

文章编号:0559-9342(2009)10-0040-02

亭子口水利枢纽混合砂加工工艺措施

文 杰,王文涛,文 科

(葛洲坝集团第五工程有限公司,湖北 宜昌 443002)

关键词:天然砂;碾压混凝土;石粉含量;亭子口水利枢纽

摘要:亭子口水利枢纽工程采用天然砂砾料生产碾压混凝土。毛料中原状砂含量约占系统总用砂量的1/2,因此需用天然料人工制砂进行补充,另外,从成品料需求看,混合砂的含粉率也不满足碾压混凝土用砂石粉含量要求,为此,采取了天然骨料人工制砂和制粉方案。

Technology and Measures on Mixed Sand Processing of Tingzikou Water Control Project

Wen Jie, Wang Wentao, Wen Ke

(Gezhouba Group No. 5 Engineering Co., Ltd., Yichang Hubei 443002)

Key Words: natural sand; roller compacted concrete; powder content; Tingzikou Water Control Project

Abstract: Natural sand and gravel is used for the production of roller compacted concrete in Tingzikou Project. The natural sand content is about half to total sand requirement, so it needs artificial sand produced by using natural materials. On the other hand, the powder content in finished material does not meet the RCC requirements on powder content, so the artificial sand and powder product by using natural aggregate is adopted.

中图分类号:TV422(271)

文献标识码:A

1 工程概况

亭子口水利枢纽左岸砂石加工系统为左、右岸混凝土生产系统供应骨料,承担的混凝土总量约为500.0万 m^3 ,需加工砂石成品料总量约1150.0万t,其中粗骨料约800.0万t,细骨料约350.0万t。

左岸砂石加工系统生产能力需满足高峰月混凝土浇筑强度25.0万 m^3 所需骨料的生要要求,其中RCC高峰月浇筑强度为20.0万 m^3 。系统的设计处理能力要求为2000t/h,成品骨料生产能力为1600t/h。

三级配混凝土和二级配混凝土的比例参考值为5:2。碾压混凝土约占混凝土总量的49%。

2 制砂技术研究

亭子口工程共有左双漩滩、回水坝、花家坝及杜里坝4个天然砂砾料场,各个料场级配及含砂率不同,由于混凝土浇筑强度逐年不均匀变化,因此料场开采比例也随之变化。各天然砂砾料场的含砂率及质量情况见表1。

由于杜里坝料场天然砂属于特细砂且含泥量大,取自杜里坝料场的毛料需去除不合格砂。工程料源级配主要根据高峰期各料场的开采比例和料源相对比例确定,其他时间段可根据系统工艺进行调整,从料场开采规划可知,2012年为系统高峰期,料源级配根据此时间段各料场开采比例和级配比

表1 各天然砂砾料场的含砂率及质量情况

料场名称	含砂率/%	细度模数
左双漩滩	24.8	2.61
回水坝	26.2	1.7
花家坝	22.8	1.91
杜里坝	15.6	0.99

例确定,此时毛料的综合含砂率为15.5%。另外,从招标文件提供的资料可知,亭子口工程所需的各级成品料的级配比例为:18.14:27.07:23.36:31.43(大石:中石:小石:砂)。

从以上分析可知,毛料中的原状砂总量不足,原状砂约占系统总用砂量的1/2,且石粉含量远低于碾压混凝土用砂质量要求(14%~20%)。因此系统补充制砂制粉是必须的。

3 天然粗骨料制砂方案

传统的天然粗骨料制砂方案是采用棒磨机制砂,如清江隔河岩和高坝洲工程,棒磨机制砂具有产品粒型好、细度模

收稿日期:2009-09-15

作者简介:文杰(1969—),男,湖南湘乡人,高级工程师,主要从事工程施工管理工作;王文涛(1973—),男,河北献县人,工程师,主要从事工程施工管理工作;文科(1983—),男,湖南湘潭人,助理工程师,主要从事工程施工管理工作。

数和产量稳定的优点,但钢耗、能耗、占地面积大。另外,由于棒磨机制砂是湿法生产,即使采用石粉回收工艺也必将造成大量的石粉流失。

随着制砂技术的发展,立轴制砂已大量采用,立轴制砂具有效率高、产品含粉率高、占地面积小等优点,缺点是其产品级配不合理,存在成品砂中间级配缺失现象。

为了弥补两种制砂技术的缺点,国内大型水电工程大都采用立轴和棒磨机联合制砂工艺。联合制砂应以立轴制砂为主,充分发挥立轴制砂的效率,减少石粉的流失,同时,用棒磨机制砂调整产品级配,弥补立轴制砂产品中间级配缺失的问题,使最终的成品砂级配优良。

在最终成品砂不能满足碾压混凝土用砂含粉率要求时,采用独立的制粉生产工艺,补充石粉。

3.1 立轴制砂

在一般的立轴制砂方案中,将小于 80 mm 的混合料放入立轴破碎机进行破碎,以获得尽可能多的小于 5 mm 的产品。但对于亭子口工程天然砂石加工系统而言,小于 80 mm 的粗骨料大部分为天然原状卵石(经过粗碎和中碎破碎过的粗骨料只占小部分),基本不存在裂隙节理,其抗压强度较高(为 246 MPa),如直接进入立轴破碎机制砂则效果较差。同时,由于该工程欠缺中、小石,如采用传统的大、小石混合作为立轴制砂的原料也是不经济的。

因而,为了提高卵石制砂的效果,仅采用大石作为原料,并在进入立轴破碎机之前进行一次“预破碎”。即把大石先放入细腔型圆锥破碎机进行破碎,即使较硬的原状卵石(主要是小石)未得到有效破碎,也大都会产生裂隙,为立轴破碎机有效破碎创造条件。同时,在细腔型圆锥破碎机进行预破碎加工时,也会产生一部分砂,可以作为成品砂的有效补充。

经过生产性试验证明,以经过“预破碎”的卵石为原料,“石打石”腔型的立轴式破碎机的成砂率平均约达到 26%,高于传统直接用级配卵石加工工艺的成砂率。

3.2 棒磨制砂

棒磨制砂的原料采用经过细腔型圆锥破碎机破碎的 5~20 mm 产品,经过“预破碎”的骨料再进行棒磨制砂其制砂效果好、效率高。通过调整棒筋的数量、比例以及水量,可获得所需要的中间级配的砂,与之前产生的砂混合后,级配和细度模数都较合理。

4 制粉及掺配方案

石粉回收的前提是洗砂机的溢流物中含有大量石粉。对天然砂石加工系统而言,毛料取自于河床或河滩,石粉含量由水流流速决定,在流速较大的区域,天然料中的细粉被河水带走,毛料中的石粉含量不能满足混凝土的要求;对于流速较小的滩地而言,天然石粉将会在这一区域沉淀,石粉含量会相对较高,但含泥量也较大,经过筛分洗涤后,洗砂机的溢流中不仅仅有石粉,同时也含有对混凝土强度有害的泥。

亭子口天然料场滩地,每年汛期河流归槽流速超过 2.0 m/s,大量的走砂使细骨料中的细粉被水流带走,细粉含量先天不足,原状砂的石粉含量一般不超过 5%。

立轴破碎机生产砂是干法生产,其石粉含量相对较高,一般可达到 17%,棒磨机生产的砂的石粉含量一般为 11%左右,这样原状砂和机制砂(立轴破和棒磨机破碎设备破碎而生产的砂)混合后的砂产品石粉含量约为 11%。

亭子口工程要求常态混凝土用砂的含粉率为 6%~13%,而碾压混凝土用砂的含粉率为 14%~20%,由上述生产的混合砂石粉含量只能满足常态混凝土石粉含量要求,若需满足碾压混凝土用砂的石粉含量要求,还需人工制粉。

4.1 制粉方案

天然砂石系统一般采用传统的球磨机生产工艺制粉,或直接在厂内采购半成品。但亭子口工程周围无石灰岩料场,最近的水泥厂在广元市,从广元水泥厂采购石粉极不经济。而传统的球磨机制粉具有占地面积大、钢耗高的缺点。为此,工程选用新型的中速 T 型磨粉机制粉。中速 T 型磨粉机主要由主机、风机、分选机和收尘设备组成。主要技术参数为:单机功率 253 kW;生产能力 13~22 t/h, <0.16 mm 石粉含量在 90%以上,细度可调。磨粉机生产的石粉通过气力输送装置输送至石粉罐内储存。

4.2 石粉掺配方案

细骨料中所含的细粉在混凝土拌和过程中应该是分散的,不应粘结成块,成团的石粉会被水泥裹住,形成非胶结性的块体,导致混凝土性能降低、混凝土收缩增大,耐久性降低;细粉也不应过多,以免增大混凝土拌和物的需水量。

将石粉直接掺配至运送成品常态砂的胶带机上(湿掺法)的问题是:石粉直接与尚未完成脱水、含水量较高的天然砂进行混合,将导致石粉被水裹住,形成石粉小团,而这部分块体在混凝土拌和过程中不易解体,会导致混凝土性能降低;另外,由于仅进行了预脱水的砂含水量较大,石粉在掺和过程中吸收大量的水分,形成石膏状。掺和后的细骨料经检验很不均匀。

针对湿掺法存在的问题,掺配成品砂料源应为经自然堆存脱水合格(含水率小于 6%)的常态砂,为此,系统设置了碾压砂预脱水堆场,拟混掺石粉的未经脱水的常态混凝土用砂在碾压砂预脱水堆场分区堆存,待其满足含水率条件后再进行石粉混掺。石粉掺配工艺流程见图 1。

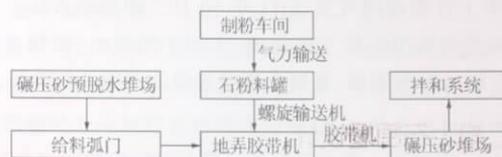


图 1 石粉掺配工艺流程

4.3 石粉掺配质量控制

(1) 含粉率控制。为使碾压砂含粉率控制在 14%~20% 的范围内,并保持稳定,采取了以下措施:①确定碾压砂预脱水廊道内给料弧门开度,通过试验检测,计算出一个地弄内胶带机的输送量;②将被用来掺粉的、含水量稳定的常态砂进行石粉含量检测;③检验得到的石粉(下转第 90 页)

4 堰塞湖的加固改造应用实例

4.1 四川天龙湖水电站

四川天龙湖水电站设计装机容量 18 万 kW。电站大坝为 1933 年叠溪地震所形成的小海子天然堰塞坝,引水隧洞进水口位于小海子天然坝址上游右岸,距坝址约 150 m。该水电站 2004 年并网发电,运行状况良好,湖水资源得到了有效利用。

4.2 美国 Mount St. Helens 滑坡坝

1980 年 5 月 18 日,美国华盛顿州的圣海伦火山(Mount St. Helens)伴随着 5 级地震突然爆发,大量的喷发物及崩塌土石混合形成高达 28 亿 m³ 的土石流动,将紧邻北侧之河川(North Fork Toutle River)堵塞,并形成 3 个堰塞湖,分别为 Spirit Lake, Coldwater Lake 及 Castle Lake (Glicken, 1986)。灾害发生后, Coldwater Lake 及 Castle Lake 两堰塞湖紧急构筑溢流道。最上游的 Spirit Lake 堰塞湖采取直径 3.4 m 的涵管排水方式取代坝顶溢流排水,在安全水位处(距坝顶下 30 m)设一涵管入流,以保持水位在安全范围内,施工期间则以抽水方式使其不致溢流。目前此 3 座堰塞湖经人为处理后,不但已无溃决之虞,还具有观光、休憩及教育等功能。

5 结论与建议

堰塞湖的产生具有其内外诱发因素,按其诱发因素可分为不同的类型。滑坡坝由自然作用堆积形成,与人工土石坝在坝体材料、堆积形态、稳定性方面存在差异。因此,本文论述了堰塞湖形成条件和滑坡坝坝体特点等,可为深入了解堰塞湖和工程处治与利用提供帮助。

(上接第 41 页)含量数据和地弄内胶带机输送量以及目标石粉含量计算出需添加的石粉量;④根据螺旋输送机转速与输送石粉量的关系,通过试验确定螺旋输送机的转速;⑤在输送碾压砂的胶带机末端或堆场取样试验,测定实际含粉率,并立即反馈至螺旋输送机,与目标含粉率比较,如不合格,则调整其转速,直至合格为止。

(2)均匀性控制。石粉参加时,石粉覆盖在成品常态砂上方,每通过一条胶带机就产生一次跌落,即常态砂和石粉掺混后再进入成品碾压砂堆场。在工艺上,两条胶带机之间,在卸料的胶带机机头安装一搅拌机(类似于砂浆搅拌机),在跌落过程中将物料搅拌一次后再进入下一条胶带机,使二者掺混均匀。掺和好的细骨料由装载机装料,自卸汽车运往拌和系统汽车受料坑,或直接经胶带机运往拌和楼。

5 结论

(1)亭子口工程砂的来源有 4 个:①天然毛料中含有的原状砂,原状砂具有粒形好的优点,但其细度模数不稳定,含粉率也比较低,一般不超过 5%。②经过立轴破碎机产生的砂,具有含粉率较高的优点,其粒形也较好,但级配不连续。③经过棒磨机生产形成的砂,具有粒形好、级配连续的优点,

堰塞湖形成后,如果在短时间内不能自行溃决,或对其上下游安全带来威胁,则必须采取工程处理措施来消除或减弱其风险。机械开挖导流槽辅以工程爆破手段是工程常用方法,同时,根据坝体特征和环境条件,可采用的爆破方法有:岩塞爆破、水中爆炸、小洞室爆破、药壶爆破、裸露药包爆破等。

自然作用形成的堰塞湖蕴藏着丰富的水能资源。科学治理、开发利用天然库水的水能,引水灌溉,以及开发旅游、保护环境等,在理论上、经济上都具有重要的现实意义。

汶川地震后,唐家山堰塞湖的成功处理创造了世界上处理大型堰塞湖的奇迹。为减少坝体堆积阻截河流对其上下游带来生命和财产威胁,在堰塞湖形成初期,必须对滑坡坝进行安全风险评估,制定相应的应急预案,采取必要的工程处治措施,以消除或降低堰塞湖的安全风险度。

参考文献:

- [1] 符文熹,聂德新,等.堵江滑坡坝主要工程地质问题及实例[J].地质灾害与环境保护,1999,10(1):52-56.
- [2] 柴贺军,刘汉超,张倬元.大型崩塌堵江事件及其环境效应研究综述[J].地质科技情报,2000,19(2):87-90.
- [3] 聂高众,高建国,邓砚.地震诱发的堰塞湖初步研究[J].第四纪研究,2004,24(3):293-301.
- [4] 杨朝辉,赵宗棣,吴云凤.印江岩口应急工程泄洪洞进口水下岩塞爆破设计与实践[J].工程爆破,2000,6(1):64-69.
- [5] 张树军,周志东.易贡山体滑坡抢险工程引水渠孤石爆破设计与实践[J].四川水力发电,2004,23(增刊):37-38.
- [6] 杨其国.天龙湖水电站进水口高边坡稳定性研究分析[J].四川水力发电,2003,22(2):66-68.

点,在经过此前环节形成的砂如有细度模数不合理现象,可通过棒磨机进行灵活调节。④通过其他破碎机产生的少量砂。

(2)天然砂砾料在开采和筛洗过程中,细粉流失严重,成品砂中的细粉含量不能满足碾压混凝土对细骨料的质量要求。若采用人工制砂的办法回收天然砂中的细粉,很难解决粉、泥分离的问题。解决天然砂中细粉含量不足的有效途径就是制备石粉再进行掺混。

(3)天然砂掺石粉,不能在洗砂机出口胶带机上进行,因此时砂的含水率较高,掺和过程中易产生粉团。为此设置碾压砂预脱水堆场,经堆存自然脱水后的成品砂再进行掺混。

(4)在混掺的过程中,容易产生粉尘造成环境污染,应采取相应的措施以满足环保要求。

参考文献:

- [1] 刘崇熙,文梓芸,等.混凝土骨料性能和制造工艺[M].广州:华南理工大学出版社,1999.
- [2] 刘振区,等.水利水电工程设计与施工新技术全书[M].北京:海潮出版社,2006.
- [3] 文杰,方敦裕,等.景洪水电站碾压混凝土天然砂的级配改善措施[J].水力发电,2005:(10),61-63.