

人工砂石加工系统废水处理工艺 设计及应用

尚 涛¹, 阚思蒙², 罗文君²

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310000;
2. 华电金沙江上游水电开发有限公司拉哇分公司, 四川 成都 610041)

摘 要:针对水电工程砂石加工系统高浊度废水处理工艺存在的排泥管道淤堵、清渣困难、废水澄清及泥渣脱水效果不理想等问题,结合本工程砂石加工系统生产工艺及废水处理目标,设计并采用了“机械预处理+辐流沉淀+高压隔膜压滤机脱水”废水处理工艺,在参数设计、设备选型及配置上考虑一定的裕度。废水处理设施建成后运行稳定,废水处理指标满足行业回用标准且实现了“零”排放,对类似水电工程砂石加工系统废水处理具有借鉴意义。

关键词:水电站;砂石加工系统;废水处理;“零”排放

中图分类号:[TM622];P619.22+8;X703;P616.4 **文献标识码:** B

文章编号:1001-2184(2022)03-0024-03

Design and Application of Wastewater Treatment Technology for Artificial Sand and Gravel Processing System

SHANG Tao¹, KAN Simeng², LUO Wenjun²

(1. PowerChina Huadong Engineering Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang, 310000; 2. Lawa Branch of Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041)

Abstract: In view of such problems as blockage of sludge discharge pipeline, difficult removal of sludge, unsatisfactory sedimentation and sludge dewatering, etc. encountered in treatment of high turbidity wastewater from sand and gravel processing system of hydropower station, the wastewater treatment process of "mechanical pretreatment + radial flow sedimentation + high-pressure membrane filtering" is designed and adopted taking into consideration of the production process and wastewater treatment goals of the sand and gravel processing system of this project, and certain margin is also considered in the design parameter, equipment selection and configuration. The wastewater treatment facility is working in a stable manner with the effluent meeting the industrial reuse standards and achieves zero discharge, which has reference significance for wastewater treatment of sand and gravel processing system in similar hydropower projects.

Key words: hydropower station; sand and gravel processing system; wastewater treatment; "zero" discharge

0 引言

在水电工程建设期间,砂石加工系统高浊度废水处理一直是环保关注的重点和现场管理的难点,尤其是把“零污染排放”作为标准后,更增加了高浊度废水处理的难度。目前,国内大中型水电工程砂石加工系统常用的废水澄清工艺主要采用自然沉淀法和混凝沉淀法^[1]。泥渣干化脱水工艺主要采用自然干化和机械脱水干化,但系统运行期间,容易出现泥浆板结和堵管现象^[2],导致水处理系统无法正常运行;同时,存在水质处理效果不

达标及泥渣脱水效果不理想和设备磨损大的问题^[3]。因此,砂石加工系统废水澄清处理、污泥干化等工艺设计亟待进一步研究提高。

1 砂石加工系统废水处理工艺设计

1.1 生产废水处理

(1)生产废水特性。格茸沟的砂石加工系统主要承担导流及左右岸岸坡工程所需的粗、细骨料及主体工程所需的细骨料加工。导流及左右岸岸坡工程混凝土浇筑高峰月平均强度 3.92 万 m³/m,泄洪系统工程、输水发电系统工程、场内交通工程、下游河道整治工程、大坝工程混凝土浇

收稿日期:2022-05-10

筑高峰月平均强度 $6.2 \text{ 万 m}^3/\text{m}$,按每日两班制生产,砂石加工系统设计生产能力 320 t/h ,其中成品砂生产能力 200 t/h 。

砂石加工系统生产废水来源主要包括筛分车间、制砂车间冲洗用水。整个生产过程形成的生产废水浊度大,粗颗粒含量高^[4],主要为悬浮物 SS,不存在化学污染。系统高峰用水量为 $400 \text{ m}^3/\text{h}$,需处理的废水量约为 $370 \text{ m}^3/\text{h}$,经现场实测,砂石加工系统生产废水特性见表 1:

表 1 砂石加工系统生产废水特性表

监测点位	SS/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	pH
系统进水水质	200 000	6~9

(2)生产废水处理目标。废水处理目标按《水电工程砂石加工系统设计规范》(DL/T5098—2010)的要求确定,处理后 SS 浓度 $\leq 100 \text{ mg/L}$;处理后废水回用于系统生产,不外排。

(3)生产废水处理工艺分析。根据本工程砂石加工系统生产废水特性和废水处理目标并结合场地实际情况,废水处理系统首先采用细砂回收装置进行预处理^[5],以去除生产废水中石粉及大颗粒固体物质,并将回收的细砂和石粉添加到成品砂中。即调节了成品砂细度模数,同时减轻后续废水处理设备负荷,降低了水中大颗粒物磨损造成设备和管道损坏的风险。

废水澄清环节采用了辐流沉淀池废水处理工艺。辐流沉淀池工作原理为中心进水、排泥,周边出水,对水体的搅动力小,有利于悬浮物及污泥的

快速沉降,高浊度废水沉淀处理效果好。池体底部采取回转式刮泥、机械排泥,有效解决了设施运行期间存在的泥渣淤积、板结等导致渣浆泵设备故障、管道淤堵和沉淀池清渣困难等问题。泥渣脱水环节采用了高压隔膜压滤机干化工艺,高压隔膜压滤机具有自动化程度高,生产能力大,滤饼含液率低,占地面积小等特点,该污泥脱水工艺的使用解决了泥渣快速脱水问题,同时节约了场地。

1.2 生产废水处理工艺设计

本工程砂石加工生产废水处理系统设计总体规模为 $400 \text{ m}^3/\text{h}$;系统主要由细砂回收车间、废水处理车间、加药车间、污泥干化车间、事故池、清水池、调节池、泵站、管网、供电设施、生产辅助房建等组成。

废水处理采用“机械预处理+辐流沉淀+高压隔膜压滤机脱水”工艺,即用砂石加工系统制砂、筛分车间将生产废水汇集至集水池,通过细砂回收装置回收废水中的石粉及 0.16 mm 以上大颗粒固体物质后通过胶带机运至砂仓,废水输送过程在混凝器中加入 PAC 絮凝剂和 PAM 助凝剂两种药物与辐流沉淀池的废水充分混合,使其中悬浮物固体快速絮凝沉淀至池底,通过渣浆泵将污泥送至高压隔膜压滤机进行浓缩、干化,高压隔膜压滤机压滤得到的清水和在辐流沉淀池中澄清后的清水一起汇入清水池泵送回收利用,泥饼通过胶带机运至废渣斗,由自卸汽车出渣并运至指定渣场。砂石加工系统废水处理工艺流程图见图 1。

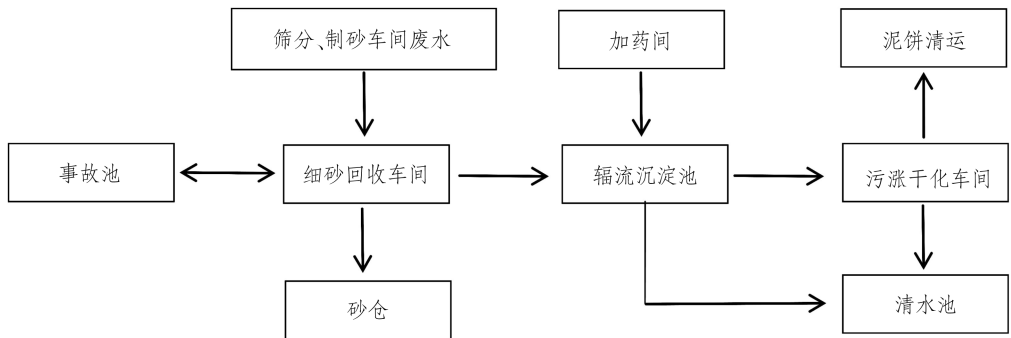


图 1 砂石加工系统废水处理工艺流程图

1.3 主要设备选型及构筑物参数设计

1.3.1 细砂回收装置

本工程采用海王 FS400 细砂回收装置,由一台 ZKJ1837—28N 高频脱水筛,配置 2 个旋流器组(4 个 FX350—GXB,3 个 FX500—GX—45 旋

流器),前者专门回收石粉及大颗粒物质,后者则专门回收 0.16 mm 以上大颗粒物质。渣浆泵使用旋流器专用高效耐磨渣浆泵(变频,一用一备),总功率为 86.6 kW ,处理能力 $15 \sim 30 \text{ t/h}$ 。回收的细砂和石粉直接上胶带机运进砂仓。

1.3.2 辐流沉淀池与渣浆泵房

辐流沉淀池设计为两座 $\Phi 18$ m 的辐流沉淀池,半地上式,地上 5 m,地下 4.6 m。

渣浆泵布置在辐流沉淀池旁,配置三台 125ZJY-I 渣浆泵(两用一备)。排泥管为多段法兰连接形式,每个排泥管配置 2 个渣浆阀,一根冲洗水管及清水阀(由清水池供水),用于渣浆泵日常冲洗。

1.3.3 污泥干化车间

本工程采用 X16ZFG600/1500-U 高压隔膜压滤机,在干化车间设计选用 4 台,以满足“三用一备”运行要求。

1.3.4 加药间

本工程采用 PAC 与 PAM(助凝剂)联合投加的模式。设计 PAC 按 20 mg/L、PAM 按 0.5 mg/L 投加,具体投加量根据实际运行情况调整。PAM 加药装置主要配置一座 8 m³ 溶液箱,配备 2 个溶液箱搅拌机使 PAM 药粉与溶液充分混合,通过加药泵泵入辐流沉淀池稳流桶中,附属 PLC 自动控制加药装置;PAC 加药装置由两个 2 m³ 溶液箱,及 2 个搅拌机附加自动加药装置,搅拌均匀后通过计量泵加入凝滤器中。

1.3.5 清水池和加压泵房

清水池设计有效容积为 385 m³,加压泵房配置 3 台 ISW200-500 单级单吸清水离心泵,两用一备。

1.3.6 事故池

事故池设计有效容积为 420 m³,池内废水由溢流沟导入,出水用设置在事故池中泵坑内的潜污泵加压后送至废水收集池。

2 废水处理设施的运行

砂石加工系统自 2020 年 9 月建成投入使用后,系统出水水质每季度经第三方现场取样监测均满足 $SS \leq 100$ mg/L 要求(日常检测值中 SS 浓度最大值为 75 mg/L),处理后的水循环利用于系统生产;高压隔膜压滤机处理后泥饼含水率为 18%~20%,泥渣经机械脱水后直接由皮带机

运至积渣斗后通过自卸汽车运至渣场指定区域堆存。

3 结 语

针对水电工程砂石加工系统高浊度废水处理存在的排泥管道淤堵、清渣困难、废水澄清及泥渣脱水效果不理想、设备磨损大等问题,结合本工程砂石系统生产废水特性及废水回用标准、现场实际情况,设计并采用了“机械预处理+辐流沉淀+高压隔膜压滤机脱水”废水处理工艺,并在参数设计、设备选型及配置上考虑一定的裕度。实践表明,细砂回收预处理设备有效降低了废水中悬浮物浓度,减轻后续设备处理负荷及大颗粒物对管道、设备磨损程度。尽管辐流沉淀池日废水量大,沉淀、机械刮泥排泥效果仍然很好,有效解决了废水澄清、清渣困难及泥渣板结、管道淤堵等问题。高压隔膜压滤机实现了泥渣自动快速脱水且节约了场地。系统建成后,日常运行稳定,能够适应不同进水浓度要求,出水达标并全部回收使用,实现废水“零排放”要求。该工程废水处理工艺技术的成功应用,对类似水电工程砂石加工系统废水处理具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 陈雯,王丽宏,王刚. 沟皮滩水电站砂石加工系统废水处理新工艺研究[J]. 人民长江,2010,41(22):64-66.
- [2] 燕乔,屠丹,李华斌,等. 砂石骨料生产系统废水处理工艺设计和应用[J]. 人民长江,2015,46(4):42-44.
- [3] 王启栋. 平流沉淀+絮凝沉淀工艺处理水电站砂石加工废水中试研究[D]. 重庆:重庆大学,2011.
- [4] 程里,金岭. 鲁地拉水电站人工砂石系统废水处理工艺[J]. 云南水力发电,2013,(3):142-144.
- [5] 何月萍. 水电站砂石加工系统生产废水处理设计初探[J]. 水电站设计,2004,20(4):80-82.

作者简介:

尚 涛(1986-),男,山西运城人,工程师,本科,从事水电工程环保水保监理工作;

阚思蒙(1995-),男,四川成都人,助理工程师,本科,从事环保水保及工程建设管理工作;

罗文君(1973-),男,甘肃景泰人,高级工程师,大学本科,从事水电工程建设管理工作。

(责任编辑:卓啟昌)

拉哇水电站泄洪放空洞无压段上层洞下游顺利贯通

2022 年 6 月 6 日,拉哇水电站泄洪放空洞主洞无压段上层洞下游顺利贯通。拉哇水电站泄洪放空洞全长 1 397.92 m,采用有压接无压隧洞的型式,由岸塔式进口、有压隧洞段、工作闸门室、无压隧洞段和出口挑流段组成,单洞泄水量约 2 600 m³/s,运行水头约 90 m,施工难度较大。开挖过程中,克服了节理裂隙发育、围岩条件不稳定,掉块和断层等不利情况,顺利实现各项工程管理目标。

(侯树芄 王国阳)