

Discussion on Construction Technology of Steel Structure Glass Ceiling in Surrounding Structure of High rise Buildings

Peng Tao

China Water Resources and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., Ltd., Sanmenxia, Henan, 472000, China

Abstract

In the delineation of contemporary urban skylines, high-rise buildings showcase the prosperity and vitality of modern cities with their unique posture. Among them, the steel structure glass ceiling, as a major highlight in modern architectural design, not only gives the building a transparent and beautiful feeling, but also achieves the dual benefits of natural lighting and energy conservation and emission reduction in terms of functionality. However, the construction technology of steel structure glass ceiling in high-rise building enclosure structures has always been a hot topic for technical exploration and innovation in the field of architecture due to its complexity and particularity. This paper aims to deeply analyze the difficulties and innovations of this construction technology, explore technical strategies and practical cases in ensuring structural safety, improving construction efficiency, and ensuring energy conservation and environmental protection, and provide valuable references for promoting green and sustainable development of high-rise buildings.

Keywords

high-rise buildings; steel structure; large span; economically reasonable; quality; detail control

高层建筑围合结构中钢结构玻璃顶棚施工技术探讨

陶鹏

中国水利水电第十一工程局有限公司, 中国·河南 三门峡 472000

摘 要

在当代城市天际线的勾勒中, 高层建筑以其独特的姿态彰显着现代都市的繁华与活力。其中, 钢结构玻璃顶棚作为现代建筑设计中的一大亮点, 不仅赋予建筑物以通透美感, 更在功能上实现了自然采光与节能减排的双重效益。然而, 高层建筑围合结构中的钢结构玻璃顶棚施工技术, 因其复杂性与特殊性, 一直是建筑领域内技术探讨与创新的热点。论文旨在深入剖析这一施工技术的难点与创新点, 探讨在保证结构安全、提升施工效率、确保节能环保等方面的技术策略与实践案例, 为推动高层建筑绿色可持续发展提供有价值的参考。

关键词

高层建筑; 钢结构; 大跨度; 经济合理; 质量; 细节管控

1 引言

高层建筑围合结构中的钢结构玻璃顶棚施工技术, 作为现代建筑技术创新的缩影, 不仅考验着设计者的创意与远见, 更对施工团队的专业技能提出了更高要求。通过采用先进的设计理念、精密的结构计算、高效的施工方法以及高质量的材料应用, 不仅能够克服高空作业、结构承重、防水密封等技术难题, 还能够在美学表现与功能实现上达到新的平衡。

自 1974 年上海师范学院球类馆屋盖采用中国首个钢结构以来, 中国建筑领域开启了空间结构发展的新篇章。这一创举不仅标志着中国在建筑技术上的重大突破, 也预示着钢

结构在中国建筑业广泛应用的开端。

2 分析高层建筑围合结构中钢结构顶棚的发展

钢结构作为一种高性能的建筑结构形式, 其在大跨度建筑中的应用尤为突出, 尤其在体育馆这类对空间开阔度和结构强度有极高要求的场所。然而, 钢结构的施工复杂性不容小觑, 尤其是其在未完全组装成型前无法充分发挥空间承载能力的特点, 给施工带来了额外挑战。以上海体育馆为例, 采取的就地拼装、整体起吊与高空移位的安装策略, 不仅体现了高超的工程技术, 也极大提升了施工效率, 为同类工程提供了宝贵经验。进入 20 世纪 90 年代, 随着技术的进步, 分条制作、高空滑移拼装和整体提升等新型安装方法应运而生, 这些方法不仅减少了现场作业量, 提高了安装精度, 还有效控制了施工成本, 进一步推动了钢结构在大中跨度屋盖建筑中的广泛应用。特别是在唐山震后重建过程中, 鉴于

【作者简介】陶鹏 (1992-) , 男, 中国河南新乡人, 本科, 工程师, 从事EPC施工总承包管理研究。

钢结构卓越的抗震性能，其被广泛应用于如唐山齿轮厂、机车车辆厂等大型工业厂房的重建中，不仅加快了重建速度，更为城市的安全与发展奠定了坚实的基础。如今，钢结构在工业厂房领域的应用已蔚然成风，其规模的不断扩大，不仅见证了中国制造业的蓬勃发展，也是科技进步与建筑创新交相辉映的生动例证。钢结构以其独特的优势，不仅塑造了现代城市的天际线，也为推动建筑行业的绿色、高效、安全发展树立了标杆。钢结构安装虽然有种种方法，但由于施工现场和外界条件的限制，在实际施工过程中仍然会出现种种偏差，这就要求施工单位根据现场情况进行一系列施工组织，施工中存在的问题比较多。

3 钢结构顶棚研究开发对企业、行业的推动作用

近几年，钢结构在公共建筑中用得越来越多，然而施工方法不尽相同，施工中仍然存在诸多的不足，影响项目的施工质量、进度、安全以及综合效益，我团队接触房建项目中目前碰到的钢结构并不多，施工方法不够成熟，无论是从技术层面还是管理层面均需要加以提升。在全球范围内，高效钢材的研发与应用已成为推动建筑业乃至制造业转型升级的重要力量。这些钢材通过独特的合金设计、先进的生产工艺及创新的结构形态，实现了材料性能的显著提升和成本的有效控制，是科技进步在材料领域的一大体现。低合金钢材通过微量合金元素的精准添加，不仅增强了材料的力学性能，还赋予了其耐腐蚀、耐高温等特质，为桥梁、高层建筑等工程提供了更为可靠的支撑。热强化钢材的生产技术，如控制轧制与冷却，使钢材的微观结构得到优化，从而提升材料的整体性能，满足了复杂工程条件下的严苛要求。经济截面钢材，如H型钢、C型钢等，通过优化的截面设计，在保持结构强度的同时减轻了重量，减少了材料消耗，降低了建筑的总体成本，且便于工业化生产和安装，符合绿色建筑的发展趋势。表面处理与冷加工技术的运用，则进一步增强了钢材的耐用性和美观性，拓宽了其应用范围。通过使用高效钢材在建筑工程中已实现约15%的金属节约，而国际上低合金钢的普及更是平均节省了30%的金属用量，这对于缓解资源压力、促进可持续发展具有深远影响。因此，持续探索与推广高效钢材技术，不仅能够提升国家的工业竞争力，也是践行绿色发展理念、推动建筑业高质量发展的关键路径，因此大力发展高效钢材是增加社会效益、缓解钢材紧缺矛盾的重要措施。GB50010—2015《混凝土结构设计规范》和GB50017—2011《钢结构设计规范》都优先推广使用高效钢材。为此企业后续大跨度钢结构施工需要储备前沿人才，推广先进生产技术，进一步增强企业市场竞争力及社会生存能力。通过课题研究活动及成果推广，大跨度钢结构施工整体水平不断提升，在整个行业发展中起到一定的积极引领、推动作用。

4 钢结构技术水平及市场前景

4.1 技术水平

大跨度钢结构施工技术的多样性展现了工程领域的智慧与创新。高空散装法，作为传统而经典的方法，尤其适用于复杂空间结构，它如同在空中织网，将一个个预制构件精准对接，高空中的每一步操作都考验着施工团队的精湛技艺与协同能力。与之相比，分块与分条吊装法则通过地面预组装减少高空作业风险，利用大型起重设备分批次将构件提升至设计位置，既提高了安装效率，也保证了作业安全。整体吊装与整体提升法则更显壮观，它们要求极高的前期策划与精确计算，将巨大结构体一次性或分步骤提升到位，展现了现代工程技术的震撼力。折叠展开安装法则利用结构的可变形特性，先折叠运输至现场再展开成形，这一技术在特殊条件限制的项目中展现出独特优势。通过对大跨度钢结构施工技术研究，提高管理人员对大跨度钢结构施工技术的认知度，使管理人员对大跨度钢结构施工技术从整体的协调把控、施工安排到过程细节控制的管控水平有较大提升，施工的效率进一步提高，产品整体效果符合预期。

4.2 市场前景

企业通过对大跨度钢结构施工技术研究，改善目前大跨度钢结构施工市场普遍存在的“盲目性”，钢材损耗大，杆件的拼接方法不尽相同，拼接方法质量难以控制，大跨度、受力大的结构中高强螺栓球节点的优选并无标准，钢结构焊接质量参差不齐，难以保证，焊接厚薄不均，螺栓节点的锥头与封板及受压杆等细部处理不到位，施工周期长、整体安装效果差等现象，积累同类项目的施工经验，创造精品，提升业绩，能使企业在后续大型公共建筑钢结构施工项目的招标投标活动中处于有利地位，提高企业的市场生存能力。

5 研究开发方向

5.1 主要内容

该课题研究主要内容包括大跨度高层公共建筑围合结构中钢结构玻璃顶棚施工技术，主要内容为钢结构原材料优选、杆件的拼接试验与连接方式的试验与优选，钢结构焊接试验与钢结构质量控制研究、钢结构细部质量研究、支座施工试验与应用等，对图纸及方案进行深度优化改进，同时做好施工工序安排，保证施工有条不紊开展；施工过程中，加强过程细节管控，及时总结纠偏，保证整体效果符合预期；加强各专业之间沟通协调，做好信息管理，保证施工过程中信息通畅，工作高效。

5.2 关键技术

大跨度钢结构的安装过程应当遵循《钢结构工程施工规范》，确定安装流程中必须明确的指标，同时也要结合建筑的高度、尺寸、位置等具体的工程细节，确定钢结构安装的标志点、轴线、标高等等。施工前，小组成员需要提前对各个专业施工图纸进行全面细致的研究、优化，主要在以下

几方面进行：利用 ANSYS 软件进行模拟检查，提前对预埋件位置进行排版及优化，确保承载力满足要求。

5.2.1 施工工序及方法安排策划

针对目前大跨度钢结构施工中存在的问题，合理安排施工工序，避免返工、浪费现象发生：

①针对中国钢结构原材料市场并不是特别健全，各类原材料存在着明显的参差不齐问题，科技小组注重原材料的选择及优化，消除因原材料质量问题导致的后续各类施工质量问题的。

②由于钢管杆件的拼接在现行规程中没有明确规定，现场施工中方法不尽相同，钢材损耗很大，一般预算损耗超过 10%，小组成员在质量、经济合理性、进度等方面综合考虑，对钢管是否可以拼接，拼接安全位置、拼接方式方法等进行研究与应用，提高项目综合效益。

③对高强螺栓板节点在大跨度、受力大的结构中进行比选，利用各自的优越性，取长补短，综合利用。

④钢结构焊接试验与钢结构质量控制研究，通过加衬管等措施，首先进行试验段验证，验证有效再大面积施工，确保焊接质量。

⑤加强对节点等部位的细部控制与研究，确保整个钢结构的薄弱环节安全可靠。

通过工序安排及施工方法研究，现场能够合理组织流水施工，保证各专业、各工序能够有条不紊进行，避免施工中临时出现较大的调整及返工现象，为施工项目进度、质量及成本等目标控制提供有力技术支持。

5.2.2 施工过程细节管控

施工前，进行详细的施工技术交底，明确标准、要求同时，对整体施工安排、计划等都做到所有人员心中有数。现场放样定位根据方案及技术交底的专业排列规则，各专业施工班组在施工过程中，严格按照统一的安装控制基准线进行施工，做到各专业高程、间距、位置等要求在合理范围内吻合，保证各道工序施工过程完全受控，项目安装施工要求、意图均能得到全面体现；加强现场各专业的沟通协调，做好信息管理，保证所有专业沟通顺畅、配合到位，及时解决相应问题，确保各项计划、策划等有效落实，各项管控目标能够顺利实现。

5.3 技术创新点

5.3.1 整体策划及图纸及技术方案的优化

结合实际情况及以往经验教训，有针对性、重点突出地进行整体策划，尤其是对大跨度钢结构施工常见问题方面以及安装方法的选择，从计划安排到整体管控目标都能够明确相应做法及要求，保证项目实施过程中不盲目、不混乱，各项工作有条不紊开展。

工程施工前，小组成员组织大家对图纸及技术方案进行深度优化分析，综合各专业图纸利用 ANSYS 软件模拟等将钢结构图纸进行综合分析，尤其选择典型部位（与支撑构件连接处）进行详细的研究，重点提高精确度效果，提前消除图纸壁垒，针对前期考察调研时得出的常见问题，绘制因果关联图，针对各个主要影响因素，小组组织大家集思广益，查找原因，进行详细的方案优化。

5.3.2 工艺流程分析

图纸及技术方案的优化的基础上对主要工序的施工工艺流程进行全面详细的研究，由于大跨度钢结构的体量大，施工难度高，为避免施工的盲目性，施工方案编制详细、切合实际的工艺流程图以指导现场施工，直观、方便。

5.3.3 施工细节的研究

施工前，将工艺流程及施工方法进行详细的“三级交底”，使每位参与人员熟悉施工工艺及技术要点。安装施工整体受控情况下对骨架间距、平顺度、绕行排布美观性等细节做好过程细节控制，保证完成的项目功能完备同时，排布规则、横平竖直，最终达到整体观感管控效果。施工过程中，小组活动人员尤其加强对土建与钢构安装交叉施工管控，做好安装产品的成品保护工作。通过严格过程细节管控，尽量保证各专业的各道工序一次成活，避免较大返工返修问题。

5.3.4 技术路线

技术准备—构件准备—吊装接头准备—吊装机具准备、人员准备—道路等临时设施准备—绑扎牵引溜绳—绑扎吊具、试吊—屋面梁绑扎、试吊—屋面钢梁起吊、就位、临时固定—屋面钢梁校正、固定—一部分支撑、檩条和系杆安装—结构单元校正—厂房次结构全面安装—主体结构验收—研究效果阶段性检查、验证—总体效果评价—全面详细总结，形成系统的技术报告。

6 结语

综上所述，随着建筑材料科学与施工技术的不断进步，钢结构玻璃顶棚的设计与施工将更加注重生态环保、智能集成与人性化考量，以期在提升城市空间品质的同时，促进城市环境的和谐共生与可持续发展。在此基础上，加强行业内外的交流与合作，共享成功经验与技术创新成果，将为解决高层建筑围合结构中钢结构玻璃顶棚施工技术面临的挑战提供更多可行路径。

参考文献

- [1] 付建新.大跨度高空散装钢结构屋盖网架施工技术探讨[J].工程技术(文摘版),2017,22(1):281.
- [2] 李赞.分析大跨度高空散装钢结构屋盖网架施工技术[J].工程建设与设计,2018,14(5):156-158.