

双孔圆形隧洞针梁式钢模台车 联合衬砌工法

彭志海 余 庆 鞠林林

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 郫县 611730)

【摘 要】 该工法以资中县城北水资源综合开发利用工程——水库联网输水工程隧洞衬砌施工为素材,对双孔圆形隧洞采用两台针梁式钢模台车联合进行混凝土衬砌的施工方法进行了总结,并对注意事项做出分析,提出控制措施,为类似工程施工提供参考。

【关键词】 双孔圆形隧洞;针梁式钢模台车;联合;均衡

中图分类号: TV52

文献标志码: B

文章编号: 1005-4774(2017)07-0075-04

Joint lining construction method of steel-mould stair vehicles of needle bridge in double-hole circular tunnel

PENG Zhihai, YU Qing, JU Linlin

(China Water Conservancy and Hydropower No.7 Bureau Co., Ltd., Pixian 611730, China)

Abstract: The method is based on reservoir networked water conveyance project tunnel lining construction—Chengbei Water Resources Comprehensive Development and Utilization Project in Zizhong County as basic materials. The construction method of joint concrete lining by two steel-mould stair vehicles of needle bridge in double-hole circular tunnels is summarized. Precautions are analyzed, control measures are proposed, thereby providing reference for similar project construction.

Keywords: double-hole circular tunnel; steel-mould stair vehicles of needle bridge; joint; balance

1 引 言

随着国家新时期“河湖水系连通”治水方略的提出,水资源综合开发利用的程度日益提高。为连通更多不同单体特性的水源,并按照水源的高程分类输送,实现高水高用、低水低用的目的,传统的单孔隧洞单一输水模式已不能满足使用功能,双孔圆形隧洞输水模式应运而生。因此,如何优质、高效、经济的完成双孔圆形隧洞的混凝土衬砌成为一项重要研究内容。

2 工法特点

a. 双孔圆形隧洞混凝土衬砌对模板牢固性要求较高,采用该工法可充分利用台车自身刚度,降低模板加固难度,有效避免跑模、爆模等现象发生,隧洞外观质量高。

b. 采用该工法双孔圆形隧洞一次衬砌成型,可减少施工缝数量,提高隧洞整体防水效果。

c. 采用该工法双孔圆形隧洞一次衬砌成型,有效减少分仓次数,加快施工进度。

d. 该工法在施工过程中操作人员较少,可大量节约人工成本,可大大减轻工人体力劳动强度。

3 施工工艺原理及工艺流程

针梁式钢模台车主要由模板总成、针梁总成、梁框总成、卷扬牵引机构、抗浮装置、液压系统、电气系统等组成,安装在台车上的卷扬机使钢模和针梁做相对运动,实现台车自行向前或向后行走。双孔圆形隧洞混凝土衬砌由两台独立的针梁式钢模台车分别行走至指定位置后,通过台车两端螺杆连接形成临时整体,采用抗浮千斤顶和限位千斤顶与隧洞内壁支撑牢固,对称、均衡进行混凝土浇筑,完成双孔圆形隧洞混凝土衬砌。

施工工艺流程见图1。

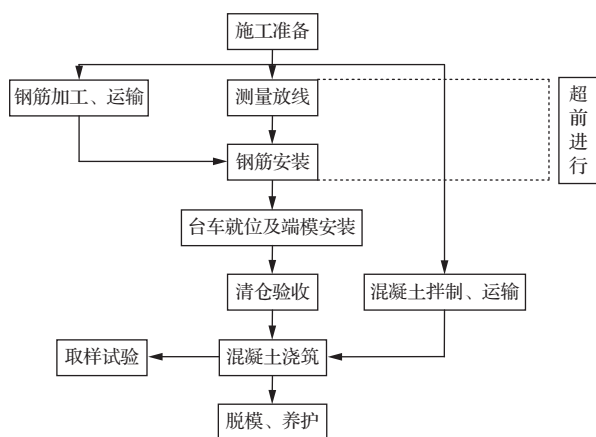


图1 双孔圆形隧洞混凝土衬砌施工工艺流程



图2 针梁式钢模台车组装

4 施工方法及操作要点

4.1 施工准备

针梁式钢模台车模板设计长度为10.7m,模板搭接长度0.2m,有效衬砌长度10.5m。由厂家设计、制造,采用平板车运至施工现场后,在洞口附近布置一台16t汽车吊配合安装,安装、调试工作由生产厂家专业技术人员现场指导。针梁式钢模台车组装见图2。

隧洞内底板基岩缝面与边顶拱喷混凝土面清理采用人工持风水枪冲洗干净,确保无杂物、灰尘、浮渣等,符合质量标准要求。

4.2 测量放线

用全站仪、水准仪等进行测量放线,将底板混凝土浇筑控制点线放在明显地点,并在方便度量的地点给出高程点、特征桩号线、轮廓线、高程线、分缝线等,确定钢筋绑扎和立模边线,并做好标记。

4.3 钢筋安装

由现场技术人员开出钢筋下料单,在钢筋加工厂制作,为了防止运输时造成混乱以及便于架立,每一型号的钢筋必须捆绑牢固并挂牌明示,用5t载重车运输到隧洞口,然后人工搬运至工作面,洞内采用人工搭设排架进行钢筋绑扎焊接。钢筋安装前底板应搭设稳固的钢筋架,用作钢筋架立,架立筋采用直径 $\varphi 25$ 螺纹钢,纵横向间距1m布置。钢筋安装见图3。



图3 钢筋安装

由于双孔隧洞在运行过程中存在偏压工况,中隔墙成为隧洞结构中最薄弱的环节,钢筋必须严格按照施工图纸下料、安装,确保钢筋位置、长度、间距、数量以及钢筋保护层厚度满足设计图纸要求,保证其受力特性。

4.4 台车就位及端模安装

针梁式钢模台车行走立模之前,仓号内钢筋、预埋件、缝面处理情况需经过监理验收合格。两台钢模台车先后行走至测量放线标记位置,行走速度须按厂家设计要求控制,台车行走就位后,操控液压系统将模板支撑到位,并采用两端螺杆将两台台车连接形成一个临时整体,然后操控液压系统将抗浮千斤顶、限位千斤顶分别支撑在隧洞顶拱和两侧边墙适当位置,最后利用全站仪投放控制点再次校模。台车就位见图4。



图4 台车就位

台车就位后进行止水及预埋件安装,型式、尺寸、埋设位置和材料的品种规格符合施工图纸的规定。采用长度80cm的 $\varphi 12$ 圆钢弯制成简易的托架、夹具,间隔50cm将止水固定在设计位置上,托架与结构钢筋牢固焊接,止水凹槽必须安放于缝面中间,且使其与端头模板结合严密。安装好的止水须加以固定和保护,防止在浇筑过程中发生偏移、扭曲或结合面漏浆。端头模板主要采用定制弧形平面钢模板,局部基岩面不规则部位或者补缝部位使用木模板;端头模板采用 $\varphi 12$ 拉筋配合 $\varphi 48$ 钢管及方木围檩加固,拉筋间、排距 1.0×1.0 m,端头模板及止水布置见图5。

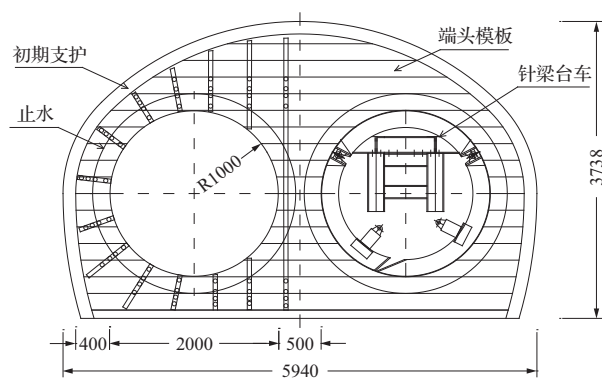


图5 端头模板及止水布置示意图(半幅)(单位:mm)

4.5 清仓验收

对钢筋、模板施工时遗留下来的杂物进行人工拣出或者采用高压风水冲洗。清仓完成后,施工人员、机具等一切就绪,履行“三检”程序后,申请验收开仓。



开仓证应附仓面设计,对监理工程师在验仓过程中提出的问题立即整改,监理工程师检验合格后签开仓证。

4.6 混凝土浇筑

混凝土由拌和站集中拌制,罐车运输,混凝土泵送入仓,手持式振捣器配合附着式振捣器振捣,根据隧洞断面尺寸大小,选择合适的设备和工器具型号。在浇筑混凝土前,先在底板基岩面铺设一层2~3cm厚的水泥砂浆,砂浆配合比与混凝土的浇筑强度相适应,当下料高度大于2m时在仓号内布置溜筒,避免骨料分离。针梁式钢模台车顶拱部位预留进料口和排气孔,顶拱混凝土采用流动性大的二级配料或一级配料,采用手持式振捣器和台车上安装的附着式振捣器联合振捣。

混凝土在浇筑过程中应注意:①必须多窗口布料,布料方式采用先中间后两端,由下向上分层,左、中、右对称布料,钢模台车前后混凝土高度差不超过60cm,两台台车左、中、右混凝土高度差不超过50cm;②每层混凝土入仓高度控制在30~40cm之间,仓号内混凝土上升高度控制在50cm/h以内,入仓后及时采用手持式振捣器及钢模台车上附着式振捣器进行振捣,振捣时从工作窗口注意观察,振捣时间以混凝土不再有气泡泛出、骨料不再显著下沉,并开始泛浆为准,避免过振或漏振;③手持式振捣器在仓面上应按一定顺序和间

距逐点振捣,间距为振捣作业半径的一半,并应插入下层混凝土5cm左右;④手持式振捣器应垂直插入混凝土中,振捣完应慢慢拔出,如有倾斜,则倾斜方向应保持一致,以免漏振;⑤手持式振捣器严禁直接碰撞模板、钢筋及止水等预埋件;⑥附着式捣器在手持式振捣棒振捣后,再开启使用,振捣时间以混凝土不再有气泡泛出、骨料不再显著下沉,并开始泛浆为准;⑦在止水及预埋件周围应细心振捣,设专人在模板外侧敲打捣固密实;⑧浇筑过程中模板工和钢筋工要加强巡视维护,异常情况及时处理;⑨混凝土浇筑时必须保持连续性,如因故中断且超过允间歇时间则应做施工缝处理,混凝土浇筑允许间歇时间应根据试验室提供的试验成果而定。

4.7 脱模、养护

当达到脱模时间后,首先拆卸螺杆使两台台车分离独立,然后分别拆卸各台车的抗浮千斤顶,交替收缩边模千斤顶油缸、限位千斤顶油缸,使边模脱离混凝土表面。如果边模被挤紧卡死,则用导链拉开。交替收缩顶模顶升油缸,使顶模脱离混凝土表面。脱模后采取洒水或喷雾等措施养护,使混凝土表面经常保持湿润状态,连续养护时间不少于28天。用于养护的设备处于常备状态,以便在实际需要时可立即投入使用。台车浇筑效果见图6。



图6 台车浇筑效果

(下转第80页)



筑的有 52 人、注册水土保持专业的有 10 人), 监理员 28 人, 造价工程师 9 人。

公司先后承担过清远市清城联围防洪达标加固工程、清远市清东围泵站更新改造工程等多项大(2)型工程、清远市大燕河整治工程(主体工程)、连山壮族瑶族自治县德建水库工程等十多项大中型水利工程施工监理。所有监理的工程项目全部达到合格及以上水平, 并获得业主和社会的广泛好评。近五年, 公司所监理的项目先后获得了省级主管部门、协会、学会及市水利行业协会颁发的优质工程、精品工程和水利建设工程文明工地等多项荣誉奖项。

公司在进行市场开拓、干好监理项目的同时, 注重监理设备的投入和更新换代, 目前公司拥有办公、交

通、测量、检测设备共计 40 多台(套)。

公司秉承守法、诚信、公正、科学的原则, 始终坚持以高起点、高标准、科学化、规范化、现代化为发展理念, 建立了《监理人员守则和工作纪律》《工程质量监理规定》《工程量签证及支付管理规定》《项目监理资料管理规定》《财务制度》等一系列规章制度, 并逐步完善了系统科学的公司管理体系和质量管理体系, 各项规章制度运行良好。

多年来, 公司企业信誉良好, 连续四年被清远市工商局评为“重合同、守信誉”企业。公司全体员工将一如既往地团结一致、热情服务、严格监理、注重创新, 以诚信为本, 励志为水利水电事业的发展做出应有的贡献。◆

(上接第 78 页)

5 效益分析

5.1 经济效益

双孔圆形隧洞针梁式钢模台车混凝土衬砌工法可大幅度降低人工成本; 衬砌后隧洞质量效果好, 可有效减少后期缺陷修复工作量, 节约潜在成本; 采用针梁式钢模台车进行混凝土衬砌, 底、边、顶一次成型, 减少施工缝, 施工速度快, 节约了施工工期和管理成本, 经济效益显著。

5.2 社会效益

该工法提高了机械化施工水平, 减少了用工数量, 减轻了工人体力劳动强度; 双孔圆形隧洞衬砌全断面一次成型, 提高混凝土防水效果, 隧洞衬砌内实外美, 施工质量优良, 得到了当地政府和老百姓的高度赞扬, 社会效益显著。

6 应用实例

资中县水库联网输水工程 A1 隧洞、A2 隧洞、A3 隧洞、A4 隧洞长度分别为 660m、2140.3m、454m、1180m, 开挖 $5940 \times 3738\text{mm}$ 的马蹄形断面, 衬砌后为 D2000mm 的双孔圆形断面。隧洞混凝土衬砌采用两台针梁式钢模台车联合施工, 同步、均衡进行混凝土浇筑, 底、边、顶一次成型, 施工过程中无质量事故发生, 满足工期要求, 得到了资中县政府和参建各方的一致好评。

7 结 语

水资源综合利用程度日益提高已代表一种新的趋势, 该工法机械化程度高、施工质量好、进度快、成本低, 混凝土外形美观, 将为类似工程施工积累经验, 助推国家“河湖水系连通”治水方略的顺利实施。◆