

基于全过程管理的高原高速公路设计优化与成本控制研究

陶俊威

四川久马高速公路有限责任公司 四川 阿坝州 624000

【摘要】：高原地区地形地质复杂、气候恶劣，3000米~3500米海拔区间高速公路修建受到生态保护约束、施工难题繁多、运行费用昂贵、超概风险明显等众多难题的困扰。全过程管理是把项目从规划、设计、施工到运营的全生命周期作为管理对象，并以它作为管理目标的管理模式，给高原高速公路的设计优化和成本控制提供了一个全面的方法。本文以3000米到3500米高原高速公路建设运营的特点为出发点，从全过程管理的角度出发，对全寿命周期设计优化、精细化设计路径进行研究分析，并提出建设阶段和运营阶段的成本控制要点，提出超概风险防控措施，为同类型高原高速公路项目的工程设计优化和成本控制提供实践依据，促进工程质量、生态保护、投资效益三者之间的协调发展。

【关键词】：全过程管理；高原高速公路；设计优化；成本控制

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.025

1 引言

伴随着我国交通基础设施建设的深入发展，尤其是对高原地区的公路建设投入力度不断加大，以3000米到3500米高程的高原高速公路的建设规模也越来越大。该海拔区属于中高海拔地区，氧气含量低、昼夜温差大、冻融循环频繁、生态环境脆弱、地质灾害多发，给高速公路的设计、建设以及运营造成技术上的诸多困难，并且超概风险较大。因此，本文从高原高速公路建设运营实际出发，以全过程管理为中心，围绕全寿命周期设计优化、精细化设计、成本控制这三个方面来探究超概风险防范的途径，给高原高速公路项目的高质量建设给予理论支撑和操作参照。

2 高原高速公路建设运营特点及成本管控难点

2.1 建设运营核心特点

高原地区特有的自然环境，造就了它与平原、低海拔山区高速公路项目建设与运营存在的较大差别。从自然环境上来说，此地氧气含量只有平原地区的70%左右，昼夜温差高达15℃以上，冬季寒冷且长时间，冻融循环作用大，对路面、路基等结构的耐久性能有很高的要求，生态环境脆弱，大多是高寒草甸、水源涵养区，施工时要严格控制生态扰动，生态保护成本高。地质上多为冻土、湿陷性黄土、膨胀性泥岩等地质，在设计及施工中均存在较大困难；物资缺乏，建筑材料运输路线长、价格贵，有效施工期短，仅4-6个月，造成施工速度慢，工期成本增大。

2.2 成本管控核心难点

一是设计同实际工况相脱离，前期勘察工作不到位，致使设计方案不妥，施工过程中不断发生变更，造成不必要的开支。部分项目忽略高原特殊地质气候

条件，不按平原地区的设计标准来定，没有考虑到冻融循环、地质灾害等各方面的影响因素，造成路基沉降、路面破损等问题，需要对设计方案进行变更和返工，直接导致成本超支。

二是缺少全寿命周期成本的理念，在设计阶段只考虑建设成本，没有考虑到运营阶段的维护成本、生态治理成本，造成项目建成之后运营成本高，整体投资效益差。有些路面的养护维修过程中并未使用抗冻融材料，其运行过程中会出现冻裂、破损的情况，每年要耗费很多的养护资金来进行维修工作。

三是超概风险防控体系不健全，前期估算、概算编制不科学，没有考虑到高原地区特殊施工成本、物资运输成本等，施工阶段变更管理不规范，缺少有效的成本动态控制手段，造成投资超概的情况时有发生。

3 全过程管理视角下高原高速公路设计优化路径

3.1 规划阶段精准勘察，奠定设计优化基础

规划阶段属于设计优化及成本管控的开端，要加大力度推进前期勘察工作，全方位获取项目所在地的自然环境，地质状况，生态敏感区这些关键资料，从而给设计方案的改良赋予扎实的根据。一方面组建专业勘察队伍，用无人机航拍、地质雷达探测、现场取样检测等方法对项目路线沿线的地形、地质、气候、生态等进行全方位勘察，主要针对冻土、滑坡、泥石流等灾害隐患展开排查，确定3000米到3500米海拔区域的冻融循环特点、土壤性质等重要参数。

并且按照区域交通需求及生态保护需求来合理安排线路走向，在尽量避开生态敏感区、地质灾害多发区的地方减少高填深挖地段，减小施工难度和生态扰动费用。同时加强同当地政府、交通部门的联系，根

据区域发展需求合理确定项目的建设标准、技术指标,防止为了追求高标准而造成成本的浪费。除此之外,在工可阶段严格按照相关造价控制指标进行工可造价控制,工可报告总造价在指标上下限范围内,工可上报工可报告总造价超出指标上限的,从方案、工程量、材料单价等角度出发提出论证意见和修正措施,防止出现因工可造价虚高或者虚低的问题。

3.2 设计阶段全寿命周期优化,推进精细化设计

根据高原地形地质特点,以“依山就势、顺势而为”为原则,优化路线平纵线形,减少高填深挖工程量,降低路基施工成本和地质灾害防控成本。对3000米到3500米海拔之间的冻土区段,尽量缩减线路穿过冻土区的行程,实施浅挖浅填方式,防止大范围改变冻土层状况,减小路基沉降危险。合理的设立避险车道、观景台等设施来平衡行车安全和运营的需要,防止后来增设而造成成本上升。在路基路面设计上,考虑到高原冻融循环频繁的因素,改进路基结构的设计,使用换填、夯实、加筋等技术手段来加强路基的承载能力以及抗冻性能,削减路基沉降和冻胀之类的病害,缩减运行期间所需支出。路面设计选用抗冻融、抗磨损、抗紫外线的新型材料,以USP低温改性沥青为例,可以满足低温拌合、摊铺和碾压的要求,适应高原寒冷气候,并且可以提高路面的耐久性,减少路面破损,降低养护成本。结合区域降雨量、蒸发量等气候情况,改善路面排水设计,防止因为雨水渗透造成路基变软、路面毁坏的情况发生。

3.3 施工阶段动态优化,衔接设计与实际工况

施工阶段是方案落实阶段,要创建设计同施工之间的协作机制,按照现场实际情况调整设计方案,防止出现由于设计同实际不符而引发的成本上涨状况。一方面施工单位在施工前组织技术人员对设计方案进行详细的调查研究,根据现场勘查的资料查找设计方案中的不足,提出相应的改进建议,经设计单位、监理单位审核批准后再实施。

路基施工时,如果现场地质条件与设计勘察资料不符,及时修改路基换填厚度、压实标准等设计参数,防止出现设计不合理的后果,比如路基沉降、返工等。另一方面加强施工过程中技术的管控,推广先进施工工艺和施工技术,高原水草地路基智能碾压监测技术,对压实度进行实时检测,减少检测次数,节省人力物力,提高施工速度。严格按照设计要求施工,不得擅自更改设计方案,必须经严格批准后方能变更,变更方案技术上可行、经济上合理,有充分的论证工作。

另外还要严格按“估算控制概算、概算控制预算、预算控制决算”原则进行管理,在施工过程中加强造价控制。

3.4 运营阶段优化养护设计,降低运营成本

运营阶段养护成本是高原高速公路全寿命周期成本的重要组成部分,在设计阶段就要考虑运营养护的需求,优化养护设计,减小运营过程中维护成本和能耗成本。另一方面,改善路面、路基、桥涵等构造物的设计,加强耐久性,缩减病害发作次数,减小养护维护开支。路面设计方面加厚路面结构层、提高路面寿命的年限、用耐腐蚀性、抗冻融性能好材料延缓混凝土结构老化,桥涵设计选择耐磨、抗裂的耐盐碱材料等材料延长桥梁的寿命。

4 全过程管理视角下高原高速公路成本控制策略

4.1 规划阶段科学估算,严控投资源头

规划阶段成本控制的主要工作就是准确编制投资估算,确定成本控制目标,防止从一开始就超概。另一方面,根据前期勘察资料,充分考虑到高原地区施工成本、物资运输成本、生态保护成本、工期成本等各方面的因素,采用科学的估算方法编制详细的估算文件,保证估算准确、合理。就3000米到3500米海拔区间物资运输问题进行充分的调查和分析,准确计算运输费用,防止由于估算失误造成成本超支。

4.2 设计阶段限额设计,实现成本优化

设计阶段为成本控制的重点,实行限额设计,以投资估算为上限,把成本控制目标分解到各个专业、各个环节,达成设计方案与成本控制的协同。一方面,确定限额设计要求,设计单位必须在保证工程质量、安全、生态保护等质量目标的前提下,按照投资估算控制设计成本,不能出现设计超支现象,优化设计方案,降低建设成本。路基路面设计时通过改善结构形式、选用地材,以性能为中心,节约材料用量和施工费用。设置设计方案的经济比较制度,对不同的设计方案做技术经济评价,挑选出成本最低、效益最好的设计方案。对于路线走向、桥涵隧道选型等重要环节,提出不同的设计方案,并比较各个方案的建设成本、运营成本、维护成本,选择全寿命周期成本最小的方案。

4.3 施工阶段动态管控,严控施工成本

施工阶段属于成本消耗的关键时段,要创建起动态的成本控制机制,加强施工成本的实时追踪和调节,并加以严控施工成本超支。高原地区建材运输费用高,应建立完善的物资采购、储存、运输体系,改善采购方案,集中采购、大批量采购,削减采购费用;科学

安排物资运输路线,挑选最佳的运输手段,缩减运输损耗和运输费用,强化物资库存监管,防止物资积压和浪费,削减库存成本。就台背回填这类工序而言,可以借助废弃资源再利用的方式降低材料成本。高原地区有效施工期短,应编制科学合理的施工进度计划,合理安排施工工序,合理组织施工队伍、施工设备,保证施工进度与计划相符,避免因工期延误而造成的成本增加。施工质量的严格控制可以防止因为施工质量问题造成的返工、维修等费用支出。

4.4 运营阶段精细化管控,降低运营成本

运营阶段成本控制的重点是减小养护成本、节能降耗和提高管理水平来达到精细化的目的。第一建立完善的养护管理制度,实行预防性养护,定时对公路结构和运营设施实施检测及保养,尽早发现并解决病害,防止小病变大病,削减养护维修成本。定期清除路面,铺设沥青,修补接缝,维持良好的路面状态,减少大规模维修的成本。

二是改进经营设施运转情况和经营设施运作,推进智能化、节能减排的技术和产品在经营场所的使用来缩减耗用。隧道通风、照明系统运行模式进行优化,使用智能控制技术,根据实际情况自动调节运行参数来降低能耗,服务区、收费站能源管理方面,推广节能设备,减少能源消耗。在确定合理的运营管理人员的基础上,对管理流程进行优化,以达到提高运营管理效率,降低运营管理成本的目的。

5 全过程管理视角下超概风险防范措施

5.1 完善前期调研与估算体系,防范源头超概

加大前期调查工作力度,全面搜集高原地区自然环境、地质状况、建材市场、运输条件等有关信息,给投资估算赋予可靠支撑,防止由于调查不够深入引发的估算失误。用科学合理的计算手段,针对高原地区特殊的成本要素来具体化估算指标,并加强估算的科学性。创建估算审核及动态调整的机制,召集专业人员对估算方案展开严密审核,按照项目发展状况、市场变动等要素,迅速更新估算指标,保证估算同实际状况相符合。此外,严格按照相关的造价控制指标

来开展工可阶段的造价控制,防止由于源头的造价偏差而造成不必要的损失。

5.2 强化设计管理,严控设计变更超概

实行限额设计、精细化设计,把成本控制目标延伸至设计全过程,防止出现设计冗余和设计不合理造成的变更。建立设计方案论证和审核制度,对设计方案的技术可行性、经济合理性加以充分的论证,保证设计方案科学合理。规范设计变更管理,建立完善的变更审批制度,明确变更审批权限,对重大设计变更实行分级管理,充分论证变更的必要性和经济性,严禁擅自变更、随意变更。另外加强对设计变更过程中的成本管控,对变更成本及时进行计算,使变更成本控制在合理范围之内。

5.3 加强施工阶段成本动态管控,防范施工超概

创建施工阶段成本动态监控体系,对施工成本和概算的差别展开及时的跟踪,找出并改正成本超支状况。加强物资、人工、机械设备等成本要素的控制,改善资源配置状况,削减施工成本。规范施工进度管理,保证施工进度按计划进行,防止因为工期拖延造成成本增加。加强施工质量控制,防止由于施工质量不合格而造成返工、维修等浪费费用的发生。同时建立施工成本预警系统,在成本出现超支苗头的时候,立即发出警报并采取相应的措施,以控制成本超支。同时加强合同管理,在合同里确定双方的职责、计价方式、变更条款、索赔条件等,以防止由于产生纠纷而造成成本损失的情况发生。

6 结论

高原高速公路建设运营所遭遇的自然环境恶劣、施工难度高、成本管控难、超概风险重等诸多难题,均可以通过全流程管理这种系统性的管理方式得到解决。本文从全过程管理的角度出发,结合高原地区的特点,提出了规划阶段精准勘察、设计阶段全寿命周期优化、施工阶段动态优化、运营阶段养护优化的设计优化路径,建立各个阶段的成本控制策略,创建起全方位的超概风险防范体系,达到设计优化和成本控制的同步推进。

参考文献:

- [1] 何李.复杂地形区高速公路设计优化与多维度技术经济决策研究[J/OL].公路,2026,(04):96-102[2026-04-26].
- [2] 骆聃.山区高速公路设计阶段工程造价控制与管理[J].交通科技与管理,2025,6(11):152-154.
- [3] 王伟.高速公路施工阶段的工程造价控制研究[J].智能城市,2018,4(06):83-84.