

钢结构在大跨度建筑中的应用与技术创新

董志鹏

身份证号: 231121199102164914

摘要： 随着建筑行业的蓬勃发展，大跨度建筑的需求日益增长。钢结构凭借其独特优势，在大跨度建筑领域得到广泛应用，并不断推动技术创新。本文深入探讨了钢结构在大跨度建筑中的应用情况，详细阐述了相关技术创新成果，旨在为该领域的进一步发展提供理论支持与实践参考。通过对多种大跨度建筑类型中钢结构应用的分析，以及对新型结构体系、高性能材料、先进施工技术和监测技术等方面创新的研究，揭示了钢结构在大跨度建筑中广阔的发展前景。

关键词： 钢结构；大跨度建筑；应用；技术创新

Application and Technological Innovation of Steel Structure in Large-Span Buildings

Dong Zhipeng

ID: 231121199102164914

Abstract: With the vigorous development of the construction industry, the demand for large-span buildings is increasing. Due to its unique advantages, steel structures have been widely used in the field of large-span buildings, continuously driving technological innovation. This article delves into the application of steel structures in large-span buildings and elaborates on related technological innovations, aiming to provide theoretical support and practical reference for the further development of this field. Through the analysis of steel structure applications in various types of large-span buildings, as well as research on innovations in new structural systems, high-performance materials, advanced construction techniques, and monitoring technologies, this paper reveals the broad development prospects of steel structures in large-span buildings.

Keywords: steel structure; large-span building; application; technological innovation

引言

随着社会经济的发展和人们对建筑空间需求的不断增大，大跨度建筑在体育场馆、会展中心、机场航站楼等公共建筑领域得到了广泛应用。钢结构由于具有轻质高强、施工速度快、抗震性能好等诸多优点，成为了大跨度建筑的首选结构形式。同时，为了更好地满足大跨度建筑的功能需求和提高建筑质量，钢结构在大跨度建筑中的应用也不断伴随着技术创新。本文将对钢结构在大跨度建筑中的应用现状及技术创新成果进行深入探讨。

一、钢结构技术发展现状

在社会经济迅猛发展的背景下，我国在世界上的钢产量已经跃居第一，并且也大力着手于节约用钢理念向着科学、快速以及主动发展钢产业的方向转变。除在超高层项目施工中存在一些缺陷之外，目前在中低层与普通高层建筑施工中，我国的钢结构技术已经达到领先水准^[1]。大跨度空间钢结构是一种集现代科技和新型建材于一体的新型建筑技术，已被国内越来越多的企业所采用^[2]。众多大型体育场馆、会展中心的建设，不仅展现出钢结构的精湛工艺，更通过技术创新，有效降低用钢量。与此同时，科研团队持续攻坚超高层施工难题，借助数字化模拟与新型材料研发，力求补齐短板。相信不久的将来，我国钢结构技术在全领域

都将迈向新高度，引领全球建筑行业革新。

二、钢结构在大跨度建筑中的应用优势

（一）轻质高强特性

钢材具有较高的强度与质量比，其强度显著高于传统建筑材料如混凝土。在大跨度建筑中，结构需承受巨大的重力荷载以及风荷载、地震作用等水平荷载。钢结构凭借轻质高强的特点，能够在满足结构承载能力要求的前提下，大幅减轻结构自重。例如，在相同跨度和荷载条件下，钢结构的重量相较于混凝土结构可减轻很多，这不仅降低了基础工程的难度和成本，减少了基础材料的用量，还使得结构在地震等自然灾害发生时，所受的地震

力减小,有利于提高结构的抗震性能。

（二）良好的韧性和延展性

钢材的晶体结构使其具备良好的韧性和延展性。在大跨度建筑中,由于结构跨度大,在各种荷载作用下会产生较大的变形。钢结构能够在变形过程中吸收大量能量,而不发生突然脆性断裂^[3]。当遭遇强烈地震或极端风荷载时,钢结构可以通过自身的变形来耗散能量,保持结构的整体性,为人员疏散和救援争取时间,有效保障了建筑内人员的生命安全和建筑结构的安全稳定。

（三）施工速度快

钢结构的构件可在工厂进行标准化、工业化生产,生产精度高且质量稳定。完成生产后,构件运输至施工现场进行快速装配。与传统钢筋混凝土结构相比,钢结构减少了大量现场湿作业,如混凝土浇筑、养护等环节,大大缩短了施工周期^[4]。对于一些大型体育场馆、会展中心等对建设周期要求较高的大跨度建筑项目,快速施工能够使项目更快投入使用,降低项目的时间成本,提高投资效益。

（四）可装配性与可拆性好

钢结构构件之间多采用螺栓连接、焊接等方式,具有良好的可装配性。在建筑需要改造、扩建或功能调整时,钢结构构件易于拆卸和重新组装。而且,拆卸后的钢结构构件可进行回收再利用,符合可持续发展的理念。在一些临时性大跨度建筑或对建筑空间布局灵活性要求较高的场所,钢结构的可拆性和可重复利用性优势尤为突出,有效减少了建筑废弃物的产生,降低了对环境的影响^[5]。

三、钢结构在大跨度建筑中的应用类型

（一）体育场馆

体育场馆作为举办各类体育赛事和大型活动的场所,需要大空间来满足观众观赛、运动员比赛以及赛事运营等多种功能需求。钢结构在体育场馆中应用广泛,形式多样。空间桁架结构是常见的一种形式,它由多根杆件通过节点连接组成空间受力体系,各杆件主要承受轴向力,能够充分发挥钢材的强度优势,为体育场馆提供开阔、无柱的比赛空间^[6]。例如,许多大型足球场、篮球馆的屋盖采用空间桁架结构,可实现较大跨度,满足场地使用要求。网架结构也是体育场馆常用的钢结构形式,它具有空间受力、整体性好、造型美观等特点。网架结构通过合理布置杆件,能够将屋面荷载均匀传递到下部支撑结构,适用于大跨度体育场馆的屋盖设计,可为观众带来良好的视觉体验。

（二）会展中心

会展中心用于举办各类展览、会议、商业活动等,需要大跨度的室内空间来展示展品和容纳大量人员。钢结构在会展中心的应用多采用管桁架结构和张弦梁结构等形式。管桁架结构由钢管杆件组成,外形简洁美观,杆件主要承受轴向力,结构受力性能良好。在会展中心的展厅和会议空间中,管桁架结构能够实现较大跨度,满足内部空间的灵活性需求,便于布置展位和活动设施。张弦梁结构是一种由刚性构件和柔性拉索组成的自平衡体

系^[7]。刚性构件(如钢梁)承受压力,拉索承受拉力,通过施加预应力,使结构在承受外荷载时,内力分布更加合理,从而提高结构的跨越能力。张弦梁结构常用于会展中心的大型屋盖,其独特的结构形式不仅能够实现大跨度,还具有良好的建筑造型效果,为会展中心增添独特的建筑魅力。

（三）机场航站楼

机场航站楼作为航空运输的关键枢纽,承担着旅客候机、登机、行李处理等多种功能,需要宽敞、流畅的内部空间。钢结构在机场航站楼中常采用钢框架-支撑结构体系或钢桁架结构体系等。钢框架-支撑结构体系结合了钢框架结构的空间布置灵活性和支撑结构的抗侧力性能优势。在风荷载和地震作用下,支撑结构能够有效地抵抗水平力,保证结构的稳定性,同时钢框架结构可灵活布置内部空间,满足机场航站楼复杂的功能分区需求^[8]。钢桁架结构体系则常用于机场航站楼的大跨度屋盖部分。钢桁架通过合理布置杆件,能够承受屋面传来的各种荷载,并将其传递到下部支撑结构。在一些大型机场航站楼中,钢桁架结构的屋盖可实现较大跨度,营造出开阔、明亮的候机空间,为旅客提供舒适的候机环境。

四、钢结构在大跨度建筑中的技术创新

（一）新型结构体系的研发

随着对大跨度建筑性能要求的不断提高,新型钢结构体系不断涌现。预应力钢结构体系通过对结构施加预应力,改变结构的受力状态,提高结构的刚度和承载能力,同时可减少钢材用量。在一些大跨度桥梁和体育场馆中,预应力钢结构体系得到应用,通过在结构中设置预应力拉索或预应力筋,使结构在承受外荷载前预先储备一定的应力,从而提高结构的整体性能^[9]。索膜钢结构体系是将索结构、膜结构与钢结构有机结合的新型结构体系。索结构提供主要的抗拉受力体系,膜结构作为屋面覆盖材料,具有轻质、透光性好、造型美观等特点,钢结构则用于连接和支撑索膜结构。这种体系在一些对建筑造型和空间效果要求较高的大跨度建筑中广泛应用,如展览馆、文化艺术中心等,能够营造出独特的建筑空间氛围。

（二）高性能钢材的应用

为满足大跨度钢结构日益增长的受力和耐久性要求,高性能钢材的应用越来越普遍。高强度钢材如Q460、Q690等,相较于传统的Q235、Q345钢材,具有更高的屈服强度和抗拉强度。在相同承载能力要求下,使用高强度钢材可减少钢材的截面尺寸和用量,从而减轻结构自重,降低运输和安装成本。在一些大型体育场馆和高层建筑的大跨度钢结构中,高强度钢材的应用有效提高了结构的性能和经济性。耐候钢是一种具有良好耐腐蚀性的钢材,其在大气环境中能够形成一层致密的氧化保护膜,阻止钢材进一步锈蚀。在大跨度钢结构建筑中,尤其是一些暴露在室外环境的结构,使用耐候钢可减少防腐维护工作,降低维护成本,延长结构的使用寿命。例如,一些桥梁、户外大型展览馆等大跨度钢结构建筑采用耐候钢,既保证了结构的安全性,又体现了建筑

的耐久性和环保性。

（三）先进施工技术的发展

在大跨度钢结构施工领域，先进施工技术不断发展。整体提升技术是将钢结构在地面拼装成整体，然后利用液压提升设备、提升千斤顶等将结构提升到设计位置。该技术减少了高空作业量，提高了施工安全性和质量，常用于大型体育场馆、会展中心等大跨度钢结构屋盖的施工^[10]。通过精确控制提升设备的同步性，能够确保结构在提升过程中的稳定性和准确性。虚拟预拼装技术借助计算机三维建模软件，对钢结构构件进行虚拟建模和预拼装。在计算机模型中，可模拟构件的加工、运输、安装等全过程，提前发现构件之间可能存在的碰撞、尺寸偏差等问题，并及时进行调整和优化。这避免了现场实际预拼装中可能出现的返工现象，提高了施工效率和质量，降低了施工成本。

（四）结构健康监测技术的应用

大跨度钢结构建筑结构复杂、跨度大、使用功能重要，对结构的安全性和可靠性要求极高。结构健康监测技术通过在钢结构构件上安装应力传感器、应变传感器、位移传感器、振动传感器等设备，实时采集结构在不同荷载作用下的应力、应变、位移、振动等数据。这些数据通过无线传输技术或有线传输方式发送到数据处理中心，利用数据分析软件对数据进行处理和分析，评估结构的健康状况。当结构出现异常时，如构件应力超过允许值、

结构变形过大等，监测系统能够及时发出预警，为结构的维护、管理和决策提供科学依据，保障大跨度钢结构建筑的长期安全使用。

五、结束语

钢结构以其轻质高强、施工速度快、可装配性好等诸多优势，在大跨度建筑的体育场馆、会展中心、机场航站楼等各类建筑类型中得到广泛且深入的应用，成为实现大跨度空间的关键结构形式。同时，在技术创新方面成果丰硕，新型结构体系不断涌现，高性能钢材的应用提升了结构性能，先进施工技术提高了施工效率和质量，结构健康监测技术为结构的长期安全运行提供了保障。随着建筑行业的持续发展以及人们对大跨度建筑功能和品质要求的不断提升，钢结构在大跨度建筑领域将面临更多机遇和挑战。未来，需进一步加强对于新型结构体系的理论研究和工程实践，研发更高性能、更绿色环保的钢材，持续改进施工技术以适应复杂的工程环境，完善结构健康监测技术的智能化水平。通过不断的技术创新和实践探索，钢结构将在大跨度建筑中发挥更大的作用，推动大跨度建筑向更加安全、高效、美观、可持续的方向发展，为建筑行业的进步做出更大贡献。

参考文献

[1] 赵宏安. 超高层大跨度建筑物钢结构连廊施工技术研究 [J]. 中国高新科技, 2023, (18): 60–63. DOI: 10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.18.19.

[2] 邢甲. 综合体建筑中大跨度空间钢结构施工关键技术 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023, (10): 162–164.

[3] 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. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.07.003.

[4] 李庆华, 俞浙东, 彭明东, 等. 超高层建筑大跨度钢结构连廊整体提升施工技术探究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (20): 117–119. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202320039.

[5] 曹燕青. 大跨度屋盖钢结构施工研究——以杭州市某中学在建房屋建筑为例 [J]. 房地产世界, 2023, (22): 139–141.

[6] 余涛. 建筑工程大跨度钢结构施工技术分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(05): 40–42. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362.2023.05.015.

[7] 李铁锁. 大跨度钢结构建筑施工技术探讨 [J]. 江西建材, 2022, (08): 198–199.

[8] 王亮亮. 综合体建筑中大跨度空间钢结构施工技术 [J]. 石材, 2024, (02): 51–53. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2024.0066.

[9] 杨平, 罗军伟, 汪兴文. 大跨度钢结构建筑改造中的安装施工技术研究 [J]. 建筑技术开发, 2023, 50(09): 23–25.

[10] 王军. 钢结构在大跨度建筑中的应用与设计 [J]. 科技资讯, 2023, 21(12): 141–144. DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2303-5042-2527.