

# 阿尔塔什大坝工程特殊垫层料生产工艺与质量控制

王真平, 李振谦, 王建帮

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

**摘要:**特殊垫层料(2B料)位于周边缝下游侧垫层区内,对周边缝和附近面板上铺设的堵缝材料及水库泥沙起反滤作用。新疆阿尔塔什大坝工程特殊垫层料采用购买人工砂(粒径0~5 mm)与小石(粒径5~15 mm)根据不同比例掺配后分别进行相对密度试验确定出最优掺配比例,并通过HZS120拌和系统进行生产的施工工艺,不仅保证了所生产出的特殊垫层料级配连续,而且有效地解决了特殊垫层料传统“平铺立采”生产工艺易出现的级配不连续及采用料场砂砾石料直接筛分浪费现象严重等问题。

**关键词:**阿尔塔什大坝;特殊垫层料;生产工艺;质量控制

**中图分类号:**TV7;TV52;TV51;TV52+3

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2019)03-0024-04

## Process Technology and Quality Control of Special Cushion Material at Aertash CFRD Project

WANG Zhenping, LI Zhenqian, WANG Jianbang

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

**Abstract:** The special cushion material (2B material) is laid inside of the cushion zone downstream of peripheral joint which has filtration effect on plugging material and reservoir sand laid on peripheral joint and nearby face slab. This special cushion material for Xinjiang Aertash CFRD Project is mixed by commercial artificial sand (0~5mm grain size) and rocklet (5~15mm grain size) in different blend ratios which optimal ratio is determined by taking relative density test and finally processed by HZS120 mixing system. This process technology not only guarantees continuous gradation of the special cushion material, it also effectively solves the problem of discontinuous gradation existed in traditional "pave and mix method" as well as serious waste during directly screening of gravel stone from the quarry.

**Key words:** Aertash CFRD; special cushion material; process technology; quality control

### 1 概述

阿尔塔什水利枢纽工程是叶尔羌河干流梯级规划“两库十四级”中的第十一个梯级,总库容为22.49亿 $m^3$ ,电站装机容量为755 MW,为大(1)型I等工程。

阿尔塔什大坝工程为混凝土面板砂砾石堆石坝,坝顶高程1 825.8 m,最大坝高164.8 m,坝顶宽度为12 m,坝长795 m。坝体填筑分区从上游至下游分别为上游盖重区1B、上游铺盖区1A、垫层料区2A、特殊垫层区2B、过渡料区3A、砂砾料区3B、爆破料区3C、水平排水料区3D。

根据设计文件要求,特殊垫层料位于周边缝下游侧垫层区内,水平宽度为3 m,厚2 m。采用

C3料场粒径小于20 mm的筛分料,最大粒径小于20 mm的连续级配物料,碾压厚度为0.2 m,相对密度 $Dr \geq 0.9$ 。为减轻因周边缝变形过大引起的止水失效进而导致的大量渗水,应特别注意直接位于周边缝下游侧的特殊垫层区的选料和压实。一方面,碾压压实后变形较小,可减轻周边缝止水结构的负担,以保持其有效性;另一方面,对周边缝表面的粉细砂、粉煤灰等低粘性材料起反滤作用,截留并淤堵于张开的接缝中,使接缝自愈而减少渗流量。结合工程料源的实际情况,为保证工程施工质量,特殊垫层料生产工艺的确定应重点针对料源级配、施工成本、工程进度进行综合研究,以确定最为合理的生产施工工艺。

### 2 特殊垫层料的料源情况及生产方案调整

收稿日期:2019-05-08

## 2.1 料场料源情况

经对坝址区附近的料场复勘后得知:砂砾石料场测量后的复测面积为 365 万  $\text{m}^2$ 。但是,根据现场探槽情况测量的实际有效开采面积仅为 328 万  $\text{m}^2$ 。根据复勘取样砂砾石颗粒级配分析试验结果,砂砾石料场的级配满足生产特殊垫层料的设计指标要求。根据砂砾石料场的开采量及储量,水上开采砂砾石料的总量为 120 万  $\text{m}^3$ ,无用

料 269 万  $\text{m}^3$ ,总砂砾石料储量为 1 558 万  $\text{m}^3$ 。料场储量与大坝砂砾石填筑工程量比值仅为 1.27 : 1,储量较小。在设计招标技术文件中,大坝填筑所需的特殊垫层料由砂砾石料场筛分加工获得。但是,根据设计砂砾石料包络线各级粒径含量(表 1)要求,直接采用料场砂砾石料进行筛分的弃料为 70%~85%,容易破坏料场砂砾石料源。

## 2.2 生产方案的调整

表 1 砂砾石料各级粒径含量表

项目	筛底	孔 径 /mm											$D_{\max}$ /mm					
		0.075	0.25	0.5	1	2	5	10	20	40	60	80		100	200	300	400	600
砂砾石上包线	—	1	3	6	8	10	13	17	21	33.1	40.2	49.3	56.3	80	90	94.1	100	600
砂砾石下包线	—	2	14	18	20	22	25	31	37	56.1	67.1	72.8	77.1	94	100			300

根据工程实际情况,大坝填筑所需的特殊垫层料为 6 300  $\text{m}^3$ 。考虑到直接采用料场砂砾石料进行筛分,需专门修建一套筛分系统。由于筛分生产弃料多,加之砂砾石料场储量也小,在增加施工成本的同时还会影响到大坝砂砾石料的储量,因此,项目部按级配比例购买人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm)后,采用“平铺立采”的方式生产获得。但特殊垫层料在实际生产过程中由于工程量相对较少,采用“平铺立采”方式达不到多层摊铺的要求,容易造成特殊垫层料级配不连续。针对特殊垫层料生产过程中存在的弃料多、级配不连续、生产施工成本高等问题,项目部在征得监理、设计、业主等单位同意后对生产施工方案进行了调整。在不影响质量的情况下,通过现场分析和讨论提出了最为合理的特殊垫层料生产方式及质量控制措施:按级配比例购买人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm),通过相对密度试验确定出最优掺配比例后,再利

用 HZS120 拌和系统进行拌和生产。不仅能确保成品特殊垫层料的质量,同时也避免了直接采用料场砂砾石料进行筛分产生大量弃料、破坏砂砾石料场料的源级配。

## 3 掺配比例及生产工艺流程

### 3.1 掺配比例的确定

设计要求特殊垫层料为最大粒径小于 20 mm 的连续级配物料,碾压厚度为 0.2 m,相对密度  $Dr \geq 0.9$ 。根据设计要求,将购买的人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm)按比例进行掺配。特殊垫层料人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm)的最优掺配比例根据最大干密度、最小干密度试验确定,将人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm)按 35% : 65%、40% : 60%、45% : 45%、50% : 50%、55% : 45% 不同比例掺配后分别进行相对密度试验,特殊垫层料相对密度试验不同砾石含量所对应的最大干密度、最小干密度试验成果见表 2。

表 2 特殊垫层料不同砾石含量所对应的最小干密度、最大干密度值表

项 目	砾石含量 /%				
	65	60	55	50	45
最大干密度( $\rho_{d\max}$ ) / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	2.04	2.1	2.12	2.14	2.09
最小干密度( $\rho_{d\min}$ ) / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.68	1.74	1.77	1.78	1.75

从表 2 中的试验结果可以看出:最大干密度在 2.04~2.14  $\text{g}/\text{cm}^3$  之间,砾石含量在 50% 时,其最大干密度、最小干密度达到最大值 2.14  $\text{g}/\text{cm}^3$  和 1.78  $\text{g}/\text{cm}^3$ 。根据试验结果绘制出的特殊垫层料不同砾石含量对应的最大干密度、最小干密度关系曲线见图 1。

综上所述,特殊垫层料的最优掺配比例为人工砂(粒径 0~5 mm)与小石(粒径 5~15 mm)的比例为 50% : 50%。

### 3.2 工艺流程设计

根据相对密度试验确定的最优掺配比例通过 HZS120 拌和站进行均匀拌和生产的工艺流程见

图 2。

在成品砂石骨料运输前,必须经试验人员

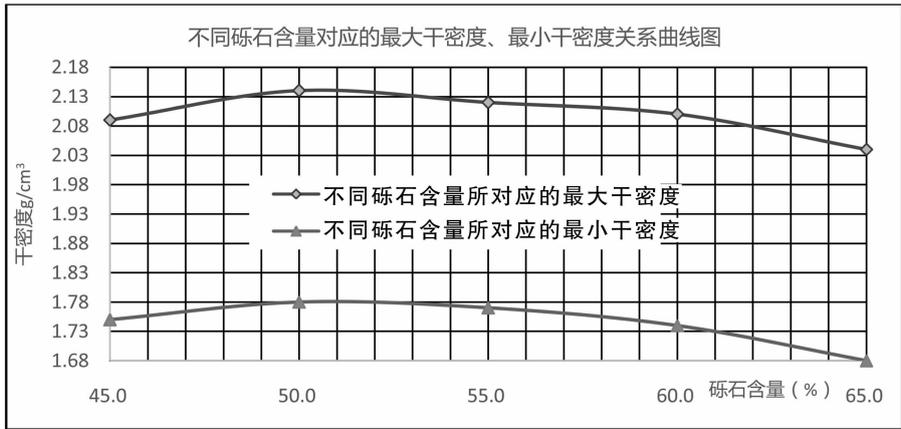


图 1 特殊垫层料不同砾石含量对应的最大干密度、最小干密度关系曲线图

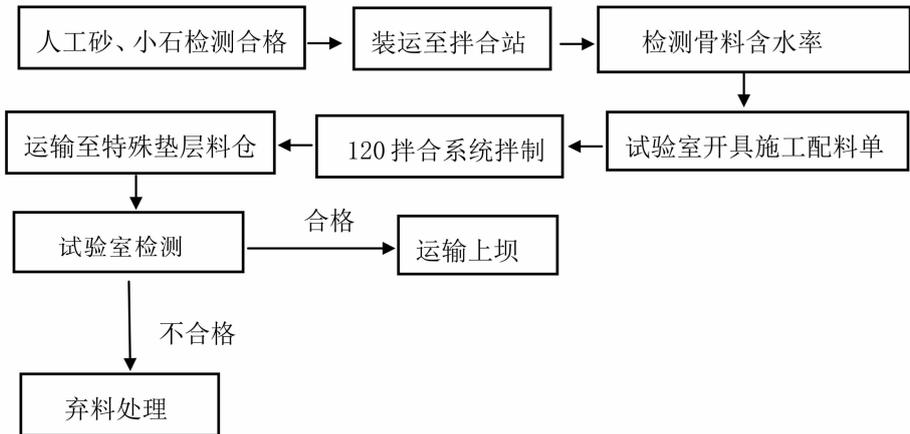


图 2 特殊垫层料掺配生产工艺流程图

人工砂(粒径 0~5 mm)和小石(粒径 5~15 mm)进行抽检,只有经检查各项指标合格后才能进行运输。成品砂石骨料检测合格后,主要采用 ZL-50 装载机和 20 t 自卸车在砂石骨料加工场进行砂石骨料装运。为了准确按 1:1 的比例进行人工砂(粒径 0~5 mm)和小石(粒径 5~15 mm)的装运,必须分开装运人工砂(粒径 0~5 mm)和小石(粒径 5~15 mm)的设备,且运输车辆必须经地磅房计量后方可运至拌和站骨料仓内分类存放,在计量过程中,安排 2 名计量人员进行记录核量。在进行特殊垫层料掺配前,必须再次安排试验人员对人工砂(粒径 0~5 mm)和小石(粒径 5~15 mm)进行含水检测并根据含水率开具实验室配料单。拌和站在拿到配料单后方可进行拌和生产,主要采用 ZL-50 装载机对 HZS120 拌和

系统料仓进行上料,由 HZS120 拌和系统按照 1:1 的比例(质量比)对人工砂、小石进行准确称量后方可进行特殊垫层料的拌和生产,拌和时间不少于 30 s(经现场试验确定),拌和完成后由 20 t 自卸汽车运至独立的特殊垫层料仓内集中存放。为避免特殊垫层料被污染,成品料仓上部采用遮阳棚覆盖,遮阳棚结构为脚手架管+帆布+防晒网。在特殊垫层料运输前,必须再次经试验人员对特殊垫层料进行抽检,经检查各项指标合格后才能进行运输。特殊垫层料检测合格后,主要采用 ZL-50 装载机和 20 t 自卸车将特殊垫层料装运至坝体填筑面。

#### 4 施工质量控制

##### 4.1 生产过程的质量控制

在特殊垫层料加工过程中,坚持过程控制为

主的质量控制原则,在生产过程的各环节由专职质检员、试验员跟班抽样检验,及时纠正生产过程中的不合格因素。不合格的骨料不允许进入加工厂,并加强对所采购的原骨料的检测频率。具体控制方法和措施如下:

(1)检查入厂原料情况,不合格的原料不许进厂加工。

(2)骨料在高温季节加工时,用防晒棚和防护网进行保护,防止骨料被污染;低温季节加工时,骨料储存应采用彩条布覆盖(必要时在其上面覆盖草帘)保暖,防止骨料结冰。

(3)对每一批次掺配的原骨料半成品和掺配后的成品料进行试验检测,从料源和掺配过程中保障掺配后的成品料满足设计指标要求。

(4)严格按照试验标准进行特殊垫层料的掺配,严格控制拌和系统的掺拌时间和掺配比例。

(5)定期对拌和系统的称量系统进行校验,确保称量系统的准确性。

(6)特殊垫层料掺配拌和前,应对拌和系统进行调试运转,确保在运行状况良好的情况下进行作业,每次拌和所需成品料前,对拌和系统中的拌和储料仓进行清理,尽量减小因其他骨料的残存对成品料指标含量的影响。

(7)特殊垫层料运输上坝前,必须经试验检测人员检测合格后方可运输上坝,如发现级配不满足要求时,必须按弃料处理,严禁将不合格料运输上坝。

#### 4.2 成品料质量检测成果

成品特殊垫层料的加工检测频率必须严格按照要求进行,每次生产加工完成的特殊垫层料都必须进行试验检测,并保证每批次生产的成品料检测频次不少于4次。自大坝特殊垫层料生产加工以来,累计料源检测23组,其中合格组数为23组,合格率为100%,满足设计规范要求。

#### 5 结语

阿尔塔什大坝工程特殊垫层料采取购买人工砂(粒径0~5 mm)和小石(粒径5~15 mm)并按照最优掺配比例通过HZS120拌和系统进行拌和生产的施工工艺,不仅保证了特殊垫层料的级配连续,而且有效地解决了传统“平铺立采”方式生产导致的级配不连续,直接采用砂砾料场筛分导致浪费现象严重等问题,降低了生产施工成本。同时,拌和系统的拌制不仅操作简便、工艺流程可行、设备运行稳定,对保证施工质量、提高施工强度、减少浪费、对工期提前具有重大意义,还能有效降低砂尘的产生,保护生态环境,利于提高施工效率、加快施工进度、降低能耗,便于施工调度,保证了坝体填筑质量,可为今后类似工程的施工提供有价值的参考。

#### 作者简介:

王真平(1990-),男,湖北洪湖人,项目质量部主任,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

李振谦(1987-),男,甘肃庆阳人,项目工程部主任,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

王建帮(1986-),男,甘肃天水人,项目质量部副主任,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 南俄3水电站项目顺利通过老挝最难挖流沙洞段

6月6日,老挝公司南俄3水电站3号支洞施工现场一片欢腾,老挝最难开挖的引水隧洞流沙洞段被水电十局人征服,这是公司历史上遇到的最难开挖的洞段之一,也是老挝最难挖掘的流沙洞。

南俄3水电站引水隧洞全长10.6 km,主洞直径9.2 m的圆形和马蹄洞形,目前已完成开挖10 km。2017年8月,3号支洞下游主洞在掘进中,遭遇了近100 m长,集流沙、溶腔、涌水、全风化段、地表塌陷于一体的流沙洞段,涌水最多达到每小时2 000 m<sup>3</sup>,突泥涌水多次将主洞和支洞全部淹没,给洞挖施工带来极大的困难,3号支洞几度停工。在严重挫折面前,项目部于今年初通过调整班子结构,制定优化方案,细化施工措施,施工进度有了明显改观。经过一年半的艰苦施工,终于按计划雨季之前顺利通过流沙层洞段,整个施工过程无一起安全事故,得到了业主的高度肯定。

南俄3水电站是目前中资企业在老挝承建的最大水电站项目,也是老挝国家5年发展总体规划中重点项目之一,由电建股份公司委托西北院设计、水电十局具体实施。该水电站是一座以发电为主,兼顾养殖、旅游等综合利用效益的水电枢纽工程,设计装机3台160 MW水轮发电机组,总装机容量480 MW。水电站拦河大坝为混凝土面板堆石坝,最大坝高210 m。工程合同总额约为12.90亿美元,施工总工期为72个月。