

青岛泉心河水库面板及附属结构施工优化技术措施

韩振方

中国水利水电第十一工程局有限公司, 河南 三峡 472000

[摘要] 面板堆石坝的面板混凝土施工工序包括上游固坡处理、表层止水施工、混凝土浇筑等, 是一个全过程的质量管理控制过程, 青岛泉水河水库面板堆石坝在面板及附属结构工程施工过程中采取了趾板上游破碎岩层斜坡面加固处理、大坝上游固坡面两油两砂即时碾压装置、大坝填筑防脱空灌浆管系统、半成品铜止水卷材支撑旋转装置、大坝面板的混凝土浇筑入仓装置等施工技术优化改进措施。实践表明, 以上技术优化措施的应用促进了施工进度, 有效的实现了质量、安全、进度的同步开展, 希望为类似工程施工提供借鉴。

[关键词] 面板堆石坝; 面板混凝土及附属结构; 优化措施

DOI: 10.33142/ec.v6i12.10373

中图分类号: TV542

文献标识码: A

Optimization Technical Measures for Construction of Panel and Auxiliary Structures of Qingdao Quanxinhe Reservoir

HAN Zhenfang

Sinohydro Bureau 11 Co., Ltd., Sanxia, He'nan, 472000, China

Abstract: The construction process of panel concrete for face rockfill dams includes upstream slope reinforcement, surface water stop construction, concrete pouring, etc. It is a quality management and control process throughout the entire process. During the construction process of the Qingdao Quanshuihe Reservoir panel rockfill dam and its ancillary structures, construction technology optimization and improvement measures were taken, including reinforcement of the upstream broken rock slope surface of the toe slab, instant rolling device for two oil and two sand on the upstream fixed slope surface of the dam, anti void grouting pipe system for dam filling, semi-finished copper sealing roll support rotating device, and concrete pouring and warehousing device for the dam panel. Practice has shown that the application of the above technical optimization measures has promoted construction progress and effectively achieved the synchronization of quality, safety, and progress, so as to provide reference for similar engineering construction.

Keywords: concrete face rockfill dam; panel concrete and ancillary structures; optimization measures

引言

泉心河水库改建工程主体建筑物包括大坝、溢洪道、输水管、放水管。其中大坝采用混凝土面板堆石坝型式, 最大坝高为90m。混凝土面板顶部厚度取0.3m, 渐变至面板底部, 厚度为0.53m。垂直缝12m(6m), 水平缝由渡汛、施工要求确定。面板混凝土强度等级采用C30; 抗渗等级不低于W10; 抗冻等级不低于F200; 水泥为42.5MPa普通硅酸盐水泥; 二级配混凝土。混凝土面板采用单层双向钢筋, 顺坡向配筋率为0.4%, 水平向配筋率为0.3%, 钢筋置于面板中部。

大坝面板在坝体填筑完成, 并经3~6个月的沉降后施工(月沉降量小于5mm/月)。大坝面板混凝土采用从中部向两岸跳仓浇筑, 采用2套无轨滑模施工, 每套滑模采用2台10t慢速卷扬机拉动, 8~10m³混凝土搅拌车水平运输, 溜槽入仓。在面板及附属结构工程施工过程中, 为了促进施工质量、安全、进度的同步开展, 采取了趾板上游破碎岩层斜坡面加固处理、大坝上游固坡面两油两砂即时碾压装置、大坝填筑防脱空灌浆管系统、半成品铜止水卷材支撑旋转装置、大坝面板的混凝土浇筑入仓装置等施工优化和技术改进措施。

1 面板混凝土及附属结构施工优化措施

1.1 趾板上游破碎岩层斜坡面加固处理

面板堆石坝趾板上游存在岩体裂隙发育, 呈现不规则形态, 大部分为张开裂隙, 岩体被切割成小块体, 加上风化作用, 岩体呈破碎状, 存在较大的安全隐患和质量隐患。施工期存在岩块掉落伤人, 蓄水期容易受到水位涨落变化, 造成岩块掉落砸伤趾板和面板混凝土。

常规的面板堆石坝坝前破碎岩层斜坡面处理方法是 将斜坡段破碎岩层设置直立挡墙进行混凝土填充防护; 操作架体搭设量大, 混凝土浇筑量大, 且位于高处斜坡趾板上游, 既不经济, 也不安全。

在本工程中, 采用了面板堆石坝趾板上游破碎岩层斜坡面加固处理方法, 包括以下步骤: (1) 墙底和岩体之间锚固: 在墙底和岩体之间采用锚杆进行法线方向锚固; 采用HRB400级直径25mm锚杆; 锚杆总长度2m, 外露长度1m, 采用“先注浆, 后安装锚杆”的方式; 注浆采用M20水泥砂浆。(2) 施工混凝土贴坡C25挡墙: 随坡面坡度及高度分层施工混凝土, 形成台阶式贴坡挡墙; 分层高度为1.8m, 台阶宽度为2m。(3) 顶部防护网覆盖, 不易设置台阶的部位,

采用主动防护网覆盖包裹在所需防护斜坡岩体上。

与传统技术相比,本方法具备以下有益效果:(1)有效的解决了在高处斜坡趾板上游破碎岩层不利条件下的施工问题;(2)既能保证斜坡破碎岩体的整体稳定性,还能减小施工难度,同时还节省了混凝土浇筑量和操作架体搭设量。

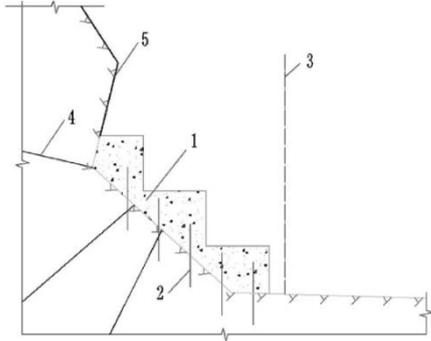


图1 图为该方法的示意图

图中编号表示:1贴坡挡墙;2锚杆;3趾板上游边线;4节理裂隙;5主动防护网

1.2 大坝上游固坡面两油两砂即时碾压装置

传统的面板堆石坝上游固坡面两油两砂碾压设备(建筑装修用的滚筒)虽然起到了碾压压实的作用,但施工过程中存在一些缺点,主要有:由于大坝上游面碾压面积较大,而传统碾压设备接触面积较小,加上单纯依靠人工进行碾压很难保证两油两砂碾压的均匀性和连续性,达不到碾压的预期效果,施工质量得不到保证,且大坝上游面坡度一般较陡,当乳化沥青喷洒后,砂料很难及时粘附于沥青油表面,造成大量砂料随坡面滚落,不仅浪费砂料,而且洒砂厚度不均匀,需人工进行二次修整清理,影响现场施工进度。

为解决以上问题,在本工程中采用了一种可有效提高碾压施工的均匀性和连续性的应用,具体方案是应用于大坝上游固坡面两油两砂即时碾压装置,包括碾压碾、设置在碾压碾两侧的辐轴、转动套设在辐轴上的环套、连接在环套上的操作台车及连接操作台车的牵引机构,碾压碾设置在背离牵引机构一侧,碾压碾中空且内部填充有配重介质。本结构简单,可实现两油两砂边洒边压的效果,不仅增大了接触面积,同时也避免了因人因素导致的碾压不到位,保证了大坝上游固坡面两油两砂碾压施工的均匀性和连续性。

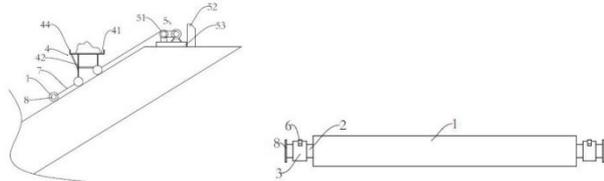


图2 为该方法的示意图

图中编号表示:1碾压轮;2辐轴;3环套;4操作台车;5牵引机构;6连接吊耳;7牵引绳;8挡板。

1.3 大坝填筑防脱空灌浆管系统

混凝土坝所产生的裂缝,绝大多数都是表面裂缝,但其中一部分面板底部因大坝沉降后挤压边墙与垫层料之间脱空,造成后来会发展成为几十米深的深层裂缝或贯穿裂缝,影响结构的整体性和耐久性,危害很大。

垫层料位于混凝土面板的下部,特性是低压缩、高抗剪,作用是辅助防渗,除对面板起支撑和整平作用外,还起到第二道防水线的作用,面板或接缝万一漏水时,可限制渗流量,并能起反滤作用,截流随渗透水流带入缝中的泥沙,使缝隙淤塞而自愈。同时在面板和垫层料之间为保证垫层料的设计坡度及平整度,设置混凝土挤压边墙进行固坡处理。垫层料的质量不仅直接关系到面板和坝体的运行性能,而且也关系到施工渡汛的安全,因此在面板坝的堆石料中,垫层料的级配要求最为严格。

目前,已知有堆石坝中在混凝土面板和堆石坝坝体垫层料之间设置灌浆管路的方法,其灌浆管路沿坡面自上而下设置,但脱空区域往往并非沿坡道形成的纵向脱空,导致灌浆管的设计利用率较低,而且,沿坡面设置的灌浆管还存在回浆的问题,需要设置专用的回浆管路,处理难度和成本较高;而且,灌浆管自身受到沉降影响,也容易随沉降下陷,造成灌浆管受损,无法灌浆。

为解决大坝经沉降期后,挤压边墙和垫层料之间容易形成脱空现象的问题,本工程采用了一种施工简化、灌浆管利用效率更高、灌浆效果更好地应用于大坝填筑防脱空的灌浆管系统和施工方法。技术方案是一种应用于大坝填筑防脱空灌浆管系统,包括垫层料、挤压边墙和灌浆管,所述挤压边墙铺设于所述垫层料的边坡处,所述挤压边墙的内侧墙根处沿高度布置有若干条所述灌浆管,每条所述灌浆管水平铺设,每条所述灌浆管的侧壁上沿铺设方向设置若干灌浆孔,每条所述灌浆管的两端伸出挤压边墙设置,每条所述灌浆管的两端开口为灌浆进口。

本方法以下优点:(1)由于灌浆管的存在,大坝经沉降期后,挤压边墙和垫层料之间形成脱空现象,通过灌浆对脱空处填充,解决脱空问题;(2)垫层料的沉降通常表现为断层沉降,即脱空处体现为水平方向延伸的脱空层,故而水平铺设的灌浆管与脱空层形状更契合,灌浆作用面灌浆孔的分布面积更大,灌浆效率更高;(3)通过沿高度设置的若干条灌浆管,可以根据脱空层位置选择合适高度的灌浆管,相对纵向灌浆管而言,单次启用的灌浆管更少,纵向灌浆管往往需要全部启用;(4)灌浆管水平铺设,两端外露,自两端向中间灌浆,相比传统的单向灌浆,效率更高;(5)灌浆管预埋在挤压边墙的墙根,不会随垫层料的沉降而随之移动,保护了灌浆管的安全。

如下图所示,左图是本发明中应用于大坝填筑防脱空灌浆管系统的整体截面图,右图上是本发明中灌浆管与挤压边墙的位置关系图,右图下是本发明中灌浆管与挤压边

墙的铺设关系图。图中编号表示：1 垫层料；2 挤压边墙；2-1 子墙；3 灌浆管；4 灌浆孔；5 灌浆进口。

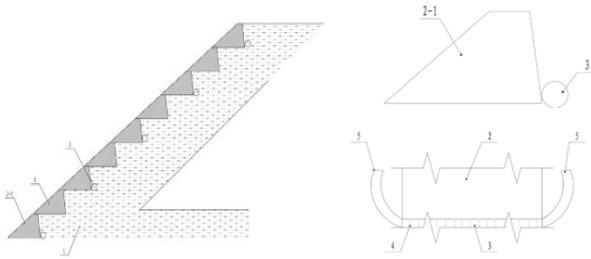


图3 灌浆管与挤压边墙的铺设关系图

1.4 半成品铜止水卷材支撑旋转装置

传统的半成品铜止水加工输送主要采用人工配合机械进行翻转，但过程中存在一些缺点，主要有：目前主要还是依靠人工进行操作控制，且坝体一般较长，工人劳动强度很大，容易疲劳，单纯依靠人工操作很难保证铜止水加工的均匀性和连续性，达不到预期效果，铜止水加工质量得不到保证；另一方面半成品铜止水卷材的长度较长，种类较大，铜止水加工过程中需将铜止水卷材逐步展开，单靠人工配合进行翻转，速度慢，难以满足铜止水成型机的输送长度需求，影响现场施工进度。

针对上述情况，为克服现有技术的缺陷，本工程采用了一种应用于半成品铜止水卷材支撑旋转装置，有效的解决了现在铜止水卷材支撑设备在保证转轴与卷材同轴度过程中需要多次调节，操作不方便的问题。技术方案为一种应用于半成品铜止水卷材支撑旋转装置，包括两个支撑架和中空的转轴，转轴外圆周均布有多个导向管，导向管内可滑动的设有挤压杆，挤压杆外侧置于导向管外侧，挤压杆内侧置于转轴内。

与现有技术相比具有如下益处：(1) 多个挤压杆同步进行运动，最大限度上保证卷材和转轴的同轴度；(2) 通过卡板的设置，避免轴承从托起板上意外滑脱，增加设备的安全性。

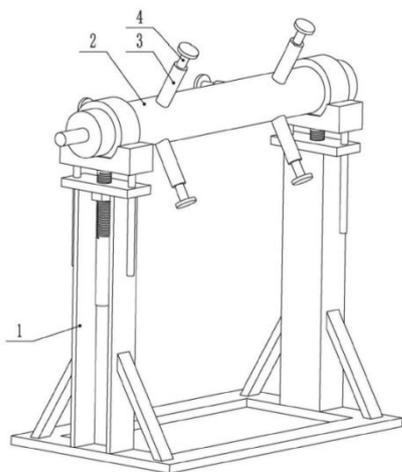


图4 图中编号表示：1 支撑架；2 转轴；3 导向管；4 挤压杆

1.5 大坝面板的混凝土浇筑入仓装置

传统的堆石坝面板混凝土采用无轨滑模配置溜槽的方式进行混凝土浇筑，但施工过程中存在一些缺点：(1) 大坝面板结构一般进行分块，形状为长条形，且单块面板长度可达百米，而单块溜槽一般长度为 2m，人工铺设量大，耗费时间长，随着面板分块数越多，溜槽重复安置的次数越多，造成安装速度慢，施工效率低；(2) 溜槽每节连接处采用上压下的方式直接进行搭接，搭接处存在较大缝隙，整体性较差，容易漏浆，影响面板混凝土浇筑质量；

(3) 大坝面板坡面一般较陡，人工安装溜槽存在滚落的风险，安全隐患较大。因此，如何制作一种能够解决现有技术问题的用于大坝面板的混凝土浇筑入仓装置就成为有待解决的技术问题。

针对现有技术的不足，本工程采用了一种减小劳动强度，提高施工效率，提高溜槽整体性，降低安全风险用于大坝面板的混凝土浇筑入仓装置，以解决上述背景技术中存在的问题。具体的混凝土浇筑入仓装置方案包括：分段式溜槽和钢丝绳，所述的分段式溜槽两端分别设置有吊耳，所述的分段式溜槽首尾段分别设置有能够相互卡合的卡接部，所述的分段式溜槽为多组，多组所述的分段式溜槽分别通过所述的卡接部首尾相接形成整体溜槽，所述的钢丝绳环绕所述的整体溜槽两侧的所述的吊耳在所述的整体溜槽顶端设置有卷扬机。

与现有技术相比具有如下益处：(1) 本实用新型可根据施工长度进行多个分段式溜槽的制作，多个分段式溜槽采用上压下的方式将每节分段式溜槽首尾处的 L 型扣件相扣连接，连接完成后通过钢丝绳穿过多个分段式溜槽上的每个吊耳将多个分段式溜槽连接成一个整体溜槽，为方便整体溜槽的下降或提升，将卷扬机安装至坝顶，通过卷扬机对钢丝绳升降的控制进而达到对溜槽伸缩的控制；在施工过程中，即使其中一节分段式溜槽损坏，可直接采用手动切割机将吊耳与 L 型扣件连接处进行切割更换或由下一节分段式溜槽顶替即可，不存在脱节或无法更换的问题，加强了溜槽的整体性和连续性；(2) 机械化程度高，可反复进行周转使用，其通过卷扬机与钢丝绳对整体溜槽进行伸缩控制，减少了人工铺设量，降低了铺设时长，加快了安装速度，提高了施工效率；分段式溜槽通过 L 型扣件卡合，减少或避免了搭接处间隙，增加了整体溜槽的连接强度，降低了漏浆风险，提高了面板混凝土的浇筑质量，大大降低了人工介入量，减少了人工安装溜槽存在滚落的风险，提高了安全系数。

如下图所示，左图为整体结构示意图，右图整体溜槽连接结构立体图。图中编号表示：1 分段式溜槽；2 吊耳；3 钢丝绳；4 卡接部；5 卷扬机；6 配重块；7 底座；8 L 型扣件；9 整体溜槽。

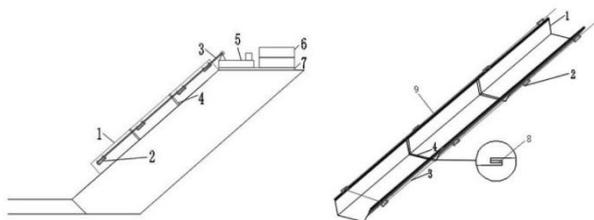


图5 左图为整体结构示意图,右图整体溜槽连接结构立体图

2 结语

面板施工的进度及质量在面板堆石坝施工过程及后续运行过程中起着至关重要的作用,本文以青岛泉心河水库改建工程为例,说明了趾板上游破碎岩层斜坡面加固处理、大坝上游固坡面两油两砂即时碾压装置、大坝填筑防脱空灌浆管系统、半成品铜止水卷材支撑旋转装置、大坝面板的混凝土浇筑入仓装置等采取的施工技术优化措施,

希望对类似工程提供建议。

【参考文献】

- [1]何廷. 三岔河水库加固工程混凝土心墙防渗施工管理[J]. 建筑设计及理论,2018(3):12.
- [2]朱彬,李伟. 太河水库心墙土料及下游坝坡土料的试验研究[J]. 工程地质学,2019(4):45.
- [3]罗林,曹熙平,汪大波. 坝口水库工程坝型研究[J]. 城市规划与设计,2022(12):67.

作者简介:韩振方(1974.6—),男,高级工程师,主要研究方向:水利水电工程施工技术与管理,郑州大学,土木工程专业,中国水利水电第十一工程局有限公司五分局,副分局长,高级工程师。