

# 新疆尼勒克水电站渠道衬砌机施工技术与质量控制

谢明非, 赵久海

(中国人民武装警察部队水电第九支队, 四川 成都 611130)

**摘要:** 尼勒克水电站渠道衬砌合计里程 14 559.669 m, 1:2 渠段采用衬砌机衬砌施工。渠道面板混凝土所采用的衬砌机衬砌施工技术是一种成熟、实用的施工技术。介绍了引水渠道面板混凝土衬砌机衬砌的施工工艺和质量管控重点, 对同类渠道面板混凝土施工具有借鉴意义。

**关键词:** 尼勒克水电站; 轨道架设; 水稳层找平; 衬砌机; 渠道混凝土; 施工技术; 质量控制

**中图分类号:** TV7; TV52; TV53; TV523

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2016)增 1-0016-04

## 1 工程概述

尼勒克水电站渠道衬砌起止桩号分别为: 15+000.000~21+475.767 段和 22+927.269~31+011.171 段, 合计里程 14 559.669 m。

渠道结构型式主要包括以下三种:

- (1) 1:2 渠段。
- (2) 1:0.5 渠段。
- (3) 渐变段。

## 2 渠道衬砌机施工工艺

渠道衬砌机施工工艺见图 1。

### 2.1 施工准备

在施工准备阶段, 主要进行施工用电线路及水管线的铺设、渠道边坡修整、辅助材料运输等。

### 2.2 轨道铺设

在衬砌机作业前需要铺设轨道。为保证衬砌机正常运行, 轨道铺设工序尤为重要, 主要体现在轨道基础的平整度是否满足要求以及轨道自身固定是否牢靠。

渠道衬砌机采用双轨运行模式, 轨道规格与衬砌机型式相匹配, 轨道平行于渠道中心线铺设, 一般上轨道位置在坡肩模板 0.5 m 以外, 下轨道位置在坡脚模板 1 m 以外。钢轨宜铺设在枕木或垫板上, 枕木或垫板的间距一般控制在 0.8 m 以内。

### 2.3 水稳层施工

(1) 水稳层料的生产。

根据设计文件要求, 水稳层料就是天然砂砾

石料筛除粒径大于 4 cm 的粗颗粒后的级配砾石, 掺加 5% 的 32.5 级的水泥经拌和而成, 室内试验确定的最优含水率为 6.1%。

(2) 水稳层料的摊铺与碾压。

现场安排专人负责指挥卸料, 自卸车将水稳层料直接卸于衬砌机旁的料斗内, 小装载机再铲料装入衬砌机储料斗内, 分两级皮带输送, 二级皮带上设置滑动刮料小车, 顺侧面的溜筒将料均匀播撒于坡面上, 布料溜筒后接找平刮板, 将坡面上成堆的水稳料均匀摊铺找平。

在每一个单独工作段开始施工时, 第一个循环中只有布料, 进入第二个循环后, 布料和碾压同步进行, 碾压通过两个并列的振动辊实现, 振动辊上下两趟为一个循环, 完成后衬砌机移位 1.2 m 进入下一循环作业。对于坡肩和坡脚模板位置须由人工辅助布料并夯实。布料厚度根据生产性试验确定。衬砌机宜匀速连续工作。

(3) 水稳层养护。

水稳层施工完成后要隔离养护, 在强度未达到 1 MPa 前禁止作业人员踩踏和进入下一道工序作业。如遇晴天艳阳、温度很高时, 对其表面要实施喷雾湿润, 确保其强度增长。

### 2.4 土工膜铺设

渠坡: 铺设时由坡肩自上而下滚铺至坡脚, 中间不应有纵向连接缝。渠坡和渠底结合部以及和下段待铺的复合土工膜部位要预留足够的搭接长度, 一般控制在 50~80 cm, 坡肩处预留复合土工膜的长度应满足设计要求。铺设过程中, 可用编织袋装土覆压, 随铺随压, 以防止复合土工膜滑移。

收稿日期: 2016-05-04

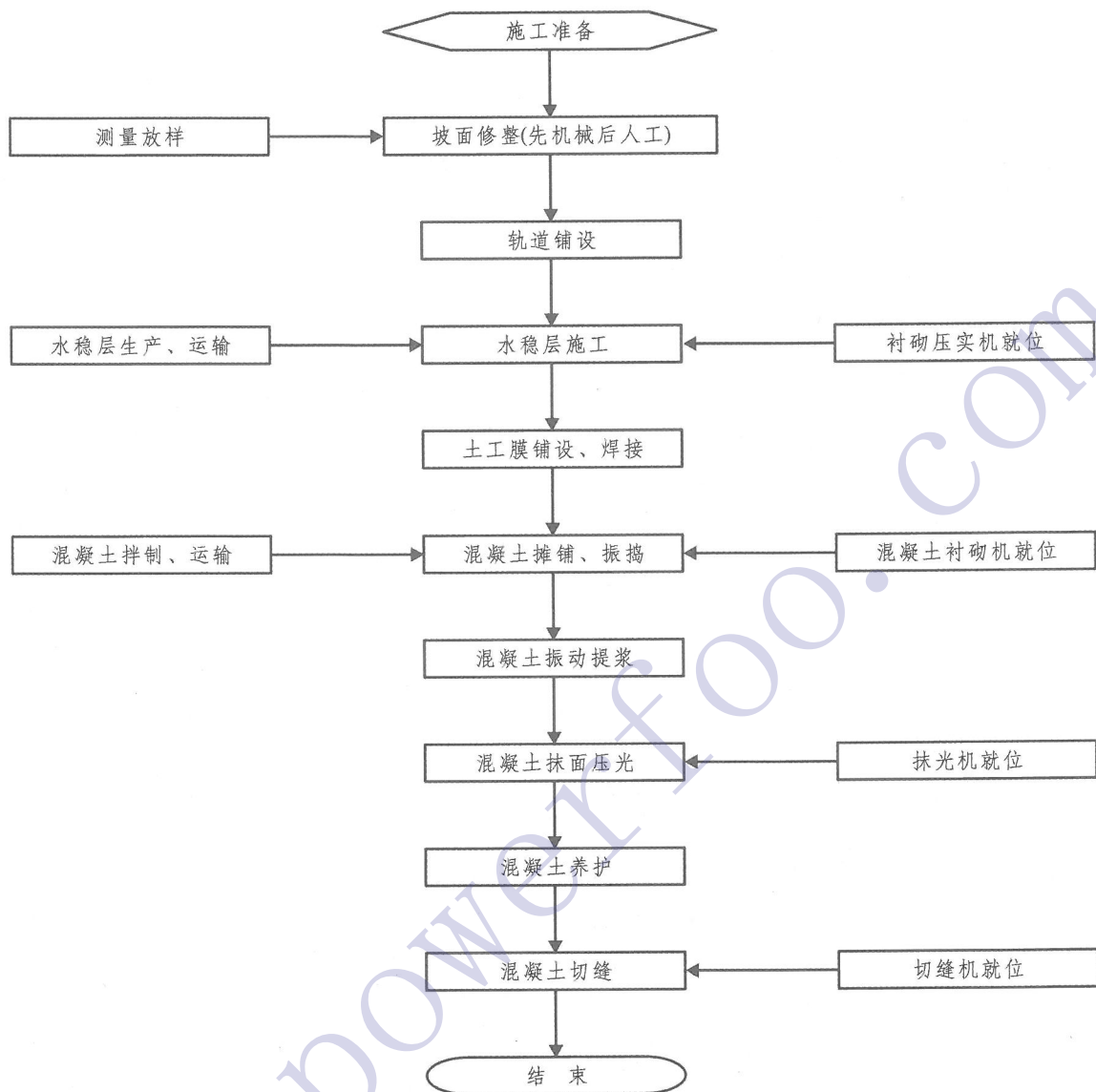


图1 渠道混凝土衬砌机施工工艺流程图

渠底:使复合土工膜幅宽与渠道中心线垂直。渠底复合土工膜间的横向连接缝与坡面复合土工膜接头缝均应相互错开 100 cm 以上。

## 2.5 混凝土浇筑

### 2.5.1 衬砌设备的安装及调试

衬砌机、抹面机、切缝机应同轨,其轨道规格应与衬砌机型式相匹配。衬砌机安装完毕应在轨道上反复行走几遍,使轨道处于稳定状态。衬砌机轨道坡降应与渠道坡降保持一致,衬砌前和衬砌施工中应经常校核轨道的方向和高程。

### 2.5.2 模板支立

渠道的横向通缝模板宜采用宽度与衬砌混凝土厚度相同、相互连接为整体的槽钢作为侧模;齿

槽和坡肩模板优先采用定型钢模板,并与渠道横向通缝模板相连。

### 2.5.3 混凝土布料

(1)采用螺旋布料器布料,混凝土经输送带运至布料机接料口进入集料箱,开动螺旋输料器均匀布置。开动振动器和纵向行走开关,边输料、边振动、边行走。

(2)坡肩、坡脚和周边模板位置须由人工辅助布料。

(3)应控制布料厚度,松铺系数根据坍落度的大小由生产性试验确定。当坍落度为 4~6 cm 时松铺系数宜为 1.1~1.15。

(4)衬砌机宜匀速连续工作,布料应与振捣



速度相适应。

#### 2.5.4 衬砌机操作及混凝土振捣

(1) 施工中严格按照生产性施工试验确定的振捣时间、工作速度等参数执行,做到混凝土不过振、漏振或欠振,达到混凝土深层振捣和表面提浆的效果,利于混凝土抹面和整平。

(2) 衬砌施工中应由专人检查振捣棒的工作状况。

(3) 渠坡衬砌的顶部出现缺料、漏振时,应及时由人工补料并采用振捣棒和平板振捣器辅助振捣。

#### 2.5.5 施工过程中停机时的操作

停机的同时应解除自动跟踪控制,升起机架,将衬砌机驶离工作面,清理粘附的混凝土,整修停机衬砌端面,同时对衬砌机进行保养。

#### 2.5.6 坡肩、坡脚和周边施工

坡肩、坡脚和周边的施工应设专人负责。采用人工辅助布料,插入式振捣棒或手提式平板振捣器进行振捣。

#### 2.6 抹面施工

混凝土抹面机应与衬砌机共用轨道,通过支腿的调节满足衬砌坡比的需要,并应具备自行走系统,以保证压光衬砌坡面的平整度。

施工中应选用工作台车作为人工辅助抹面平台。工作台车采用桁架焊接而成,可调节高度和坡比。施工中,抹面台车应优先选用具有自行走功能的桁架。严禁操作人员在混凝土表面行走和抹面。

抹面压光应由专人负责,并配备2 m靠尺检测平整度。人工采用钢抹子抹面,一般为2~3遍。

初凝前应及时进行压光处理,清除表面气泡,使混凝土表面平整、光滑、无抹痕。衬砌抹面施工严禁洒水、撒水泥、涂抹砂浆。

#### 2.7 混凝土养护

(1) 衬砌混凝土应保证其湿润养护时间不少于14 d。混凝土养护设专人负责并作好养护记录。

(2) 抹面完成后应及时采用草苫、草帘、毡布等浸湿后覆盖养护或采用喷施养护剂养护。养护剂喷洒量、成膜厚度、喷洒时间应通过现场试验确定。

(3) 干热风天气施工时,宜采用喷雾器不间断喷雾以改善混凝土施工部位的环境湿度。

(4) 当出现低温或负温天气时,应采取保温措施养护。

#### 3 质量控制重点

##### 3.1 混凝土衬砌采取的质量控制措施

(1) 对边坡开口线及渠底线进行测量。每10 m钉桩挂线标识控制。

(2) 渠道削坡。不应欠挖,超挖深度不大于规范要求。

(3) 挖掘机粗削时,沿坡肩线和坡脚线每10 m布设一控制断面,人工精削时,断面控制桩应校核。

(4) 渠底清基。不应有欠挖,超挖不大于20 mm,平整度不大于10 mm/2 m,压实度满足设计要求。

(5) 裁剪复合土工膜时,裁剪人员应认真检查复合土工膜有无破损、孔洞、撕裂等缺陷。

(6) 复合土工膜的铺设应平顺、整齐、无褶皱、无绷紧、与基础面之间应压平紧贴、避免架空。

(7) 对所有的土工膜焊缝进行外观目测检查,焊缝应均匀、平直,无漏焊、虚焊、烫伤、褶皱、空洞。

(8) 对所有的土工膜粘接缝进行外观目测检查,涂胶应均匀,粘接面平整、无漏粘接并采用手撕法检查粘接面的牢固程度。

(9) 在衬砌过程中,用钢尺或自制厚度检测工具检查衬砌厚度。

(10) 现场混凝土质量检查以抗压强度为主,并以150 mm立方体试件的抗压强度为标准。混凝土试件以出机口随机取样为主,每组混凝土的3个试件应在同一储料斗或运输车箱内的混凝土中取样制作。浇筑地点试件的取样数量宜为机口取样数量的10%。

(11) 在生产性施工检验中,应对衬砌混凝土按《渠道混凝土衬砌机械化施工技术规程》(NS-BD5-2006)进行现场芯样强度试验。

(12) 按设计伸缩缝宽度采购混凝土切割片。在切割片上用红色油漆做好切割深度标识。切缝时锯片磨损较大,施工过程中应用钢板尺检查切缝的宽度和深度。

(13) 伸缩缝缝面应用手提砂轮机或钢丝刷

进行表面处理,用空气压缩机将缝内的灰尘与余渣吹净,粘结面应干燥、清洁、无油污和粉尘。

聚氨酯砂浆施工前应检查缝深、缝宽,确保聚氨酯砂浆充填质量。

填充后的聚氨酯砂浆应饱满,颜色均匀一致,胶层表面平整光滑,无裂缝、气泡、脱胶和漏胶现象。

(14)混合后的聚氨酯砂浆应随拌随用,并在规定的时间内用完。严禁使用过期货。

### 3.2 特殊天气的施工控制

#### (1) 风天施工。

采取必要的防范措施,防止塑性收缩裂缝的产生。适当调整混凝土出机口的坍落度。

#### (2) 雨天施工。

当浇筑期间降雨时,应启动应急预案,浇筑仓面搭棚遮挡防雨水冲刷。降雨停止后必须清除仓面积水,不应带水进行抹面压光作业。降雨过后,若衬砌混凝土尚未初凝,应对混凝土表面进行适当处理后才能继续施工;否则应按施工缝处理。雨后继续施工时,需重新检测骨料含水率并适时调整混凝土配合比中的加水量。

#### (3) 高温季节施工。

日最高气温超过 30 ℃ 时,应采取相应措施以保证入仓混凝土温度不超过 28 ℃。

高温季节施工时可采用增加骨料堆高、在骨料场搭设防晒遮阳棚、骨料表面洒水降温等措施降低混凝土原材料的温度,并合理安排浇筑时间,采用加冰或加冰水拌和对骨料进行预冷、掺加高效缓凝减水剂等方法降低混凝土的入仓温度。对

混凝土运输罐车采取防晒措施、混凝土输送带搭建防晒棚等措施降低混凝土的入仓温度。

#### (4) 低温季节施工。

当日平均气温连续 5 d 稳定在 5 ℃ 以下或现场最低气温在 0 ℃ 以下时,不宜施工。

低温季节施工可采取骨料堆高、覆盖保温、热水拌和、掺加防冻剂等措施。

## 4 结 语

(1)引水渠道在我国随着南水北调等大项目的进行,各地大规模的调水需求还将促进其更多的建设。因此,渠道面板混凝土浇筑采用衬砌机一次衬砌成型技术,将是一种普遍采用的施工工艺。

(2)渠道面板衬砌混凝土施工结束 3 个月,通过检查发现裂缝较少,证明在其施工过程中质量控制较好。

(3)尼勒克渠道面板混凝土采取衬砌机浇筑施工技术,使混凝土填筑速度得以加快,同时亦使坡面的平整度得到了较好控制,使混凝土面板浇筑质量达到优质水平。

(4)应根据不同渠道对面板高度、厚度要求不同的施工特点,制定出有针对性的施工技术方案,方能取得较好的效果。

#### 作者简介:

谢明非(1983-),男,贵州遵义人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

赵久海(1977-),男,吉林长岭人,高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 五项抽蓄国标发布

近日,由国网新源公司主编的《抽水蓄能电站检修导则》等五项国家标准由国家标准化委员会正式发布,将于 2016 年 11 月 1 日起实施。

“十三五”期间,抽水蓄能产业建设发展规模日益加快。根据国家能源局完成的《水电发展“十三五”规划(征求意见稿)》显示,2020 年水电总装机容量达到 3.8 亿千瓦,其中常规水电 3.4 亿千瓦,抽水蓄能 4 000 万千瓦;预计 2025 年全国水电装机容量将达 4.7 亿千瓦,其中常规水电 3.8 亿千瓦,抽水蓄能约 9 000 万千瓦。《征求意见稿》初步预算,“十三五”期间,水电建设投资需求约 5 000 亿元,其中大中型常规水电约 3 500 亿元,小水电 500 亿元,抽水蓄能 1 000 亿元。

与抽水蓄能电站建设速度相比,国家层面发布的抽水蓄能领域技术标准数量偏少,尤其是国家标准和行业标准数量匮乏,未来抽水蓄能行业的快速发展亟需更多技术标准的支撑。

五项标准紧贴我国抽水蓄能电站发展需求,是技术创新与标准协同建设的结合,它们的发布将对抽水蓄能电站规划设计、建设、运行和检修等方面提供标准支撑。