

# 试论水利水电渠道工程施工中衬砌混凝土技术的运用

付经毅

江西同瑞建筑工程有限公司

**摘要:**现代水利水电渠道工程的建设规模逐渐增大,且由于地质条件趋于复杂化,水利水电渠道施工的难度也随之升级,衬砌混凝土施工技术在水利水电渠道施工中起到十分关键的作用,不仅能够保障工程施工品质,还有助于提升水利水电工程的防渗效果,使得水利水电工程能够更好地投入运营,降低外部威胁对工程结构自身质量的影响。因此,本文在针对衬砌混凝土技术的作用和类别进行分别阐述后,以具体的水利水电渠道工程为例,探究衬砌混凝土技术的具体运用策略,以期强化水利水电渠道工程的整体施工质量。

**关键词:**水利水电渠道工程;衬砌混凝土技术;复合土工膜

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.083

## 引言

我国当前对基础设施建设工程的投入力度较大,对于水利水电工程来说是巨大的发展机遇。与此同时,在水利水电工程建设数量不断增大的形势下,其中也暴露出了一定的施工难题,较为典型的问题是渠道工程的施工难度偏大,其施工质量直接影响水源输送效率以及水资源利用率。而衬砌混凝土技术的应用不仅有助于提高渠道工程的防渗性能,还有助于增强水利渠道的结构刚度。因此,对其在水利水电渠道工程中的应用展开研究具有极为现实的意义。

## 一、水利水电渠道工程衬砌混凝土技术的作用与类别

### (一) 施工中的作用表现

衬砌混凝土技术实际上就是通过现浇混凝土的方式在渠道结构表面形成具备防渗、保护和支护作用的衬砌结构。其主要作用表现如下:第一,衬砌作用。在渠道工程投入使用期间,可以由混凝土衬砌结构来承载外部荷载,以免水利渠道结构自身的荷载压力过重,出现变形、开裂等问题;第二,防渗作用。混凝土衬砌结构可以起到隔绝外部水源的作用,谨防外部水分向渠道结构内部渗透,引发侵蚀结构,影响渠道结构性能等问题;第三,保护作用。混凝土衬砌结构可以直接被作为渠道结构的保护层,避免外部应力与渠道结构的直接接触,可以减轻水流冲刷和外力撞击等作用力对渠道结构的破坏影响。

### (二) 关键技术类别

目前,较为常见的衬砌混凝土技术包括如下三种:第一种为整体灌注技术。指的是在施工现场直接支设模板后浇筑混凝土的施工措施,采取此种施工技术生成的衬砌结构具备较强的抗渗性能,但存在工序繁琐,难以与渠道主体结构适应的问题,通常被应用于渠道结构简单和工期充裕的工程中;第二种为片石混凝土技术。

指的是先在渠道表面放置片石之后进行浆砌片石施工,并做好勾缝处理,多被应用于地质条件较佳的水利水电渠道工程中;第三种为钢筋混凝土技术。该项技术的施工优势在于结构整体性能较好,先是绑扎钢筋骨架后再浇筑混凝土,可以形成较为稳定的衬砌层,但造价成本偏高,在一些复杂施工条件和渠道结构应力不均衡的水利工程中较为常见。

## 二、衬砌混凝土技术在水利水电渠道工程中的具体运用

### (一) 工程概况

水利水电渠道工程的进口段与出口段渠道长度分别为239m和360m,渠道断面类型为梯形,其底部宽度为21m,内边坡系数为1:2.5,外边坡系数为1:3.0,渠道纵坡是1:25000。考虑到该工程的渠道结构防渗需求,决定采取现浇混凝土衬砌措施进行渠道工程施工。结合本次工程的施工条件以及结构特点,将衬砌结构厚度设计为15cm。此外,还需每间隔12m和4m设置宽度为2cm的通缝以及宽度为1cm的半缝。此外,使用专用聚硫密封胶充填缝隙,并将其厚度控制为2cm左右。同时,要求渠道、渠底以及边坡衬砌结构的平整度误差要控制在8mm左右,混凝土衬砌板厚度误差应控制在5mm左右。

### (二) 工艺流程梳理

首先,做好测量放线工作。目的是对现场关键施工参数和施工位置进行明确标注,保障衬砌施工的精度;其次,做好渠道开挖以及填筑等工作。根据现场实际施工状况确定填注标准以及开挖施工条件,对于渠道沉降和开裂等问题进行科学控制;再次,合理铺设土工膜。对土工膜质量进行科学控制,使其发挥应有的防渗作用;从此,进行模板施工,对模板结构的稳固性进行合理控制,并及时清除附着物,以免影响混凝土浇筑质量,造成结构质量通病;最后,混凝土浇筑施工。对混凝土材料配比、浇筑温度等参数进行合理控制;另外,

进行拆模养护。在混凝土结构达到标准要求后,拆模并养护,以免出现结构开裂、脱落等不良质量问题。

### (三) 施工准备

具体施工之前,相关施工人员需做好水利水电渠道工程项目的现场调查工作,通过对现场地质条件和水流状态等的全面了解,对衬砌混凝土施工方案进行科学设计,确定重点施工参数。尤其需要检查好渠道结构的质量现状,查看有无渗漏现象和结构性能较低的缺陷部位。在进行衬砌混凝土施工之前,要将渠道工程已有的缺陷和渗漏问题进行全面处理,采取有效的填补措施消除缺陷位置,在此基础上,为衬砌混凝土施工打下坚实的基础。

### (四) 测量放线

相关人员到达现场之后,需要先检查图纸内容是否与现场环境存在偏差,确认无误后,使用专业的水准仪以及全站仪等仪器在现场测量并标记好基准点、控制点、水准点以及渠底高程等。全部测量并标记之后,对各控制点进行复核,符合标准要求的情况下打入控制桩,并做好控制桩的加固处理。在后续的衬砌混凝土施工期间,也需定期对各个控制点以及控制桩进行复核,确保能够及时消除误差,将混凝土衬砌结构的高程以及位置偏差控制在允许范围之内。常规情况下,混凝土衬砌结构的平面误差以及高程误差均需控制在50mm以内<sup>[1]</sup>。

### (五) 开挖渠道工程

第一步,先做好渠道清基处理,且要将清基深度控制在0.2m以内,主要目的是将施工现场的腐殖土以及垃圾杂物全面清除,清基之后所形成的坑穴以及两侧边坡均须做压实处理,并使其压实密度符合设计标准要求;第二步,对于现场开挖路段的标高、高程、轴线等控制点进行再次复核,在其全部与设计相符的情况下,可以利用挖掘机等专业设备将渠道表层的淤泥清除,并且根据开挖材料的质量判断其是否具备回收利用的价值。对于可被回收的涂料可直接作为回填料集中堆放在指定位置;第三步,当开挖的深度接近设计位置之后,为了避免出现超挖问题,可转变为人工开挖方式。开挖作业的同时,检查其标高与平整度,尽可能避免出现欠挖和超挖的问题。同时,对于出现的局地松动问题进行夯实处理。

### (六) 填筑渠道边坡

渠道边坡填筑之前,需要先明确好方案设计中对于横断面位置以及渠道标高的基本要求。同时,对于填筑材料的性能以及含水率进行全面检查后,再进行填筑作业,对于填筑材料含水率未能达到要求的状况,需进行

预先处理,主要措施为洒水、湿润或者自然晾晒。实际的渠坡填筑作业中,严禁出现顺坡填筑的状况,要求相关施工人员能够以底为起点,采取水平分层填筑措施进行施工。渠道边坡填筑完毕后,应立即进行压实作业,可根据摊铺材料的厚度以及压实度需求选择特定的压实机具,并对压实次数和压实机具的行进速度进行科学控制,常规情况下的碾压速度应为2km每小时<sup>[2]</sup>。全部压实处理结束后,对整个渠道坡面进行检查,确保无死角、无遗漏或者无欠压、过压等问题。对于边缘位置机械难以达到的区域,可以采取人工修补的措施,保障渠坡结构的整体密实度趋同。最后,对渠坡填筑成果进行检查,要求其高程以及轴线偏差均应控制在3mm以内。

### (七) 复合土工膜处理与铺设

铺设复合土工膜之前,需要结合现场工程状况合理选择复合土工膜材料,并对其厚度、尺寸以及幅宽等进行合理设计,之后根据现场铺设需求采取丈量措施对复合土工膜进行裁剪,并将边缘不规则的部位去除。为确保复合土工膜铺设的质量,要对其铺设顺序以及方向进行合理把控,使其铺设方向与渠道水流方向保持垂直状态为宜。在两块土工膜重合搭接的位置,要设置0.1m左右的接茬,并做好焊接处理<sup>[3]</sup>。同时,将焊接部位的接头剪短,重复上述操作,直至整体铺装完成。全面铺设完成后,针对土工膜铺设质量进行检查,查看有无破损、褶皱等现象,对于存在的缺陷位置应及时进行修补,破损程度较大的状况,应重新铺设一层土工膜。当土工膜铺设的质量整体达标后,可以在其上部临时摆放重物对其遗失临时固定,并全面清扫表面灰尘。在特定位置设置警示牌,提醒施工人员尽量避开土工膜位置施工,严禁尖锐材料和机械对土工膜造成破坏影响。

### (八) 模板工程

渠道衬砌结构施工中要根据实际施工需求选择对应的模板施工技术,现阶段较为常用的模板技术包括定型模板、组合钢模板和木质复合模板等。在本次工程中,考虑选择组合式模板施工方式。在施工前,根据渠道方案设计要求截取钢材尺寸,并对钢模板表面进行打磨处理,禁止出现毛刺和突起物。同时,对弯曲板材进行弯直处理,待钢板结构构件均处理完成并符合标准要求后,根据现场施工要求支设模板结构,并且对关键承力部位进行加固处理,在模板组装结束后可使用螺栓进行边缘位置固定,并对模板的底部、高程以及表面平整度等进行再次核对,尽可能减少模板结构误差,为后续的浇筑施工创造良好的条件。

### (九) 混凝土浇筑与养护

#### 1. 混凝土浇筑施工要点

(1) 混凝土材料制备与拌和处理。结合以往的施工经验来看,部分混凝土结构施工中因材料制备不当引发了一系列混凝土质量通病,如结构开裂、碳化和渗漏等问题,严重威胁混凝土结构质量。此类问题如发生在水利渠道施工中,则会对渠道工程的防渗性能和结构稳定性带来不良影响。为此,在混凝土浇筑施工之前,应合理进行混凝土材料制备。主要方法为在正式施工之前,进行混凝土试件施工,即采取实验室检验的方式对原材料性能、用量和配比进行科学检验,在多组配比施工参数中选择出最佳的施工参数,以保障混凝土材料质量符合渠道工程的施工要求。这里应优先选用级配为42.5以上的硅酸盐水泥,并添加适量的粉煤灰作为拌合料,且混凝土中的水灰比不得超过0.6,粉煤灰掺加比不得超过16%。混凝土材料拌和中的施工要点为,对材料含水量和含泥量进行检测,并保障粗细骨料中不存在腐殖土和杂物,之后借助电子计量装置对原材料进行称重计量,并将用量误差控制在1%以下。拌和作业中注意控制拌和力度和时间,当混凝土坍落度达标后,便可停止拌和。

(2) 混凝土浇筑。将制备完成的混凝土运输至施工现场,正式浇筑之前,对混凝土材料的性能状态进行检验,如发现存在离析或者坍落度不能达到标准要求的混凝土应直接弃用,所有性能和状态均符合浇筑作业需求的混凝土才可正式投入使用。浇筑混凝土前,需先在模板底部摊铺厚度为30mm的水泥砂浆,且要求砂浆强度与混凝土设计强度相适应。铺设水泥砂浆层的目的是为了改善基底与混凝土砌筑结构的结合质量。对于部分渠道结构强度要求较高的工程来说,会采取钢筋混凝土施工技术进行渠道工程施工,此时则要在模板内部放置钢筋骨架,并对其进行固定处理后,再浇筑混凝土,以免出现钢筋融上浮和移位等问题。而本次工程中是采取衬砌混凝土施工措施,可直接采取分层浇筑措施,但要保障每层混凝土的浇筑厚度为0.3m以下。分层浇筑施工中的作业要点为对两层浇筑间隔时间的合理控制,禁止在发生初凝问题后进行上层浇筑。同时,采取多点下料的措施提高混凝土浇筑的效率。为能增强混凝土结构的密实度,还需进行振捣处理,振捣作业中要对振捣器的插入深度以及垂直度进行科学控制。当混凝土表面无明显落差或者无气泡排出时,便可停止振捣。一般单点振捣的时间为20~30s。为进一步提升衬砌结构质量,还需在混凝土发生出凝之前进行二次振捣和一次抹抹压,且在混凝土发生终凝的1~2个小时之内进行二次抹压<sup>[4]</sup>。

### 2. 混凝土养护

混凝土养护中应从两个方面着手,第一方面为保湿

养护。主要指的是在混凝土表面覆盖塑料薄膜或者草席的方式对混凝土表面水分的蒸发速度进行干预,利用草席养护时需定期进行洒水处理时,确保混凝土表面始终处于湿润状态,并且需要根据施工现场的气候条件和空气湿度等针对洒水次数和洒水量进行科学控制;第二方面为保温养护。主要需要借助感温探头对混凝土内部温度进行实时监测。常规情况下,只需采取自然养护法便可。如出现内外温差过大或者现场温度过低的问题,则需采取内部循环冷却的措施进行温度干预,以缩短内外温差,降低混凝土结构的开裂率。

### (十) 拆模处理

拆模作业中不得过于盲目,需要在此前针对混凝土强度进行检验,当其强度达到设计强度的80%以上时,方可进行拆模作业,且需要遵循先两侧后底部的拆模原则。相关施工人员应注意控制拆模力度,不得存在野蛮拆模的状况。拆模完毕后,对混凝土结构表面质量进行检查,如存在表面麻面或者缺棱现象,要及时对缺陷部位进行修补,缺棱掉角现象的成因多为暴力拆模,主要修补方法为将表面浮浆和松散颗粒去除后,利用清水冲刷表面,之后再缺角部位灌倒强度高于原有混凝土结构强度的细石材料,静置一段时间,达到强度要求后方可进入下一施工阶段。

### 结语

衬砌混凝土施工技术的应用对于水利水电渠道工程的质量影响较为深远,是强化渠道结构防渗性能的关键技术措施。同时,也有助于提升水利工程的输水能力,降低水资源浪费率。为此,在今后的水利水电渠道工程施工中,需要强化对衬砌混凝土技术的关注度,并且结合以往的施工经验,不断完善衬砌混凝土施工技术体系,做到各施工环节的规范化、标准化处理,从根本上提升衬砌施工质量,为水利水电渠道工程的安全投运提供保障。

### 参考文献

- [1] 李超. 衬砌混凝土技术在水利工程渠道工程施工中的应用[J]. 居舍, 2021(28): 41-42.
- [2] 张英. 衬砌混凝土技术在水利工程渠道工程施工中的应用研究[J]. 建筑与预算, 2021(04): 68-70.
- [3] 常留军, 潘君, 高伟强. 水利工程渠道工程施工中衬砌混凝土技术的应用解析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(06): 171.
- [4] 王建平. 论水利渠道工程施工中衬砌混凝土技术的应用管理[J]. 绿色环保建材, 2018(04): 233.