

老挝南俄 3 水电站垫层料生产工艺优化

苟仕文, 周超, 曾令敏, 刘慧芳

(中国水利水电第十工程局有限公司老挝公司, 四川 成都 610037)

摘要: 鉴于南俄 3 水电站面板堆石坝原有垫层料的制备强度制约了大坝填筑强度, 根据原人工砂石系统的特点, 通过调节颚式破碎机、反击式破碎机排料口口径, 形成了一套独立的垫层料生产线, 取代了原“平铺立采”垫层料生产工艺, 使垫层料的生产强度得以大大增加, 满足了大坝填筑强度要求。阐述了对老挝南俄 3 水电站垫层料生产工艺进行优化的过程。

关键词: 垫层料; 生产工艺优化; 新的工艺流程特点; 质量控制; 南俄 3 水电站

中图分类号: TV7; TV52; TV541

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2022)05-0061-04

Production Process Optimization of Cushion Material for Nam Ngum 3 Hydropower Project in Laos

GOU Shuwen, ZHOU Chao, ZENG Lingmin, LIU Huifang

(Laos Sub-company of Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610037)

Abstract: The backfilling speed for the concrete face rockfill dam of Nam Ngum 3 Hydropower Project is limited by the production efficiency of cushion material. By taking advantage of the characteristics of the original artificial aggregate system and adjusting the crumbling gap of jaw crusher or impact crusher, an independent production line of cushion material is formed. It has replaced the original production process of cushion material that used "spreading and vertical excavation method (method of artificial aggregate production by spreading different proportion of aggregate in layers and excavating vertically to get the desired aggregate)", and greatly improved the production efficiency of cushion material and satisfied the backfilling speed requirement of the dam.

Key words: cushion material; production process optimization; new process characteristics; quality control; Nam Ngum 3 Hydropower Project.

1 概述

老挝南俄 3 水电站大坝高 210 m, 坝轴线长 518.5 m, 坝顶宽 8 m, 总填筑量为 1 154.57 万 m³, 是目前东南亚及老挝第一高面板堆石坝。坝体填筑主要分为: 垫层小区(2B)、垫层区(2A)、过渡区(3A)、主堆石 I 区(3B I)、主堆石(3B II)、次堆石区六个填筑区域^[1]。其中, 垫层区(2A)需要粒径为 0~80 mm 的垫层料共计 77.66 万 m³。垫层区(2A)垫层料各级骨料需量表 1。

表 1 垫层区(2A)垫层料各级骨料需量表

项目	粒 径 /mm				合计
	0~5	5~20	20~40	40~80	
级配用量 /万 t	34.94	10.45	15.96	16.31	77.66
比例 /%	45	13.45	20.55	21	100

垫层区(2A)的宽度为 4 m, 是堆石坝坝体的重要部分。由于垫层料的质量关系到坝体的运行

性能, 因此垫层料的制备强度关系到大坝填筑的强度, 故对垫层料的质量和加工强度要求较高。

1.1 垫层料加工采用的原生产工艺

垫层区(2A)的垫层料加工采用的原生产工艺为“平铺立采”。工艺流程为: 根据工程选用砂石料场的原则^[2], 垫层料加工采用的料源由龙镇灰岩料场开采粒径≤400 mm 的骨料, 经过颚式破碎机和圆锥式破碎机破碎、筛分机筛洗后得到粒径为 0~80 mm 的级配骨料, 由自卸汽车运输至 1 号隧洞洞口处的空地, 掺加 35%~55% 的人工砂, 平铺立采, 再运输到大坝。垫层料最大的生产强度仅为 9 000 m³/月。试验结果表明: 质量满足设计和规范要求。

1.2 垫层料的铺填厚度^[3]

根据《土石筑坝材料碾压试验规范》(NB/T35016-2013)和项目实验室的试验数据, 拟定粒径 0~80 mm 级配碎石料的层厚为 50 cm, 计

收稿日期: 2022-07-10

算得出铺填人工砂的厚度为30 cm。

铺料方法:第一层铺粒径为0~80 mm的级配碎石料50 cm厚,第二层铺30 cm厚的人工砂。自卸汽车每卸料一层用推土机铺平,各层厚度采用标杆控制。

掺拌方法:采用挖掘机立面掺拌混合,经过3~5次掺拌,使垫层料均匀、不分离后即可得到合格的垫层料。

1.3 问题的提出

该大坝于2017年3月开始填筑,要求到2019年3月填筑至高程724.5 m。2018年11月发现垫层料的制备强度出现问题,极大地影响到坝体的填筑进度,其主要原因有两点:(1)平铺立采场地受限且需要二次转运,将大量的时间花费在二次转运上;(2)人工砂石系统既要生产混凝土骨料,又要生产垫层料的级配骨料,导致该人工砂石系统强度不足。项目部根据重新规划的进度计划和人工砂石系统强度设计计算出剩余垫层料的用量约为42.48万 m^3 ,要求其生产强度必须达到1.77万 m^3 /月。而垫层料原来的生产工艺最大生产强度仅为9 000 m^3 /月,不能满足施工需求。必须采取有效措施予以解决。

2 垫层料生产工艺的优化

2.1 垫层料生产工艺优化的目的

鉴于现场施工工期紧张,混凝土浇筑量大、垫层料及人工砂供应紧张,采用“平铺立采”及拌合楼拌制的方式均需投入大量的人工和机械,导致生产环节增多、质量控制难度相应增大,难以保证加工料质量的稳定性。项目部经研究决定取消了原来利用碎石料“平铺立采”或“拌合楼拌制”制备垫层料的方案,采用新的垫层料制备工艺,即在原有的人工砂石系统半成品料堆处新增设了一条垫层料生产线生产出合格的垫层料直接上坝以满足现场施工所需。

该工艺优化具有以下目的和意义:(1)减少设备和人员的投入,降低成本。(2)使垫层料的制备质量可靠稳定,不受人为因素影响。(3)使垫层料的制备能力得到较大幅度的提高。

2.2 设备选型^[4,5]

由于新垫层料生产线是在原人工砂石系统半成品料堆位置新建一套由地笼、振动给料机、反击式破碎机、皮带运输机组成的垫层料生产系统,故需根据破碎机粒度特性曲线选择适宜的反击式破碎机。垫层料生产线的主要设备见表2。

表2 垫层料生产线主要设备表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	美卓颚式破碎机	C100	台	1	原人工砂石系统设备
2	棒条式给料机	ZSW600×150	台	1	原人工砂石系统设备
3	美卓反击式破碎机	NP1315	台	1	新增垫层料生产线设备
4	皮带输送机	B1000	台	2	新增垫层料生产线设备
5	振动给料机	GZG110×2.2	台	2	新增垫层料生产线设备

2.3 垫层料生产工艺优化的研究内容

2.3.1 加工设备对质量控制具有的优势

美卓矿机C系列破碎机采用双楔块排矿口调节方式。破碎机的排矿口可以通过随机提供的工具在几分钟内手动调整完毕,无需处理脏而臃肿的垫片。美卓矿机NP系列反击式破碎机的同一液压装置既能打开机架,又能够作为排料口调节装置。通过机架两边设置的检查门可以进入破碎机内部进行检查、维修和更换。板锤可以从垂直或水平两个方向进行更换,使设备适用于各种不同的应用条件。两个系列的设备均能实现排矿口的调整,快捷、安全、可靠。根据该设备破碎粒度曲线,垫层料的生产工艺质量能够得到保证。

2.3.2 垫层料料源分析

垫层料料源为石灰岩,可碎性好,磨蚀性低、粒形好,比重大,摩尔硬度为3~4,石英石含量相对较低,对颚式破碎机的颚板、反击式破碎机的反击锤、衬板磨损较小。但是,为了保证垫层料生产加工的质量,每班开机前必须检查核对并调整排料口口径。生产时密切关注生产情况,一旦发现生产出的成品料粒径较大或粉料含量明显不足时,必须及时停机检查产生的原因;必须根据料源情况随时调整,对磨损严重无法调整的部位及时进行更换,以保证生产出的成品料满足设计要求。

2.3.3 生产工艺流程的优化分析

原垫层料生产的工艺流程。(1)粒径为0~

80 mm 的混合料生产工艺:灰岩料场→颚式破碎机→半成品料堆→圆锥式破碎机→反击式破碎机→圆形振动筛→混合料。(2)粒径为 0~5 mm 人工砂的生产工艺:灰岩料场→粗碎车间→中细碎车间→制砂车间→人工砂。(3)粒径为 0~80 mm 的混合料与粒径为 0~5 mm 的人工砂按照试验室现场取样得到的数据,经过装、挖、运、平等流程分层铺设得到合格的垫层料。

优化后的垫层料生产是从原人工砂石系统半成品料堆取料,通过地笼卸料,再经过皮带输送机

运至反击式破碎机进行破碎,将反击式破碎机一级排料口的尺寸调整为 140~150 mm,二级排料口的尺寸调整为 40~50 mm,经二次破碎后的混合料通过皮带机送至料堆^[6]。料堆堆高 5.5 m,自然堆积量约为 160 m³,在机头上安装有防止骨料分离的缓降器溜槽,料堆的垫层料由汽车运输直接上坝。

优化后的垫层料生产工艺流程为:灰岩料场→颚式破碎机→半成品料堆→地笼→皮带输送机→反击式破碎机→垫层料。优化后的垫层料加工工艺流程见图 1。

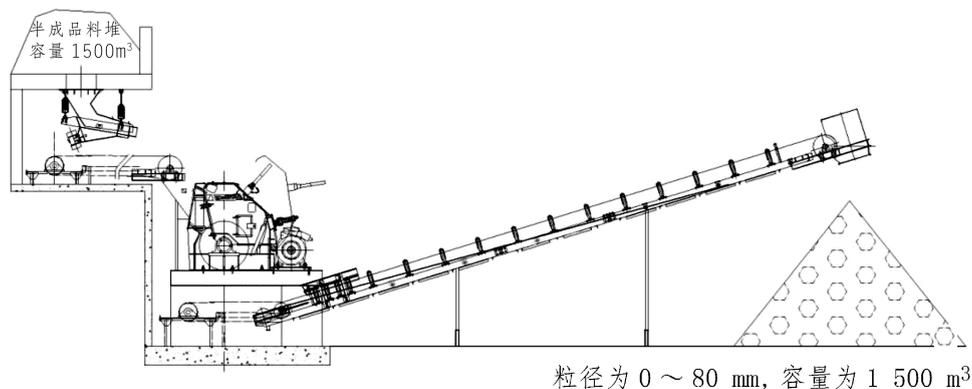


图1 优化后的垫层料加工工艺流程图

由以上分析可见:优化后的垫层料生产工艺大大简化,减少了圆锥破碎机、圆形振动筛、推土机、挖掘机的使用,降低了设备和人工的投入。

2.4 质量控制

(1)过程控制^[7]。新的垫层料加工工艺系通过调整颚式破碎机和反击式破碎机排料口间隙直接获得成品垫层料,因此,为了保证垫层料的加工质量,每班开机前必须检查及调整排料口间隙,并对磨损严重无法调整的部位及时进行更换,以保证生产出的成品料符合设计要求。

主要采用以下两种严格控制石粉流失的方法:①对所加工的岩石适当喷淋少量的水;②对反击式破碎机、颚式破碎机廊道进行密封。

采用项目部所属试验室对垫层料按 3 000 m³/次的频次进行取样分析、监理人员旁站式全程参与、业主试验室定期抽检的方式对产品质量进行控制。

(2)成果分析。通过调节颚式破碎机、反击式破碎机排料口间隙使骨料级配发生变化,直至调节至满足垫层料设计所需的包络曲线为止。垫层料包络曲线见图 2。

由试验结果分析得出:所生产出的垫层料各项技术指标完全满足垫层料的设计要求和规范要求,经上坝碾压取样,各项性能指标均满足设计要求。

3 垫层料新生产工艺具有的特点

(1)对原有人工砂石加工系统的强度没有影响;新工艺从原人工砂石系统半成品料堆取料,由于原人工砂石系统设置有半成品料堆作为缓冲容量,因此,其既不影响混凝土骨料的生产强度,又能保证垫层料的生产和质量。

(2)垫层料质量稳定:由于新工艺是通过调节颚式破碎机、反击式破碎机排料口的间隙获得合格的垫层料,从而减少了人为因素对垫层料质量的影响,故其质量稳定。

(3)节约成本:根据测算,原“平铺立采”方式生产垫层料的成本为 9.91USD/m³,而采用优化后的工艺生产垫层料的成本为 2.21USD/m³,节约了 7.7 USD/m³,经测算,南俄 3 项目节约成本至少为 1 510.039 USD。

(4)生产强度:采用新生产工艺可以使垫层料的生产强度由原来的 9 000 m³/月提高到 32 000

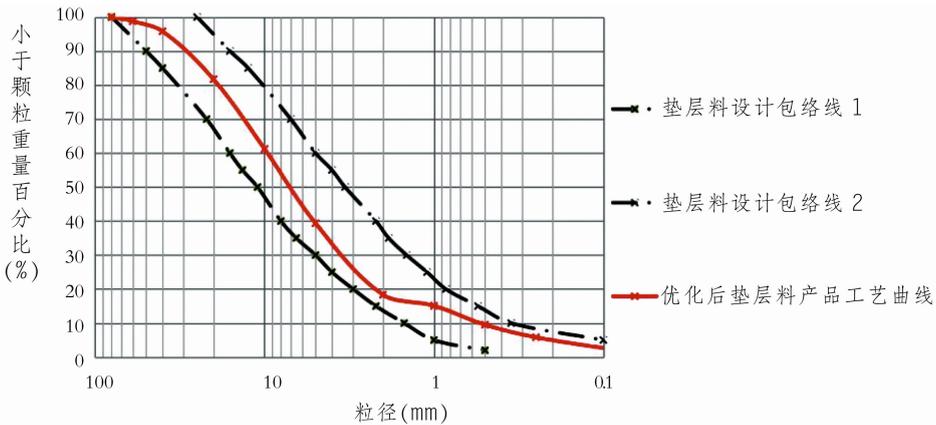


图2 垫层料包络曲线示意图

~35 000 mm³/月,进而满足了大坝填筑强度要求。

(5)适用范围:该工艺在面板堆石坝垫层料生产中具有普遍推广价值,还可推广应用到白云岩、凝灰岩、花岗岩、片麻岩等岩石。

4 结语

老挝南俄3水电站在原人工砂石系统半成品料堆处通过增加一套独立的小型垫层料生产线的方式直接生产出合格的垫层料,从而大大增加了垫层料的生产能力,降低了垫层料的生产成本,有效解决了大坝垫层料供应紧张的问题,加快了大坝填筑强度,最终保证了大坝填筑按期完工,为面板堆石坝垫层料的生产制备开辟了一条新的思路。

参考文献:

- [1] 混凝土面板堆石坝施工规范,DL/T 5128-2009[S].
- [2] 水电水利工程施工总布置设计导则,SL/T 5192-2004[S].
- [3] 土石筑坝材料碾压试验规范,NB/T 35016-2013[S].

- [4] 水利水电工程砂石加工系统设计导则,DL/T 5098-1999[S].
- [5] 朱雨东,杨伟.人工砂石料生产的工艺布置原则和设备选型[J].砂山机械,2011,39(9):1-4.
- [6] 刘君成,肖微,王凯.某抽水蓄能电站砂石骨料加工系统设计浅析[J].水电与抽水蓄能,2017,3(2):112-115.
- [7] 水电工程施工组织设计规范.辅助企业,DL/T 5397-2007[S].

作者简介:

- 苟仕文(1968-),男,四川都江堰人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工
周超(1988-),男,四川成都人,工程师,学士,从事建设工程砂石系统施工技术及设备物资管理工作;
曾令敏(1983-),男,四川都江堰人,工程师,学士,从事建设工程施工设备物资管理工作;
刘慧芳(1987-),女,湖南益阳人,高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工
(责任编辑:李燕辉)

水电十局运行维护检修公司南俄5水电站连续安全运行3 600天

截至2022年10月11日,水电十局运行维护检修公司南俄5水电站连续安全稳定运行3 600天,累计上网电量超41.27亿千瓦时,有力保障了老挝经济持续稳定地发展。老挝南俄5水电站是中国电建集团第一个以BOT方式在老挝投资建设的水电站项目。电站位于老挝北部山区南俄河上游右岸支流的南汀河上,距首都万象300公里左右,总装机容量为120兆瓦。电站自投产以来,水电十局运维项目部高度重视电站的安全生产工作,以安全生产为目标,建立健全了安全生产责任体系并不断完善符合电站实际情况的标准化管理制度,为电站持续稳定安全运行提供了可靠保障。

三分局广州水环境项目城中村污水治理工程顺利通过单位工程验收

2022年9月28日,由广州市白云区水务工程建设管理中心、广州市白云区水务工程质量安全监督站、广州市城市排水公司及代建、监理、总包、设计、勘察等工程建设相关单位组成的联合验收组,对水电十局三分局承建的广州市白云区凤和等三村城中村污水治理工程3个单位工程进行了验收,验收组专家一致认为:本次验收的3个单位工程已按设计要求完成合同建设内容,工程质量符合设计及规范要求,功能满足使用要求,验收合格。该工程是广州市白云区第四批城中村污水治理工程。项目建设过程中,项目部始终秉持公司“履约为先、管理为重、创效为本”的核心价值观,坚持以党建为引领,团结协作,真抓实干。克服了工程点多面广、物资紧缺、气候环境及新冠疫情等不利因素的影响,狠抓安全生产,严把质量关。目前,该项目已顺利完成以下工作量:新建污水混凝土管64 383米,埋地接户管77 342米,改造合流立管93 115米,检查5 792座,路面破除修复180 508平方米等工程实体建设。通过治理,城中村的治污效果凸显,居民生活环境得到明显改善,群众幸福感、获得感显著增强。该工程对推动农村生活污水治理提质增效,构建农村生态保护新格局打下了坚实基础。

(中国水电十局 供稿)