

# 水利工程输水洞衬砌施工要点分析

方旭旭

安徽水利开发有限公司 安徽 蚌埠 233000

**摘要:** 文章以安徽省港口湾水库灌区工程二十标(顺墩分干支渠)项目为例,介绍了安徽省皖南地区风化泥质粉砂岩岩层中V类围岩下输水隧洞衬砌施工方法、施工工艺以及施工要点分析。通过施工要点分析及过程控制,项目输水隧洞工程得以顺利实施,为该工程顺利通水,发挥农田灌溉,改善乡镇供水条件奠定了基础。

**关键词:** 水利工程; 输水洞衬砌; 施工要点

输水洞衬砌是指在水工工程中利用各种耐磨、防腐或保护性能较强的材料,对输水通道内部进行覆盖或加装的一种内衬结构。其主要作用是保护输水通道,防止输水系统在运行过程中受到水流冲击、侵蚀或化学腐蚀的影响,从而延长输水设施的使用寿命和保障输水安全。输水洞衬砌的种类多样,通常包括混凝土内衬、金属内衬、塑料内衬等不同类型。这些内衬材料在具有一定的耐水蚀、耐磨损和化学稳定性的基础上,还需要具备良好的粘结性和耐久性,以确保其在水流冲刷和媒介腐蚀等极端环境下的稳定性和有效性<sup>[1]</sup>。

## 1 工程概况

安徽省港口湾水库灌区工程是国务院确定的172项节水供水重大水利工程之一,是长江流域综合规划确定的新建大型灌区,国土面积1012km<sup>2</sup>,设计灌溉面积52.3万亩,批复总投资31.31亿。

港口湾水库灌区工程二十标(顺墩分干支渠)项目位于安徽省宣城市郎溪县,建设内容为顺墩分干渠、顺墩一支渠、顺墩二支渠、顺墩三支渠、顺墩四支渠。其中,顺墩四支渠包含隧洞2座。

1#隧洞桩号长度为1161m,隧洞底坡1/1000;2#隧洞长度为713m,隧洞底坡1/500,隧洞均属于V类围岩,均采用标准马蹄型断面(如图1),隧洞设计流量0.6m<sup>3</sup>/s,顶拱内缘半径均为1.1m,侧墙及底板内缘半径均为3.3m,洞身净高与净宽相同,均为2.2m。隧洞采用C30钢筋混凝土全断面衬砌,衬砌厚度均为0.5m;

## 2 输水洞衬砌施工方法及施工工艺

### 1) 施工方法

针对本项目隧道地质复杂、断面面积小、施工作业面小、质量要求、施工难度大等特点,考虑到1#隧洞、2#隧洞洞身结构及隧道断面相同。经方案比选,采用全液压自行式砼衬砌钢模板台车整体浇筑混凝土的施工技术,此方法一是能解决隧洞断面小、作业空间受限、人

工作业难度大的问题;二是周转速度快,易形成流水施工,施工进度有保证;三是模板台车有足够的强度、刚度、稳定性,保证了衬砌混凝土线性及表面观感质量。

隧洞衬砌混凝土施工先浇筑底板,再浇筑侧墙和顶板混凝土,且底板一直超前于侧墙顶板混凝土,这样钢模板台车可沿底板前行,按每次浇筑一块底板和一仓侧墙顶拱计。

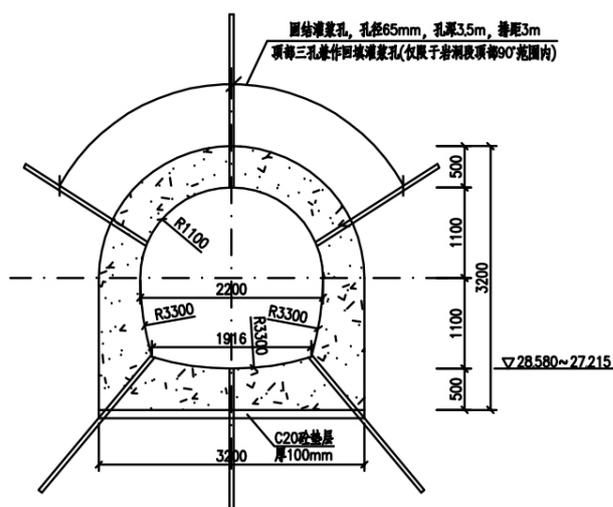


图1 隧道洞身横剖面图

### 2) 施工工艺

采用钢模板台车进行混凝土衬砌施工工艺流程见图2。

## 3 输水洞衬砌施工要点分析

### 3.1 衬砌施工准备

水利工程输水洞衬砌的施工是保障输水系统运行稳定的关键环节。在进行输水洞衬砌施工之前,需要进行充分的前期准备工作,以确保施工质量和进度。

1) 模板台车设计,根据隧洞设计参数及地质报告进行隧洞钢模板台车设计,本项目台车为全液压自行式砼衬砌钢模板台车,即液压系统控制立模、脱模,电机减速机驱动行走,台车采用筒支梁结构,由两端支腿、承重

主梁、模板三大部分组成。台车模板长度为9.1米，由6圈1.5米模板和1圈0.1米搭接环组成，台车面板厚度8mm。具体结构形式见图3。

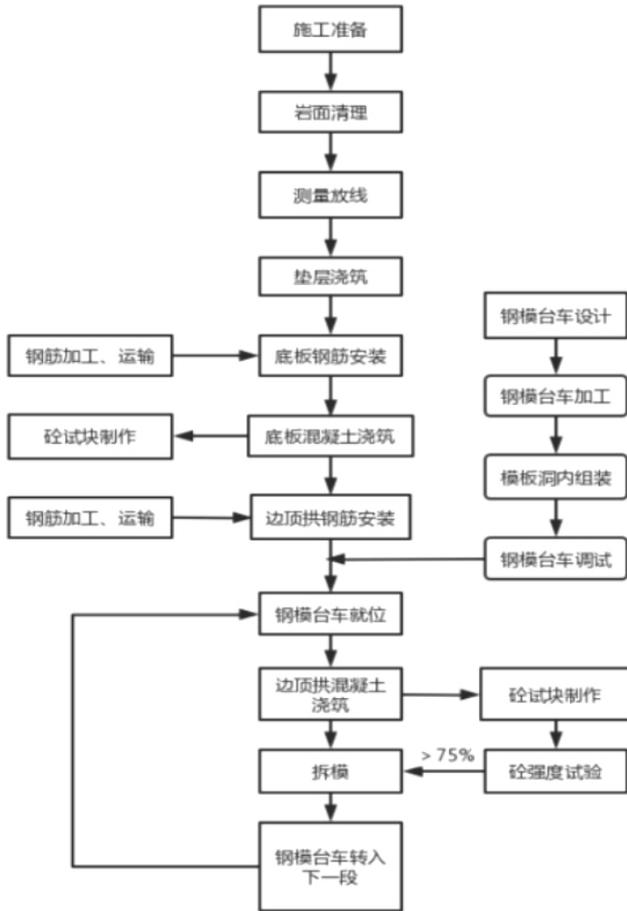


图2 工艺流程图

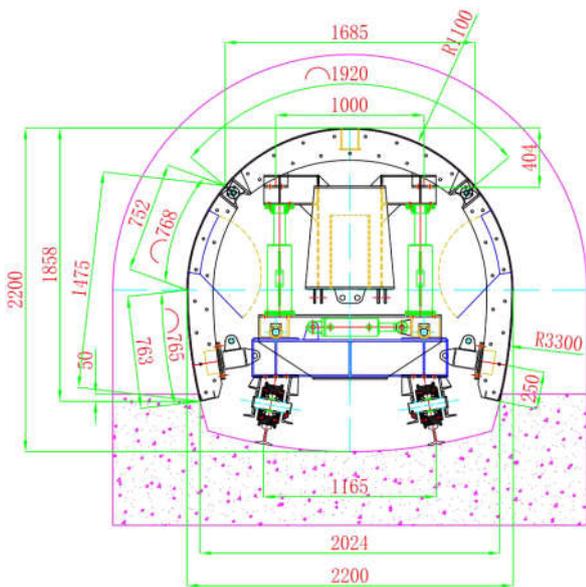


图3 模版台车主视图

2) 检查洞底两侧排水沟、集水井内，抽排洞内渗水及施工废水抽排情况。衬砌前对隧洞内渗水比较严重的部位，采用排水盲管结合土工膜，在初期支护与二衬之间设置排水盲沟、土工膜，将水引至两侧。

3) 保持通风，采用机械通过风管将新鲜风从洞口吹入工作面，送风管道随着台车的移动，缩短通风管道，保持工作面通风，成型洞体的后方加强气体监测，并配备单体便携式供氧设备应急。

5) 组织工程技术人员熟悉施工图纸、施工规范。对已完成的隧洞进行断面检查，并对不符合要求的断面作修缮处理，以确保断面尺寸符合设计图纸，并能满足二期混凝土的施工断面要求。

### 3.2 衬砌施工要点及控制

在施工现场，要严格按照设计方案进行施工，确保洞衬砌与输水通道的结合紧密、稳固。施工过程中需要注意洞衬砌的质量控制，在洞衬砌的制作和安装过程中，应保证工艺标准、尺寸准确，避免出现裂缝、空鼓、错位等质量问题。特别是在洞衬砌施工过程中，要确保施工人员具备专业技能和丰富经验，合理使用施工设备和工具，严格遵守施工规范和安全操作规程，确保施工质量符合要求<sup>[2]</sup>。

#### 3.2.1 止水安装控制

按照施工图纸要求的规格、型式和尺寸位置进行安装，止水按上下两部分分别安装，上下两部分接头处采用洞内铜焊连接。铜片止水产品应具有合格证和出厂检验报告证明材料，并进行检测复试合格后方可使用。由人工进行安装。铜片止水片应平整、干净、无砂眼和钉孔，铜片止水片的衔接按搭接的方式，其搭接长度不得小于20mm，且搭接部位必须采用双面焊；止水用木模加以固定和保护。在混凝土浇筑过程中认真做好保护工作。

#### 3.2.2 模板台车抗浮控制

上浮的根本原因为：在浇注隧洞衬砌混凝土时，模板台车钢模板受到向上浮力大于台车自重。

施工过程中一是要严格控制衬砌混凝土的配合比，泵送时尽量减小混凝土的水灰比，在施工过程中严格控制配合比，避免随意更动配比造成损失；二是严格控制混凝土浇注速度、顺序，衬砌混凝土浇注速度的快慢是台车上浮的关键，两侧交替浇注混凝土，控制好两侧混凝土浇注高度差，放缓浇注速度；三是加强钢模板台车自身的抗浮能力，在台车顶部钢模和围岩界面之间加设千斤顶，做好模板台车的上浮约束。

### 4 水利工程输水洞衬砌施工质量控制

在水利工程输水洞衬砌施工过程中，质量控制是确

保工程质量稳定可靠的重要环节。质量监测方法的应用对于提高输水洞衬砌的施工质量具有重要意义。

可以通过抽查取样和实地检查来监测洞衬砌的材料质量,在材料供应、加工、运输等环节,应抽取部分样品送往实验室进行质量检测,确保所用洞衬砌材料符合设计要求;监测洞衬砌的尺寸和几何形状,在洞衬砌安装的过程中,应对洞衬砌的尺寸进行测量和检查,确保洞衬砌与输水通道的结合紧密,尺寸准确;可以借助激光扫描仪、测量仪器等现代技术手段对洞衬砌的尺寸进行实时监测和记录;对洞衬砌的施工工艺和过程进行监测,洞衬砌施工的工艺流程应依据设计要求进行,应严格遵守施工规范和标准,对施工过程中的焊接、固定、压实等环节进行质量监测和记录,确保洞衬砌施工的工艺控制;利用无损检测技术对洞衬砌的质量进行监测,例如,超声波检测、射线检测、磁粉探伤等技术可以对洞衬砌的内部缺陷和质量问题进行检测和评估,提高质量监测的全面性和准确性。

要对洞衬砌施工的整体质量进行验收和评估,在洞衬砌施工完成后,应组织专业人员进行质量验收,对洞衬砌的外观质量、尺寸准确性、平整度等进行检查,确保洞衬砌的质量符合设计要求<sup>[3]</sup>。

## 5 输水洞衬砌施工技术创新与应用

### 5.1 现代技术在输水洞衬砌施工中的应用

在水利工程中,输水洞衬砌的施工技术一直在不断创新和应用,以提高工程质量、效率和安全性。现代技术在输水洞衬砌施工中的应用为工程施工带来了革命性的改变和提升。现代技术在输水洞衬砌施工中的应用包括激光测量技术,通过激光扫描仪对洞衬砌的尺寸、几何形状进行实时测量和监测,保证洞衬砌的准确性和精度。其次,无损检测技术的应用,如超声波检测、射线检测等,可以对洞衬砌的内部质量进行高效检测,确保洞衬砌的质量无隐患。

### 5.2 智能化设备在输水洞衬砌施工中的应用

智能化设备在输水洞衬砌施工中的应用正日益受到重视,为提高工程施工效率、质量和安全性带来了显著的改善。在输水洞衬砌施工中,智能化设备的应用主要体现在几个方面:(1)智能控制系统的应用。通过智能控制系统,可以实时监测施工参数,如涂抹速度、温度等,并进行自动调整,保证洞衬砌施工的稳定性 and 一致性。此外,智能控制系统还可以对洞衬砌的施工过程进行实时监控和数据记录,便于后期质量追溯和管理<sup>[4]</sup>。

(2)智能化机器人的应用。智能化机器人在输水洞衬砌施工中可以实现高精度、高效率的施工,尤其适用于细致复杂的洞衬砌形状和细节。智能化机器人可以根据预设的设计路径和参数,自主完成洞衬砌施工任务,减少人为因素的干扰,提高施工的精准度和一致性。

### 结束语

通过对安徽省港口湾水库灌区工程二十标(顺墩分干支渠)项目输水洞衬砌施工要点的分析及过程控制,为公司在输水隧洞衬砌施工积累了宝贵经验,对今后公司类似项目具有指导和借鉴作用。本项目输水隧洞衬砌工作的顺利完工为工程完工通水奠定了基础,促进了宣城市郎溪县区域实现农田灌溉、改善乡郎溪所属乡镇供水条件,更是为国家节水供水重大水利工程做出了贡献。希望在未来的水利工程建设中,能够更加注重细节、技术创新及智能化设备的应用,承担更多的社会责任,为人们的生活和生产提供更好的水资源保障和服务。

### 参考文献

- [1]浅谈南水北调渠道混凝土衬砌的施工质量控制[J].张丹,王前进.民营科技.2016(02).
- [2]小型隧洞除险加固混凝土衬砌施工方案[J].李怀鹏.农业科技与信息.2017(12).
- [3]水利工程中衬砌技术的应用价值分析[J].杜晟昊,方凤梅.科技视界.2017(33)
- [4]张静.水利工程输水隧洞施工开挖砼衬砌技术[J].工程技术:引文版,2016(10):00191-00191.