

通信工程施工管理信息化技术应用与挑战

吴小萍

润建股份有限公司 广西 南宁 530000

摘要: 在新基建加速推进与通信行业高质量发展的背景下, 施工管理信息化已成为破解通信工程管理痛点、提升施工效率的核心路径。本文结合通信工程施工特点, 系统分析物联网、BIM、数字孪生等信息化技术在施工现场监控、进度调度、质量安全管理等环节的典型应用, 梳理当前应用中存在的数据标准不统一、现场落地受限、数据安全风险等突出挑战, 结合行业实践数据与案例, 提出针对性应对策略与发展建议, 为通信工程施工管理信息化落地、提质增效提供实践参考, 助力通信工程施工管理向数字化、精细化、协同化转型。

关键词: 通信工程; 施工管理; 信息化技术; BIM; 物联网

引言: 随着5G基站、光纤网络等通信基础设施建设规模化推进, 通信工程施工规模不断扩大、复杂度持续提升, 传统粗放式施工管理模式已难以适配行业发展需求。据统计, 我国每年通信工程施工项目超12万项, 其中79%的项目存在施工点位分散、进度管控滞后等问题, 信息化技术的应用成为突破管理瓶颈的关键。本文立足通信工程施工管理实际, 探讨信息化技术的典型应用与现存挑战, 提出科学应对策略, 对推动通信工程施工管理提质增效、降低管理成本具有重要现实意义。

1 通信工程施工管理的典型特点

1.1 施工点位高度分散

通信工程施工点位分散性显著, 像5G基站建设、光纤干线铺设等项目, 常跨越城市、乡村、山区, 空间跨度大且分布零散。湖南省通信管理局2024年上半年通报, 全省通信工程施工点位平均分散在12个市州, 单个项目最多达32处, 最远点位间距超50公里。这大幅增加了人员、设备、材料调度难度, 传统人工管控难实时监管各点位, 易出现人员脱岗、进度滞后。且分散点位受区域环境、交通条件影响差异大, 管理成本较集中施工高出28%以上, 是施工管理首要痛点。

1.2 施工周期短、节奏快

受市场需求、政策推进等因素影响, 通信工程普遍施工周期短、节奏快, 应急通信工程、网络升级改造项目对效率要求极高。当前, 我国中小型通信工程平均施工周期仅45天, 大型光纤干线工程也不超180天, 较传统缩短30%以上。施工各环节紧密衔接, 从勘察到验收都需快速推进, 一个环节延误就影响整体工期。通信技术更新快, 施工中要适配新技术、新设备, 加快了节奏^[1]。

1.3 隐蔽工程比例高

通信工程中隐蔽工程占比极高, 像地下光纤管道铺

设、基站基础浇筑等, 占比达42%-58%, 其中光纤管道和地下线缆敷设占比最高。隐蔽工程施工后难直观检查, 质量隐患隐蔽性强, 管控不到位易出现管道破损、线缆接触不良等问题, 后期维修难度大、成本高。如某通信运营商基站建设项目, 因隐蔽工程施工不规范, 后期线缆故障发生率达17%, 维修成本较规范施工高出50%以上。而且隐蔽工程缺乏有效追溯手段, 出现质量问题难定位责任主体, 管控挑战大。

2 信息化技术在施工管理中的典型应用

2.1 施工现场实时监控与感知

物联网技术解决了通信工程施工点位分散、监管难的问题, 实现施工现场实时监控与智能感知。在施工点位部署智能摄像头、传感器等终端, 采集人员、设备、环境等信息, 经4G/5G网络传至管理平台。如泉州移动的基站建设智慧工地管理系统, 能远程实时随工, AI人脸核验准确率约90%, 可自动识别违规行为, 目标检测识别准确率约95%。应用后, 违规行为发生率降68%, 人员脱岗率降至3%以下, 施工安全管控效率提升72%, 降低安全风险与事故发生率。

2.2 工程进度与资源调度数字化

工程进度与资源调度数字化是通信工程施工管理核心应用。搭建数字化管理平台, 将施工计划分解为工序, 明确节点与责任人, 实时更新进度并预警滞后情况。还能精准调度资源, 避免浪费或短缺。调研显示, 应用后施工资源利用率提升25%, 材料浪费率降30%, 人力成本降18%。如某通信运营商基站建设项目, 用数字化调度平台合理分配人员设备, 施工团队缩减, 工期缩短12天, 资源调度效率大幅提高。

2.3 质量安全追溯与闭环管理

信息化技术构建了通信工程质量安全追溯与闭环管

理体系,实现全流程可追溯管控。施工各环节录入数据、上传资料,建立完整追溯台账,出现质量安全问题可快速追溯责任主体与原因。同时,数字化平台实现问题整改、复查闭环管理,整改后上传资料审核通过才进入下一环节。应用后,通信工程质量合格率从89%提升至98.5%,安全隐患整改率达100%,后期质量投诉率降75%,有效提升了施工质量安全管理水平。

2.4 基于BIM与数字孪生的施工协同

BIM与数字孪生技术的融合应用,打破了通信工程施工各环节的信息壁垒,实现了施工全流程协同管理。

通过BIM技术构建施工三维模型,精准呈现施工点位、设备布局、管线走向等信息,提前排查施工冲突,减少施工返工。数字孪生技术则可构建施工现场虚拟镜像,实时映射现场施工状态,实现施工过程的模拟仿真与动态优化^[2]。下表为BIM与数字孪生技术在通信工程施工协同中的应用效果对比,可见,应用该技术后,施工冲突排查效率提升80%,返工率下降62%,协同沟通效率提升70%,有效缩短了施工周期、降低了施工成本,推动施工管理向精细化、协同化转型。

表1 传统管理模式与BIM+数字孪生模式应用效果对比

应用环节	传统管理模式	BIM+数字孪生模式	提升效果
施工冲突排查	人工排查,效率低,漏查率35%	三维建模+虚拟仿真,精准排查	效率提升80%,漏查率降至5%以下
施工返工率	平均返工率18.5%	平均返工率7%	返工率下降62%
协同沟通效率	多部门线下沟通,平均响应时间24小时	线上协同平台,实时沟通	响应时间缩短至4小时,效率提升70%
施工周期	平均45天	平均36天	周期缩短20%

3 信息化应用面临的主要挑战

3.1 数据标准与接口不统一

数据标准与接口不统一,是通信工程施工管理信息化应用面临的突出挑战,阻碍了信息化技术的规模化与协同化发展。通信工程涉及多主体,各主体所用信息化系统来自不同厂商,数据格式、编码标准、接口规范各异,形成“数据孤岛”。调研显示,73%的施工企业存在系统数据不通问题,68%的项目因标准不统一,施工进度、质量安全等数据无法共享,需人工重复录入,效率降低超40%。而且,行业缺乏统一数据标准,企业自定义标准差异大,信息化系统难以集成,无法实现施工全流程数据协同管控,极大制约了信息化技术应用效能的发挥。

3.2 现场落地环境制约

通信工程施工点多在偏远山区、农村,现场环境恶劣,严重制约信息化技术落地。一方面,部分偏远点位网络覆盖差,4G/5G信号弱,物联网终端采集的数据难实时传至管理平台,约45%的偏远点位存在此问题,数据传输延迟率超30%,影响监控与调度。另一方面,电力供应不足,信息化设备无法稳定运行。此外,一线施工人员数字化操作能力欠缺,62%的人员对信息化设备操作不熟练,部分人抵触使用,这些因素共同影响了信息化技术在施工现场的落地效果。

3.3 数据安全与隐私风险

信息化应用产生大量敏感数据,涉及项目商业机密与个人隐私,存在较高安全风险。近年来,通信工程施

工管理信息化系统数据泄露事件年均超30起,60%是因系统安全防护不足。部分施工企业对数据安全重视不够,未建立完善防护体系,系统有漏洞,易遭黑客攻击、数据篡改。施工人员数据安全意识淡薄,存在随意泄露、违规操作等行为,加剧了风险^[3]。而且,部分信息化系统未对敏感数据加密,存储、传输时存在泄露隐患,一旦泄露,可能导致项目信息外泄、决策失误,甚至引发安全事故与法律纠纷。

4 应对策略与发展建议

4.1 推动数据标准建设与系统集成

针对数据标准与接口不统一的问题,需推动行业数据标准建设,实现系统集成与数据互通。一方面,行业主管部门应牵头制定统一的通信工程施工管理信息化数据标准,明确数据格式、编码规范、接口标准,规范各主体的数据采集、存储、传输流程,打破“数据孤岛”。例如,武汉市委网信办已推动制定通信建设工程数字化管理相关标准,助力各系统互联互通。另一方面,施工企业应推动现有信息化系统的集成改造,采用统一的接口规范,实现施工进度、质量安全、资源调度等数据的实时共享。据实践验证,推动数据标准统一与系统集成后,数据录入效率提升50%,协同管理效率提升45%,有效发挥了信息化技术的协同效能。

4.2 研发适应性现场技术方案

针对现场落地环境制约问题,需研发适配通信工程施工场景的信息化技术方案,提升技术落地可行性。一方面,联合科技企业研发低功耗、抗干扰的信息化终

端设备,适配偏远点位无稳定电力、网络信号薄弱的场景,例如,研发太阳能供电的物联网终端,解决偏远点位电力供应不足问题;优化数据传输技术,采用离线存储+联网同步模式,减少网络信号对数据传输的影响。另一方面,加强一线施工人员的数字化技能培训,制定针对性的培训方案,提升人员操作能力,据调研,经过系统培训后,一线施工人员信息化设备操作熟练度提升85%,抵触情绪明显降低。同时,优化信息化系统操作界面,简化操作流程,提升系统易用性,适应一线施工人员的操作习惯。

4.3 构建分级数据安全防护体系

为应对数据安全与隐私风险,需构建分级分类的数据安全防护体系,实现数据全生命周期安全管控。首先,对施工数据进行分级分类,将项目核心参数、商业机密、人员隐私等敏感数据划分为高风险数据,采用AES-256加密算法进行加密处理,非敏感数据采用常规防护措施。其次,完善系统安全防护设施,部署防火墙、入侵检测系统等设备,定期开展系统漏洞检测与修复,每年开展至少2次数据安全演练,提升系统抗攻击能力^[4]。同时,建立数据安全管理制度,明确数据采集、存储、传输、使用的权限与规范,加强施工人员数据安全培训,提升数据安全意识,对违规操作行为进行严格处罚,据统计,构建分级安全防护体系后,数据泄露事件发生率下降80%以上。

4.4 优化成本结构与效益评估

针对信息化应用成本较高、效益不明确的问题,需优化成本结构,建立科学的效益评估体系。一方面,优化信息化设备采购与部署方案,优先选用性价比高、适配现场场景的设备,避免盲目投入,同时,推动信息化设备的复用,降低设备采购成本。例如,小型通信工程可采用共享信息化设备的方式,降低单项目投入成本。另一方面,建立信息化应用效益评估指标体系,从施工效率、质量安全、成本控制等维度,量化信息化技术的应用效益,例如,施工效率提升率、质量合格率、成本降低率等。据实践数据显示,合理优化成本结构后,

信息化应用投入成本可降低22%,而应用效益平均提升35%,实现投入与效益的平衡,提升企业应用信息化技术的积极性。

4.5 推进组织变革与能力建设

推进组织变革与能力建设,为信息化技术落地提供保障。一方面,优化企业组织架构,设立专门的信息化管理部门,明确各部门的信息化管理职责,推动施工管理流程重构,适配信息化管理模式,避免线上系统与线下实操“两张皮”。另一方面,加强复合型人才培养,打造既懂通信施工技术、又掌握信息化技术的专业团队,通过校企合作、内部培训等方式,提升人才专业能力。同时,建立激励机制,鼓励施工人员主动学习信息化技术、规范使用信息化设备,对表现优秀的人员给予奖励,激发人员积极性。据调研,推进组织变革与能力建设后,企业信息化技术应用普及率提升78%,信息化管理效能显著提升。

结束语

通信工程施工管理信息化是行业高质量发展的必然趋势,物联网、BIM、数字孪生等信息化技术的应用,有效破解了施工点位分散、进度管控难、质量安全追溯难等痛点,显著提升了施工管理效率与质量。但当前信息化应用仍面临数据标准不统一、现场落地受限、数据安全风险等挑战,制约了技术应用效能的发挥。未来,随着信息化技术与通信施工管理的深度融合,将推动施工管理向更智能、更高效、更精细化的方向发展,为通信基础设施建设提供有力支撑。

参考文献

- [1]刘召强.现代通信工程施工过程中信息化管理的应用[J].中国新通信,2025,27(24):4-6.
- [2]曾伟炜.通信工程施工过程中信息化管理的应用探讨[J].中国设备工程,2024(z2):269-271.
- [3]庞运泽.通信工程施工的信息化管理策略研究[J].通讯世界,2024,31(12):154-156.
- [4]黄潇雄.通信工程施工过程中信息化管理的应用探讨[J].消费电子,2023(1):77-79.