

# 斐济南德瑞瓦图水电站砂石厂沉淀池的设计

吴建军, 宋自平

(中国水利水电第十工程局有限公司 国际公司, 四川 成都 610037)

**摘要:**斐济国对工程建设的环保要求非常高。南德瑞瓦图水电站的砂石厂建设在狭窄的高山台地上,建设时合理利用有限场地设计建造了便于采用装载机清淤的三级结构沉淀池用于沉淀处理生产废水,并在第三级沉淀池末端吸附过滤槽内设置了吸附过滤结构用于过滤外排水,既保证了砂石厂连续生产的废水处理需要,又保证了外排水的水质符合斐济国高标准的环保要求,所取得的经验可为类似工程提供参考。

**关键词:**南德瑞瓦图水电站;砂石厂;沉淀池;生产废水处理;设计

**中图分类号:**TV7;TV22

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2022)05-0033-04

## Sedimentation Tank Design for Aggregate Plant of Nadarivatu HPP in Fiji

WU Jianjun, SONG Ziping

(International Engineering Co. of Sinohydro Bureau 10th Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610037)

**Abstract:** The design process of sedimentation tank for aggregate plant of Nadarivatu HPP is introduced. Fiji is an island country in the South Pacific, which has strict environmental protection requirements for engineering construction. The aggregate plant of Nadarivatu HPP is built on a narrow high mountain tableland. During construction, the limited space is reasonably utilized to design and build a three-stage sedimentation tank for sedimentation treatment of wastewater, which is convenient for silt removal by loaders. An adsorption filter structure is set up in the adsorption filter tank at the end of the third-stage sedimentation tank to filter external drainage, which not only ensures the wastewater treatment for continuous production of the aggregate plant, but also ensures that the quality of the discharged water meets the strict environmental protection requirements of Fiji, and provides a reference for similar projects.

**Key words:** Nadarivatu HPP; Aggregate plant; Sedimentation tank; Wastewater treatment; Design

### 1 概述

南德瑞瓦图(Nadarivatu)水电站项目是 2008~2012 年由 中国水利水电第十工程局有限公司以中国水电(SINOHYDRO)品牌通过国际招标投标程序承揽的一个 EPC 总承包施工水电站项目,该电站位于斐济(Fiji)主岛维提岛(Viti Island)的南德瑞瓦图高原上。该项目生产混凝土骨料的砂石厂位于从北部海边城镇塔乌瓦(Tavua)到南德瑞瓦图高原的盘山公路(简称塔—南公路)半山腰的一处路边狭窄台地上,该台地宽约 30 m,长约 80 m,布置了一套由洛阳大华机器厂生产的 100 t/h 车载式半移动砂石骨料破碎筛分系统,该系

统主要包括给料及粗碎段车载平台、中碎及粗中骨料筛分段车载平台、细碎细筛分及槽式螺旋洗砂机车载平台等三个车载平台以及相应的功能性联系皮带机系统。砂石厂周边无电源,项目部按破碎筛分系统使用功率配置了柴油发电机组供电。

由于斐济对环境保护的要求特别高,砂石厂的生产废水必须处理至清澈达标后方能外排,而该项目混凝土砂石骨料破碎筛分生产系统为小型系统,如果配置复杂的废水处理系统,将导致砂石骨料的生产成本很高;且因该项目地处南太平洋岛国,设备采购极为不易,同时,工程现场场地狭窄,设计废水处理系统时不能考虑复杂系统且必须结合现场的可用场地考虑,从而给砂石厂废水

收稿日期:2022-09-01

的处理设计带来极大的挑战。阐述了具体的设计过程。

## 2 确定废水处理设施的设计要求

南德瑞瓦图水电站项目所设的砂石厂是为开

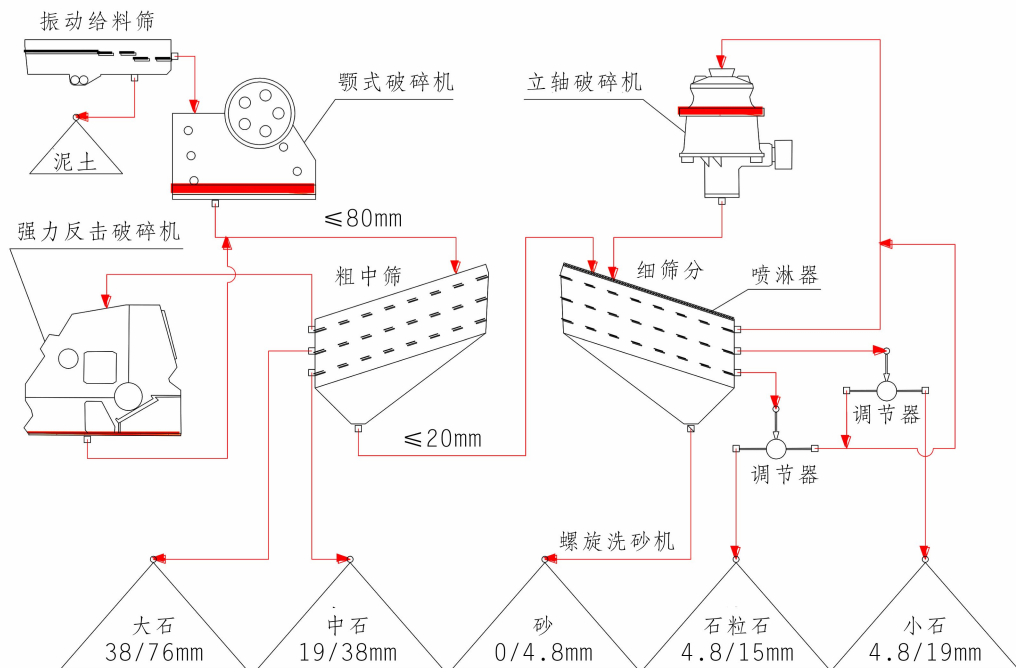


图1 斐济南德瑞瓦图砂石破碎筛分系统工艺流程图

根据图1所示的施工生产工艺流程,该系统的主要成品包括大石、中石、小石、砂和豆粒石,系统形成闭路,对成品产量具有调节能力(大石用量少,在大石筛面铺钢板遮挡用于调节产量;中石用量大,对其产量不作调节,小石及豆粒石采用调节器调节产量,余量全部循环破碎筛分生产砂),用水段在细碎细筛分及槽式螺旋洗砂机车载平台上,按照1 t砂石骨料成品耗费1 t水计算用水量,废水处理的设计能力确定为60 t/h。砂石厂内的用水主要为洗砂,根据系统的生产工艺流程可以看出:废水的主要污染物为石粉夹杂少量泥浆的悬浮物,有机物含量基本为零。砂石厂的废水处理系统一般采用石粉回收、废水处理及压滤、污泥浓缩及机械脱水干化等工艺<sup>[2]</sup>。但因该砂石厂为小型系统,本着节约建设和运行成本的原则,设计时考虑优先利用场地修建沉淀池,通过降低流速、增加停留时间等使悬浮颗粒自然沉淀的重力浓缩方式处理生产废水<sup>[3]</sup>。

沉淀池的设计首先要达到满足废水处理能力的要求,同时还需满足持续生产的需要。另外,由

山取石、破碎筛分获取混凝土砂石骨料设置的,采用半干法生产工艺生产砂石骨料<sup>[1]</sup>,斐济南德瑞瓦图砂石破碎筛分系统工艺流程见图1。

于施工现场受地形限制,故该沉淀池的结构设计需要考虑多方面的制约因素。

## 3 沉淀池的结构设计

在砂石破碎筛分系统布置平面上,位于细碎细筛分车载平台的下游端头有一个约低3 m的二台地,是一个废弃的当地砂石骨料临时堆场,在对其进行整修和对外侧边坡进行适当填筑拓宽后,可以获得一个约30 m×30 m、近似于方形的场地,可以考虑将其用于布置沉淀池。采用沉淀池的方式处理废水,若想取得更好的沉淀效果,除考虑降低流速外,还必须尽量延长沉淀路径,同时需满足废水在沉淀池中的流速要求。而作为砂石破碎筛分生产系统的沉淀池,在生产运行中会连续不断地产生大量的泥浆和石粉污染物,因此,沉淀池还必须满足能定期频繁清理泥浆和石粉污染物的要求。

该砂石厂主要配备有斗容1.6 m<sup>3</sup>的履带式反铲挖掘机、斗容3 m<sup>3</sup>的轮式装载机及15 t自卸汽车等施工设备。如采用反铲作为清淤设备,则必须考虑反铲的工作平台,并在反铲工作范围

内配置集泥池用以处理清出的淤泥;但因现场场地有限,这种方式明显不适合。若考虑将装载机作为清淤设备,则需考虑装载机能进入沉淀池并进行作业,同时应在周围数十米范围内设置集泥池处理淤泥。根据现场场地条件,将该场地分割成三个长条形的沉淀池,不但能尽量延长废水的沉淀路径,而且每个沉淀池的宽度也可以达到至少约长 8 m,而在临塔-南公路一端设置坡道进入池底即可具备装载机进入沉淀池并进行清淤作业的条件;另外,在塔-南公路的另一侧有一块长约 35 m,宽约 15 m 的小场地,与沉淀池场地最近的距离约为 35 m,且其与沉淀池的高差不大,具备设置集泥池处理淤泥的条件。最终采用反铲直接在该处挖掘了一个集泥池,该集泥池的容积略大于单级沉淀池的容积,将装载机清出的淤泥集中倾倒在集泥池内,利用当地气温高、蒸发量大的特点将淤泥中的水分大部分蒸发掉,间隔一段时间后,采用反铲再将池内处于半干的淤泥翻晒到四周的池堤上,将淤泥进一步晒干成块,然后再组织车辆将干泥块转运到砂石厂指定的弃渣场内进行堆置处理,从而使该集泥晒泥的池子可以与沉淀池一样被反复使用<sup>[4]</sup>。因此,以装载机作为清淤设备、采用三级沉淀池布置的方案在该工程中具有可行性。砂石厂废水处理平面布置及沉淀池结构设计情况见图 2。

根据图 2 所示,该砂石破碎筛分系统的沉淀池被因地制宜地设计成三级沉淀,但结合现场地形及施工设备条件并参照平流式沉淀池进行设计,相当于是没有设计专门集泥排泥设施的平流式沉淀池<sup>[5]</sup>,废水从南端流入一级沉淀池,在北端通过一、二级沉淀池间隔墙的人流孔进入二级沉淀池,再从二级沉淀池的东南端通过二、三级沉淀池间隔墙的人流孔进入三级沉淀池,然后从三级沉淀池的北端进入吸附过滤槽并经过滤后通过外排管排入附近的溪沟。

沉淀池宽度:一级为 8~12 m,二、三级均为 8 m,沉淀池每级长约 30 m,沉淀路径的总长度达到约 90 m。因需考虑装载机进入沉淀池进行清淤作业,遂将沉淀池的设计深度考虑为 2.5 m,其中有效水深设计为 2 m。从每级沉淀池的西北端口开始,均设计成 15% 的斜坡道下到沉淀池底部作为装载机入池清淤的通道。经计算,废水在一级沉淀池中的流速约为 2.5 mm/s,在二、三级沉淀池中的流速约为 3.7 mm/s,均小于平流式沉淀池一般设计方案中的最大水平流速在初次沉淀池中为 7 mm/s、在二次沉淀池中为 5 mm/s 的要求,能够达到较好的沉淀效果。特别是此次设计中有意扩大了一级沉淀池的容量、尽量减小了废水流速,以达到将淤泥留置在靠近道路一边的一级沉淀池中、便于砂石厂运行过程中依托塔-南道路进行沉淀池清淤作业的目的。对于沉淀池的最小有效水深必须保证其不小于 0.5 m,否则难以保证沉淀的效果,接近或达到该标准就必须进行沉淀池的清淤工作。

三级沉淀池北端的吸附过滤槽宽约 1.5 m,有效滤水深度约为 0.3 m,长约 5 m。在槽的两端设置砂石混合料过滤层,中段设置木炭吸附反滤层,沉淀后的水通过吸附过滤后在槽的北端排出清水再回流到附近溪沟。经计算,水在吸附过滤槽内的最大流速为 3.4 mm/s,能够满足最大渗透过滤量的要求。在沉淀池运行过程中,当渗透过滤量不能满足要求时,必须对吸附过滤槽进行清理,然后铺设新的砂石混合料和木炭作为渗透过滤层使用。

为降低施工成本,设计时考虑将开挖沉淀池

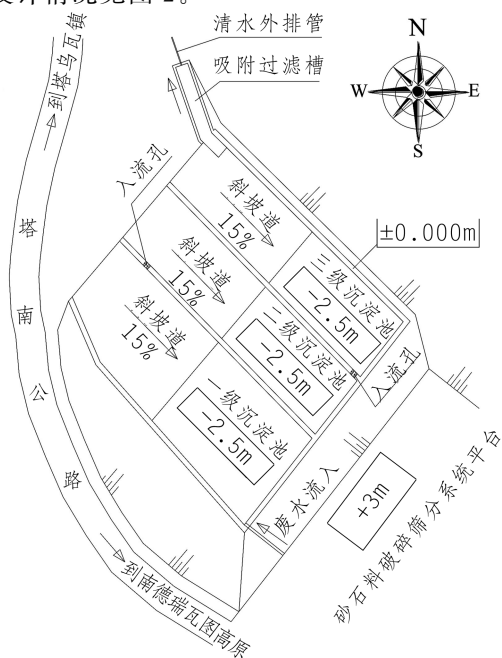


图 2 砂石厂废水处理平面布置及沉淀池结构设计图

的土石料直接用于填筑场地东北侧的边坡。沉淀池与吸附过滤槽的底板采用钢筋混凝土结构,边墙护壁和各级池的间隔墙均采用砂石厂开采的块石料砌筑的浆砌石结构。

#### 4 沉淀池的运行和维护情况

南德瑞瓦图砂石厂破碎筛分系统及废水处理沉淀池建设完成并投入生产运行后,肉眼观察经沉淀过滤的外排水外观清澈。塔乌瓦镇水质检测部门对外排水取样检测的指标结果表明其符合当地生产废水排放标准的要求。在砂石厂实际生产运行过程中,实际观察显示一级沉淀池的沉淀效果很好,绝大部分淤泥均沉淀在一级沉淀池中,从而印证了该设计方案扩大一级沉淀池容量的合理性,每个月均须对一级沉淀池进行一次清理,清理时一般将淤泥厚度控制在不超过 1.5 m 以保证装载机进入沉淀池作业时的安全性;二级沉淀池约每半年时间清理一次且淤泥沉淀量不大;三级沉淀池基本上不需要清理。沉淀池清理时,一般选择在塔-南公路车辆较少的时间段,且在两端道路均需安排人员值守并指挥车辆,以保证清淤施工的顺利进行,同时尽量减少对过往车辆的影响,保证安全。在旱季缺水时,将第三级沉淀池内沉淀后的水通过水泵回收循环利用进行洗砂施工,既保证了生产的连续进行,又减少了向外界的排水,取得了良好的环保效果。

#### 5 结语

斐济南德瑞瓦图砂石厂由于所处地形狭窄,且因上南德瑞瓦图高原的唯一公路从砂石厂场

地中经过,导致外部影响和限制因素多,因而对系统的合理布置、安全生产和环境保护要求均很高。经过对系统建设各个方面科学、细致地设计和合理布置,特别是因地制宜地对沉淀池进行设计并精心组织施工,使系统按时投产,对生产废水处理的效果达到了斐济当地的高标准要求,对所产生的淤泥进行了晒干、转运及堆置处理,很好地保护了当地环境,做到了节能减排。同时,在砂石厂废水处理应用平流式沉淀池时,因地制宜地进行了大胆的设计修改,以最佳的效果满足了工程实际需要,这一成功的尝试可为类似工程提供借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 王忠禄. 人工制砂技术的应用与发展[J]. 贵州水力发电, 2011, 25(3): 1-8.
- [2] 刘伟, 涂明刚. 人工砂石加工系统废水处理工艺与设备选型初探[J]. 四川水力发电, 2008, 27(6): 43-45, 67.
- [3] 程里, 金玲. 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, 29(3): 142-144.
- [4] 宋自平, 黄志军. 浅析斐济南德瑞瓦图可再生能源项目骨料开采破碎系统的开发和安全环保[J]. 四川水力发电, 2012, 31(4): 35-38, 148.
- [5] 闫静. 污水处理厂平流式沉淀池的设计[J]. 内蒙古石油化工, 2013, 39(5): 69-70.

#### 作者简介:

吴建军(1967-),男,四川简阳人,国际公司副总经理,高级工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工

宋自平(1979-),男,四川威远人,项目总工程师,正高级工程师,从事土木工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 32 页)

果表明:在有效保证施工质量、满足设计要求的前提下,大大减小了施工回弹率,加快了施工进度,减少了施工综合成本,降低了操作人员的健康风险,安全环保,尤其适用于回弹率大、富水区施工的地下洞室工程。因此,在湿喷混凝土中添加纳米材料具有很高的经济效益和社会价值,所取得的经验可在类似工程中进行推广与应用。

#### 参考文献:

- [1] 通用硅酸盐水泥, GB175-2007[S].
- [2] 水利水电工程锚喷支护施工规范, DL/T5181-2017[S].
- [3] 水工混凝土外加剂技术规程, DL/T5100-2014[S].

[4] 水工混凝土配合比设计规程, DL/T5330-2015[S].

[5] 水工混凝土试验规程, DL/T5150-2017[S].

#### 作者简介:

周平(1979-),男,四川双流人,高级工程师,从事建筑工程材料试验检测技术与管理工

范正春(1974-),男,重庆忠县人,高级工程师,从事建筑工程材料试验检测技术与管理工

郑强(1976-),男,重庆荣昌人,工程师,从事建筑工程材料试验检测技术与管理工

徒鹏飞(1990-),男,陕西渭南人,工程师,从事建筑工程材料试验检测技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)