

公路工程施工管理中的质量控制与进度管理

付应宗

新疆北方建设集团有限公司 新疆 奎屯 833200

摘要: 公路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其施工质量与建设进度直接关系到区域经济发展、社会民生福祉以及国家交通网络的整体效能。在当前高质量发展背景下,如何科学、系统地协调质量控制与进度管理,成为公路工程施工管理的核心议题。本文旨在深入剖析公路工程施工过程中质量控制与进度管理的内涵、目标及相互关系,系统梳理当前实践中存在的主要问题,并在此基础上,提出融合BIM技术、PDCA循环、关键链法等先进理念与工具的协同优化策略。研究表明,唯有构建以“质量为本、进度可控、动态协同”为核心的一体化管理体系,方能有效破解“重进度、轻质量”或“保质量、拖工期”的二元对立困境,实现公路工程项目的综合效益最大化。

关键词: 公路工程; 施工管理; 质量控制; 进度管理; 协同优化; BIM技术

引言

进入21世纪以来,在大规模、高速度建设的背后,公路工程的质量安全问题与工期延误风险始终是悬在行业头顶的“达摩克利斯之剑”。从桥梁坍塌到路面早期破损,从边坡失稳到隧道渗漏,一系列质量事故不仅造成了巨大的经济损失,更严重威胁着人民生命财产安全。与此同时,由于征地拆迁、地质条件复杂、材料供应波动、极端天气频发等多重因素叠加,项目进度失控现象屡见不鲜,严重影响了投资效益的及时发挥。传统的施工管理模式往往将质量控制与进度管理视为两个相对独立的子系统,甚至在资源分配上形成此消彼长的竞争关系。这种割裂的思维模式极易导致“抢工期、降标准”或“死守规范、无限延期”的极端行为,无法适应现代大型、复杂公路工程精细化、集成化管理的需求。因此,亟需从理论和实践层面重新审视二者的关系,探索一条既能保障工程质量生命线,又能科学推进工程进度的协同发展路径。

1 公路工程施工管理中质量控制的内涵与体系构建

1.1 质量控制的核心内涵

公路工程质量是指工程满足相关标准、规范、合同约定及使用功能要求的程度。其控制过程贯穿于项目全生命周期,但在施工阶段尤为关键,是将设计蓝图转化为实体工程的决定性环节。施工质量控制的核心在于通过一系列有计划、有组织的技术和管理活动,对影响工程质量的人、机、料、法、环(即5M1E: Man, Machine, Material, Method, Measurement, Environment)等要素进行全过程、全方位的监控与纠偏,确保最终交付的工程产品安全、耐久、适用、经济、美观。

1.2 质量控制的关键环节与措施

1.2.1 事前控制(预防为主)

(1) 健全质量管理体系: 建立以项目经理为第一责任人的质量保证体系,明确各级管理人员的质量职责,确保ISO 9001等质量管理体系的有效运行。(2) 深化图纸会审与技术交底: 组织设计、施工、监理等多方进行图纸会审,消除设计错漏碰缺。通过多层次、多形式的技术交底,确保一线作业人员准确理解设计意图、施工工艺及质量标准。(3) 严格材料与设备准入: 建立严格的原材料、构配件及设备进场检验制度,实行见证取样、平行检测,杜绝不合格品流入施工现场^[1]。(4) 优化施工组织设计与专项方案: 针对关键工序(如软基处理、高边坡支护、大体积混凝土浇筑、沥青面层摊铺等),编制具有针对性、可操作性的专项施工方案,并履行专家论证程序。

1.2.2 事中控制(过程监控)

(1) 强化工序质量控制: 严格执行“三检制”(自检、互检、专检)和“报验制”,上道工序未经检验合格,不得进入下道工序。对隐蔽工程、关键部位实施旁站监理。(2) 推行标准化施工: 通过首件工程认可制、样板引路等方式,统一工艺标准,减少质量通病。例如,在路基填筑中严格控制压实度、平整度;在桥梁施工中精准控制钢筋保护层厚度、预应力张拉力。(3) 应用信息化监测手段: 利用智能传感器、无人机巡检、视频监控等技术,对施工过程中的关键参数(如温度、应力、位移)进行实时采集与分析,实现质量隐患的早发现、早预警。

1.2.3 事后控制(持续改进)

(1) 完善质量验收与评估: 依据《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)等规范,分阶段、分层次进

行质量验收。引入第三方检测机构进行独立、公正的评估。(2) 建立质量问题追溯与闭环机制：对发现的质量缺陷或事故，深入分析根本原因，制定并落实有效的整改措施，防止同类问题重复发生。(3) 开展质量回访与保修：工程竣工后，主动进行质量回访，履行合同约定的保修义务，持续提升客户满意度。

2 公路工程施工管理中进度管理的目标与方法

2.1 进度管理的核心目标

进度管理的根本目标是在确保工程质量和安全的前提下，通过科学的计划、有效的组织、严密的控制和灵活的调整，使工程项目能够按照预定的时间节点顺利推进，最终实现合同工期的如期或提前完成。这不仅是对业主投资效益的负责，也是施工企业信誉和市场竞争力的体现。

2.2 进度管理的主要方法与工具

2.2.1 科学编制进度计划

(1) 工作分解结构(WBS)：将整个工程项目逐级分解为可管理、可执行的工作包，是编制进度计划的基础。(2) 网络计划技术：广泛应用的关键路径法(CPM)和计划评审技术(PERT)，能够清晰地展示各工序间的逻辑关系，识别出决定总工期的关键线路，为资源优化和进度控制提供依据。(3) 横道图(甘特图)：直观展示各项工作的起止时间，便于现场管理人员理解和跟踪。

2.2.2 动态监控与偏差分析

(1) 建立进度报告制度：定期(如周报、月报)收集实际进度数据，与计划进度进行对比。(2) 采用挣值管理(EVM)：通过整合范围、进度和成本三个维度的数据(BCWS、BCWP、ACWP)，计算进度偏差(SV)和进度绩效指数(SPI)，定量评估项目进度执行情况，预测未来趋势。(3) 可视化进度看板：在项目部设置进度形象图或电子看板，实时更新工程进展，营造“比学赶超”的氛围。

2.2.3 有效的进度纠偏与调整

(1) 原因分析：当出现进度偏差时，必须深入分析其根本原因，是内部管理问题(如劳动力不足、机械故障)还是外部不可抗力(如恶劣天气、政策变化)。(2) 纠偏措施：根据偏差性质和程度，采取相应措施。对于非关键线路的延误，可通过资源平衡进行消化；对于关键线路的延误，则需采取压缩关键工作持续时间(如增加资源投入、改进施工工艺、组织两班倒)、调整工作逻辑关系(如平行作业、搭接施工)等强力手段^[2]。(3) 变更管理：任何对原进度计划的重大调整，都必须履行严格的变更审批程序，评估其对成本、质量、安全的影响，并

获得相关方的认可。

3 质量控制与进度管理的辩证关系与现实冲突

质量与进度并非简单的对立关系，而是相互依存、相互制约的统一体。高质量的工程可以减少返工、维修和事故处理的时间，从长远看反而有利于进度的稳定；而科学合理的进度安排，能为质量控制提供充足的时间保障，避免因盲目赶工而导致的质量隐患。然而，在复杂的工程实践中，二者常常陷入尖锐的冲突：(1) “抢工期”压力下的质量妥协：在政治任务、资金压力或业主强烈要求下，施工单位可能被迫压缩合理工期，导致养护时间不足、工序衔接仓促、检验流于形式，埋下质量隐患。(2) 过度追求“零缺陷”导致的进度僵化：部分管理人员对质量标准的理解过于教条，对微小瑕疵也要求彻底返工，忽视了工程的实际使用功能和成本效益，造成不必要的工期延误。(3) 资源配置的零和博弈：在有限的资源(人力、设备、资金)约束下，向质量控制倾斜(如增加检测频次、采用更高标号材料)可能会挤占用于加快进度的资源，反之亦然。这些冲突的根源在于缺乏一个能够统筹兼顾、动态平衡的顶层管理框架，使得现场决策常常陷入“救火式”的被动应对。

4 质量与进度协同管理的优化策略

为有效化解上述矛盾，实现质量与进度的和谐共生，必须构建一套系统化、前瞻性的协同管理策略。

4.1 构建一体化的项目管理组织架构

首要任务是打破传统职能部门间的壁垒。许多项目中，“质量部”与“工程部”各自为政，信息不通、目标不一，是导致协同失效的组织根源。为此，应成立由项目经理直接领导的“质量-进度联合管控小组”，其成员应涵盖技术、质量、计划、物资、安全等各专业的核心负责人。该小组应共同参与重大施工方案的评审、进度计划的编制与调整、以及重大质量风险的评估与决策^[3]。通过这种一体化的组织设计，可以确保在项目执行的每一个关键节点，质量与进度的考量都能被同步纳入决策视野，从而做出更加全面和平衡的判断。

4.2 深度融合PDCA循环与关键链项目管理(CCPM)

将质量管理的经典方法论PDCA循环(Plan-Do-Check-Act)与关键链项目管理(CCPM)思想进行深度融合，能够创造出强大的协同效应。在计划(P)阶段，运用CCPM的理念，在识别出考虑资源约束后的关键链基础上，为整个项目和各汇入链战略性地设置“缓冲区”。这些缓冲区不仅是应对一般不确定性的安全垫，更应被明确赋予“质量缓冲”的功能，专门用于吸收因质量问题(如返工、整改)所消耗的非增值时间。在执行(D)与检查

(C)阶段,管理的重点应从监控单个任务的完成情况,转变为监控缓冲区的消耗速率。一旦发现质量问题可能侵蚀关键链缓冲,项目团队应立即启动应急响应,集中资源解决问题,利用缓冲区来消化影响,而不是仓促地压缩后续工序的时间。最后,在处理(A)阶段,应将此次质量问题的根本原因分析结果,反馈到下一个PDCA循环的计划阶段,用于优化施工工艺、加强人员培训或调整材料选型,从而从源头上预防问题复发,减少对宝贵缓冲区的侵蚀,最终保障整体进度的稳健性。

4.3 全面赋能BIM与智慧工地技术

以BIM技术和智慧工地平台为代表的数字化工具,为质量与进度的协同管理提供了前所未有的可能性。通过构建4D/5D BIM模型,即将三维几何信息与进度计划、成本数据进行关联,项目团队可以在虚拟环境中对施工全过程进行动态模拟。这种模拟不仅能提前暴露工序冲突和空间干涉等潜在问题,优化工序逻辑,为高质量施工创造有序的现场环境,还能通过对比不同施工方案对工期的影响,辅助决策者选择最优路径。物联网(IoT)技术的应用则进一步打通了物理世界与数字世界的连接,在关键结构部位部署的传感器可以实时采集混凝土温湿度、钢结构应力、路面压实度等核心质量数据,并与进度数据一同汇入统一的智慧工地平台^[4]。借助大数据分析,可以建立起质量指标与进度绩效之间的关联模型,从而预测特定质量问题对后续工期的潜在影响,推动管理模式从“被动响应”向“主动预防”转变。此外,基于移动应用的协同平台,使得现场质量巡检、问题上报、整改通知等流程全部线上化、可追溯,极大地提升了质量问题的闭环处理效率,间接为进度目标的实现扫清了障碍。

4.4 强化合同与风险管理

协同管理的有效落地离不开坚实的制度保障。首先,在项目合同签订阶段,就应清晰界定业主、承包商、监理等各方在质量与进度方面的权责边界,特别是要明确规定因重大质量问题导致的返工是否构成可索赔的工期

延误,避免后期扯皮。其次,项目启动初期应系统地识别所有可能同时对质量和进度构成威胁的风险源,如特殊不良地质、新材料新工艺的应用风险、供应链中断等,并据此制定详尽的应急预案。最后,应建立激励与约束并重的管理机制。一方面,通过设立“优质优价”、“提前完工奖励”等正向激励措施,引导参建各方自觉追求质量与进度的双赢;另一方面,对因自身管理不善导致的质量事故或无故工期延误,必须实施严厉的经济处罚和信用惩戒,形成有效的约束力。

5 结语

本文通过理论分析与实践探讨,得出以下结论:首先,必须牢固树立“质量是进度最可靠保障”的核心理念,将质量意识深度融入项目管理的每一个环节。其次,要着力构建以一体化组织为保障、以先进管理方法(如PDCA与CCPM的融合)为骨架、以数字化技术(BIM、IoT)为神经的协同管理体系,实现对质量与进度要素的全局感知、智能分析和精准调控。最后,完善的合同机制与全面的风险管理是协同管理理念得以有效落地的制度基石。展望未来,随着人工智能、数字孪生等前沿技术的深度应用,公路工程施工管理将迈向更高水平的智能化与自主化。质量与进度的协同将不再是管理者被动平衡的艺术,而将成为一个由数据驱动、算法优化的自动调节过程,从而为建设更多经得起历史和人民检验的“平安百年品质工程”提供坚实的管理支撑。

参考文献

- [1]孔令江.公路工程项目质量控制与进度管理探讨[J].汽车周刊,2024,(10):190-192.
- [2]王玢.公路工程项目质量控制和进度管理概述[J].住宅与房地产,2020,(12):159.
- [3]郑斌.公路工程质量与进度管理研究[J].运输经理世界,2025,(08):16-18.
- [4]黄巍.公路工程施工管理中质量与进度控制策略研究[J].运输经理世界,2025,(27):53-55.