

一种新型浓密机废水处理系统在水电工程 砂石加工厂中的运用

郑崇飞

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川成都 610213)

摘要:对水利水电工程砂石加工系统废水处理的常见工艺方案及其相应的优缺点进行了介绍,阐述了一种新型辐流浓密机废水处理系统工艺方案及其在工程中的运用。

关键词:砂石系统;废水处理;耙式浓密机;旋流浓密机;运用

中图分类号:TV7;TV541;TV53

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2020)06-0045-07

Application of a New Type Thickener Wastewater Treatment System in Aggregate Processing Plant of Hydropower Projects

ZHENG Chongfei

(Sinohydro Bureau 7 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610213)

Abstract: This paper introduces the common technology schemes of wastewater treatment in aggregate processing system of water conservancy and hydropower projects, as well as their corresponding advantages and disadvantages, and expounds the technology scheme of a new type of radial flow thickener wastewater treatment system and its application in the project.

Key words: aggregate processing system; wastewater treatment; rake thickener; cyclone thickener; application

1 概述

一般而言,水利水电工程建设工程规模较大、混凝土工程量较大且使用地点相对集中,其配套临建工程砂石加工系统的生产规模亦较大,一般可达到中型砂石加工系统以上的规模,相应砂石加工系统配套的废水处理系统规模亦较大,每小时的处理规模 ≥ 120 t/h 甚至超过 1 000 t/h 以上^[1]。废水处理规模大,所带来的工艺方案选择具有相应的难度,因此,合理的选择废水处理工艺方案是废水处理系统设计成功与否的关键。

砂石加工系统的废水主要为冲洗骨料产生的废水,需要处理的污染物主要为悬浮物,其浓度系根据料源和冲洗水量确定且浓度较大,一般为 20 000~90 000 mg/L^[2]。废水中主要为粒径 >0.16 mm 以上的细砂、粒径 ≤ 0.16 mm 以下的石粉和粒径 ≤ 0.08 mm 的淤泥等。

废水处理后需排放,需根据项目所在地水环境类别、悬浮物处理达到一级(SS 小于 70 mg/L)

或二级排放标准(SS 小于 150 mg/L)才能排放^[3];若需循环利用废水处理后的清水,根据经验其一般悬浮物 SS 小于 400 mg/L 即可以利用。

2 水电工程砂石加工系统常用废水处理工艺方案

2.1 废水预处理工艺

预处理工艺主要对粒径 ≥ 0.08 mm 以上的颗粒进行处理,是对洗砂机和脱水筛生产过程中流失的细砂和石粉等进行回收的工艺处理过程。所回收的细砂和石粉可以回掺入成品砂中使用以改善混凝土的性能;亦可以部分或全部作为弃渣处理。

废水中粒径 ≥ 0.08 mm 以上的颗粒可以在废水流速较缓的情况下大部分沉淀,目前采用的预处理工艺主要有刮砂机处理、旋流器处理(即石粉回收装置)、平流池处理、平流池配机械螺旋机处理等工艺方案^[4]。旋流器如黑旋风 ZX 系列、克莱博斯 VDS512 等石粉回收装置其最大单台过污水量能达到 500 t/h,其不仅能回收粒径 ≥ 0.16 mm 以上的细砂,也可以回收粒径 < 0.16 mm 以

下的部分石粉或泥,效果较好;而普通平流沉淀池在满足废水流速和停留时间等指标时效果也较好,如采用水力排砂回收的细砂和石粉含水较多,脱水及运输困难,故采用机械排砂效果较好。

2.2 沉淀处理

经过预处理,废水中的细砂和石粉大部分沉淀后被弃除,废水进入沉淀处理工艺阶段,其沉淀处理主要是废水中的悬浮物处理。处理后的清水达标排放或循环利用,高浓度废浆进入机械脱水工艺。

沉淀处理工艺方案主要有沉淀池混凝处理、辐流池浓密机处理、旋流水处理器等工艺方案。沉淀处理一般需要投加混凝剂(聚合氯化铝等)和助凝剂(聚丙烯酰胺等)。

沉淀池的混凝处理配有斜管,其结构包括混凝土结构和钢结构,分别又有地面结构和地上结构形式,其底部一般设计为锥体结构。若无机械排泥设备,其地下结构较难满足水电工程砂石系统大规模废水处理排泥或排渣需要,故对其采用较少。

辐流浓密机处理方案在水电工程中的应用较多,一般采用辐流池配浓密机或刮泥机。包括周边进水周边出水形式的辐流浓密机,中部进水周边出水浓密机;采用橡胶轮周边驱动形式和齿轮周边驱动形式。其中间进水周边出水辐流浓密机方案要比周边进水周边出水辐流浓密机方案的使用效果好。常用的辐流浓密机采用底部中心锥斗浓泥浆、底部设廊道,通过钢管道出渣,但其底部廊道内铺设的管道出渣容易堵管,维修困难。

旋流净化器处理方案为成套设备,如DH系列水处理器,其使用效果较好,最大单台废水处理量可达到250 t/h。DH系列水处理器在废水处理规模超大的砂石系统中使用需要配置设备的台数较多,加药量相对辐流浓密机沉淀方案多,需要在废水加压后进入设备,其运行费用相对较高。

2.3 废浆压滤(过滤)处理

废水经沉淀处理后清水循环利用,所产生的高浓度废浆一般采用板框压滤、带式压滤式、真空盘式过滤机等方案处理,处理后的废渣弃掉。

2.4 常用废水处理工艺流程及存在的问题

常用辐流浓密机废水处理系统为:洗砂机洗砂溢流的废水经沉淀或旋流器预处理后弃除掉大

部分可直接沉淀的细砂和石粉,废水进入辐流浓密池,加药沉淀悬浮物,沉淀后的废渣通过浓密机刮泥至池子中心,通过管道和泵排渣至压滤设备进行处理,清水排放或回收利用。常用的浓密机废水处理系统工艺流程见图1。

常用的废水处理系统中的旋流预处理渣浆泵功耗较高;辐流浓密池高度亦较高且结构复杂,管道较多,存在刮泥机堵停、底部排泥堵管等问题,总体运行效率不高,调节不灵活,出现问题后维修、恢复、重新运转较困难。为此,需要研制一种新型辐流浓密机废水处理系统,笔者介绍于后。

3 新型辐流浓密机废水处理系统的研制与应用

3.1 工艺流程

为解决常用辐流浓密机废水处理系统存在的常见问题,笔者介绍了一种新型辐流浓密机废水处理系统,其总体工艺流程见图2。

其工艺流程为:采用带变频器的螺旋机做废水预处理方案,所回收的细砂掺入砂料或作弃料处理,溢流的废水通过渣浆泵抽至辐流池。浓密池底部设计为平底,不需要像常用浓密池那样设计为锥底,中间设环形泥浆槽,周边出水,配置新型浓密机。

进污水方式:该浓密机废水进管架设在池顶的进出液天桥桁架上,通过中心柱中心孔进辐流池并设环形钢板导流罩将污水导流至池底进入以减缓污水的冲击,快速安定水流进入沉淀阶段。

排泥方式:污水进入池底沉淀后,其底部的污泥通过双向刮泥片刮泥至中间环形的储泥槽,在浓密旋转大臂下通过钢支架安装可上下调节的潜水泥浆泵直接抽污泥至中心柱上设置的环形固定不转动的储浆池,再通过潜水泥浆泵从进出液天桥倒运至压滤车间泥浆池。

增加微固絮凝车间:为处理辐流池底部泥浆上表面难以沉淀的悬浮物,该系统增设了微固系统进行处理。在浓密机旋转大臂下通过钢支架安装耙式进水装置,通过安装在浓密旋转臂内的变频自吸泵抽该部分悬浮物至中心柱中间层环形储液池(该池不旋转),再通过变频自吸泵和固定天桥倒运至旋流浓密分离罐。旋流浓密分离罐底部为锥形,其中间进液,底部出废浆至压滤车间泥浆池,顶部溢流清水、自流进清水池回收利用。在旋流浓密分离罐顶架设加药车间进行加药、水力旋

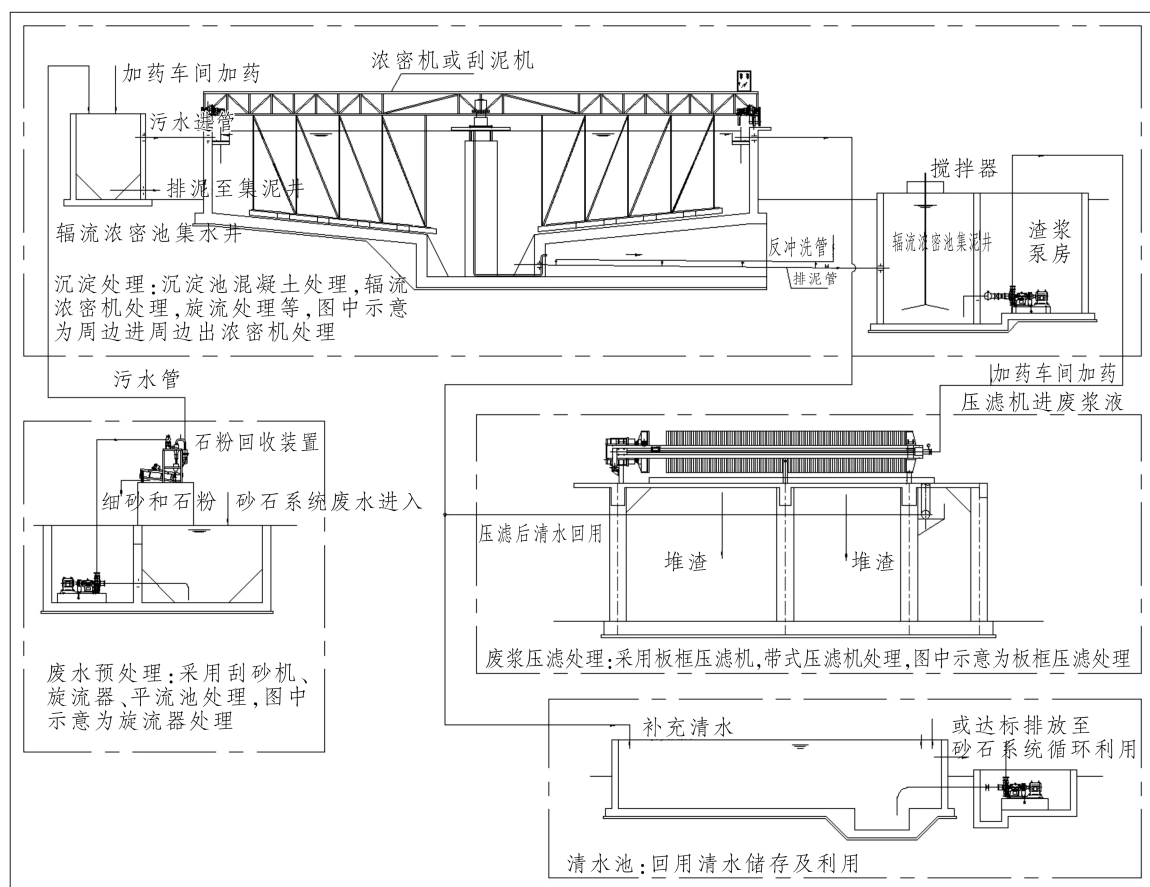


图 1 常用的辐流浓密机废水处理系统工艺流程图

流并加药促进固液分离。该加药车间可同时给辐流池污水加药和压滤车间泥浆加药。

在辐流池周边安装钢制水槽，溢流清水并回收利用。

泥浆压滤处理：从浓密机中心柱顶储浆池倒运出的浆液和旋流分离浓密罐底部排出的浆液进入压滤浆液池，再通过高压专用压滤机泥浆泵抽至压滤机进行处理，废渣弃除至渣场，将压滤机排出的清水回收利用。

3.2 典型设备与设施的配置

新型辐流浓密机废水处理系统典型池为 25 m 直径的圆形，主要配备辐流浓密机 NFP25 m/ZD 一台，直径 25 m，该池直径为 25 m，池深 4 m，废水处理的规模根据砂石系统料源的不同以及废水中细砂含量和悬浮物浓度的不同，实测废水处理量为 200~300 m³/h。典型设备设施配置情况见表 1。

3.3 车间布置

新型辐流浓密机废水处理系统的主要车间有

螺旋机预处理车间、辐流池浓密机沉淀车间、微固絮凝车间、压滤车间与清水池。

以上几个车间的工艺剖面见图 2，其中微固絮凝车间为成套设备地面架设安装，而压滤车间和清水池车间与常用辐流浓密机废水处理系统一致，不再赘述。

(1)螺旋机预处理车间安装多台带变频器的螺旋机，车间设计情况见图 3。污水从砂石系统进入废水消力池后流入螺旋机池，细砂从螺旋机出料至胶带机，输送并掺入砂料中混合或作为弃渣处理。废水从螺旋机池溢流进入废水汇集池，通过渣浆泵抽入辐流浓密池中心柱进液口。若螺旋机预处理车间和辐流池高差满足要求，可采用直接流入辐流池中心柱进液口。

(2)辐流浓密池设计平面情况见图 4。将辐流池底部设计为平底结构，中间设计为环形泥浆储泥槽，深度约 1.5 m，槽内设潜污泵与浓密机一起旋转，在旋转的过程中抽取排泥；辐流池深度为 4 m，直径为 25 m，辐流池周边池壁上设有人行走

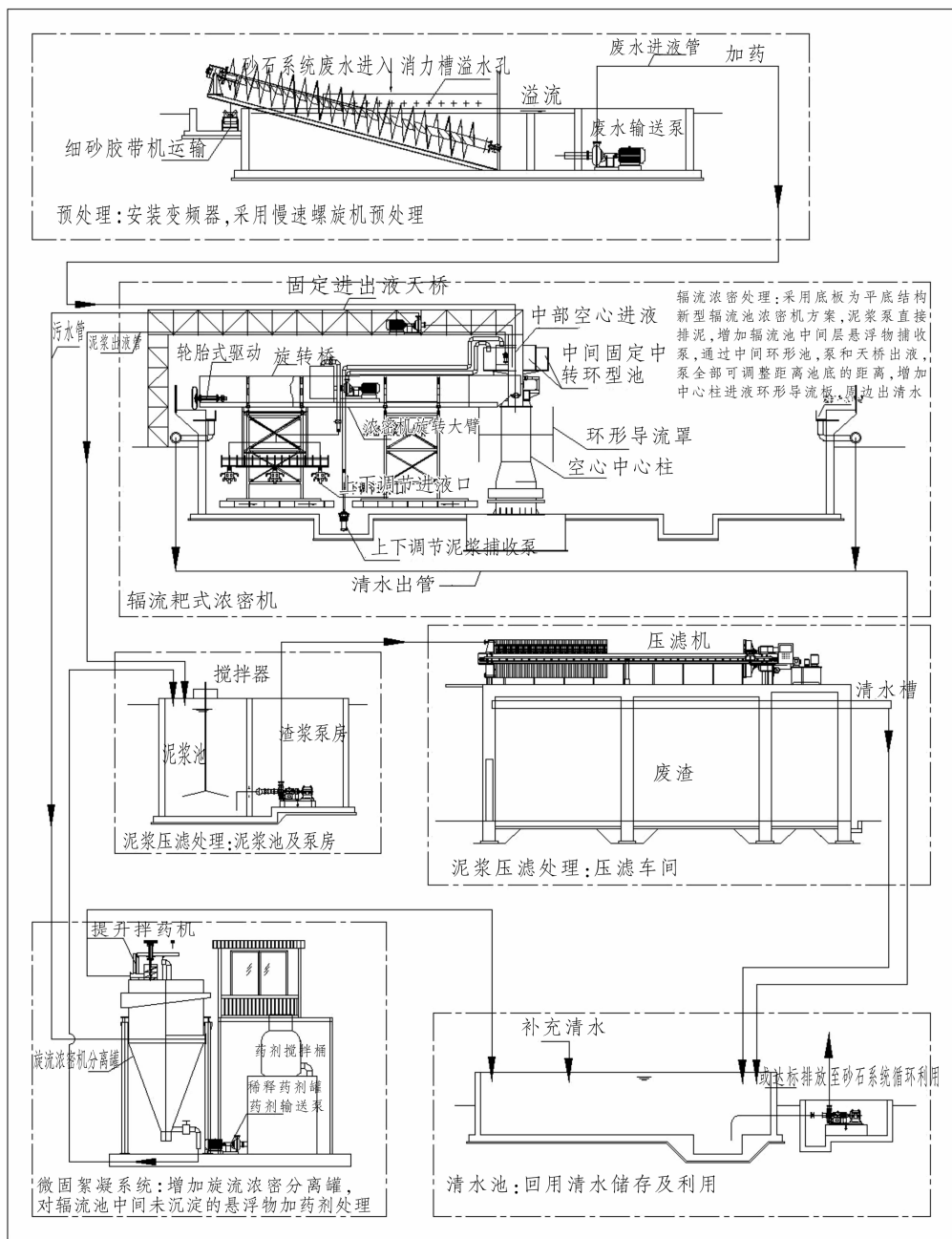


图2 新型浓密机废水处理系统工艺流程图

道及驱动轮跑道，周边池壁内侧设置有钢制溢流清水槽，将溢流的清水引入清水池回收利用。

污水通过池顶固定的天桥从中心柱进入并设有环形导流罩导流污水进入池底。

(3) 设置在现场的微固旋流浓密分离罐和新型辐流浓密机见图5、6。

4 新型辐流浓密机废水处理系统与常用辐流浓密机废水处理系统之比较

4.1 预处理车间

新型辐流浓密机废水处理系统预处理车间采用螺旋预处理方案，需要安装变频调速螺旋机，并在现场根据细砂情况调整螺旋机转速。螺旋机转速太高、螺旋机的坡度太陡都不利于细砂的回收。若细砂回收的效果不好将直接导致辐流池泥浆处理量升高，效果变差；螺旋机预处理未配置高频脱水筛，导致回收的细砂含水量较大。

常用废水处理系统采用旋流器配高频筛进行预处理效果较好。旋流器组的数量满足细砂回收

表 1 新型浓密机废水处理系统典型设备设施配置表(25 m 规格)

工艺阶段	名称	规格型号	单位	数量	单机功率	备注
(1) 预处理	平流沉淀池	14 m×10 m×4 m	个	1		混凝土结构
	螺旋分级机	FG1 500×13 000—DX	轴	3~4	15 kW	配变频器
	尾水输送泵	渣浆卧式	台	2		一备一用, 流量 Q=300 m ³ /h
	出渣皮带输送机	B650	台	1		
	应急池		座	1		根据废水规模 按需要确定
(2) 辐流浓密处理	辐流池	φ25 m×4 m	座	1		底部设集泥槽,深度为 4 m
	辐流浓密机	NFP25 m/ZD	台	1	8 kW	25 m 池体直径
	泥浆抽吸泵	潜水渣浆型;S120 H15	台	1	7.5 kW	潜污泵,抽泥浆
	泥浆转运泵	潜水渣浆型;S120 H15	台	1	7 kW	潜污泵,中转泥浆
	微固抽吸泵	自吸泵;150P S200 H15	台	1	11 kW	变频自吸泵,抽中间悬浮物
(3) 微固絮凝系统	微固转运泵	自吸泵; 150P S200 H15	台	1	11 kW	变频自吸泵, 中转中间悬浮物
	旋流浓密机	NX300—FL	台	1		旋流处理中间悬浮物
	加药螺杆泵	SJ2—M—400/0.6	套	3	0.55 kW	1 备 2 用,带流量计
	加药螺杆泵	LG27F—1	套	3	2.2	1 备 2 用,带流量计
	加药罐		套	2		带搅拌器
(4) 泥浆压滤处理	厢式过滤机	GXY500 m ³ —D3	台	3~4		500 m ³ 压滤面积
	高压泥浆泵	S150 H85	台	4	75 kW	压滤机进浆泵
	泥浆池		座	1		容积根据设计储浆时间确定
(5) 清水回用	清水泵	卧式离心泵;S300 H15	台	2		1 备 1 用,满足回用 扬程及流量
	清水池		座	1		容积根据规范设计 储存水量确定

注:以上单套系统设计污水处理量为 200~300 m³/h,实际的设计按实际项目需要情况配置设备。该新型浓密废水处理系统的主设备辐流浓密机为直径 20 m、25 m、30 m 和 40 m、50 m 等型号,其中 40 m 和 50 m 直径为双臂四轮驱动结构形式。

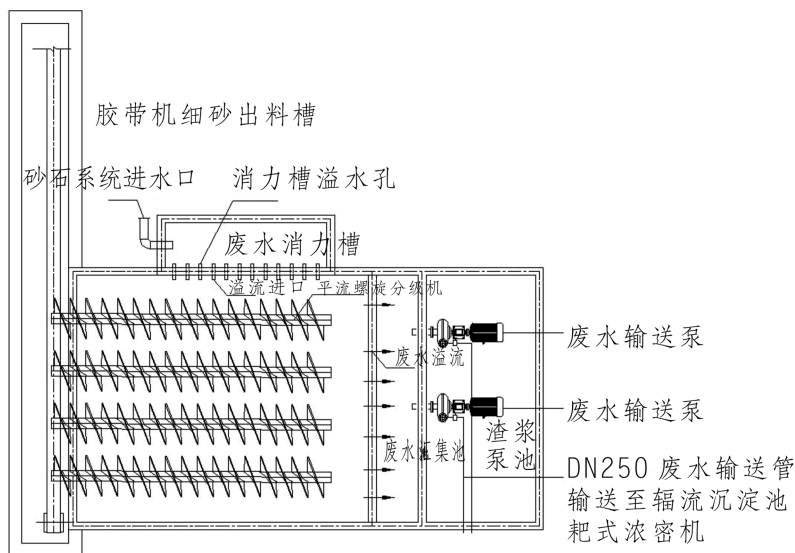


图 3 螺旋机预处理车间平面布置图

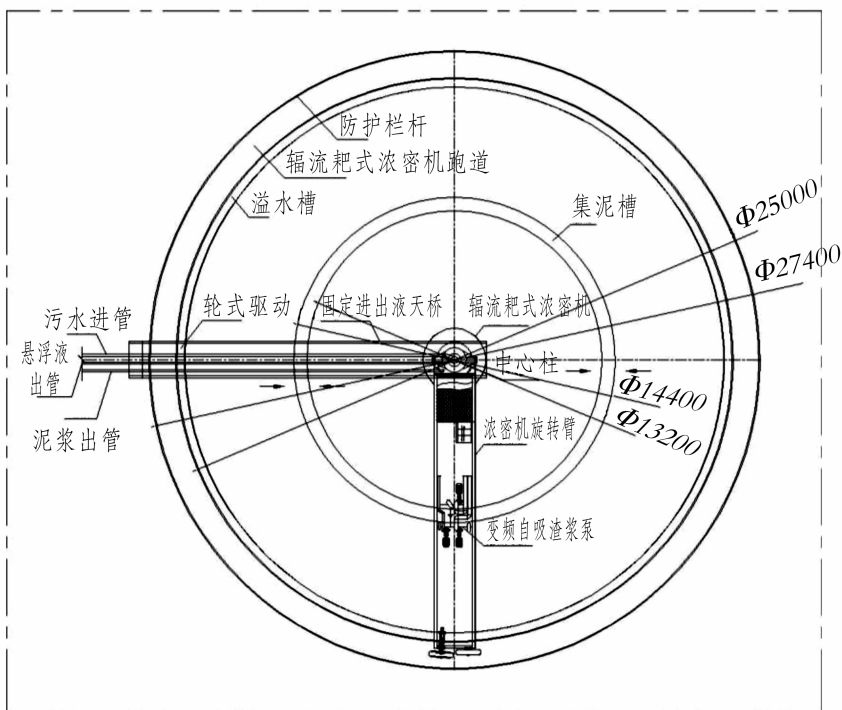


图4 新型浓密机辐流池平面布置图



图5 微固车间旋流浓密分离罐现场照片

容量要求,可以较好的回收细砂、经过高频脱水筛后细砂的含水率满足胶带机运输和掺配要求,但旋流器配高频筛方案需要将废水加压,其成本较高;采用刮砂机作为预处理措施亦需要将刮板速度调整得较慢,只有待刮砂机水槽中的水流速度较慢才能取得较好的效果。



图6 新型辐流浓密机现场照片

新型辐流浓密系统预处理车间也可调整为旋流方案,需在做方案时结合现场情况选用。

4.2 辐流浓密机车间

(1)将新型辐流浓密机废水处理系统的辐流池底部设计为平底,只需要在池底设计环形的泥浆储浆槽,而不再需要将辐流池底部设计为锥形,取消了辐流池中心储泥池和底部出浆液的廊道。辐流池的结构简单,累加常用的辐流池集泥井,其总高度减小了约4 m,地基承载力要求小,结构底板荷载要求小,设计简单,减小了施工难度,加快

了施工进度并节约了工程量。

(2) 新型辐流浓密机采用潜污泵直接在池底环形储浆槽中抽排泥浆, 取消了底部廊道排浆的方案, 管道施工结构简单并设置了潜污泵升降机构, 可以随时调整潜污泵的高度, 防止了堵泵, 解决了常用辐流池底部管道出浆容易堵管的问题, 设备运行简单, 安全风险较小。

(3) 新型辐流浓密机辐流池底采用环形储浆槽, 浓密机的刮泥板安装为两个相反的方向, 将池底中心柱边的泥浆向外刮, 池壁底部周边的泥浆向内刮, 对比常用的辐流池, 同样的直径可将刮泥的距离减小一半而提高了刮泥效率, 并且将刮泥板设计为可调整高度的机构, 防止了池底沉淀泥层太厚或刮泥片负荷太高而被堵死、导致浓密机无法旋转的情况发生。

(4) 常用的中间排渣深锥辐流池为了保证不堵或保证出清水, 多数情况下采用大底流抽吸而导致泥浆浓度不好控制, 也没有办法进行调整, 从而导致板框作业效率不高, 甚至需要配置更多的板框进行处理。新型辐流池通过调整底部潜水渣浆泵的高度及转速, 可以很好地控制泥浆浓度, 从而提高压滤车间的设备配置及作业效率。

(5) 该浓密机为单壁结构, 一个旋转臂采用双轮胎+减速机的周边轮胎驱动方式, 比常用的橡胶轮驱动方式安全保障性高, 不容易打滑; 比常用的周边齿轮轨+齿轮的驱动形式施工简单, 安装难度小, 相应的费用亦少。

(6) 新型辐流浓密机设计采用潜污泵抽排泥或悬浮层并配置变频器, 可以在运行中调整抽取浆液的量, 运行方便、效率较高。该泵的进液高度可调整, 能够有效控制抽取底部的泥浆, 防止堵塞; 泥浆泵亦可随时提出, 不需要放空辐流沉淀池进行维修或更换, 维护方便。

4.3 微固絮凝车间

新型辐流浓密机废水处理系统增加了微固絮凝车间, 在辐流池底的泥浆上层设置了吸盘式样的进水口, 进水口设置为可升降机构。采用变频自吸泥浆泵单独抽取该层悬浮物至旋流浓密分离罐进行处理, 做到了浓密池中的废水分层处理。旋流浓密分离罐施加给悬浮物旋流水力作用, 加药处理后做到了顶部出清水、底部出泥浆。该工艺方案可以节约辐流池中总的加药量, 提高了辐

流池处理悬浮物的效率, 防止了辐流池超负荷时翻浑水。

对辐流池底部的悬浮物实施单独抽出, 单独采用机械旋流水力作用进行处理, 单独调整添加药的剂量和浓度, 处理效率高、效果好。将悬浮物自吸泵的吸水管设计为吸盘式样, 可升降高度, 吸取悬浮物的效率高。

4.4 压滤车间和清水池

新型辐流浓密机废水处理系统的压滤车间和清水池与常用的辐流浓密废水处理系统基本一致, 在此不再赘述。

5 新型辐流浓密机废水处理系统的使用效果

新型辐流浓密机废水处理系统是在矿山、市政、水电等行业砂石系统废水处理实践中革新改进、结合常用废水处理系统出现的问题改造后形成的一套废水处理工艺方案。其经过在水电工程砂石系统废水处理中的运用实践, 取得的效果较好, 实测 25 m 浓密池直径规格可以处理的废水量为 200~300 t/h。实测加工洞挖料砂石系统按额定处理量运行清水 SS 值可达 70 mg/L 以下; 加工天然料砂石系统处理后清水 SS 值可达 150 mg/L 以下, 清水 SS 值完全满足砂石加工系统废水处理循环利用的要求。

6 结 语

新型辐流浓密机废水处理系统解决了常用辐流浓密机废水处理系统辐流池底部廊道排泥浆堵管的问题; 增加了微固絮凝车间, 极大地提高了辐流池沉淀物的处理效率; 可以调节泥浆的排出浓度和排出量, 提高后段压滤机车间的效率。排泥结构简单、巧妙且其为成套设备, 安装简便; 辐流池结构简单, 土建施工简单, 工期快捷; 新型浓密机规格直径较多, 采用了增加排泥槽的分段排泥和分段抽取中间层悬浮物的出泥浆方式, 可以比较容易的做到最大规格直径 50 m, 系统维修运行简单。

笔者建议: 鉴于中间进水辐流池的泥浆主要堆积在中心柱周边, 导致向四周的泥浆量越来越少, 因此, 应进一步研究泥浆堆积的规律, 在泥浆堆积最高位直接抽取泥浆所取得的效率最高, 可以减少刮泥机负荷; 应增加泥浆液位监测仪以提高自动化运行的效率。

(下转第 70 页)

提升了员工的素养,消除或减少了因物的不安全状态和人的不安全行为导致的事故隐患;另一方面,提高了服务意识,让顾客满意度提高,使施工工地成为反映企业安全文化和管理水平的窗口,扩大了企业的美誉度,提升了企业的竞争力,为企业高效可持续发展打下了坚实的基础;从世界第一高拱坝的雅砻江锦屏一级水电站到世界在建的最大的水电站——白鹤滩水电站,通过坚持推行可视化管理,从最初的引进、吸收、消化、完善到最后将其完全推广至整个项目,引领整个白鹤滩水电站工地所有基础处理项目的管理人员参观学习,得到了业主、设计、监理及场外专家的一致认同,带动了整个白鹤滩基础处理工程文明施工上升了一个大的台阶,引来其它工地建设方、监理方及施工单位实地交流,最高峰月参观数达到 11 场。但引来参观只是表面的提高了企业知名度,而实实在在地更体现在减少安全隐患、降低安全风险、改善作业环境、提高工效、降低成本,使工人

及企业都得到更好的经济效益,故其值得推广。

参考文献:

[1] 杨富平. 浅谈 6S 可视化管理在企业水利建筑灌浆工程中的运营方法[J]. 管理观察,2012,32(33):22-24.
 [2] 李小军. 6S 可视化管理在水电站运行质量控制中的运用[J]. 科技与企业,2015,24(16):12.
 [3] 张云散. 5S 与可视化管理在安全工作中的应用[J]. 化工安全与环境,2002,15(30):14-15.
 [4] 张振华. 推行现场“6S”管理提升企业本质安全[J]. 机电安全,2013,25(9):25-26.
 [5] 邱捷宁. 6S 可视化管理在锦屏电站灌浆质量控制中的运用[J]. 工程质量,2014,32(9):18-21.

作者简介:

廖 军(1979-),男,四川资中人,副总工程师兼白鹤滩基础工区项目经理,高级工程师,一级建造师,从事水电工程施工技术与管理工作;
 王 礼(1983-),女,四川邛崃人,技术员,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 24 页)

极限拉伸、抗冻性能、抗渗等级等试验检测指标均满足设计要求。

4 结 语

随着水电工程建设的发展,大坝、厂房等大体积混凝土浇筑必将推广使用机械化振捣施工,而采用 BIM 视频系统、GPS 定位系统、互联网技术等先进科学技术进行智慧大坝^[5]、智慧厂房建设是大的发展趋势。杨房沟水电站进行的混凝土浇筑振捣质量智能化监控研究,对非钢筋密集区大坝、厂房等机械化振捣施工质量控制起到了有效的监督、指导、纠偏作用,为促进智慧大坝建设工作积累了一定的经验,其它类似工程可以借鉴、完善和推广使用。

参考文献:

=====
 [1] 王小吉,韩 东. GPS 定位技术及其应用[J]. 智能建筑电气技术,2009,3(4):93-94.
 [2] 吴 旭. 变态混凝土注浆振捣台车的研制与应用[J]. 水力发电,2014,40(2):72-74.
 [3] 屈军锁,赵亚婉,徐汶波,何锁柱. 通信网络技术的发展趋势[J]. 数字通信,2000,27(8):58-59.
 [4] 张 祯. 光纤通信工程光缆线路施工技术分析[J]. 电子世界,2017,39(8):164.
 [5] 陈云华. 杨房沟水电站 EPC 建设管理. 水电自动化与大坝监测,2018,4(6):30-34.

作者简介:

刘明生(1973-),男,四川成都人,高级工程师,从事水利水电、市政工程施工技术与管理工作;
 庄海龙(1974-),男,四川眉山人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
 刘泽艳(1976-),女,四川广汉人,高级工程师,从事水电、市政工程施工技术与科技管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 51 页)

参考文献:

[1] 水电工程砂石加工系统设计规范,DLT 5098-2010[S].
 [2] 水电水利工程环境保护设计规程,DLT 5402-2007[S].
 [3] 污水综合排放标准,GB 8978-1996[S].
 [4] 一种尾水环保治理系统[P]. 201922037355. 9. 一种工业尾水环保治理系统;一种旋流浓密机[P]. 201920643753. 2.

[5] 水电水利工程砂石加工系统施工技术规程,DLT 5271-2012[S].

作者简介:

郑崇飞(1975-),男,四川内江人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)