

大型砂石系统骨料预筛分系统的应用研究

陈志刚¹, 曾鸣², 李力²

(1. 华电金沙江上游水电开发有限公司, 四川 成都 610041;

2. 中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610016)

摘要:随着各地限制开采天然砂石资源,市场对建筑用砂石骨料需求量的逐渐增加,同时建材需求行业对建筑砂石骨料产品质量要求的提高。目前大部分建筑砂石骨料生产企业正面临着对生产工艺进行提质增效和减少能耗的生产压力,笔者以巴塘水电站砂石系统为例,阐述预筛分技术设计及应用,通过系统实施提高了砂石骨料生产系统制砂能力、生产量和系统运行稳定性,同时预筛分保留了泥土原有状态,可将筛分产物用作表土资源化利用。

关键词:骨料;预筛分;含泥量

中图分类号:TV42+2

文献标志码: B

文章编号:1001-2184(2024)03-0116-03

Research and Application of Aggregate Pre-screening System in Large-scale Sandstone System

CHENG Zhigang¹, ZENG Ming², LI Li²

(1. Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., LTD., Chengdu Sichuan 610041;

2. Sinohydro Bureau 5 Co., LTD., Chengdu Sichuan 610016)

Abstract: with the restrictions of river-sand mining from different level of authorities, the market demand for construction sand aggregate gradually increased, at the same time, the demand for building materials industry has increased improve the quality of construction sand aggregate products requirements. At present, most construction sand aggregate manufacturers are facing the pressure of improving the quality and efficiency of the production process and reducing the energy consumption. This paper takes the sand aggregate system of the Batang Hydropower Station as an example, describes the design and application of pre-screening technology, which improves the sand-making capacity, production capacity and system operation stability of the sand aggregate production system through systematic implementation, and at the same time, pre-screening preserves the original state of the soil, the screening products can be used as surface soil resources.

Keywords: Aggregate; Pre-screening; Mud content

1 概述

巴塘水电站位于金沙江上游河段四川省和西藏自治区的界河上,右岸为西藏昌都地区芒康县,左岸为四川甘孜藏族自治州巴塘县,是金沙江上游河段十三级开发的第九级电站。电站以发电为主,为二等大(2)型工程。正常蓄水位为 2 545.00 m,总库容 1.41 亿 m³,电站装机 750 MW,多年平均发电量为 33.75 亿 kW·h,装机年利用小时 4 500 h。

巴塘水电站砂石加工系统承担巴塘电站 130.92 万 m³ 混凝土骨料及大坝反滤料的生产供

应任务,其混凝土毛料主要来自引水发电系统左岸边坡开挖料。左岸边坡开挖料以黑云母石英片岩为主,其自身抗风化能力较强。但由于左岸山体为金沙江与巴楚河切割形成的孤山梁,三面临空,为岩体的风化、卸荷松弛及倾倒变形提供了地形条件;同时,左岸山体又处于区域性活动断裂带与右岸雄松—苏洼龙区域断裂夹持下的狭小区域内,次级构造十分发育,构造风化特征明显。总体来说,左岸山体在不良地质现象与构造应力的共同作用下,岩体较破碎,完整性较差,断层带普遍夹泥,开挖难以去除夹泥层。

经对堆存的混凝土毛料进行颗粒筛分试验,

收稿日期:2024-03-15

小于 1 mm 的颗粒平均达 14.75%,小于 0.075 mm 颗粒(泥)平均达 6.77%。由于毛料中含小于 0.075 mm 颗粒(泥)偏大。通过已建成的砂石加工系统运行情况看,经常因夹泥层进入制砂机,造成制砂机腔体内堆积大量泥结石,系统制砂效率降低;在边坡及洞室开挖过程中发现,揭露的地质结构较为复杂,毛料开采区节理、断层发育,断层多为强风化岩体,岩层夹有大量泥,平均含泥量达 35.65%,给系统运行增加压力,且大大降低砂石加工系统混凝土毛料处理能力,增加施工成本。鉴于这种情况,降低混凝土毛料含泥量,对提高砂石加工系统混凝土毛料处理能力和节约成本显得极为重要。为此需增加砂石加工预筛分^[1]系统,笔者详细介绍了该设计及工作原理。

2 预筛分系统设计

2.1 设计思路

为解决毛料中含小于 0.075 mm 颗粒(泥)含量偏大问题,以提高砂石系统生产效率,减少设备故障,拟通过在粗碎车间前端增加预筛分车间,预先分离物料中粒径小于 5 mm 的毛料,减少因毛料含泥大造成的制砂设备堵塞需清理和检修时间,提高制砂效率^[2]。

2.2 设计意义

该工程地理位置位于四川省境内重要河流金沙江上,工程所在地区属于国家级水土流失重点预防保护区和省级水土流失重点治理区,且工程区所在地区多为山区,可耕种面积较少,且种植土相对匮乏,通过在粗碎车间前端增加预筛分系统分离出 5 mm 以下的碎石及土壤,不仅减少了后续筛分系统泥和石粉的处理压力,提高系统毛料处理能力节约成本,同时分离出的泥处理后可用于种植土,增加当地可耕种土地面积,造福当地百姓。

2.3 具体措施

在充分利用有限场地的前提下,在粗碎棒条给料机下部增加两条小皮带 Z1、Z2(长 500 cm、带宽 65 cm、电机功率 7.5 kW),将棒条给料机间隙过滤后的粒径小于 10 cm 的毛料输送至主皮带 Z3(长 4 300 cm、带宽 80 cm、电机功率 30 kW);通过 Z3 皮带将粒径小于 10 cm 的毛料输送至震动筛进行筛分,震动筛采用 3 台 YKR2460H 重型圆振筛(筛网分别为 40、20、5 mm),筛分后将粒径大于 5 mm 的毛料通过 Z4 皮带(长 3 460 cm、

带宽 80 cm、电机功率 30 kW)返回原 A1 皮带输送至半成品料仓;粒径小于 5 mm 筛余泥土通过 Z5 皮带(长 3 650 cm、带宽 65 cm、电机功率 22 kW)输送至泥土堆存场地,后续运送至右岸复耕土堆存场地。

3 系统施工

3.1 基础开挖

结合现有系统布置情况,以及根据新增预筛分车间设计结构要求,在原 A1 皮带及半成品下游侧开挖及场地平整,满足预筛分车间及弃料堆放场地即可,尽量少挖多填。由于系统对基础的承载要求较高,该系统在堆渣料上面,因此对主设备范围采取碾压夯实,以保证基础承载力。

3.2 混凝土基础施工

预筛分系统主要基础为桁架基础,震动筛基础,全部采用下挖 1.0~1.5 m 制作钢筋混凝土墩,混凝土采用 C25,震动筛基础钢筋双层布置主筋 $\Phi 25@150$,分布筋 $\Phi 25@150$,排架基础钢筋采用 $\Phi 16@150$ 双层布置,并安装埋件,后续与桁架立柱可靠连接。

混凝土^[3]基础按以下工序进行施工:基础开挖—基础处理—垫层浇筑—钢筋制安—预埋件埋设—模板架设—混凝土浇筑—养护—拆模—清理现场。

每一道工序严格执行三检制,必须经监理工程师认可签字后才能进行下一道工序。

3.3 钢结构加工制作

预筛分系统桁架的制作根据原系统设计的桁架结构制作,根据图纸要求,进行型材切割,切割后的材料应进行矫正,切割后应清除熔渣和飞溅物等,切割的加工面应平整,坡口加工完毕后,应采取防锈措施。

材料下料后需经过制造技术人员进行尺寸复核无误后才能进行焊接。焊接材料应储存在干燥、通风良好的地方,并有专人保管。施焊前,将焊接面及两侧各 15~20 mm 范围内的浮锈、水迹等清理干净,并应检查装配尺寸、坡口尺寸及定位焊缝质量、经检查合格后,方可施焊,焊接过程中,最低道间温度不应低于预热温度,且不应高于 230℃。

需制定焊接工艺措施,包括焊条的选用、焊工人数、焊接顺序、焊接速度、焊缝外观质量、无损检

测等,报送监理工程师审批,焊接时严格按批准的工艺措施施工。焊接过程中还要随时监测钢结构的整体焊接变形情况,做好相应的记录。如果发现变形超差,会同监理工程师一起分析原因并适当修改焊接工艺,不得私自修改工艺措施。

焊接全部完成后,应拆除安装临时用的构件,并清理修平焊疤,复测结构尺寸及焊缝无损检测^[4],验收合格后按照安装方案进行安装作业。

3.4 钢结构安装

安装钢结构前应将混凝土基础上的杂物全部清理干净,使用全站仪在混凝土基础上放出钢结构安装控制点,并设置定位块,另外所有的支撑加固材料,调整用的手拉葫芦和千斤顶辅助工具应全部准备妥当,卡环、钢丝绳、吊钩等全部检查合格,具备钢结构安装条件。

首先对钢构件的质量进行检查,采用 25 t 汽车吊进行预筛分系统钢结构吊装;钢结构吊装就位后,分别以基础中心和轴线为基准点调整钢结构安装位置,待各几何控制尺寸合格后方可用连接板将钢结构与基础埋板临时焊接加固。焊接加固后在两侧采用厚度为 20 mm 钢板进行可靠焊接加固,焊角不小于 12 mm。安装工艺保证现场人员安全和钢结构的精度及稳定,当钢结构各项尺寸满足设计及相关规范要求,结构与埋板之间的节焊缝牢固,直至所有结构安装全部安装完毕、合格。

整个安装过程中,现场监理、项目技术负责人、安装单位现场负责人全部到岗,现场指导钢结构安装作业。现场管理人员、专职安全员进行旁站监督,作业人员严格按照安装方案中的安全技术标准、安装步骤、工艺流程、注意事项等要求进行安装,确保安装作业顺利进行。

3.5 主设备及电气安装

预筛分系统安装主要是重型震动筛安装,安装时安排具有丰富安装和使用经验的施工人员和专业技术人员进行安装作业,采用 25 t 吊车配合。

预筛分系统电气安装主要电机安装、电缆安装、防雷接地安装,电缆最终直接接入粗碎 PLC 控制系统。

4 预筛分系统试运行

系统调试合格后,系统带载试运转。试运行前应对设备及其附属装置进行全面检查,符合要

求后方可进行试运行。试运行步骤应先无负荷、后带载,先从部件开始,由部件至组件,由组件至单台(套)设备,在上一步骤合格前,不得进行下一步骤。

5 效果

半成品料含泥量明显减少,系统出砂率有效提升。根据监理记录,增设预筛分系统前后,系统平均出砂率由 190 t/h 增加至 230 t/h,按每日有效运行时间 12 h 计算,每日增加出砂量 480 t 左右。

系统检修次数减少。增设预筛分系统前,制砂机腔体内堆积大量泥结石,工人须用电锤清理制砂机腔体内泥结石内壁;另外由于振动筛最小筛网孔径为 5 mm,毛料中含泥量过大容易造成不过筛的情况,导致集料斗堵塞。增设预筛分系统后,系统检修时间由平均每天 10 h 减少为 4 h 左右,检修时间减少 60%。

生产废水处理系统负荷减小,处理费用降低。增设预筛分系统前,生产废水处理系统每日泥饼转运量平均 20 车,约 400 m³;增设预筛分系统后,预筛分系统平均每日转运泥巴 12 车,约 240 m³,生产废水处理系统每日泥饼转运量平均 8 车,约 160 m³。平均每天废水处理量由 4 000 m³ 减少至 1 600 m³,废水处理系统运行维护费按 2.5 元/m³ 计算,平均每天节约系统运行维护成本约 6 000 元,截至 2023 年 5 月可节约运行维护成本约 450 万元。

将筛分产物进行表土资源化利用,有助于改善巴塘水电站表土收集较少的现状。增设预筛分系统后,预筛分系统后的泥土未经系统冲洗,保持了泥土原有状态,可作表土利用。系统改进后,经初步统计,平均每日转运泥土 12 车,约 240 m³,除去雨季,目前已收集约 2 万 m³ 表土。

6 结 语

通过合理加装筛分^[5]系统,一方面去除毛料的夹泥,砂石骨料生产系统骨料生产质量得到保障,提高了砂石骨料生产系统制砂能力、生产量和系统运行稳定性。目前砂石骨料生产供应基本满足该工程的需求,保障了工程的顺利实施,是一次成功的预筛分改造实例;另一方面预筛分保留了泥土原有状态,可将筛分产物进行表土资源化利

(下转第 148 页)

采用 I 16 工字钢做平台支撑,直径 12 mm 螺纹钢间排距 5 cm×5 cm 钢筋网片做平台台面,用于上层及顶拱施工作业。自制简易移动式施工平台示意图 4。

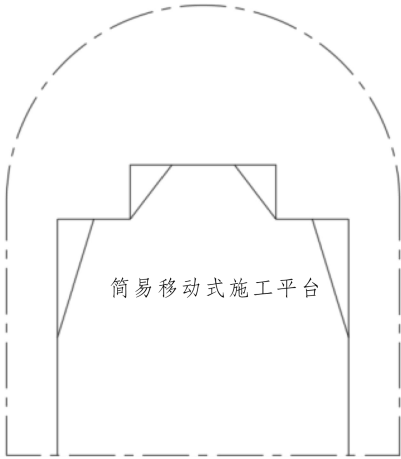


图 4 自制简易移动式施工平台示意图

4 快速施工

4.1 快速开挖

按照 2.5 m 一个循环进行开挖施工,使用测量仪器按爆破设计放点。同时经测量放线,定出各孔样架,根据样架按照设计 3% 坡度对每孔施钻。为提高开挖效率,减少每次开挖移动钻爆台车的工序,采用光爆孔钻孔超深 10 cm,并用细砂回填,对下一循环开挖轮廓控制(下道循环可按该钻孔超深点位继续行钻),每三个循环复测一次,保证质量的前提下进行快速施工。

4.2 快速支护

(上接第 118 页)
用,改善了巴塘水电站表土收集较少的现状,是一个环境友好改造方案,可为面临同类问题的砂石加工系统设计提供借鉴和参考。

参考文献:

[1] 龚华伟. 大渡河猴子岩水电站砂石加工系统设计方案研究[J]. 经济与管理科学, 2010(3): 103-105.
[2] 施工组织设计手册第五卷结构设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1994(2009 重印).
[3] 水工混凝土施工规范: DL/T 511-2015 [S].
[4] 焊缝无损检测超声检测技术、检测等级和评定: GB/T

每循环开挖结束后,利用自制简易移动式施工平台作为锚喷施工平台。施工平台的就位与移动采用机械辅助人工推行并固定。减少脚手架支护平台搭设作业时间,从而加快整体支护工作效率。

5 结 语

在该次小洞径排水洞开挖支护施工过程中,采用光爆造孔超深及回填、自制简易移动式台车等一系列优化措施,合理利用现有条件,攻克解决诸多现场施工难题,可为类似的小洞径隧洞施工提供参考与借鉴。

参考文献:

[1] 钟永兵,方正. 掘进扒渣一体机在小断面隧洞施工中的应用[J]. 四川水利, 2018, 39(3): 58-60.
[2] 吴景利. 小断面隧道施工技术分析[J]. 邢台职业技术学院学报, 2018, 35(1): 93-96.
[3] 李临杰. 长距离小断面陡坡支洞隧洞排水措施浅析[J]. 山西水利, 2017, 33(10): 30-31.
[4] 张春洪,梁胜利. 正反井开挖施工技术在梅蓄电站下库闸门井上的应用[J]. 广东水利水电, 2020(10): 43-49.
[5] 高万生. 张峰水库导流泄洪洞施工技术[J]. 山西水利, 2007(4): 72-73.

作者简介:

古小梦(1993-),男,四川泸县人,工程师,学士,从事水利水电工程建设管理工作;
李 凯(1997-),男,河南开封人,助理工程师,本科,从事公路隧道及水电工程施工质量与技术工作;
史明泽(1999-),男,河南开封人,本科,从事水电工程施工技术与质量管理工作;
胡 兵(1998-),男,四川广安人,助理工程师,本科,从事水电工程施工技术与质量管理工作. (编辑:吴永红)

11345-2013[S].
[5] 李宏国,王飞. 金河电站砂石集料筛分系统设计[J]. 水利水电技术, 2004(35): 45-47.

作者简介:

陈志刚(1992-),男,甘肃陇西人,工程师,学士,从事水电工程建设管理工作;
曾 鸣(1989-),男,甘肃岷县人,工程师,本科,从事水利水电工程施工工作;
李 力(1995-),男,湖北襄阳人,助理工程师,本科,从事水利水电工程施工工作.

(编辑:吴永红)