

冲填砂浆结石筑坝技术优势分析

姜国辉, 夏颜龙, 李玉清*, 李明瑜 (沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110866)

摘要 冲填砂浆结石筑坝技术是对浆砌石筑坝技术的创新改进, 它采用压力水泥浆冲砂, 依靠砂浆的冲击力和重力作用填充已摊铺好的堆石体空隙实现筑坝。改进后的工艺使浆砌石施工过程的机械化程度得到提高, 能够多级配综合利用粗骨料, 节省人力资源和材料资源。介绍了冲填砂浆结石筑坝技术的工艺流程与使用的设备, 并与浆砌石坝、堆石混凝土坝的施工技术进行对比, 分析阐述冲填砂浆结石筑坝技术具有机械化程度高、工艺流程简单、施工速度快、自身防渗性能好、工程造价低、无需考虑温控等优势。

关键词 冲填砂浆; 施工技术; 浆砌石坝; 堆石混凝土坝

中图分类号 S277.4 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)07-02164-03

Analysis on Superiority of Stone Dam Construction Technique of Filling Slurry

JIANG Guo-hui, LI Yu-qing et al (Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract Filling slurry concretion damming technology is the innovation and improvement of stone masonry damming technology, which actually is filling cement paste into the inter-space of the rock-fill paved before by its impact force and gravity. The improved technology could improve the level of mechanization of mortar masonry and use multistage aggregate comprehensively, saving human and material resources. This paper introduced the technological process and apparatus utilized, made comparison with stone masonry damming technology and concrete damming technology and elaborated the advantages of stone dam construction technique of filling slurry, including high level of mechanization, simple technological process, fast speed of construction, good performance of anti-seepage, low project cost and none consideration of temperature control and so on.

Key words Filling slurry; Construction technique; Slurry masonry dam; Rock-fill concrete dam

1 冲填砂浆结石筑坝技术

冲填砂浆结石筑坝施工技术工艺是近年来提出的一种新的筑坝施工方法, 它是水泥砂浆冲填与堆石坝填筑施工工艺相结合的一种新的施工工艺。其施工步骤为: 在坝壳内填筑天然或破碎石料直至达到满足冲填层厚度要求, 摊铺后, 从冲填层顶面进行水泥浆冲砂作业, 即通过输浆装置将预先制备的水泥浆或掺外加剂粉煤灰的水泥混合浆, 直接向填筑石料的缝隙中冲填由输砂装置定量供给一定比例的砂浆, 依靠砂浆的冲击力和重力填充堆石体空隙, 形成类似浆砌石坝的砂浆结石坝。其工艺流程见图 1。

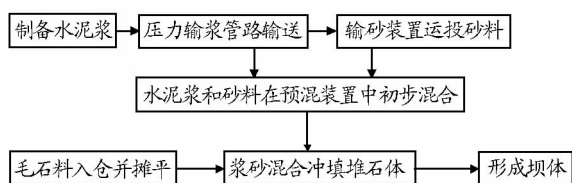


图 1 冲填砂浆结石坝施工工艺流程

工艺流程中水泥浆按水灰比(1~0.5):1(m/V)制备; 输浆装置的冲浆管口输送压力不小于 0.3 MPa; 所选砂料粒径为 0.2~5 mm, 粒径小于 0.2 mm 的含量不超过 5%; 浆砂混合物中水泥干品重量与砂料的重量比控制在 1:(3~8); 堆石体所选择的石料控制粒径小于 5 mm 的细料含量不超过 10%, 堆石体厚度一般为 2~3 m, 辅以推土机或者反铲车简单摊平; 浆砂混合物的冲填点间距 2~5 m, 沿横坝轴线方向或顺坝轴线方向进行多点成排冲填。冲填点布置位置

见图 2。

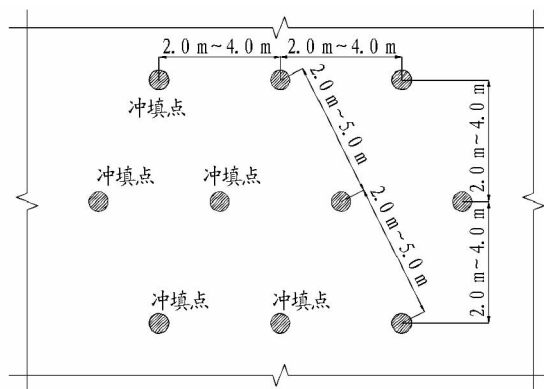


图 2 冲填砂浆结石筑坝工艺冲填点布置位置

冲填砂浆结石筑坝技术所需设备有自卸汽车、推土机、反铲、制浆机、灌浆泵、砂浆溜槽。

冲填砂浆结石筑坝技术特点是工艺流程简单, 机械化程度高, 没有最大块石粒径控制和级配要求, 冲填层厚度大, 不必碾压, 施工速度快, 作业效率高, 形成的砂浆结石体密实, 具有自防渗能力, 能够降低施工成本^[1]。

2 冲填砂浆结石筑坝技术与浆砌石筑坝技术比较分析

2.1 浆砌石筑坝技术特点 浆砌石坝是指采用浆砌石工艺辅以防渗结构进行坝体填筑的筑坝方法。浆砌石施工方法具有造价低廉, 适用性高的特点, 因此在筑坝尤其是中小坝型的施工过程中得到了广泛的应用。我国是世界上建造浆砌石坝较多的国家之一。据统计坝高在 15 m 以上的浆砌石坝有 2 000 多座^[2]。但是因为浆砌石结构本身不具有防渗能力, 作为筑坝工艺使用时, 需要对坝体增设混凝土防渗面板、防渗心墙等防渗结构, 同时大坝对砌筑石料的要求又较高, 容易受区域条件制约, 料源石料的利用率较低。从施工工艺上来说, 浆砌石结构的施工过程需要大量的人工, 机械化程

基金项目 公益性行业(农业)科研专项(201203002)。

作者简介 姜国辉(1965-), 男, 辽宁凤城人, 博士, 副教授, 从事水利水电工程施工技术与管理研究。* 通讯作者, 李玉清副教授, 从事土木工程施工技术、节水灌溉理论与技术研究。

收稿日期 2014-02-07

度较低,工程施工进度和效率难以得到有效提高^[3]。

2.2 冲填砂浆结石筑坝技术与浆砌石筑坝技术对比优势 冲填砂浆结石筑坝技术与浆砌石筑坝技术相比具有如下优点:

(1) 机械化程度高,施工速度快。冲填砂浆填筑堆石体不需要人工堆砌石块,可以采用运输设备将天然或人工破碎的石料直接入仓,辅以简单的机械摊平,制备完成的水泥浆在灌浆泵的作用下,冲填运输到合适位置的砂料,浆砂混合物流动冲填堆石体的空隙,不需要人工摊铺,施工过程的机械化程度得到提高,从而加快施工进度,提高生产效率,施工工期可以缩减 60%。

(2) 自身防渗性能好,无需单独设防渗体。冲填砂浆结石坝施工技术工艺采用高压流动的水泥浆液冲填砂料,使形成的浆砂混合物具有较高的流动性,并在砂浆输送器中进一步掺混,能够让砂浆混合的更加均匀,避免了浆砌石施工过程中产生的砂、浆分离现象。同时流动的水泥浆液能够充填到石料之间的微小缝隙中,避免局部缝隙中空情况的发生,提高了筑体的抗渗性能。与同等条件下的浆砌石坝相比,不再需要增设防渗面板、防渗心墙等防渗结构。

(3) 结石体强度高,有利于坝体稳定。由于在水泥浆冲砂工序实施之前,已经将粗骨料直接入仓,相比人工浆砌石使用的骨料粒径能够取更大,能满足运输及坝体结构需要即可,并且先行入仓的粗骨料之间自然堆砌在一起,本身已经具有了一定的结构稳定性,有利于大坝结构的稳定;另外,水泥浆和砂料混合物在输送过程中砂粒在浆液中不停涌动,能够促进水泥团粒的打开,使水泥粉粒与水充分结合,促进水泥强度的发挥。

(4) 对筑坝石料粒径要求低,节约成本。石料可以直接入仓堆砌,在浆砌石施工过程中难以使用的较大粒和较小径块石,在此可以直接利用,能够提高材料的利用率,可以使工程建设的成本降低 40% 左右;降低了大坝主体结构的施工难度和复杂度,施工工期可以缩减 60%,使工程成本进一步降低。

3 冲填砂浆结石筑坝技术与堆石混凝土筑坝技术比较

3.1 堆石混凝土筑坝技术特点 堆石混凝土是将大于 15 cm 石料进行初步的筛分后,直接入仓,然后浇筑自密实混凝土,利用自密实混凝土的高流动性,实现混凝土自流填充堆石空隙,形成完整、密实、有较高强度的混凝土;堆石体的孔隙率一般为 40% ~ 50%,即单方堆石混凝土筑体需要消耗自密实混凝土 0.4 ~ 0.5 m³,水泥用量大幅度减少,那么坝体的整体水化温升也减小,可以简化坝体的温控措施,使筑坝综合成本降低^[4];采用自密实混凝土填筑堆石空隙,不再需要振捣工序,工艺简化,施工速度加快;堆石混凝土具有大块石稳定堆积构成的骨架,因此体积稳定性较好、体积收缩小,具有较强的抗裂能力,层间抗剪能力增强^[5]。

3.2 冲填砂浆结石筑坝技术与堆石混凝土筑坝技术对比优势

(1) 使用的工程材料无特殊要求,取材便利,成本低廉。

自密实混凝土为保证其优良的流化性能、较好的抗离析性和粘聚性,对水泥型号要求较为严格,又需要添加多功能、高性能的复合外加剂,要求外加剂具有减水、保塑、减少泌水、离析及抑制水泥早期水化放热等多项功能^[6];而冲填砂浆结石筑坝工艺使用普通型号水泥制备冲填砂料的水泥浆即可,对水泥型号及外加剂类型没有特殊要求,这样更有利于简化工艺,节约施工成本。

(2) 使用较少的常规施工机械设备,流程简单,消耗能源资源少,有利节能环保。冲填砂浆结石筑坝工艺使用较为简易的施工设备,操作流程简单,便于施工组织管理,同时降低能源消耗、减少环境污染。冲填砂浆结石筑坝过程采用灌浆泵泵送水泥浆冲填砂料直接填筑到堆石空隙中,而自密实混凝土的生产使用要经过骨料筛分、拌合、运输和浇筑等多个环节,施工过程繁琐复杂,现场组织管理要求较高。另外,每一个环节都使用大型的施工机械,能源消耗较多,机械运行过程也会给周围环境带来较不利的影响。

(3) 浆砂混合体的早期流动性较好,使用及时,有利于水泥强度的发挥。冲填砂浆结石筑坝工艺在水泥浆与砂料混合后便流动冲填到堆石的空隙,浆砂混合物不需要单独的运输机械设备,操作简便;浆砂混合的第一时间就冲填到空隙中,间隔时间较短,此时浆砂混合物稠度较大、流动性较好,更有利于填充。试验表明:完成拌制待用的砂浆随放置时间的增长,稠度和强度均有下降趋势。因此冲填砂浆结石工艺能够更加充分利用浆砂混合体的流动性填筑堆石空隙,同时也更利于水泥强度的发挥(图 3、4)。

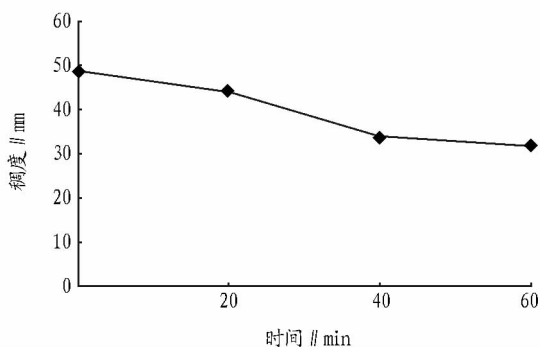


图 3 砂浆稠度随放置时间变化趋势

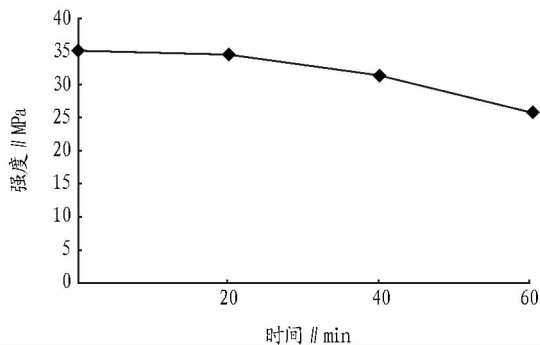


图 4 砂浆强度随放置时间变化趋势

4 工程实例

位于内蒙古赤峰市的三座店水库大坝为沥青混凝土心

墙堆石坝。在坝体填筑施工过程中,由于石料块径过大,又使用推土机摊平作业,导致左右坝头靠近山体部位集中很大粒径的块石,形成了较多孔隙,如果不进行处理,工程投入使用后,极易出现绕坝渗漏问题,给大坝的安全运行带来隐患。为了解决这一问题,采用了冲填砂浆结石处理方案。无压冲填灌浆施工处理过程历时一个月,消耗水泥 2 299 t,砂料 11 630 t,堆石体体积约 40 000 m³,水泥堆积密度按 1.6 × 10³ kg/m³,砂子堆积密度按 1.28 kg/m³ 计算,则堆石体的孔隙率为 26% 左右,与生产同体积的混凝土材料相比,能节约使用水泥 60% 左右,水泥用量的大幅度减少有效减少了施工过程中水泥释放的水化热,无需再考虑温控措施,因而加快了施工进度,从材料和工期等方面考虑,都实现了成本节约。对坝体进行了钻芯取样,芯样表明筑体密实,筑体强度得到提高。大坝投入运营多年来,状况良好,也没有出现渗漏等问题。因此冲填砂浆结石坝工艺在三座店左右坝头处理工程中获得了较好的工程效益。

5 结语

(1) 冲填砂浆结石技术给浆砌石工艺带来的巨大变革,能够实现施工过程机械化,提高工作效率,带来一定的工期效益。

(2) 采用冲填砂浆结石技术建造筑体,能够利用较大粒径的粗骨料,骨料不参与搅拌而直接入仓,实现了多级配骨料综合利用,有效减少单位体积筑体水泥的用量,降低了筑体水泥水化热,有助于简化温控措施,节省大量人力资源和材料资源。

(3) 工艺过程采用的有压浆液冲砂流动方法,有效提高浆砂混合物的流动性,能够将块石空隙填充的更加密实,提高了筑体稳定性和抗渗性能,浆砂混合物拌合后即被利用,流动性较好,又有利于水泥材料强度充分发挥,提高建筑物的工程可靠性。

参考文献

- [1] 李千,李珍子,王成山,等. 冲填砂浆结石坝施工方法: 中国, CN101581088[P]. 2009-11-18.
- [2] 刚振祥. 浅谈浆砌石大坝的施工技术[J]. 中国新技术新产品, 2011(2): 62.
- [3] 张乐家. 试析石坝工程施工工艺和质量管理[J]. 中国新技术新产品, 2013(1): 69.
- [4] 金峰,李乐,周虎,等. 堆石混凝土绝热温升性能初步研究[J]. 水利水电技术, 2008(39): 59-63.
- [5] 安雪晖,黄绵松,周虎,等. 堆石混凝土施工技术综述[C]//“全国混凝土新技术及其工程应用”技术交流会暨 2007 年年会交流材料. 宁波: 中国土木工程学会, 2007: 23-31.
- [6] 齐永顺,杨玉红. 自密实混凝土的研究现状及展望[J]. 混凝土, 2007(1): 25-28.

(上接第 2127 页)

g/ml,提取时间为 2 h 进行回流提取,测得黄酮提取率平均为 6.32%,RSD 为 0.52%,证明正交试验所得优化条件可靠。

表 2 回流提取正交试验结果

试验号	因素			提取率 %
	提取时间(A)	乙醇浓度(B)	料液比(C)	
1	1	1	1	5.89
2	1	2	2	6.07
3	1	3	3	6.30
4	2	1	2	6.24
5	2	2	3	6.62
6	2	3	1	6.17
7	3	1	3	6.51
8	3	2	1	6.13
9	3	3	2	6.35
K ₁	18.62	18.64	18.19	
K ₂	19.03	18.82	18.66	
K ₃	18.99	18.82	19.43	
极差 R	0.13	0.06	0.42	
较好水平	2.0	75	1:25	
因素主次顺序	2	3	1	

3 结论与讨论

试验采用回流提取法探索了乙醇浓度、料液比、回流时间 3 个单因素对澳洲茶树总黄酮提取率的影响,并进行了

L₉(3³) 正交试验。通过极差分析得到最佳提取工艺条件组合为:乙醇浓度 75%、料液比 1:25 g/ml、提取时间 2.0 h;总黄酮提取率可达 6.32%。此方法设备要求简单、成本低、操作简单易行,且对环境及人类无毒害,提取率较高,是一种理想的提取方法。

参考文献

- [1] 陈碧华,吴丽君,李乾振,等. 互叶白千层研究进展[J]. 福建林业科技, 2010,3(4): 177-182
- [2] 张燕君,陈利芳. 蒸馏时间与互叶白千层精油主要化学[J]. 林产化学与工业, 2002,22(3): 33-35.
- [3] 钟振声,袁裕泉,樊丽妃. 引种互叶白千层茶树油有效抑菌成分分析[J]. 中山大学学报:自然科学版, 2012,51(5): 7-13.
- [4] 田玉红,陈志燕,陶明有. 互叶白千层挥发性成分的提取和分析[J]. 广西工学院学报, 2008,22(3): 45-48.
- [5] 刘布鸣,董晓敏,黄艳,等. 互叶白千层的化学成分研究[J]. 中草药, 2011,42(7): 1282-1284.
- [6] 郭丽冰,王蕾. 降香总黄酮含量测定方法的研究[J]. 中药材, 2008,31(5): 694-696.
- [7] 郑媛媛,李辰,封士兰,等. 油橄榄叶中总黄酮含量测定方法探讨[J]. 光谱学与光谱分析, 2011,31(1): 547-550.
- [8] LIU J, LUO J G, SUN Y, et al. A simple method for the simultaneous decoloration and deproteinization of crude levan extract from *Paenibacillus polymyxa* EJS-3 by macroporous resin[J]. Bioresource Technology, 2010, 19(3): 1-7.
- [9] KAZUYOSHI YANAGIHARA, AKIHIRO ITO, TETSUYA TOGE, et al. Antiproliferative effects of isoflavones on human cancer celllines established from the gastrointestinal tract[J]. Cancer Research, 1993, 53: 5815-5821.