

老挝南坎 2 水电站砂石加工系统的设计与研究

尹 斌， 李 阳

(中国水利水电第十工程局有限公司 国际公司,四川 成都 610072)

摘 要:介绍了老挝南坎 2 水电站砂石加工系统的设计过程,包括生产规模、设备选型以及工艺流程设计的具体情况。通过对关键生产工艺进行研究,采用了合理的破碎、制砂、筛分和砂处理等生产工艺,并对生产过程中影响产品质量的环节采取了相应的改善措施,使所生产出的成品砂石料产品的质量满足工程质量技术要求。

关键词:南坎 2 水电站;工艺流程;设备选型;质量控制;砂石加工系统

中图分类号:TV7;TV52 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)04-0059-04

Design and Study on Sandstone Processing System at Nam Khan 2 Hydropower Station in Laos

YI Bin, LI Yang

(International Company, Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610072)

Abstract: This paper introduces the design process of sandstone processing system for Nam Khan 2 Hydropower Station in Laos, including details in production scale, equipment selection and technological process design. Reasonable production technologies such as crushing, sand producing, screening and sand treatment have been adopted by researching on the key production technology, and corresponding improvement measures have also been taken in the links which affecting product quality in the production process, so that the quality of finished sand and gravel products can meet the technical requirements of engineering quality.

Key words: Nam Khan 2 Hydropower Station; technological process; equipment selection; quality control; sandstone processing system

1 概 述

南坎 2 水电站位于老挝琅勃拉邦省东南方向约 30 km 的南坎河与湄公河汇合口上游 68 km 处,为二等工程,工程规模为大(2)型。坝址以上流域面积为 5 167 km²,坝址多年平均流量为 67 m³/s。水库正常蓄水位高程 475 m,相应总库容 6.862 亿 m³,死水位高程 465 m,调节库容 2.291 亿 m³,电站装机容量为 130 MW。

该项目砂石加工系统的主要任务是向枢纽工程和导流工程混凝土浇筑提供砂石骨料,以生产二级配、三级配混凝土粗细骨料为主,同时可生产部分喷混凝土用细石料。该项目主体工程混凝土总量约为 250.46 万 m³,共需制备成品砂石料总量 551 万 t。

2 设计原则

(1)为确保施工进度和工程质量,砂石系统的设计遵循加工工艺先进可靠,成品砂石质量符合规范要求,砂石生产能力满足工程需要的原则。

(2)针对工程混凝土高峰浇筑强度持续时间较长和混凝土浇筑的不均衡性,砂石系统的设计需具有足够生产能力的加工设备。

(3)针对主体工程混凝土在不同时段具有不同的混凝土浇筑级配,砂石系统的工艺流程和设备配置应具有较强的灵活性和级配调整能力,满足不同工况时产品级配的平衡要求。

(4)为提高砂石系统长期运行的可靠性,砂石系统加工的关键设备需采用国内外知名厂家制造的产品并具有生产技术先进、制造工艺成熟、产品性能优良、产品质量可靠、材质坚韧耐磨、使用高效节能的优势。

(5)人工砂的生产工艺采用以破碎制砂为主、棒磨机制砂为辅的工艺措施。

(6)充分利用地形地貌特点,使总体布置紧凑、合理。

3 料场特性及关键工艺选择

项目部根据所获得的资料得知:石料场岩性

为三叠系上统上段第一层深灰色、灰色微~细晶灰岩及炭质灰岩夹少量钙质板岩。弱、微风化灰岩湿抗压强度一般为 53.7~85.6 MPa,平均值为 65.12 MPa,干抗压强度一般为 58.4~98.6 MPa,平均值为 82.08 MPa。

砂石系统需要处理的毛料抗压强度较低,粗中碎选用破碎比大的反击式破碎机,可有效减少系统运行期的耗能,减少项目运行成本。

针对灰岩料源,立轴式冲击破碎机(巴马克)以制砂为主,辅以常规棒磨机的制砂工艺具有广泛的成功经验。立轴式冲击破碎采用石打石的工作原理,其设备磨损少,加工性能优越,单机过流能力大、出砂率高,产品级配合理,细度模数适中且稳定,产品粒形方正,质量可靠。

为保证细骨料石粉含量满足规范要求,混凝土用砂采用湿法生产。相较于干法和半干法,湿法生产出来的骨料砂子表面清洁,观感性好,质量较好,能有效控制粉尘污染,同时其最重要的是能有效控制砂中石粉的含量,保证细骨料的生产质量。

4 系统规模

(1)成品砂石料月需要量。砂石加工系统设计的生产规模按满足混凝土高峰月浇筑强度 10.5 万 m³ 计,成品砂石料月需要量为:

$Q_1=Q_{mc}A=10.5\times2.2=23.1$ (万 t/月)
式中 Q_1 为成品砂石料月需要量; Q_{mc} 为混凝土高峰月浇筑强度; A 为每 m³ 混凝土的砂用量。

其中成品大石(粒径 40~80 mm):3.003 万 t/月,成品中石(粒径 20~40 mm):5.89 万 t/月,成品小石(粒径 5~20 mm):5.89 万 t/月,成品砂(粒径<5 mm):8.316 万 t/月。

(2)砂石加工系统的月处理能力^[1]。
 $Q_m=Q_1[(1-\gamma)/\eta_1+\gamma/\eta_2]$
 $=23.1\times[1-0.36]/0.85+0.36/0.8]$
 $=27.8$ (万 t/月)

式中 Q_m 为砂石加工系统月处理能力; γ 为砂率; η_1 为计入开采、加工、运输等损耗后的粗骨料成品率; η_2 为计入开采、加工、运输等损耗后的细骨料成品率。

(3)砂石加工系统小时处理能力。
 $Q_h=Q_m/(MN)=27.8/(25\times14)\times1\,000$
 $=795$ (t/h)

式中 Q_h 为砂石加工系统小时处理能力; M 为月

工作日数,取 25 d; N 为日工作小时数,取 14 h。
由以上数据可得,该砂石加工系统小时处理能力按 800 t/h 设计能够满足施工需要。
(4)各级骨料的生产强度。加工系统的小时生产能力为 700 t/h,根据工程需要各级骨料的生产强度为:

砂(粒径<5 mm):
 $Q_{砂}=71\times36\%=252$ (t/h)
小石(粒径 5~20 mm):
 $Q_{小}=700\times25.5\%=178.5$ (t/h)
中石(粒径 20~40 mm):
 $Q_{中}=700\times25.5\%=178.5$ (t/h)
大石(粒径 40~80 mm):
 $Q_{大}=700\times13\%=91$ (t/h)

5 工艺流程

(1)破 碎。破碎采用粗碎、中碎和细碎三段破碎工艺,其中粗碎和中碎开路生产,细碎为闭路循环生产。各段破碎的粒径范围及破碎比见表 1。

表 1 各段破碎的粒径范围及破碎比表				
项目	进料粒径 /mm	出料粒径 /mm	破碎比	备注
粗碎	<1 000	<250	4	总破碎比为 25
中碎	80~250	<100	2.5	
细碎	40~100	<40	2.5	

粗碎选用 2 台诺德伯格 NP1313 反击式破碎机,用于处理采石场开采的毛料。

中碎选用 2 台诺德伯格 NP1315 反击式破碎机,用于处理预筛分后粒径大于 80 mm 和部分粒径为 40~80 mm 的多余石料。

细碎选用 1 台诺德伯格 NP1315 反击式破碎机,用于处理成品筛分后部分粒径大于 40 mm 的石料。

(2)制 砂。该砂石系统制砂工艺以目前国际先进的 B9100 立轴式冲击破碎机(巴马克)制砂为主^[2],辅以常规的棒磨机(MBZ2136)制砂进行调节,制砂料源主要利用筛分分级满足成品碎石需用量后多余的部分粒径为 5~20 mm 的石料及筛分楼产出多余的粒径为 1.2~5 mm 的粗砂。

(3)筛分冲洗。该系统共设预筛分、成品筛分、立轴破筛分三种筛洗工艺。工艺流程见图 1。

6 主要设备的选型与配置

6.1 选型原则^[3]

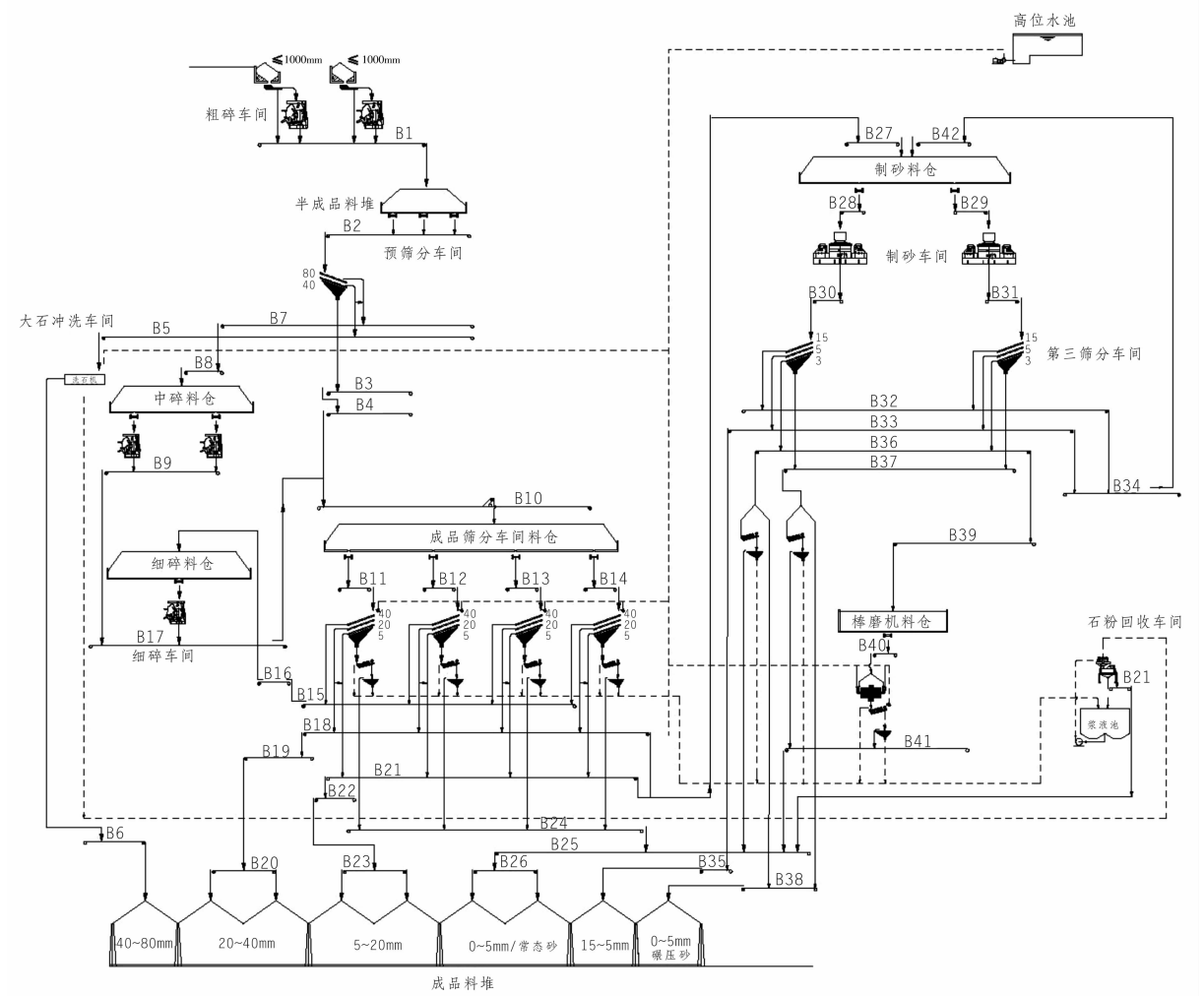


图 1 工艺流程图

(1)为提高砂石系统长期运行的可靠性,砂石系统加工的关键设备采用技术领先、质量可靠、单机生产能力大、使用经验成熟的国际先进设备;

(2)设备生产能力、产品粒度满足工艺和质量要求,并能适应混凝土级配的变化;

(3)尽量选用相同规格型号的设备,以简化机型,方便维修;

(4)尽量选用便于操作,工作可靠,节省投资、能耗及其它消耗低以及能降低运行管理费用的设备。

6.2 设备的选型与配置

(1)粗碎车间。根据粗碎车间的处理量不小于 800 t/h 的要求,粗碎选用 2 台诺德伯格 C120 鄂式破碎机,用于处理采石场开采的毛料。破碎机进料口尺寸为 1 000 mm×760 mm,电机功率为 160 kW,当紧边排料口尺寸最小设置为 150 mm 时,单

台破碎机的处理能力为 340~475 t/h。在受料平台选配了 2 台 ZSW1560 型号的振动给料机,其最大处理能力为 400~750 t/h.功率为 37 kW。

(2)预筛分车间。预筛分车间选用 1 台型号为 2KYRH3075、具有二层筛的圆振动筛,生产能力为 600~1 824 t/h,功率为 55 kW。在半成品料仓配置了 3 台型号为 GZ500 的振动给料机给料;同时配置了一台 2XLZ914 洗石机,处理能力为 200 t/h,,功率为 60 kW。

(3)中、细碎。中、细碎车间的处理量分别为 557 t/h、256 t/h,中碎选用 2 台诺德伯格 NP1315 反击式破碎机,细碎选用 1 台诺德伯格 NP1315 反击式破碎机。中碎破碎机当紧边排料口尺寸最小设置为 60 mm 时,单台破碎机的处理能力为 300~400 t/h。中碎破碎机当紧边排料口尺寸最

小设置为 25 mm 时,单台破碎机的处理能力为 200~300 t/h。

(4) 第二筛分车间。选用 4 台型号为 3YKR3075 的破碎机、具有三层筛的圆振动筛,筛孔尺寸为 5~40 mm,生产能力为 800~1 200 t/h,功率为 30 kW。

(5) 制砂设备。制砂车间的巴马克、棒磨机处理量为 639 t/h、26 t/h,制砂设备配备了 2 台巴马克 B9100 立轴式冲击破碎机和 1 台 MBZ2136 棒磨机。巴马克 B9100 立轴式冲击破碎机的单机过流能力为 300~450 t/h,其产砂量为 80~100 t/h,MBZ2136 棒磨机的制砂量为 40~60 t/h。

(6) 第三筛分车间。选用四台型号为 3YKR3075 的破碎机、具有三层筛的圆振动筛,筛孔尺寸为 3~15 mm,生产能力为 800~1 200 t/h,功率为 30 kW。同时配置了四台型号为 FC15 的洗砂机,功率为 11 kW。

7 生产废水处理及回收系统的设计

该系统的供水工程主要供应砂石加工系统生产过程中的砂石骨料冲洗、设计防尘用水等。设计最高用水量为 800 m³/h。

系统产生的废水与雨水采用分流制的排水方式。筛分及制砂车间的废水经独立的排水系统汇集自流到水处理车间,而其它废水和水回收车间在工作过程中产生的排污水汇合、在达到排放标准后排水沟排至河道。

废水处理工艺流程^[4]:筛分系统等各类冲洗废水经排水沟汇集后经辐流式沉淀池初步沉淀,当通过斜管式沉淀池处理后的废水达到 SS≤50 mg/L 要求后通过水泵抽至高位水池、达到生产用水循环利用的目的。

(1) 辐流式沉淀池。砂石系统污水处理的预沉淀采用钢筋混凝土辐流式沉淀池,其设计流量 $Q=800\text{ m}^3/\text{h}$;停留时间为 1 h;外形尺寸为 16 m×4 m;表面负荷为 4 m³/(m²·h)。

(2) 斜管式沉淀池。采用异向流斜管式沉淀池结构,蜂窝斜管为 $\varphi 25$ 六角型硬质 PVC 蜂窝管。排泥方式为泵吸、虹吸两用吸泥桁车排泥。按出水浊度为 50 mg/L 的标准,沉淀池有效净水面积为 66.67 m²,结合排泥桁车的规格尺寸,将

沉淀池的池体外框尺寸设计为 10 000 mm×8 000 mm,池体高度为 4 000 mm。

8 系统贮仓、堆场的布置与设计

为满足系统生产连续性要求,在系统内分别布置了毛料仓、半成品料仓、筛分、中碎、细碎、制砂调节料仓和成品料仓^[5]。

毛料受料仓共两个,单个存料容积为 100 m³,半成品料堆总容积约为 10 000 m³,可保证粗碎机生产的连续性和调节性。

筛分调节料仓总容积为 6 000 m³,制砂调节料仓总容积为 6 000 m³,中、细碎调节料仓的体积分别为 160 m³和 80 m³,起调节和均匀供料的作用,以保证筛分机、制砂设备和中、细碎生产的连续性。

成品料分大石料堆、中石料堆、小石料堆与砂堆,总堆容能满足混凝土浇筑 7 d 的调节量。其中大石料堆活容积为 6 000 m³,中石料堆活容积为 12 000 m³,小石料堆活容积为 12 000 m³,砂堆活容积为 18 000 m³。

成品料仓均设防雨棚,料仓采用钢筋混凝土底板并在底板上设排水孔,以保证成品料含水率稳定;在粗骨料料堆均设有缓降器,以防止碎石骨料发生再次破碎,确保成品碎石逊径含量不超标。

9 成品砂石料的质量指标

在该系统工艺设计中,通过对关键生产工艺的研究,采用了合理的破碎、制砂、筛分和砂处理等生产工艺,对生产过程中影响产品质量的环节采取了相应的改善措施,使所生产的成品砂石料产品质量满足质量技术要求。

10 结 语

该加工系统粗生产的骨料产品级配合理,产品粒形方正,质量可靠,满足规范要求。但在实际生产中也遇到了一些问题,如在工艺流程中,为控制砂中石粉的含量,采取了湿法生产制砂工艺,其虽然能保证砂的石粉含量满足要求,但加大了对废水处理的难度;同时,砂的石粉含量处于规范要求的中下限。如果能回收部分石粉并将其掺和到成品砂中,既能保证石粉含量不超标,也避免了不必要的浪费,可降低系统的运行成本。

(下转第 75 页)

(5)完整的清关资料必须存档。对清关资料进行分类、有效的存档管理,使后续工作对前面清关过程可追溯性有了很好的物证,并且为后续暂进复出对结关单的查证提供了纸质依据。清关资料存档主要包括以下内容:发货、收货信息统计总表,清关整套单据纸质版和电子版文件,清关报批文件、过程记录资料,清关大事记记录文件,与清关代理、海关来往的正式函件及邮件,海关结关单文件,清关代理提供的发票文件,月结支付发票详细清单等。

(6)加强与清关代理的沟通。斐济南德瑞瓦图可再生能源项目进口清关过程中取得的非常成功的经验就是加强了与清关代理的沟通,通过清关代理了解斐济的国家海关政策和税收政策的变化,并与其他清关代理保持联系,以便能及时、全面掌握斐济当地海关政策和税收政策的变化,与此同时,还与属地海关(劳托卡海关)保持了非常良好的关系。

4 结 语

斐济南德瑞瓦图可再生能源项目经过三年多时间的设备物资进口清关工作,保障了整个项目对设备物资的需求,为项目顺利竣工做出了巨大贡献。项目进口清关工作之所以能取得成功,得益于国内保障组、北京保障部以及项目总承包部现场清关人员的通力合作,更是项目总承包部现

场进口清关人员的努力学习、工作和强有力的协调,从而为项目的顺利竣工提供了物资保障。斐济南德瑞瓦图可再生能源项目是中国水利水电第十工程局有限公司承建的第一个真正意义上的国际高端市场 EPC 总承包项目,其取得的成功为公司其他高端项目的实施提供了非常宝贵的经验和财富,为公司整体管理水平的提升做出了贡献。

参考文献:

[1] 田锦彪,李亚鹏.EPC 大型国际工程项目设备物资清关及运输管理[J].云南水力发电,2014,30(5):37—40,73.
[2] 李 晋,谈腾飞.巴基斯坦塔贝拉项目清关的探索与建议[J].四川水利,2019,42(2):73—76.
[3] 刘贺平,朱名鹏.苏布雷水电站项目设备物资清关管理[J].项目管理技术,2015,13(12):103—105.
[4] 徐延玮,张永波.蒙内铁路项目进口货物清关浅谈[J].建筑工程技术与设计,2018,23(6):4114—4116.
[5] 谭发明.厄瓜多尔政府工程项目的设备清关与风险管理[J].中国商论,2016,25(16):104—105.
[6] 张永波.海外工程进口物资清关浅谈[J].建设机械技术与管理,2009,22(12):116—118.
[7] 李利青,李金云.斯里兰卡国家设备、物资进口与清关程序风险管控[J].云南水力发电,2018,34(增1):127—130.

作者简介:

晋如勇(1987-),男,四川泸州人,经济师,学士,从事建设工程项目设备物资采购、清关、运输、库房管理工作;
刘世强(1984-),男,山东德州人,经济师,双学士,从事国际项目设备物资保障工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 62 页)

参考文献:

[1] DL/T 5098—2010,水电工程砂石加工系统设计规范[S].
[2] 李建峰,朱小敏,艾文武.小湾工程大型人工砂石系统设计与施工[J].水力发电,2004,30(10):51—53.
[3] SL 303—2017,水利水电工程施工组织设计规范[S].
[4] 陈 雯,王丽宏,王 刚.构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.
[5] 全国水利水电施工技术信息网,编.水利水电工程施工手

册:第3卷[混凝土工程].[M] 北京:中国电力出版社,2002.

作者简介:

尹 斌(1985-),男,宁夏吴忠人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工
李 阳(1985-),男,四川宜宾人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

固增水电站首部闸坝右岸封顶

2019年8月12日,由中国水电七局·成都院联合体承建的固增水电站首部闸坝右岸封顶,这是继大坝一期截流后的又一个节点目标,标志着该电站右岸土建主体结构已全部施工完成。固增水电站系木里河干流(上通坝~阿布地河段)水电规划“一库六级”中的第五个梯级水电站。采用引水式开发,安装4台单机容量为43 MW的混流式水轮发电机组,总装机容量172 MW,开发任务以发电为主,兼顾下游减水河段生态环境用水要求,由水电七局一分局具体负责现场履约施工任务。