

# 针梁式钢模台车在隧洞混凝土衬砌中的运用

涂 记 华   韩   峰

(武警水电第一总队 第四支队, 广 西 南 宁 530028)

**摘要:**天生桥二级水电站设3条平均长度9 776 m, 直径8.7~9.8 m的引水隧洞, 隧洞施工期间, 全断面针梁式钢模台车一直作为混凝土衬砌的主要设备。运用结果表明, 作为引水隧洞混凝土衬砌的专用台车, 与其它衬砌设备相比, 全断面针梁式钢模台车不仅结构设计合理, 一次浇筑成圆形断面, 而且速度快、质量好, 既经济又安全。对台车的构造、台车在施工洞内的安装调试及台车混凝土衬砌施工流程进行了介绍。

**关 键 词:**全断面衬砌; 引水隧洞; 混凝土衬砌; 专用台车; 天生桥二级水电站

**中图分类号:**TV536      **文献标识码:**A

## 1 概述

天生桥二级水电站位于贵州、广西两省(区)交界处, 在珠江水系红水河上游干流南盘江上。工程采用长隧洞引水, 分两期建设, 已于2000年完工。3条引水隧洞, 每条长度9 776 m, 其中直线段(约7 500 m)通过地层为石灰岩、白云岩, 最大埋深800 m, 主要采用直径10.8 m掘进机开挖, 混凝土衬砌内径9.8 m; 下游部分通过相变带及砂页岩地段, 采用钻爆法施工, 内径8.7 m。为加快引水隧洞混凝土衬砌进度, 保证施工质量, 1987年从日本引进了4套全断面针梁式钢模台车, 其中3套为 $\varnothing 8.7$  m, 1套为 $\varnothing 9.8$  m。

在用全断面针梁式钢模台车(以下简称台车)进行混凝土衬砌的同时, 施工单位也使用了传统的3/4钢模台车浇筑法, 即先用3/4钢模台车浇筑上部混凝土, 其余混凝土用1/4钢模浇筑。

## 2 台车的构造

台车主要由钢模、门形架、针梁、主千斤顶及其底座、台车自行机构、液压系统、浮力台车7个部分组成(台车洞内布置见图1)。实际运用中台车模板长度可以根据需要设计为15、12、9、6 m。当模板长度为6 m, 增加附件后, 台车可以进行曲率半径为200 m的拐弯。以 $\varnothing 8.7$  m台车为例, 当混凝土设计浇筑厚度900 mm, 模板长度为15 m, 针梁长度为37 m, 主千斤顶的跨距为33 m时, 进口台车总重152 t, 自制台车总重185 t。

## 3 台车洞内安装

因受洞内空间的限制, 台车洞内安装无法直接使用吊车进行吊装, 只能采取在洞顶打锚杆, 焊接工字梁, 挂设手拉行走葫芦, 利用手拉行走葫芦吊装的方式进行安装。台车安装工作面长度不小于60 m, 洞顶离钢模台车顶模的距离不小于1.5 m( $\varnothing 8.7$  m台车, 洞顶部与底部距离以10.5 m为宜)。在安装工作面的洞顶打锚杆孔, 锚杆孔的孔径、孔深及布置情况应根据台车

最大单件重量、洞内的岩石情况经过计算确定。以 $\varnothing 8.7$  m台车为例, 单件最大重量5 t, 每根锚杆承受的拉力不小于10 t, 锚杆孔直径30 mm, 锚杆孔设置双排, 4个孔为1组, 间距1 500 mm, 孔深1 500 mm。锚杆插入后要用30号砂浆灌满, 7 d后进行拉拔试验, 满足强度要求后焊接工字梁。工字梁选用25号工字钢, 工字梁与锚杆之间通过 $\delta = 25$  mm的钢板搭接焊; 对于模板长度为15 m的台车, 考虑到安装及卸车, 工字梁的总长度需要45 m。工字梁焊接完毕挂两组10 t手拉行走葫芦, 用于卸车及安装。此外, 在洞的两个边墙腰线以上每隔1.5 m打一排(数量13个为宜)锚杆孔, 辅助侧模就位。

台车洞内安装的总体顺序是由内到外的分层安装, 安装的具体顺序为: 底模→针梁→门形架→两边侧模及其支撑(斜支撑及水平支撑)→顶模及其支撑→其它附件。安装前制作底模承重框架, 用25号工字钢和槽钢制作。在台车安装调试完成前, 台车的全部重量落在承重框架上。

洞内台车的调试方法及调试要求与厂内组装相同。考虑到洞内的条件, 台车调试只做合模、脱模及钢模的行走即可, 但调试完毕应对台车的轴线位置进行校核。校核的方法是: 利用主千斤顶底座上的调中油缸直接调整钢模台车的水平位置, 利用主千斤顶调整钢模台车的高度位置。如主千斤顶的行程已用完, 钢模台车尚未达到浇筑高度, 可以在底模下面均匀垫上枕木, 将换向阀手柄置于“下落”位置, 使钢模重量全部落于枕木之上, 利用手拉葫芦将两个主千斤顶底座上提, 在两个主千斤顶底座下面加垫枕木, 将换向阀手柄置于“举升”位置, 主千斤顶将钢模抬升, 即可调整钢模台车的高度。

## 4 混凝土衬砌

(1) 混凝土衬砌的施工组织。台车混凝土衬砌采用无节奏的流水施工方式组织施工, 为加快施工进度, 应预先安排工作面进行基础面处理、钢筋绑扎, 并且要尽量缩短时间, 其工艺流程为: 基础面处理→绑扎钢筋→合模→混凝土浇筑→技术间歇时

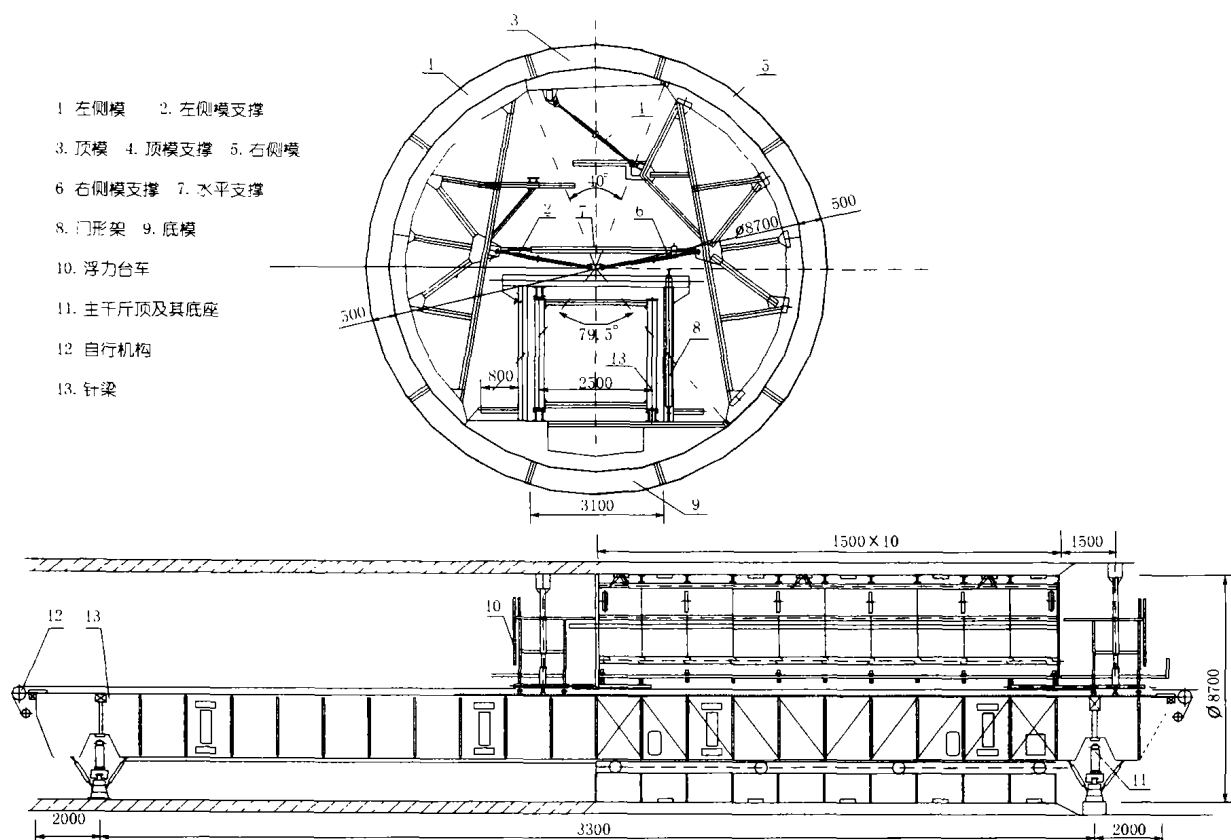


图1 7 m 针梁式钢模台车洞内布置(单位:mm)

间→脱模—钢模行走(针梁行走)。

(2) 混凝土衬砌的主要技术措施。混凝土浇筑前应检查钢模的合模情况,校核钢模的轴线位置。校核钢模的轴线位置两种方法同时利用,首先检查钢模与前一块已浇好的混凝土的接合情况,其次通过测量仪器校核钢模中心的位置,如钢模中心位置有偏差,可采用前述方法通过调中油缸及主千斤顶调整。台车轴线位置校核完毕,将浮力千斤顶旋紧,以防浇筑时钢模台车因浮力过大发生位置偏移,同时应将钢模的各种支撑旋紧。为使脱模容易,需定期在钢模板上涂抹脱模剂。

钢模台车混凝土浇筑采用泵送混凝土,混凝土入仓塌落度控制在 12~14 cm 范围内,泌水少,易于振捣。为减少混凝土浇筑后钢模承压时间及满足脱模时间,不采用缓凝型减水剂。混凝土由混凝土泵送到浇筑口入仓,浇筑速度 20 m<sup>3</sup>/h,混凝土上升速度 0.7 m/h,两侧交替上升,高差不大于 500 mm。

钢模板上设置有附着式振捣器,一般情况下可以通过附着式振捣器对混凝土进行振捣,对于隧道超挖部分的混凝土,作业人员可以通过钢模板上的检查口进入仓号内进行振捣作业。钢模板上设有灌浆管预埋孔,通过这些预埋孔可以预埋灌浆管,为灌浆作业提供方便。灌浆管预埋孔上设置有堵头,不需预埋灌浆管时用堵头封堵,以免浇筑过程中漏浆。

## 5 结语

实际运用效果表明,全断面针梁式钢模台车作为水电站引水隧洞混凝土衬砌的专用设备,与其它混凝土浇筑设备相比具有以下优点:

- (1) 混凝土衬砌一次成圆形断面,速度快、质量好;
- (2) 台车设置自行机构,只靠钢模与针梁的相对固定即可前进或后退,不需铺设地面轨道,也不需借助外来的牵引设备,节省了费用;
- (3) 台车的合模、脱模均为液压操作,既快速、安全又节省了人力,减轻了劳动强度;
- (4) 台车设置有调中装置,通过操作调中油缸及主千斤顶,同时观察已浇筑好的混凝土的接合情况,即可校核台车的轴线位置,保证台车的准确定位;
- (5) 侧模、底模、顶模通过螺栓连接及铰接形成一个刚性整体,又设置有水平支撑,受力合理,结构轻巧;
- (6) 因为钢模板每节长度均为 1.5 m,并且钢模板之间的连接螺栓、针梁的连接螺栓均具有互换性,根据施工需要,台车可以进行改装后重复利用,降低了成本。

(编辑:赵凤超)

水电雄师 奋进拼搏 开拓进取 再创辉煌