建筑工程混凝土框架结构关键节点的施工质量控制措施

徐雪峰

（中机建工有限公司，北京 100083）

摘 要 本文结合混凝土框架结构施工特点，分析关键节点施工质量控制的重要性及常见问题，从钢筋工程、模板工程、混凝土施工工艺及养护检测等方面提出针对性技术措施，并从全过程质量管理、人员培训、信息化监管及验收改进等角度构建质量保障体系，以期为提高关键节点施工质量水平提供参考，进而保障建筑工程结构安全与使用寿命。

关键词 建筑工程；混凝土框架结构；梁柱节点；节点养护管理；节点模板安装

中图分类号：TU755 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.28.021

0 引言

随着我国建筑行业的高速发展，高层与大中型建筑对结构承载力、抗震性能提出了更高要求，混凝土框架结构因受力清晰、空间布置灵活的优势，成为各类建筑的主流选型。混凝土框架结构的关键节点承担着连接构件、传递内力的核心作用，其施工质量缺陷会引发应力集中，大幅降低建筑结构整体安全性。结合多年工程实践来看，节点部位的施工质量问题多源于工艺管控不到位，因此梳理关键节点常见问题，明确针对性质量控制路径，对保障建筑工程结构安全有着重要现实意义。

1 混凝土框架结构关键节点施工质量控制的重要性分析

1.1 保障框架结构整体承载力与稳定性

混凝土框架结构是以梁、柱、节点共同来承担竖向荷载和水平荷载的结构形式，梁柱节点是力传递的枢纽。节点施工质量对结构受力性能和整体稳定性都有一定的影响。节点区钢筋锚固长度不够、钢筋间距大、混凝土强度低等都会使节点核心区抗剪能力及承载力降低，进而对整个结构的受力状况造成影响。节点质量差，地震、风荷载等复杂作用下会使结构变形增大或者破坏。所以加强关键节点施工质量控制，就是保证框架结构安全稳定的先决条件[1]。

1.2 提高建筑工程安全性与耐久性

关键节点就是混凝土框架结构应力集中最严重、裂缝、钢筋锈蚀、混凝土劣化最容易发生的部位。严格控制钢筋安装、模板支设、混凝土浇筑质量，可使节点密实度提高、整体性强、结构抗渗、抗冻、抗腐蚀好，使建筑物使用寿命变长。黑龙江齐齐哈尔市第三十四中学体育馆坍塌事故调查结果表明，由于长时间超载、荷载控制失效造成的承载力不足，从而引起重大安全事故的问题十分明显。

1.3 减少结构质量缺陷与安全隐患

建筑工程施工过程中节点处的钢筋较为密集，在施工过程中所占的空间较小，并且混凝土难以进行浇筑。管理不善造成蜂窝麻面、孔洞、露筋、裂缝等质量通病，不但会影响结构的外观质量，而且会降低结构的耐久性、安全储备。需重视施工重点部位的质量控制工作，及时解决施工过程中出现的各种质量问题，防止因施工过程疏忽而造成的大面积维修、加固等现象的发生，从而提高工程质量。

1.4 促进工程建设质量目标实现

关键节点质量控制包括施工前准备阶段、施工过程实施阶段、质量验收等各个方面，是保证工程质量创优的关键。经过施工流程标准化、全过程质量管理体系创建之后，可以提高施工组织的效率、工程管理的水平，使工程质量达到设计规范、验收标准的要求，为建筑工程顺利交付和长期安全使用奠定良好的基础[2]。

2 混凝土框架结构关键节点施工中存在的主要质量问题

2.1 梁柱节点钢筋安装质量不达标

梁柱节点处钢筋多、分布杂乱，施工时容易造成钢筋规格不符、锚固长度不够、箍筋加密区不设或者

作者简介：徐雪峰（1975-），男，本科，高级工程师，研究方向：民用建筑、高标准农田施工。

设而不规范、保护层厚度过大等质量问题。施工人员为了方便安装而私自变更钢筋的位置或数量，使得节点核心区的受力性能变差。近年来的建筑质量调查发现，钢筋施工不合格也是造成结构安全问题的一个方面。例如：根据浙江省余姚市新建房顶坍塌事件分析可知，该事件主要因为施工期间存在施工工艺控制疏漏而引发，属于典型的由于设计技术方案和结构布置安排不当所造成的质量隐患。

2.2 节点区域模板支设与加固不到位

节点处的模板构造比较复杂，模板间如果存在缝隙，支撑系统容易失稳，加固措施不足的话，就会出现混凝土浇筑时产生跑模、胀模、变形等问题，从而造成构件截面尺寸出现偏差，严重时还会造成节点位置漂移。高层建筑施工的节点模板受力大，没有按照专项施工方案施工会造成结构尺寸精度、混凝土成型质量等各方面的误差。例如：根据深圳市地铁13号线白芒站工程坍塌事故调查结果可知，在施工过程中没有按照方案要求、安全技术措施进行施工，致使结构稳定性受到影响。

2.3 混凝土浇筑振捣质量控制不足

由于梁柱节点处钢筋密集、混凝土流动性不好，施工过程中会产生下料不均、振捣不到位、漏振等现象而产生蜂窝、孔洞、夹渣等问题。为了赶工期而缩短了浇筑时间，没有按照分层浇筑、连续振捣的要求进行施工，在节点核心区密实度不够，影响结构的整体性能。大体积或者高强度混凝土施工中，坍落度、浇筑工艺不合理也是施工质量隐患。

2.4 节点养护管理及成品保护不到位

混凝土浇筑完毕后养护时间不够、保湿措施不力、温度控制不准等均会造成节点处产生初期收缩裂缝，发展较慢。节点部位很容易受到碰撞、钻孔、荷载堆积造成的局部损伤。例如：通过对广东江门潭江特大桥项目坍塌事故的调查可以得出，施工中施工设备、质量管理工作存在的问题很多，施工全过程的质量控制和后期管理对工程质量起着重要的作用。所以只有加强养护管理、成品保护，才能保证节点质量达到设计要求，保证建筑工程长期安全稳定运行[3]。

3 混凝土框架结构关键节点施工质量控制的关键技术措施

3.1 加强梁柱节点钢筋工程质量控制

施工时按照设计图纸和规范要求对钢筋下料、绑扎、安装进行施工，控制钢筋的型号、数量、间距、锚固长度、箍筋的加密范围。节点核心区钢筋交叉部位使用BIM技术提前对钢筋布置进行优化，避免施工现场钢筋随意移动的情况。要建立钢筋工程全过程验收制度，对隐蔽工程进行专项检查，保证每一道工序都达到质量标准。工程建设过程中，因工程违反规范、质量管控不力等原因，引起结构的承重能力不够，从而造成失稳的情况。该案例表明，结构重要受力部位要落实质量控制的要求，保证结构的受力体系完整可靠。

3.2 严格实施节点模板安装与验收管理

模板工程是为了保证节点尺寸精度、混凝土成型质量而进行的一项工程。按照工程实际情况来制定专项施工方案，确定模板形式、支撑体系的设置、加固措施。施工前应对模板材料质量进行检查，保证模板刚度、强度、稳定性满足要求；施工过程中严格控制轴线位置、标高偏差、节点截面尺寸，防止出现跑模、涨模、漏浆现象。高层建筑、大跨度框架结构的模板支撑系统必须做严格的计算和监测来防止变形问题的发生。模板安装完毕之后，应由施工人员、监理工程师和技术管理人员对模板安装质量进行验收，合格后才能进行下一道工序。近些年来的部分工程事故调查发现，模板支撑系统失稳、施工组织不到位是引起结构质量事故的主要原因，所以必须把模板工程当作重点控制对象，实行事前防范和过程监管并重的方式。

3.3 优化节点混凝土浇筑及振捣工艺

由于梁柱节点处钢筋多、混凝土流动性差，应根据节点构造特点合理选用混凝土配合比，适当提高和易性、流动性。浇筑前要做好技术交底，确定浇筑顺序和分层厚度，采用分层浇筑、分层振捣、连续作业的方式进行，使混凝土均匀密实。振捣过程中要合理选择振捣设备和振捣时间，防止漏振和过振。对超高层建筑、大跨度结构等复杂工程来说，用自密实混凝土或者高性能混凝土来改善节点核心区的填充情况是可行的。例如：在以北京城市副中心行政办公区建设为主体的诸多工程当中，其核心部分均为高性能混凝土、细致化浇筑手段所承载，此过程中对节点部分展开全部范畴内的质量控制活动，以此来达成对结构实体品质及耐久性方面的保证作用效果。通过实践可知，改善浇筑振捣工艺是提高节点质量、减少质量通病的一种行之有效的方法[4]。

3.4 强化节点混凝土养护与质量检测

节点处温度变化、收缩应力对强度及耐久性有较大影响，养护不好易引起早期裂缝和结构破坏。施工单位要按照季节特点制订相应的养护方案，混凝土终凝后立即开展保湿养护，夏季加强降温保湿措施，冬

季做好保温防冻工作，保证混凝土处在适宜的养护环境之中。要建立起质量检测体系，使用回弹法、超声波法、钻芯取样法对节点混凝土的强度和密实度做检测。例如：通过本次对广东江门潭江特大桥施工事故的调查可以得出，施工全过程的质量监督十分重要，并且在工程施工中还存在着一些管理方面的不足之处。虽然该工程类型和房屋建筑不一样，但是它所体现出的质量管理缺失问题有很强的警示作用。所以，加强养护管理、质量检测是保证混凝土框架结构长期安全运行的有效措施。

4 混凝土框架结构关键节点施工质量控制保障体系构建

4.1 完善施工全过程质量管理机制

混凝土框架结构关键节点质量控制不能只是靠某一个施工环节实现，而应是设计、施工、监理、验收等各方面的共同参与的质量体系。施工单位应按照国家现行规范和工程实际状况，编制详细的工程质量控制计划，把重要的节点当作主要控制目标，并且实行事前筹划、事中把控、事后评判的闭环治理。施工前做好图纸会审及技术交底工作，施工期间执行样板引路、工序交接，竣工后进行实体质量检测及资料复核。全过程管理机制的形成可以提前避免质量问题的发生、及时发现和处理存在的质量问题，并使工程质量得以提高。

4.2 强化施工人员技术培训与责任落实

钢筋工、模板工、混凝土工、现场管理人员等都要通过常规的培训来提升自己对施工规范、质量标准、典型案例的掌握度。施工复杂的节点时通过现场演示、专项培训、技术交底等方式使施工人员对于施工要点、质量控制的要求有充分的认识。创建质量责任追究制度，把质量责任落实到班组、岗位、个人，建立逐层负责、逐级落实的管理体系。例如：根据齐齐哈尔第三十四中学体育馆事故调查结果可以得知，一些责任主体的质量意识薄弱、管理不到位也是造成事故的原因之一。加强责任体系建设，可以从根本上减少人为因素造成的质量问题。

4.3 推进信息化与智能化质量监管应用

随着建筑业的数字化转型，信息化、智能化技术也成为提高施工质量管理水平的一种方式。施工企业可以利用 BIM 技术建立三维可视化的模型，对梁柱节点钢筋布置、模板安装、施工过程等进行模拟分析，在施工前就可以发现设计上出现的矛盾和施工中遇到的风险。采用物联网技术布设传感器，对混凝土温度、湿度、强度发展过程进行实时监测；利用移动终端和智慧工地平台对质量问题进行在线记录、整改跟踪、数据共享，提高管理效率。以雄安新区启动区重点建设项目为例，在工程建设过程中大量使用 BIM、数字孪生、智慧工地等技术来对重要结构节点施工全过程进行数字化管理，从而提高工程的工程质量。经由实践检验可知，智能化监管能使得质量把控越发精确且迅速，给关键节点的质量掌控提供有力的技术支持 [5]。

4.4 健全质量验收与持续改进制度体系

质量验收就是对施工结果进行检验的过程，也是不断改进的基础。建立材料验收、工序验收、隐蔽工程验收、实体质量验收等各种各样的质量检查体系来对重要的部分进行重点检查，专门验收。对出现的一切质量问题及时组织开展原因分析，制定整改措施并及时反馈。建立工程质量数据库，对以往的工程质量问题加以归纳总结并形成经验反馈机制，给以后的工程提供借鉴。把质量评价结果同绩效考核、信用评价、奖惩制度挂钩，调动各参建主体质量管理水平的积极性。创建持续改进体系，持续改善施工工艺、管理流程，把混凝土框架结构关键节点施工品质提高到标准、精细、高品质的方向来发展，全方位提高建筑工程的安全性、耐久性、使用价值。

5 结束语

混凝土框架结构节点是建筑结构受力传力、抗震作用发挥的重要部分，施工质量的好坏影响整个工程安全和耐久性，需全面、全过程、细致化地做好钢筋安装、模板支架搭设、混凝土浇筑、养护等各项工作，加强施工技术及现场的监督管理工作，保证各项施工技术符合规范要求。未来需大力推进 BIM、智慧工地等信息化技术的使用，并且形成质量责任体系和验收制度，实行全过程闭环管理，为建筑工程高质量创建、安全稳定运行提供保障。

参考文献：

[1] 陈勇，杨志兵．房屋建筑工程的混凝土施工质量控制分析 [J]. 低碳世界，2024,14(03):97-99.
[2] 张金志．建筑工程大体积混凝土施工质量控制 [J]. 工程质量，2024,42(09):34-38.
[3] 江波，郑俊．工程建筑中混凝土结构施工技术及质量控制 [J]. 科技创新与应用，2023,13(20):163-166.
[4] 杨伟．建筑工程中框架剪力墙结构工程施工技术分析 [J]. 居业，2024(11):22-24.
[5] 赵宇．建筑工程中剪力墙结构设计策略解析 [J]. 中国建筑金属结构，2025,24(12):100-102.