

DOI: 10.11779/CJGE2022S2049

渠道混凝土衬砌机械化置缝施工技术及应用

朱国建

(新疆额尔齐斯河投资开发(集团)有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 为进一步提高渠道混凝土衬砌机械化施工作业效率, 提出采用多功能渠道衬砌混凝土置缝机进行作业, 实现了在混凝土结构缝内的不同部位可以置入性能、形状各异的置缝材料。经实践应用, 该设备拥有施工工期短、劳动力成本低, 施工质量突出等优势, 具有大范围推广应用的價值。

关键词: 输水渠道; 混凝土; 机械衬砌; 置缝探

中图分类号: TU445

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 4548(2022)S2 - 0226 - 03

作者简介: 朱国建(1979—), 男, 高级工程师, 主要从事长距离调水工程建设与管理工。E-mail: 31546808@qq.com。

Construction technology and application of mechanized joint placement for concrete linings of canal

ZHU Guo-jian

(Xinjiang Irtysh River Investment and Development (Group) Co., Ltd., Urumqi 830000, China)

Abstract: In order to further improve the mechanized construction efficiency of concrete linings of canals, a multifunctional channel lining concrete joint placing machine is proposed for operation, which can place joint placing materials with different properties and shapes in different parts of joints of concrete structure. Through practices and applications, the equipment has the advantages of short construction period, low labor cost, outstanding construction quality, etc., and has the value of extensive promotion and application.

Key words: water transmission canal; concrete; mechanical lining; joint exploration

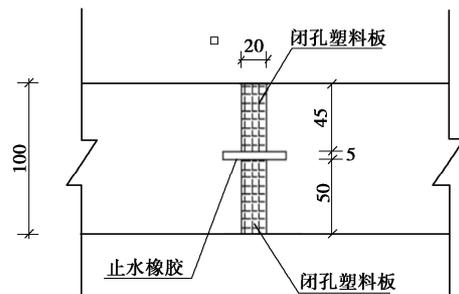
0 引言

中国大型渠道护面工程建设, 长期以来都是劳动力为主的产业, 但在近来逐步走向了机械化施工的道路^[1]。特别是以渠道弧底滑膜衬砌摊铺技术、弧底多功能混凝土表面成型技术为主体的机械化施工工艺, 在新疆北疆近 1000 km 的大型引调水工程取得了成功应用, 节约了劳动力、缩短了施工工期, 工程质量也得到了保证。该成套技术的应用为类似工程的建设提供了借鉴。

护面混凝土置缝是渠道衬砌机械化施工的重要环节。先前大多数混凝土分缝普遍采用切缝施工方法, 这一过程存在操作复杂、效率低、和混凝土养护交叉施工, 成本高问题^[2]。同时, 寒冷地区的复杂恶劣环境对相应施工工艺和工期提出了更高的要求。本文通过具体案例介绍以多功能渠道衬砌混凝土置缝机及其工艺为核心的渠道混凝土机械化衬砌置缝施工技术应用。

年的渠道进行升级改造工, 渠底基础换填砂砾料、修筑纵横向排水系统, 渠底浇筑 10 cmC30 混凝土, 渠底断面宽度 9.7 m。

本工程混凝土分缝分为结构缝和诱导缝两类, 渠底纵向轴线位置设置一道结构缝, 左右边坡各一道纵向诱导缝; 横向断面方向分缝间距 3.2 m, 结构缝和诱导缝交错布置。结构缝宽 20 mm, 填充两块厚度 20 mm, 高度 45 mm 闭孔板, 闭孔板中间加 5 mm 厚度橡胶止水; 诱导缝为厚度 5, 70 mm 高度闭孔板。结构缝、诱导缝形式见图 1。



(a) 结构缝大样图

1 工程简介

本工程应用位于新疆北疆阿勒泰地区, 对运行多

收稿日期: 2022 - 12 - 01

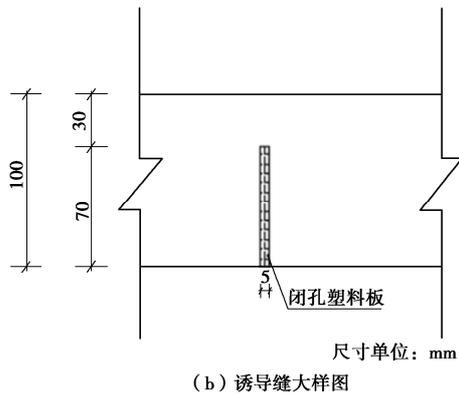


图 1 结构缝、诱导缝形式

Fig. 1 Forms of structural seam and induced seam

2 机械化衬砌置缝施工方案

2.1 置缝设备简介

为进一步提高高寒区渠道现场混凝土衬砌施工效率,同时降低混凝土裂缝的产生,笔者所在团队研发了一套多功能渠道衬砌混凝土置缝机,如图 2 所示。该设备应用包括用于在堤坝坡面移动的桁架,在桁架一侧设置有上下排布的上、下轨道,在上、下轨道间滑动连接有用以开设纵向分隔缝的移动制缝机和与其对应的随动储带盘,在所述桁架另一侧设置有用以开设横向诱导缝的固定制缝机,以及与固定制缝机对应的固定储带盘。



图 2 渠道混凝土置缝机

Fig. 2 Concrete sewing machine for canals

较现有渠道衬砌混凝土置缝施工方式,该置缝机具有以下 3 个优势:①研发的多功能渠道衬砌混凝土置缝机,实现了立体结构缝的置缝;②在混凝土塑性阶段置缝,避免切割对衬砌底部防渗膜的破坏,确保了置缝直达混凝土底部的防渗土工膜,同时因一次性完成浇筑和置缝在进入封闭养护期后无穿插工序,使得混凝土贯通裂缝、干缩裂缝的控制得到彻底的改变;③可置入组合式置缝材料,即在混凝土结构缝内的不同部位可以同时置入性能各异、形状各异的置缝材料。

2.2 置缝施工方法

渠道混凝土衬砌摊铺完毕后进入置缝阶段。摊铺

好的混凝土纵向诱导缝由衬砌机后面悬挂的一台纵向诱导缝制缝装置完成,随着衬砌机的前行,纵向分缝材料同步置入混凝土中。待纵向诱导缝置入完成后,人工辅助将分缝材料从置缝机的振动十字刀仓穿出并固定于起始端。启动下降推杆,在刀头接触混凝土时开启振动电机,将制缝刀头缓慢振入混凝土底部。随后开启制缝机卷扬装置,牵引制缝刀行,随着制缝刀在混凝土内的滑动,置缝材料从刀仓内伸出,置入混凝土中,振动平板将制缝材料两侧的混凝土进行振捣、复位、密实;此外,伸缩缝完成后将制缝装置提起,降下诱导缝制缝装置,将诱导缝制缝材料置入混凝土中,完成横向置缝。需要注意的是,在渠道弧底滑膜衬砌摊铺实际施工过程中诱导缝与横向置缝交替进行施工。

2.3 混凝土表面成型施工方法

置缝完毕后需对表面成型,施工方法如下:

(1) 开动表面成型机至工作初始位置,调整设定成型台车的行走变频器为成型频率。

(2) 调整成型滚体处于工作预备状态,按照成型转速设定成型滚体的变频器为成型频率,成型滚体旋转、开启振动电机,开启升降装置,整机缓慢下降至合理工作状态,开动成型台车移动控制系统,成型台车沿衬砌坡面由上向下运动,进行衬砌混凝土表面提浆整形后,控制成型台车停止处于最下端,滚体停止转动。

(3) 成型抹刀下压混凝土表面,操作成型台车移动控制系统,成型台车向上移动,成型抹刀总成将衬砌混凝土表面挤压、压光成型,成型台车行至成型上端时限位开关动作,停止工作即完成单幅(宽 1.6 m)混凝土表面提浆成型。

2.4 施工效率

经检验,混凝土置缝机行走速度幅值为 $V=0.1\sim 6.0$ m/min(无级调速),适应坡比 1:2,置缝缝分格最大工效 500 m²/h;多功能渠道混凝土表面成型机行走速度 6.4 m/min,有效工作宽度 1600 mm,整形收面最大工效 500 m²/h。

本工程断面宽度 9.7 m,衬砌方式为半幅浇筑,伸缩缝间距 3.2 m,纵向一道诱导缝,平均每班 8 h 可完成渠道衬砌 300 m,完成伸缩缝置缝 756 m。

3 置缝施工质量措施

(1) 置缝机操作时,注意置缝刀板位置,由于衬砌机为适应渠道变形,摊铺混凝土表面弧度存在移位或旋转,已摊铺混凝土弧度和置缝机机架弧度存在部分偏差,需要人工调整置缝机高度,控制置缝深度,防止置缝过浅,置缝材料外露,置缝过深,置缝刀片

伤及防渗膜；

(2) 混凝土表面成型机工作时，注意滚筒和混凝土表面结合紧密，防止漏面，二次返工或增加人工辅助收面工作量，或滚筒挤压造成混凝土面不平整，混凝土厚度不足；

(3) 由于渠道变形，摊铺混凝土与置缝机、混凝土表面成型机行程存在偏差，需要注意临近边线时，及时停止置缝和表面成型操作，防止损坏设备。

4 经济效益分析

混凝土伸缩缝的施工，传统的方法是通过切割机进行结构缝、诱导缝的切割，费时、费力。通过嵌入式置缝机置缝，减少了切割这一工序，节省了工时和费用，同时结构缝置缝时置入橡胶止水后，取消了结构缝表面密封胶填缝，本工程横向结构缝共计 234000 m，橡胶止水 6.5 元/m，密封胶填缝：36.0 元/m，可约工程投资 690 万元。

传统混凝土切缝施工工艺，设备购置费 3 万元，切缝人工成本 3.5 元/m，分缝清理、嵌缝人工成本 2.0 元/m，合计 5.5 元/m；而使用混凝土置缝工艺，设备购置费 50 万元，置缝人工成本为 1 元/m。本工程分缝施工量 415000 m，预计可节省费用 167.8 万元。费用分析详见表 1。

表 1 混凝土分缝施工费用比较

Table 1 Comparison of construction costs of concrete subjoints

(万元)

成本组成	传统切缝工艺	置缝施工	备注
设备购置	3.0	50	
材料消耗	10.0	2.0	
人工费	228.25	41.5	41.5 万 m
设备折旧摊销	0	-20	
合计：	241.25	73.5	

5 结 语

渠道混凝土机械化衬砌置缝施工，使分缝材料和混凝土能够很好胶结，提高混凝土结构缝防渗能力；置缝过程中同步置入橡胶止水，取代原结构缝表面密封胶填缝；实现了混凝土摊铺和分格一次性完成，消除了混凝土裂缝产生的内在因素；避免切缝施工和混凝土养护交叉影响，节约施工工期。

参考文献：

- [1] 罗伟林, 周慧芳, 张惠兰, 等渠道护面机械化施工混凝土衬砌防裂技术研究与应用[J]. 水利水电技术, 2014, 45(8): 101 - 103. (LUO Wei-lin, ZHOU Hui-fang, ZHANG Hui-lan, et al. Research and application of anti-cracking technology of concrete lining for channel protection construction[J]. Water conservancy and hydropower technology, 2014, 45(8): 101 - 103. (in Chinese))
- [2] 李耀东. 防渗渠道混凝土机械化衬砌伸缩缝和诱导缝施工工艺质量控制[J]. 内蒙古水利, 2012. (LI Yao-dong. Quality control of mechanized lining expansion joint and induction joint of concrete of anti-seepage channel[J]. Inner Mongolia Water Conservancy, 2012. (in Chinese))

(编校：孙振远)