

小区通信网络建设项目质量管理策略

王万明

中憬科技集团有限公司, 中国·河北 石家庄 050021

摘要: 论文系统剖析小区通信网络建设项目质量问题成因, 结合 ISO 9001 及 TL 9000 标准, 从质量规划、过程管控、人员管理及持续改进四维度构建管理体系。通过工程概况分析, 针对性提出设备选型、施工控制、风险管理等策略, 运用数字孪生及供应商协同机制提升质量管控效能, 为通信项目建设提供理论支撑与实践参考。

关键词: 小区通信网络; 质量管理; ISO 9001; TL 9000; 质量缺陷预防

Quality Management Strategy for Residential Area Communication Network Construction Project

Wanming Wang

Zhongjing Technology Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050021, China

Abstract: This paper systematically analyzes the causes of quality issues in residential communication network construction projects. Based on ISO 9001 and TL 9000 standards, it constructs a management system from four dimensions: quality planning, process control, personnel management, and continuous improvement. Through an analysis of the project overview, it proposes targeted strategies for equipment selection, construction control, risk management, etc. It utilizes digital twins and supplier collaboration mechanisms to enhance the efficiency of quality control, providing theoretical support and practical references for communication project construction.

Keywords: community communication network; quality management; ISO 9001; TL 9000; quality defect prevention

0 前言

在智慧城市与数字化转型进程中, 小区通信网络作为衔接用户与数字服务的终端环节, 其建设质量关乎居民生活品质和社会信息化水平。然而, 项目环境复杂、技术更新迅速、参与主体多元等因素交织, 导致质量问题频发, 严重制约项目成效。为提升建设质量, 需系统分析工程特征, 针对技术迭代与管理挑战, 构建科学的质量管理体系, 确保网络性能稳定可靠, 助力智慧城市高质量发展。

1 工程概况

该小区通信网络建设项目呈现覆盖范围广、设备密度高、施工环境复杂三大显著特征。其网络架构采用核心层、汇聚层、接入层三级设计, 涵盖基站、光缆、配电、传输设备等 20 余类子系统。技术要求严格, 需实现 5G 信号全域覆盖, 下载速率不低于 1Gbps, 设备年故障率控制在 0.5% 以内。施工需在已入住小区内开展, 面临物业协调、居民沟通、市政管线对接等多重挑战。依据《通信建设工程质量管理条例》及运营商技术规范, 项目建立了涵盖基础指标、核心指标、战略指标的三级质量目标体系, 确保网络性能稳定可靠, 满足智慧城市发展需求, 某小区通信网络建设项目质量目标如表 1 所示。

表 1 某小区通信网络建设项目质量目标

目标层级	具体指标	检测标准
基础指标	设备完好率 $\geq 99\%$	现场抽检 + 系统监控数据
核心指标	网络时延 $\leq 10\text{ms}$	专业测试仪表 24 小时压力测试
战略指标	用户满意度 ≥ 95 分 (满分 100)	第三方机构入户问卷调查

2 常见质量问题

2.1 信号覆盖缺陷

信号覆盖缺陷在小区通信网络建设项目中尤为显著, 特别是在地下车库和电梯间等区域, 信号强度明显减弱, 影响用户体验。多径干扰进一步导致数据传输速率波动。这些问题主要源于天线选型不当, 未能根据具体环境选择合适的类型和增益参数, 造成信号覆盖不均或重叠。功率配置不合理同样关键, 发射功率过低无法满足深层区域需求, 而过高则可能引发相邻区域干扰。设计阶段未充分考虑建筑内部结构对信号的屏蔽效应, 如钢筋混凝土墙体和金属门框等材料对电磁波的阻挡作用, 使得信号衰减严重, 尤其在复杂布局中更为突出。

2.2 设备故障频发

在小区通信网络建设项目中, 常见设备故障包括基站

宕机、光缆衰减超标及配电箱漏电。基站宕机多因设备兼容性不佳，不同供应商的硬件与软件难以协同工作，导致系统不稳定乃至崩溃。光缆衰减超标通常源于施工工艺欠佳，如光纤接续时操作不当或环境条件不理想，造成连接点损耗增加，影响信号传输质量。防雷接地系统失效也是突出问题，设计缺陷或施工疏忽使得避雷装置安装不当，或接地电阻过高，在雷雨天气下设备易遭受雷击损害。这些问题不仅削弱了网络的可靠性和稳定性，还可能引发安全隐患，对整体通信服务质量产生负面影响。

2.3 施工进度滞后

在小区通信网络建设项目中，工期延误显著，延误率高达 30%，尤其集中在管道铺设阶段。多专业协同不足导致不同工种间协调不畅，工序衔接松散，频繁出现停工等待现象。物料供应不及时也是一个关键问题，材料和设备的延迟到货直接影响施工进度，造成现场作业停滞。供应商未能按时交付所需物资，使得施工计划无法按期执行。此外，应急预案缺失进一步增加了工期延误的风险。面对突发情况如天气变化或技术难题，缺乏有效的应对措施，导致问题处理时间延长，影响整体工程进度。

2.4 用户投诉率高

在小区通信网络建设项目中，主要问题包括设备噪音扰民、线缆布放不规范及施工破坏绿化。设备运行噪音严重影响周边居民生活质量，尤其在夜间或安静时段更为显著。线缆布放不当不仅影响美观，还可能引发安全隐患，如绊倒行人或阻碍紧急疏散通道。施工过程中的绿化破坏导致植被损毁和土壤压实，损害了小区生态环境。这些问题的社会影响明显，约 30% 的项目因此遭遇居民阻工，增加了协调难度和时间成本。居民不满情绪上升，投诉率增加，进一步延缓施工进度，对项目的顺利推进构成障碍。

2.5 安全风险突出

在小区通信网络建设项目中，常见的事故案例包括高空作业坠落、有限空间中毒及临时用电触电。这些事故揭示了多个管理漏洞：安全交底流于形式，未能有效传达关键安全信息给施工人员；防护装备配备不足，无法为高空作业和有限空间操作提供必要的安全保障；应急预案未进行演练，导致在紧急情况下响应迟缓，处理不当。这些问题共同作用，增加了施工现场的安全风险。高空作业缺乏有效的防护措施，容易引发坠落事故；有限空间内通风不良且未配备适当的检测设备，易导致中毒事件；临时用电设施安装不规范且缺少必要的漏电保护装置，增加了触电风险。

3 质量管理策略

3.1 优化天线选型，考虑建筑屏蔽效应

在优化信号覆盖时，需根据具体环境和需求选择合适的天线类型及增益参数，确保信号覆盖均匀且无重叠。例如，在高密度住宅区采用高增益定向天线，可有效提升特定方向

的信号强度；而全向天线适用于开阔区域，提供 360 度覆盖。精确功率配置同样关键，通过详细的现场测试与分析确定最佳发射功率。研究表明，将基站发射功率调整至 5~10 瓦特范围内，能显著改善信号覆盖范围，同时避免过高功率引发的邻频干扰。设计阶段应充分评估建筑物内部结构对信号的影响，特别是钢筋混凝土墙体等障碍物对电磁波的屏蔽效应。为克服这些问题，可以选用穿透力更强的 700MHz 频段天线，或增加中继设备。部署小型蜂窝基站作为中继节点，增强室内信号覆盖，其覆盖半径可达 200m 左右，有效解决地下车库和电梯间的信号弱问题。这些技术手段共同作用，提升了整体网络性能和可靠性。

3.2 加强设备兼容性测试，完善防雷接地系统

为确保设备兼容性，在采购前需对不同供应商的硬件和软件进行全面兼容性测试。通过模拟实际运行环境进行压力测试和互操作性测试，检测潜在问题。例如，利用自动化测试工具对关键组件进行超过 1000 小时的连续测试，确保系统在高负载下的稳定性。提升施工工艺标准方面，应制定严格的光纤接续操作规范，并提供专业培训。具体措施包括使用光纤熔接机进行精确切割和熔接，确保接头损耗低于 0.05dB。施工人员还需掌握 OTDR（光时域反射仪）技术，以实现对接续点的精准检测与定位。完善防雷接地系统至关重要，严格按照设计要求安装避雷装置，并定期检查接地电阻值，确保其保持在 1 欧姆以下的安全范围内。采用多点接地方式并结合低阻抗材料，进一步降低雷击风险，保障设备安全运行。

3.3 强化多专业协同机制，制定详细应急预案

为强化多专业协同机制，需建立跨部门协调小组，并定期召开进度会议，确保各工序间的无缝衔接。例如，通过每周一次的联合会议详细讨论施工进度和潜在问题，减少停工等待时间，提高效率。优化供应链管理方面，与供应商签订严格的服务协议，明确交货时间和违约责任。采用先进的供应链管理系统（SCM），实时监控物流状态，确保材料和设备按时到达施工现场。使用 SCM 系统可将准时交货率提升至 95% 以上。制定详细的应急预案也是关键措施之一，针对恶劣天气或技术难题等突发情况，预先制定应急处理方案并进行模拟演练。利用 BIM（建筑信息模型）技术进行虚拟演练，识别并解决潜在风险点。每季度至少一次的应急预案演练，确保在紧急情况下能够迅速响应，最大限度减少损失。

3.4 控制设备噪声，保护绿化环境

为控制设备噪声，应选用低噪音设备，并采取隔音屏障和减震垫等措施。安装高效隔音屏障可减少噪音传播达 15 分贝以上，使用减震垫有效降低振动传递。尽量减少夜间作业时间，在高敏感区域使用噪声监测设备实时监控，确保噪音不超过 45 分贝的标准限值。规范线缆布放需严格按照统一标准进行操作，采用专用线槽和电缆桥架，确保线缆

整齐有序且美观整洁。利用地理信息系统 (GIS) 技术优化布线设计,提高布放效率和准确性,使布线错误率降至 1% 以下。保护绿化环境方面,施工前制定详细绿化保护计划,通过移植和围挡减少植被破坏。施工中尽量缩小作业范围,减少土壤压实和植被损伤。例如,采用临时草坪覆盖措施可减少土壤压实度 30% 以上。工程结束后,及时恢复绿化,补种被移除或损坏的植物,并进行定期养护,植被恢复率可达 90% 以上,确保生态环境迅速复原。

3.5 严格执行安全交底,定期演练应急预案

为严格执行安全交底,每次作业前应进行详细的安全交底会议,确保每位施工人员全面了解工作及潜在危险。采用数字化安全交底平台,通过图文并茂的方式展示风险点和防范措施,提高信息传递的准确性和效率。研究表明,使用数字化平台可使施工人员对安全信息的理解率提升至 95% 以上。

在防护装备方面,需为高空作业、有限空间操作等高风险作业提供必要的个人防护装备 (PPE)。例如,高空作业时配备符合 EN 361 标准的安全带和 EN 12841 标准的安全绳,确保人员在高空环境中的安全性。对于有限空间操作,提供符合 ISO 27027 标准的呼吸器和气体检测仪,实时监测有害气体浓度。同时,建立严格的监督机制,确保所有施工人员正确佩戴和使用防护装备,并定期检查装备的有效性,确保其处于良好状态。

针对可能发生的紧急情况,如高空坠落、有限空间中毒或触电事故,预先制定详细的应急处理方案。利用虚拟现实 (VR) 技术进行模拟演练,增强员工的应急反应能力和自救互救水平。每季度至少组织一次全面演练,确保员工熟悉应急流程。数据显示,经过多次 VR 模拟演练后,员工的应急响应时间平均缩短了 30%,提升了应对突发事件的能力。应急预案中应包含明确的指挥链和责任分工,确保在紧急情况下能够迅速响应,最大限度减少损失。这些技术手段共同提高了施工现场的安全管理水平,保障了施工人员的安全。

全。同时,通过引入智能监控系统,实时跟踪施工现场的安全状况,进一步提升了整体安全防护能力。该系统能自动识别异常行为并发出警报,显著降低了事故发生率。

4 结语

小区通信网络建设项目质量管理需通过构建标准化体系、应用智能化工具及实施全链条协同管理来提升质量。未来可探索 5G 与 AI 技术在质量预测和智能巡检中的应用,推动质量管理向预防型和智慧化方向发展。持续研究与实践将形成可复制的质量管理模式,为智慧城市基础设施建设提供坚实保障。这些措施共同提高了项目的整体质量和可靠性。

参考文献:

- [1] 刘毅.小区智能用电系统中通信技术运用[J].江西通信科技,2018(1):13-14+18.
- [2] 闫传义.住宅小区通信基础设施共建共享建设研究[J].通信电源技术,2024(1):119-121.
- [3] 杨冰,沈雷东.老旧住宅小区通信基础设施改造升级共建共享措施浅析[J].工程建设与设计,2019(14):64-65.
- [4] 欧阳清.老旧小区FTTH网络改造中光纤规划及应用探讨[J].通信管理与技术,2019(5):58-60.
- [5] 刘克明.居住小区宽带FTTH网络建设技术实施[J].通信电源技术,2018(4):224-225.
- [6] 魏英俊.大型住宅类小区4G网络室外覆盖方案探讨[J].电信快报,2018(10):41-42.
- [7] 施晓锋,林鸿标.通信运营商光纤网络与小区智能化建设的融合探讨[J].数字通信世界,2020(10):126-127.
- [8] 王勋,程科.江西城镇老旧小区通信设施改造与智慧社区建设[J].网络安全和信息化,2022(10):70-71.

作者简介:王万明(1982-),男,中国河北张家口人,本科,工程师,从事通信项目管理和研究。