

Safety risk identification and pre-control measures of bridge engineering supervision

Mingwei Xie

Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650217, China

Abstract

This study focuses on the first supervision contract section of the G5612 Dali-Lincang Expressway from Nanjian to Yunxian, which includes 16 bridges (total single-span length of 5.5525 km). By analyzing the necessity of quality control in bridge engineering supervision, this paper identifies four key supervision areas: foundation works, main structures, ancillary facilities, and safety/environmental protection. It proposes three-stage supervision strategies: pre-construction preparation (plan review and material control), in-process construction (dynamic monitoring of critical procedures), and post-construction acceptance (quality inspection and defect rectification). The research aims to provide practical references for highway bridge engineering supervision, ensuring project quality and operational safety while effectively controlling construction costs and risks. This systematic and actionable quality control experience offers valuable insights for similar projects, facilitating smooth progress and efficient completion of engineering endeavors.

Keywords

bridge engineering; key process; supervision quality control; expressway

桥梁工程施工关键工序监理质量控制策略

谢明卫

云南云岭高速公路工程咨询有限公司, 中国·云南昆明 650217

摘要

本文以G5612大理至临沧高速公路南涧至云县段第一监理合同段为研究对象, 所在标段含16座桥梁(单幅总长5.5525公里)。本文通过分析桥梁工程施工监理质量控制的必要性, 明确基础工程、主体结构、附属设施、安全与环保四大监理要点, 提出事前准备(方案审核、原材料管控)、事中施工(关键工序动态监督)、事后验收(质量验收、缺陷整改)三个阶段监理策略, 旨在为高速公路桥梁工程监理提供实践参考, 保障工程质量与运营安全, 同时, 有效控制工程成本与施工安全风险, 从而为同类工程提供一套系统化、可操作的监理质量控制经验, 以供参考和借鉴, 确保工程项目的顺利推进和高效完成。

关键词

桥梁工程; 关键工序; 监理质量控制; 高速公路

1 引言

高速公路建造时, 桥梁工程属于跨越地形障碍, 确保线路连通的关键部分, 其品质直接关乎工程进度以及营运安全。G5612大理至临沧高速南涧至云县段位于山地地区, 桥梁工程包括主线、互通立交等, 施工工序多, 技术要求高, 占比重大。当前桥梁建造容易出现材料不合格、工序不规范等问题, 监理单位是质量把控的重要环节, 需依靠科学的管理来避开风险。因此, 探讨该类桥梁工程施工关键工序监理质量控制策略, 对于确保工程质量、减少安全隐患有着现实意义。

2 桥梁工程施工监理质量控制的必要性

在高速公路建造体系当中, 桥梁工程的作用是举足轻重的。桥梁要跨越山丘河流等地形障碍, 从而完成线路的顺利接通, 其施工质量优劣将直接影响整个工程项目的推进程度以及后续的安全使用状况。以G5612大理至临沧高速公路南涧至云县段为例, 该公路位于山地地带, 桥梁工程包含主线、互通立交以及连接线等多种情况。16座桥的单幅总长5.5525km, 需和路基、隧道等工程共同推进施工, 工序复杂、技术要求高。一旦关键工序出现质量问题, 不仅会造成返工整改增加项目投资成本, 还会形成结构安全隐患, 严重影响后期通行安全。

监理单位是工程质量的把控关键一环, 在桥梁工程施工过程中负有监督、检查与控制的重要职责。加强对关键工序的监理质量控制, 可提前发现潜在的风险, 及时纠正施工

【作者简介】谢明卫(1989-), 男, 中国云南文山山人, 本科, 工程师, 从事工程监理研究。

偏差。从而确保施工全过程受控^[1]。就 G5612 项目第一监理合同段来说,其监理范围涉及桥梁工程中的路基、桥涵、防护排水等工程,并要负责施工阶段及缺陷责任阶段的监理工作,充分体现了监理质量控制,在确保桥梁工程质量方面占据着十分重要的位置。

3 桥梁工程监理质量控制要点

3.1 基础工程监理要点

通过地质核查及方案调整,基础开挖前复核地质勘察数据,遇到与报告不符的岩层、溶洞等情况,需联系项目公司、设计单位及施工单位共同到施工现场对方案进行优化,防止盲目开挖造成坍塌。同时,混凝土浇筑管控,针对桥梁桩基,全程监督混凝土配合比(需符合项目 C35 设计强度等级、坍落度检测(按照规范每 50m³ 至少 1 次),采用旁站监理确保桩基浇筑连续,现场制作混凝土试件,待龄期满足要求后及时进行抗压强度检测,杜绝出现强度不够的情况。

3.2 主体结构监理要点

主体结构直接决定桥梁承载能力,要分部位精确把控,在墩柱、盖梁建造过程中,考察模板垂直度(偏差 $\leq 3\text{mm}/\text{m}$),接缝密封状况,防止漏浆造成蜂窝麻面,钢筋安装时要核对规格(比如墩柱主筋直径 $\geq 25\text{mm}$),间距(误差 $\leq 10\text{mm}$),保护层厚度($\geq 30\text{mm}$),预应力盖梁张拉时,全程记录张拉力值和伸长量(偏差在 $\pm 6\%$ 内),预防预应力损失。梁板预制安装环节,监理复核预制梁板几何尺寸(长度误差 $\leq 10\text{mm}$),安装时检查支座定位(偏差 $\leq 5\text{mm}$)、梁板拼接缝处理情况,

3.3 附属设施监理要点

附属设施涉及桥梁耐久性和功能性,要同步管控:桥梁防护排水设施(护栏,泄水管)施工期间,检查护栏钢筋预埋位置(误差 $\leq 5\text{mm}$,混凝土浇筑外观,泄水管安装需确保排水坡度($\geq 2\%$),防止积水侵蚀结构。此外,沙乐连接线等互通桥梁,要匹配三级公路标准,其附属设施的尺寸和强度,也要按对应的标准去改变,同主线标准相衔接。桥面铺装层施工时,需严格监控铺装材料质量(如沥青混凝土压实度 $\geq 96\%$),铺装厚度(偏差 $\leq 5\text{mm}$)及平整度(每 100m 检测点数不少于 5 处,标准差 $\leq 1.2\text{mm}$),确保行车舒适性。

3.4 安全与环保监理要点

项目位于山地,施工安全与环保并重:安全监理方面,查看梁板吊装设备(起重机)的额定起重量以及钢丝绳磨损状况,墩柱施工脚手架搭设需满足承重标准(荷载 $\geq 2.5\text{kN}/\text{m}^2$),高空作业人员应戴好安全防护装备。环保监理需监督施工废水(如混凝土养护水)经沉淀处理后排放,桥梁施工产生的废渣需转运至指定弃土场,避免污染周边环境,同时核查环保措施落实情况,确保与项目环保、水保监理职责一致。

针对施工现场的临时用电,需检查配电箱和线路是否符合安全标准,杜绝私拉乱接现象,电工必须持证上岗,并且定期接受安全培训。在环保方面,还应注意施工扬尘问题,督促施工单位做好洒水降尘、设置围挡等工作,以减轻对周围空气质量的影响。同时,需监督施工单位合理规划施工时间,尽量避开居民休息时段进行高噪音作业,如果存在必须连续施工的情况,则需提前办好手续并告知附近住户。

4 桥梁工程施工关键工序监理质量控制策略

4.1 事前准备阶段:奠定质量控制基础

事前准备阶段属于桥梁工程监理质量控制的前提,重点在于通过周全的前期准备工作,明确质量把控标准,整理重要工序环节并找出潜藏风险,从而为后续施工监理赋予参照。对 G5612 项目第一监理合同段桥梁工程,事前准备阶段的监理控制主要有以下两点:

一方面,加强施工方案审核和技术交底监理。施工方案是桥梁工程施工指导性文件,其科学性、可行性直接关系到桥梁施工质量。监理单位要根据桥梁不同的种类(例如互通立交桥、主线桥),以及项目的地形情况和设计要求,审查施工方提交的专项施工方案,审核要点涵盖施工工序规划、施工工艺选取、设备调配方案、人员分配情况以及质量确保方式等方面内容,尤其需关注桥梁基础、墩柱、梁板预制与安装等关键工序的技术参数是否符合设计规范,例如,新建路段选用双向四车道高速公路标准,设计时速达 80 公里每小时,路基宽度为 25.5 米,桥梁工程须同总体标准相匹配。此外,监理单位还需监督施工单位,做好技术交底工作,使施工人员能够正确领会重要环节技术要求、质量标准,杜绝技术认识不足产生的质量问题。

另一方面,加强对原材料和设备的质量监理工作,原材料是桥梁工程质量的基础性物质资源,因此,监理单位需建立健全完善的原材料进场验收机制,对钢材、水泥、砂石等关键材料的质量证明文件进行核查检验,并按照相关规范要求要求进行抽检取样送检操作流程,从而确保原材料各项指标均符合设计标准^[2]。在桥梁工程中,若原材料质量不合格,则会影响其强度及耐久性。监理单位还需要对施工设备(梁板预制设备、吊装设备等)的性能,以及工作状况进行检查,确保其运转正常,达到施工工艺的要求,以免因为设备出现故障影响到施工进度或者造成质量问题。

4.2 事中施工阶段:强化关键工序动态管控

事中施工阶段是桥梁工程质量形成的重点环节,监理单位要针对关键工序展开动态管控,通过现场巡查,平行检验,旁站监理等方式,随时监督施工流程,尽快找出并解决问题。结合本项目第一监理合同段桥梁工程实际情况,事中施工阶段的监理控制,需要重点聚焦以下几大工序:

其一,桥梁桩基施工监理。桥梁桩基作为承载桥梁上部结构的重要部分,其施工质量关系到整个桥梁的稳定。该

项目桥梁工程有摩擦桩及端承桩,监理单位要重点对钻孔、钢筋绑扎、混凝土浇筑等工序展开监督。在桩基钻孔过程中,需查看桩位、孔深、孔径、倾斜度等是否符合设计需求,若碰到地质状况和勘察报告不符的情形,需督促施工单位及时提交实际地质状况,经设计单位同意后,改变施工方案;钢筋绑扎的过程中,监理需要检查钢筋规格、数量、间距、连接方法是否满足设计要求,确保钢筋骨架的稳固以及受力能力;混凝土浇筑过程中,要监督施工单位控制好混凝土的配合比、坍落度以及浇筑速度;控制好开挖顺序,相邻两颗桩基不得同时作业,确保桩基不受到影响。

其二,墩柱与盖梁施工监理。墩柱与盖梁是联系桥梁基础和桥面结构的桥梁重要组成构件,其质量好坏对整个桥梁受力状况起着关键性作用。监理单位要重点把控墩柱钢筋安装,模板支护以及混凝土浇筑这些环节,在进行钢筋安装时,需检查以下钢筋是否定位准确,保护层的厚度是否达标,防止因为钢筋偏移,而影响到结构受力的情况出现。在模板支护工序,检查模板的刚度、平整度以及密封性,防止模板发生变形或者漏浆现象,造成墩柱外观质量瑕疵。在混凝土浇筑时,要监督施工单位分层浇筑,均匀振动,确保混凝土密实性,并控制浇筑高度、速度以防止因施工不当造成墩柱开裂^[3]。此外,监理单位要对盖梁的预应力施工,实施严格的监理,确保预应力张拉顺序,张拉力值符合设计规定的要求,保障盖梁的承载能力。

其三,梁板预制安装施工监理。梁板是桥梁上部结构的关键部位,梁板的预制和安装决定着桥梁的通行安全。在该项目里,桥梁工程包含梁板预制和安装工序,监理单位要重点监察梁板预制期间的钢筋绑扎,混凝土浇筑,预应力张拉以及养护等环节,确保梁板的几何尺寸,强度和耐久性达到设计标准。在梁板安装时,监理单位要检查安装设备的安全性与稳定性,并监督施工单位控制好梁板的安装位置和标高,确保梁板和支座之间连接紧密,防止发生位移、沉降等状况,同时,需检查梁板之间连接位置的质量情况,确保连接牢固、符合受力要求^[4]。

4.3 事后验收阶段:完善质量验收与缺陷整改

事后验收阶段,属于桥梁工程施工质量控制的最后一环,主要凭借全面的质量验收,来判断桥梁工程施工质量是否达到设计标准与规范要求,针对存在的质量缺陷马上督促整改,确保工程质量合格。G5612项目第一监理合同段桥梁工程事后验收阶段的监理控制,需做好以下工作:

一方面,需严格执行质量验收标准。监理单位根据相

关的规定,以及设计要求,对桥梁的各分部工程(基础工程、墩柱工程、梁板工程等)开展质量检验。验收内容包括外观质量、几何尺寸、结构强度等指标,用现场检测或者查阅资料的方式,对工程质量进行评价。如混凝土结构,要检测其强度、平整度、垂直度等指标,如果出现外观裂缝、露筋等问题,需及时记载下来,然后让施工方加以改正。同时,监理单位要对验收资料做好整理和归档工作,确保资料完整、准确,为工程竣工验收提供依据^[5]。

另一方面,需强化缺陷责任期监理。缺陷责任期是桥梁工程质量的保障阶段,监理单位需要对桥梁工程定期巡查,检查是否存在质量上的缺陷(裂缝)、下沉、渗漏等。在G5612项目中,监理单位要负责项目的缺陷责任期阶段的监理工作,发现质量问题时,应及时通知施工单位进行整改,并且对整改的过程进行监督,确保质量符合要求。并且做好缺陷的原因分析、吸取教训,对出现的质量问题进行详细记录和总结,为以后的同类工程施工监理提供参考,并不断完善质量管理体系。

5 结语

综上所述,G5612大理至临沧高速公路南涧至云县段第一监理合同段桥梁工程的监理工作,以桩基施工、墩柱盖梁、梁板预制及安装等为重点,并采用事先控制、事中控制、事后控制三个环节的方式实施管理措施,进而实现保障桥梁工程质量的目标。通过事前方案审查和材料把控作为质量的基础,事中关键工序动态监控防止施工失误,事后验收、缺陷修正构成质量的闭环。该监理实践不仅确保项目符合设计标准与规范要求,并为同类型山区高速公路桥梁工程的监理提供参考经验,对提升桥梁工程质量、保障后期运营安全具有重要推广价值。

参考文献

- [1] 王乐群. 监理技术在道路桥梁工程质量管理中的应用[J]. 建设监理, 2025, (04): 97-100.
- [2] 黄俊. 桥梁工程监理质量控制与实践策略研究[J]. 工程技术研究, 2025, 10(07): 155-157.
- [3] 李志明, 李宏达. 桥梁工程施工阶段监理质量控制要点[J]. 建设监理, 2024, (09): 94-97.
- [4] 杨晓旭. 公路桥梁施工监理实施及质量控制要点[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(10): 219+221.
- [5] 唐霖, 李松林. 公路桥梁施工监理实施及其质量控制要点[J]. 中国地名, 2020, (04): 71.