筑。（3）悬索

结构：由悬挂在两端支点上的钢索和支撑钢索的塔柱组成，具有跨度大、自重轻、造型美观的特点，适用于桥梁、电视塔等大型建筑。

2 大跨度钢结构施工技术的关键环节

2.1 施工前的准备工作

施工前的准备工作是大跨度钢结构施工的基础，它涉及到许多重要的方面。以下是两个主要的准备工作：

（1）施工图纸审查。施工图纸是工程建设的指导性文件，它为施工人员提供了详细的建筑结构和设备安装信息。因此，在施工前，必须对施工图纸进行严格的审查，以确保其正确性和完整性。审查内容包括结构形式、节点设计、材料选择、焊接工艺等。这些内容都应确保图纸满足相关标准和规范的要求，同时也要考虑到施工的可操作性。例如，结构形式应该符合建筑物的功能和使用要求；节点设计应该能够承受预期的荷载并保持稳定；材料选择应该能够满足建筑物的使用环境和耐久性要求；焊接工艺应该能够保证焊缝的质量并满足安全要求。此外，审查过程中还应注意检查图纸中是否存在错误或遗漏，并及时与设计单位沟通解决。通过严格的图纸审查，可以有效地避免施工过程中出现的问题，提高施工质量和效率。（2）施工组织设计与安全技术交底。施工组织设计是对施工过程进行全面规划的重要文件，它涉及到人员、材料、设备等资源的合理配置。通过合理的施工组织设计，可以有效地提高施工效率，降低工程成本。首先，应根据工程特点和施工条件制定合理的施工方案。这包括确定施工顺序、划分施工区域、安排施工时间等。合理的施工方案可以有效地减少施工过程中的交叉作业和冲突，提高施工效率。其次，应合理安排人员和设备资源。根据工程量和工期要求，合理配置施工人员和机械设备，确保施工过程中有足够的人力和物力支持。同时，还应加强对人员的培训和管理，

提高他们的技能水平和安全意识。最后,为了确保施工过程的安全,还需要进行安全技术交底。安全技术交底是指将相关的安全操作规程和注意事项告知参与施工的人员,让他们了解和掌握相关的安全知识和技能。通过安全技术交底,可以有效地预防和减少安全事故的发生^[2]。

2.2 基础结构施工

基础结构是大跨度钢结构施工的关键部分,它在整个建筑结构中起着至关重要的作用。为了确保钢结构的稳定性和安全性,我们需要对预埋件的确定与安装、钢柱的定位与安装等环节进行严格的控制和管理。(1) 预埋件的确定与安装。预埋件是连接基础与上部结构的关键部件,其位置、尺寸和垂直度都必须精确控制。在预埋件的确定过程中,我们需要根据设计图纸和施工要求,对预埋件的位置、尺寸和形状进行详细的分析和计算。同时,还需要考虑到地基条件、地质环境等因素,确保预埋件的位置和尺寸能够满足实际施工需求。在预埋件的安装过程中,要确保预埋件的位置准确、固定牢固,并做好防腐和防锈处理。首先,我们需要按照设计要求和施工规范,对预埋件进行定位和固定。在定位过程中,要使用专业的测量工具,如全站仪、水平仪等,对预埋件的位置进行精确测量和调整。在固定过程中,要采用合适的固定方式,如焊接、螺栓连接等,确保预埋件与基础结构的连接牢固可靠。此外,为了防止预埋件受到腐蚀和锈蚀的影响,我们需要对预埋件进行防腐和防锈处理,如涂刷防锈漆、喷涂防腐涂料等。(2) 钢柱的定位与安装。钢柱是大跨度钢结构的主要承重构件,其定位和安装必须精确。在钢柱的定位过程中,我们需要根据设计图纸和施工要求,对钢柱的位置、高度和垂直度进行详细的分析和计算。同时,还需要考虑到地基条件、地质环境等因素,确保钢柱的位置和高度能够满足实际施工需求。在钢柱的安装过程中,通常采用焊接方式。焊缝质量直接关系到结构的承重能力和安全性。因此,在安装过程中,必须进行严格的几何尺寸校验和焊接质量检测。首先,我们需要对钢柱的几何尺寸进行校验,如长度、宽度、厚度等,确保钢柱的尺寸符合设计要求。其次,我们需要对焊缝进行质量检测,如外观检查、无损检测等,确保焊缝的质量达到标准要求。同时,还需要考虑到钢柱的垂直度和稳定性问题。在安装过程中,我们可以通过调整支撑点、加固基础等方式,对钢柱的垂直度进行调整和校正。在钢柱安装完成后,还需要对其进行稳定性检查,如抗倾覆试验、抗风压试验等,确保钢柱的稳定性满足设计要求。

2.3 钢结构的组装与焊接

钢结构的组装与焊接是大跨度钢结构施工技术的核心部分,它涉及到许多重要的环节。以下是对这两个关键环节的详细描述:(1) 焊接方法的选择与工艺参数确定。在钢结构的组装与焊接过程中,选择合适的焊接方法是至关重要的。这需要根据钢材的种类、厚度和施工现场条件来进行选择。例如,对于高强度钢,通常采用气体保护焊或埋弧焊;而对于普通碳素钢,则可以采用手工电弧焊或气体保护焊。此外,还需要考虑到焊接环境的影响,如湿度、风速等。除了选择合适的焊接方法外,还需要确定合理的焊接工艺参数。这些参数包括焊接电流、电压、焊接速度等,它们直接影响到焊接质量。例如,如果焊接电流过大,可能会导致焊缝过热,从而影响焊缝的机械性能;如果焊接速度过快,可能会导致焊缝不均匀,从而影响焊缝的质量。因此,必须根据具体情况来确定合适的焊接工艺参数。此外,还需要注意焊接变形和残余应力的问题。焊接过程中会产生大量的热量,这会导致钢材发生热膨胀和收缩,从而产生变形。同时,由于钢材在冷却过程中会发生相变,这也会产生残余应力。为了控制和缓解这些问题,可以采取预热、后热处理等措施^[3]。(2) 焊缝质量检测与控制。焊接完成后,对焊缝进行外观检查和无损检测是非常重要的。外观检查主要是通过肉眼观察焊缝的形状、颜色、是否有裂纹、气孔等缺陷。无损检测则是通过专业的设备和方法来检测焊缝的内部质量,如超声波探伤、磁粉探伤等。如果发现焊缝有不合格的情况,必须及时进行返工或补焊,并进行再次检测。这是确保焊缝质量达到设计要求的重要步骤。此外,建立严格的质量控制制度也是非常重要的。这包括对焊工的培训和管理,确保他们都能按照工艺要求进行操作;对焊接设备的定期检查和维修,确保其正常运行;对焊接材料的严格控制,确保其符合质量标准等。

2.4 整体结构的调整与检测

整体结构的调整与检测是确保大跨度钢结构施工质量和安全的重要环节。在大跨度钢结构施工过程中,需要对整体结构进行几何尺寸的校验和施工过程中的安全监测。(1) 几何尺寸的校验。在大跨度钢结构组装完成后,需要对其几何尺寸进行全面校验,以确保结构的线性和角度符合设计要求。这可以通过使用全站仪、水准仪等精密仪器进行测量和调整来实现。通过这些精密仪器,可以精确地测量出钢结构的各个部分的尺寸,并与设计图纸进行对比,从而确保整体结构的稳定性和精度符合要求。此外,在测量过程中还需要考虑到环境因素对测量结果的影响,并采取相应的措施来消除这些影

响。(2) 施工过程中的安全监测。为了确保大跨度钢结构施工的安全性, 在施工过程中需要进行严格的安全监测。监测内容包括结构的变形、应力变化、振动等。通过实时监测和分析这些数据, 可以及时发现和解决潜在的安全隐患, 防止事故发生。同时, 根据监测结果调整施工参数和工艺, 以确保施工质量符合安全标准要求。例如, 在钢结构安装过程中, 可以使用激光测距仪、全站仪等设备对钢构件的位置、高程、垂直度等进行实时监测。如果发现偏差超过允许范围, 应及时进行调整。此外, 还可以通过应力传感器、振动传感器等设备对钢结构的应力和振动情况进行监测。如果发现应力过大或振动过大, 应及时采取措施进行调整。

3 大跨度钢结构施工技术的质量控制措施

3.1 材料质量控制

材料质量是大跨度钢结构施工质量控制的基础, 主要包括以下两个方面:(1) 钢材的采购与运输管理。在采购钢材时, 应选择具有质量保证和良好信誉的供应商, 并确保所采购的钢材符合相关标准和设计要求。在运输过程中, 应采取适当的防护措施, 防止钢材损坏或变形。(2) 材料的进场检验与储存管理。进场后的材料应进行严格检验, 确保其质量符合要求。对于不合格的材料, 应及时予以退回或处理。同时, 应建立严格的储存管理制度, 防止材料受潮、锈蚀或损坏。

3.2 施工技术控制

施工技术控制是大跨度钢结构施工质量控制的核心部分, 主要涉及以下两个方面:(1) 施工工艺流程的优化与监管。在施工前, 应对施工工艺流程进行详细规划和优化, 确保其符合相关标准和规范的要求。在施工过程中, 应加强监管力度, 确保施工人员严格按照工艺流程进行操作, 避免出现质量问题和安全隐患。(2) 高空作业的安全防护措施。大跨度钢结构施工经常涉及到高空作业, 因此必须采取一系列安全防护措施。应使用

安全带、安全网等防护设备, 确保施工人员的安全。同时, 应定期对施工现场进行安全检查, 及时发现和解决潜在的安全隐患。

3.3 质量检测与验收

质量检测与验收是确保大跨度钢结构施工质量的重要环节, 主要涉及以下两个方面:(1) 分项工程质量评估。在大跨度钢结构施工过程中, 应对各个分项工程进行质量评估, 确保其符合相关标准和设计要求。对于不合格的分项工程, 应及时进行整改和返工。(2) 整体结构的质量验收标准与方法。在整体结构安装完成后, 应按照国家相关标准和设计要求进行质量验收。验收内容包括几何尺寸、焊缝质量、材料强度等。应采用专业的检测工具和方法, 对各个部分进行详细检测和评估。对于不符合要求的部位, 应及时进行处理和补救。同时, 应建立完善的验收档案, 对验收结果进行记录和归档。

结束语

在建筑工程中, 大跨度钢结构施工技术是实现大跨度结构的重要手段。通过对关键环节的施工技术和质量控制措施进行深入研究, 能够有效提高大跨度钢结构的施工质量和安全性。在实际工程中, 应根据具体情况选择合适的施工技术和工艺参数, 加强材料控制和施工过程管理, 严格质量检测与验收标准。通过不断优化和完善施工技术, 推动大跨度钢结构在建筑工程中的广泛应用, 为建筑业的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]姜宁, 张晓丽. 大跨度钢结构施工过程安全分析与管[J]. 建筑技术, 2023, 54(1): 12-14.
- [2]陈亮, 李丹. 大跨度钢结构施工过程中的相关问题分[J]. 施工技术, 2022, 51(12): 34-36.
- [3]王伟, 张晨. 大跨度钢结构施工过程模拟及安全控制分析[J]. 建筑结构, 2021, 50(9): 56-59.