

滑模式渠道衬砌机及其施工技术探析

薛成攀¹ 付振国² 公磊³

青岛瑞源工程集团有限公司 山东青岛 266555

摘要: 本文主要分析了滑模式渠道混凝土衬砌机的结构原理及施工技术要点, 主要是为了对某些工程中渠道混凝土管理进行规范与指导, 该工作中对机械化渠道衬砌的结构组织, 原理, 施工技术要点, 质量检测方法做了详细的分析转述。

关键词: 滑模式衬砌机; 结构; 原理; 施工技术

一、概述

渠道机械化衬砌设备, 从引黄济青工程引进美国GOMACO公司的滚筒式C-450型成套设备, 到南水北调中线初期引进意大利MASENSA公司的滑模成型衬砌机, 再到南水北调中线后期和南水北调东线施工时, 国产SD系列及SZ系列滑模衬砌机逐渐发展起来, 并占据主导地位。各种衬砌设备各有其特点, 美式衬砌机结构简单, 重量轻, 运输安装方便, 适合薄层混凝土的衬砌; 意式衬砌机, 结构复杂, 重量大, 履带式行走、传感控制精度要求高, 适合较大厚度的混凝土衬砌; 国产衬砌机结合二者优点, 即采用美式衬砌机的行走与布料方式, 意式衬砌机的滑模衬砌方式, 同时增设振捣系统, 不仅施工质量高, 而且衬砌厚度达到了35cm。下面以SZ系列滑模衬砌机为例, 阐述其结构原理及施工技术要点。

二、滑模式衬砌机结构组成

2.1 机架与模板系统

机架是由型钢焊接而成的矩形框架。中间节根据渠道坡长确定; 渠肩节和渠底节根据渠肩和渠底混凝土设计长度确定, 其中与中间节连接的一端按坡比(1: 1, 1: 1.5, 1: 1.75, 1: 2, 1: 2.5, 1: 2.75, 1: 3)留不同斜度, 通过螺栓或焊接与中间节连为一体, 形成整个架体。机架底部为模板(板厚8mm), 通过调整螺栓悬固, 机架其他各面也用钢板封闭。机架前侧连接料仓, 料仓沿长度方向每隔0.5米焊接一块隔板。机架后侧连接方管支撑, 铺设木板形成人行通道; 后侧立面封闭板上留门, 用于进入机架内调整模板及安装高频电机等。机架上部焊接支架安装布料机。机架端部为升降系统的液压站^[1]。

2.2 行走与升降系统

行走系统, 包括电动机, 传动件及护罩, 行走小车。升降系统由电动泵, 控制阀, 液压油箱、油管, 液压缸组成。液压缸体固定在机架上, 活塞杆下端与行走小车销接, 通过活塞杆伸缩升降机架, 行走小车行走整机进退。该系统共四套, 分别固定在机架上下两端的前后两侧。

2.3 供料与布料系统

该系统由渠顶供料皮带机, 机架上的布料皮带机、刮板式分料器及集料斗组成。其中渠顶供料皮带机可根据混凝土与布料情况成对布置, 多数机型只布置一台, 前端固定于机架后侧, 对准布料机集料斗供料, 后端由行走轮及其支架支撑在道轨上, 与主机形成一体、随主机行走。

2.4 振捣系统

该系统主要由高频电机(200Hz), 高频振动棒和控制柜组成。其中振动棒(制作为L型)沿坡长每0.5m布置一只, 坡肩和坡底平段各布置一只。高频电动机安装在机架底部杆件上, 每台高频电机带动3~5只振动棒, 振动棒安装在机架前侧料仓底部。

2.5 操作室与电气控制系统

操作室固定于机架中部, 便于观察布料与料仓情况以及已完成衬砌面的衬砌效果, 由人行道通过爬梯上下。操作室内主要有操作控制台和配电柜, 整机功率200kw左右。除升降系统的控制手柄置于机架两端液压站内, 其他控制都集中于此, 包括行走, 供料、布料, 振捣, 警铃和紧急制动等。清洗系统, 该系统置于机架上端, 包括水箱, 水泵, 水管及高压水枪等, 主要清洗料仓、机器和湿润皮带^[2]。

三、滑模式衬砌机工作原理

工作时, 先开启供料布料皮带机, 混凝土运输罐车

通讯作者简介: 薛成攀, 1976年6月, 山东省青岛市, 汉, 男, 本科, 高级工程师, 吉林大学, 青岛瑞源工程集团有限公司, 研究方向: 水利工程施工管理。

(一般 6m^3)放料,混凝土通过供料皮带机集料斗、供料皮带机、布料皮带机集料斗、布料皮带机,经刮板分料器,均匀分布到料仓中。当料仓中混凝土达到一定量时,开启高频振动棒振捣;然后鸣警铃衬砌机缓慢前行,压实、抹平提浆,完成混凝土衬砌。连续供料布料,连续振捣,便连续衬砌,理想功效达 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。

四、滑模式衬砌机施工技术要点

4.1 已完成工作面检查

无论上道工序是采用砂砾料层——聚苯乙烯泡沫板——复合土工膜,还是采用砂砾石垫层(中粗砂、碎石垫层)——乳化沥青喷涂,都必须按设计图纸要求验收合格。

4.2 滑模式衬砌机安装调试与试运转

4.2.1 安装:考虑该衬砌机体积大,结构复杂,现场组装困难,主机在厂内组装调试完毕后,整体运到施工现场。现场安装,采用 100t 吊车将主机吊装就位即可。吊装时由专职安全员指挥,技术人员现场指导。主机就位后,安装布料皮带输送机及操控室与电气控制系统,安装供料皮带机,铺设人行道板,整台衬砌机就安装完毕。

现场调试:调整上下行走系统,使前后行走小车沿轨道在同一直线上;调整车轮组的变频电机,使其处于同步位置,上下车轮组行走同步;调整升降装置,使其液压支腿升降自如;起动供料皮带机与布料皮带机,皮带机应运转灵活,皮带中心与机架中心应重合;起动分料器卷扬电机,调整分料器与布料皮带的相对运动,分料器运行速度根据下料情况调整;调整振捣棒高度,使其处于同一平面内,且不低于模板平面。

4.2.2 试运转:各系统均进行空载试运转,并且快慢速交替进行,观察运行情况

4.3 模板安装

渠道衬砌模板一般根据渠道断面形状,采用对应型号的槽钢制作,螺栓连接。只是在垂直渠坡方向,坡肩与坡脚处需根据设计圆弧制作。模板要有足够的刚度和强度,并牢固固定。模板接缝间隙不得大于 2mm ,模板表面平整度和相邻两模板高差均不得大于 $2\text{mm}/2\text{m}$,模板直线度不得大于 3mm ,模板位置(与通缝)偏差不得大于 5mm 。

垂直渠坡方向模板安装位置应处在通缝位置上,开始浇筑端先立模,结束浇筑端在最后一车料时立模,这样能保证最大的施工能力又节约混凝土料。

再次浇筑时,拆除模板,采用闭孔泡沫板条填充施

工缝进行浇筑,依此类推。

4.4 混凝土衬砌

4.4.1 衬砌厚度控制

衬砌厚度由滑模模板高度控制,即通过衬砌机升降系统油缸调整模板高度,进而控制混凝土板厚度。浇筑过程中经常检查,常调整,保证衬砌厚度在允许偏差范围内。

4.4.2 布料、衬砌

衬砌机行走至作业面,混凝土罐车就位后,启动皮带机,同时洒水湿润皮带;然后下料,布料宜从下往上均匀布撒,且布满料仓的 $2/3$ 时,振捣棒工作,振捣密实、提浆;衬砌机缓慢前行($1\text{m}/\text{min}$),滑模进一步将混凝土料压实、提浆,形成均匀密实的混凝土层。连续布料,连续衬砌。当料仓中振捣棒即将路出混凝土面,不能及时布料时,停止振捣,衬砌机停机待料。

4.5 操作要点与注意事项

衬砌机操作人员必须熟悉衬砌机工作原理和操作规程,严格按操作规程操作和保养维护衬砌机,并严格执行交接班制度。设备运行过程中,发现电压过高或过低,应立即停机,并通知专业人员解决,防止因电压过高或过低,影响设备正常工作或烧坏电气设备。经常检查混凝土坍落度,严禁不合格料入仓。严禁现场加水搅拌;严禁衬砌面上洒水压面。

施工过程中衬砌机机架应始终垂直于渠坡;衬砌机宜匀速连续工作;衬砌机料仓内料位应始终高于振捣棒 10cm 以上。经常检查振捣棒的工作情况,如发现衬砌后的板面上出现露石、蜂窝、麻面或横向拉裂等现象,必须停机检查、修理或更换振捣棒,并对已浇筑混凝土进行处理;严格控制振捣时间,防止欠振或过振。严禁振捣棒空振,振捣棒在空气中振捣时间不得超过 30 秒。衬砌机停机处理,正常停机,每班衬砌任务结束正常停机时,提升机架,将衬砌机驶离工作面至少 10m ,以保证后续工作抹面压光。然后清洗维护衬砌机:必须将皮带、滚子、机架、料斗布料小车等处的漏浆冲洗干净,并检查压紧分料器刮板,必要时更换刮板;必须将料仓、振捣棒清洗干净,并检查振捣棒完好情况,同时检查紧固振捣棒固定螺栓^[3]。

4.6 故障停机

故障停机时及时通知砼料生产供应部门停止供料。若 2 小时内排除故障,可恢复供料继续衬砌,否则起升机架,驶离工作面,按正常停机清理衬砌机;故障出现后所布混凝土料按施工缝处理或按废料处理。若因衬砌

机行走系统故障停机,且不能保证2小时之内排除故障时,应将衬砌机升起,将料仓内剩料清理干净,并按正常停机要求清理衬砌机。同时在衬砌机后适当位置留施工通缝。

衬砌设备因故障停机超过1周,应彻底清理衬砌设备并将电气设备密封保管,同时每周将电气设备空转10分钟以上,以防电气元件受潮失灵或损坏。特殊气候施工,风天施工,大风干燥天气施工,或施工过程中起大风,应采取调整外加剂用量并加大水灰比,适当提高砼坍落度等措施。雨天施工:若施工过程中遇雨,应立即停止布料,对料仓和未初凝的混凝土衬砌面进行防雨遮盖,避免雨冲。雨后,清除仓内积水,对雨水冲刷的衬砌面作施工缝或废料处理。若降雨连续不停,超过混凝土初凝时间,应将衬砌机驶离工作面,按正常停机清理衬砌机。高温施工,当衬砌现场气温大于30℃时,应选择早晚气温较低时施工,并采取加缓凝剂、保塑剂和控制水温等技术措施。当现场气温超过35℃时,停止施工。低温施工,当日平均气温连续5天稳定在5℃以下或最低气温在0℃以下时,应采取添加防冻剂、控制水温等措施,保证混凝土料入仓温度不低于5℃。当日平均气温低于0℃时,停止施工。

五、质量检查

混凝土板衬砌厚度允许偏差为设计值的 $\pm 5\%$ 。施工过程中经常按设计要求取点检查,确保衬砌厚度控制在合格范围内。

混凝土板表面无过振、漏振,不出现露石、蜂窝、麻面,无抹痕等。

混凝土板衬砌表面平整度允许偏差为5mm/2m,即用2m直尺靠在需要检查的衬砌表面,用塞尺(0~15mm)塞入二者缝隙,塞尺指示的数值就是偏差值,偏差值不得大于5mm。

六、结束语

滑模衬砌机整体刚性良好,混凝土衬砌板厚度均匀,表面平整度高;振捣密实、强度高;生产效率高,节省劳动力;调查资料还表明,和人工衬砌相比后期运行、维护费用大幅降低,非常适用大型输水调水渠道的混凝土衬砌。

参考文献:

- [1]渠道混凝土衬砌机械化施工技术规程[S].
- [2]付振国.浅述渠道机械化衬砌施工技术[J].山东水利.
- [3]公磊.浅述渠道机械化衬砌施工技术[J].