

Research on Cost Control and Optimization Strategies for Prefabricated Beam Construction in Mountainous Highway Projects

Xiaoyan Chen

Xinjiang Road and Bridge Construction Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Cost control is the core of engineering project management, which directly affects the economic benefits and market competitiveness of enterprises. This article takes the ZW-3 section of the Zhaosu Wensu Highway as an example. In the process of cost control, the current highway engineering specifications and standards are strictly followed. From the dimensions of early planning, process control, and contract and risk management, the cost control and optimization strategies for prefabricated beam construction are explored, and a refined cost control system is constructed throughout the process. Through practical verification, the construction cost of prefabricated beams in the project has been reduced by 6.2% compared to the plan, with a cumulative cost savings of about 1.72 million yuan. This article provides practical reference and technical support for the cost management of prefabricated beam construction in similar mountainous highway projects.

Keywords

highway engineering; prefabricated beam construction; cost control; prefabrication yard management

山区公路项目预制梁施工成本控制与优化策略研究

陈晓燕

新疆路桥建设集团有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

成本控制是工程项目管理的核心,直接影响企业经济效益与市场竞争力。本文以昭苏至温宿公路ZW-3标段为例,成本控制过程中,严格遵循现行公路工程规范标准,从前期策划、过程控制、合同与风险管理三个维度,探讨预制梁施工的成本控制与优化策略,构建全过程精细化成本管控体系,经实践验证,项目预制梁施工成本较计划降低6.2%,累计节约成本约172万元,本文为类似山区公路项目预制梁施工成本管理提供实践参考与技术支撑。

关键词

公路工程; 预制梁施工; 成本控制; 预制场管理

1 引言

在当前市场化竞争日趋激烈的背景下,精细化成本管理成为施工企业生存发展的关键。成本控制贯穿投标报价、施工组织、现场施工至竣工结算,需实现技术与经济深度融合。

昭苏至温宿公路 ZW-3 标段地处山区 U 型河谷,因地质复杂、场地受限,成本控制难度远高于平原项目,虽设置 2 个预制场及配套钢筋加工厂并将运距控制在 5km 内,有效降低运输成本,但仍面临预制场协同管理、钢筋加工效率、

【作者简介】陈晓燕(1979-),女,中国山东潍坊人,本科,副高级工程师,从事公路工程成本管控、工程造价、全过程造价、精细化管理等研究。

质量管控等成本风险。本文结合现场实操经验与现行规范,分析工程难点并探索科学高效的成本控制与优化方法体系,对提升企业成本管理水平、实现项目效益双赢具有重要现实意义^[1]。

2 项目概况与成本控制重点、难点分析

本项目路线全长 41.513km,桥梁工程为项目重点,采用后张法预制 40m 预应力混凝土箱梁 304 片。项目设置 2 个预制场及 2 个配套钢筋加工厂,1# 预制场供应 264 片梁板,2# 预制场供应 40 片梁板,最远运距不超过 5km,规避了长距离运输成本风险。结合现场勘察与施工管理经验,该项目预制梁施工成本控制的重点与难点主要体现在四方面:

2.1 预制场与钢筋加工厂协同管理难度大

双预制场、双钢筋加工厂的布局虽实现就近供应,但

生产计划、设备配置、物料供应需高度协同。若管理不当,易出现生产进度失衡、设备闲置、物料堆压等问题,且台座数量、存梁区面积、钢筋加工产能若与梁板生产进度不匹配,可能导致停工待料,产生窝工与机械闲置成本;物料调配不合理还会引发重复采购与浪费,进一步增加施工成本。同时,预制场与钢筋加工厂需分别满足《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)中“分区明确、流程顺畅”与“加工标准化、规范化”的要求,对协同管理提出更高标准^[2]。

2.2 地质与气候条件带来额外成本支出

项目地处U型河谷,干燥少雨、大风型大陆性气候,风速最高达12m/s,风速超8m/s时严禁梁板吊装,易造成设备闲置与工期延误;干燥气候对混凝土养护要求严苛,养护不到位易产生裂缝,增加修复成本。

2.3 场地与周边环境推高临时设施成本

施工场地远离城镇,虽减少扰民协调与拆迁成本,但砂石料、水泥、钢筋等主材需远运,增加运输成本;水电供应不便,需为双场地分别铺设临时供电线路、修建临时供水设施,成本较平原项目高出40%以上;需就近搭建施工人员住宿与生活设施,进一步增加临时设施投入。

2.4 严格规范要求提升质量成本控制难度

预制梁施工需严格遵循《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)、《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224-2023)等规范,钢筋加工质量不合格会导致返工,增加材料损耗与人工成本;梁体施工质量问题不仅引发返工成本,还会延误工期,产生工期成本与信誉损失;规范要求的环保、安全措施投入,也对成本控制提出更高要求。

3 预制梁施工成本控制与优化的核心策略及具体方法

针对上述成本控制难点,项目部采用全过程优化管理措施,严格遵循现行规范标准,从前期策划、过程控制、事后复盘三个维度实施精细化成本控制,结合现场实操数据完善措施,实现降本增效与管控措施的落地。

3.1 前期策划与方案优化

前期策划是成本控制的基石,可有效规避后期设计变更、施工方案不合理导致的成本浪费,重点开展三方面工作:

3.1.1 施工方案的经济比选与优化

针对304片40m箱梁的预制与安装,结合现场布局编制3套及以上施工方案,从技术可行性、经济合理性、安全可靠度维度比选优化,核心聚焦预制场与钢筋加工厂协同管理方案及运输方案。

在预制场与钢筋加工厂规划上,根据梁板分布特点确定双场地产能分配:1#预制场设12个预制台座,配套钢筋加工厂月加工能力180t;2#预制场设6个预制台座,配套钢筋加工厂月加工能力60t,确保台座利用率、加工产能与生产进度精准匹配。同时优化预制场布局,划分功能区域并

优化物流路径,节约场内转运成本约10万元;钢筋加工厂采用“就近配料、集中加工、直接配送”模式,每片梁节约转运成本约200元,304片梁累计节约6.1万元。

在运输方案优化上,结合短运距特点,采用小型转运设备替代大型运输车辆,累计节约运输成本约8.5万元;对运输路线进行简易加固,加固成本控制在15万元以内^[3],较传统长距离运输加固方案节约63万元。

3.1.2 科学编制成本计划与预算

依据实施性施工组织设计、材料市场价格、项目资源配置及《公路工程预算定额》(JTG/T 3832-2018),编制详细标后预算与成本计划,将成本控制指标分解至各场地、部门、班组及个人,建立层层落实的成本责任制。

针对占预制梁施工成本70%左右的材料费用,编制精准材料预算,结合市场价格波动与供应商签订长期供货合同,锁定水泥、钢筋、预应力钢绞线等主要材料价格;砂石料等地材就地采购,节约运输成本约18万元。同时对设备租赁、临时设施、人工等费用详细测算,制定差异化成本控制目标,每月对比分析双场地成本执行情况,及时调整管控措施,规避成本偏差扩大。

3.1.3 合同与图纸会审,规避潜在成本风险

开工前组织技术、成本、合同等人员会审施工图纸,在不降低工程质量、不违反规范的前提下,提出利于施工、节约成本的合理化建议。如优化梁板端部构造钢筋布置方案,减少钢筋用量约3%,单片梁节约钢筋成本约800元,304片梁累计节约24.3万元,该建议经设计单位确认后实施并办理签证。

深入研究合同条款,重点关注工程变更、价格调整等内容,提前预测可能发生的设计变更、现场签证及材料价格上涨问题并制定应对措施;明确合同双方权责,规避条款不明确导致的成本纠纷;与设备租赁方、劳务队伍签订详细合同,细化价格、工期、质量要求,避免后续费用争议。

3.2 过程实施、动态监控与技术优化

过程控制与技术优化是实现成本目标的关键,核心是对人工、材料、机械等生产要素的精细化管控,结合双场地协同管理需求,严格遵循规范要求,重点开展三方面工作^[4]:

3.2.1 预制场与钢筋加工厂精细化成本优化

针对双场地布局特点,采用“集约化、精细化、标准化”管理模式,结合规范与现场经验优化管控措施,实现协同高效运行:

一是实施精细化场地规划与动态协同管理。建立现场协同调度机制,每周召开调度会同步生产、物料、设备情况;运用“预制梁生产节拍法”编排施工计划,精确计算台座、存梁区占用周期,优先生产工期紧张梁板;钢筋加工厂根据预制场计划提前制定加工计划,确保进度无缝对接。同时,双预制场均采用自动化喷淋养护系统,结合温湿度传感器精准调控,缩短台座养护时间,累计节约人工成本约15万元,

且有效保证混凝土质量，规避修复成本。

二是严控材料与能源消耗。双钢筋加工厂建立“钢筋集中数控加工配送中心”，利用优化管理软件精准下料，将钢筋损耗率从2%-3%降至1%以下，节约钢筋约12t、成本约6万元；建立大型定型钢模板循环利用台账，修复旧模板交叉使用，将周转次数从6次提高至10次，节约模板购置成本约30万元；安装智能水电计量设备，杜绝浪费，水电消耗较常规管理降低18%，累计节约4.2万元。

三是推行全员全过程成本分析例会。每周召开班组成本分析会，每月召开项目综合成本分析会，运用成本偏差（CV）与进度偏差（SV）分析，对比实际与计划成本，排查偏差原因并明确责任、限期整改。如发现2#预制场混凝土损耗率超标后，及时调整振捣工艺、加强现场监管，将损耗率控制在计划范围内^[5]，节约混凝土成本约1.2万元。

3.2.2 运输环节的专项成本优化

结合项目短运距特点，从运输方案与运输组织两方面开展专项成本优化，进一步降低运输成本：

一是优化运输方案的技术经济性。组织技术人员详细勘察运输路线，结合梁板自重、车辆性能确定最优装载方案与行驶参数，降低车辆油耗与磨损，油耗降低约10%，每月节约燃油成本约2.8万元。

二是创新运输组织与管理。建立“制、运、架协同调度机制”，实现预制、运输、架设的动态调度与无缝对接，将设备闲置率从15%降至5%，节约机械闲置成本约15万元；与运输队伍签订“固定单价+效率激励”合同，明确权责与激励措施，有效提升运输效率、降低运输成本。

3.2.3 质量、安全与合同风险成本控制

质量与安全是成本控制的前提，结合规范与现场经验，杜绝质量、安全问题导致的额外成本，同时加强合同与变更管理，规避财务风险：

质量控制方面，坚持“质量一次成优”理念，严格遵循《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020），加强钢筋加工、混凝土浇筑、预应力张拉等关键工序质量检查，建立验收台账，不合格工序严禁进入下一环节。安排专职质检员全程管控钢筋加工质量，采用智能张拉设备保证张拉精度，实现梁体一次验收合格率100%，杜绝返工修复成本。

安全控制方面，足额投入安全措施费，严格按照规范制定专项安全方案与应急预案，配备专职安全管理人员，加强现场与运输路线巡查，定期开展安全培训。针对山区施工风险，投入15万元配备护航车辆、警示标志与应急救援设备，组织应急演练，有效规避安全事故导致的工期、人员、设备损失。

合同与变更管理方面，严格执行合同条款，任何工程变更均及时组织技术、成本人员评估成本影响，办理规范签证手续，确保变更费用合理合规。

3.3 事后总结与复盘

事后总结与复盘是成本控制持续优化的重要环节，预制梁施工完成后，组织成本、技术、现场施工人员及双场地相关负责人开展全面复盘工作，对比实际与计划成本，分析成本节约与超支原因，总结经验与不足。

对钢筋管理优化、预制场协同管理、运输方案优化等节约效果显著的措施，整理形成标准化操作流程，为后续类似项目提供参考；对临时设施投入、机械闲置、人员窝工等成本超支环节，深入分析根源并制定改进措施，规避后续项目同类问题。同时，规范计量资料整理，确保数据准确完整，加强与建设、监理单位沟通，及时办理计量手续，加快资金回笼，减少资金占用成本。

4 结论与展望

4.1 结论

预制梁施工成本控制需树立全周期、精细化的成本管理理念，实现技术与经济深度融合，严格遵循现行规范标准，重点做好协同管理。本文以昭苏至温宿公路ZW-3标段为实例，通过分析成本控制难点，构建全过程成本管控体系，得出核心结论：

前期策划是成本控制的基础，通过施工方案经济比选、科学编制成本预算、开展合同与图纸会审，结合现场特点，可有效规避潜在成本风险，为成本管控奠定基础；

事中控制是成本控制的关键，通过预制场与钢筋加工厂精细化管理、运输环节专项优化、质量安全和合同风险管控，实现成本的动态控制与有效节约；

全员参与、层层落实的成本责任制是措施落地的保障，结合现场管理特点实施差异化管控，可进一步提升成本管控效率。

经现场实践验证，项目预制梁施工成本较计划降低6.2%，累计节约成本约172万元，在确保工程安全、质量与进度的前提下实现了经济效益最大化，同时提升了项目部协同管理与成本管控能力，为类似预制梁施工项目提供了切实可行的实践参考^[6]。

4.2 展望

随着公路工程行业发展，预制梁施工成本控制趋向更精细化、智能化。建议类似项目进一步加强新技术、新设备、新方法的应用，如引入AI等工具，推广绿色施工工艺降低环保成本，提升成本管控精准度与效率。

同时，结合山区公路项目特性，深入研究协同管理的成本控制策略，完善成本控制标准与流程，优化场地布局与资源配置，为类似项目预制梁施工提供更具针对性的实践参考，推动公路工程行业成本管理整体提升。

参考文献

- [1] JTG/T 3650-2020, 公路桥涵施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2020.

- [2] JTG F90-2015, 公路工程施工安全技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.
- [3] JTG/T 30-2017, 公路工程施工组织设计规范[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017.
- [4] 张建军. 公路桥梁预制梁施工成本控制策略研究[J]. 公路交通科技, 2023, 40(5): 168-174.
- [5] 李建国. 山区公路预制梁运输成本优化方法与实践[J]. 桥梁建设, 2022, 52(3): 145-150.
- [6] 中国公路建设行业协会. 公路工程成本管理手册[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2023.
- [7] 刘志强. 公路预制梁施工中钢筋加工成本优化措施[J]. 公路, 2022, 67(8): 234-238.
- [8] 王丽. 多预制场协同管理在山区公路预制梁施工中的应用[J]. 工程管理学报, 2023, 37(4): 119-123.