

黄金坪水电站坝基深厚覆盖层帷幕灌浆试验研究

杨俊志, 冯杨文, 陈修星, 侯 锦

(四川准达岩土工程有限责任公司, 四川 成都 610072)

摘要:介绍了黄金坪水电站坝基深厚覆盖层帷幕灌浆试验研究情况, 所取得的试验研究成果以及采用的偏心跟管成孔工艺技术、灌浆试验工艺方法、灌浆效果检查方法对类似工程的施工和试验具有重要的参考借鉴作用。

关键词:黄金坪水电站; 深厚覆盖层; 帷幕灌浆; 偏心跟管; 试验研究

中图分类号:TV543⁺.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)11-0031-05

Experimental Study on Curtain Grouting for Dam Foundation of Huangjinping Hydropower Station in Thick Overburden Layer/YANG Jun-zhi, FENG Yang-wen, CHEN Xiu-xing, HOU Jin (Sichuan Zhunda Geotechnical Engineering Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610072, China)

Abstract: The paper introduced the experimental study on curtain grouting for dam foundation of Huangjinping hydropower station in thick overburden layer. The hole completion with eccentric casing, grouting test process and grouting effect inspection were adopted and presented as important reference for similar projects.

Key words: Huangjinping hydropower station; thick overburden layer; curtain grouting; hole completion with eccentric casing; experimental study

1 工程概况

1.1 黄金坪水电站概况

黄金坪水电站系大渡河干流水电规划“三库22级”的第11级电站, 上接长河坝梯级电站, 下游为泸定梯级电站。坝址区位于甘孜州康定县境内姑咱镇黄金坪村上游约2~3 km河段。

黄金坪水电站采用水库大坝、地下引水发电系统的开发方式, 枢纽建筑物由拦河大坝、泄洪消能建筑物、地下引水发电建筑物等组成。初拟正常蓄水位1475 m, 大坝坝高81 m, 电站装机容量680 MW; 水库总库容为1.31亿m³。

1.2 坝区基本地质条件

黄金坪水电站坝址河段长约1.5 km, 河谷呈较开阔的U形谷, 两岸基岩裸露, 河床覆盖层深厚。坝址出露基岩主要为一套晋宁期-澄江期浅灰~灰白色斜长花岗岩, 其间穿插花岗细晶岩、花岗伟晶岩脉、辉绿岩岩脉和花岗片麻岩, 岩体间呈焊接接触。

根据勘探揭示, 坝址左岸I级阶地及外侧高漫滩, 河谷覆盖层厚度一般56~130 m, 最大厚度达133.92 m(ZK5), 右岸河床覆盖层厚度一般33~100 m, 最大厚度达101.30 m(ZK3)。

根据其物质组成、成层结构, 覆盖层从下至上由老至新分为3层。河床覆盖层的基本特征如下:

①层: 漂(块)卵(碎)砾石夹砂土, 分布在河谷底部, 厚度29.44~81.57 m, 漂(块)卵(碎)砾石成分以花岗岩、闪长岩为主, 少量砂岩、灰岩。漂(块)卵(碎)石呈次圆~次棱角状, 砾石呈次圆~次棱角状、少量圆状。据钻孔资料, 漂(块)石粒径以300~200 mm为主, 卵(碎)石粒径以120~60 mm为主, 砾石粒径以50~20 mm为主; 粗颗粒基本构成骨架, 充填灰~灰黄色含泥中细砂或中粗砂, 局部具架空结构, 具中等~强透水性($2.14 \times 10^{-1} \sim 2.17 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$)。

②层: 漂(块)砂卵(碎)砾石层, 厚度20.30~46.00 m, 漂(块)卵(碎)石成分主要为花岗岩、闪长岩, 呈次棱角~次圆状, 少量棱角状、圆状。漂(块)石粒径270~200 mm为主, 卵(碎)石粒径120~60 mm为主, 砾石以50~20 mm为主, 砂为含泥灰~灰黄色中细~中粗砂。在该层中部及顶部有砂层②_a、②_b、②_c、②_d分布, 粗颗粒基本构成骨架, 局部有架空现象, 具中等~强透水性($7.40 \times 10^{-2} \sim 2.13 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$)。

③层: 含漂(块)砂卵砾石层, 厚度13.00~25.12 m, 漂(块)卵(碎)石成分主要为花岗岩、闪长岩, 呈次棱角~次圆状, 少量棱角状、圆状。漂(块)

收稿日期: 2009-06-05

作者简介:杨俊志(1966-), 男(汉族), 四川三台人, 四川准达岩土工程有限责任公司总经理、教授级高级工程师, 岩土工程专业, 从事水利水电工程地质勘察、工程勘察、岩土锚固、地基与基础处理、基坑支护、桩基与防渗墙施工以及工程评估与咨询等工作, 四川省成都市青羊区浣花北路1号。

石粒径以 340 ~ 200 mm 为主,卵(碎)石粒径以 120 ~ 60 mm,砾石以 50 ~ 20 mm 为主,砂为灰~灰黄色中细~中粗砂。该层中部及顶部有砂层③_a、③_b分布,粗颗粒基本构成骨架,局部有架空现象,具强透水性($2.01 \times 10^{-1} \sim 5.26 \times 10^{-2}$ cm/s)。

1.3 坝基防渗方案

黄金坪水电站是在较开阔河谷、高地震烈度区(场地基本烈度Ⅷ度)、深厚不均匀覆盖层上修建拦河高坝(最大坝高约 81 m),结合坝址区河床覆盖层特性,初拟坝基防渗采用上部悬挂式防渗墙接下部灌浆帷幕为主的防渗型式,其中,河床防渗墙最大深度 89 m、主要穿过基础第③、第②层,帷幕灌浆处理深度 75 ~ 140 m、主要穿过第①层。坝基防渗总深度处于国内已有工程前列,是本大坝工程设防的重点和难点。

为验证现行设计方案的安全可靠、施工可行和经济合理性,进行现场帷幕灌浆试验。

2 覆盖层帷幕灌浆试验研究

黄金坪水电站覆盖层帷幕灌浆试验按浅层灌浆试验、深层灌浆试验分步实施。浅层灌浆试验为深层灌浆试验提供初步资料;灌浆材料选择,灌浆试验的孔、排距比选,确定灌浆分段长度,灌浆法比较,灌浆效果检查方法等。

黄金坪电站基础覆盖层深厚(>100 m),层次结构复杂,漂石粒径一般 20 ~ 30 cm,大者可达 40 cm 左右,给覆盖层钻孔施工及取得较好的施工工效带来诸多困难,例如灌浆试验孔 76 m 非灌段隔离管下置难度极大,覆盖层钻孔方法及工效、孔斜预防,以及覆盖层灌浆方法及灌浆效果等。这些问题的解决难度大,但其代表意义重大。鉴于此,本文主要对深层灌浆试验的研究情况进行论述。

2.1 试验要求

经过灌浆,帷幕的渗透系数应不大于 1×10^{-4} cm/s。

2.2 试验场地选择及试验布置

黄金坪水电站坝基灌浆试验场地布置在坝轴线与上游围堰之间的左岸漫滩、I 级阶地 HZK05、HZK02 钻孔附近。试验区地段河床覆盖层最深厚,地质情况具有代表性,并可了解河床坝基覆盖层在地下水流动条件下的可灌性及其灌浆效果。

深层灌浆试验孔布置见图 1。

(1) 深层灌浆孔布置 3 排,每排布置灌浆孔 4 个,梅花形布置,孔距 1.5 m、排距 1.5 m;共布置灌

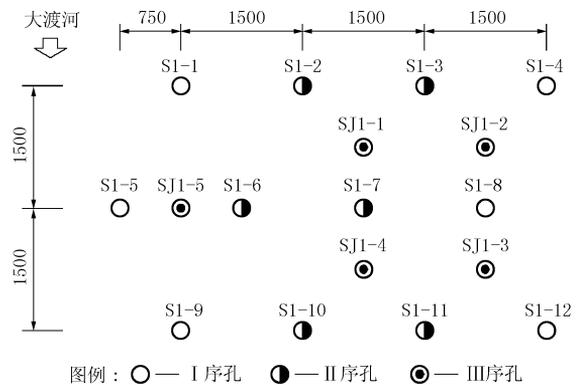


图 1 深层灌浆试验孔布置图

浆孔 12 个、检查孔 5 个。

(2) 每排分 2 序施工,先施工 I 序孔,后施工 II 序孔。

(3) 灌浆孔单孔深 135 m,上部 76 m 为非灌段,用套管隔离;76 m 以深进行灌浆,灌浆深度 59 m。

2.3 灌浆工艺流程

深层灌浆孔 0 ~ 76 m 非灌段采用套管隔离,灌浆段采用“自上而下分段、孔口封闭、孔内循环、喷射灌浆法”灌浆,相应采用的施工流程见图 2。

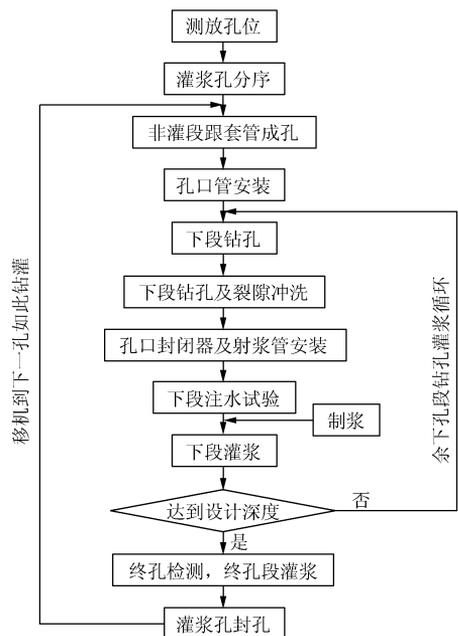


图 2 灌浆工艺流程图

2.4 灌浆孔非灌段隔离

深层灌浆孔单孔深度 135 m,孔口以下 76 m 为非灌段。覆盖层孔壁极不稳定,非灌段须采用管材隔离。

以往施工实践表明,覆盖层跟管深度一般为 40 m 左右。因此,黄金坪坝基深厚覆盖层跟 76 m 套管护壁钻进的施工难度极大。这一高难度技术难题的

研究解决,可给今后大规模灌浆施工予以指导,并可给其它工程的覆盖层跟管施工(如帷幕灌浆孔、高压旋喷孔等工程孔施工)提供参考借鉴。

跟管方法一般有常规下套管(即吊锤锤击跟管)、钻具跟管(包括同心和偏心钻具跟管)等方法。为验证同心跟管、偏心跟管与常规跟管对于黄金坪覆盖层的适应性,浅层灌浆试验阶段进行了3种跟管钻进方法的跟管钻进试验,共进尺150 m左右。通过实际数据对比分析,偏心跟管在钻进效率、钻进成本及拔管效率等方面具有一定优势,因此,采用偏心钻具跟管作为黄金坪覆盖层跟管钻进的方法。

2006年6月,深层灌浆试验开始进行。试验初期,研究了采用 $\varnothing 146$ mm 偏心钻具跟管至76 m深度的可行性,当跟管至56.37 m深度时,套管无法继续跟进。为提高套管的跟进深度,研究采用了 $\varnothing 168$ 和127 mm 两级偏心钻具跟管的方式,以减小孔壁对套管的摩擦力,并采用XHP750WCAT型柴油高压风压机,以克服深孔水下背压对潜孔锤作功的影响。

经过研究总结,采用了 $\varnothing 168$ mm 偏心跟管35~40 m深度后换用 $\varnothing 127$ mm 偏心跟管至76 m深度的跟管工艺,圆满完成了黄金坪深厚覆盖层跟76 m套管的目标,填补了该项指标空白,平均跟管工效为13.4 m/d,论证了黄金坪电站深厚覆盖层上部76 m跟管在技术上的可行性。

根据黄金坪覆盖层跟管施工需要,采用的主要设备器具有:XY-4-3A型钻机(MZ200型履带式全液压钻机受通行条件限制未能抵达试验区进行跟管作业),XHP750WCAT型柴油高压风压机、XHP750型中风压空压机,CIR110、DHD350R型潜孔锤, $\varnothing 168$ 、146、127 mm 偏心跟管钻具、套管及套管导向架,50 t 液压拔管机等。

跟管至76 m深度后,对中下置 $\varnothing 89$ mm 钢管,然后依次拔出 $\varnothing 127$ mm 套管、 $\varnothing 168$ mm 套管,留置 $\varnothing 89$ mm 钢管于孔内,并用浓浆封填 $\varnothing 89$ mm 钢管孔口、管脚处与孔壁之间空隙,完成76 m非灌段的隔离工作。 $\varnothing 89$ mm 钢管兼做孔口管用。

2.5 灌浆段钻孔

结合孔口封闭灌浆法特点及覆盖层钻孔排渣、灌浆浆液上返流速的需要,深层灌浆孔76~135 m灌浆段选用 $\varnothing 59$ mm小口径金刚石钻具回转钻进成孔。选用XY-4-3A、XY-2型钻机,并配套5 m长的 $\varnothing 58$ mm钻具、 $\varnothing 50$ mm钻杆,减小孔壁与钻具、钻杆之间的环状间隙,增强钻具的稳定性和导正作

用,改善下部钻具的弯曲形态,提高钻进时的防斜能力。

深层灌浆孔孔底偏斜值0.88~1.43 m,均值1.18 m,基本满足设计要求,个别孔偏大(偏斜1.43 m)。

2.6 钻孔冲洗及注水试验

覆盖层灌浆孔壁稳定性差,孔底沉渣较多。如何将孔底沉渣携带出孔外,是钻孔冲洗的主要问题。根据覆盖层地质特点及现场实际情况,深层钻孔冲洗采取以下措施:

(1)终孔段以上灌浆段可超前钻进,作沉渣用途。

(2)用压力水冲洗,高速水流上返携带部分沉渣出孔外。

(3)各灌浆段灌浆时先用稀浆携带孔底沉渣出孔外。

注水试验前,须测定实际孔深,计算实际注水试验段长。采用孔口注水、自上而下分段进行钻孔常水头注水试验,按照常水头注水试验渗透系数计算公式计算试验段渗透系数。每试验段均进行“段顶”、“段底”两次注水试验,根据两次渗透流量或渗透系数反推算出试验段地层渗透系数。

本次试验中,钻孔常水头注水试验流量观测时间,按1 min间隔观测5 min,再5 min间隔观测30 min,以后每30 min间隔观测一次,直到最后2 h平均流量之差 $\geq 10\%$ 时,视为流量稳定,终止试验。今后施工过程中,建议根据实际情况,结合注水试验的目的和要求,参考《水利水电工程注水试验规程》(SL 345-2007),确定适宜的注水试验流量观测时间。

2.7 灌浆

2.7.1 覆盖层灌浆施工主要问题

覆盖层深孔灌浆需解决诸如浆液上返循环、浆液滤净、浆液扩散渗透等主要问题。为此,采取以下措施:

(1)采用3SNS、TTB180/10型高压灌浆泵(配空气室);

(2)浆液中所含砂等杂质,采用旋流除砂器及滤网等予以过滤;

(3)采用喷射灌浆和帷幕灌浆(孔口封闭法)相结合的方法,利用ZG-1型灌浆喷头钻入沉渣内,喷射搅拌沉渣或砂粒并置换覆盖层中的细颗粒,再利用孔口封闭、孔内循环的方式灌注浆液,形成“自上而下分段、孔口封闭、孔内循环、喷射灌浆法”,有

助于浆液的扩散渗透,增强覆盖层灌浆效果。

2.7.2 灌浆材料选择及灌浆浆液

鉴于黄金坪水电站覆盖层灌浆深度较大、地层结构较为复杂、地下水位较高、某些灌浆段耗浆量可能较大以及孔底沉渣较多等情况,进行浆液试验,选择在不同地层、不同条件下使用的合适的浆材(包括纯水泥浆液、稳定浆液、混合浆液)及较优的浆液配比和外加剂的用量。

2.7.2.1 灌浆材料

灌浆用水泥选用 P. O42.5 普通硅酸盐水泥;膨润土采用细度为 200 目的钠基膨润土,减水剂采用 UNF-5 型高效减水剂。

2.7.2.2 灌浆浆液配比及现场调整

(1) 水泥-膨润土稳定浆液配比选择:水灰比 0.7:1,膨润土 3%(水泥质量),减水剂 0.5%。

(2) 现场浆液使用调整:根据起灌排渣需要,结合现场实际,考虑浆液的流动性,参照 0.7:1 浆液性能,选择了水泥-膨润土浆液(1:1 水泥浆+10%膨润土),在约一半的孔段起灌中使用,取得了较好的效果。使用稀水泥-膨润土浆液起灌排渣后,浆液变换为 0.7:1 水泥-膨润土稳定浆液。针对大吃浆量孔段,除使用 0.5:1 浓水泥浆灌注外,结合现场实际,考虑浆液的稠度、流动性及可泵送性,参照 0.5:1 浆液性能,选择了稠水泥-膨润土浆液(水:水泥:膨润土=2.5:1:1,水:干料=1.25:1),使用效果较好。

(3) 浆液制备:使用 ZJ-400 型高速搅拌机搅拌。按配合比将计量好的水加入高速搅拌机中;将计量好的膨润土粉倒入高速搅拌机中,搅拌 1 min;将计量好的减水剂倒入高速搅拌机中,搅拌 30 s;将袋装水泥倒入高速搅拌机中,搅拌 1 min。浆液搅拌均匀,测定浆液密度。制备好的浆液经 40 目筛网过筛。

2.7.3 灌浆段长

灌浆段长度一般为第一、二段长度 1~2 m,以下各段长度采用 2~3 m。部分灌浆孔段的长度根据试区孔段实际情况,加长至 4~5 m 或缩短至 1 m。

2.7.4 灌浆压力选择

根据浅层灌浆试验成果,结合设计建议,深层灌浆孔采用的灌浆压力值见表 1。后序孔的灌浆压力较前序孔提高 15% 左右。

2.7.5 灌浆结束

受覆盖层地下水影响,灌浆浆液在孔中的凝结

表 1 深层帷幕灌浆孔灌浆压力 /MPa

孔序	深度/m			
	76~80	80~90	90~100	>100
I	2.5	3.0	3.5	4.0
II	3.0	3.5	4.0	4.5

时间较长。适宜的灌浆结束标准对保护孔壁稳定、提高覆盖层钻灌工效有密切关系。

2.7.5.1 灌浆结束条件

帷幕灌浆采用自上而下分段灌浆法时,灌浆段在最大设计压力下,注入率 ≥ 1 L/min 后,继续灌注 60 min,可结束灌浆。

2.7.5.2 灌浆结束后处理措施

(1) 在灌浆结束后,将射浆管向上提至被灌段以上 3 m 左右的部位,继续使用灌浆段最大灌浆压力灌注 30 min 后结束。在较长时间持续压力作用下,促使水泥颗粒在被灌段沉淀并加速排水凝固过程,以及增强浆液对地层的预加应力效应,有效减小地下水对浆液的影响。

(2) 灌浆结束后,逐渐开大管路阀门以使灌浆压力逐渐降低直至为零,避免一次性将压力突降为零引起坍孔。

2.7.6 特殊情况处理

灌浆孔遇注入量大,难于结束灌浆时,综合采用低压、浓浆(浓水泥浆、稠水泥-膨润土浆液)、间歇灌浆、待凝等措施处理。待凝 6~12 h 后再扫孔复灌。

3 试验灌浆效果

3.1 灌浆效果检查方法

深层帷幕灌浆检查孔分段进行注水、疲劳压水、耐压压水试验,并做灌浆前后对比分析。鉴于声波在覆盖层的穿透距离有限,未采用声波测试方法进行检查。

(1) 帷幕灌浆效果检查在该部位灌浆结束 28 天后进行。

(2) 检查孔均采用金刚石钻具回转钻进。检查孔分 2 种,一种侧重于取心,另一种侧重于注水试验。

根据检查孔布置情况,选择 SJ1-2、SJ1-4 两孔侧重于钻取心样。

灌水泥浆地层心样采用 SDB77 双级单动金刚石钻具配合 SH 植物胶(根据情况掺加一定量膨润土、聚丙烯酰胺)进行钻取,以提高覆盖层取心质量。

为便于对比,SJ1-2、SJ1-4 孔部分孔段也进行了注水试验。植物胶取心孔注水试验段的平均渗透系数为 $0.23 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$,仅为清水钻进的检查孔注水试验段的平均渗透系数 $0.66 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 的 1/3 左右,说明取心孔因使用 SH 植物胶,对注水试验结果有一定影响。因此,植物胶取心孔一般不进行注水试验。

侧重于注水试验的检查孔 SJ1-1、SJ1-3、SJ1-5,根据设计要求,分别进行注水试验、疲劳压水试验、耐压压水试验。注水试验检查孔一般采用清水钻进。

(3)检查孔上部采用 $\text{Ø}168$ 、 127 mm 偏心钻具跟管至设计深度 73 m 后下入 $\text{Ø}89 \text{ mm}$ 钢管进行隔离。为防止注水试验时水向上串,从 $\text{Ø}89 \text{ mm}$ 钢管内钻孔至 76 m ,对 76 m 以浅进行灌浆处理,以封堵 $\text{Ø}89 \text{ mm}$ 钢管与孔壁之间的缝隙,确保 76 m 以深试验段注水试验数据的真实性。

(4)检查孔注水试验段长按灌浆段长执行,即 2、2、3、3、5 m……,若遇成孔较困难时,可根据实际情况缩短段长。

(5)注水试验程序:同一部位的注水试验、疲劳压水试验、耐压压水试验,按照先注水试验、再疲劳

压水试验、后耐压压水试验的顺序进行。采用孔口注水、自上而下分段进行钻孔常水头注水试验。每试验段均进行“段顶”、“段底”两次注水试验。根据两次渗透流量或渗透系数反推算出试验段地层渗透系数。

3.2 灌浆效果分析

灌浆试验区覆盖层经过灌浆后,渗透系数降低明显,防渗效果达到或基本达到了设计要求。

(1)SJ1-2、SJ1-4 检查孔植物胶取心表明,覆盖层中多处可见水泥结石或水泥膜,水泥、粘土与卵石和砂胶结良好。

(2)各次序孔的单位注灰量随灌浆次序的增进而显著递减,前序孔的灌浆是有效的。参见表 2。

表 2 各次序孔单位注入量

灌浆次序	孔数	钻孔长度 /m	灌浆长度 /m	单位注入量 /($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$)	平均渗透系数 /($\times 10^{-4}(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$)
I	6	456.0	354.7	2043.3	16.5
II	6	456.0	355.4	988.5	10.5
合计	12	912.0	710.1	1515.4	13.5

(3)透水性改善情况。

①深层试验区覆盖层灌浆前后的渗透系数情况见表 3。

表 3 深层试验区透水性指标改善情况

序次	孔数	总段数	渗透系数 /($\times 10^{-4}(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$)				设计防渗标准		大于防渗标准的结果	备注
			≤ 1	1~5	5~10	> 10	≤ 1	> 1		
深层灌浆前	12	207		17	60	29	130	63	1	207 段 100%
深层灌浆后	3	44	40	91	4	9			1	4 段 9% 最大值 $2.2 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$

②深层试验区灌前的渗透系数均大于 $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$,其中大于 $10 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 的孔段占 63%;灌后渗透系数 $\geq 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 的孔段占 91%,大于 $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 的孔段约占 9% (共 4 段,分别为 1.20×10^{-4} 、 1.30×10^{-4} 、 1.10×10^{-4} 、 $2.20 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$)。灌后覆盖层 SJ1-1、SJ1-3、SJ1-5 检查孔的平均渗透系数分别为 0.71×10^{-4} 、 0.58×10^{-4} 、 $0.68 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$,区域平均渗透系数为 $0.66 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$,较灌前平均渗透系数 $13.5 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 降低 1~2 个数量级。说明深层试验区覆盖层具有可灌注性,灌浆效果明显。

③参照《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T 5148-2001)中“帷幕灌浆工程质量的评定标准”的规定,深层帷幕灌浆试验效果基本满足设计要求。

④鉴于个别孔段渗透系数稍大于 $1 \times 10^{-4} \text{ cm/}$

s,建议在大面积施工前期,根据揭示的地质体情况进行一定的有针对性的生产性灌浆试验,对排数、孔序、孔排距及灌浆压力等作适当调整并验证,以达到设计防渗要求。

⑤根据设计要求,SJ1-3 检查孔在 $84.6 \sim 97 \text{ m}$ 段进行了五点法压水试验,透水率介于 $4 \sim 6 \text{ Lu}$ 之间,在一定程度上印证了注水试验结果。

⑥SJ1-1、SJ1-3、SJ1-5 检查孔的三段疲劳压水试验成果表明,灌后覆盖层在压水压力 1.2 MPa (约 1.5 倍坝前水头)下的渗透系数为 $(0.5 \sim 1) \times 10^{-4} \text{ cm/s}$;SJ1-1、SJ1-3、SJ1-5 孔的耐压压水试验成果表明,经灌浆处理后的覆盖层的耐压压力为 $1.91 \sim 2.70 \text{ MPa}$,大于坝前水头,对应的渗透系数为 $(0.42 \sim 1) \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 。因此,试区灌后地层基本具备抗渗透破坏能力,抗渗稳定性和耐久性强。

(下转第 41 页)

1.0 m,并及时喷射厚度4~5 cm素砼面层,减少该土层的暴露时间,防止土体收缩出现裂隙,然后再施工土钉。

4.2 地下水的控制

(1)基坑侧壁渗水处理:基坑开挖后,在基坑东北角深度4.5 m左右位置出现渗漏,分析原因距离基坑12 m处为一中学下水管道,下水管道有渗漏点,每天白天学生在校时渗漏严重。

处理方法:在渗漏处插入直径25 mm导水管,将水导入基坑底部的排水沟内排走。

(2)坑底积水处理:基坑开挖后,原来施工降水井多被挖土破坏,基底为强风化泥岩,水随着岩层裂隙流出,水量较大。

处理方法:采用集水坑明排的方式进行了降水。沿基坑周边挖设宽约0.4 m、深约0.6~1.0 m排水沟,排水沟采用1~3 cm石子回填,每隔约25 m挖设宽0.6 m、深0.8 m集水坑,集水坑中下入井管,放入水泵进行明排;基坑内部每隔15~20 m或积水较多处挖设宽0.3 m、深0.5 m盲沟与基坑边缘排水沟相连,盲沟采用1~3 cm石子填平,在集水坑中下入潜水泵抽水,成功地将地下水降至基底以下。

(3)电梯井底积水处理:该楼基底共有4个电梯井,电梯井基底比坑底超深1.2 m,其中有3个电梯井积水。

处理方法:采用预埋PVC管自吸泵抽水的方式进行了降水。在电梯井底部挖设宽约0.4 m、深约0.6 m盲沟,将直径25 mm的PVC管放入盲沟底部,PVC管底部做成花管,外包16目尼龙网,盲沟采用1~3 cm石子填平,将PVC管挖浅沟埋设引到基坑边缘排水沟,再接上自吸泵进行抽水,成功地解决了电梯井积水问题。

(上接第35页)

综上所述,灌后覆盖层的防渗能力基本达到了设计防渗标准要求,验证了现行设计方案的可行性。

4 结论

(1)深层76 m非灌段跟管作业中所采用的钻孔结构($\varnothing 168/127$ mm)、高风压空压机、风动潜孔锤偏心跟管技术是可行的。完成的深厚覆盖层跟76 m套管的成果填补了该项指标空白。

(2)试验灌浆采取了“自上而下分段、孔口封闭、孔内循环、喷射灌浆法”灌注水泥-膨润土稳定浆液的灌浆工艺,技术可行,效果良好,用于黄金坪

5 基坑监测

对基坑土钉墙共布设12个观测点进行了沉降和位移观测,从基坑开挖到基坑施工至 ± 0.0 m,累计5个多月时间内共进行32次沉降和位移观测;土钉墙沉降量在0.5~16 mm之间,其中基坑北侧中部沉降累计最大16 mm,其他基坑周边沉降在0.5~6.8 mm之间;土钉墙位移量在0.0~10.0 mm之间,基坑周边位移观测最大位移点在北侧中部土钉墙部位,最大位移为10 mm,其他基坑周边土钉墙位移在0.0~5.0 mm之间。2008年11月该建筑物已封顶。通过基坑监测结果看本工程采用土钉墙、挂网锚喷支护的方案是成功的。

6 结语

(1)根据不同的场地条件和地质条件,采取不同的方式进行合理的优化设计,能使基坑支护既经济合理又安全可行。

(2)膨胀土地层基坑开挖,应尽量少挖勤护,防止膨胀土失水收缩,出现坍塌现象。

(3)该处地层基底为强风化泥岩,原考虑泥岩中含水量较少和泥岩中成井难度较大,设计时降水井考虑深度较浅,最后采用了挖设盲沟和集水明排的方式进行了降水,基坑工程中降水问题是很关键的一个环节,降水井的深度宜深不宜浅。

参考文献:

- [1] JGJ 120-99,建筑基坑支护技术规范[S].
- [2] GB 50086-2001,锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [3] 编写组.基础工程施工手册(第二版)[M].北京:中国计划出版社,2002.
- [4] 编委会.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.

水电站坝基覆盖层灌浆处理是适宜的。

(3)黄金坪水电站覆盖层帷幕灌浆试验采用了钻孔常水头注水试验、耐压压水试验、疲劳压水试验、五点法压水试验等多种检测方法对灌浆效果进行检查和测试,多种检测资料可以进行灌浆前后的对比分析并相互印证。因此,试验成果具有较好的代表性,达到了预期的试验目的,对今后的设计、施工具有指导意义,对其它类似工程具有重要的参考借鉴作用。

参考文献:

- [1] 陈修星,冯杨文,侯锦,等.黄金坪水电站深厚覆盖层跟管钻进工艺研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(11).