

浅析公共建筑大跨度空间钢结构安装施工技术

洪基汉

宁波建工工程集团有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：本文浅析了公共建筑大跨度空间钢结构的安装施工技术。随着城市化进程的加速，大跨度空间钢结构因其独特的优势在公共建筑中得到广泛应用。文章探讨安装施工过程中的关键技术要点，包括构件的进场验收、钢支座的定位预埋、施工过程中的监测与调整等，旨在为提高大跨度空间钢结构的安装施工质量和安全性提供理论参考和实践指导。

关键词：大跨度钢结构；钢结构；施工技术

引言：随着现代建筑技术的不断发展，公共建筑对大跨度空间的需求日益增长。大跨度空间钢结构因其良好的抗震性、承载能力和施工效率，成为公共建筑中的首选结构形式。然而其安装施工过程复杂，技术要求高。因此本文将对公共建筑大跨度空间钢结构的安装施工技术进行深入探讨，以期对相关工程实践提供有益的参考和借鉴。

1 公共建筑大跨度空间钢结构概述

公共建筑大跨度空间钢结构是一种广泛应用于现代大型公共建筑的结构形式。这种结构以其跨度大、空间利用率高、受力合理、重量轻、刚度强等特点，成为大型公共建筑如影剧院、体育场馆、展览馆、航空港等的首选结构。大跨度空间钢结构主要以杆件为基础，按照一定的工序和规律布置成空间构架。这种结构形式多样复杂，外表丰富、结构灵巧、传力简截、制作及安装便利，还有较好的经济效益。在现代建筑行业中，大跨度空间钢结构得到了蓬勃发展，成为当前最受广泛应用的 结构之一。在设计大跨度空间钢结构时，需要考虑多种因素。其中，变形设计和荷载设计是至关重要的两个方面。由于钢结构的重量轻，对钢架的动力特征进行分析可以发现其结构不够稳定且刚度较小，因此需要在设计过程中重点关注其变形设计，确保设计方案能够满足弹性变形的要求，荷载设计也是非常重要的，包括永久荷载和活荷载的设计，需要考虑屋面及屋盖的质量、覆盖物及其它设施的重量、屋面活荷载以及雪荷载等因素^[1]。大跨度空间钢结构不仅应用于民用建筑，还广泛应用于工业建筑中的大跨度厂房、飞机装配车间和大型仓库等。这种结构形式能够跨越较宽的空间而无需设置过多的中间支撑结构，从而实现了空间利用的最大化，同时确保了结构的安全性和稳定性。

2 大跨度空间钢结构施工技术特点

大跨度空间钢结构施工技术特点显著，体现了现代建筑技术的先进性与复杂性。第一、其施工高度依赖于精确的预制与现场组装技术，由于大跨度钢结构的构件尺寸大、形状复杂，通常需要在工厂进行精确预制，确保尺寸和形状的高精度，以减少现场焊接和切割的工作量，提高施工效率。第二、吊装技术是施工中的关键环节，考虑到大跨度钢结构的重量和尺寸，往往需要采用大型吊装设备进行高空作业，如塔吊、履带吊等，这些设备的使用要求操作人员具备高超的技术水平和丰富的经验，以确保构件的安全、准确就位。第三、焊接与连接技术也是大跨度空间钢结构施工中的技术难点，由于结构受力复杂，节点连接的质量直接关系到整个结构的稳定性和安全性，焊接工艺的选择、焊缝的质量控制以及连接节点的设计均需严格遵守相关标准和规范。第四、施工过程中的变形控制也是一项重要技术挑战，大跨度钢结构在自重、施工荷载及温度变化等因素作用下易产生变形，因此需通过合理的施工顺序、临时支撑的设置以及预变形技术的应用等手段，有效控制结构变形，确保最终成形精度。

3 大跨度空间钢结构安装施工技术分析

3.1 高空散装技术

高空散装技术是大跨度空间钢结构安装中一种较为传统但有效的施工方法。该技术主要是将整体结构划分成若干散件，在高空通过悬挑法或满堂支架法将这些散件直接拼装成整体。在高空散装技术的实施过程中，首先需要搭建高空作业平台。这些平台通常采用满堂脚手架或悬挑脚手架，以提供施工人员在高空进行拼装作业所需的工作面和支撑。高空散装法的优点在于其拼装过程相对灵活，可以根据现场实际情况进行微调，从而确保结构的整体精度和稳定性。由于拼装工作大部分在高

空进行,避免了地面拼装时可能遇到的空间限制和运输困难,高空散装法也存在一定的挑战,如高空作业的安全风险较高,对施工人员的技术水平和安全意识要求也相对较高。在实际操作中,高空散装法需要严格控制各节点的坐标,确保拼装精度。例如,对于螺栓球节点的网架结构,每个节点的位置和角度都需要精确计算和控制,以确保整体结构的稳定性和受力性能,高空散装法还需要考虑拼装过程中的变形控制,通过合理的施工顺序和临时支撑的设置,减少结构变形对拼装精度的影响^[2]。

3.2 分段吊装技术

分段吊装技术是大跨度空间钢结构安装中另一种常用的施工方法。该技术将整体结构在地面分割成若干条状或块状单元,然后利用起重设备将这些单元逐一吊装至高空设计位置进行整体拼接。分段吊装技术特别适用于大型、复杂的空间钢结构,如体育场馆、会展中心等。分段吊装技术的实施过程包括地面分割、单元吊装和空中拼接三个主要步骤。在地面分割阶段,需要根据结构的整体尺寸和起重设备的吊装能力,合理划分单元的大小和形状。在单元吊装阶段,需要利用起重设备将单元逐一吊装至高空设计位置,并通过临时支撑进行固定。在空中拼接阶段,需要将各个单元按照设计要求进行精确拼接,形成整体结构。分段吊装技术的优点在于其能够充分利用地面空间进行单元的制作和拼装,减少了高空作业的风险和难度,由于单元在地面进行拼装,可以更容易地控制拼装精度和质量。分段吊装技术还可以根据现场实际情况灵活调整施工方案,如根据起重设备的吊装能力和场地的限制,优化单元的划分和吊装顺序。在实际操作中,分段吊装技术需要严格控制吊装过程中的变形和位移。由于单元在吊装过程中会受到风荷载、温度变化等因素的影响,容易产生变形和位移,需要在吊装前进行详细的计算和模拟分析,确定合理的吊装方案和临时支撑的设置。在吊装过程中还需要进行实时监测和调整,确保单元能够准确就位并形成良好的整体结构。其施工效率较高,能够缩短工期并降低施工成本,由于分段吊装技术能够充分利用地面空间进行单元的制作和拼装,减少高空作业的风险和难度,提高施工安全性。

3.3 数字化整体吊装技术

数字化整体吊装技术是大跨度空间钢结构安装施工中的一项创新技术,它将数字化技术与吊装工艺相结合,提高了施工的精确性和效率。该技术利用BIM(建筑信息模型)技术、三维仿真技术等数字化手段,对钢结构进行精确的建模和分析,以确定合理的吊装方案和临

时支撑的设置。在数字化整体吊装技术的实施过程中,首先需要对整体结构进行精确的三维建模,包括构件的尺寸、形状、材质等信息。通过三维仿真技术模拟吊装过程,分析结构在吊装过程中的受力状态和变形情况,确保吊装方案的可行性和安全性。数字化整体吊装技术还可以利用传感器实时监测吊装过程中的数据,如吊点的应力变化、结构的变形情况等,以便及时调整吊装方案,确保施工的顺利进行;与传统的分段吊装技术相比,数字化整体吊装技术具有更高的施工效率和精确度。它可以将整个结构作为一个整体进行吊装,减少分段拼接的工作量,提高施工速度。同时,数字化技术的应用也使得吊装过程更加可视化、可控化,降低施工风险。

3.4 其他辅助技术

在大跨度空间钢结构的安装过程中,除了高空散装技术和分段吊装技术外,还需要采用一些辅助技术来确保施工过程的顺利进行和整体结构的安全性。(1)高空滑移技术:高空滑移技术是一种将钢结构单元在滑轨上滑移至设计位置进行拼装的施工方法。该技术特别适用于跨度较大、高度较高的空间钢结构。通过合理的滑轨设计和单元划分,可以减少高空作业的风险和难度,高空滑移技术还可以根据现场实际情况灵活调整施工方案,如根据结构的形状和尺寸优化滑轨的布置和单元的划分。(2)整体提升技术:整体提升技术是一种将钢结构整体提升至设计高度的施工方法。该技术特别适用于大型、复杂的空间钢结构,如体育馆、会展中心等。通过合理的提升设备和临时支撑的设置,可以将整体结构平稳地提升至设计高度,并进行精确的调整和固定^[3]。(3)焊接与连接技术:焊接与连接技术是大跨度空间钢结构安装中的关键技术之一。由于大跨度空间钢结构通常由多个构件组成,需要通过焊接或连接节点将其连接成一个整体,需要严格控制焊接质量和连接节点的强度,以确保整体结构的稳定性和安全性。

4 公共建筑大跨度空间钢结构安装施工质量控制措施

4.1 钢结构构件的进场验收

在钢结构构件进场前,应制定详细的验收标准和流程,明确验收人员、验收工具及验收方法。验收人员需具备丰富的专业知识和实践经验,能够准确判断构件的质量状况。验收工具应包括但不限于游标卡尺、千分尺、磁力表座等精密测量工具,以及超声波探伤仪、X射线探伤机等无损检测设备。验收过程中,应重点检查构件的尺寸、形状、表面质量、材质及焊接质量等方面。尺寸和形状的检查需确保构件符合设计要求,避免因尺寸偏差导致安装困难或结构失稳。表面质量的检查需关

注构件是否存在裂纹、锈蚀、油污等缺陷，这些缺陷可能影响构件的受力性能和耐久性。材质的检查需核实构件的材质证明文件，确保其符合设计要求的材质标准。焊接质量的检查则需通过无损检测手段，如超声波探伤、X射线探伤等，确保焊缝内部无缺陷。还需对构件的标识进行核对，确保构件的编号、规格、材质等信息与施工图纸和设计文件一致。对于验收不合格的构件，应及时记录并通知供应商进行退换或修复，严禁使用不合格构件进行安装施工。在验收合格后，构件应妥善保管，避免在存放和运输过程中受损。存放场地应平整、干燥、通风良好，并设置必要的防护措施，如防雨棚、防撞垫等。运输过程中应采取固定措施，防止构件在运输过程中发生碰撞、变形或损坏^[4]。

4.2 钢支座的定位预埋

在钢支座定位前，应根据施工图纸和设计文件，结合现场实际情况，确定钢支座的准确位置。定位过程中，需使用精密测量工具，如全站仪、经纬仪等，对钢支座的位置进行精确测量和校准。同时还需考虑温度变化、地基沉降等因素对钢支座位置的影响，预留适当的调整空间。预埋过程中，应确保预埋件的尺寸、形状、材质及位置符合设计要求。预埋件应与基础混凝土牢固结合，避免在后续施工过程中发生松动或位移。为此，在预埋前需对预埋件进行除锈、清洁等处理，确保其与混凝土的粘结力，还需采取必要的固定措施，如使用锚筋、锚板等，将预埋件牢固地固定在基础上。在预埋完成后，应进行验收和检查，验收人员需对预埋件的位置、尺寸、材质及与基础的结合情况进行全面检查，确保预埋质量符合设计要求。对于不符合要求的预埋件，应及时进行修复或更换，确保后续施工的顺利进行。在钢支座定位预埋过程中，还需注意与施工现场的协调配合。如与其他施工工序的交叉作业、施工场地的合理利用等，以确保施工效率和质量。

4.3 施工过程中的监测与调整

监测工作应贯穿于整个施工过程，包括构件吊装、拼接、焊接、校正等各个环节。监测内容主要包括构件的尺寸、位置、变形、应力等方面。尺寸和位置的监测需确保构件符合设计要求，避免因尺寸偏差或位置错误

导致结构失稳。变形的监测需关注构件在吊装、拼接等过程中的变形情况，及时采取措施进行校正。应力的监测则需通过应力传感器等设备，实时监测结构内部的应力分布和变化情况，确保结构在受力过程中处于安全状态。在监测过程中，如发现偏差或问题，应及时进行调整，调整方法包括但不限于使用千斤顶、拉索、支撑等设备进行校正，或调整施工顺序、施工方法等措施^[5]。调整过程中需严格控制调整力度和速度，避免对结构造成过大的冲击或损伤。还需对监测数据进行及时整理和分析，通过对监测数据的分析，可以了解结构的受力状态和变形情况，为后续的施工和验收提供科学依据。还需根据监测数据及时调整施工方案和措施，确保施工质量和安全。在施工过程中，还需加强与相关方的沟通协调，如与设计单位、监理单位、施工单位等保持密切联系，共同解决施工过程中遇到的问题和困难。通过各方的共同努力和协作，可以确保施工过程的顺利进行和整体结构的安全性。

结束语

公共建筑大跨度空间钢结构的安装施工技术是一项复杂而系统的工程，涉及多个环节和关键技术。通过不断优化施工方案、提高施工人员技术水平、加强质量监控等措施，可以有效提升安装施工的质量和效率。未来，随着技术的不断进步和创新，大跨度空间钢结构的安装施工技术将更加成熟和完善，为公共建筑的安全、稳定和可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]张艳平.基于公共建筑大跨度空间的钢结构安装施工技术[J].中国建筑金属结构,2023,22(07):4-6.
- [2]赵明军.某高铁站房大跨度屋盖钢结构安装施工技术研究[J].建设监理,2024(04):99-103.
- [3]泮鑫涛,李厚儒.住宅大跨度钢结构大型构件施工安装技术分析[J].居舍,2024(11):82-85.
- [4]岳诚,王青海.大跨度钢结构安装过程研究[J].建筑技术开发,2022,49(21):107-109.
- [5]王加宏.浅谈钢网架结构高空散装法施工技术应用[J].中国建筑金属结构,2022(11):20-22.