

# 硫铝酸盐水泥速凝浆液在锚索钻孔固壁中的 试验与应用

赵启强

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川成都610072)

**摘要:**为解决福堂水电站厂区高边坡锚索钻孔施工中成孔困难的问题,经过室内试验研究,采用以硫铝酸盐水泥为主剂,掺加专用早强剂和专用缓凝剂配制而成的速凝浆液,大大缩短固壁灌浆后扫孔待凝时间,提高锚索造孔施工工效。详细介绍了试验过程、试验结果、工程应用情况及效果。

**关键词:**硫铝酸盐水泥;速凝浆液;固壁灌浆;边坡加固

**中图分类号:**P642 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)10-0074-03

**Test and Application of Sulpho-aluminate Cement Quick Setting Slurry in Anchor Cable Boring for Wall Consolidation/ZHAO Qi-qiang** (Sinohydro Bureau 10 Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610072, China)

**Abstract:** To solve the difficulties of borehole completion in high slope anchor cable drilling construction for Futang hydro-power plant, by the laboratory experimental study, the quick setting slurry with sulpho-aluminate cement as main agent adding special early strength agent and retarder was taken, which greatly shortened the hole cleaning and stay setting time after grouting for wall consolidation, improved the construction efficiency of anchor cable boring. The paper introduced the testing process, testing results, engineering application and the effects in detail.

**Key words:** sulpho-aluminate cement; quick setting slurry; grouting for wall consolidation; slope reinforcement

## 1 概述

福堂水电站在汶川“5.12”地震后,厂区工程边坡局部松动变形和开裂,厂区自然边坡浅表风化、卸荷岩体普遍发生崩塌,特别是边坡中上部岩体多松弛变形,崩塌破坏。为保证厂房、调压井等建筑物及下方人员安全,对边坡危石进行清理后,采用喷锚支护方式进行处理,并在高程1230 m以上部位设置预应力锚索进行加固。

福堂水电站厂区边坡加固处理工程为震后处理工程,由于边坡地质条件差,地层复杂,岩体松散、破碎,且存在大量山体裂隙(缝)。该工程锚索造孔,直接钻进无法成孔;由于岩层为硬质粗颗粒花岗岩破碎块体,常规跟管钻进方法也难以实施。前期施工采用普通水泥浆液或水泥砂浆+速凝剂进行固壁,孔(段)浆液注入量相当大,有时一天都无法完成一个塌孔段的灌注,必需采取多种技术措施才能减少浆液流失量,且灌注后要等24~36 h才能扫孔(孔越深,待凝时间越长),施工进度缓慢,施工成本也较高。

针对此情况,项目部成立了预应力锚索钻孔固

壁浆液快速凝固技术与工艺研究课题组,通过反复试验,最终配制出了适用于本工程的快速凝固浆液——硫铝酸盐水泥+专用外加剂浆液,采用此浆液进行塌孔段固壁灌浆或顶浆,在灌浆结束后一般只需待凝3~5 h就可以扫孔,使得锚索钻孔工效得到了大大提高。

## 2 速凝浆液试验

### 2.1 试验目的

(1)采用普通水泥浆液进行锚索钻孔固壁灌浆待凝时间较长,一般在24~36 h后才能扫孔,施工进度缓慢。针对此情况,试验配制出快速凝固浆液,以缩短扫孔待凝时间(争取在灌浆结束5 h内能够扫孔),以提高锚索钻孔工效。

(2)该边坡存在大量的山体裂缝和挤压破碎带,前期锚索钻孔固壁灌浆采用普通水泥浆液灌注时,浆液流失量较大。拟通过灌注速凝浆液达到快速堵漏的效果,减少浆液流失,从而降低施工成本。

### 2.2 浆液试验

快速凝固浆液以硫铝酸盐水泥为主剂,并按照

收稿日期:2011-02-18

作者简介:赵启强(1975-),男(汉族),四川巴中人,中国水利水电第十工程局有限公司工程师,水工专业,从事水利水电工程施工与管理工程,四川省都江堰市蒲阳路164号中国水利水电第十工程局有限公司基础分局(611830),dzhuangfen@163.com。

一定的比例添加专用外加剂和水拌制而成。前期,在试验室完成了3组快速凝固浆液配比试验,具体数据如表1所列。

表1 快速凝固浆液试验配合比

编号	水灰比	添加专用早强剂/%	初凝时间/min	终凝时间/min	2 h 抗压强度/MPa
配比1	0.5	1	41	62	8.9
配比2	0.4	1	27	41	15.5
配比3	0.3	1	14	25	22

根据表1配比,在施工现场进行了进一步试验,但发现按照该配合比拌制而成的浆液在3~8 h内就变成膏状,超过此时间范围,浆液的输送和灌注均较困难甚至无法实施。由于施工条件限制,按表1配比拌制的速凝浆液在本工程中不具备施工实用性,施工中无法投入使用。

为了进一步配制适合于本工程实际施工应用的快速凝固浆液,研究决定利用硫铝酸盐水泥为主剂,调整专用早强剂掺量,并掺加专用缓凝剂。通过多次现场试验,并与前面做的室内浆液试验进行比较分析,选取了4种实用性较强的速凝浆液进行了3 h强度抗压试验,具体数据如表2所列。

表2 通过试验选定的速凝浆液配比及其3 h强度情况

编号	配合比/%				初凝时间/min	成膏状时间/min	3 h 抗压强度/MPa
	硫铝酸盐水泥	专用早强剂	专用缓凝剂	水			
配比1	100	1.5	0.5	50	40	23	7.40
配比2	100	1	0.5	50	50	30	6.21
配比3	100	1	1	50	65	48	5.04
配比4	100	1	1	40	54	35	5.35

根据抗压试验结果分析,表2中的4种浆液抗压强度和凝固时间均能够达到现场施工要求,但配比1和配比2两种浆液的3 h抗压强度相对较高,浆液变成膏状时间在20~30 min范围内,这两种浆液更适合于本工程锚索钻孔固壁灌浆的实际施工应用。

### 2.3 试验结论

通过室内速凝浆液配比试验和现场试验,结合本工程实际施工条件,锚索孔灌浆固壁采用快速凝固浆液的水灰比宜为0.5,硫铝酸盐水泥浆液掺加专用早强剂控制在1%~1.5%即可。为避免凝固过快,还应按照0.5%~1%的比例掺加专用缓凝剂。按照浆液试验所提供的上述4种配比进行现场灌注试验,浆液均能在3~5 h达到扫孔强度,配比1和配比2两种浆液更适合于福堂水电站厂区高边坡锚索钻孔固壁灌浆的实际施工应用。

由于此种浆液凝固时间快,在固壁灌浆施工中遇岩层裂缝(隙)张开度不大时,可起到快速堵漏的作用,但对张开度特别大的裂缝(隙),堵漏效果不明显。

## 3 速凝浆液的施工应用

### 3.1 基本情况

福堂水电站厂区边坡预应力锚索布置在边坡1230 m高程以上,锚索钻孔作业全部在施工脚手架上进行。锚索加固区范围边坡岩层处于断层破碎带和裂隙挤压密集带,岩层受断层破碎带应力影响,岩体普遍极松弛、破碎,呈碎裂~散体结构。本工程预应力锚索孔深度为30~50 m,设计荷载1000 kN,锚索结构形式为压力分散型预应力锚索。

锚索孔遇岩体破碎,钻孔中卡钻、坍孔等地质缺陷无法成孔时,立即停钻进行固壁灌浆,灌浆段长视地层情况而定。

### 3.2 固壁灌浆

#### 3.2.1 浆液配制

本工程锚索钻孔固壁灌浆速凝浆液的主剂为硫铝酸盐水泥,并同时掺加专用早强剂和专用缓凝剂,实际施工应用选定了2种速凝浆液配比,硫铝酸盐水泥:专用早强剂:专用缓凝剂=100:1.5:0.5和100:1:0.5,浆液水灰比均为0.5。

根据本工程施工条件,硫铝酸盐水泥浆液在边坡下方1230 m高程平台的制浆站进行拌制,采用高压注浆泵输送至灌浆作业面的低速搅拌机后,再按配比加入专用早强剂和专用缓凝剂,拌和均匀后注入灌浆孔内。

#### 3.2.2 浆液灌注

在岩体裂缝(隙)张开度不大时,锚索孔固壁灌浆直接采用硫铝酸盐水泥掺加专用外加剂配制的速凝浆液进行灌注,既可缩短扫孔待凝时间,又可起到快速堵漏的作用;在遇到岩体裂缝(隙)张开度较大时,考虑到硫铝酸盐水泥价格相对较高,锚索孔固壁灌浆时,先不加压灌注普通水泥浆液或水泥砂浆,必要时采取相应堵漏技术措施,待孔(段)不吸浆或吸浆量较小时,改用硫铝酸盐水泥掺专用外加剂速凝浆液进行顶浆,使孔内浆液全被速凝浆液充填,以缩短固壁灌浆孔的孔内浆液扫孔待凝时间。

由于以硫铝酸盐水泥为主剂的速凝浆液凝结时间很快,遇特殊情况和灌浆结束时,必须立刻对灌浆管路和灌浆机进行清洗。

### 3.3 固壁效果及扫孔情况

锚索孔固壁灌浆待凝后采用全液压锚固钻机或地质钻机配气动潜孔锤扫孔。根据孔内浆液凝固情况和现场取样,在固壁灌浆结束3 h后,浆液强度可达到5~7 MPa,浆液凝结时间快慢与外部温度有直接关系。但在孔深20 m以后,浆液凝固时间相对稍慢,一般在4~5 h后浆液强度才能达到5~7 MPa,才能进行扫孔作业。

实践表明,采用以硫铝酸盐水泥为主剂的速凝浆液对锚索孔塌孔段进行固壁灌浆,在灌浆结束3~5 h内就可进行扫孔钻进,使得锚索钻孔工效得到大大提高,工程施工进度大大加快。从扫孔情况看,锚索孔通过固壁灌浆后,孔壁稳定,扫孔中未出现固壁段再次塌孔、卡钻等现象。

#### 4 结论

(1)在不适宜采用跟管钻进的破碎岩层(如深层破碎带、硬质块碎石层)中钻孔,采用以硫铝酸盐水泥为主剂的速凝浆液进行固壁灌浆,能有效地保证孔壁稳定,特别是可以大大缩短扫孔待凝时间,一般在灌浆结束3~5 h内就可达到扫孔条件。

(2)本工程钻孔固壁灌浆的浆液配比,选用硫铝酸盐水泥:专用早强剂:专用缓凝剂=100:1.5

:0.5和100:1:0.5两种,浆液水灰比均为0.5,灌注效果较好。同时,根据外部气温、孔内温度的变化情况和实际施工条件,可适当调整外加剂用量。

(3)快速凝固浆液在遇岩体中裂缝(隙)张开度不太大时,能够达到快速堵漏的效果,可减少浆液流失。

(4)福堂水电站厂区高边坡处理工程锚索钻孔中,采用以硫铝酸盐水泥为主剂的速凝浆液进行固壁灌浆,大大提高了锚索钻孔施工工效,加快了工程施工进度,降低了施工成本,取得了较好的效果,今后在类似工程中可进行推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 符平,赵卫全,郑亚平,等.水泥基速凝灌浆材料研究[J].水利水电技术,2004,35(4).
- [2] 侯文萍,付兴华,黄世峰,等.外加剂在硫铝酸盐水泥系统中的应用[J].济南大学学报,2002,16(1).
- [3] 陈娟,卢亦炎.硫铝酸盐水泥性能的调整与应用[J].混凝土,2007,(9).
- [4] 叶正茂,芦令超,常均,等.水泥基防渗堵漏材料凝结机制的研究[J].中国建筑防水,2005,(8).
- [5] YJGF 37-2002,硫铝酸盐水泥粘结注浆施工工法[S].
- [6] GB 20472-2006,硫铝酸盐水泥(标准)[S].

### 欢迎订阅《施工技术》(半月刊)

《施工技术》杂志为国家期刊奖提名奖期刊、中国科技论文核心期刊、中国期刊方阵双百期刊、建设部优秀科技期刊、中国科技期刊精品数据库来源期刊、中文核心期刊、国际建筑数据库收录期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊、美国《剑桥科学文摘》收录期刊、波兰《哥白尼索引》来源期刊、《中国铁路科技文献数据库》收录期刊。本刊创刊于1958年,是国内建设系统唯一的国家级专业科技期刊,也是建设科技领域率先改为半月刊的中文核心期刊。

《施工技术》下半月刊将更侧重专题报道,更及时准确宣贯国家及行业方针政策、规范标准、重大工程技术报道。杂志时效性更强、信息量更大,实用性更佳。

特色栏目:方针政策;综合述评;地基与基础;建筑企业信息化;隧道工程;道路与桥梁;模板与脚手架;钢结构;混凝土;防水技术;安装工程;建筑节能;工程检测、鉴定与加固;装饰装修;结构分析与试验研究;机械化施工;绿色施工;测

量技术;标准规范等。

杂志为国际16开,国内外公开发行。各地邮局、本编辑部均可订阅。

邮发代号:2-756(上半月),  
2-759(下半月)

定 价:15.00元/本,全年360元

本刊兼营广告,是展示企业形象的理想舞台。

地 址:北京市西城区德胜门外大街36号A座4层

邮 编:100120

电 话:(010)57368788(主编)

(010)57368789(编辑),

68300059(广告),

68341147(发行)

E-mail:sgjs@cadg.cn

网 址: <http://www.shigongjishu.cn>