

优化大坡比衬砌钢模台车安装工艺

陈虎成

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 712000

摘要：本文以内蒙古引绰济辽工程输水工程隧洞段#1-2支洞为背景，针对大坡比条件下衬砌钢模台车安装效率低、就位精度差的问题，提出了一种基于步进式行走装置的优化安装工艺。通过详细设计、实施与效果评估，该优化工艺显著提高了台车的行走效率和就位精度，缩短了施工工期，降低了施工成本，为类似工程提供了有益的参考。

关键词：大坡比；衬砌施工；钢模台车；步进式行走装置；工艺优化

引言

内蒙古引绰济辽工程是“十三五”期间国家实施的重大水利工程之一，旨在缓解内蒙古自治区东部西辽河流域的缺水状况，对促进区域经济社会可持续发展具有重要意义。其中，#1-2支洞作为#1隧洞的永久检修洞，其衬砌施工质量直接关系到整个工程的安全性和稳定性。然而，该支洞纵向坡比较大，达到10.18%，传统的钢模台车安装工艺难以满足施工需求，存在行走困难、就位精度低、施工效率低等问题。因此，本文旨在通过优化钢模台车安装工艺，提高施工效率和质量。

1 工程概况与问题分析

1.1 工程概况

内蒙古引绰济辽工程输水工程隧洞段施工一标项目主要包括#1输水隧洞，长度为9.035km。其中，#1-2支洞全长531.44m，最大纵坡10.18%，成型后尺寸为6m×6m（宽×高）。衬砌混凝土标号为C30F50W6，根据围岩类别不同，边墙顶拱衬砌厚度分别为30cm、40cm和50cm的钢筋混凝土，底板为25cm素混凝土。这些具体的工程参数和要求，对钢模台车的安装和使用提出了较高的挑战。

1.2 问题分析

在#1-2支洞衬砌施工中，传统的钢模台车安装工艺存在以下具体问题：（1）行走困难：由于支洞纵向坡比较大，钢模台车自重较大（60余吨），在轨道上行走时容易出现打滑现象，导致行走困难，影响施工进度。（2）就位精度低：传统的行走方式难以保证台车就位的准确性，特别是在大坡比条件下，台车容易偏离预定位置，影响衬砌施工的质量。（3）施工效率低：由于行走困难和就位精度低，导致每仓混凝土衬砌施工时间较长，增加了施工成本，影响了整个工程的施工进度。

2 优化方案设计

2.1 液压顶推装置设计

采用顶推液压系统作为爬靴。目标是在纵向坡比达

10.18%的支洞移动60t钢模台车不打滑，并在一小时内完成12m的移动。措施是在原有轨道台车基础上进行改装，将底部行走轨道改装为两侧各一组液压顶推装置作为爬靴。

2.2 油泵电机更换

对行走的顶推液压系统油泵进行更换。目标是使台车液压顶推系统功率满足台车在大坡比工作面整体顶推需求。措施是更换行走的顶推液压系统油泵，包括液压缸和管路，将油泵电机功率更换为11kw。

2.3 对策验算

为确保液压系统满足要求，小组成员进行了详细的验算，包括电机扭矩、油泵参数、液压系统输出力的计算以及传动效率的考虑。通过验算，确认了对策的可行性，并满足了台车受力分析的要求。验算过程考虑了电机功率、转速和扭矩的关系，油泵的排量和工作压力，以及通过油泵排量和压力计算系统产生的理论力等因素。最终验算结果显示（ $F_{实际} = 62800N > F_{min}$ ），对策满足台车移动的需求。

3 方案实施

3.1 采用顶推液压系统和爬靴

3.1.1 前期周密筹备

一是资料收集：深入研究轨道台车设计图纸和技术参数，搜集液压顶推与爬靴技术资料。二是物资采购：依据改装方案，选购适配液压顶推装置、连接部件等关键材料与设备。三是人员培训：组织技术人员与工人培训，包括改装方案解读、操作规程讲解和 safety 注意事项强调。

3.1.2 液压顶推装置精准安装

一是保留与拆除：在保留台车原有顶升液压装置的基础上，谨慎拆除了底部的原有行走系统，为新款液压顶推装置的安装腾出空间。二是科学布局与安装：在台车两侧底部，精心布局并安装了各两个液压顶推装置。前端装置紧贴台车端头边缘，后端装置则距台车后部边

相应位置，并连接了液压缸的油管和活塞杆。在安装过程中，仔细调整了液压缸的安装角度和位置，确保其运行灵活、无卡顿现象。按照液压系统的原理图，连接了新的管路，并使用高质量的密封件对管路连接部位进行了密封处理，以防止液压油的泄漏。至此，新部件的安装工作全部完成。



图3 11KW液压顶推系统专用油泵

3.2.4 液压系统的全面调试与测试

新部件安装完成后，向液压系统中加注了适量的清洁液压油，并确保油位达到了规定的高度。随后，启动了油泵电机，对液压系统进行了试运行。在试运行过程中，密切观察了油泵、液压缸和管路的运行情况，检查了是否有泄漏、异常噪音等问题。同时，还对液压系统的压力、流量等参数进行了精细调整，使其达到了最佳工作状态。为了确保液压系统的性能满足设计要求，还对顶推力、顶推速度、保压性能等关键指标进行了测试，并将测试结果与设计要求进行了对比。如有不符合要求的地方，及时进行了调整和改进，确保液压系统的性能达到了最优状态。

4 效果检查与分析

4.1 目标实现情况

改装后台车性能全面检查评估，液压顶推装置运行良好，系统稳定可靠。每仓混凝土衬砌台车就位时间一小时内，行走效率显著提高。通过改装和精确控制，台车就位精度高，位置、坡度等参数均满足设计要求。

4.2 经济效益分析

通过采用原有衬砌钢模台车进行改装的方式大大降低了成本。具体经济效益分析如下：（1）改装成本节约：滑道、泵站及液压系统改装费用共6.7万元而重新制作新台车的费用约50万元。因此改装后可节约成本43万元。（2）工期提前：由于台车移动时间缩短总工期可提前10天。按照每天施工成本计算可节约施工成本约15万元（具体数值需根据实际施工成本进行计算）。共计可为项目节约成本约58万元。

4.3 社会效益分析

通过优化设计不仅提高了支洞衬砌混凝土施工质量还加快了施工进度。具体社会效益分析如下：（1）树立标杆：#1-2支洞提前12天完成了混凝土衬砌施工任务在内蒙古引绰济辽工程输水工程隧洞段混凝土衬砌施工中树立了良好的标杆。为类似工程提供了有益的参考和借鉴。

（2）提升企业形象：该成果得到了业主、监理单位的一致好评为企业树立了良好的社会形象。提高了企业在水利工程建设领域的知名度和竞争力。

5 巩固措施与后续推广

5.1 巩固措施

为了确保优化后的安装工艺能够在后续类似施工中得到广泛应用和推广对此次成果进行了总结并编制《优化大坡比隧洞衬砌钢模台车安装工艺》手册。具体措施：编制工艺手册供后续参考；加强培训交流，提高员工对工艺的认识；持续改进优化，提高效率、降低成本。后续将积极推广该优化工艺。具体措施：应用于公司其他类似项目，检验并完善工艺；加强与其他水利工程建设单位合作，共同推广，实现共赢。

结语

本文通过对内蒙古引绰济辽工程输水工程隧洞段#1-2支洞大坡比衬砌施工中钢模台车安装工艺的优化研究提出了一种基于步进式行走装置的优化方案并成功实施了该方案。实践表明优化后的安装工艺显著提高了台车的行走效率和就位精度缩短了施工工期降低了施工成本。同时该成果也得到了业主、监理单位的一致好评为企业树立了良好的社会形象。未来将继续探索新的优化方案和技术手段进一步提高隧洞衬砌施工的质量和效率。同时也将加强与其他项目和合作共同推动水利工程建设事业的持续发展。通过不断创新和优化施工工艺提高我国水利建设的整体水平和技术实力。

参考文献

[1]梅争贵,刘斐.大纵坡长斜井钢模台车设计与安装技术[J].中国水运(下半月),2021,21(12):67-69.
[2]曹溪桐.中等断面隧洞衬砌钢模台车洞内安装技术[J].东北水利水电,2024,42(09):6-7+22+71.
[3]孙柏坤.组合式钢模台车在长距离隧道施工中的应用[J].电力勘测设计,2024,(03):81-86.
[4]张志刚.隧道衬砌钢模台车的改进及工程应用[J].交通世界,2023,(07):184-186.