

浅谈灌浆及钻孔护壁浆液性能及试验方法

李亚宁, 陆威

(中国水利水电第七工程局有限公司 科研设计院, 四川 郫县 611730)

摘要: 介绍了在桐子林水电站的试验经验, 总结出一些方法及试验数据, 供同行参考。

关键词: 灌浆浆液; 钻孔护壁浆液; 试验方法; 性能成果; 桐子林水电站

中图分类号:

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2013)06-0064-04

1 概述

泥浆护壁是指在地下连续墙成槽、钻孔灌注桩钻孔等工程通过泥浆(由水、膨润土和 CMC 等其他外加剂组成)对槽壁的静压力和泥浆在槽壁上形成的泥皮用以防止槽、孔壁的坍塌。同时, 泥浆还具有携渣和冷却、润滑机具等作用, 具有一定粘度的泥浆可以携带泥渣一起排出。

2 桐子林工程浆液性能要求

根据桐子林水电站设计要求, 对灌浆及钻孔护壁浆液进行了一系列性能试验。具体要求如下。

2.1 灌浆浆液性能

桐子林水电站灌浆要求见表 1。

2.2 钻孔护壁浆液性能

表 1 灌浆浆液配比试验拟定配比参数表

项目	水固比	膨润土:水泥	工业纯碱
配比 1	2:1	5:95	3
配比 2	1:1	5:95	3
配比 3	0.8:1	5:95	3
配比 4	3:1	1:1	1~3
配比 5	2:1	1:1	1~3
配比 6	1:1	1:1	1~3
比例 配比 7	3:1	2:1	1~3
比例 配比 8	2:1	2:1	1~3
比例 配比 9	1:1	2:1	1~3
比例 配比 10	2:1	0:1	0
比例 配比 11	1:1	0:1	0
比例 配比 12	0.8:1	0:1	0
比例 配比 13	0.6:1	0:1	0

桐子林水电站钻孔护壁浆液要求见表 2。

表 2 钻孔护壁浆液配比试验拟定配比参数表

项目	膨润土:水泥	工业纯碱 (膨润土质量%)	水固比
配比 1	100:0	3	
比例 配比 2	75:25	3	以泥浆比重为 1.04~1.06 为准
比例 配比 3	65:35	3	

注: 检测项目为浆液配制程序及拌制时间、浆液密度或比重、粘度(浆液流动性)、析水率、初凝时间及终凝时间。

3 原材料检测

3.1 水泥

本次试验采用由云南省丽江水泥有限责任公

司生产的“石林”牌 P·O42.5 水泥, 其物理力学各项被测指标检测结果见表 3。

检测结果表明: “石林”牌 P·O42.5 水泥物

表 3 水泥物理力学性能检测结果表

项目	检测项目									
	密度 /g·cm ⁻³	比表面积 /m ² ·kg ⁻¹	标准稠度 /%	凝结时间 /min		体积 安定性	抗折强度 /MPa		抗压强度 /MPa	
				初凝	终凝		3 d	28 d	3 d	28 d
实测值	3.0	312	28.0	194	251	合格	5.4	10.5	26	52.6
GB175-2007	/	≥300	/	≥45	≤600	必须合格	≥3.5	≥6.5	≥17	≥42.5

理力学各项被测指标符合 GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》的有关技术要求。

采用潍坊远东膨润土有限公司生产的膨润土, 该膨润土为淡黄色粉末, 其性能检测结果见表 4。

3.2 膨润土

3.3 工业纯碱

本次试验采用由云南云维集团有限公司生产

收稿日期: 2013-10-25

表4 膨润土密度检测结果表

项目	检测项目			
	密度 /g·cm ⁻³	液限 /%	塑限 /%	塑性 指数
实测值	2.62	75.8	26.3	49.5

的工业纯碱。

3.4 拌和用水

试验采用成都郫县地区生活饮用水。

4 灌浆浆液性能试验

4.1 浆液配制程序及拌制时间

浆液是由水、工业纯碱、水泥、膨润土搅拌后

形成的浆体。作为灌浆材料,灌浆浆液应具有良好的流动性和理想的均匀性,因此,浆液的搅拌是施工工艺的首要环节。

建议现场采用高速制浆机。配制方法:膨润土加水→搅拌3 min→加工业纯碱→搅拌2 min→加水水泥→搅拌2 min→使用,具体搅拌时间以均匀性满足灌浆要求为准。

4.2 浆液性能结果汇总

根据委托方要求,现将16个配比的浆液新鲜性能结果列于表5,硬化性能结果列于表6。

表5 浆液新鲜性能试验结果表

浆液 编号	配比 (水固比)	膨润土: 水泥	纯碱含 量/%	浆液温 度/℃	浆液密度 /g·cm ⁻³	实测 漏斗粘 度/s	校正粘度 /s	流动度 /mm	初凝时间 /h:min	终凝时间 /h:min	析水稳定 间隔时间 /h:min	析水率 /%
水	/	/	/	/	1	18.6	15	/	/	/	/	/
C-1	2:1	0:1	/	22	1.255	19.5	15.7	/	7:48	11:53	1:20	60.5
C-2	1:1	0:1	/	22	1.489	20.3	16.4	/	7:07	11:28	1:50	31.9
C-3	0.8:1	0:1	/	22	1.585	23.2	18.7	/	6:42	10:48	1:30	23.5
C-4	0.6:1	0:1	/	22	1.715	44.4	35.8	/	5:18	9:42	1:20	8.9
水	/	/	/	/	/	15.3	15	/	/	/	/	/
CP-1	1:1	1:1	3	21.5	1.448	膏状	膏状	/	6:38	14:36	0	0
CP-2	2:1	1:1	3	21.5	1.278	膏状	膏状	/	14:25	>22	0	0
CP-4	2:1	5:95	3	21.5	1.28	16.5	16.2	/	13:45	17:13	2:17	46.4
CP-5	1:1	5:95	3	21.5	1.471	18.8	18.4	/	9:13	13:27	2:20	23.6
CP-6	0.8:1	5:95	3	21.5	1.568	滴流	/	170	7:57	12:14	1:50	2
水	/	/	/	/	/	15.7	15	/	/	/	/	/
CP-3	3:1	1:1	3	22	1.195	滴流	/	137	35:42	57:20	/	0.5
CP-8	3:1	1:1	1.5	22	1.195	21.4	20.4	/	36:40	58:17	/	4.1
CP-10	2:1	1:1	1.5	22	1.275	154.5	147.6	145	24:48	33:42	/	1.5
CP-11	1:1	1:1	1.5	22	1.441	膏状	/	68	7:53	13:8	/	0
CP-9	3:1	2:1	1.5	22	1.189	滴流	/	138	49:52	59:50	/	0.5
CP-12	2:1	2:1	1.5	22	1.27	粘稠	/	90	20:57	29:51	/	0
CP-13	1:1	2:1	1.5	22	1.439	粘稠	膏状	57	5:39	10:6	/	0

注:(1)水固比=水的重量:固体粉状(水泥+膨润土)的重量;(2)膨润土:水泥=膨润土重量:水泥重量;(3)漏斗粘度使用的是标准漏斗,校正粘度是以标准漏斗测水读数为15 s时校正的,故每次试验均做了水的粘度。

5 钻孔护壁用浆液性能试验

5.1 浆液配制程序及拌制时间

浆液的搅拌程序是施工工艺的首要环节。膨润土是否加碱,有一个现场简单易行的判断方法:把膨润土加水按照一定的比例搅拌,静止几个小时后,如果膨润土泥浆没有分层就不加纯碱;如果膨润土泥浆明显分层,就要掺加一定比例的纯碱进行处理。

特别应该注意的是:膨润土泥浆中的膨润土要提前24 h加碱膨化。

纯膨润土泥浆的配制方法:膨润土加水→搅拌3 min→加工业纯碱→搅拌2 min静置24 h→

搅拌使用,具体搅拌时间以均匀性满足灌浆要求为准。

膨润土水泥泥浆配制方法:膨润土加水→搅拌3 min→加工业纯碱→搅拌2 min静置24 h→与通过计算好的水泥净浆一起搅拌使用,具体搅拌时间以均匀性满足灌浆要求为准。

5.2 钻孔浆液性能结果汇总

通过多次纯泥浆密度试验,筛选出浆液密度为1.05左右的2个水固比的浆液进行全套试验,具体试验结果见表7。

6 试验说明

在试验过程中,根据试验的基础理论,在保证

表6 浆液硬化性能试验结果表

浆液编号	配比(水固比)	膨润土:水泥	纯碱含量/%	浆液温度/°C	浆液密度/ $g \cdot cm^{-3}$	结石密度/ $kg \cdot m^{-3}$	7 d 成型强度/MPa	28 d 成型强度/MPa	28 d 弹性模量/MPa	28 d 渗透系数/ $cm \cdot s^{-1}$
C-1	2:1	0:1	/	22	1.255	1780	9.9	15.2	/	1.76×10^{-7}
C-2	1:1	0:1	/	22	1.489	1790	12.4	24.6	/	/
C-3	0.8:1	0:1	/	22	1.585	1800	15.3	27.7	/	/
C-4	0.6:1	0:1	/	22	1.715	1860	18.9	32	/	1.93×10^{-8}
CP-1	1:1	1:1	3	21.5	1.448	1490	1.7	2.48	/	/
CP-2	2:1	1:1	3	21.5	1.278	1240	0.2	0.36	/	/
CP-4	2:1	5:95	3	21.5	1.28	1470	2	3.14	209	/
CP-5	1:1	5:95	3	21.5	1.471	1560	6	6.67	1250	/
CP-6	0.8:1	5:95	3	21.5	1.568	1620	10.6	13.9	1580	/
CP-3	3:1	1:1	3	22	1.195	1190	0.03	0.05	20	7.35×10^{-6}
CP-8	3:1	1:1	1.5	22	1.195	1200	0.03	0.05	11	7.31×10^{-6}
CP-10	2:1	1:1	1.5	22	1.275	1300	0.11	0.24	/	1.88×10^{-6}
CP-11	1:1	1:1	1.5	22	1.441	1450	0.96	2.32	/	2.02×10^{-6}
CP-9	3:1	2:1	1.5	22	1.189	1200	0.02	0.04	12	/
CP-12	2:1	2:1	1.5	22	1.27	1260	0.06	0.15	/	1.71×10^{-6}
CP-13	1:1	2:1	1.5	22	1.439	1420	0.5	0.81	/	/

表7 钻孔护壁浆液性能试验结果表

编号	纯碱掺量/%	膨润土:水(重量比)	水泥占干料/%	泥浆密度/ $g \cdot cm^{-3}$	漏斗粘度(标准漏斗)/s	校验粘度(以15s为准)/s	初凝时间(h:min)	析水率/%
/		水	/	/	15.4	15	/	/
P-1	3	1:12	0	1.05	24	23.4	7 d 内未凝结	0
P-2		1:12	25	1.051	32.4	31.6		0.2
P-3		1:12	35	1.051	21.4	20.8		0.1
/		水	/	/	15.2	15	/	/
P-4	3	1:13	25	1.049	26.5	26.2	7 d 内未凝结	0
P-5		1:13	35	1.049	20.5	20.2		0
P-6		1:13	0	1.048	23.1	22.8		0.1

试验精度下拟定的试验方法如下。

6.1 浆液密度的测定

水泥浆液密度是由水泥、膨润土和水的比例决定的,测定其密度的意义在于现场灌浆中能够较准确地校正水胶比。浆液密度测定遵照 NB-1 型泥浆比重计测定方法进行。泥浆的检验方法为:测量时,将泥浆装满于泥浆杯中,加盖后使多余的泥浆从杯盖中心孔溢出。擦干泥浆杯表面后,将杠杆放在支架上(主刀口坐在主刀垫上)。移动游码,使杠杆成水平状态(水平泡位于中央)。读出游码左侧的刻度,即为泥浆的密度值。测量泥浆密度前,先用清水对仪器进行校正。如读数不在1处,可采用增减装在杠杆右端小盒中的金属颗粒进行调节。

6.2 浆液粘度测定

浆液粘度试验采用 1006 型泥浆粘度计,其测定方法是:在一定的环境温度下,将 700 mL 浆液经漏斗粘度计流满 500 mL 量筒体积时所需要的

时间,以“s”表示。经过的时间越长,说明其浆液粘滞度强,反之,粘滞度弱;同时它还直接反映出浆液本身的稀稠程度,在某种程度上可以评定可灌性的好坏。

6.3 浆液凝结时间测定

浆液凝结时间的测定按 GB/T 1346—2001 《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》中的凝结时间测定方法进行。所不同的是浆液在水胶比较大的情况下装入带有套模的凝结时间试模,经一定时间后抹平,进行浆液初凝、终凝时间的测定。

6.4 稳定性试验

水泥浆液的稳定性试验是将搅拌均匀后的浆液倒入 250 mL 的带盖量筒中,测定不同时间沉降的体积,待其体积稳定后,计算出浆液从放置到其体积稳定所需要的时间,并通过计算析出的水体积和浆液原来的体积之比,得出析水率。

6.5 浆液凝固体强度检测

未凝结前的浆液性能影响可灌性及均匀性。浆液凝固体强度直接反映出受灌部位的牢固程度,据此可判断灌浆效果的好坏。鉴于岩石裂隙比较复杂,很难模拟工程的真实情况,故采用装入带有套模的70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm试模进行试验,自由沉降成型,不加任何振动外力。

7 结语

综上所述,根据浆液各项性能试验结果,得出了以下结论:

(1)浆液的密度随水胶比的增大而减小,随膨润土含量的增大而减少;

(2)浆液的粘度随水胶比的增加而降低,随膨润土含量的增大而增加;

(3)浆液的凝结时间随水胶比的增大而延

(上接第23页)

商,尽早确定最终工程建设成本。

6 结语

BT项目的造价管理不同于一般招投标项目的造价管理,具有周期长、专业性要求高、建设过程中不可预见因素多等特点,笔者结合工作实践进行了总结和分析。综合来说,要做好BT项目的造价管理,一要转变观念,结合实际条件,创新

(上接第26页)

(4)钢管加固。

钢管安装完毕经检查管节符合要求后,进行管外壁四周的加固,用∠75×75×7角钢在管外壁进行对称均匀加固,加固时应防止钢管位移。沿钢管安装轴线方向进行加固时,间隔距离可与加劲圈间距一致。加固材料不能焊在管壁上,只能焊在加劲环上。钢管安装加固方式见图5。

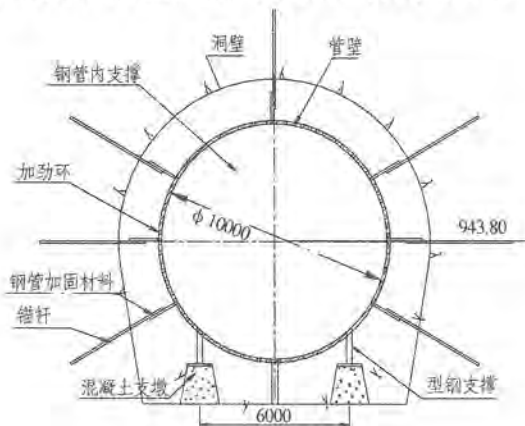


图5 钢管加固断面示意图

长,随膨润土含量的增大而延长;

(4)浆液的稳定时间一般为2 h左右;

(5)浆液凝固体抗压强度随水胶比的增加而降低,随膨润土含量的增大而降低;

(6)弹性模量随抗压强度的增加而增大;

(7)渗透系数随水灰比的增大而增大。

参考文献:

[1] 孙 钊. 大坝基岩灌浆[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2004.

作者简介:

李亚宁(1976-),女,北京市人,工程师,从事建筑材料试验检测工作;

陆 威(1983-),男,江苏海门人,助理工程师,从事水工混凝土材料试验检测工作。

(责任编辑:李燕辉)

管理制度和手段;二要依据市场经济的内在规律,有效规避风险,做到多方共赢。

参考文献:

[1] 葛培健,张 焱. 基础设施BT项目运作与实务[M]. 上海:复旦大学出版社,2009.

作者简介:

刘勇继(1976-),男,四川南充人,工程师,经济师,从事市政和水利水电工程造价及合同管理工作。(责任编辑:李燕辉)

3 结语

在大岗山水电站压力钢管安装过程中,采用合理的安装顺序,满足了压力钢管的安装要求,可为类似压力钢管的安装提供借鉴:

(1)压力钢管安装所采用的运输轨道、钢引桥、卷扬机、地锚布置,保证了压力钢管的洞内安全运输。

(2)在加劲环上开孔替代吊耳、自主设计的吊耳解决了压力钢管的吊装、翻身问题。

参考文献:

[1] 水电水利工程压力钢管制作安装及验收规范,GB/T50766—2012[S].
[2] 水利水电工程钢闸门设计规范,DL/T5039[S].

作者简介:

刘 旻(1976-),男,重庆开县人,高级工程师,从事水电工程机电和金属结构安装工作;

谢守斌(1981-),男,四川罗江人,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作;

李金明(1975-),男,四川都江堰人,高级技师,从事水电工程机电、金属结构安装焊接工作。(责任编辑:李燕辉)