

巴塘水电站砂石系统生产废水处理工艺设计及应用

李 富 兵¹， 孙 叶 龙¹， 丁 善 锋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 610066)

摘 要:金沙江上游水域执行地表水环境质量标准Ⅱ类标准,砂石料生产废水需经处理后全部回用($SS<100\text{ mg/L}$),严禁外排,这对砂石加工系统生产废水处理提出了更高的要求。经对废水悬浮物含量分析和处理设备性能与处理工艺对比分析,结合本工程实际,采用“细砂回收+高位浓缩罐+机械压滤脱水”的工艺处理废水,实现了高效率、低成本运行,达到了废水处理中水循环利用和“零”排放的生态环保要求,为大型人工砂石系统生产废水处理树立了“亮点”标杆。

关键词:废水处理;方案对比;工艺设计;应用效果

中图分类号:[TM622];X703;S220.2 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2021)02-0101-

Design and Application of Wastewater Treatment Process in Sand and Gravel Processing System of Batang Hydropower Station

LI Fubing¹, SUN Yelong¹, DING Shanfeng²

(1. Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610041;
2. Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 10066)

Abstract: The upper waters of the Jinsha River are implementing standard Class II of the Environmental Quality Standard for Surface Water. Wastewater from sand and gravel processing system needs to be treated and all reused ($SS<100\text{ mg/L}$), and discharge is strictly prohibited, that poses high requirement for treatment of wastewater from sand and gravel processing system. After analyzing the content of suspended solids in the wastewater and comparing the performance of the treatment equipment and the process, "fine sand recovery + high-level concentration tank + mechanical filter dewatering" process is selected. With this process, high-efficiency and low-cost operation is realized. The ecological and environmental protection requirements of "zero" discharge after treatment and recycling of reclaimed water are met. This paper leaves a benchmark for treatment of wastewater from large-scale artificial sand and gravel processing systems.

Key words: wastewater treatment; comparison on treatment process; design of technology; application

1 概 况

巴塘水电站位于金沙江上游河段西藏自治区和四川省的界河上,以发电为主,为二等大(2)型工程。电站装机 750 MW,多年平均发电量为 33.75 亿 kWh,装机年利用小时 4 500 h。

巴塘水电站混凝土、大坝过渡料、大坝反滤料高峰时段月均浇筑(填筑)强度分别为 4.7 万 m³、2.39 万 m³、3.10 万 m³,砂石加工系统规模应满足三者叠加后砂石骨料的需求。砂石加工系统成品骨料生产能力不低于 700 t/h,毛料处理能力不低于 850 t/h,为大型人工砂石加工系统。

巴塘水电站砂石系统废水产生主要为破碎车间的碎石冲洗、筛分车间粗骨料冲洗、成品砂冲洗以及各车间降尘用水、清理用水等,高峰期用水量约 800 m³/h,考虑砂石系统各车间冲洗用水消耗和喷雾降尘、场地冲洗用水消耗,损耗率按 20% 计算,产生废水量约 685 m³/h,废水中主要为砂石冲洗产生的石粉、泥沙等悬浮物,经实测,悬浮物浓度大于 70 000 mg/L。

巴塘水电站位于金沙江上游河段,根据其环境影响报告书及批复文件要求,水域环境功能执行地表水环境质量标准为Ⅱ类标准^[1],各类废(污)水禁止排入金沙江。整个生产过程形成的生

收稿日期:2021-03-13

产废水主要为沉淀物及悬浮物 SS,不存在化学污染。本工程废水处理后的中水满足 $SS < 100 \text{ mg/L}$ 的回用和“零”排放的生态环保要求。

2 废水处理方案对比

2.1 废水浓缩工艺对比

人工骨料废水处理是废水悬浮物在添加絮凝药剂后,泥渣比阻降低,沉淀速度加快,在水中浓缩沉淀分离成泥渣,并经脱水设备将泥渣脱水的过程。主要有平流沉淀池、辐流沉淀池和高位浓缩罐等三种方式。

(1)平流沉淀池:优点是处理废水量不限,沉淀效果好,平面布置紧凑,施工方便,造价低,加絮凝药剂剂量较少。缺点是占地面积大,工作量大,机械排泥,浸于水中的设备和驱动件易生锈和腐蚀,进出配水不易均匀。

(2)辐流沉淀池:优点是沉淀效果好,日处理量大,加絮凝药剂剂量较少,机械排泥,运行较好,设备较简单。缺点是占地面积较大,池水水流速度不稳定,底部刮泥、排泥设备复杂。

(3)高位浓缩罐:优点是占地面积小,结构简单,布置紧凑,污泥浓缩效果好,处理效率高,操作简单,故障率低,循环水水质好,造价较低。缺点是加絮凝药剂剂量较多,废水需泵送提升罐顶,能耗高。

三种废水沉淀方式均能满足要求,但受金沙江上游“白格”堰塞湖影响,砂石加工系统面积缩小,平流沉淀池和辐流沉淀池需面积较大,使用面积受限,影响沉淀效果;高位浓缩罐占地面积小,工艺可靠、稳定,运行管理难度小,故选用高位浓缩罐。

2.2 脱水设备对比

人工骨料浓缩泥渣脱水设备主要有带式压滤机、盘式真空过滤机和厢式压滤机三种机械脱水设备。

(1)带式压滤机:优点是连续自动运行,操作和维护简单,低噪音,低能耗,使用寿命长,辅助设备和投资小。缺点是占地面积大,泥饼含水率高(需场地晾晒),污泥回收率较低,絮凝药剂耗损高,运行成本高,反冲洗水量大。

(2)盘式真空过滤机:优点是连续自动运行,劳动强度低,操作条件好,絮凝药剂耗损少,标准盘式过滤单元,互换性强。缺点是设备能耗大,设

备结构复杂,辅助设备多,设备费用高,泥饼含水率高(需场地晾晒),反冲洗水量大,工作量大,进料浓度高。

(3)厢式压滤机:优点是占地面积小,过滤效率和效果好,滤饼含水率低,进料浓度范围广,设备和运行成本低,土建费用低,设备稳定性好,便于维护和检修。缺点是间歇操作,不能连续工作,人工半自动辅助卸泥饼,劳动强度大,絮凝药剂耗损较高。

本工程场面面积受限,结合三种设备处理特点,厢式压滤机泥饼处理量最大、滤饼含水率最低、运行成本适中,本工程选用厢式压滤机脱水设备。

2.3 废水处理方案优选

根据以上比较,平流沉淀池+脱水设备,辐流沉淀池+脱水设备,高位浓缩罐+脱水设备等三种废水处理工艺各具优缺点,结合本工程实际,采用高位浓缩罐+厢式压滤机的工艺进行巴塘水电站砂石骨料加工系统人工骨料生产的洗砂废水处理。

3 废水处理工艺设计

3.1 废水处理工艺流程

生产废水处理系统^[2]主要包括细沙回收系统、废水收集系统、废水沉淀系统、加药系统、机械压滤系统、中水回用系统、淤泥干化系统及其他辅助设备设施组成。

砂石料加工系统生产废水首先经过细砂回收装置,对大颗粒细骨料进行回收,经细砂回收后的废水通过厂区内的排水沟汇集入废水收集系统,用渣浆泵提升至高位浓缩罐进行沉淀处理。为加速沉淀,缩短沉淀时间,在高位浓缩罐顶端添加 PAC 药剂以加快悬浮物沉淀速度^[3],悬浮物在絮凝剂作用下沉淀至高位浓缩罐锥斗底部形成污泥层。高位浓缩罐内沉淀处理后的中水通过出水槽进入出水管自流至中水池,高位浓缩罐底部泥浆通过排泥管道和渣浆泵提升至板框压滤机进行脱水处理,板框压滤机净化后的中水通过排水管道自流至中水池,作为砂石系统生产用水回用,泥饼干化后通过自卸汽车运至渣场堆存,中水池中的水通过回用泵提升至砂石系统生产车间循环利用。生产废水处理系统工艺流程详见图 1。

3.2 废水处理工艺设计

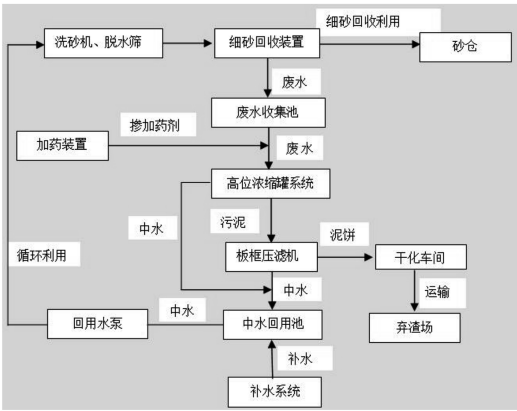


图 1 砂石加工系统生产废水处理系统工艺流程图

3.2.1 细砂回收系统

本工程人工砂生产线采用湿法生产工艺,但洗砂过程中会使 0.16 mm 以下细砂严重流失。因此,不仅影响各粒径砂子的含量,造成细度模数偏粗,而且造成大量细砂排放,增加泥水分离环节的负担和处理难度。细砂回收是砂石加工系统生产废水处理工艺的首要环节,也是调整砂细度模数和石粉含量的重要环节。细砂回收机的主要作用是对回收细砂清洗、脱水、分级,能够回收洗砂机流失的 0.16 mm 以下石粉和细砂,降低废水浓度,提升经济效益。本工程配置 3 台 ZX250-B 细砂回收机,单台 ZX250-B 细砂回收机处理废水能力 250 m³/h,细砂回收能力为 25 t/h 以上,提高细砂产量约 10%。

3.2.2 废水收集系统

砂石加工系统生产废水经排水沟汇集入容量为 60 m³ 的锥底废水收集池,池内设置电动搅拌装置防止废水沉淀,配置 2 台 XPA200-150 渣浆泵。单台渣浆泵流量 160~400 m³/h,最大扬程 20 m。

3.2.3 废水加药絮凝系统

生产废水经锥底废水收集池渣浆泵提升至高位浓缩罐顶部的废水加药絮凝系统,废水加药絮凝系统由 1 台容量 3.0 m³ 搅拌罐和 1 台容量 7.0 m³ 混合药剂液储罐组成。在高位罐混流槽起点经人工手动控制阀门自动加入絮凝药剂,加药废水在高位罐混流槽中发生混凝反应,废水的悬浮物在絮凝和助凝药剂作用下变成易沉淀的物质,最终流入高位浓缩罐内。

3.2.4 浓缩分离系统

浓缩泥水分离是废水处理工艺的关键环节,

设置 2 台高位浓缩罐,单个高位浓缩罐直径 7.2 m,单个高位浓缩罐容量为 300 m³,可满足 800 m³/h 废水处理需要。生产加药废水从高位浓缩罐顶部中心进水、四周排水。在高位浓缩罐稳流筒内,废水絮凝后的大絮团颗粒在重力作用下沉降到罐体下部,上层水变为澄清中水溢流至周边排水管至中水回用池,浓缩泥浆自高位浓缩罐底部排出,经渣浆泵压入厢框压滤系统,2 台渣浆泵为 80SYAG75Q-55,流量 160 m³/h,扬程 75 m。

3.2.5 厢框压滤系统

厢式压滤机是进行浓缩大絮团污泥中自由水与污泥分离的脱水设备^[4]。本工程污泥压滤系统配置 4 台 XMZF500/1500-UB 厢框压滤机,单台压滤机过滤面积为 500 m²,滤室容积 8.8 m³,处理能力 8.5 m³/h。经渣浆泵压入厢框压滤机,经压滤后的中水回流至中水回用池,泥饼干化后运至弃渣场规范堆存。

3.2.6 中水回用系统

本工程砂石加工系统废水处理后的中水全部用于生产,中水回用系统配置 1 座中水回用池,净空尺寸为 20 m×10 m×5 m,有效容量 900 m³,在鄂破附近高程 2 460 m 配置 1 座容积 1 000 m³ 清水补水池。中水经 3 台 250ZXP350-65 型离心泵(流量 350 m³/h,扬程 65 m)提升至砂石系统生产系统循环再利用。

4 废水处理系统应用效果

本工程砂石加工系统生产废水为 800 m³/h,废水中主要污染物为悬浮物,采用“细砂回收+高位浓缩罐+机械压滤脱水”废水处理工艺,系统处理能力满足持续生产要求,实现废水处理后的中水满足 SS<100 mg/L 的回用标准,污泥干化外运,实现了中水经砂石供水系统全部循环再利用。

5 结 语

水电工程人工砂石加工系统生产的废水具有处理量大、悬浮物(SS 值)含量高、处理难度高等特点,直接排放会造成所在区域河流水质污染,因此,生产废水的处理一直是困扰水电工程人工砂石加工系统生产的难题。经对废水悬浮物含量分析和处理设备性能与处理工艺对比分析,结合本工程实际,采用“细砂回收+高位浓缩罐+机械压滤脱水”的废水处理工艺,在金沙江上游巴塘水电站砂石系统中应用效果显著,

满足砂石系统生产废水连续处理需求,经处理后的中水水质优良,达到了 SS<100 mg/L 回用标准。该系统具有处理能力大、运行稳定,对不同浓度废水的适应性较好,且占地面积小,土建施工费用低,建设周期短等优点,实现了高效率、低成本运行,达到了废水处理循环利用和“零”排放的生态环保要求,为大型人工砂石系统生产废水处理树立了“亮点”标杆,为巴塘水电站创建“绿色金上”奠定了坚实基础。

参考文献:

[1] 《污水综合排放标准》GB8978-1996[S].

(上接第 91 页)

渣场,对施工总布置进行相应调整,直接降低投资 14 701.72 万元,大大提高了项目的经济性。

但是,混凝土骨料料源在实施阶段仍会受一些工程边界条件变化的影响,如地质条件变化、骨料加工工艺、有用料管理等。为此,巴塘水电站在实施阶段采取以下几个措施确保了混凝土骨料料源的管控。

(1)对砂石加工系统采取成品粗骨料的全整形工艺,有效控制碎石的针片状含量,确保骨料品质达标;

(2)根据工程实际情况制定了《巴塘水电站有用料管理办法》,通过加强有用料管理,提高有用料利用率;

(3)加强动态管控,根据实际开挖地质条件做好有用料的储存,分析实际储量是否能够满足工

(上接第 100 页)

[4] DL/T5173-2012. 水利水电工程施工测量规范[S]. 2012.

[5] 万里,谷治浪. 导流隧洞洞身开挖施工技术要求. 陕西:西北勘测设计研究院有限公司. 2018.

作者简介:

[2] 《水电工程砂石系统废水处理技术规范》DL/T5724-2015[S].

[3] 燕乔,屠丹,李华斌. 砂石骨料生产系统废水处理工艺设计及应用[J]. 人民长江,2015,(46):42-44.

[4] 王文学,曹龙滨,牛有江. 两河口水电站人工骨料加工系统废水处理工艺浅析[J]. 四川水利,2012,(4):52-55.

作者简介:

李富兵(1982-),男,贵州余庆人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工管理;

孙叶龙(1984-),男,河北任县人、华电金沙江上游水电开发有限公司、工程师、学士、从事水利水电工程施工;

丁善锋(1980-),男,河南濮阳人,项目总工,高级工程师,从事水利水电工程施工管理. (责任编辑:卓政昌)

程需求,以便及时对料源进行调整。

参考文献:

[1] DL/T 5144-2015,水工混凝土施工规范[S]. 中国电力出版社,2015.

[2] DL/T 5151-2014,水工混凝土砂石骨料试验规程[S]. 中国电力出版社,2014.

[3] DL/T 5330-2015,水工混凝土配合比设计规程[S]. 中国电力出版社,2015.

[4] 李太成,余奎,常作维,等. 大型水电工程混凝土骨料料源选择的思考[J]. 水力发电,2011,37,(10):48-50.

[5] 雷爱中,唐宪国,卜向东. 水利水电工程混凝土骨料料源的选择[J]. 建材发展导向,2012,(20):23-26.

作者简介:

杜晓凡(1991-),男,贵州安顺人,工程师,巴塘分公司工程技术部副主任,从事水利水电工程建设管理工作;

田应辉(1970-),男,贵州德江人,高级工程师,巴塘分公司副总工程师,从事水利水电工程建设管理工作.

(责任编辑:卓政昌)

曾 鸣(1989-),男,甘肃岷县人,工程师,一级建造师,本科,从事水利水电工程施工;

古小梦(1993-),男,四川泸州人,助理工程师,本科,从事水利水电工程施工;

李 航(1994-),男,四川成都人,助理工程师,本科,从事水利水电工程施工.

(责任编辑:卓政昌)

金沙水电站二号机组实现并网发电

4 月 22 日,金沙水电站二号机组并网发电成功,这是继 11 月 30 号一号机组投产发电之后,该水电站传来的又一捷报,这也标志着金沙水电站这一国家重大建设项目已经完成了工程建设任务的 95%。2 号机组并网发电后,运行状况稳定,各项指标均优于国家及行业规范。2 号机组每年发电量约 6.27 亿度,可满足 34.8 万户居民一年用电需求。同时,作为优质清洁能源,每年可节约火电标煤约 20 万吨,减少 CO₂ 排放量约 50 万吨,二氧化硫年排放量 0.15 万吨,氮氧化物年排放量 0.13 万吨,将为国家如期实现碳达峰、碳中和目标做出有力贡献。