

水泥系基础处理材料 的研究与工程应用

名誉主编：胡曙光

主 编：陈义斌 马建宏 赵祖文

副主编：宋 淳 麻向阳 朱莹怡



武汉理工大学出版社

水泥系基础处理材料的研究与工程应用

名誉主编:胡曙光

主 编:陈义斌 马建宏 赵祖文

副 主 编:宋 淳 麻向阳 朱莹怡

武汉理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥系基础处理材料的研究与工程应用/陈义斌、马建宏、赵祖文等编著.

——武汉:武汉理工大学出版社,2004.2

ISBN 7-5629-2049-4

I.水…

II.陈…

III.水泥-基础处理材料-研究与工程应用

IV.TQ·172.6

内 容 提 要

本书较为详细地介绍了获水利部科技进步二等奖的新技术——湿磨细水泥浆材的制备及灌浆新技术:湿磨细水泥浆材常压和高压下的有关性能、水化机理、颗粒粒径检测方法等及其在三峡工程、湖南省江垭工程、江西省万安水电站、湖北省黄陂县院基寺水库等工程中的应用及试验研究情况;超细水泥和细水泥浆材的发展趋势及常压和高压下浆材的有关性能及试验研究情况;稳定性水泥浆材和促凝水泥(砂)浆材的配合比和有关性能及试验研究情况;普通水泥浆材常压和高压下的有关性能及试验研究情况;道路水泥的矿物组成研究情况;氟硫对水泥窑高温带用耐火材料的作用研究情况;射水法及振动切槽法造防渗墙新技术在堤防工程中的施工质量控制应用情况以及水泥系基础处理材料综合技术在防渗堵漏处理工程中的应用及试验研究情况。

本书包含了近十五年来水泥系基础处理材料的研究与工程应用方面的新技术成果,可为从事材料研究和基础处理研究等工程科研、理论研究和理论教学的工程技术人员、教师提供理论方面和工程实践方面的卓有成效的参考;可为类似工程和类似研究提供理论方面和工程实践方面的非常有益的借鉴。

武汉理工大学出版社出版发行

(武汉市珞狮路122号 邮政编码430070)

各地新华书店经销

武汉理工大印刷厂印刷

★

开本:787×1092 1/16 印张:15 字数:350千字

2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

印数:1—2000册 定价:58.00元

序

迈入 21 世纪,我国的经济建设进入了一个飞速的发展时期。各种国家重点建设项目和大型基础设施工程以前所未有的规模出现在我们面前,其新功能、新标准、新技术向我们提出了更高的要求。本书所涉及的水泥系基础处理材料及施工工艺即为这些新技术中的重要内容之一。书中收集了作者们十余年来在相关重点基础建设的水利水电工程、堤防工程、道路工程和防渗堵漏等工程方面的经验和最新理论研究成果。

“湿磨细水泥浆材的制备及灌浆新技术”曾获水利部科技进步二等奖和长江水利委员会科技进步一等奖,该技术现已成功地三峡工程、湖北省清江隔河岩工程、湖北省王甫洲工程、湖南省江垭工程、湖南省五强溪工程、河南省石漫滩水电站、江西省万安水电站、湖北省黄陂县院基寺水库等水利水电工程等水利水电工程以及工业与民用建筑工程中得到广泛地应用,取得了显著的技术、经济效益。该书从理论研究和工程实践的角度,从一般和特殊性的内容较为详细地介绍了该种新技术的科研成果和工程应用技术成果;从结合工程实际需要和解决工程特殊问题的角度出发,进行了湿磨细水泥和超细水泥浆材、稳定性水泥浆材、促凝性水泥浆材和普通水泥浆材常压下或高压下的有关性能以及道路水泥和水泥窑用耐火材料的研究;从堤防工程的施工角度提出了射水法和振动切槽法造防渗墙施工新技术的切实有效的质量控制措施和方法以及控制程序;从工程防渗堵漏的角度详细地阐述了二种以水泥浆材为主、化学浆材为辅的丙凝水泥浆材新技术和丙烯酸盐水泥浆材新技术在工程实践中的卓有成效的成功应用。

该书概括地介绍了目前水泥系基础处理材料的研究与工程应用的最新技术成果,每篇论文均取材可靠、资料齐全、内容翔实,提供了许多研究和工程实践的新技术、新方法与新思路,并对工程研究与实际应用中的难点和热点提出了自己的独到见解,这些对从事工程材料教学、科研的教师、研究生和从事混凝土水泥基础处理材料的工程科技人员具有相当的参考和借鉴价值。

胡曙光

2004 年 2 月

前 言

基础处理材料可分为无机材料和有机材料。无机基础处理材料包括粘土类材料、水玻璃类材料、水泥类材料等……;有机基础处理材料包括甲凝类材料、丙凝类材料、环氧树脂类材料、丙烯酸盐类材料、聚胺酯类材料等……。在品种众多的基础处理材料中,用量最大、用途最广泛的基础处理材料则为水泥类基础处理材料。随着人类社会的发展,人类对环境保护的意识逐渐加强,无毒的、无污染的基础处理材料将会越来越受到青睐。水泥类基础处理材料因其为无机材料,且无毒,同时只要正常使用,其材料本身和其固结体对环境污染可以认为是无污染的。因此,从众多的水泥类基础处理材料中精选了从1987年至2003年基础处理材料及工艺方面新的技术和研究成果汇编成《水泥系基础处理材料的研究与工程应用》一书。

《水泥系基础处理材料的研究与工程应用》(以下简称“本书”)的文章(研究成果)主要来自于三峡工程、湖北省清江隔河岩工程、湖南省江垭工程、江西省万安水电站和湖北省黄陂院基寺水库等水利水电工程、堤防工程、道路工程、防渗堵漏工程和水泥生产工艺方面的科研成果和工程应用成果。本书共有30篇文章(研究成果),共分为二篇:第一篇为水泥系基础处理材料的研究,共有21篇文章(研究成果);第二篇为水泥系基础处理材料及工艺技术的工程应用,共9篇文章(研究成果)。第一篇细分为六章:第一章为湿磨细水泥浆材的研究,共8篇文章(研究成果);第二章为超细水泥和细水泥浆材的研究,共2篇文章(研究成果);第三章为稳定性水泥浆材的研究,共2篇文章(研究成果);第四章为促凝水泥浆材的研究,共3篇文章(研究成果);第五章为普通水泥浆材的研究,共4篇文章(研究成果);第六章为其它材料的研究,共2篇文章(研究成果)。第二篇细分为四章:第一章为湿磨细水泥浆材的工程应用,共4篇文章(研究成果);第二章为射水法造砗防渗墙施工新技术的工程应用,共2篇文章(研究成果);第三章为振动切槽法造防渗墙施工新技术的工程应用,共1篇文章(研究成果);第四章为其它综合技术的工程应用,共2篇文章(研究成果)。

本书较为详细地介绍了获水利部科技进步二等奖的新技术——湿磨细水泥浆

材的制备及灌浆新技术:湿磨细水泥浆材常压下和高压下的有关性能、水化机理、颗粒粒径检测方法等及其在三峡工程、湖南省江垭工程、江西省万安水电站、湖北省黄陂县院基寺水库等工程中的应用及试验研究情况;超细水泥和细水泥浆材的发展趋势及常压下和高压下浆材的有关性能及试验研究情况;稳定性水泥浆材和促凝水泥(砂)浆材的配合比和有关性能及试验研究情况;普通水泥浆材常压下和高压下的有关性能及试验研究情况;道路水泥的矿物组成研究情况;氟硫对水泥窑高温带用耐火材料的作用试验研究情况;射水法及振动切槽法造防渗墙新技术在堤防工程中的施工质量控制应用情况以及水泥系基础处理材料综合技术在防渗堵漏处理工程中的应用及试验研究情况。

本书包含了近十五年来水泥系基础处理材料的研究与工程应用方面的新技术成果,可为从事材料研究和基础处理研究等工程科研、理论研究和理论教学的工程技术人员、教师提供理论方面和工程实践方面的卓有成效的参考;可为类似工程和类似研究提供理论方面和工程实践方面的非常有益的借鉴。

参加本书编写的主要人员有:长江水利委员会工程建设监理中心(湖北)陈义斌高级工程师,董晓伟教授级高级工程师;武汉市城市防洪勘测设计院副院长马建宏高级工程师;长江水利委员会长江勘测规划设计研究院赵祖文高级工程师,高汉军技师;武汉理工大学黄春副编审,陈玲俐高级试验师;长江水利水电开发总公司宋淳工程师;山西省大同水泥厂总经理麻向阳高级工程师;长江科学院罗洁工程师,余美万工程师;上海汇宝房地产发展有限公司胡兰勇工程师;武汉市蔡甸区水利水电建筑工程公司副经理杨波高级工程师;朱莹怡高级工程师、注册会计师;邱向辉助理工程师等。

本书篇章的编写分工如下:第一篇的第一章的主要编写人员为陈义斌,赵祖文,马建宏,宋淳,胡兰勇,罗洁,余美万,麻向阳,朱莹怡,邱向辉,杨波,高汉军;第一篇的第二章的主要编写人员为陈义斌,马建宏,宋淳,赵祖文,罗洁,余美万,麻向阳,朱莹怡,邱向辉,杨波,高汉军;第一篇的第三章的主要编写人员为马建宏,宋淳,陈义斌,赵祖文,麻向阳,余美万,罗洁,邱向辉;第一篇的第四章的主要编写人员为宋淳,马建宏,陈义斌,赵祖文,罗洁,胡兰勇,余美万,麻向阳,杨波,邱向辉,陈玲俐;第一篇的第五章的主要编写人员为赵祖文,陈义斌,马建宏,宋淳,罗洁,胡兰勇,余美万,麻向阳,邱向辉,杨波,高汉军;第一篇的第六章的主要编写人员为马建宏,陈义斌,赵祖文,宋淳,麻向阳,陈玲俐,邱向辉,杨波,高汉军;第二篇的第一章的主要

编写人员为陈义斌,赵祖文,马建宏,宋淳,罗洁,余美万,胡兰勇,麻向阳,朱莹怡,邱向辉,杨波,高汉军;第二篇的第二章的主要编写人员为陈义斌,马建宏,宋淳,赵祖文,余美万,董晓伟,朱莹怡,邱向辉,杨波;第二篇的第三章的主要编写人员为马建宏,陈义斌,赵祖文,宋淳,董晓伟,朱莹怡,邱向辉,杨波;第二篇的第四章的主要编写人员为赵祖文,陈义斌,马建宏,宋淳,罗洁,胡兰勇,麻向阳,朱莹怡,邱向辉,杨波,高汉军;其它编写人员参加了相应篇的相应章的编写工作。陈义斌和黄春负责全书的统稿和组织工作。

长江科学院岩基所和材料所的相关人员参与了本书的部分研究成果的研究工作,本书的编写委员会在此表示衷心地感谢!

本书由于编写水平有限,错误遗漏在所难免,敬请指正和谅解。

《水泥系基础处理材料的研究与工程应用》编写委员会

2003年10月30日

目 录

序	(1)
前 言	(1)

第一篇 水泥系基础处理材料的研究

第一章 湿磨细水泥浆材的研究	(3)
1 三峡工程坝基岩体细裂隙湿磨细水泥浆材的试验研究	(3)
2 湿磨细水泥浆材性能试验综合研究	(8)
3 三峡工程湿磨细水泥掺硅粉浆材的试验研究	(15)
4 湿磨细水泥浆材水化特性的研究	(34)
5 灌浆湿磨细水泥粒径检测方法初探	(46)
6 三峡工程基础灌浆高压下湿磨细水泥浆材的性能研究	(51)
7 三峡工程主体建筑物基础灌浆高压下水泥浆材的性能研究	(55)
8 三峡工程基础灌浆湿磨细水泥浆材制浆时间对浆材性能的影响研究	(62)
第二章 超细水泥和细水泥浆材的研究	(70)
1 三峡工程基础灌浆高压下改性灌浆水泥浆材的性能研究	(70)
2 超细水泥和细水泥浆材的发展现状及应用	(73)
第三章 稳定性水泥浆材的研究	(77)
1 清江隔河岩工程基岩灌浆用掺膨润土的水泥浆材的试验研究	(77)
2 江垭工程帷幕灌浆(GIN法)稳定性浆材的试验研究	(87)
第四章 促凝水泥浆材的研究	(91)
1 外加剂对水泥性能的影响研究	(91)
2 清江隔河岩工程基岩灌浆用掺促凝剂的水泥(砂)浆材的试验研究	(100)
3 三峡船闸高边坡水泥系新锚固剂的研究	(106)
第五章 普通水泥浆材的研究	(112)
1 清江隔河岩工程基础灌浆用清江水泥厂425°普通硅酸盐水泥的试验研究	(112)
2 黄铁矿对普通硅酸盐水泥浆材性能的影响研究	(126)
3 SO_4^{2-} 对水泥浆材性能的影响研究	(131)
4 江垭工程孔口封闭帷幕灌浆高压下水泥浆材的性能研究	(137)
第六章 其它材料的研究	(144)
1 氟硫对水泥窑高温带用耐火材料的作用研究	(144)
2 从混凝土角度讨论道路水泥的矿物组成	(164)

第二篇 水泥系基础处理材料及工艺技术的工程应用

第一章 湿磨细水泥浆材的工程应用.....	(177)
1 湿磨细水泥灌浆新技术及其应用.....	(177)
2 湿磨细水泥浆材在院基寺水库二坝坝基防渗灌浆帷幕中的应用.....	(182)
3 湿磨细水泥灌浆新技术在工程中的应用.....	(193)
4 湿磨细水泥灌浆新技术现场颗粒粒径快速检测方法研究.....	(198)
第二章 射水法造砦防渗墙施工新技术的工程应用.....	(203)
1 射水法造防渗墙新技术施工质量控制.....	(203)
2 射水法造防渗墙施工新技术及其在湖南南县工程中施工质量控制.....	(210)
第三章 振动切槽法造防渗墙施工新技术的工程应用.....	(216)
1 振动切槽法造防渗墙施工新技术及其在梁公堤工程中施工质量控制.....	(216)
第四章 其它综合技术的工程应用.....	(220)
1 丙凝等浆材在防渗堵漏补强工程中的应用.....	(220)
2 湖南省永兴县大布江电站防渗堵漏工程处理.....	(224)
参考文献.....	(228)

第一篇：水泥系基础处理材料的研究

第一章 湿磨细水泥浆材的研究

◆ 三峡工程坝基岩体细裂隙湿磨细水泥浆材的试验研究

摘要 本文在成功研制 GSM-I 型高效水泥湿磨机和进行湿磨细水泥基本性能试验研究的基础上,进一步改进了磨机磨齿的耐磨性,完善了制浆和灌浆工艺,提高了制浆系统工作能力,弄清了某些影响浆材性能的因素,并通过了现场灌浆试验。现场灌浆试验表明,对岩体破碎带和细裂隙灌浆,应用湿磨细水泥浆材有更好的效果。

关键词 湿磨细水泥 制备工艺 浆材性能试验 现场试验

0 前言

三峡坝基岩体多为细微裂隙,采用一般细度的水泥进行灌浆处理只能灌入 0.5mm 以上的裂隙,灌更细的缝,常出现“吃水不吃浆”现象,灌浆效果不好。对细裂隙岩基灌浆,以往多采用化学灌浆或建议使用细水泥浆材。化灌由于成本高、污染环境等不宜大量应用;而工厂干法制备细水泥,由于能耗大,单价高,包装、储存要求高,供应难以保证等诸多问题而难以推广应用。自 1988 年始,进行了湿磨细水泥灌浆技术的研究,1989 年试制出了 GSM-I 型高效水泥湿磨机样机,并对湿磨细水泥浆材基本性能进行了试验研究,初步提出了相应制浆工艺和进行了室内模拟灌浆试验。在此基础上,对磨机的磨齿进行了改进,提高了其耐磨性,对浆体被磨过程的温升进行了试验研究,在黄陂院基寺水库等工程进行了现场试验,进一步完善了灌浆工艺,取得了很好的效果,为水泥灌浆处理三峡工程坝基岩体细裂隙打下了基础(该项研究为三峡前期专项科研项目,合同编号 90-VIII-1-12)。

1 提高湿磨机连续工作能力的研究

1.1 提高湿磨机磨齿的耐磨性

研制的水泥湿磨机为齿式高效水泥湿磨机,在样机的研制过程中,考虑到受磨介质为水泥和水组成的水泥浆,磨机与水泥浆接触的部件(料斗、工作室、磨齿)需要有一定的耐磨性和抗腐蚀性;因而选用了硬度较大的不锈钢材料。在试用中发现,不锈钢齿不适应水泥颗粒的硬度,磨损严重,常常要停机调整磨齿的间隙,影响连续工作能力,并且磨齿容易报废。针对此情况,对磨齿的耐磨性进行了一定的研究,先后进行了硬质合金磨齿,普通材料表面镀层磨齿、普通材料热处理磨齿的试验。试验结果认为:硬质合金钢硬度太大,机械加工难以达到磨齿要求的高精度,而解决机械加工问题尚有一定难度,因此没有进行下去;表面镀层虽可以满足磨齿精度要

求,但镀层和磨齿母体的粘着力以及它们的硬度差别悬殊等原因,湿磨机在碾磨过程中镀层容易脱落,因此难以应用。普通材料加工成磨齿后再进行热处理存在二种问题:热处理后若硬度不够,同样不耐磨;若处理后硬度达到要求,在碾磨水泥浆的过程中,受处理过的表面因脆性而容易掉块。最后应用化学复合热处理工艺,终使磨齿表面硬度达到 HV1200~1400 左右,而且不掉块。这种热处理工艺对磨齿的变形很小,能保证磨齿精度。目前,在 GSM - II 型高效水泥湿磨机上使用这种磨齿,其耐磨性得到了很大的提高,经数个工程现场应用,已磨近百吨水泥未观察到磨齿有明显的磨损。磨齿耐磨性的改进,为提高整机连续工作能力提供了保证。

1.2 完善制浆工艺

通过室内试验和多次的现场灌浆试验,逐步完善了湿磨细水泥浆材制备工艺,工艺流程如图 1 所示。这个工艺的要点是:以灌浆施工允许的最浓一级水灰比(0.5:1 或 0.6:1)的普通水泥原浆通过湿磨机加工,磨机配置有浆液循环管道,可以根据对加工后水泥细度的要求磨 1 次或多次,磨后的水泥浆材放置于两层普通搅拌机的上层内储备用,下层作加水调配成灌浆所需的水灰比用。灌浆孔内的回浆,根据情况可以排入搅拌机或导入湿磨机重磨。经现场灌浆应用,这种工艺完全能满足灌浆的连续作业需要。

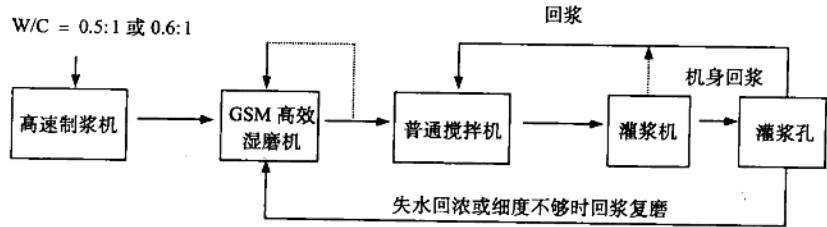


图 1 GSM 高效水泥湿磨机现场灌浆工艺流程

2 水泥浆材受磨次数对浆温及浆材性能的影响

水泥浆材在湿磨机受磨过程中因处于高速运动并受摩擦力及水化热的影响,浆材温度呈增高趋势,并在一定程度上影响浆材的性能,试验结果见表 1。由于常用的受磨次数在 10 次以内,浆温一般不超过 40℃,此时,对浆材的流动和结石强度影响不大,析水率降低说明浆材更加稳定。当灌浆使用较大的水灰比时,因需加水稀释,用较低温的水尚可使浆温下降。所以不影响灌浆施工和浆材性能。

表 1 水泥浆材受磨次数对浆温及浆材性能的影响

受磨次数	水温(℃)	初始浆温(℃)	磨后浆温(℃)	粘度(mPa · s)	析水率(%)	28d 抗压强度(MPa)
1	24	29	30	400	5.2	25.9
5	24	29	33	430	1.6	25.6
10	24	29	38	480	1.2	25.4
15	25	30	42	570	0.42	25.3

注:水泥品种为 425#普通硅酸盐水泥,水灰比为 0.6:1

3 灌浆压力对水泥浆材结石强度的影响

湿磨细水泥浆材析水率小,在常压自由析水条件下同龄期水泥浆材结石的抗压强度较同级水灰比的普通水泥浆材结石的抗压强度下降,水灰比愈大,抗压强度下降的幅度愈大。在压力灌浆的条件下,湿磨水泥浆材结石的抗压强度是否会提高呢?为了弄清此问题,进行了室内模拟灌浆试验,用个特制的压力筒模拟灌浆孔,底部可以排水,利用灌浆机进行循环式压力灌浆,直至灌浆筒底部无水排出结束灌浆,然后将筒内脱水后的水泥浆材原状试件,经水中养护后,进行抗压强度测定。成果见表 2。试验成果说明,在灌浆施工中,如果被灌体具有脱水条件,在灌浆压力作用下,水泥浆材结石的抗压强度将会提高。

4 现场灌浆试验

为了完善湿磨细水泥灌浆工艺,认识湿磨细水泥灌浆规律,检验灌浆效果,在黄陂院基寺水库进行了现场灌浆试验,获得了很好的成果。

4.1 试验区工程地质

灌浆试验区选在二坝坝基左侧 F4 院基寺断裂带通过的部位,处于设计帷幕线上。上复坝体厚度 9~13m,以下岩层均为断裂带,该断层走向 335~350 度,倾向东北,倾角 70°,由摩棱岩、角砾岩、破碎岩和碎块岩组成。基岩风化强烈,多呈深褐色泥土,碎块间夹泥膜,胶结不良,透水性不大。

表 2 脱水条件对水泥浆材结石抗压强度及抗渗强度的影响

水灰比	常压自由析水成型						0.8MPa 灌浆压力脱水成型					
	抗压强度(MPa)				抗渗强度(MPa)		抗压强度(MPa)				抗渗强度(MPa)	
	7d		28d		28d		7d		28d		28d	
	磨前	磨后	磨前	磨后	磨前	磨后	磨前	磨后	磨前	磨后	磨前	磨后
0.6:1	18.7	14.1	28.2	25.4	2.8	3.4						
1:1	11.1	10.04	20.2	16.6	0.4	1.0	32.8	50.3	49.5	70.3		> 3.5
3:1	10.7	6.0	19.2	10.6	0.3	0.4						
5:1	8.2	2.4	14.8	5.8	0.2	0.2						

4.2 灌浆试验设计

在地质条件相似的同一地段布置二组灌浆试验孔,一组用 425°普通水泥浆材,一组用湿磨细水泥浆材。均为二排孔,排距 0.8m,孔距 2m。一排孔深入基岩相对不透水层顶板线下 3~5m,二排孔为一排孔(主排)孔深的 65%。

灌浆压力,接触段为 1.5 倍坝前水头,以下各段,按每增加 1m 深灌浆压力增加 0.02MPa。实际孔深,基岩段一排孔 22~26m,二排孔 15~16m。

4.3 湿磨细水泥灌浆技术要点

湿磨细水泥灌浆是在普通水泥灌浆技术要求的基础上作了以下调整:

(1) 湿磨细水泥制浆工艺流程

灌浆工艺流程图见图 1。

(2) 浆材水灰比

湿磨时 W/C 均为 0.6:1, 然后按灌浆要求的水灰比进行调整。开灌水灰比以开灌前孔段压水试验作参考。

当 $\omega \leq 0.01 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m})$ 时, 用 8:1 开灌;

当 $0.01 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m}) < \omega \leq 0.05 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m})$ 时, 用 5:1 开灌;

当 $\omega > 0.05 \text{ L}/(\text{min} \cdot \text{m} \cdot \text{m})$ 时, 用 3:1 开灌。

(3) 灌浆中, 当某一级水灰比浆材的注入量达到 200L, 而灌浆压力及吸浆率无变化或变化不大时, 应改浓一级灌注; 或者该级水灰比浆材已灌注 120min, 灌浆压力既无增高, 吸浆率又无减小时, 也应改浓一级灌浆。

(4) 在灌浆过程中, 当遇到吸浆率突然下降或失水浓现象, 确认为水泥细度尚不够细时, 可以把回浆输入湿磨机重磨(为防止回浆中异物损坏湿磨机磨齿, 在回浆入磨前要加上滤网过滤)。

4.4 现场灌浆试验成果

(1) 根据平均单位注入量分析, 湿磨细水泥单位注入量大于普通水泥, 见表 3。其中全孔最大单位注入量, I 序孔高 31%, II 序孔高 42%; 从全孔最小单位注入量看, I 序孔高 6.4 倍, III 序孔高 4.8 倍。而且上述情况是在灌湿磨细水泥浆材孔段的 ω 值均小于普通水泥浆材所灌孔段的条件下取得的。

(2) 由于湿磨后的水泥颗粒细, 浆材稳定性好, 所以允许使用较小水灰比的浆材开始灌浆, 这对增加水泥注入量和水泥结石密实度有利。据统计, 普通水泥组灌浆孔共 47 段, 全部为 8:1 开灌, 5:1 终灌为 13.3%。而湿磨水泥组灌浆孔共 46 段, 起始水灰比用 8:1 的仅占 37.0%, 5:1 占 54.3%, 3:1 占 8.7%。终止水灰比等于和小于 5:1 的近 70%。

表 3 主排各序孔平均水泥单位注入量

序次	组别	全孔最大单位 注入量(kg/m)	全孔最小单位 注入量(kg/m)	相应最大 ω 值 [L/(min · m · m)]	相应最小 ω 值 [L/(min · m · m)]
I 序孔	普通水泥组	70.56	2.94	0.212	0.002
	湿磨水泥组	92.60	21.80	0.049	0.002
II 序孔 (段次)	普通水泥组	75.10	0.23	0.074	0.006
	湿磨水泥组	73.70	0.57	0.087	0.003
III 序孔	普通水泥组	6.94	1.99	0.033	0.004
	湿磨水泥组	13.34	11.54	0.025	0.001
备注	II 序孔因各只有一个孔, 故用段次资料对比				

(3)湿磨细水泥灌浆后检查孔压水检查成果见表4。

从表4可见,湿磨细水泥灌浆后,帷幕的抗渗能力得以提高,效果是很显著的。

表4 灌浆前后 ω 值变化

段次	灌浆前平均 ω 值[L/(min·m·m)]	灌浆后检查孔 ω 值[L/(min·m·m)]
1	0.0349	0.009
2	0.0414	0.008
3	0.0204	0.003
4	0.0173	0.004

5 结论

在原有的对湿磨细水泥灌浆试验研究的基础上,改进了磨齿的耐磨性,提高了制浆系统连续工作能力,产量完全可满足灌浆施工的要求,灌浆工艺进一步完善,其设备和工艺已具备了推广应用的条件。

现场试验效果说明,湿磨细水泥浆材对断裂破碎等普通水泥可灌性差的岩体灌浆有很好的灌浆效果。建议在三峡工程现场选择有代表性的地段,进一步进行现场灌浆试验。

◆ 湿磨细水泥浆材性能试验综合研究

摘要 本文对 525[#]和 425[#]普通硅酸盐水泥浆材与经长江科学院研制的 GSM-I 型高效水泥湿磨机细化后的湿磨水泥浆材的性能进行了对比试验,并列出了受湿磨次数与浆温的关系;测定了不同水灰比湿磨细水泥浆材在不同温度条件下的各项性能变化情况。试验结果表明,两种标号的水泥浆材经湿磨后,均能使水泥颗粒粒径 $d_{\max} < 40\mu\text{m}$,其浆材性能变化规律是一致的,浆材各项性能变化均在正常范围内。

关键词 湿磨细水泥 普通水泥 浆材性能 综合研究

0 前言

为了了解用 GSM-I 型高效水泥湿磨机生产湿磨细水泥浆材的基本性能及其变化规律,以便确定灌浆工艺,为灌浆工程设计及施工提供依据,本文进行了普通水泥浆材和湿磨细水泥浆材的各种性能的对比研究。

1 试验条件及方法

1.1 主要原材料

- (1)水泥:三峡牌 525[#]普通硅酸盐水泥和华新水泥厂生产的 425[#]普通硅酸盐水泥。
- (2)水:自来水

1.2 制浆方法

普通水泥浆材按水与水泥的比例经称量后通过普通搅拌机搅拌均匀后制得。湿磨细水泥浆材是将普通 525[#]及 425[#]普通硅酸盐水泥和水经高速搅拌均匀后用长江科学院研制的 GSM-I 型高效水泥湿磨机研磨后制得,然后加水配成需要的水灰比浆材。

1.3 试验内容

- (1)以 525[#]和 425[#]普通硅酸盐水泥为原材料,对其水泥浆材进行受湿磨细化后的比表面积及颗粒级配的测定。
- (2)测定常温下不同的水灰比浆材受磨前后的比重,粘度,稳定性,凝结时间,抗压强度,抗渗强度等性能。
- (3)测定水泥浆材受磨后温度变化情况及其对性能的影响。
- (4)压力脱水对水泥浆材结石性能的影响。