大跨度钢结构安装施工工艺与精度控制方法分析

孙小俊

中国水利水电第四工程局有限公司 青海 西宁 810007

【摘　要】：大跨度钢结构安装施工工艺的合理性与精度控制的有效性，是保障工程结构安全、使用功能的关键。合理选择并规范实施施工工艺，是精度控制的重要前提，而精准的精度控制的能够确保施工工艺高效落地。本文梳理大跨度钢结构安装施工的核心工艺要点，剖析安装过程中精度控制的关键环节与常见问题，提出针对性控制路径，为大跨度钢结构安装施工提供可靠技术参考，助力提升工程施工质量与稳定性。

【关键词】：大跨度钢结构；安装施工工艺；精度控制；施工质量

DOI:10.12417/2705-0998.26.14.003

引言

大跨度钢结构凭借自重轻、跨越能力强、造型灵活的优势，广泛应用于体育场馆、会展中心等大型公共建筑。其施工涉及高空作业、多工序协同等复杂环节，安装工艺的科学性直接影响施工效率与结构成型效果，精度偏差则可能引发结构受力不均、稳定性不足等安全隐患，严重影响工程使用寿命。明确安装施工核心工艺，破解精度控制难题，成为提升工程质量的关键。基于此，梳理工艺要点、分析精度控制需求与实施路径，衔接相关技术与方法的探讨，为工程实践提供可行指引。

1 大跨度钢结构安装施工工艺核心要点

1.1 施工前期准备工艺要点

大跨度钢结构安装施工前期准备工作是确保后续施工顺利推进的基础，涵盖多个关键环节，需全面兼顾施工条件、材料质量与技术规划。施工前需对安装场地进行全面勘察，清理场地障碍物，平整作业面，规划构件运输通道与吊装作业区域，确保场地满足施工设备进场、构件堆放及高空作业的安全要求。同时，需对进场的钢结构构件进行严格检验，核查构件的规格、尺寸、材质及外观质量，排查构件变形、锈蚀等问题，确保构件符合施工要求[1]。需结合结构特点与现场施工条件，制定详细的施工方案，明确安装流程、吊装顺序、临时支撑布置等关键内容，同步完成施工设备的调试与检修，确保起重机、液压提升设备等性能良好，为后续安装施工奠定坚实基础。

1.2 主要安装施工工艺应用

大跨度钢结构安装施工工艺需结合结构特点、现场条件及起重设备性能合理选择，常见工艺包括高空散装法、分条分块吊装法、整体提升法、滑移法等。高空散装法适用于全支架拼装的各类空间网格结构，可根据结构特点选用少支架的悬挑拼装方式，作业时需在高空搭建临时支架，逐件拼装构件并及时固定。分条分块吊装法适用于分割后结构刚度和受力状况改变较小的空间网格结构，需根据起重设备能力确定分条分块的大小，逐块吊装至设计位置后进行拼接。整体提升法适用于平板空间网格结构，在地面将结构整体拼装完毕后，通过液压提升设备缓慢提升至设计标高并就位。滑移法适用于能设置平行滑轨的结构，尤其适合跨越施工或场地狭窄的场景，可实现结构的连续滑移安装，提升施工效率。

1.3 施工过程中的衔接工艺要求

大跨度钢结构安装各工序之间的衔接工艺直接影响施工质量与效率，需严格遵循规范要求，确保各环节无缝衔接。构件吊装就位后，需及时进行临时固定，防止构件偏移或坠落，临时固定措施需结合结构受力特点设计，确保稳固可靠。构件拼接过程中，需注重接口处理，严格控制接口间隙与对接精度，拼接完成后及时进行焊接作业，焊接工艺需符合相关标准，施焊前清理母材与焊丝表面杂质，控制焊接电流、电压及层间温度，避免出现焊接缺陷。同时，需做好各施工工序的交接检查，上一道工序验收合格后，方可进入下一道工序，重点检查构件安装位置、拼接质量及临时固定情况，及时发现并整改衔接过程中的问题。

2 大跨度钢结构安装精度控制的核心问题

2.1 构件安装定位精度偏差问题

构件安装定位精度偏差是大跨度钢结构安装过程中最常见的精度问题，其产生与多种因素相关。构件运输过程中可能出现变形，导致现场安装时定位基准偏移，影响安装精度。吊装过程中，起重设备的操作精度、吊点布置合理性及吊装速度控制不当，会导致构件就位时出现水平或竖向偏移，无法准确对准设计位置[2]。安装过程中未及时对构件位置进行复核，或复核方法不当，会导致偏差累积，进而影响整体结构的安装精度。定位偏差不仅会影响构件拼接质量，还可能导致结构受力不均，降低结构的稳定性与安全性，需重点关注并及时管控。

2.2 施工环境对精度控制的影响问题

大跨度钢结构安装多为露天作业，施工环境中的各类因素会对精度控制产生显著影响。温度变化会导致钢结构构件出现热胀冷缩现象，跨度越大，温度对构件尺寸的影响越敏感，若未采取有效的温度补偿措施，会导致构件安装后出现尺寸偏差，尤其在合拢施工时，温度不当还可能产生次应力。日照直

射会导致构件局部温度不均，引发局部变形，影响安装精度。风力、降水等天气因素会影响吊装作业的稳定性，导致构件就位偏差，同时降水还可能影响焊接质量，间接影响精度控制效果，需采取针对性措施规避环境因素的不利影响。

2.3 施工工艺执行不到位引发的精度问题

施工工艺执行不到位是导致精度偏差的重要原因，诸多环节的不规范操作都会影响精度控制效果。临时支撑体系布置不符合设计要求，支撑点间距不合理或支撑强度不足，会导致构件安装过程中出现沉降或变形，进而引发精度偏差。焊接作业中，焊接工艺参数控制不当、焊接顺序不合理，会导致焊接变形，影响构件的尺寸精度与拼接精度。预应力张拉过程中，未严格遵循分阶段、分级、对称张拉的原则，会导致结构受力不均，引发结构变形，影响整体精度。施工人员操作不规范，对精度控制的重视程度不足，也会导致各类精度问题的出现。

3 大跨度钢结构安装精度控制的关键措施

3.1 构件定位精度控制措施

构件定位精度控制需贯穿安装全过程，从构件进场到吊装就位，层层把控，确保定位准确。构件进场后，需对构件的实际尺寸进行复核，对变形构件进行矫正处理，确保构件符合设计尺寸要求后再进行安装。吊装作业前，精准确定吊点位置，调试起重设备，确保吊装过程平稳，避免构件晃动[3]。构件就位时，采用高精度测量仪器进行实时监测，精准控制构件的水平位置、竖向标高及垂直度，就位后及时进行临时固定，防止偏移。同时，建立定期复核机制，每安装完成一段构件，就对其位置进行复核，及时发现并调整偏差，避免偏差累积，确保整体定位精度。

3.2 施工环境适应性控制措施

针对施工环境对精度控制的影响，需采取针对性的适应性措施，降低环境因素的不利影响。温度控制方面，合理选择施工时间段，尽量避开高温、低温及温度变化剧烈的时段进行安装作业，合拢施工需选取温度稳定的时段，同时根据钢材热胀冷缩特性，采取温度补偿措施，计算温度变化带来的偏差并进行调整。应对日照影响，可在构件表面采取遮阳措施，避免阳光直射导致局部变形，测量作业尽量在温度稳定的清晨或傍晚进行。风力较大时，暂停吊装作业，待风力符合要求后再恢复施工，降水天气做好防雨措施，避免雨水影响焊接质量与构件稳定性，确保环境因素不会引发精度偏差。

3.3 施工工艺规范执行控制措施

规范执行施工工艺是精度控制的核心，需从各环节入手，确保工艺执行到位。临时支撑体系施工需严格按照设计方案进行，精准布置支撑点，控制支撑间距与支撑强度，施工完成后对支撑体系进行验收，确保其满足承载要求与稳定性要求。焊接作业前，明确焊接工艺参数，对施工人员进行技术交底，施焊过程中严格控制电流、电压、焊接速度及层间温度，焊后及时进行无损检测，发现焊接缺陷立即返修。预应力张拉作业需进行全过程施工阶段分析，确定合理的张拉顺序与张拉分级，采用精准的张拉设备，实时监测张拉过程，确保张拉精度符合要求，同时做好张拉记录，确保工艺执行可追溯。

4 大跨度钢结构安装施工工艺与精度控制的协同优化

4.1 施工工艺优化适配精度控制需求

施工工艺的优化需以精度控制为核心目标，结合精度控制要求调整工艺细节，实现二者协同。在选择安装工艺时，不仅要考虑施工效率与现场条件，还要兼顾精度控制的可行性，优先选择精度可控性强的施工工艺。例如，对于精度要求较高的大跨度钢结构，可优先采用整体提升法或整体吊装法，减少高空拼接次数，降低精度偏差风险。在工艺细节优化方面，调整构件拼接顺序与焊接顺序，减少焊接变形对精度的影响；优化临时支撑布置，增强支撑体系的稳定性，避免构件变形引发精度偏差。通过工艺优化，使施工工艺更适配精度控制需求，提升精度控制效果。

4.2 精度控制措施融入施工工艺全过程

将精度控制措施全面融入施工工艺的各个环节，实现工艺实施与精度控制同步推进，避免精度控制与工艺实施脱节。施工前期准备阶段，将精度控制要求融入施工方案设计，明确各工序的精度控制标准与检测方法；构件进场检验阶段，强化尺寸复核，将精度控制关口前移；吊装与拼接阶段，实时监测精度偏差，及时调整施工操作，确保工艺实施过程中精度符合要求；施工后期，将精度检测融入工序验收，确保每一道工艺都满足精度标准。通过将精度控制措施贯穿工艺全过程，形成“工艺实施—精度监测—偏差调整”的闭环管理，提升整体施工质量。

4.3 协同管控机制的建立与完善

建立健全施工工艺与精度控制的协同管控机制，明确各部门与人员的职责，确保协同优化落地见效。成立专门的协同管控小组，统筹推进施工工艺实施与精度控制工作，协调解决二者协同过程中出现的问题[4]。建立技术交底制度，明确施工工艺要求与精度控制标准，确保施工人员熟练掌握相关技术要点与控制方法。建立定期巡查与检测制度，对施工工艺执行情况与精度控制效果进行常态化检查，及时发现并整改问题，避免小问题扩大化。同时，加强各工序之间的协同配合，确保工艺衔接顺畅，精度控制无缝衔接，实现施工工艺与精度控制的协同提升。

5 大跨度钢结构安装施工质量保障体系构建

5.1 施工质量管理制度建设

构建完善的施工质量管理制度，是保障大跨度钢结构安装工艺规范实施与精度控制落地的基础。结合工程实际，制定针对性的质量管理制度，明确质量控制目标、管控流程及责任分工，将质量责任落实到每一个岗位、每一道工序。建立构件进场检验制度，严格把控构件质量关，杜绝不合格构件进场；建立工序验收制度，上一道工序验收合格后方可进入下一道工序，重点验收工艺执行情况与精度控制效果；建立质量追溯制度，对施工过程中的关键环节进行记录，确保质量问题可追溯、可整改。通过制度建设，规范施工行为，为质量管控提供制度保障。

5.2 施工技术与人员保障措施

强化施工技术与人员保障，为施工工艺实施与精度控制提供有力支撑。加强施工技术研发与应用，推广先进的安装工艺与精度控制技术，提升施工技术水平，例如采用三维激光扫描技术进行构件检测，采用全站仪进行精准定位，提升精度控制的科学性与高效性。加强施工人员培训，定期组织技术培训与技能考核，提升施工人员的专业素养与操作技能，确保施工人员能够熟练掌握施工工艺要点与精度控制方法，规范操作流程。同时，配备专业的技术人员与检测人员，负责施工工艺指导与精度检测工作，及时解决施工过程中的技术难题与精度问题。

5.3 施工全过程质量监测保障

建立施工全过程质量监测体系，实现对施工工艺与精度控制的实时监测，及时发现并整改质量隐患。结合工程结构特点，合理布置监测点，重点监测构件安装定位、焊接质量、临时支撑稳定性及结构变形等关键环节，采用高精度监测设备进行实时数据采集与分析[5]。建立监测预警机制，设定精度控制预警值，当监测数据超出预警范围时，及时发出预警信号，暂停相关工序施工，排查问题并采取整改措施，确保施工质量与精度符合要求。监测数据需进行详细记录与整理，为后续工程验收与质量评估提供可靠依据，同时为同类工程提供参考经验。

6 结语

本文围绕大跨度钢结构安装施工工艺与精度控制方法展开全面分析，明确了施工工艺的核心要点与精度控制的关键问题，提出了针对性的控制措施与协同优化路径，构建了完善的施工质量保障体系。大跨度钢结构安装施工工艺的规范实施与精度控制的有效落实，是保障工程结构安全、使用功能与耐久性的关键，二者协同发力能够有效解决施工中的各类难题。通过优化施工工艺、强化精度控制、完善保障体系，可显著提升大跨度钢结构安装施工质量。后续工程实践中，需结合工程实际灵活运用相关技术与方法，持续优化管控模式，推动大跨度钢结构安装施工技术的不断提升。

参考文献：

[1] 施伟.大跨度空间钢结构安装施工技术研究[J].城市建设,2025,(22):65-67.

[2] 张大德,曹建党,吾列克·蒲拉提.公共建筑大跨度空间钢结构的安装施工技术[J].工程建设与设计,2025,(16):210-212.

[3] 王龙.大跨度工业厂房钢结构安装施工要点分析[J].中国建筑装饰装修,2025,(15):168-170.

[4] 丁志刚,吴芳芳,徐照雄,等.大跨度重型非对称式钢结构安装施工技术[J].安装,2025,(01):45-48.

[5] 贾永新,张宏伟,蔡金志,等.某大跨度钢结构斜拉桥主塔无支架安装施工技术[J].安装,2024,(S2):183-186.