

钢结构桁架累积滑移施工技术

王敬遵

北京首钢建设集团有限公司 北京 100043

摘要：钢结构桁架累积滑移施工技术是一种高效、经济的大跨度结构安装方法。该技术通过预先在地面上或高空平台上拼装桁架单元，然后利用滑移轨道和推进装置，逐步将桁架滑移到设计位置。滑移过程中，采用计算机控制同步液压爬行器，确保各滑移单元的同步性和稳定性。该技术具有操作方便、安全可靠、适用性广泛等优点，特别适用于结构刚度较小、跨度大、重量重的钢结构安装。累积滑移法不仅节省了工装材料，还保证了工期进度，是现代钢结构施工中不可或缺的重要技术。

关键词：钢结构桁架；累积滑移；施工技术

引言：随着现代建筑技术的不断发展，钢结构桁架因其独特的力学性能和施工便捷性，在大型场馆、桥梁、工业厂房等领域得到广泛应用。然而，传统吊装方法在面对超大型、超重桁架时存在诸多局限。钢结构桁架累积滑移施工技术应运而生，为这类难题提供了创新解决方案。该技术通过在地面或特定平台上预先拼装桁架，再沿预设轨道逐步滑移至设计位置，有效降低了施工难度和成本，提升了安全性和效率。

1 钢结构桁架累积滑移施工技术概述

1.1 钢结构桁架的基本概念

1.1.1 定义与分类

钢结构桁架是一种由杆件通过节点连接而成的空间结构体系，具有三角形、梯形、多边形等多种几何形状。它主要由上弦杆、下弦杆和腹杆组成，能够承受来自各方的荷载并将其传递到基础。根据结构形式的不同，桁架可以分为简支桁架、连续桁架和悬臂桁架等类型。简支桁架两端采用简支方式，适用于中小型桥梁、屋架等结构；连续桁架以多跨连续的形式布置，适用于大跨度桥梁或工业厂房；悬臂桁架则一端或两端设有悬挑结构，常用于大跨度桥梁的建造。

1.1.2 桁架结构的特点与优势

桁架结构的主要特点在于其受力合理、材料利用率高。在桁架中，杆件主要承受轴力，弯矩与剪力的作用相对微弱。这种受力模式使得桁架结构在承受相同荷载时，所需的材料更少、重量更轻。此外，桁架结构还具有施工速度快、易于维护和改造等优点。在节点设计方面，桁架可采用焊接、螺栓连接等方式来实现，灵活多样，适应性强。

1.2 累积滑移施工技术的原理

1.2.1 累积滑移的基本概念与原理

累积滑移施工技术是一种将钢结构桁架分段拼装后，沿预设轨道逐步滑移到设计位置的施工方法。在滑移过程中，各段桁架通过牵引设备或顶推设备实现同步移动。当一段桁架滑移到位后，再拼装下一段桁架并进行滑移，如此循环直至整个桁架结构安装完成。

1.2.2 累积滑移与单件吊装、整体提升等施工方法的比较

相较于单件吊装和整体提升等施工方法，累积滑移施工技术具有显著的优势。它不需要大型起重设备，降低了施工成本；同时，由于桁架是分段拼装并滑移到位的，因此减少了高空作业的风险，提高了施工安全性。此外，累积滑移施工技术还具有对周边环境影响小、施工周期短等优点。

1.3 累积滑移施工技术的适用范围

(1) 内部有夹层、跨度相对较大、不适合设置滑移胎架或整体提升施工的钢结构桁架。对于内部有夹层或跨度相对较大的钢结构桁架，传统的滑移胎架或整体提升施工方法往往难以适应。此时，累积滑移技术可以发挥其灵活性和适应性的优势，将桁架结构分段或整体滑移到目标位置，无需设置复杂的滑移胎架或起重设备。

(2) 地面拼装条件良好，且具备较好的周边支承条件的建筑。累积滑移施工技术需要地面拼装条件良好，以便进行精确的拼装和调试。同时，为了确保滑移过程中的安全性和稳定性，施工现场还需要具备良好的周边支承条件。这些条件包括稳固的滑移轨道、可靠的牵引设备和监测系统，以及专业的施工团队和技术支持。

2 钢结构桁架累积滑移施工技术要点

2.1 施工准备

(1) 桁架的制作与运输。桁架的制作是累积滑移施工的基础。在制作过程中，应严格按照设计图纸和工艺

要求进行加工,确保杆件的尺寸、形状和材质符合要求。同时,应加强质量控制,对关键部位进行无损检测,确保桁架的整体性能和安全性。桁架的运输也是施工准备的重要环节。在运输过程中,应采取有效的保护措施,防止桁架受损或变形。对于大型桁架,可能需要采用专用的运输车辆和吊装设备,确保安全、顺利地运送到施工现场^[1]。(2)拼装平台的搭设与滑道布置。拼装平台是桁架拼装的重要场所,应搭设在坚实、平整的地面上,并具备足够的承载力和稳定性。平台的大小和形状应根据桁架的尺寸和拼装要求进行设计,确保桁架能够顺利拼装完成。滑道的布置应根据桁架的滑移方向和距离进行规划。滑道应设置在拼装平台的末端,并延伸至目标位置。滑道的材质、宽度和坡度等参数应根据桁架的重量、尺寸和滑移速度进行选择,确保滑移过程的平稳和安全。

2.2 滑移轨道的设计与安装

(1)轨道的选型与材料选择。滑移轨道是累积滑移施工的关键部件,其选型和材料选择直接关系到滑移过程的安全性和稳定性。常用的轨道类型包括钢轨、工字钢、槽钢等,具体选择应根据桁架的重量、尺寸和滑移距离等因素进行综合考虑。轨道材料应具备足够的强度和耐磨性,以确保在长期使用过程中不发生变形或损坏。同时,轨道的表面应光滑、平整,以减少滑移过程中的摩擦阻力。(2)轨道的安装与调试。轨道的安装应严格按照设计图纸和工艺要求进行,确保轨道的直线度、平行度和水平度等参数符合要求。在安装过程中,应采取有效的固定措施,防止轨道在滑移过程中发生位移或变形。轨道调试是确保滑移过程平稳、安全的重要环节。在调试过程中,应对轨道的坡度、摩擦阻力等进行测试和调整,确保桁架在滑移过程中能够保持稳定的速度和姿态^[2]。(3)轨道的润滑与保护措施。为了减少滑移过程中的摩擦阻力,提高滑移效率,应对轨道进行润滑处理。常用的润滑剂包括油脂、石蜡等,具体选择应根据轨道的材质和滑移速度等因素进行综合考虑。同时,为了保护轨道不受腐蚀和损坏,还应采取适当的保护措施,如涂覆防锈漆等。

2.3 牵引系统的设计与安装

(1)牵引设备的选型与布置。牵引设备是累积滑移施工的动力来源,其选型和布置应根据桁架的重量、尺寸和滑移距离等因素进行综合考虑。常用的牵引设备包括卷扬机、电动葫芦等,具体选择应根据实际情况进行选择。牵引设备的布置应确保在滑移过程中能够保持稳定和同步。对于大型桁架,可能需要采用多台牵引设备

进行同步牵引,以确保滑移过程的平稳和安全。(2)牵引力的计算与校核。牵引力的计算是确保牵引设备选型合理、滑移过程平稳安全的关键。在计算过程中,应考虑桁架的重量、滑移速度、摩擦阻力等因素,确保牵引设备能够提供足够的牵引力。同时,还应应对牵引力进行校核,确保在滑移过程中不会出现超载或失速等情况。

(3)牵引系统的同步控制与安全防护。为了确保牵引系统的同步性和安全性,必须采取一系列的控制措施。同步控制通常通过电气或液压系统实现,可以确保所有牵引设备在滑移过程中保持一致的牵引速度和力量,从而避免桁架因受力不均而产生扭曲或偏移。安全防护措施同样至关重要。首先,牵引设备应配备紧急停机装置,以便在出现异常情况时能够迅速停止滑移。其次,施工现场应设置明显的安全警示标志,提醒工作人员注意安全。此外,还应应对牵引系统进行定期的检查和维护,确保其始终处于良好的工作状态。

2.4 桁架的拼装与滑移

(1)桁架的拼装顺序与方法。桁架的拼装应遵循一定的顺序和方法。首先,应根据设计图纸和工艺要求,将桁架的杆件按照预定的顺序进行组装。在组装过程中,应确保杆件的连接节点牢固、准确,避免出现错位或松动等情况。其次,对于大型桁架,可以采用分段拼装的方法,将桁架分成若干个小段进行拼装,然后再将小段连接起来形成整体。这种方法可以降低拼装的难度和风险,提高拼装效率。(2)滑移过程的控制与监测。滑移过程是累积滑移施工的核心环节,必须严格控制。在滑移过程中,应密切关注桁架的运动状态和受力情况,确保桁架保持稳定的速度和姿态。同时,还应应对滑移距离、滑移速度等参数进行实时监测,以便及时调整牵引力和滑移方向。此外,还应加强对轨道、牵引设备等关键部件的监测和维护,确保其始终处于良好的工作状态^[3]。(3)滑移过程中可能出现的问题与应对措施。在滑移过程中,可能会出现各种问题,如轨道变形、牵引力不足、桁架偏移等。针对这些问题,应提前制定相应的应对措施。例如,对于轨道变形问题,可以采取加固轨道、调整轨道坡度等措施;对于牵引力不足问题,可以增加牵引设备数量或调整牵引力分布;对于桁架偏移问题,可以通过调整牵引速度和方向、加强支撑等措施进行纠正。

2.5 落位与固定

(1)桁架滑移到位后的落位方法。当桁架滑移到位后,应采用适当的落位方法将其固定在设计位置上。常用的落位方法包括直接放置、使用支撑结构等。在选择

落位方法时,应考虑桁架的重量、尺寸和形状等因素,确保落位过程平稳、安全。(2)桁架的固定与连接措施。为了确保桁架在固定位置上的稳定性和安全性,必须采取适当的固定和连接措施。常用的固定方法包括焊接、螺栓连接等。在选择固定方法时,应考虑桁架的材质、受力情况和施工环境等因素。同时,还应加强对固定部位的检查和维修,确保其始终处于良好的工作状态。对于连接部位,应采用高强度、耐腐蚀的连接件,并确保连接牢固、可靠。此外,在落位与固定过程中,还应加强对桁架整体的监测和检查,确保其尺寸、形状和位置等参数符合设计要求。如有必要,还可以对桁架进行必要的调整和优化,以提高其整体性能和安全性^[4]。

3 钢结构桁架累积滑移施工技术的优势与挑战

3.1 优势分析

(1)缩短工期、降低成本。累积滑移施工技术通过地面拼装和滑移安装的方式,显著减少了高空作业量,降低了施工难度和风险。相比传统的吊装或整体提升方法,累积滑移技术可以更加高效地利用施工现场的空间和时间资源,从而有效缩短工期。同时,由于减少了大型吊装设备的使用,也进一步降低了施工成本。(2)提高施工效率和质量。累积滑移施工技术采用了现代化的施工设备和工艺,如自动化控制系统、高精度测量仪器等,确保了施工过程的精确性和稳定性。此外,地面拼装的方式使得桁架结构在拼装过程中可以得到充分的检查和调试,从而提高了整体施工质量和安全性。(3)适应性强,可应用于多种复杂环境。累积滑移施工技术具有高度的灵活性,可以适应不同规模、形状和结构的钢结构桁架。无论是在内部有夹层、跨度较大的复杂环境中,还是在地面拼装条件良好且具备周边支承条件的建筑中,累积滑移技术都能发挥出色的表现。这使得它成为了一种广泛应用于各种复杂环境下的高效施工方法。

3.2 挑战与应对措施

(1)技术复杂度高,需要专业施工团队和技术支持。累积滑移施工技术涉及多个关键环节和细节问题,如轨道设计、牵引系统配置、拼装顺序与滑移控制等。这些环节都需要专业的施工团队和技术支持来确保施工过程的顺利进行。因此,在实际应用中,应注重施工团

队的专业培训和技术提升,同时加强与设计单位、设备供应商等合作方的沟通与协作,共同推动技术的不断发展和创新。(2)对轨道、牵引系统等设备的要求较高。累积滑移施工技术的成功实施离不开高质量的轨道、牵引系统等设备支持。这些设备不仅需要具备足够的承载能力和稳定性,还需要满足施工过程中的各种特殊要求,如同步性、精确性、安全性等。为了满足这些要求,应注重设备选型和质量把关工作,同时加强对设备的日常维护和保养工作,确保其在施工过程中始终保持良好的工作状态。(3)滑移过程中可能出现不同步、结构倾覆等风险,需要采取有效的监控和防护措施。在滑移过程中,由于各种原因(如轨道不平整、牵引力分布不均等)可能会导致桁架结构出现不同步或倾覆等风险。为了防范这些风险,应采取有效的监控和防护措施。例如,在滑移过程中实时监测桁架的运动状态和受力情况;在关键部位设置支撑结构以增强其稳定性;在滑移轨道上设置限位装置以防止桁架超出预定范围等。同时,还应加强对施工人员的安全教育和培训,提高他们的安全意识和应急处理能力。

结束语

综上所述,钢结构桁架累积滑移施工技术以其独特的优势,在大跨度、重型钢结构安装领域展现出巨大的应用潜力和价值。通过精细化的施工准备、科学的轨道与牵引系统设计、严谨的拼装与滑移控制,以及稳固的落位与固定措施,该技术不仅确保了施工的高效与安全,还大大节省了成本和时间。随着技术的不断进步和创新,钢结构桁架累积滑移施工技术必将在未来更多的工程项目中发挥重要作用,推动建筑业向更高水平发展。

参考文献

- [1]杨培铎,安立宝.浅谈钢结构网架累积顶推滑移施工技术[J].建筑理论,2023,(05):47-48.
- [2]宋金晶.大跨度钢结构滑移施工技术探讨[J].文化科学,2021,(06):71-72.
- [3]马有录.大跨度网架钢结构滑移法施工技术分析[J].市政工程,2022,(09):109-110.
- [4]刘卫灵.大跨度钢结构滑移施工安全技术及应用[J].建筑技术科学,2021,(03):36-37.