

# 浅谈石门河渠道倒虹吸管身段模板施工技术

邓生荣, 袁国栋

(中国人民武装警察部队水电第三总队 十一支队, 四川 成都 610036)

**摘要:** 倒虹吸混凝土工程是渠道施工中的关键, 而其难点在于模板工程施工。倒虹吸施工中采用的模板主要有组装式钢模板、钢模台车等。结合南水北调石门河段河渠交叉倒虹吸工程, 浅谈了组合钢模板及钢模台车在施工中的应用, 并重点介绍了钢模台车的工作原理、工艺要点及优势, 以便后续类似工程借鉴与参考。

**关键词:** 倒虹吸; 模板工程; 钢模台车; 应用; 工艺; 石门河

**中图分类号:** TV672. +5; TV52; TV68

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2012)03-0059-03

## 1 概述

石门河渠道倒虹吸工程位于河南省辉县市赵固乡大砂窝村西北约 1.5 km。两段渠道长 374 m (其中进口渠道段长 99.4 m, 出口渠道段长 274.6 m), 倒虹吸管身段水平投影长 1 015 m, 进口渐变段、闸室段长 68 m, 出口渐变段、闸室段长 93 m, 共计 1 550 m。

渠道倒虹吸工程与石门河呈正交, 倒虹吸型式为箱式, 三孔一联, 单孔管宽 6.9 m, 管高 6.9 m。倒虹吸管身段由进口斜管段、水平管段、出口斜管段三部分组成。进口斜管段坡度为 1:4, 出口斜管段坡度为 1:4。倒虹吸进口底板高程 91.4 m, 水平管段管底高程 84.3 m, 出口底板高程 84.1 m。管身由三孔一联(单孔管宽 6.9 m, 管高 6.9 m)的钢筋混凝土箱涵构成, 顶板厚 1.3 m, 底板厚 1.3 m, 边墙厚 1.2 m, 中墙厚 1.1 m。倒虹吸管身段混凝土标号均采用 C<sub>30</sub>W6F150。

## 2 混凝土浇筑方案

倒虹吸管采用分段现浇, 相邻两段之间设伸缩沉降缝, 缝内设止水以适应建筑物因温度变化引起的变形和地基不均匀沉陷的影响。管身段根据不同的接缝结构和所处位置等分 69 段, 每段整段施工。施工时先施工平管段, 再同时分别向进出口依次浇筑斜管段, 浇筑分 2 层。平管段分底板、边墙和顶板, 底板转角以上 20 cm 边墙用转角模板随底板浇筑, 其余边墙部分随顶板浇筑, 模板选用组合模板配合边墙顶板钢模台车。斜管段分底板、边墙和顶板, 全部采用组合钢模板, 顶板采

用满堂脚手架支撑, 溜槽、仓面吊进行混凝土垂直运输; 进出口胸墙弧线段采用异型木模, 木模表面进行抛光处理并均匀涂抹脱模剂, 以确保混凝土外观质量。

## 3 钢模板制作方案

综合考虑石门河渠道倒虹吸工程的结构特点及本项目对混凝土工程的表观质量和施工强度要求, 并根据管身段混凝土已确定的浇筑程序进行安排, 模板分为底板钢模和侧墙、顶板钢模两部分进行具体设计。

(1) 底板钢模按外侧钢模、内侧异型倒角钢模、端部钢模制作。外侧钢模长 7.5 m、高 2 m; 内侧异型倒角钢模长 7.5 m、宽 0.8 m、高 0.7 m, 倒角 500 mm × 500 mm; 端部钢模按安装止水带的要求分块制作。模板安装时相临模板用螺栓连接。为防止漏浆, 内嵌双面胶。支撑由支架和地脚螺栓组成, 其中支架采用角钢和槽钢制作。支架下端横向设置地脚螺栓, 用以调整模板的垂直度并保持模板竖向稳定, 操作平台设置在支架上端。根据专业钢结构力学分析软件的验算结果, 底板钢模面板采用厚度 4 mm 制作即可。根据施工经验, 结合本工程高标准要求, 决定采用 8 mm 厚钢板。横肋按 50 cm、纵肋 130 cm 设置, 肋板采用厚度 5 mm 扁钢制作。

(2) 侧墙、顶板钢模按外侧钢模、内侧钢模台车制作。

外侧钢模采用 4 mm 厚、2.5 m × 7.52 m 钢板, 两侧共加工 12 块。考虑到混凝土浇筑模板变形, 外侧采用 [10 每 30 cm 纵向加固。模板安装

时相临模板用螺栓连接,为防止漏浆,内嵌双面胶。为便于安全有效的组合安装大块模板,特别设置了组合,组合由[14和[12.6组合焊接成一个整体钢构件,起支撑大块钢模板的作用,便于安装固定。

根据专业钢结构力学分析软件的验算结果,钢模台车面板分成三大块,侧墙模板两边各一块,顶板一块。其中顶板钢模由8 mm厚、5 398 mm×1 500 mm钢板拼接,侧墙模板由8 mm厚、6 210 mm×1 500 mm异形倒角钢板拼接,上部倒角为500 mm×500 mm,拼接工艺采用焊接,最后将各个焊缝打磨光滑,形成一个平面。考虑到混凝土浇筑模板的变形,外侧采用[10每30 cm横向加固,每根横肋用两根[10对焊。钢模台车结构详见图1、2。

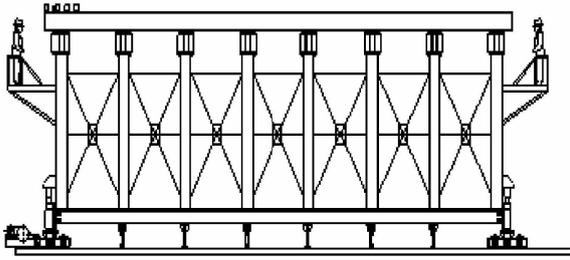


图1 钢模台车纵断面图

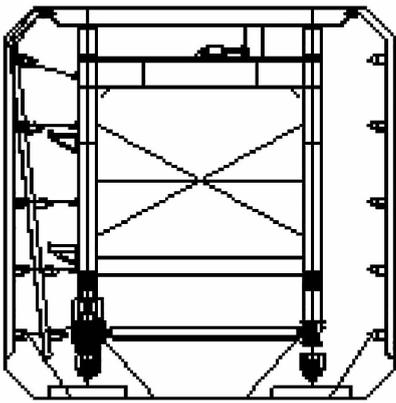


图2 钢模台车横断面图

#### 4 钢模台车的工作原理

钢模台车由三部分组成。第一部分:模板及支撑系统。这部分全部由钢结构及相关配件组成,用来支撑台车所承受的各个方向所应有的荷载,包括模板及钢筋混凝土重量和施工动载等,钢结构受力分析采用3D3S钢结构设计软件反复验算,符合施工要求;第二部分:液压升降、收缩及平

行移动系统。控制台车整体升降及脱模,左右偏移,起到使台车按要求定位平整及脱模的作用,液压系统在每次拆模后都要检查维护,确保其不出故障。根据以往同类产品应用中无故障出现,故不会对工程造成不利影响;第三部分:电机行走系统。控制台车整体前进及后退。第一部分由模板厂家按设计选材并加工,第二部分及第三部分委托相关专业厂家定制。台车经过加工调试运行后运至现场组装及二次调试。

浇筑混凝土前,台车安装调试好后通过电机行走系统行走至立模位置,测量放样后,通过升降液压系统将台车初步调整至设计要求高度,并通过液压平移机构将台车调整至垂直状态,侧向液压千斤顶将侧模初步调整至准确位置并进行定位复测,结合双丝千斤顶装置微调直至调整到准确位置为止,最后通过双丝千斤顶装置将模板和台车主体门架受力结构紧密联系在一起,保证台车整体刚度,防止模板局部变形。台车撑开就位后检查台车各节点连接是否牢固,有无错动移位情况。采用五点定位法检查模板是否翘曲或扭动,位置是否准确,保证衬砌净空,同时也易于克服衬砌环接缝处的错台。

当混凝土强度达到要求需要拆模时,工作人员通过台车爬梯到操作平台作业,首先松开双丝千斤顶装置,去除侧模和门架连接的受力钢拉杆,然后通过侧向液压系统将两边侧墙钢模板向内收缩,再通过升降液压系统将台车顶部模板向下沉降,从而达到拆除模板的作用。模板拆除后,再收起底部螺旋支腿,通过电机行走系统将台车移出,检修,打磨模板,清除锈斑,涂油防锈,为下一循环做准备工作。

#### 5 对关键部位的处理

(1)底板倒角处悬空模板的固定。由于倒角模板在浇筑混凝土过程中承受混凝土对倒角的扬压力和左右两侧的侧压力,模板容易向上、左右两侧移位,因此,在两相邻孔倒角模板之间用对拉片相互拉紧,每孔之间、模板之间用钢管横向顶紧,钢管之间间距60 cm,在倒角模板两端用纵向钢管与横向钢管连接,形成网状支撑结构,同时,在两相邻孔倒角模板上面设计固定架夹紧模板,对模板有一个下压力,起到抵消扬压力的作用。对于与外模相邻的倒角模板,通过对拉片和外钢模

相连,使整个模板形成一个稳定、相互联系的整体结构。通过以上措施,可以将倒角模板固定牢固、稳定。同时,由于底板倒角模板缺少下部支撑并尽可能减少水平模板宽度,增设临时模板宽度为50 cm。

(2)台车侧模底部与外模的固定。在倒角以上的20 cm高度第一次浇筑的混凝土中预留对拉孔,固定底端模板。

(3)台车模板加长20 cm。考虑与老混凝土的搭接,两边各预留10 cm左右。

(4)为了防止模板拼接漏浆,在接缝处与混凝土接触面贴双面胶,能起到很好的止浆效果。

(5)为了脱模和混凝土外观质量的需要,模板出仓前,必须打磨刷油,防止锈蚀。

(6)模板变形计算采用行业专业计算软件,保证变形不超过有关规程、规范对混凝土外观质量要求的规定。

(7)外侧模板由大块组合钢模组成,采用两架龙门吊吊装移动,龙门吊和布料机共用轨道,轨道设置在管身底部两侧预留空位上,场地满足要求。

(8)台车堵头模板的设计安装。堵头模板(挡头板)选用5 cm厚松木板制作,采用角钢U形卡和短方木固定,以适应端模尺寸的不规则性,并在挡头板上钉木板条,以便在混凝土端面预留出安装止水条的凹槽。

## 6 利用钢模台车对本工程施工的意义

(1)质量方面。管身过流断面常年为高速水流区,混凝土表面如果不平整和密实,容易引起空蚀现象,从而破坏混凝土的整体结构和受力结构,给后期运营质量安全带来不利影响。施工中要求混凝土表面平整光滑,混凝土浇筑必须密实、平整,混凝土的浇筑质量尤其重要。为保证混凝土内、外观质量及各种混凝土达到设计的功能要求,关键在于对混凝土原材料的质量控制。采用先进的施工工艺,加强混凝土的质量控制。

选择钢模台车作为倒虹吸管身浇筑时的内模,在现阶段的水利工程施工中属于一种先进的施工工艺,能够很好的消除以往采用组合模板容易形成的错台、搭接不平顺、漏浆、气泡和蜂窝等混凝土浇筑常见的质量通病,能够很好的满足对混凝土的高标准要求。

(2)安全方面。本工程如采用常规的组合钢模板施工方法,组合钢模板安装量大,劳动强度大,施工干扰大,给安全施工带来很多不确定因素。采用钢模台车将有效消除这些不利因素,给安全施工起到一个保障作用。

(3)工期方面。根据本工程主要施工内容的要求和特点,结合现场水文、气象条件,混凝土工程主要集中于主河床内的倒虹吸管身段,加之本工程从总体布置上属于线形工程,桥梁、渠道、管身段等主体施工工作在施工期内相互制约较小,便于分段独立作业。考虑到汛期主河床行洪度汛要求,混凝土工程施工主要集中在2009年下半年~2010年上半年和2010年下半年~2011年上半年两个枯水期内进行。在第一个枯水期内(2009年9月30日~2010年6月30日)务必完成左岸倒虹吸管身段全部施工内容(29~69管节)及出口闸室一期混凝土施工;在第二个枯水期内(2010年9月30日~2011年6月30日)务必完成右岸倒虹吸管身段全部施工内容(1~28管节)及进口闸室一期混凝土施工。主要安排在管身段施工不受影响且资源条件允许的情况下尽量提前施工,但上述施工内容必须于2011年6月30日前全部完成。

在以上前提条件下,工期紧、任务重、压力大,采用钢模台车相比传统的组合钢模板施工,前者具有装模快,拆模快,一次成型等优点,极大的缩短了浇筑一节管身所需要的循环时间,对保证整体工期具有重要的意义。

### 参考文献:

- [1] 孟秀英. 水工模板工程施工[M]. 北京:中国水利水电出版社,2011.
- [2] 陈显寰. 组合钢模板手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1992.
- [3] 水利电力部第八工程局、水利电力部第五工程局. 水工混凝土模板革新[M]. 北京:水利电力出版社,1978
- [4] 上官子昌. 实用钢结构工程设计与计算[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [5] 吴来峰,岳强. 水工混凝土工程施工[M]. 北京:水利电力出版社,1991.

### 作者简介:

邓生荣(1978-),男,青海西宁人,股长,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工;

袁国栋(1980-),男,陕西长安人,项目副经理,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工。(责任编辑:李燕辉)