

浅谈长大隧道施工成本控制

刘齐

中交中南工程局有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i2.7105

[摘要] 随着我国经济社会的高速发展,带动着公路建设行业的不断前进,同时受我国山区较多的地理环境影响,隧道工程占项目工程的整体比例越来越高,其工程造价往往占据整个工程耗资的较大比例,施工过程中对于成本的不合理控制严重影响到工程的造价问题。加强隧道施工成本控制管理是实现工程施工效益的有效措施,也是工程项目成败的关键,更能反映各施工企业在长大隧道施工领域经营水平的高低。本文以新疆维吾尔自治区哈密市东天山隧道为例,浅谈如何对公路长大隧道施工成本进行控制管理。

[关键词] 长大隧道工; 成本控制; 管理

中图分类号: U45 **文献标识码:** A

Discussion on Cost Control of Long and Long Tunnel Construction

Qi Liu

CCCC Central South Engineering Bureau

[Abstract] With the rapid development of China's economy and society, it is driving the continuous progress of the highway construction industry. At the same time, due to the influence of the more mountainous geographical environment in China, tunnel engineering accounts for a higher proportion of the overall project engineering, and its engineering cost often accounts for a larger proportion of the entire project cost. Unreasonable cost control during the construction process seriously affects the cost problem of the project. Strengthening the cost control and management of tunnel construction is an effective measure to achieve construction efficiency, and it is also the key to the success or failure of engineering projects. It can better reflect the level of operation of various construction enterprises in the field of long and large tunnel construction. This article takes the East Tianshan Tunnel in Hami City, Xinjiang Uygur Autonomous Region as an example to discuss how to control and manage the construction cost of long highway tunnels.

[Key words] Long tunnel workers; Cost control; Administration

前言

东天山隧道全长11.775km,设计为分离式双洞,位于新疆哈密地区,是国家“一带一路”战略部署丝绸之路大通道和《国家公路网规划》的重要组成部分。本隧道工程具有长斜井穿越超宽富水断层、长距离施工通风、工期压力大、冻害预防标准高等特点,影响成本因素多,成本控制难度大,主要体现在湿喷材料管控方面。

1 施工成本控制步骤

1.1 成本预测

项目中标后,首先通过编制项目标后预算的方式对项目的成本进行测算,测算结果作为成本决策(签订《经营承包责任书》)的依据。

1.2 制定成本控制目标

项目进场时,公司和项目经理部相关人员认真研究该隧道的施工重点和难点,依据《经营承包责任书》及项目特点,制定本项目成本控制主要目标:一是积极应用新技术,提高工艺水平,减少返工浪费;二是抓好工序衔接,提高人机效率,力争缩短工期;三是加强超前地质预测,紧盯地质变化,实现安全低耗;四是加强人材机管控,提高综合管理水平^[1]。

1.3 建立成本管理体系

按照公司成本管理办法,成立以项目经理为第一责任人,总经济师具体分管,项目经理部其他领导班子、部长及工区主任参加的成本管控领导小组,同时编制了成本管理体系。通过管理体系明确了成本管理实施细则、组织结构、岗位成本职责、过程控制程序、考核目标等。为成本管理工作的全员参与奠定了基础^[1]。

1.4 编制项目成本计划

将成本目标进行层层分解,制定岗位成本责任清单,将成本责任落实到具体岗位,分解到人,形成详实的项目成本计划,在实施过程中围绕计划执行并动态调整,最终保证成本目标的完成。

1.5 定期开展成本分析

建立成本日统计、月分析制度,成立经济活动分析工作领导小组,每月撰写经济活动分析报告,并召开经济活动分析会议。重点对经营成果、合同结算、材料价差量差、四项费用(经理部管理费、临时设施费、安全生产费、文明施工费)、机械模板摊销、混凝土拌合运输、人均指标(产值、成本、利润)等费用进行对比分析,对存在的问题及时进行整改,不断完善成本管理工作。

1.6 推行成本考核机制

按照成本管理要求和本项目的实际情况,推行工区独立核算考核制度,每月对各工区进行独立核算,依据核算结果及岗位成本责任清单落实情况,对责任人进行奖罚,以提高全员的成本意识和创效意识。

2 施工成本过程控制

2.1 积极应用新技术,提高工艺水平

在隧道施工中,影响施工成本的主要工艺包括钻爆工艺、喷锚工艺、防水材料铺设工艺、混凝土振捣工艺等。对此项目经理部主要采取以下措施:一是抓光面爆破。多次邀请中南大学、北京交通大学教授到现场就光面爆破进行课题研究,在常规超前地质探测的基础上,利用三臂凿岩台车每循环钻孔时的扭矩、推进速度、推进压力等各项实测数据对围岩情况进行精准判定,动态调整爆破参数,以使光面爆破达到最佳效果。二是抓喷锚支护。采用大型湿喷台车,代替传统干喷、潮喷作业。主要控制喷射混凝土的平整度、厚度及回弹量。利用拱架拼装台车对拱架进行提前拼装,保证了质量、节约了工序时间。三是抓防水材料施工。土工布、防水板铺设采用整体式自动挂布台车,代替传统人工挂布工艺。重点控制防水板焊接、无漏洞等。四是抓混凝土捣固。仰拱施工使用平衡振捣梁。为防止混凝土出现蜂窝麻面,对每次浇筑混凝土都监督混凝土捣固情况,确保混凝土工程内实外美。

2.2 抓好工序衔接,提高人机效率

隧道施工由于掌子面空间有限,加快施工进度、提高人机效率的最佳选择就是实现工序负衔接。一是严格控制交接班时间。对清断面、接水电、放样、钻孔、拆水电、炸药到场装药、爆破、排险、补炮、出渣清底、初喷、测量、立架、超前小导管、锁脚、验收、喷混凝土等道工序制定标准时间,每周召开工效分析会,节约时间奖励,超出时间罚款并针对原因制定改善措施。二是严格执行奖罚制度。每周生产例会时兑现进度奖,对完成目标任务的班组发放奖金,对未完成目标任务的班组进行罚款并要求做书面报告。三是适时进行人员设备调整。当单口掘进进尺每增加500米时,对班组人员进行补充,对出渣车、空压机等设备进行添置,满足工序衔接需要,避免工效降低。

2.3 加强超前地质预测,紧盯地质变化

隧道施工图纸和现场实际地质状况经常存在很大差异。如果生搬硬套,当实际地质条件与施工图纸不符时,就会造成成本加大或不安全现象。针对不同的地质状况,采用相应的设计参数,才是保证安全、质量、降低成本的关键。项目经理部将超前地质预测作为一道工序纳入施工过程中,施工中建立了严格的岗位责任制。一是各预报组技术负责人和技术人员即是该工点地质预报的直接责任人,对所施工的工点预报工作负全责。须详细熟悉施工图纸、预报标准和技术要求,对预报结果负责。二是严格岗位培训和持证上岗制度,严肃工作纪律,严格把关。三是及时整理预测资料,按规定时间将预测报告及时上报上级部门。四是定期分析预报的准确度,及时总结预报过程中不利因素,采取有力措施,消除影响,不断提高工作水平。

2.4 加强人材机管控,提高综合管理水平

2.4.1 人工费的控制

主要从以下方面控制:一是在劳务分包中,根据标后预算结果,实行分包限价管理,招标控制价、分包合同单价均不得超审批后的限价。二是临时用工前必须经项目经理和生产副经理审批,合理控制临时用工数量,有效避免临时用工较多的问题。三是对劳务队伍的收入与成本每月核算,避免劳务队伍扯皮并为今后类似分包定价提供参考。

2.4.2 工程材料的控制

材料是构成隧道工程成本的主要组成部分,控制的好坏直接影响项目成本。项目经理部对材料实行量、价双控原则。主要在以下几方面控制材料:一是材料自加工模式,在施工现场设立钢结构加工中心,对钢材统一加工管理;在施工现场设立碎石加工厂,利用隧道弃碴生产碎石,检验合格后投入生产,降低成本;在现场设立外加剂加工厂,对减水剂、速凝剂实现自加工,既保证了产品质量又节约了成本。二是加强防漏堵失。通过在拌合站安装广联达物料现场验收系统,使物资的验收更加透明、准确。三是实行限额领料制度。劳务班组领用材料需工区主任和经授权的劳务队伍领料负责人签字确认后凭领料单到材料库房领料,当实际需用材料与在设计用量的基础上增加材料用量时必须申请审批通过后领料,有效防止材料超领。四是在各施工点设置废料回收箱,对废旧物资集中收集处理。五是材料按综合成本最低的原则进行采购,大宗材料由总承包部牵头集采,零星材料实行询价比价制度且不得超过限价。六是坚持价差量差分析制度。项目经理部每月进行材料盘点并召开价差量差分析会,对材料节超进行分析,找出节超原因并制定落实改善措施。

2.4.3 机械设备的控制

主要从以下方面控制:一是根据现场实际合理选用机械,提高机械使用率。二是对每台设备开展单机核算,合理优化资源配置。三是加强现场设备的维保工作,并有维保记录,使设备的有效使用率提高^[2]。四是经询价比价选定维修点,节约大修、经常性修理费用。

2.5 湿喷材料专项控制

2.5.1 隧道湿喷混凝土超耗原因分析

(1) 主要影响因素。针对湿喷混凝土超耗问题,项目相关人员采用树叉法进行详细讨论,并广泛征求现场工人、现场技术人员、试验员、机械操作手意见,集思广益、相互启发、相互补充以下系统图(图1)^[3]。湿喷混凝土超耗原因概括起来主要是超挖现象严重与湿喷回弹率较高。

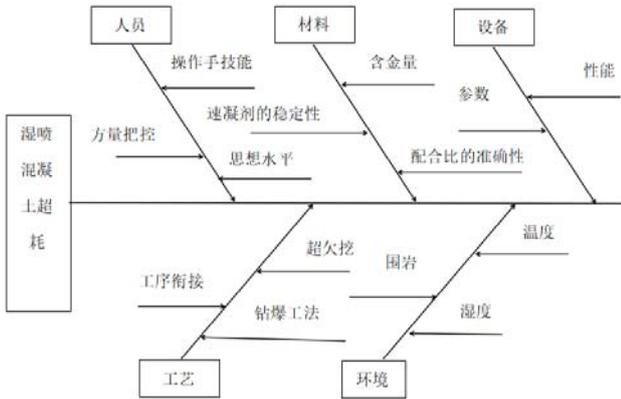


图1 原因分析系统图

(2) 超挖现象严重。一是地质围岩影响。施工隧道前期为土质围岩且孤石频现,后期穿越富水断层,围岩不稳定造成超挖,目前隧道均为石质围岩,较为破碎,采用爆破方式开挖,超挖依旧难以控制。二是钻孔爆破影响。使用三臂凿岩台车进行钻孔,炮孔深度与角度不易控制,容易造成超挖、欠挖二次爆破现象。

(3) 湿喷回弹率较高。一是围岩情况复杂。前期土质围岩且含水大,后期石质围岩掌子面渗水严重,造成回弹量较大。二是湿喷机操作手水平有限、人员更换较频繁,湿喷机械保养不到位。三是湿喷混凝土搅拌时间影响混凝土和易性。四是速凝剂质量不稳定及不能够及时调整速凝剂掺量导致回弹率偏大。五是施工现场所在地属高寒地区,全年平均气温5℃,最低气温零下35℃,影响湿喷效果。

2.5.2 改进措施与效果

(1) 加强部门联动,成立专项小组。工区职责:工区现场技术人员按当日施工情况统计详细施工数据,围岩的变化及原材料的使用,对围岩情况进行详细说明,工程部通过围岩说明确定实际围岩,按实际施工围岩分析湿喷情况,如因现场实际情况采取超前支护措施时,需标注出超前支护形式及数量。同时应对现场混凝土质量进行管控,及时检测到场混凝土塌落度、入模温度,根据不同时间段温度确定施工、运输过程损耗。湿喷过程中对湿喷机的工作性能详细统计,在各工区间形成对比数据并相互学习改进。

测量队职责:测量队在各施工工序完成时,及时进行测量,主要测量出断面变更后实际轮廓线、开挖完成后轮廓线、湿喷完成后轮廓线,计算出各断面的平米数,由经营部计算各断面的方量,同时测量队计算出超欠挖量、粘附方量。

工程部职责:工程部在方案实施过程中根据不同的围岩情况划分实际围岩等级,并对现场的围岩等级进行评级,评出好、中、差三个等级。在施工过程中遇到特殊情况影响湿喷混凝土损耗时,应根据变化数据计算具体增大或减少混凝土数量(台车增大量、拱脚扩大量、预留沉降量)。

试验室职责:试验室在原材料的进场时必须严格把关,做到“未检测材料不得使用,不合格材料不得进场”,混凝土拌和过程中对生产配合比时刻监控,防止因拌合站生产配合比使用不当造成混凝土浪费或回弹增大。湿喷结束后,按规范要求检测湿喷质量,包含强度、厚度、孔洞等,每循环对回弹量进行实地测量等。

物设部职责:物设部从源头控制原材料质量,积极配合试验室工作,做到不合格材料不得进场原则,与供应商积极沟通不断优化材料质量,做到对减小回弹工作的源头控制;加强对湿喷车以及三臂凿岩台车的维护保养工作,并留存原始资料;加强对湿喷机械手的培训,根据喷射部位不同及时调整喷射角度,加快提高三臂凿岩台车操作手的操作水平,尽量减少超欠挖现象。

经营部职责:经营部要每日收集整理湿喷砼原始数据,对数据进行分析对比,为现场湿喷砼的控制提供依据;对各班组湿喷结果进行横向对比,总结经验,制定措施;制定并监督实施湿喷砼损耗控制考核办法。

(2) 治理围岩破碎。项目部针对围岩破碎情况,多次邀请专家共同商讨超前预加固施工技术,根据围岩破碎程度项目部制定了三种超前预加固方案,具体内容如下:

- ①当围岩存在连续整体破碎时,通过三臂凿岩台车改臂,采用 $\phi 76 \times 4\text{mm}$ 超前中管棚,打设长度10m-30m,环向间距35cm-40cm,打设角度 3° 。
- ②当围岩存在连续局部破碎时,采用 $\phi 38$ 自进式锚杆进行超前预加固,打设长度12m,环向间距25-40cm,打设角度 $1-2^\circ$ 。
- ③围岩存在局部破碎时,采用 $\phi 42 \times 6\text{mm}$ 的超前小导管,打设长度4m-4.5m,环向间距25-40cm,打设角度 $6-10^\circ$ 。

通过超前加固,改善围岩整体性,降低因围岩破碎带来施工危险系数,虽然围岩仍存在问题,但未出现较大面积的塌腔,对超挖现象起到有效控制作用。



图2 断面扫测数据

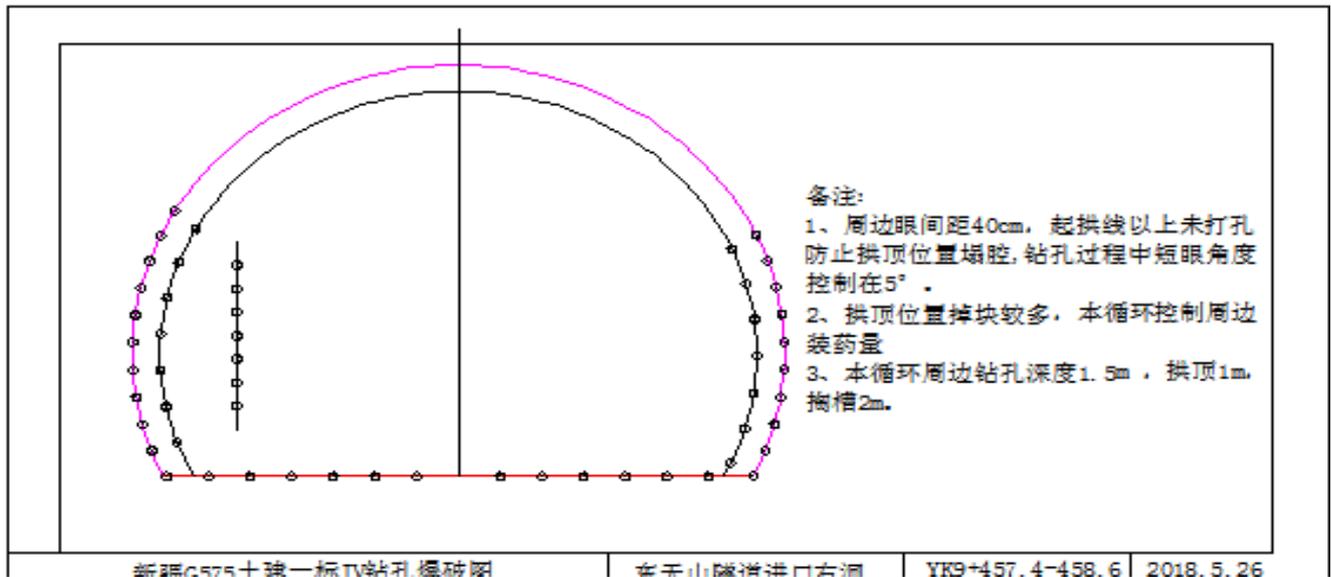


图3 炮眼布置以及钻孔说明

(3) 精准判定围岩情况。项目部组织现场技术人员学习图像点云技术, 通过图像点云技术及掌子面围岩揭露情况精确判定围岩级别及预判前方围岩等级, 根据判定结果对超前支护参数进行调整, 达到减少超挖的目的。

(4) 动态调整爆破参数。开挖前由技术人员根据上一循环炮眼间距、炮眼角度、炮眼深度及掌子面围岩揭露情况进行本循环的炮眼设计, 爆破完成后查看掌子面爆破效果, 并要求测量人员对超欠挖进行扫测, 为下一循环爆破参数调整提供有利依据, 如图2、3所示。

(5) 材料质量管理。加强原材料质量管理, 试验室针对进场原材料进行分批抽样检查。为保证速凝剂质量, 自建外加剂加工厂, 从材料源头抓起, 对于不合格原材料, 强制清场, 确保了原材料质量关。

(6) 加强湿喷操作手培训。加强湿喷操作手的培训, 喷射拱顶及拱腰位置时, 每小时喷射速率不大于13%, 速凝剂掺量不小于4.0%, 在每车湿喷砼到场后测量湿喷砼温度, 及时反馈给拌合站。通过组织湿喷机操作手进行交流培训试验, 提高了操作手操作技术水平, 有效控制湿喷回弹量。

(7) 优化配套设备管理。对现场机械设备进行故障率统计,

经过统计结果分析, 要求施工队定期更换故障率高的配件, 并及时补充配件库存。项目部租赁一台破碎锤, 爆破完成后如果出现欠挖现象, 对局部欠挖部位采用破碎锤进行处理, 杜绝了因二次爆破扰动围岩造成超挖现象的发生。

3 结束语

在当前市场竞争激烈的环境下, 加强施工成本的控制管理工作, 对施工企业的持续、健康发展起到重要作用。本文结合东天山隧道的施工成本控制过程, 总结分析了公路长大隧道成本控制的方法, 为隧道工程的施工成本控制提供助益。

[参考文献]

- [1] 关勇. 贵广铁路XX隧道施工成本控制管理[J]. 中国建设信息, 2011, (09): 53-54.
- [2] 何栋栋. 如何加强隧道施工成本控制管理[J]. 交通世界, 2016, (36): 94-95.
- [3] 倪鹏. 东天山特长隧道初支喷射混凝土超耗分析与控制对策[J]. 散装水泥, 2022, (5): 104-107.

作者简介:

刘齐(1989-), 男, 汉族, 山东济宁人, 本科, 工程师, 从事公路工程管理研究。