



图 2 智能化前后设备生产效率对比

分析显示,改造后 6 类设备平均利用率达到 85% 以上,接近设计产能的极限水平。通过合理调度与预测性维护,设备故障停机率下降 60%,有效降低了维修备件成本。结合节能工艺的应用,设备单位能耗下降 15%,吨矿电耗降至 27 度/吨,大幅降低了生产成本。

4.3 人员安全事故率下降与劳动强度减轻

矿山开采面临高风险作业环境,一线员工长期处于繁重的体力劳动中,安全隐患突出。项目采用智能化、无人化作业替代人工,大幅降低一线作业人员数量,显著改善了员工的劳动环境。统计显示,项目实施后矿山年度重大安全事故发生率降至 0,轻伤事故降低 85% 以上。危险岗位作业强度下降 60%,员工职业病发病率减少 90%。作业环境的改善提升了员工的工作积极性,总体劳动效率提高 30% 以上。通过培训与再就业安置,原有员工 90% 以上完成智能化技能转型,适应了新的生产方式。

4.4 投资回收期与经济效益量化

智能化改造需要前期大量资金投入,因此有必要对项目经济性进行评估。根据改造后的生产成本变化,对比测算了投资回收期(如表 2 所示)。

表 2 对比测算投资回收期

指标	金额(万元)
智能化设备投资	11500
配套工程投资	4600
年新增利润	6240
投资回收期	2.6 年

测算表明,智能化改造总投资 1.61 亿元,年新增利润 6240 万元。按此水平,投资回收期约为 2.6 年,项目经济性良好。改造后吨矿总成本下降 25 元,年创造经济效益达 9600 万元。考虑到设备使用寿命通常在 10 年以上,项目全生命周期经济效益可观。敏感性分析表明,即使产品价格下

降 20%,项目仍能保持 7 年以内的投资回收期,抗风险能力较强。

5 智能采矿技术推广与标准化建设

5.1 智能化采矿关键技术标准体系

为规范行业智能化实践,指导不同矿山差异化实施,亟须建立智能采矿关键技术标准体系。本项目梳理总结了矿山数字化、自动化、智能化建设的共性需求,提炼形成 22 项关键技术标准,涵盖矿山感知、联网、分析、执行等各个层面。这些标准有助于矿山企业有序推进智能化转型,避免重复建设和资源浪费。同时为设备、系统集成商提供了技术依据,促进矿业装备的标准化、模块化发展,加快形成智能矿山产业生态。

5.2 不同矿山地质条件下的适应性改进

我国矿产资源地质条件复杂多样,不同矿种、不同开采方式的智能化改造需求各异。露天煤矿、地下有色金属矿的开采特点与技术路线存在显著差异。因此,在推广智能采矿时需要因地制宜,进行适应性优化。以露天煤矿为例,其采剥规模大、工艺流程长,运输系统复杂,更加依赖数字化手段优化生产组织。应重点突破采场精细化建模、无人驾驶卡车编组、矸石排土场智能调度等技术。而地下有色金属矿受开采深度增加影响,应着眼提升通风、支护、充填等系统的自动化水平,发展有轨运输等技术,确保深部开采安全高效。

6 结语

本文以某铁矿智能化改造项目为例,系统阐述了采矿工程智能规划与优化设计的实践经验。通过三维地质建模、生产计划优化、设备远程监控等手段,矿山生产效率得到显著提升,能耗物耗大幅降低,项目取得了良好的技术经济效益。同时,本文分析了不同矿山条件下智能化实施的差异性需求,探讨了智能采矿人才培养与技能要求,并就推动行业转型升级提出了政策建议。未来,仍需加快构建智能矿山标准规范体系,健全人才培养与激励机制,促进先进适用技术成果的推广应用。

参考文献

[1] 尹建平.地下采矿工程中通风系统的优化设计与安全管理[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(2):147-151.

[2] 李会东.采矿工程中的人工智能技术应用探索[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(10):0046-0049.

[3] 安静.采矿工程中通风系统优化设计与节能策略[J].中国科技期刊数据库 工业A,2025(3):101-104.

Analysis of quality control method of beam and column points in shear wall structure of building engineering framework

Yushan Gan

Guigang Construction Group Co., Ltd., Guigang, Guangxi, 537000, China

Abstract

Frame-shear wall structures, known for their excellent lateral stiffness and spatial flexibility, are widely used in modern construction projects. The quality of beam-column joints, which are critical load transfer points, directly impacts the overall stability and safety of buildings. This paper systematically explores the methods for controlling the quality of beam-column joints in frame-shear wall structures, delving into the characteristics of these joints in terms of force characteristics and construction requirements. It also details the key factors affecting the quality of beam-column joints during the formwork, reinforcement, and concrete stages of construction. Specific measures to optimize joint formwork installation, standardize reinforcement anchoring and connections, and control concrete pouring and vibration are proposed. Additionally, the paper emphasizes the importance of collaborative strategies in construction management and quality inspection, aiming to provide theoretical and practical guidance to enhance the construction quality of beam-column joints in frame-shear wall structures, thereby ensuring the structural safety and durability of buildings.

Keywords

frame shear wall structure; beam-column joint; quality control; construction technology; structural safety

建筑工程框架剪力墙结构中梁柱点质量控制方法分析

甘育山

广西贵港建设集团有限公司, 中国 · 广西 贵港 537000

摘 要

框架剪力墙结构凭借良好的抗侧刚度与空间灵活性, 成为现代建筑工程的常用结构形式, 而梁柱节点作为结构关键传力部位, 其质量直接影响建筑整体稳定性与安全性。本文系统探讨建筑工程框架剪力墙结构中梁柱节点的质量控制方法, 深入剖析梁柱节点在受力特性、构造要求等方面的特点, 详细阐述模板工程、钢筋工程、混凝土工程等施工环节中影响梁柱节点质量的关键因素, 并针对性提出优化节点模板支设工艺、规范钢筋锚固与连接、控制混凝土浇筑振捣等质量控制措施, 同时强调施工管理、质量检测等协同保障策略, 旨在为提升框架剪力墙结构梁柱节点施工质量提供理论与实践指导, 保障建筑工程结构安全与耐久性。

关键词

框架剪力墙结构; 梁柱节点; 质量控制; 施工工艺; 结构安全

1 引言

随着城市化进程的加速推进, 建筑工程朝着高层化与复杂化趋势迈进, 对建筑结构承载的能力、抗震的性能和空间适配性提出更高规格, 框架剪力墙结构融合了框架结构平面布置灵活的特性与剪力墙结构抗侧刚度大的优势, 在诸如高层住宅、商业综合体等建筑中大量应用, 框架剪力墙结构中, 框架梁跟柱交汇的地方就是梁柱节点, 充当结构内力传递的关键要冲, 承担着将梁端弯矩、剪力以及轴力有效递送至柱的关键作用。当梁柱节点出现质量方面差错, 像节点核心区混凝土强度不达标、钢筋锚固长度短缺、箍筋配置欠妥

等, 将引起结构传力路径的中断, 引起结构整体抗震性能降低, 甚能引发结构崩解。深度剖析框架剪力墙结构中梁柱节点的质量控制手段, 对保证建筑工程质量安全、延长建筑的使用时长具备重要现实意义。

2 框架剪力墙结构梁柱节点的特点与重要性

2.1 受力特性

处于荷载作用下的框架剪力墙结构, 梁柱节点遭遇复杂的受力情形, 由水平荷载 (例如风荷载、地震作用) 产生的弯矩、剪力和轴力借框架梁传递到梁柱节点, 再让节点把相关力传递给框架柱, 处于地震作用期间, 节点核心区承受的力, 不只是梁、柱传来的剪力, 还会因梁柱弯曲变形而产生额外的拉力与压力, 复杂的受力状态要求梁柱节点务必具备足够的强度、延性和刚度, 从而保证结构在正常运行和面

【作者简介】甘育山 (1991-), 中国辽宁庄河人, 本科, 工程师, 从事土木工程研究。

临灾害时的稳定状态^[1]。

2.2 构造要求

梁柱节点构造设计应兼顾结构受力与施工工艺两方面要求,从钢筋配置这一角度,梁、柱纵筋于节点内的锚固长度与连接方式,直接关乎节点的承载能力,设计与施工过程需严格遵循相关规范要求落实,需加密配置节点核心区的箍筋,借此约束混凝土,强化其抗剪强度以及延性,在节点处支设模板,需保证其密封性和稳定性达标,以此保证混凝土浇筑的质量,由于梁柱的截面大小以及配筋率偏大,节点位置处钢筋密集集聚,为钢筋绑扎、混凝土浇筑与振捣增添了较大难度,对施工工艺的要求进一步提高。

2.3 梁柱节点在结构中的重要性

作为框架剪力墙结构关键部位的是梁柱节点,该部位质量直接关乎整个结构是否安全可靠,优质的梁柱节点质量可保障结构在承受荷载时内力实现有效传递,使框架梁、柱彼此协同行事,一同抵御外部施加的荷载,处于地震等突发灾害情境中,设计合理、施工质量佳的梁柱节点可吸收及耗散地震所带来的能量,防止结构出现脆性崩解,维系建筑结构的整体稳定水平,为保障人员安全与财产提供关键支撑,要是梁柱节点存有质量上的缺陷,会成为结构里的薄弱地带,也许会让结构局部出现破坏乃至整体塌落,带来惨重的人员伤亡与财产亏失^[2]。

3 影响框架剪力墙结构梁柱节点质量的因素

3.1 模板工程因素

3.1.1 模板设计不合理

部分工程模板设计阶段中,未周全考量梁柱节点复杂构造及施工荷载,模板支撑体系的刚度与稳定性欠佳,模板立杆间距拉得过大、水平拉杆设置数量匮乏,导致混凝土浇筑的时候模板变形、涨模了,造成梁柱节点尺寸精度与外观质量出现问题。

3.1.2 模板安装不规范

模板安装过程中,节点上模板拼接密封性差,较易产生漏浆现象,造成混凝土表面形成蜂窝、麻面等质量缺陷,模板加固稳固效果欠佳,在实施混凝土振捣时模板出现位移,引起梁柱节点位置出现了偏差,干扰了结构的受力性能表现。

3.2 钢筋工程因素

3.2.1 钢筋锚固与连接问题

梁、柱纵筋在节点处的锚固长度不契合规范标准,部分施工人员为图施工简单,胡乱截断或弯折钢筋,让钢筋跟混凝土之间的粘结力有所削弱,引起节点承载能力的下降,钢筋连接方式选用不当或连接质量差强人意,若机械连接接头未拧紧合适、焊接接头焊缝长度不充足、焊接质量较差等,造成钢筋传力受阻,影响到节点的受力性能状况。

3.2.2 箍筋配置与绑扎不规范

节点核心区箍筋数量短缺、间距未契合设计要求,无

法对混凝土进行有效约束把控,引发节点抗剪强度和延性的下降,箍筋绑扎牢固性不达标,混凝土浇筑期间箍筋出现位置移动,无法实现其该有的功用,鉴于节点周边区域钢筋密集,施工人员可操作空间有局限,较易出现箍筋少绑、漏绑的现象。

3.3 混凝土工程因素

3.3.1 混凝土配合比不当

混凝土配合比设计未实现合理调配,水灰比过大,会引起混凝土强度降低以及收缩变形增大;若砂率过小,混凝土和易性会变差,不利于混凝土的浇筑与振捣实施,粗骨料粒径甄选不佳,在钢筋密集排布的梁柱节点区域,易出现堵管、下料困难等现象,影响混凝土浇筑质量的达标。

3.3.2 浇筑与振捣不规范

混凝土浇筑顺序及方法不合理,若从节点一侧做单向浇注,极易造成节点核心区混凝土密实度不足,显现空洞、蜂窝这类的缺陷,振捣工作实际推进期间,振捣棒插入深度未达标、振捣时间不充分或振捣过量,会引起混凝土出现分层离析情形,使混凝土强度与均匀性受到波及,若梁柱节点和梁板的混凝土强度等级不一样,若对浇筑控制不恰当,较易出现低强度混凝土流入高强度构件范围的情形,造成节点承载能力下滑。

3.4 施工管理因素

3.4.1 技术交底不到位

技术人员未向施工操作人员进行周全的技术交底,引发施工人员对梁柱节点施工工艺、质量标准、控制要点认识不足,在施工进程中凭经验开展操作,无法达成施工质量要求。

3.4.2 质量监督与检查缺失

施工现场质量监督体系存在漏洞,缺少对梁柱节点施工进程的全程把控,质量检查人员在节点施工质量检查方面把关不严,无法迅速察觉并改正施工中的质量差错,造成质量缺陷于后续施工里被掩盖,最终影响结构整体的质量水平。

4 框架剪力墙结构梁柱节点质量控制方法

4.1 模板工程质量控制

4.1.1 优化模板设计

在模板设计阶段,按照梁柱节点的尺寸规格、形状特征与施工荷载,实施模板支撑体系的专项规划,借助有限元分析软件对模板支撑体系做受力计算,恰当选定立杆间距、水平拉杆步距以及剪刀撑布置,保证模板支撑体系具备充足的刚度与稳定性,就复杂的节点而言,不妨采用定型化模板或预制装配式模板,增强模板的适用范围与安装精准度。

4.1.2 规范模板安装

需严格依照模板设计方案实施安装,做到模板拼接严实无缝,缝隙宽度不得超出 1.5mm,针对较大缝隙问题,采用海绵条或密封胶做封堵处理,模板加固要坚固又可靠,