

# 公路工程建设质量控制与安全管理研究

杨 明

温州市交通工程管理中心 浙江 温州 325015

**摘要：**本文聚焦公路工程建设中的质量控制与安全管理问题。深入剖析当前公路工程建设面临的新挑战，如新技术应用带来的质量管控难题、复杂施工环境下的安全风险等。提出一系列具有创新性和实操性的策略，包括引入数字化质量监控技术、构建动态安全风险评估体系等，旨在提升公路工程建设质量与安全管理水平，为行业发展提供有益参考。

**关键词：**公路工程建设；质量控制；安全管理；数字化监控；动态评估

## 1 引言

随着科技的飞速发展和城市化进程的加速，公路工程建设规模不断扩大，技术难度日益增加。同时，社会对公路工程质量和安全的要求也越来越高。质量控制与安全管理作为公路工程建设的核心环节，直接关系到工程的成败和人民生命财产的安全。然而，当前公路工程建设中仍存在诸多问题，如质量通病频发、安全事故时有发生等。因此，深入研究公路工程建设质量控制与安全管理具有重要的现实意义。

## 2 公路工程建设质量控制

### 2.1 质量控制的新挑战

#### 2.1.1 新技术应用带来的质量管控难题

近年来，公路工程建设中不断涌现出新技术、新材料，如3D打印技术、高性能混凝土等。以3D打印技术在公路路面铺设中的应用为例，其打印精度需精确控制在毫米级别，否则会导致路面平整度不达标，影响行车舒适性和安全性。而且，3D打印材料在不同环境条件下的性能稳定性尚无成熟的研究数据，如在高温、高湿或冻融循环环境下，材料的强度、耐久性等指标可能会发生变化，给质量控制带来了极大的不确定性。高性能混凝土虽然具有高强度、高耐久性等优点，但其配合比设计更为复杂，对原材料的质量要求也更高。

#### 2.1.2 复杂施工环境下的质量保障压力

公路工程建设往往面临着复杂的施工环境，如山区、高原、沿海等地区。在山区进行公路隧道施工时，由于地质构造复杂，可能会出现断层、破碎带、岩溶等不良地质情况。这些地质条件容易导致隧道施工过程中出现塌方、涌水等事故，不仅会影响隧道的施工进度，还会对隧道的质量造成严重影响<sup>[1]</sup>。例如，塌方可能会导致隧道衬砌结构受损，涌水可能会侵蚀混凝土，降低其强度和耐久性。在沿海地区进行公路工程建设，会受到

海风、海浪、盐雾等自然因素的影响。海风可能会加速混凝土中水分的蒸发，导致混凝土表面出现裂缝；海浪的冲刷可能会破坏路基的稳定性；盐雾中的氯离子会渗入混凝土内部，腐蚀钢筋，影响结构的耐久性。

### 2.2 质量控制策略

#### 2.2.1 引入数字化质量监控技术

利用物联网、大数据、云计算等技术，建立数字化质量管理体系。在施工现场安装各类传感器，如温度传感器、湿度传感器、应变传感器等，实时采集施工数据。以混凝土浇筑为例，温度传感器可以实时监测混凝土的浇筑温度，当温度超出规定范围时，系统会自动发出预警。湿度传感器可以监测混凝土养护环境的湿度，确保养护条件符合要求。应变传感器可以监测混凝土结构的变形情况，及时发现潜在的质量问题。这些数据通过无线网络传输至管理系统进行分析和处理，管理人员可以通过手机、电脑等终端设备随时查看施工数据和质量状况。建筑信息模型（BIM）技术可以在公路工程建设中实现全过程的可视化管理和协同工作。在施工前，利用BIM技术进行三维建模，对施工方案进行模拟和优化。例如，通过BIM模型可以模拟桥梁的施工过程，检查施工顺序是否合理，是否存在碰撞问题。对于复杂的互通立交，BIM技术可以直观地展示各条匝道的空间位置和相互关系，提前发现设计缺陷和施工难点。在施工过程中，通过BIM模型与实际施工情况进行对比，及时发现偏差并进行纠正。例如，通过对比BIM模型中钢筋的布置位置和实际施工中钢筋的绑扎情况，可以及时发现钢筋间距、数量等是否符合设计要求。

#### 2.2.2 加强原材料与构配件质量管控

对原材料和构配件供应商进行全面评价，包括其生产能力、质量保证体系、信誉等方面。例如，对于水泥供应商，要考察其生产工艺、生产设备、质量控制措

施等。可以要求供应商提供产品的质量检验报告、生产许可证等相关证件。同时,对供应商的历史业绩进行调查,了解其是否有过质量事故或不良记录。选择优质的供应商,并与其建立长期稳定的合作关系,签订质量保证协议,明确双方的权利和义务。利用二维码、RFID等技术,对原材料和构配件进行标识和追溯。从原材料的采购、运输、储存到使用,每个环节都进行详细记录。例如,对于每一批次的钢筋,在采购时为其生成唯一的二维码或RFID标签,记录其生产厂家、规格、型号、生产日期、检验报告等信息<sup>[2]</sup>。在运输过程中,记录运输车辆的车牌号、运输时间、运输路线等信息。在储存时,记录仓库的位置、储存条件、入库时间等信息。在使用时,扫描二维码或读取RFID标签,即可获取该钢筋的全部信息,确保原材料和构配件的质量可追溯。

### 2.2.3 强化施工过程质量控制

在每项分项工程正式施工前,先进行首件工程施工。对首件工程的质量进行全面检查和评估,总结施工经验和存在的问题,制定改进措施。例如,在进行路面基层施工时,先施工一段首件基层,对其压实度、平整度、厚度等指标进行检测。如果压实度不达标,分析是压实设备选型不当还是压实工艺不合理等原因,然后调整压实设备或改进压实工艺。只有首件工程质量达到要求后,才能进行后续工程的施工,确保整个分项工程的质量稳定。制定关键工序和隐蔽工程的验收标准和流程,明确验收人员的职责。在关键工序和隐蔽工程施工完成后,必须经过严格的验收。例如,在进行桥梁桩基施工时,钢筋笼的绑扎、混凝土的浇筑等是关键工序,桩基的成孔质量、钢筋笼的安装位置等是隐蔽工程。验收人员要按照验收标准,对钢筋笼的钢筋规格、间距、焊接质量等进行检查,对混凝土的坍落度、浇筑高度等进行检测。验收合格后方可进行下一道工序。

## 3 公路工程建设安全管理

### 3.1 安全管理的新挑战

#### 3.1.1 施工人员安全意识淡薄与技能不足

公路工程建设施工人员大多来自农村,文化程度较低,安全意识和技能普遍不足。部分施工人员对安全操作规程不熟悉,存在违规作业行为。例如,在高空作业时,不系安全带;在电气作业时,不遵守操作规程,随意接线。这些违规作业行为增加了安全事故的发生风险。而且,施工人员的应急处理能力较差,当遇到突发安全事故时,往往不知所措,不能采取有效的应急措施,导致事故后果扩大。

#### 3.1.2 施工环境复杂多变带来的安全风险

公路工程建设施工环境复杂,涉及到高空作业、地下作业、爆破作业等多种危险作业。在高空作业时,施工人员面临着坠落的风险;在地下作业时,可能会遇到有毒有害气体、坍塌等危险;在爆破作业时,存在飞石、冲击波等安全隐患。同时,施工过程中还会受到自然因素(如暴雨、洪水、台风等)的影响。例如,暴雨可能会导致施工现场积水,影响施工设备的正常运行,还可能引发滑坡、泥石流等地质灾害;台风可能会吹倒施工围挡、脚手架等设施,危及施工人员的生命安全。

### 3.2 安全管理实操策略

#### 3.2.1 构建动态安全风险评估体系

根据公路工程建设的特点和施工进度,定期开展安全风险评估。采用定性与定量相结合的方法,对施工过程中的安全风险进行全面评估。例如,对于桥梁施工,可以根据桥梁的类型、结构、施工工艺等因素,识别出高处坠落、物体打击、坍塌等主要安全风险。然后,采用风险矩阵法等方法,对这些风险的可能性和后果进行评估,确定风险等级。根据安全风险评估结果,制定相应的风险应对措施<sup>[3]</sup>。在施工过程中,密切关注风险因素的变化情况,及时调整风险应对措施。例如,当施工进度发生变化,导致施工顺序改变时,可能会产生新的安全风险。此时,要及时重新进行安全风险评估,调整风险应对措施。同时,建立安全风险预警机制,当风险因素达到预警值时,及时发出预警信号,提醒施工人员采取防范措施。

#### 3.2.2 加强安全教育培训

采用集中培训、现场培训、在线培训等多种方式,对施工人员进行安全教育培训。集中培训可以邀请安全专家进行授课,讲解安全法规、安全操作规程、安全事故案例分析等内容。现场培训可以在施工现场进行,由安全管理人员针对具体的施工环节进行安全指导。在线培训可以利用网络平台,提供安全培训课程,施工人员可以根据自己的时间和需求进行学习。培训内容要具有针对性和实用性,例如,对于从事电气作业的施工人员,要重点培训电气安全知识和操作技能。对参加安全培训的人员进行考核,考核合格后方可上岗作业。考核内容包括安全知识考试和实际操作考核。安全知识考试可以采用笔试或在线考试的方式,考查施工人员对安全法规、安全操作规程等知识的掌握程度。实际操作考核可以在模拟场景或施工现场进行,考查施工人员的安全操作技能和应急处理能力。

#### 3.2.3 强化施工现场安全管理

在施工现场设置明显的安全警示标识,如安全标

语、警示牌、防护栏等。安全标语可以张贴在施工现场的显眼位置,提醒施工人员注意安全。警示牌要设置在危险区域,如深基坑边缘、高处作业平台等,标明危险性质和注意事项。防护栏要安装在楼梯口、电梯井口、预留洞口等位置,防止施工人员坠落。建立安全监督检查制度,定期对施工现场进行安全监督检查。检查内容包括施工人员的安全行为、安全防护设施的设置、施工机械的运行等方面。对于发现的安全隐患,要及时下达整改通知书,责令施工单位限期整改。同时,对整改情况进行跟踪复查,确保隐患得到彻底消除。

#### 3.2.4 完善应急管理体系

根据公路工程建设可能发生的安全事故类型,制定详细的应急预案。应急预案要包括应急组织机构、应急响应程序、应急救援措施等内容。例如,对于火灾事故,应急组织机构要明确指挥人员、灭火人员、疏散人员等的职责;应急响应程序要规定火灾发生后的报警、初期灭火、人员疏散等步骤;应急救援措施要包括灭火器材的使用、伤员的急救等方法。定期组织应急演练,检验应急预案的可行性和有效性。通过应急演练,提高施工人员的应急处置能力和协同配合能力<sup>[4]</sup>。例如,模拟施工现场发生坍塌事故,组织施工人员进行应急演练,检验施工人员在事故发生后的报警、救援、疏散等环节的响应速度和处置能力。演练结束后,要对演练效果进行评估和总结,针对存在的问题对应急预案进行修订和完善。

### 4 质量控制与安全管理的协同推进

#### 4.1 建立统一的管理体系

将质量控制与安全管理纳入统一的管理体系,明确各部门和各岗位的职责和权限。制定统一的管理制度和 workflows,确保质量控制与安全管理工作协调一致。例如,建立质量安全小组,由项目经理担任组长,质量管理人员和安全管理人員为成员,定期召开会议,共同研究解决施工中出现的质和安问题。

#### 4.2 加强信息共享与沟通

建立质量控制与安全管理信息共享平台,及时传递施工过程中的质量信息和安信息。加强各部门之间的沟通与协作,共同解决施工中出现的质和安问题。例如,质量管理人员在检查中发现某个施工环节存在质量隐患,可能会影响到施工安,要及时将信息传递给安管理人员。安管理人员在检查中发现某个施工行为存在安风险,可能会影响到施工质量,也要及时将信息传递给质量管理人员。

#### 4.3 开展联合检查与评估

定期组织质量控制与安全管理的联合检查和评估活动。在检查过程中,既要检查工程质量,又要检查安管理情况。对发现的问题,要共同分析原因,制定整改措施,确保问题得到及时解决。例如,在联合检查中发现施工现场的模板支撑体系存在质量问题,同时也存在安隐患,质量管理人员和安管理人员要共同研究整改方案,明确整改责任人和整改期限。

#### 结语

公路工程建设质量控制与安全管理是一项系统工程,面临着诸多新的挑战。通过引入数字化质量监控技术、构建动态安风险评估体系、加强安全教育培训等实操策略,以及协同推进质量控制与安全管理,可以有效提高公路工程建设的质量和安管理水平。在未来的公路工程建设中,应不断探索创新,进一步完善质量控制与安全管理的方法和手段,为公路工程建设事业的可持续发展奠定坚实的基础。

#### 参考文献

- [1]韩小宾.公路工程施工质量控制与安全管理研究[J].运输经理世界,2024,(35):16-18.
- [2]赵勇.公路工程质量控制与安全管理[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(04):40-42.
- [3]朱慧.公路工程建设质量、安监督管理研究[J].运输经理世界,2024,(21):124-126.
- [4]李鑫.高速公路工程质量与安全管理的策略研究[J].汽车周刊,2024,(07):191-193.