

移动式简易钢模台车在隧洞Ⅲ类围岩衬砌中的应用

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: 本文研究了移动式简易钢模台车在隧洞Ⅲ类围岩衬砌中的应用。通过对引绰济辽工程中输水隧洞段施工一标项目的实际应用情况进行分析,发现移动式简易钢模台车在提高施工效率、保证施工质量、节约施工成本方面具有显著优势。本文详细介绍了台车的设计参数、加工制作、施工方案、施工工艺流程以及其在实际应用中的效果,为隧洞Ⅲ类围岩衬砌施工提供了一种新的解决方案。

关键词: 隧洞施工; III类围岩; 移动式简易钢模台车; 施工效率; 质量控制

引言

隧洞施工中,衬砌施工是关键环节之一。传统支撑体系在隧洞Ⅲ类围岩衬砌中存在诸多问题,如工序繁杂、作业量大、人工和材料浪费大、质量难以保证等。整体钢模台车虽然可以提高施工效率,但存在加工制作复杂、造价高、自重大、行走不灵活等缺点。因此,研究一种适用于隧洞Ⅲ类围岩衬砌的移动式简易钢模台车具有重要意义。

1 工程背景和目的

1.1 研究背景

引绰济辽工程是宏大引水工程,从嫩江支流绰尔河引水,输水390.263公里至西辽河沿岸,年调水量最大4.88亿立方米。工程含文得根水利枢纽和输水工程两部分,后者包括取水口、隧洞等关键部分。#1输水主洞长9.035公里,设三条施工支洞,其中#1-2为永久检修洞。主洞为无压隧洞,设计流量18.58立方米/秒,洞身围岩含Ⅲ~Ⅴ类,Ⅲ类最多占59.32%,主洞室断面为圆拱直墙式设计。

表1 #1输水隧洞断面尺寸

围岩类别	净断面尺寸(宽×高)	开挖尺寸(宽×高)
Ⅲ	3.86m×4.36m	4.52m×4.91m
Ⅳ		5.06m×5.41m
Ⅴ		

1.2 研究目的

鉴于设计要求,Ⅲ类围岩洞身顶拱不衬砌,传统支撑体系施工难度大且质量难保证,整体钢模台车成本高。本研究旨在探索自制移动式简易钢模台车,其主体用型钢和钢管制成,便于运输和组装,造价低、设备少。通过优化结构和改进振捣方式,确保衬砌施工质量。

2 移动式简易钢模台车设计

2.1 设计参数与具体要求

(1) 设计细节：Ⅲ类简易衬砌台车的设计遵循仅边墙一次浇筑的原则。在施工初期，首先进行底板混凝土的浇筑，同时在两侧设置高度为60厘米的小矮墙，其中底板倒角的高度精确设定为30厘米，以确保结构的稳定性和浇筑效果。

(2) 设计标准与预留变形量: 台车的设计严格以隧洞衬砌断面图纸为基准, 并充分考虑到实际施工过程中的各种因素。为了确保台车在使用过程中能够适应可能的变形, 加工时特意将净空放大2厘米作为预留变形量, 从而提高台车的适用性和耐用性。

(3) 配套方式：台车采用液压与螺杆相结合的先进配套方式。在定位和脱模过程中，主要依靠液压系统来实现快速、准确的操作；而在固定后，受力则主要依赖螺杆来承担，确保台车的稳定性和安全性。

(4) 面板材料选择：衬砌台车的面板选用厚度为10毫米的优质钢板，以确保其足够的强度和耐久性，满足施工过程中的各种需求。

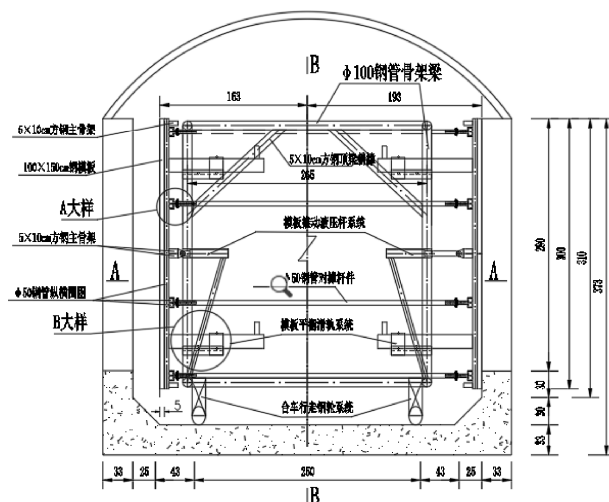


图1 简易台车结构与支撑横断面示意图

2.2 台车制作流程

(1) 结构组成：简易钢模台车的主要结构以型钢为骨架，圆钢作为支撑结构，稳固地立于底板混凝土基础之上。通过配合液压千斤顶及行走装置，实现台车的整体升降和灵活行走。

(2) 制作步骤：在制作过程中，首先需要在加工平台上将型钢按照大样排好，然后根据结构图将各部杆件实物就位。通过实际位置来确定钢材的长度和钻孔位置，确保加工的准确性。杆件加工完成后，按照次序编号分类存放，以便后续的组装和使用。

(3) 加工顺序：为了确保制作的效率和质量，加工时应按照横梁、立柱和斜撑的顺序进行，确保每个部件都能准确无误地安装到位。

(4) 现场组装：纵向及斜拉型钢建议在现场组装时进行钻孔安装，这样可以有效防止因预先钻孔而导致的错位问题，确保台车的整体稳定性和精度。

(5) 行走装置：行走轮采用成品钢轮，配合一台10吨的卷扬机牵引简易台车行走，确保台车在施工现场能够灵活、稳定地移动。

2.3 台车调试与组装

简易台车在洞外的平整场地进行加工制作，并完成所有的调试工作。确保台车的各项性能都达到设计要求后，再将其转入洞内进行组装，为后续的施工工作做好充分准备。

3 总体施工方案

3.1 施工方案

针对1#输水隧洞的Ⅲ类混凝土衬砌施工，制定了详尽的施工顺序与方案。施工将从洞内向支洞口方向逐步推进，确保施工过程的连贯性与高效性。在混凝土衬砌的具体施工中，将底板和边顶拱分为两个序次进行浇筑。首先进行的是Ⅰ序施工，即底板混凝土的施工。在这一阶段，我们会在底板两侧砌筑60cm高的小矮墙，以增强底板的结构稳定性。随后，进入Ⅱ序施工，即边墙混凝土的浇筑。在底板混凝土浇筑完成后，等待其强度达到设计强度的70%。一旦达到这一标准，把预先组装调试好的简易台车推进至需要浇筑的部位，为后续的边墙施工做好准备。同时，为了加快施工进度，采用钢筋安装台车进行边墙钢筋的快速安装，确保施工的连续性与高效性。值得注意的是，底板混凝土与边墙混凝土的施工将采取交叉连续的方式进行。具体来说，底板混凝土将超前边顶拱浇筑4~5仓，这样既可以保证施工的连续性，又可以确保各部位混凝土的强度与稳定性。在衬砌混凝土的分段长度上，选择12m作为标准段长，既方便施

工管理，又能保证施工质量。混凝土的输送则采用混凝土泵送入仓的方式，确保混凝土能够均匀、快速地填充到每一个需要浇筑的部位。

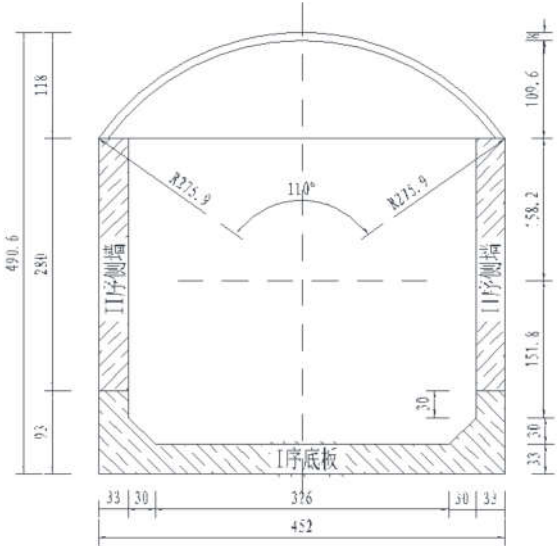


图2 Ⅲ类围岩衬砌结构分序图

3.2 施工工艺流程

(1) 底板衬砌施工：基础面或施工缝处理及验收→钢筋制安→模板制安→混凝土浇筑→模板拆除→混凝土养护。

(2) 边墙衬砌施工：施工缝处理及验收→边墙钢筋制安→简易钢模台车就位及校核→堵头模板安装→混凝土浇筑→堵头模板拆除及台车收拢移动→混凝土养护。

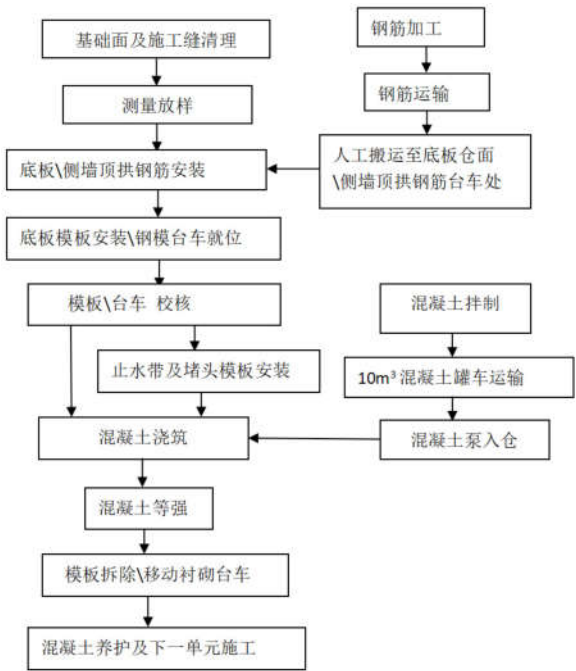


图3 施工工艺流程图

4 施工效率、质量及经济效果

4.1 施工效率

通过对比Ⅲ类简易钢模台车与Ⅳ、Ⅴ类钢模台车的施工时长,可以看出Ⅲ类衬砌简易钢模台车在浇筑完混凝土后,模板拆除时间较Ⅳ、Ⅴ类衬砌钢模台车每仓平均能够节约1.8h,节省了大量时间。

表2 Ⅲ类简易钢模台车与Ⅳ、Ⅴ类钢模台车施工时长对比表(h)

	施工缝处理	钢筋安装	台车移动就位	止水带及堵头模板安装	混凝土浇筑	拆模
简易台车	2.4	1.4	0.5	2.5	2.3	0.7
一般台车	2.4	5.5	0.5	3.0	4.5	2.5

注:本表统计工序时长为5仓正常施工情况下平均时长。

4.2 施工质量

在施工过程中,项目部对施工质量把控极为严格,严格遵循“三检制”的质量控制体系,即自检、互检和专检,确保每一道工序都符合设计要求和质量标准。特别是在混凝土浇筑这一关键环节,现场技术员全程参与监督,从准备、浇筑到养护,每一个环节都严格把关,有效保证了混凝土浇筑施工的连续性和稳定性。为了进一步提升施工效率和质量,项目部采用了简易台车进行混凝土浇筑。这种简易台车骨架由坚固的型钢精心设计制作,面板则是由钢板精密拼接而成,结构稳固且耐用。在混凝土浇筑过程中,采用泵送方式将混凝土快速、准确地送入仓内,同时配合附着式振捣器进行充分振捣,确保混凝土均匀密实。自2023年6月23日项目开始投入使用简易钢模台车以来,截至11月3日,已经累计使用简易钢模台车连续施工了1656米(共计138仓)。在

施工过程中,虽然局部区域出现了麻面、砂线等细微瑕疵,但整体质量始终保持在可控范围内,完全达到了项目预期的质量目标。

4.3 经济效果

传统隧洞衬砌施工采用支排架方法,存在工序繁琐、作业量大、材料浪费和施工质量难保障等缺点。项目部引入简易钢模台车,以型钢为支撑,定型钢板为模板,操作简便,施工效率高。经济方面,简易钢模台车节约成本20%~30%,因简化了工序、减少了作业量和材料浪费,提高了施工质量,降低了后期维修成本。且其可自行设计加工,材料和设备当地购买,经济实惠,为项目推进提供了保障。

结语

本文研究了移动式简易钢模台车在隧洞Ⅲ类围岩衬砌中的应用。通过实际应用证明,该台车结构稳定、操作方便、质量可控,并且极大地提高了施工效率,降低了成本。在隧洞Ⅲ类围岩衬砌施工中具有极好的适用性,值得推广应用。

参考文献

- [1]武巧焕.去学水电站泄洪洞有压洞段简易钢模台车衬砌混凝土施工技术[J].红水河,2017,36(06):15-18.
- [2]张可炎,胡其林,王琪,等.钢模台车在引江补汉输水隧洞出口渐变段中的应用[J].四川水力发电,2024,43(S2):104-107+146.
- [3]俞兴平,翟优雅,吴笑林.当议亭子口灌区工程矩形明渠钢模台车施工技术[J].四川水力发电,2024,43(02):89-92.
- [4]陈杰,毕金凤.针梁钢模台车在水工隧洞衬砌中的应用[J].云南水力发电,2023,39(08):96-98.