

大商务管理驱动下隧道开挖工序助力三超治理的实践探索

韩志鹏

中铁十局集团第五工程有限公司 江苏 苏州 215011

【摘要】：随着交通建设的发展，隧道工程规模日益庞大，然而“三超”问题（超挖、喷射混凝土超耗、二衬混凝土超耗）却成为制约项目成本与质量的关键因素。在此背景下，大商务管理理念应运而生，为解决“三超”问题提供了全新的思路与方法。本文以某铁路隧道工程项目为案例，深入探讨大商务管理驱动下隧道开挖工序革新的实践策略，涵盖制度创新、技术管理与创新、施工班组建设与人员管理、爆破设计动态管理等多方面内容，有助于降低三超现象，加快施工进度，提升项目综合效益，以期为隧道工程建设提供参考。

【关键词】：大商务管理；隧道开挖工序；三超治理；成本管控；铁路隧道；爆破优化

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.016

1 前言

在交通基础设施建设持续推进的当下，隧道工程作为其中的关键组成部分，其建设质量与成本控制备受关注。隧道三超问题，即超挖、喷射混凝土超耗、二衬混凝土超耗，长期以来制约着隧道项目的经济效益与社会效益，不仅增加了施工成本，还可能影响隧道的结构安全与使用寿命。传统的隧道开挖管理模式多侧重施工技术层面，忽视商务成本与施工工序的协同管控，各部门各自为战，成本管控责任未落实到具体施工环节，难以满足现代工程建设的精细化要求。

大商务管理理念的兴起为隧道工程管理带来了新的思路与方法，强调企业各层级、各系统的协同联动，打破技术、成本、施工、物资等部门的壁垒，将成本管控贯穿施工全流程，旨在实现“功能指标业主满意，成本效益企业满意”的目标，在这一理念驱动下，对隧道开挖工序进行全流程、全要素革新，从源头把控三超问题产生的根源，成为解决三超问题的核心途径。

2 大商务管理与隧道三超治理概述

2.1 大商务管理理论

大商务管理是一种贯穿项目从标前经营、实施建设到清欠销号全生命周期的综合性管理理念，核心是“全员、全过程、全要素”的成本管控与效益创造。在标前经营阶段，其要求精准分析项目潜在效益与风险，结合隧道地质条件、施工难度测算成本底线，通过合理的商务策划争取有利的合同条款，明确三超治理相关的成本考核与计量规则，为项目盈利奠定基础。项目实施过程中，涵盖施工组织、资源调配、分包分供管理、工序管控等环节，需运用商务思维将成本指标分解至每一道开挖工序，依据实际施工情况灵活调整人、材、机资源投入，实现资源高效利用，杜绝无效成本消耗。而在清欠销号阶段，借助商务策略梳理三超治理产生的变更签证、成本节约相关资料，积极回收款项，降低坏账风险^[1]。全方位做到精细管理、精打细算、精益求精、颗粒归仓，将效益管控落实到施工每一

个细节。

2.2 隧道三超治理的内容与意义

隧道超挖是指在隧道开挖过程中，实际开挖轮廓超出设计轮廓线的部分，多由爆破参数不合理、钻孔精度不足、围岩变形把控不到位引发；喷射混凝土超耗是指喷射混凝土施工时，实际使用量超过设计用量的现象，既与超挖直接相关，也受喷射工艺、人员操作水平影响；二衬混凝土超耗则是指二次衬砌施工中，混凝土实际用量大于设计用量的情况，主要源于初期支护表面凹凸不平、超挖回填不规范、预留沉降量设置不合理。“三超”问题对隧道工程的影响极为显著：在安全方面，超挖会破坏围岩原有应力结构，弱化围岩自稳能力，尤其在破碎围岩地段，极易引发围岩坍塌、掉块等安全事故；在质量方面，超挖会导致初期支护背后脱空、衬砌厚度不均，降低隧道结构整体耐久性，影响后期运营安全；在成本方面，超挖产生额外的出渣、回填、混凝土喷射费用，混凝土超耗直接增加主材采购成本，大幅推高项目总造价；进度方面，超欠挖处理、超耗材料补喷等额外工作，会延长单循环施工周期，拖慢整体施工进度^[2]。因此，依托大商务管理开展三超治理，是隧道工程实现安全、质量、成本、进度协同优化的关键举措。

3 项目概况

某铁路线路全长 30.78 公里。共有桥梁 15 座，隧道 13 座，站场 1 座以及区间路基等工程，全线隧道全长 22.9 公里，桥梁全长 5.36 公里，桥隧占比 91.8%。该项目属全链条、全专业的综合性大型铁路工程，对项目的施工组织、安全质量、资源配置、成本管控极具挑战。该项目地处丘陵地区，地质条件复杂多变。隧道穿越的地层包含粉砂质泥岩、砂岩以及断层破碎带等多种类型。粉砂质泥岩遇水易软化、崩解，围岩自稳能力极差，砂岩硬度较高但脆性大，爆破施工易产生大块石与局部超挖，而断层破碎带岩体破碎、节理裂隙极为发育，围岩扰动后极易失稳。同时，地下水位较高，部分地段存在明显的涌水现象，地下水会进一步软化围岩，加剧超挖风险，还会稀释喷射混凝土，降低支护效果，增加材料损耗。施工难点在于，复杂

的地质条件使得隧道开挖时围岩稳定性极难控制,稍有不慎就会引发坍塌、大变形等问题;丰富的地下水不仅增加了施工排水的难度,处理不当还会严重影响初期支护和二次衬砌的质量,传统开挖模式下三超问题尤为突出。

4 大商务管理驱动下隧道开挖工序革新策略

4.1 制度创新

在该铁路隧道工程项目中,为契合大商务管理“全员控成本、全流程管效益”的核心要求,打破传统管理中技术与成本脱节的弊端,制定了专项隧道开挖工序商务管控管理制度,明确全岗位成本管控责任。针对管理层,设定其商务职责为统筹规划开挖工序中的资源配置、成本预算分解与过程纠偏,定期核算开挖工序成本消耗,对比预算偏差并制定整改措施,实现项目整体成本最优;技术员负责结合地质条件精确计算爆破参数、优化施工工艺,从技术层面减少不必要的成本支出,同时做好工艺技术交底,确保施工人员严格执行;测量组要实行全过程精准测量,开挖前放样、开挖中监测、开挖后复核,确保开挖轮廓完全符合设计,避免测量误差导致的超挖;开挖工、喷射手等一线作业人员,需严格按照规范操作,把控施工精度,降低材料损耗,将成本控制责任落实到每一个操作环节。

在此基础上,建立了与商务指标挂钩的考核与激励机制,考核指标细化至每延米超挖量、喷射混凝土单耗、二衬混凝土超耗率、施工循环效率等核心数据,实行“日统计、周核算、月考核”。依据考核结果,对达到或优于成本控制目标的班组与个人给予现金奖励,奖励金额直接与成本节约额挂钩;对未达标者,分析问题原因,若是人为操作不当导致的超耗,从劳务结算款中扣除相应金额,同时要求限期整改。通过权责清晰、奖惩分明的制度体系,让全员树立商务成本意识,有效激发了人员工作积极性与成本管控主动性,为项目的顺利推进提供了有力保障。

4.2 技术管理与创新

该铁路隧道工程项目中,为提升开挖工序精准度与质量、降低“三超”风险,在技术管理与创新方面紧扣大商务管理“技术服务效益”的核心,采取诸多针对性举措。首先采用高精度全站仪和3D断面扫描仪进行全过程数字化测量,开挖前利用3D断面扫描仪模拟开挖轮廓,精准布设周边眼、掏槽眼位置,施工中实时监测开挖轮廓偏差,开挖后快速扫描成型断面,生成超欠挖数据报告,彻底杜绝人工测量误差导致的超欠挖问题。其次,针对项目复杂多变的地质条件,建立超前地质预报与施工技术联动机制,依据TSP地质超前预报、超前钻孔等成果,提前预判围岩等级与地质变化,动态调整爆破参数与开挖工艺,如在软岩、破碎围岩地段采用弱爆破、短进尺施工,减少围岩扰动,硬岩地段优化掏槽方式与炮眼排布,提升爆破成型质量^[4]。

同时,改进钻孔工艺,对隧道周边眼实行“定人、定位、定量、定时、定机、定耗、定奖罚标准”的七定原则,安排专人负责周边眼钻孔,严格控制钻孔的密度、精度、角度,采用短杆换长杆的方式精准控制外插角,避免因外插角过大导致线性超挖,底板眼施工采用专用小爬梯工装,规范钻孔角度,有效控制底板超挖。此外,优化喷射混凝土施工工艺,采用湿喷机械手替代人工喷射,提升喷射密实度,减少回弹量,从技术源头降低混凝土超耗,进一步提升了钻孔与支护施工质量,为后续三超治理奠定了坚实基础。

4.3 施工班组建设与人员管理

在该铁路隧道工程项目里,施工班组建设与人员管理是确保开挖工序精准落地、落实商务成本管控的关键。大商务管理强调“人是效益管控的核心”,因此项目对参与施工的劳务班组进行严格筛选,建立班组准入与考核机制,优先选用长期合作、配合度高、技术实力强、具备成本管控意识的专业班组,这些班组在过往隧道项目中积累了复杂地质施工经验,能快速理解项目商务管控要求与技术标准,严格按照工艺规范执行操作。

同时,开展分层分类的全面人员培训工作,针对管理人员开展大商务管理理念、成本核算、工序管控培训,提升统筹管控能力;针对技术人员开展地质预判、爆破参数优化、超欠挖处理技术培训;针对一线施工人员开展操作技能、工艺标准、成本节约实操培训,重点讲解爆破钻孔、混凝土喷射的节能降耗技巧,让每一位作业人员都明白施工操作与成本消耗的关联。此外,实行“师徒帮带”制度,由技术骨干带领新手作业,快速提升班组整体操作水平,定期开展技能比武与成本管控评比,树立标杆班组与个人,为项目的高质量实施、高效率成本管控提供了坚实的人力保障^[5]。

4.4 爆破设计动态管理

该铁路隧道工程项目针对不同地质条件,实施全流程爆破设计动态管理,将商务成本指标融入爆破参数优化全过程。施工前,技术部门联合商务部门,根据围岩等级制定爆破参数与成本控制基准值;施工中,根据超前地质预报实时调整方案,在遇到断层破碎带、软岩等地段,加密周边炮眼、减少单孔装药量,采用毫秒微差弱爆破,减小爆破震动对围岩的扰动,防止因震动过大导致围岩坍塌和超挖;而在围岩完整性较好的硬岩地段,适当加大炮眼间距、优化装药量,在控制超挖的同时提高开挖效率,兼顾进度与成本。

每次爆破后,安排专人详细记录残眼率、开挖轮廓平整度、超欠挖具体数值、出渣量等数据,商务部门同步核算材料消耗与成本偏差,技术部门依据这些数据和本循环围岩特征,精准调整下一循环爆破参数,形成“爆破-监测-分析-优化”的闭环管理。在预留沉降量调整方面,项目部安排专人24小时监控

围岩变形数据,定期分析监控量测结果,根据围岩实际变形速率与变形量,合理调整初期支护与二衬预留沉降量:当发现围岩变形较大、收敛速度快时,适当增加预留沉降量,避免后期衬砌厚度不足;围岩变形稳定、收敛达标时,则减小预留沉降量,减少混凝土回填量,降低混凝土超耗。通过这些精细化的动态管理措施,从源头控制超挖产生,有效减少了某铁路隧道工程的超挖与混凝土超耗现象,为项目的成本控制和品质提升提供了有力支持。

5 三超治理效果评估

在该铁路隧道工程项目中,依托大商务管理开展隧道开挖工序全流程革新,三超治理成效显著,各项指标均达到预期商务管控目标。通过工序与管理双革新,隧道超挖量得到大幅控制,光爆成型较差地段原平均线性超挖在15cm左右,革新后全线平均线性超挖降低至10cm以内,局部良好围岩地段超挖控制在6cm以内,大幅减少了后续出渣运输、回填压实的人工与机械费用,降低了围岩失稳风险。混凝土超耗量也大幅减少,每延米喷射混凝土+二衬混凝土综合超耗量从3.9m³左右降至2.7m³左右,按隧道总延米测算,累计节约混凝土主材费用、运输费用数百万元,节约效果十分显著。

同时,施工进度得到明显加快,单循环施工中出渣、欠挖处理、初喷混凝土等工序时间均大幅节约,每循环施工总时长可节约3h左右,开挖及初期支护作业效率大幅提升,每月累

计多进尺20m,缩短了项目整体工期,减少了设备租赁、人员管理等固定成本支出。此外,隧道开挖成型质量、初期支护与二衬施工质量显著提升,衬砌厚度均匀、背后无脱空,有效规避了质量缺陷带来的返工成本,实现了安全、质量、进度、成本的协同提升。这些数据充分展现了大商务管理驱动下革新策略在“三超”治理方面的有效性,为项目降本增效、提升综合管理水平提供了有力支撑,也为同类铁路隧道工程三超治理提供了实践参考。

6 结语

综上所述,通过以某铁路隧道工程项目为依托,在大商务管理驱动下对隧道开挖工序进行全流程、全要素革新,将商务成本管控与施工技术、班组管理、爆破优化、制度建设深度融合,有效破解了隧道三超治理难题。通过完善商务导向的管理制度、强化技术创新与工艺优化、夯实施工班组建设、实施爆破动态闭环管理,大幅降低了超挖量与混凝土超耗量,加快了施工进度,实现了项目经济效益与管理水平的双重提升。然而,隧道工程地质条件复杂多变,不同项目的围岩、水文条件差异较大,未来仍需持续探索数字化、智能化新技术、新方法,一方面,应进一步利用BIM技术、智能化监测设备,实现开挖工序全过程数字化精准把控,提升商务管控精细化程度;另一方面,加强对不同地质条件下开挖工序、爆破工艺的优化研究,完善大商务管理与隧道施工的融合机制,持续优化三超治理策略,推动隧道工程建设向安全、优质、高效、低碳方向发展。

参考文献:

- [1] 中国建筑股份有限公司.工程项目大商务管理体系建设指南[M].北京:中国建筑工业出版社,2022.
- [2] 杨三强,曹亚文,张丹.隧道开挖超小变形监测与数值仿真分析[J].科学技术与工程,2023,23(01):369-375.
- [3] 刘俊佳.浅埋偏压连拱隧道开挖工序的数值模拟[J].城市道桥与防洪,2022,(10):255-258+28.
- [4] 王震,仇峰涛,陈龙龙,等.隧道开挖超长大管棚超前支护机理及效果分析[J].筑路机械与施工机械化,2019,36(11):85-92.
- [5] 康政,房玉中,陈晓成,等.降低隧道开挖施工中喷射混凝土的超耗量[J].山西建筑,2018,44(08):150-152.
- [6] 陈忠章,段木子,蔡升宇,等.隧道开挖料制备高性能混凝土的力学和微观性能研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2025,44(02):34-42.
- [7] 李磊.大商务管理视角下铁路隧道工程成本精细化管控研究[J].工程经济,2024(03):45-48.