

浅谈金沙水电站砂石系统采取的环水保措施

覃定海

(四川二滩国际工程咨询有限责任公司,四川成都 611130)

摘要:金沙水电站砂石系统的设计处理能力为650 t/h,成品生产能力为520 t/h,需水量为640 m³/h,废水处理量为570 m³/h。砂石系统在降噪、降尘等方面采取了相应的措施,达到了合同要求,实现了废水循环利用。所采取的环保和水土保持措施可为砂石系统建设提供借鉴,为建设出绿色环保的水电站作贡献。

关键词:金沙水电站;砂石系统;环保水保;水土保持;措施

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)02-0060-04

1 工程概述

金沙水电站工程混凝土总量为150.72万m³(其中RCC 7.67万m³),其中大坝及两岸边坡处理工程混凝土总量为36.5万m³;电站工程混凝土总量为91.1万m³;导流工程混凝土总量为21.98万m³(其中RCC 7.67万m³)。

该砂石系统位于左岸坝址上游新庄电厂,承担工程所需全部混凝土骨料的生产任务,需生产混凝土骨料总量约356万t,其中粗骨料242.1万t,细骨料113.9万t。砂石系统生产能力按满足混凝土浇筑高峰强度7万m³/月设计,生产四级配混凝土骨料设计小时处理能力为650 t/h,成品骨料生产能力为520 t/h,其中粗骨料生产能力为353 t/h,成品砂生产能力为167 t/h。混凝土骨料采用开挖利用料加工获取。

2 所采用的系统工艺

砂石加工系统主要由粗碎车间、半成品料场、特大石筛分车间、第一筛分车间、中碎车间、细碎车间、第二筛分车间、超细碎制砂料堆、超细碎车间、棒磨机料堆、棒磨机车间、成品料场、供水系统、废水处理系统、供配电系统等组成。生产工艺设计为三段破碎、立轴+棒磨联合制砂,其中粗碎为开路生产,中细碎车间与第二筛分车间1-4#筛为闭路生产,立轴制砂与第二筛5-6#筛分闭路生产。

砂石加工系统利用原新庄电厂旧址,整体上分为5个平台,主要车间布置于高程1 072、1 066.5、1 061 m平台上,成品料场布置于高程1 052 m平

台上。水处理系统布置于高程1 026 m平台。

3 砂石系统环保方案的设计及改进

金沙水电站砂石混凝土系统粗碎车间与35 kV变电站直线距离仅60 m,距离各标段施工生活营地只有不到300 m。砂石系统运行过程中,粉尘将影响变电站相关电气设备的绝缘性能及散热性能,严重时可能会发生打火等故障,且其粉尘、噪音会对砂石系统运行人员、变电站值守人员及生活营地施作人员的职业健康造成影响,因此,噪音及粉尘控制既是重点,也是难点。由于该砂石混凝土系统位于攀枝花市西区、距市区上游约1 km,因此环水保问题倍受市民关注。

噪音、粉尘污染主要来自于生产过程中破碎设备运行及胶带机卸料引起的噪音和粉尘、道路运输及胶带机运输过程中产生的粉尘。根据以上情况,在设计过程中,分别从设备选型控制、增加除尘工艺设计、车间采用封闭结构、增加喷雾除尘、结构优化设计等进行控制,以降低噪音和粉尘,对生产废水进行集中处理并回收利用。

3.1 噪音控制设计

系统运行期间,各级破碎车间生产、各级筛分车间筛分、胶带机运行产生的噪音均属于固体振动、撞击产生的噪声,系稳态噪声。

(1)由于35 kV变电站位于粗碎车间上游侧,距离粗碎车间仅有不到100 m的距离。粗碎车间破碎机生产运行时产生的噪音最高约达110 dB。在方案设计中,设计人员充分利用地形,将车间嵌入山坡内,充分利用车间两侧的原始边坡山脊地形作为隔声屏障,在受料平台上游侧布置

收稿日期:2018-02-10

配电室。通过采取上述措施,阻断了噪声传播方向,减少了其对上游侧 35 kV 变电站的噪音影响。

(2) 系统工程设备选型。砂石加工系统的主要破碎设备选用结构经优化的设备,选用低噪音、密封性能好、空气内部循环的设备;筛分设备选用带橡胶减振装置、加隔振机座以降低噪音且筛面采用聚胺脂材料;空压机、压缩机等主要设备选用低噪音、密封性能好、自带消声器的设备;破碎设备采用带橡胶减振装置的设备。

(3) 破碎车间是砂石加工系统主要产生噪音的地方。中(细)碎车间采取的降噪措施:在布置时选择靠山位置,以山脊为屏障,阻断两侧噪声的传播方向;在中(细)碎车间调节料仓下部立柱间砌空心砖形成隔音墙,以阻断正面噪声传播。对立轴碎车间实施封闭降噪防尘,并且在车间前面修建配电室,利用配电室阻断正面噪音的传播。棒磨车间是该工程主要的噪音产生部位,根据敏感源的位置,单独设置隔音墙。通过采取上述措施,阻断了噪音传播方向,避开了敏感受体,满足了建筑施工场界噪声限值要求。

(4) 胶带机骨料落料时碰击钢结构容易产生噪音。设计时注意控制胶带机与胶带机间石料落料的高差,以减少石料下落的碰击声;胶带机受料斗设计为保持石料自然堆积形式,以避免石料碰击钢结构料斗,进而降低了噪声;对产生噪声的托辊、传动滚筒等及时更换,以降低噪声声源。

(5) 骨料破碎机械周边操作人员的工作环境。利用多孔性吸声材料建隔音值班室、休息室,隔音墙对受体和声源之间起到了一定的隔离作用;操作人员全部佩戴防噪耳塞,以保障作业的听力健康。

3.2 所实施的噪音控制改进措施

砂石系统全面投产后,根据运行情况,对部分噪音控制设计进行了改进,主要包括:对粗碎车间毛料运行道路增加了噪音控制措施;对料斗、溜槽、缓降器增加了噪音控制措施。

(1) 粗碎车间毛料运行道路增加的噪音控制措施。

砂石系统运行初期,由于粗碎车间毛料运行道路位于 35 kV 变电站及粗碎车间之间且受地形限制,道路坡度达 10% 左右,重车上粗碎车间受

料平台时噪音较大,尤其是在夜间运料时,对 35 kV 变电站值班人员影响较大。经过测试,噪音达 76 dB(A) (含系统运行噪音),超过了规范要求。因此,在粗碎道路侧与 35 kV 变电站之间设置了一道隔音墙。隔音墙由高性能的高分子粘弹阻尼隔音涂层和约束阻尼层共同构成约束阻尼结构板,在受声波振动激励时,粘弹阻尼涂层能有效地将振动能转化为热能,从而起到高效的隔音作用。安装隔音墙后,在 35 kV 变电站值班室进行了测试,昼、夜噪声控制在 57.2 dB(A) 和 54.3 dB(A),满足了规范要求。

(2) 料斗、溜槽、缓降器增加的噪音控制措施。

在砂石系统运行过程中,料斗、溜槽、缓降器等位置由于骨料与金属敲击、石打石等噪音较大,经近距离测试,其瞬时噪音最大达 87 dB(A),对系统运行人员造成了较大影响。因此,通过直接在冲击部位加设耐磨橡胶材料,最大限度地降低了噪音。在胶带机料斗内、给料机斗内、筛分溜槽等部位形成料垫、减少料斗结构磨损的同时,减少了骨料直接撞击钢材产生的噪音。

通过采取上述措施,确保了 35 kV 变电站值班室及施工营地、施工区周边居民点等区域声环境质量满足《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-2011),将昼、夜噪声控制在 70 dB(A) 和 55 dB(A);

3.3 粉尘控制设计

(1) 根据以往的经验,对粗碎、中碎和细碎车间的破碎料喷雾增加湿度不影响砂石骨料的生产质量且除尘效果良好,因此,对以上区域采取了用水喷雾除尘的措施。在每个破碎机进料和出料口安装高压水管路及喷雾装置,生产过程中开启喷雾水降尘。

(2) 由于立轴制砂车间的扬尘相对小得多,故采用全封闭措施以控制粉尘和噪音污染,车间用彩钢板封闭,外围钢结构支撑。

(3) 各分级筛分主要是对混合料进行分级,是产生粉尘点的主要部位。为降低粉尘,筛分车间全部采取水冲洗骨料的方式。

(4) 对于扬尘较大且不适于进行封闭除尘的部位,如回采料场、粗碎车间、半成品料卸料点、成品料卸料点等部位采取了有效的喷雾除尘措施。

(5)对毛料运输道路及场内道路实施定时洒水降尘,特别是夏天干燥季节需要加大洒水降尘的频率。

3.4 所实施的粉尘控制改进措施

砂石系统全面投产后,根据运行情况,对部分粉尘控制设计进行了改进,主要包括:(1)粗碎车间受料仓增设了粉尘控制措施;(2)粗碎至半成品料堆 B1、B2、B3、B4 胶带机头部落料点增设了粉尘控制措施。

(1)粗碎车间受料仓增设的粉尘控制措施。

粗碎车间因受料仓功能限制无法封闭,在设计时也未考虑采取其他粉尘控制措施。粗碎车间受料仓在毛料运输车辆倒料时,毛料冲击扬尘较大,为控制扬尘,首先采取的措施是对毛料车厢内喷水淋湿,但其费时过长且车厢底部一时难以淋湿;后改为在受料仓边墙顶部安装喷淋头,倒料时开通高压喷头在受料仓上部形成水幕,抑制了倒料冲击扬尘,取得了良好的降尘效果。

(2)粗碎至半成品料堆 B1、B2、B3、B4 胶带机头部落料点增设的粉尘控制措施。

粗碎车间受料仓通过水幕进行降尘。但为降低用水量,只是在倒料时才开启水幕,因此毛料通过 C125 颚式破碎机破碎后,多数半成品料仍为干料,含有干粉尘。金沙水电站砂石系统由于受地形限制,粗碎至半成品料堆要跨越 503 冲沟,因此,需由 B1 - B3 胶带机才能将其传送至半成品料堆,通过设在 B4 胶带机上的布料小车进行半成品料堆布料,各胶带机机头落料时形成扬尘点源,前期设计时,通过设置半封闭的受料斗做为控制落石及降尘的措施,但由于胶带机难以完全封闭,风季时扬尘较大,为控制扬尘,在胶带机头部设置了小型高压喷头进行喷雾降尘,取得了较好的降尘效果。

通过采取上述措施,确保了将 35 kV 变电站、施工营地、施工区周边居民点等敏感体附近总悬浮颗粒物(TSP)的浓度限值控制在日均浓度 $\leq 0.3 \text{ mg/Nm}^3$ 。

4 水环境保护的设计措施及改进

4.1 废水处理措施

(1)在高程 1 072、1 065、1 061 m 平台设计了坡度大于 1% 的排水沟,将生产废水引入设置在

高程 1 061 m 的石粉回收车间;高程 1 065 m 及 1 061 m 平台为主要车间布置平台,在场地硬化时将场平按 1% 横坡向排水沟倾斜设置,以利于场地冲洗水自然流入排水沟。石粉回收车间采用由美国 Krebs 公司生产的旋流器和 VDS512 - 4 强力脱水筛,石粉回收量最大为 60 t/台·h,粒径 $\geq 0.05 \text{ mm}$ 石粉回收率达 95% 以上。石粉回收后,通过胶带机与二筛成品砂进行混合后进入成品砂料仓,以改善成品砂的级配组成,使成品砂细度模数及石粉含量达到设计要求。相对于传统的沉淀回收系统,每年可节约运输及成品砂细度模数调节等运行成本费用,并且减少了环境污染;对废水进行预处理后,可大大减轻废水处理厂的运行压力,保证出水质量。

(2)高程 1 052 m 平台为成品骨料仓。该平台的废水主要是成品骨料的自然脱水,其水质相对较好,因此,在该平台成品骨料仓外两侧设置了纵向排水沟。由于该成品砂为水洗砂,因此,在砂仓内设置了八条横向排水盲沟与砂仓外两侧纵向的排水沟相连,在纵向排水沟末端设置沉淀池,废水通过初步沉淀后接入主排水管自流入高程 1 026 m 平台废水处理系统进行处理。

(3)废水经石粉(细砂)回收车间预处理后由排水管自流入高程 1 026 m 平台废水处理系统配水井,配水井配水至辐流沉淀池,再由加药间对辐流沉淀池投加混凝剂 PAM(聚丙烯酰胺)和絮凝剂 PAC(聚合氯化铝)进行絮凝沉淀。辐流沉淀池沉淀后的出水和污泥脱水车间的出水自然流入回收水池,再将其抽至生产高位水池循环利用。辐流沉淀池底的泥通过渣浆泵房送至污泥脱水车间进行脱水处理,形成泥饼后运输至渣场填埋。

4.2 废水处理设计采取的改进措施

砂石系统运行后,废水处理设计采取的改进措施主要包括:(1)半成品料堆廊道出口设置排水措施;(2)成品骨料仓廊道出口设置排水措施。

(1)在半成品料堆廊道出口设置排水措施。

由于粗碎车间至半成品料堆原设计为干法生产,为抑制扬尘,在粗碎车间受料仓及 B1 - B4 胶带机头处均设置有喷雾设备,因此,半成品骨料堆廊道出口内不可避免地将产生积水。为避免其对环境造成污染,监理工程师要求承包人在半成品

骨料廊道出口新设置了排水沟,将水引入高程 1 065 m 平台主排水沟。

(2)在成品骨料仓廊道出口设置排水措施。

虽然成品骨料仓两侧设置有纵向排水沟,但由于部分骨料自然脱水后通过下料口进入了地弄,汇集后通过廊道出口自然外排,顺高程 1 050 m 平台坡面流淌,进而将影响环水保。因此,监理工程师要求承包人在廊道出口设置一个沉淀池,将废水初步沉淀后接入废水排水主管道后引入废水处理系统进行处理。

对表 1、2、3 相关检测数据进行分析得知:通过采取上述措施,将整个砂石系统的生产废水引入废水处理系统,经过“机械预处理”+“辐流沉淀池”+“机械压滤脱水”的生产工艺,生产废水处理后的回收率达 76.9% 以上,回收水质满足生产再利用要求,达到了零排放目标。

表 1 废水回收率检测结果表

统计时段	砂石骨料产量 /t	生产水量 /m ³	骨料水量单耗 /m ³ ·t ⁻¹	回收总量 /m ³	回收率 /%
20160521 - 0620	70 779.98	73 490	1.04	56 500	76.9

表 2 废水固形物含量检测结果表

取样地点	原液重 /g	烘干后重量 /g	固形物含量 /%
配水井	2 350	98	4.2

表 3 回收水质检测结果表

取样地点	浊度 (NTU)
高位生产水池	11

注:废水处理能力试验采用时间段统计数据,生产废水固形物含量采用烘干法检测,回收水质采用全自动水质浊度检测仪测定。

5 所实施的水土保持措施

5.1 系统场区水土保持设计

(1)在距边坡开口线 3 m 的位置设置截水沟,纵向坡度根据地形设置,对于坡度较陡的位置设置消力坎;在公路开挖侧和场内局部位置设排水沟,纵向坡度根据公路和场地设置。通过设置

截排水沟,减少了雨水对场区的冲刷,避免了场内水土流失。

(2)在高程 1 072 ~ 1 065、1 065 ~ 1 052 以及 1 060 m 平台立轴制砂车间边坡脚设置了 2 m 高的浆砌石挡墙,上部设置框格梁;在框格梁内覆土种植芭蕉树固土护坡,并利用芭蕉树的宽大叶面形成隔音及防尘屏障,从而进一步降低了噪音及扬尘,起到了良好的效果。

(3)针对金沙水电站所处的地理位置和气候特征(全年大部分时间干燥少雨,降雨量集中在 5 ~ 10 月),在场内道路边及各车间外沿裸露区域砌筑花台,种植较耐干旱的三角梅及草种,以起到水土保持作用。

通过实施上述措施,对施工开挖的边坡等进行挡护,保护了场地周围的林草和水土,尽量减少了其对地表的扰动。从系统运行情况看,其对避免或减少因施工造成的水土流失起到了良好的效果。

6 结语

金沙水电站砂石系统作为较大规模的人工砂石生产系统,其所处的地理位置距离攀枝花市区较近,环保水保方面的压力较大,对于环保水保,在技术方面需要通过实际运行不断地摸索与总结分析,进行相应的改进。该系统所采用的环保水保技术取得了较为明显的成效,通过自检及第三方对相关数据的检测(成都综合岩矿测试中心),基本实现了国家相关行业对环保水保的要求,其设计思路及所采取的措施可为今后同类人工砂石系统的建设提供借鉴。

作者简介:

覃定海(1974-),男,四川射洪人,工程师,一级建造师,注册安全工程师,从事水电工程建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 47 页)

参考文献:

- [1] 水利发电工程地质勘察规范,GB50287-2006[S].
- [2] 水利水电工程边坡设计规范,SL386-2007[S].
- [3] 张倬元,王士天,等.工程地质分析原理[M].北京:地质出版社,2007.
- [4] 王卫,李天斌,王兰生.溪洛渡水电站拱肩槽高边坡稳定性的三维有限元分析[J].成都理工大学学报(自然科学版),2004,33(5):527-530.

- [5] 黄润秋,许模,陈剑平,等.岩体结构精细描述及其工程应用[M].北京:科学出版社,2004.

作者简介:

赵明华(1971-),男,湖北枝江人,高级工程师,学士,从事地质勘察工作;

朱信波(1986-),男,河北邢台人,工程师,学士,一级建造师,从事地质勘察工作;

赵雄(1991-),男,山西五寨人,助理工程师,学士,从事水利水电建筑工程设计工作。

(责任编辑:李燕辉)