

大跨度钢结构在土建施工中的安装技术研究

王国强

120225*****4536

摘要: 随着我国建筑行业的快速发展,大跨度钢结构凭借其跨度大、空间利用率高、抗震性能好等优势,在体育馆、会展中心、机场航站楼等大型公共建筑中得到广泛应用。然而,大跨度钢结构在土建施工中的安装过程复杂,对技术要求极高,安装质量直接影响整个建筑的结构安全和使用性能。本文结合大跨度钢结构的特点,分析其在土建施工中的安装难点,深入研究常用的安装技术,包括整体提升法、分块安装法、滑移安装法等,并提出相应的质量控制措施,旨在为大跨度钢结构土建施工安装提供技术参考,保障工程质量与安全。

关键词: 大跨度钢结构; 土建施工; 安装技术; 质量控制

DOI: 10.69979/3029-2727.25.02.061

引言

在现代建筑工程领域,大跨度钢结构以其独特的结构优势,成为实现大空间建筑设计的重要结构形式。与传统混凝土结构相比,大跨度钢结构具有自重轻、强度高、施工周期短、可回收利用等特点,能够满足大型建筑对空间跨度和造型美观的需求。但由于大跨度钢结构自身跨度大、构件尺寸大、重量重,在土建施工安装过程中,面临着构件运输与吊装、安装精度控制、结构稳定性保障等诸多挑战。因此,深入研究大跨度钢结构在土建施工中的安装技术,解决安装过程中的关键技术问题,对于提高工程施工质量、确保结构安全具有重要的现实意义。

1 大跨度钢结构的特点及土建施工安装难点

1.1 大跨度钢结构的特点

大跨度钢结构通常指跨度大于30m的钢结构体系,其主要特点体现在以下几个方面:一是跨度大,能够实现较大的建筑空间,满足大型公共建筑的使用功能需求,如大型体育馆的比赛场地、会展中心的展览区域等;二是结构形式多样,常见的有桁架结构、网架结构、网壳结构、悬索结构等,不同结构形式在受力特点、构件组成和安装方式上存在较大差异;三是构件尺寸大、重量重,大跨度钢结构的主梁、钢柱等构件往往长度超过10m,重量可达数十吨甚至上百吨,给构件的生产、运输和吊装带来较大难度;四是对安装精度要求高,由于结构跨度大,构件安装过程中的微小偏差可能会在结构整体成型后被放大,影响结构的受力性能和稳定性,因此需要严格控制安装精度。

1.2 大跨度钢结构土建施工安装难点

受结构特性、施工环境及技术条件影响,大跨度钢结构土建施工安装面临四大核心难点:

一是构件运输与吊装难度大。其构件尺寸大、重量重,运输需考虑路线承载能力及桥隧通行限制,防止构件变形损坏;吊装需依构件重量、尺寸及安装位置选适配设备与方案,若设备选型或方案不合理,易引发构件碰撞、坠落等安全事故,延误工程进度。

二是安装精度控制难度高。安装精度直接关联结构受力与稳定性,尤其网架、网壳等空间结构,节点位置、轴线及标高偏差需严格符合设计要求。但施工中受温度变化(致构件热胀冷缩,易产生附加应力)、风力荷载、地基沉降等影响,构件易变形,大幅增加精度控制难度。

三是结构临时稳定保障难。安装过程中,结构需从零散构件组装为整体,此阶段稳定性差,需依赖临时支撑体系。支撑体系设计与安装需匹配结构受力特点及施工荷载,确保具备足够强度、刚度与稳定性;若设计不合理或安装不牢,易导致结构失稳坍塌,造成人员伤亡与财产损失。

四是交叉作业协调难度大。钢结构施工常与土建、机电安装、装饰装修等多专业交叉进行,需协调各专业施工顺序与节奏。例如,需与土建协调基础预埋螺栓的位置标高,与机电协调管线布置,避免与钢结构冲突;若协调不当,易导致工序混乱,影响施工进度与质量。

2 大跨度钢结构土建施工常用安装技术

针对大跨度钢结构的特点和安装难点,在土建施工过程中,形成了多种成熟的安装技术,不同安装技术具有不同的适用范围和技术特点,在实际工程中需要根据结构形式、施工环境和工程要求等因素选择合适的安装技术。以下对几种常用的安装技术进行详细阐述:

2.1 整体提升法

整体提升法是将大跨度钢结构在地面上进行整体组装,然后利用提升设备将整个结构提升至设计标高并进行固定的安装方法。该方法具有施工场地占用小、高空作业少、安装精度易控制等优点,适用于网架结构、网壳结构等空间结构以及跨度较大的桁架结构。

在采用整体提升法进行安装时,首先需要在地面上设置组装平台,根据结构设计图纸将钢结构构件在组装平台上进行整体组装,确保构件之间的连接符合设计要求。然后,在结构的上方或周边设置提升设备,常用的提升设备有液压千斤顶、电动葫芦等,提升设备的数量和布置位置需要根据结构的重量和受力特点进行计算确定。在提升过程中,需要采用同步控制系统对各提升设备的提升速度进行控制,确保结构在提升过程中保持水平,避免因提升速度不一致导致结构产生变形或损坏。当结构提升至设计标高后,需要及时对结构进行临时固定,然后进行永久连接和卸载操作,完成整个结构的安装。

在整体提升法施工过程中,需要注意以下几点:一是组装平台的平整度和强度需要满足要求,避免因平台变形影响结构的组装精度;二是提升设备的选型和安装需要严格按照设计要求进行,确保其性能可靠;三是提升过程中的监测工作至关重要,需要实时监测结构的位移、应力和变形情况,一旦发现异常,及时采取措施进行处理。

2.2 分块安装法

分块安装法是将大跨度钢结构按照一定的原则分割成若干个独立的安装单元,然后将每个安装单元分别吊装至设计位置进行组装的安装方法。该方法适用于结构体型复杂、跨度较大且构件重量较重的钢结构,如大型体育馆的屋盖钢结构、会展中心的桁架结构等。

分块安装法的关键在于安装单元的划分,安装单元的划分需要考虑构件的受力特点、运输和吊装条件以及现场施工进度等因素。在划分安装单元时,应确保每个安装单元具有足够的刚度和稳定性,避免在运输和吊装过程中发生变形。同时,安装单元之间的连接节点应设计合理,便于现场组装和调整。

在分块安装过程中,首先需要将划分好的安装单元在工厂进行加工制作,然后运输至施工现场。在施工现场,根据安装顺序将每个安装单元吊装至设计位置,利用临时固定装置将其固定,然后进行安装单元之间的连接和调整。在连接过程中,需要严格控制连接节点的安装精度,确保构件之间的连接符合设计要求。当所有安装单元安装完成后,对整个结构进行整体调整和验收,

确保结构的受力性能和稳定性满足设计标准。

分块安装法的优点是可以减少高空作业量,降低施工难度,提高施工效率,同时便于工厂化生产和现场施工的协调。但该方法对安装单元的划分和连接节点的设计要求较高,若安装单元划分不合理或连接节点处理不当,可能会影响结构的整体性能。

2.3 滑移安装法

滑移安装法是将大跨度钢结构的构件在预先铺设的滑移轨道上进行滑移,将其移动至设计位置进行安装的方法。该方法适用于跨度较大、结构沿某一方向长度较长且施工现场场地狭窄的钢结构工程,如大型厂房的屋盖钢结构、桥梁的钢结构主梁等。

滑移安装法的主要设备包括滑移轨道、滑移支座、牵引设备和导向装置等。滑移轨道通常采用型钢制作,铺设在结构的支座或临时支撑上,其平整度和直线度需要严格控制,确保构件能够顺利滑移。滑移支座安装在构件的底部,与滑移轨道接触,能够减少构件滑移过程中的摩擦力。牵引设备通常采用液压千斤顶或卷扬机,通过牵引钢丝绳带动构件在滑移轨道上移动。导向装置用于控制构件的滑移方向,避免构件在滑移过程中发生偏移。

在滑移安装过程中,首先需要在施工现场铺设滑移轨道,并安装好滑移支座、牵引设备和导向装置。然后,将钢结构构件吊装至滑移轨道上,利用牵引设备带动构件沿滑移轨道缓慢滑移。在滑移过程中,需要控制牵引速度,确保构件滑移平稳,同时密切监测构件的位移和变形情况,及时调整牵引力度和导向装置,避免构件与轨道或其他建筑物发生碰撞。当构件滑移至设计位置后,将其固定在支座上,完成安装工作。

滑移安装法的优点是施工场地占用小,不受现场施工环境的限制,能够有效缩短施工周期,提高施工效率。但该方法对滑移轨道的铺设精度和牵引设备的控制要求较高,在滑移过程中需要做好防滑、防偏和减震措施,确保施工安全。

3 大跨度钢结构土建施工安装质量控制措施

大跨度钢结构安装质量直接决定结构安全与使用性能,需从施工前、施工过程中、施工后三阶段落实全流程质量控制,确保符合设计与规范要求。

3.1 施工前质量控制

施工前控制是质量保障的基础,核心围绕三方面开展:

一是图纸会审与技术交底。组织设计、施工、监理三方开展图纸会审,明确设计意图,排查构件尺寸标注

模糊、节点连接不合理等问题并及时修正；施工单位需编制技术交底文件，向施工人员详细说明施工工艺、安装方法、质量标准及安全要点，确保人员熟练掌握技术细节。

二是构件质量管控。选择具备资质与产能的构件厂家，从源头把控原材料质量，确保符合设计标准；生产期间定期驻厂检查，监督构件加工精度与焊接质量；构件运至现场后，严格验收外观、尺寸偏差及出厂合格证，不合格构件一律退货，禁止用于工程。

三是施工方案制定。依据结构形式、施工环境及工程要求，编制包含工艺流程、安装方法、吊装设备选型、临时支撑设计、质量与安全措施的方案；通过多方案比选，选择技术先进、经济合理、安全可靠的方案，经专家评审通过后方可实施。

3.2 施工过程中质量控制

施工过程是质量控制的关键，需聚焦四大核心环节：

一是安装精度控制。采用全站仪、水准仪、经纬仪等先进设备，实时监测构件安装位置、轴线偏差、标高及垂直度，严格按测量规范操作，确保数据准确；对出现的偏差及时调整，例如网架结构安装中，通过全站仪监测节点坐标并修正，保障安装精度。

二是构件连接控制。按设计与焊接规范操作，确保焊接接头强度与密封性，重要接头需经超声波、射线等无损检测；螺栓连接需保证拧紧力矩符合设计要求，避免节点松动或损坏。

三是临时支撑控制。按设计方案施工临时支撑，确保支撑构件的材质、规格、安装位置达标；验算支撑体系的强度、刚度与稳定性，使其能承受结构自重与施工荷载；安装期间定期检查维护，防止支撑失效导致结构失稳。

四是施工环境控制。针对不同环境采取应对措施：高温时避开中午焊接，防止接头裂纹；大风天气停止高空吊装，避免构件碰撞；雨天做好构件防雨防潮，防止生锈或变形。

3.3 施工后质量控制

施工后控制是质量保障的最后防线，重点做好三项工作：

一是结构整体验收。组织三方开展验收，检查结构外观、安装精度、构件连接质量及受力稳定性，严格按标准核查，发现问题及时整改，直至验收合格。

二是防腐与防火处理。防腐采用涂刷涂料的方式，确保涂料品种、厚度达标，涂刷均匀无漏涂、流挂；防火通过涂刷防火涂料或包裹防火板材实现，保证耐火极限符合设计，按防火规范操作。

三是后期监测与维护。建立监测维护制度，定期监测结构位移、应力与变形，及时处理异常问题；定期检查防腐、防火涂层，对损坏部分及时修补，保障结构使用寿命与安全。

4 结论与展望

4.1 结论

大跨度钢结构是现代建筑重要形式，具有跨度大、结构多样、构件重、精度要求高的特点，安装面临运输吊装难、精度控制难、临时稳定保障难、交叉作业协调难等问题，需针对性解决。整体提升法、分块安装法、滑移安装法各有适用范围，需依结构、环境、工程要求选择以保障安全与质量。其安装质量控制需覆盖施工前（图纸会审、构件检验、方案制定）、施工中（精度、连接、临时支撑控制）、施工后（验收、防腐防火、后期维护）全流程。

4.2 展望

未来大跨度钢结构安装技术将向四方向发展：一是应用智能化技术，如智能吊装、BIM模拟、传感器监测；二是研发新型技术，如超大跨度“分段提升+空中对接”、异形结构“实时定位+动态调整”技术，适配新型材料；三是发展绿色技术，研发节能设备、优化工艺、探索低碳临时支撑；四是完善标准化体系，制定统一标准，建立技术数据库。

参考文献

- [1] 赵金红. 大跨度钢结构桁架整体提升施工技术研究[C]//2024年全国土木工程施工技术交流会论文集(上册). 2024.
- [2] 景朝辉. 大跨度钢结构施工控制研究[J]. 2020.
- [3] 张祖常. 基于大跨度空间钢结构的房屋施工技术分析[J]. 青年科学: 下半月, 2014, 000(001): P. 2-2.
- [4] 鲜君, 张福. 大跨度空间钢结构安装施工技术研究[J]. 工业 C: 00137-00137[2025-09-14].
- [5] 徐驰. 大跨度钢结构场馆悬挂结构施工技术研究[J]. 绿色建筑, 2021. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-1672. 2021. 05. 022.