

空间网架结构设计与施工要点分析

马冀

新疆生产建设兵团建工设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：空间网架结构凭借其跨度大、受力均匀、造型灵活、经济性好等优势，广泛应用于大跨度公共建筑、工业厂房等工程领域，其设计与施工质量直接决定工程的安全性、耐久性与适用性。本文立足空间网架结构的工程应用实际，系统梳理网架结构的设计与施工核心要点，重点分析设计前期准备、核心设计环节、设计优化策略，以及施工前期准备、核心施工环节、施工质量控制等关键内容，深入探讨设计与施工过程中的重点、难点问题，提出针对性的管控措施与优化思路，旨在规范空间网架结构的设计与施工流程，提升工程质量与施工效率。

关键词：空间网架结构；设计；施工；要点

引言

空间网架结构由杆件与节点组成，结构形式复杂，受力特点特殊，其设计的科学性、施工的规范性直接影响工程的安全性能、使用效果与使用寿命。当前，在空间网架结构设计与施工过程中，仍存在诸多问题，如设计前期准备不充分、参数确定不合理、核心设计环节把控不到位，施工过程中质量管控不严格、焊接与防腐处理不规范、测量放线偏差等，这些问题不仅影响工程质量，还可能留下安全隐患，增加后期维护成本。

1 空间网架结构设计要点分析

1.1 设计前期准备与参数确定

空间网架结构的设计质量，直接决定工程的安全性、经济性与适用性，而前期准备与参数确定作为设计工作的首要环节，是后续所有设计工作的基础，需立足工程实际，做到全面、细致、精准，避免因前期准备不足、参数确定不合理，导致后续设计返工、结构安全隐患等问题，为整个网架结构设计筑牢根基。（1）工程勘察与荷载分析是参数确定的核心前提，也是保障网架结构安全的关键。前期需开展全面的工程现场勘察，深入了解场地的地质条件、地形地貌以及周边环境，掌握场地土层分布、地基承载力等核心数据，为后续支座设计、基础选型提供科学依据，避免因地质勘察不到位，导致结构基础与场地条件不匹配。（2）荷载分析需全面覆盖各类可能作用于网架结构的荷载类型，做到精准计算、合理取值。恒载作为网架结构长期承受的基本荷载，需准确计算结构自身重量、屋面覆盖材料重量等，确保计算结果贴合实际^[1]。活载需结合工程使用场景，考虑人员、设备、积雪等临时荷载的影响，避免取值过高造成材料浪费，或取值过低留下安全隐患。（3）结构选型与布置需紧密结合工程实际需求，兼顾安全性、

经济性与美观性，拒绝盲目选型。需根据工程的使用功能、跨度大小、空间需求等核心因素，合理选择网架类型，不同类型的网架结构在受力性能、适用场景上存在差异，需做到选型与工程需求高度适配。网格尺寸与节点间距的确定，需结合荷载大小、材料性能与施工可行性，经过精准验算后确定，既要保证网格结构的受力均匀，避免局部应力集中，又要兼顾施工便捷性，减少加工与安装难度，同时控制结构自重与造价，实现结构性能与经济性的平衡，让网架结构既安全可靠，又贴合工程实际使用需求。

1.2 核心设计环节要点

（1）杆件设计是网架结构受力传递的核心，需围绕受力性能与耐久性展开，每一个设计细节都直接影响结构的整体安全。截面选型需结合杆件的受力特点，根据不同部位杆件的受力大小、方向，选择适配的截面形式，既要保证截面能够承受相应的荷载，又要兼顾材料利用率，避免截面过大造成材料浪费，或截面过小导致结构失稳。强度计算是杆件设计的基础，需精准核算杆件在各类荷载作用下的应力情况，确保杆件强度满足规范要求，杜绝因强度不足导致的杆件断裂等安全隐患。稳定性验算同样关键，需充分考虑杆件的长细比，结合网架结构的整体受力，验算杆件在受压、受弯状态下的稳定性，避免杆件发生屈曲破坏，保障结构整体的承载能力。（2）节点设计是连接杆件、传递荷载的关键纽带，其设计质量直接影响网架结构的整体性与安全性。节点类型选择需贴合杆件连接方式与受力特点，兼顾连接可靠性与施工便捷性，确保节点能够有效传递杆件之间的作用力，避免出现应力集中现象。连接方式设计需结合材料特性与施工工艺，选择牢固、可靠的连接形式，确保节点连接的强度与刚度，同时便于现场加工安

装,提高施工效率。强度与刚度验算需全面覆盖节点的各个受力部位,核算节点在荷载作用下的承载能力与变形情况,避免节点因强度不足、刚度不够导致连接失效,影响结构整体稳定。(3)支座设计是网架结构与基础连接的关键,承担着传递结构荷载、协调结构位移的重要作用。支座类型选择需结合网架结构的受力特点、位移需求与地质条件,确保支座能够适配结构的受力与变形要求。受力分析需精准核算支座所承受的荷载大小与方向,确保支座能够有效传递荷载至基础,保障结构整体受力平衡。位移控制需结合结构的热胀冷缩、沉降等因素,合理预留支座位移量,避免因位移受限导致结构产生附加应力。

1.3 设计优化策略

(1)网格优化是网架结构设计优化的基础,核心是通过合理调整网格布局与尺寸,在保证结构安全的前提下,实现材料用量的合理控制与结构效率的显著提升。网格优化需摒弃“均匀一致”的模板化设计思路,结合网架结构的受力分布特点,针对性调整网格尺寸,避免盲目缩小或扩大网格。对于受力较大的区域,可适当减小网格尺寸,增强结构局部承载能力;对于受力较小的区域,可合理增大网格尺寸,减少杆件数量与材料用量,实现材料的精准分配^[2]。同时,优化网格形状与布局,让网格分布与荷载传递路径相适配,减少不必要的杆件设置,提升结构传力效率,让每一根杆件都能充分发挥受力作用,避免材料浪费,实现结构性能与材料利用率的双重提升。(2)受力优化是保障结构安全、提升结构耐久性的核心优化方向,重点解决杆件受力不均衡、局部应力集中等问题。在设计过程中,需通过精准的受力分析,明确各部位杆件的受力大小与方向,针对受力集中的区域,通过调整杆件布置、优化节点设计等方式,分散集中应力,避免局部杆件因受力过大而出现损坏。并且,均衡各杆件的受力状态,减少受力过大或受力过小的杆件,让整个网架结构的受力趋于均匀,提升结构整体的承载能力与稳定性。通过受力优化,不仅能降低结构安全隐患,还能延长结构使用寿命,避免因局部应力集中导致的结构损坏,减少后期维护成本。

(3)在确保结构安全、满足使用功能的前提下,最大限度降低工程造价,实现性价比的最大化。经济性优化并非单纯降低材料标准,而是通过科学的设计手段,合理控制各项成本。

2 空间网架结构施工要点分析

2.1 施工前期准备工作

(1)施工方案编制是前期准备的核心,需兼顾科学

性、可行性与针对性,摒弃模板化的方案套用,结合网架结构的设计特点、施工环境与工程规模,编制贴合实际的专项施工方案。方案编制需明确完整的施工流程,清晰划分各施工环节的先后顺序、责任分工与时间节点,确保施工有序推进,避免工序混乱。(2)吊装方案作为网架施工的关键组成部分,需结合网架的重量、跨度、安装高度,以及现场施工条件,合理选择吊装方式、吊装设备与吊装路线,精准核算吊装受力,确保吊装过程安全、平稳,避免因吊装方案不合理导致结构变形或设备故障。并且,需编制完善的应急预案,全面考虑施工过程中可能出现的突发情况,明确应急处置流程、责任人员与物资保障,确保在突发问题出现时能够快速响应、科学处置,最大限度降低损失。(3)施工材料进场检验是保障工程质量的第一道防线,需坚持“质量为先”的原则,对进场的各类材料进行严格检验,杜绝不合格材料投入使用^[3]。对于网架结构核心的杆件、节点,需重点检验其规格、尺寸、力学性能,核对材料出厂合格证与检测报告,确保其符合设计要求与规范标准。(4)施工场地布置与设备调试需兼顾实用性与安全性,结合施工流程与现场条件,合理规划场地布局。明确划分材料堆放区、加工区、吊装作业区与办公区,设置清晰的警示标识,避免各区域相互干扰,保障施工秩序。

2.2 核心施工环节要点

(1)杆件与节点加工制作是施工的基础,其质量直接影响后续安装精度与结构稳定性,需重点把控加工精度、防腐处理与质量检验三个核心要点。加工精度控制需贯穿制作全过程,严格按照设计图纸要求,精准控制杆件的长度、截面尺寸与节点的规格、形状,避免出现尺寸偏差,确保杆件与节点能够精准对接,减少现场安装难度。(2)防腐处理是延长结构使用寿命的关键,需根据工程所处环境,采用适配的防腐工艺,对加工完成的杆件与节点进行全面处理,确保表面涂层均匀、牢固,能够有效抵御风雨、腐蚀介质的侵蚀,杜绝后期出现锈蚀问题。质量检验需全程跟进,对每一批次加工完成的杆件与节点进行抽样检测,核对尺寸精度、力学性能与防腐效果,不合格产品严禁进入施工现场,从源头保障施工质量。(3)现场安装施工是网架结构成型的核心环节,需兼顾吊装安全、拼装精度与连接质量,确保结构安装符合设计要求^[4]。吊装工艺需结合前期制定的方案,规范操作流程,控制吊装速度与幅度,避免吊装过程中结构发生碰撞、变形,确保网架平稳就位。(4)拼装顺序需科学规划,结合网架结构的布局特点,遵循“由中心向四周、由下向上”的原则有序拼装,避免因

拼装顺序不合理导致结构受力不均、出现偏差。节点连接质量控制是安装施工的重中之重,需严格按照连接工艺要求,确保节点连接牢固、紧密,做好连接部位的焊接或螺栓紧固工作,及时排查连接松动、焊接缺陷等问题,保障节点能够有效传递荷载,提升结构整体性。

(5) 支座安装与调整是衔接网架结构与基础的关键,直接影响结构的受力平衡与位移适配性,需精准把控定位、标高与位移预留三个要点。支座定位需结合设计图纸与现场测量数据,确保支座安装位置精准,与基础连接牢固,避免出现偏移,影响结构整体受力。

2.3 施工质量控制要点

施工质量控制是空间网架结构施工的核心抓手,贯穿施工全过程,核心是通过精细化管控,防范质量隐患,确保网架结构既符合设计要求,又满足规范标准,兼顾安全性、耐久性与实用性。(1) 测量放线控制是质量控制的基础,也是后续施工的前提,核心是保障各项尺寸的精准度,避免因放线偏差导致后续施工出现质量问题。测量放线需依托校准合格的测量仪器,严格按照设计图纸要求,精准把控轴线、标高与网格尺寸三个核心维度。轴线控制需精准定位网架结构的整体位置,确保结构布局与设计一致,避免出现整体偏移;标高控制需逐层核对,精准控制每一个节点、每一根杆件的安装高度,保障网架结构的水平度与垂直度,避免因标高偏差导致结构受力不均。(2) 网格尺寸的精准控制尤为关键,需逐段核对网格的间距、角度,及时纠正放线过程中出现的偏差,确保杆件与节点能够精准对接,减少现场拼装难度,避免因网格尺寸偏差导致结构局部应力集中,影响整体稳定性,让测量放线真正成为质量控制的“第一道防线”。(3) 焊接质量控制是保障网架结构整体性与安全性的核心,焊接质量直接决定节点连接的牢固性,需全程严格管控,杜绝焊接缺陷^[5]。焊接工艺需结合材料特性与设计的要求,规范确定焊接参数,确保焊接过程规范有序,避免因焊接工艺不当导致焊缝质量不达标。焊缝检测需全面覆盖所有焊接部位,采用科学的检

测方法,细致排查焊缝气孔、裂纹、未焊透等缺陷,做到早发现、早处理。对于检测出的焊接缺陷,需制定针对性的处理方案,彻底清除缺陷后重新焊接,严格把控返修质量,确保焊缝强度与刚度符合设计要求,避免因焊接缺陷留下安全隐患,保障节点能够有效传递荷载,提升结构整体稳定性。(4) 防腐与防火处理是延长网架结构使用寿命、防范安全风险的重要保障,需严格遵循施工流程,落实质量验收标准,杜绝敷衍施工。施工流程需规范有序,先做好基层处理,清除杆件、节点表面的铁锈、灰尘与油污,确保防腐、防火涂层能够牢固附着,再按照设计要求逐层涂刷涂层,控制涂层厚度与均匀度,避免出现漏涂、薄涂等问题。

结语

综上所述,空间网架结构的设计与施工是一项系统性、综合性的工程,涉及设计、材料、施工、质量管控等多个环节,各环节相互关联、相互影响,缺一不可。未来,随着建筑技术的不断创新,空间网架结构的设计与施工技术将朝着更精准、更高效、更环保的方向发展,需不断总结工程实践经验,完善设计与施工规范,提升设计与施工水平,让空间网架结构更好地满足工程建设的多样化需求,为我国工程建设高质量发展提供支撑。

参考文献

- [1] 赵松楠.公共建筑大空间框架结构设计要点分析[J].中国厨卫,2026,25(1):121-123.
- [2] 李雯.建筑工程中钢结构设计与施工关键技术分析[J].现代工业工程,2026,(1):45-48.
- [3] 陈煌.高层建筑短肢剪力墙结构设计及施工要点分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(8):22-24.
- [4] 刘永博.高层建筑短肢剪力墙结构设计及施工要点分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025,(9):083-086.
- [5] 张思懿.高层建筑悬挑钢支架结构设计及施工技术要点分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025,(1):088-091.