

高速铁路通信设备开发项目全流程管控优化研究

张 博

通号通信信息集团上海有限公司 上海 200070

摘要：随着高速铁路行业的快速发展，通信设备开发项目全流程管控的重要性日益凸显。当前项目管控存在规划与需求脱节、资源调配能力不足、质量监控体系不完善等问题，严重制约了科研成果的转化与行业技术的升级。为此，通过强化需求导向规划、构建智能化资源调配系统、完善质量监控体系及加强知识管理与协同创新等策略，可实现项目全流程管控的优化，提升科研项目实施效率与成果质量，为高速铁路通信技术创新与产业发展提供有力支撑。

关键词：高速铁路；通信项目；全流程管控；质量监控体系

引言

我国高铁运营里程持续领跑全球，截至2024年底已达4.8万公里。在通信技术从GSM-R向5G-R加速迭代的背景下，通信设备作为保障铁路安全高效运行的核心支撑，其开发项目全流程管控水平直接影响行业发展进程。然而，现有管控模式存在项目规划与实际技术需求不匹配、资源调配灵活性差、质量监控流于形式等问题。本文基于对高速铁路通信设备开发项目全流程管控现状的深入剖析，系统研究优化策略，旨在突破管理瓶颈，推动科研成果高效落地，助力高速铁路通信技术迈向新高度。

1 高速铁路通信设备开发项目全流程管控概述

高速铁路通信设备开发项目全流程管控是保障项目高效推进与成果质量的关键，其贯穿项目从立项到验收的各环节，融合技术、资源与风险要素形成系统化管理模式。项目启动阶段，需围绕高速铁路通信技术升级需求，通过多轮技术研讨与可行性分析明确研究目标。基于行业技术发展趋势和既有系统痛点，构建项目框架，同时对项目所需的人力、设备及资金进行精准评估，为后续工作奠定基础。进入实施阶段，科研团队依据既定方案开展技术攻关。在研发过程中，需进行大量模拟测试与功能优化，确保设备在复杂环境和高速移动场景下的可靠性；要严格把控元器件选型、电路设计和样机制造环节，通过反复的性能测试与参数调整，提升传输效率和抗干扰能力。此阶段还要实时监控项目进度，借助项目管理软件对各项任务的时间节点、资源消耗和技术难点进行动态跟踪，及时协调解决跨部门协作问题，保障研发进程顺畅。项目后期的成果验证与验收同样关键。搭建模拟高速铁路运行环境的测试平台，对通信系统进行压力测试。组织行业专家和技术骨干对项目成果进行评审，结合实际测试数据和技术文档，评估科研成

果的创新性、实用性和可扩展性。针对评审意见进行针对性优化完善，确保项目成果能够顺利应用于高速铁路通信领域，推动行业技术进步。通过对高速铁路通信设备开发项目各环节的精细化管控，能够有效整合科研资源、降低技术风险，提升项目成果的质量与应用价值，为高速铁路通信技术的持续发展提供有力支撑。

2 高速铁路通信设备开发项目全流程管控存在的问题

2.1 项目规划与技术需求脱节

在高速铁路通信设备开发项目中，项目规划与实际技术需求脱节是亟待解决的核心问题之一。科研项目规划阶段通常基于对未来技术发展趋势的预判和行业需求的需求之间容易产生偏差。以某高速列车车载通信系统研发项目为例，项目规划初期设定的通信带宽指标，在实际测试中因列车运行环境复杂多变，包括隧道、高架桥等特殊场景，难以满足实时传输高清视频监控数据与大量设备状态监测数据的需求。从技术研发的内在逻辑来看，科研项目规划往往侧重于理论框架的搭建与前瞻性技术方向的探索，却忽视了技术落地过程中可能面临的工程化难题。比如在软件开发方面，按需求开发的软件在实际应用中，可能因设备兼容性问题无法有效运行。不同厂商生产的通信设备在底层架构、接口标准上存在差异，而项目规划时未能充分考虑这些现实因素，导致研发出的软件在设备集成测试阶段频繁出现数据传输错误、丢包率过高等问题，严重影响项目进度与最终成果质量。技术需求具有动态变化的特性，随着项目推进，用户可能基于新的运营需求提出功能追加或性能提升要求，但项目规划缺乏对这种动态变化的适应性机制，难以灵活调整研发方向与目标，最终使得项目成果与实际

需求渐行渐远^[1]。

2.2 资源动态调配能力不足

高速铁路通信设备开发项目的复杂性决定了其对资源动态调配的高度需求，但当前项目管理在这方面存在显著短板。项目资源涵盖人力资源、设备资源、资金资源等多个维度，且各类资源在项目不同阶段的需求差异巨大。在人力资源方面，科研项目往往需要通信技术、电子工程、计算机科学等多领域专业人才协同工作，但实际执行过程中，由于缺乏有效的资源动态调配机制，常出现人才结构不合理的情况。例如在系统联调阶段，对软件测试与故障排查的专业人才需求激增，然而项目团队中此类人才储备不足，且无法及时从其他项目或部门进行调配，导致联调工作进度滞后。设备资源的动态调配同样面临挑战。高速铁路通信设备开发项目需要使用频谱分析仪、网络测试仪等高精度专业设备，但这些设备往往价格昂贵、数量有限，且在不同项目之间共享程度较低。当多个项目同时进入关键测试阶段时，设备资源紧张的问题尤为突出。由于缺乏统一的资源调度平台与动态调配策略，项目团队只能自行协调设备使用时间，这不仅耗费大量沟通成本，还可能因设备使用冲突导致测试计划无法按时完成。资金资源方面，项目预算分配通常在规划阶段就已确定，但实际执行中，由于技术难题攻关、设备采购价格波动等因素，部分环节可能出现资金短缺，而其他环节却存在资金闲置现象。缺乏灵活的资金动态调配机制，使得项目难以在突发情况下及时调整资金流向，保障重点任务顺利推进。

2.3 质量监控体系不完善

完善的质量监控体系是确保高速铁路通信设备开发项目成果可靠性的关键，但现有质量监控存在诸多漏洞。质量监控的难点首先体现在技术指标的多样性与复杂性上。高速铁路通信系统涉及传输速率、误码率、抗干扰能力等多项技术指标，每项指标又受不同因素影响，例如环境温度、湿度变化会对通信设备的稳定性产生干扰。当前质量监控体系往往侧重于部分核心指标的检测，对一些潜在影响因素缺乏全面考量。在某新型铁路通信基站研发项目中，前期质量检测仅关注了设备在常温下的性能表现，未对高温、低温环境下的运行状态进行充分测试，导致基站投入实际使用后，在极端天气条件下出现信号中断问题。质量监控的过程管理也存在不足。项目质量监控通常集中在关键节点的阶段性检测，对研发过程中的中间环节监控力度较弱。在通信软件代码编写阶段，若缺乏持续的代码审查与检测机制，可能会积累大量潜在的代码缺陷。这些缺陷在单个模块

测试时可能不易暴露，但在系统集成阶段会引发连锁反应，造成功能异常甚至系统崩溃。质量监控缺乏有效的反馈与改进机制。当检测到质量问题后，信息传递存在延迟，且整改措施的落实情况缺乏跟踪与验证。在通信设备硬件调试过程中发现的问题，可能由于反馈不及时，导致后续生产环节继续沿用存在缺陷的设计方案，进一步扩大质量问题的影响范围，增加项目返工成本与进度风险^[2]。

3 高速铁路通信设备开发项目全流程管控优化策略

3.1 强化需求导向的项目规划

(1) 需求导向的项目规划需建立多维度需求采集机制，依托市场调研与技术前沿追踪构建双轮驱动模式。通过对高速铁路通信领域市场参与者的深度访谈与问卷调查，系统梳理现实需求，同时借助学术文献计量分析与专利情报挖掘，预判5G-Advanced、大数据分析、机器学习等技术发展趋势，形成覆盖当前痛点与未来方向的需求图谱。(2) 在需求转化环节，将原始需求解构为可量化的技术指标，这一过程需深入剖析需求本质，明确各项指标的衡量标准与范围，让需求从模糊的概念转化为清晰可操作的具体参数。在此基础上，建立动态需求评估矩阵，运用德尔菲法组织跨领域专家对需求优先级进行量化评分，通过多轮匿名反馈与意见整合，确保评估结果科学合理，最终保证资源向核心需求倾斜。(3) 项目规划阶段需构建弹性目标体系，采用情景规划法模拟不同技术演进路径下的项目发展态势。针对高速铁路通信网络的复杂应用场景，建立包含5G专网、北斗定位融合等技术方案的多情景模型，通过蒙特卡洛模拟等方法评估各方案的可行性与风险，形成具有技术冗余的规划方案，使项目目标在技术迭代中保持动态适应性。

3.2 构建智能化资源动态调配系统

(1) 智能化资源动态调配系统以数据驱动为核心，通过部署物联网传感器与智能终端，全方位、实时采集科研设备使用状态、人力资源负荷、环境参数等多源异构数据。这些数据来源广泛且形式多样，涵盖科研活动的各个环节。运用边缘计算技术对设备运行数据进行快速预处理，剔除冗余信息，提取关键参数并上传至云端数据中心。构建包含设备性能、人员技能、实验进度、资源占用率等多维度的资源数据库，为后续精准、高效的资源动态调配提供坚实可靠的数据基础。(2) 在资源调度算法层面，引入强化学习框架解决资源分配的动态优化问题。以科研仪器共享调度为例，构建包含仪器使用状态、实验任务优先级等状态，使其在满足实验需求约束下实现仪器利用率最大化，提升多任务并行处理效

率。(3)系统需具备自适应调整功能,基于实时监测数据触发资源再分配机制。当项目进度出现偏差时,通过动态规划算法重新计算资源需求缺口,自动匹配闲置资源,实现人力资源与设备的跨项目动态流转。借助数字孪生技术构建资源调配虚拟仿真环境,对调整方案进行预演评估,降低资源重组风险。

3.3 完善全过程质量监控体系

(1)全过程质量监控体系以关键节点质量控制为抓手,构建覆盖项目全生命周期的质量监控网络。在项目启动阶段,运用故障模式与影响分析(FMEA)技术对潜在风险进行识别,建立包含技术难点、实验误差等因素的风险清单,制定针对性预防措施。在研发过程中,对实验数据进行实时监测,通过控制图分析数据波动趋势,及时发现质量异常。(2)质量监控需通过数据联动分析实现闭环管理。将铁路通信设备研发过程中的日志记录、实验室测试数据及仿真模拟数据进行结构化整合,建立统一数据池。利用知识图谱技术构建质量要素关系网络,挖掘各环节间的潜在的影响。以某通信系统软件优化为例,通过回归分析算法建立协议版本号、带宽分配策略与系统误码率的量化模型,设置参数波动阈值。当检测到铁路通信基站的信道编码参数偏离标准范围时,系统自动触发声光报警,并同步推送预警信息至研发团队工作平台,提示工程师进行参数复核与优化调整。(3)持续改进机制是质量监控体系的重要组成部分,基于PDCA循环构建质量优化闭环。每次质量检查后,追溯问题根源,将改进措施纳入项目知识库。通过贝叶斯网络对历史质量数据进行分析,预测未来质量风险概率分布,动态调整监控策略,实现质量管控从被动响应向主动预防转变^[3]。

3.4 加强项目知识管理与协同创新

(1)项目知识管理以知识资产化与价值创造为目标,精心构建分层分类的知识管理架构。针对高速铁路

通信设备开发项目,对所产生的大量技术文档、实验报告等显性知识展开细致分析,建立索引库以便高效检索。通过专家访谈与 workflow 分析,将研发人员的经验、技巧等隐性知识转化为案例库,实现知识的结构化存储。(2)协同创新平台需打破信息孤岛,构建基于区块链技术的分布式知识共享网络。实现知识权限管理与使用追溯,确保知识在安全可控的环境下流通,为科研人员推荐关联知识与协作伙伴,促进跨团队知识碰撞。远程协同研发环境,支持异地团队开展实时技术研讨与方案验证。(3)知识创新激励机制通过量化评估促进知识价值转化,建立包含知识贡献度、技术转化率等指标的评价体系。运用层次分析法确定各指标权重,对科研人员的知识创造活动进行动态评分。将评分结果与资源分配、成果署名等激励措施挂钩,形成知识创造、价值实现、持续创新的良性循环,推动高速铁路通信设备开发项目的技术突破与成果转化。

结语

综上所述,高速铁路通信设备开发项目全流程管控优化是提升行业创新能力与竞争力的关键举措。通过强化需求导向规划、构建智能化资源调配系统、完善质量监控体系和加强知识管理协同,可有效解决现有管控问题,提高项目执行效率与成果质量。持续关注行业技术发展动态,进一步深化全流程管控模式创新,为高速铁路通信领域的可持续发展筑牢管理基石。

参考文献

- [1]王州龙,徐金鹏,靳邵云,等.高速铁路信号设备通信接口雷击过电压损伤试验研究[J].工程科学与技术,2024,56(4):287-296.
- [2]阚佳钰,韩安平,姜锡义,等.我国高速铁路通信信号设备服役状态趋势研究[J].中国铁路,2020(9):40-45.
- [3]陈耿钦.高速铁路信息通信基础设施设备智能运维综合管理平台研究[J].铁道通信信号,2020,56(4):54-57.