

长隧道施工成本管理与控制策略探讨

张保生

云南交投公建桥梁工程有限公司 云南昆明 650200

摘要: 建设交通强国是国家重大战略决策,在新发展形势下,对施工企业开展隧道施工成本管理与控制的分析研究十分必要。本文阐述了长隧道施工成本管理特点与影响因素,并从前期规划、施工过程、后期管理等方面,对长隧道施工成本管理控制策略进行了探讨,以为长隧道施工项目降低成本和提高经济效益提供借鉴,从而推进我国隧道工程建设事业的可持续发展。

关键词: 长隧道; 施工成本; 成本管理; 控制策略

隧道工程属于我国交通工程项目的主要构成部分之一,其在工程成本方面通常占据着整个工程耗资的较大比例,在施工过程中对成本的不合理控制会直接影响到工程的成本和施工企业经济效益。由于长隧道施工环境复杂、施工难度大,施工过程中会遇到许多问题,而成本管理和控制策略十分重要。对长隧道工程进行高效的成本管理,不仅可以保证工程按计划进行,而且可以增强企业的市场竞争能力,推动我国隧道施工行业的良性发展。

一、长隧道施工成本管理的影响因素

在长隧道施工中,先要考虑的是地质情况。在不同的地层条件下,如硬岩、断层破碎带等,其开挖难度、施工工艺和施工进度均存在较大差别,从而造成材料消耗、人员配备等方面的差别。如硬岩区要求高密度爆破,钻探装备损耗大;在软土区,为了避免塌方,必须加大基坑的支护力度,从而提高工程成本。如何选用合适的施工工艺,将直接关系到长距离隧道的建设费用。采用合适的工艺可以有效地提高生产效率,减少物料损失,减少机械消耗,进而降低工程成本。同时,通过对开挖顺序和支护参数的适当调整,对工程成本进行优化,可以达到降低工程成本的目的^[1]。

长隧道施工涉及众多的机器设备与专家,其设备的选择、运行效率、维修保养状况等都会对工程成本产生重要的影响。若设备选择不合理,或使用效率低下,将造成大量的资源浪费和工程成本的提高。此外,施工人员的管理水平、施工效率等都是关键因素,有效的管理与施工排班,可以有效地缩短施工时间,减少人工费用。工程建设过程中,工期因素是直接作用于工程成本

的一部分。在工程项目实施过程中,由于工程项目的延期和建设项目的延期,将会造成与工程建设有关的直接费用的增加,如设备租赁和临时设施维修等。另外,工期延迟也会对以后的工期造成一定的影响,造成总成本的不可控。在长隧道施工中,常会遇到地质条件的改变及业主要求的变化。项目更改不仅会使施工费用上升,而且会造成施工进度拖延、施工质量降低,所以,必须对工程变更次数进行严格的控制,并对其进行审核与管理^[2]。

二、长隧道施工成本管理控制策略

(一) 前期规划阶段

在长隧道工程成本管理中,需要建立科学的成本控制体系和流程。施工企业需要组建专门的队伍,综合利用钻探等地质勘探手段,对工程区域开展全面的地质调查,精确获取围岩等级、地应力变化等重要地质数据,为今后的工程建设和安全评估打下良好的基础。根据地质调查成果,将工程规模等多个元素结合,采用科学的决策方法,制订包括施工方法、施工设备配置等主要元素的科学、合理的施工计划,保证各施工项目在技术和经济上的合理均衡,并为施工中可能产生的各种不确定因素留下一些余地。在预算制定过程中,要充分搜集材料价格、设备租赁价格等相关的市场数据,并根据项目的具体状况,利用现代的费用测算和数据建模,进行精确的预算编制。同时,在制定预算时,还要对建设中的各种风险因子和工程变更进行全面的考量,对风险成本和变更成本进行适当的保留,提高了预算的适用性和可信度,为长隧道建设项目在前期策划阶段的成本管理和控制提供了一个强有力的保证,保证了从根源上建立较

好的成本控制的依据，为后面的建设流程打下了扎实的基础。

例如，云南大理-瑞丽线大坡岭隧道是我国重要的控制性项目，在项目的前期策划和设计中，由于面临着“高原应力软岩大变形”的问题，项目的前期勘测和设计是决定项目成败的重要因素。初步调查表明，该段地层中有弱地层，但不能全面反映其潜在的变形潜力。项目施工企业成立地质预报中心，利用红外探测水和长钻孔等技术手段，对F7断层及影响区的分布进行精确识别，并对该区碳质板岩的溶水性进行定量评估。项目组基于价值工程原理，通过多个方案比较，确定“三阶段式支架最优支撑条件+保留变形”的联合方案，将初始支护的体系锚固段从3.5 m提高到4.5 m，喷浆混凝土厚度增大5 cm，预留变形范围从12 cm调整到25 cm。在制定预算时，既以云南省2022年三季度建筑材料价格为基础，采取钢材等原材料，在对地质灾害进行定量评估的基础上，将其非预期费用由原来的5%提高到8.5%，并专门拨出了800万元，以备可能发生的初期支护拆换。工程实践表明，DK258+350至+520区间发生了较大的挤出变形，其最大沉降量达到38 cm。由于预先留出足够的变形空间，加上加强的支撑系统，早期支护不会出现大面积的破裂破坏，只需对其进行部分加固，使其变形在可接受的范围之内。这一决策，可以防止停工，并在工程结束后实施，与事后的被动处理相比，节约了直接经济损失，并保证了重点线路的施工进度^[3]。

（二）施工过程阶段

在长隧道工程成本管理的全流程中，必须建立完整的成本监测和动态管理系统，保证对整个工程成本的及时追踪和精确控制。施工企业需要根据已确定的建设项目和预算，制订详尽的成本分解计划，把成本目标落实到各建设阶段和步骤，确定各责任主体的成本控制权利。在工程建设阶段，利用费用会计制度，对工程成本进行周期性的采集，并将其与概算费用进行比较和分析，找出存在的问题。在发生偏差时，要及时组织专家对其进行全面的剖析，从材料采购、人员配置、施工工艺等多个角度，找出问题产生的根源，并根据实际情况，采取有针对性的调整对策，如通过对施工工艺的优化来提高效率，调整设备配置来减少闲置费用，加强员工培训，提高工作效率。另外，还要强化质量和安全管理，要根据建筑规范和设计的规定来进行建设，并对其

进行完善的质量检验和安全监管制度，保证项目的质量达到一定的水准，将由于质量问题造成的返修和维修费用都降到最低，还可以防止出现各种安全事件，减少安全风险的费用。在项目的更改管理上，要按照项目的流程来进行，对项目的项目进行细致的审查和评估，保证项目的可行性和合理性。在项目的执行过程中，要对项目进行后续的追踪和监控，对项目的费用进行实时的修订，保证项目的项目费用能够被有效地控制。最终形成严格而又系统化的工程成本管理体系，对超长隧道洞建设全流程成本进行精确的控制，为提高工程综合效益奠定坚实的基础^[4]。

例如，以川藏铁路（雅安-林芝段）是具有代表性的大跨度深埋长隧道工程为例，在前期策划阶段，施工方通过精细的地质调查和动态预算控制，对成本进行了控制。这条长18.6 km、最大埋深1520 m的龙门山断层衍生构造带，隧道最大埋深达1520米，全长18.6 km。前期以“遥感解译+深孔钻井+大地电磁法”为一体的勘探系统，通过3口超过800 m的定向钻孔，首次发现该工程特殊的工程地质特征——高压富水裂隙区与冲击地压危险区并存。因此，采用风险矩阵方法对其进行优选比较，并将原有的全断面掘进机（TBM）改造为“钻爆+TBM组合”，在保证工程安全性的前提下，减少了投入成本。在制定预算时，项目团队根据风险因子构建动态预算的数学模型。在2018—2022年期间，通过对我国西南地区各隧道施工原材料价格变动情况（见表1）。运用蒙特卡洛仿真方法对其费用进行了风险评估，将其由传统的5%提高到7.2%，并建立了特殊的损失准备。在工程实践中发现，在桩号DK156+430的位置，出现高压涌水，最大流量为350立方米/小时。在前期制定了相应的应急处理措施和专门的处理经费基础上，及时启动了“超前灌浆+可控泄水”综合整治措施，在28天内完成了处治，较常规方案缩短工期15天，实际处治费用较预算节约12%。在详细的地质数据和市场调查的基础上，通过对工程成本进行精确的预算管理，有效控制了工程成本，为以后的建设打下了良好的基础^[5]。

表1 2018—2022年主要原料的价格变动情况

材料类型	基准价格 (元/吨)	年均波动率 (%)	峰值波动幅度 (%)
42.5级水泥	480	±6.5	+18.3
钢筋HRB400	3850	±8.2	+25.6
型钢支撑	4200	±7.8	+22.4

(三) 事后治理

在长隧道工程建设过程中,要注重成本核算和分析、考核以及经验总结等,为以后的工程建设提供借鉴。施工企业应组建专门的队伍,对工程成本进行综合计算,对各种费用进行系统性的整理,保证计算的准确性。然后,通过对工程成本数据的深度挖掘,比较工程成本与预算成本之间的差别,并对其成因进行分析,从施工方案实施、质量和安全等方面进行全面的评估。通过对工程成本进行了详细的剖析,归纳了工程成本管理中的成功与不足之处,为今后同类工程的成本管理工作提出了建议。构建科学的业绩评估指标系统,对工程建设项目团队进行综合评估。根据工程的具体实施,对班组人员的业绩进行定量评估。通过对项目实施的评估,将项目经理的薪酬、奖金等进行直接的联系,使项目经理能够主动地在项目的全过程中进行项目的成本管控,从而有效地提升项目的投资效益。

例如,秦岭天台山特大桥工程完工后,对工程成本进行了系统性的后期成本控制,经详细核算,与预算相比,其成本节约了2.3%。基于挣值管理法的工程成本管理方法,并将其应用于工程建设的整个工程中。经过核算,在原料费用的控制上,通过对混凝土的配比、加筋的设计进行了优选,节省了建筑材料的费用1865万元;但是,由于在处理不可预知的地质结构时,由于使用了一种新的高强度的劈裂灌浆技术,造成了治理费用的超支412万元。在这一背景下,施工企业制定了以成本管理为中心的绩效考核体系(见表2),其中将节约的费用用于特别奖励基金。在项目总结阶段,整理《长隧道成本管控标准化手册》,将“动态风险储备测算模式”运用于以后的项目,将同类项目的非预期费用估算精度提高19%。通过构建工程成本案例库和12次专题培训,提高了工程成本工程师对成本偏差的识别水平达42%,为企业节约了大量的施工成本^[6]。

表2 天台山隧道工程成本管理绩效考核指标表

考核维度	基准指标	实际完成	权重	得分
成本节约率	≥ 1.5%	2.3%	35%	92
变更响应时效	≤ 7日	5日	25%	95
材料损耗控制	≤ 定额95%	定额91%	20%	96
资料完整性	100%归档	100%归档	20%	100

结论

总之,随着我国经济建设的快速发展,长隧道施工项目已取得了较大的进展。通过对长隧道施工的前期地质勘察及风险评估,科学合理的项目施工计划,并做好项目预算;在施工期间实行严密的成本监测和动态管理,优化施工组织和资源分配,强化质量和安全管理,强化合同管理和索赔管理。在后续的运营过程中,做好成本分析、绩效考核、经验总结等工作,能切实控制长隧道的施工成本,提升其经济效益与市场竞争能力,为我国隧道工程建设的发展奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 秦伟鹏.隧道施工成本精细化管理研究[J].价值工程, 2025, 44(08): 52-55.
- [2] 张函伟.高速铁路隧道施工材料成本控制对策分析[J].居业, 2025, (02): 202-204.
- [3] 陈聪.市政隧道施工浅埋暗挖技术的应用[J].城市建筑空间, 2024, 31(S2): 226-227.
- [4] 秦知香.隧道施工成本影响因素及管理措施研究[J].运输经理世界, 2024, (12): 59-61.
- [5] 郭伟.新发展形势下隧道施工成本管理与控制[J].中国住宅设施, 2023, (10): 181-183.
- [6] 赵淑敏.挣值法在老黑山隧道施工成本管理中的应用[J].安徽建筑, 2023, 30(07): 177-179.