

浅谈宜兴市油车水库岩溶区防渗墙施工技术

戈文武

(葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:以岩溶区帷幕灌浆接触段处理为研究对象,采用传统灌浆施工工艺在覆盖层与岩石接触位置2 m范围内帷幕灌浆效果较差,特别是岩溶区帷幕灌浆接触段处理不好,水库库区防渗效果将降低,容易在接触位置漏水,工程质量不能达到预期效果。采用抓斗进行防渗墙成槽施工,然后钻孔埋设套管,套管入岩50 cm,最后使用普通水泥浆灌注至基岩面下5 m范围。通过防渗墙施工,有利于岩溶区帷幕灌浆工程质量控制,为类似工程提供了施工技术参考。

关键词:接触段;防渗墙;处理;帷幕灌浆;油车水库

中图分类号:TV543;TV62;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)02-0020-04

1 工程概况

油车水库位于江苏省宜兴市湖滏镇洑西涧上,东距湖滏镇4 km,距宜兴市22 km。油车水库大坝为粘土心墙土坝,坝高28.6 m,坝顶高程43.5 m,大坝长约1 554 m,水库正常蓄水位高程38.3 m。三叠系上青龙组灰岩岩溶发育,透水性大,位于大坝坝基防渗帷幕靠近左岸部位。左岸防渗帷幕线全长2 396 m,基岩岩溶发育,为工程防渗的重点部位。库区左岸坝肩外侧为强岩溶发育区,地表发育众多的、呈近东西向排列的落水洞、土洞及溶蚀漏斗。由于该区位于宽广的斜坡上,南北方向延伸范围较广。根据地质资料,该区域分布的紫红色粉质粘土虽然渗透系数很小,但已被左岸数十条冲沟切割,其连续性已遭破坏,且其上部多被透水性很强的第四系砂卵石或碎石土覆盖,利用该层粉质粘土进行库岸防渗效果不可靠。左岸覆盖层防渗墙施工轴线桩号为W0+000~W2+396,全长2 396 m。混凝土防渗墙施工深度为5~30 m,墙厚0.4 m,终浇高程39 m,混凝土强度等级为C20,二级配混凝土,抗渗等级为W6,孔斜率不大于0.6%。

2 工程施工重点与难点

2.1 投置堵漏材料

造孔时发生漏浆,通过迅速组织人力、设备向槽内投入粘土、碎石土、锯末、水泥等堵漏材料,并及时向槽内补浆,避免了防渗墙塌槽现象的发生。

2.2 孔率控制

收稿日期:2012-03-13

金泰SG40重型液压抓斗等均安装有自动纠偏装置,操作手可直观地在液晶显示屏上实时观测孔深、孔斜等参数指标,若发现孔斜有超标趋势,可利用自动纠偏装置及时处理,以保证槽孔开挖的垂直度。

2.3 墙段连接

采用拔管法施工不仅质量好,而且节约混凝土和钻孔时间,有利于缩短工期。

2.4 重凿(锤)冲砸

在造孔入岩、影响成槽工效时,可用自制的改进桩架提升重凿冲砸破碎以保证入岩深度。

2.5 深墙内设预埋灌浆管

预埋灌浆管下设对孔形及孔斜要求较严格,下设预埋管需花费一定的时间,在此过程中,孔底淤积可能超标,因此,若测定其超出设计标准,则采取气举反循环法进行二次清孔换浆,以保证成槽质量;预埋灌浆管采用定位架和桁架结构固定预埋管的方法下设,该方法能够满足设计要求的预埋管偏斜率控制要求。

2.6 清孔

采用气举反循环法清孔。气举反循环是借助空压机输出的高压风进入排渣管经混合器将液气混合,利用排渣管内外的密度差及气压来升扬排出泥浆并携带出孔底的沉渣。主要设备为空压机、排渣管、风管和泥浆净化机。

2.7 台阶段防渗墙施工

左岸阶地防渗墙顶面高低起伏,为满足施工需要,将该地段沿防渗墙轴线划分为若干阶梯型

施工平台分段施工,原则上先施工低洼处,后施工高平台。

3 主要施工方法

3.1 施工平台施工

因左岸帷幕线覆盖层顶面起伏不平,为方便施工,将该地段沿防渗墙轴线划分为若干个阶梯型施工平台分段施工。防渗墙施工平台根据实际地形划分,施工平台宽 25 m,下游 5 m 作为埋设

浆、水管路、架设电线平面位置,上游 20 m 作为抓斗作业、倒渣、下设预埋管、混凝土浇筑、临时交通等施工平台。

3.2 混凝土导墙施工

该工程混凝土防渗墙施工导墙采用 C15 混凝土浇筑形成,局部采用由钢板制作的钢模板导墙。混凝土导向槽净宽 50 cm,混凝土导墙宽度为 60 cm,高 80 cm。导墙结构见图 1。

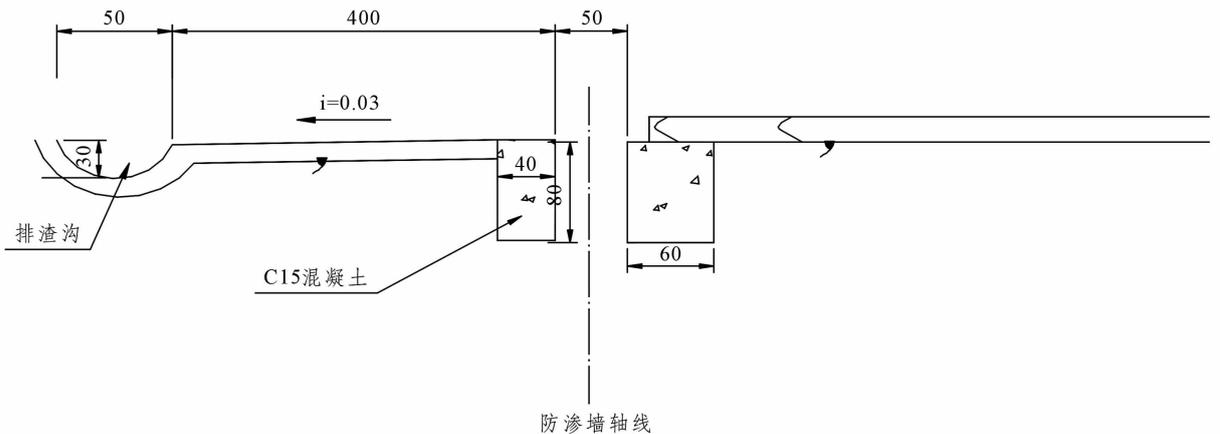


图 1 混凝土导墙结构图

3.3 槽段划分

根据工程特性并综合考虑地层、墙体深度、设备能力等,该防渗墙槽段划分采用“Ⅰ期小槽、Ⅱ期大槽”的原则,即一期槽槽长 7.6 m,分为三抓成槽,一抓为 2.8 m;二期槽槽长 8 m。

3.4 成槽方法

(1) 成槽设备的选择。

根据油车水库左岸覆盖层防渗墙的实际情况,确定该工程混凝土防渗墙的主要施工机具为:金泰 SG40 重型液压抓斗、反循环冲击钻机、50 t 履带吊车等。

(2) 造孔施工。

该工程防渗墙成槽采用“三抓”与“重凿法”相结合。上部覆盖层:采用金泰 SG40 重型液压抓斗成槽。下部基岩:底部基岩采用冲击反循环钻机或吊车重凿钻凿。Ⅰ期槽孔的端孔混凝土拔管后形成Ⅱ期槽孔的端孔,待相邻的一期槽孔施工完成后再施工二期槽孔。

(3) 终孔检测与基岩鉴定。

槽孔施工过程中孔斜控制及槽孔验收采用钻具悬垂法测量孔斜。对于嵌入基岩的槽段,终孔时需进行基岩鉴定,方法如下:

基岩面确定的方法:设计基岩面深度,抓斗抓到基岩面时,查看抓出的岩样。

操作人员对照地质剖面图和邻孔基岩面高程,根据钻进感觉确定基岩面。

基岩岩样鉴定:抓斗取样鉴定。

入岩深度检查:在接近设计基岩面 1 m 时,每 50 cm 取样一次。进入基岩后,取样一次,编号保存,据以判断和计算入岩深度。

左岸陡坡段施工时,当上述方法难以确定基岩面或对基岩面发生怀疑时,采用岩芯钻机取岩样加以确定和验证。基岩岩样及其标签是槽段嵌入基岩的主要依据,按顺序、深度、位置编号填好标签、装箱,妥善保管。

3.5 固壁泥浆

防渗墙整体施工中,使用膨润土浆液。

3.5.1 配合比

配合比确定前进行膨润土性能测定,然后通过现场试验确定具体的配合比。

3.5.2 固壁泥浆制备、使用与检验

(1) 泥浆制备。

①在配比相同的条件下,泥浆的性能在很大程度上取决于搅拌程序和搅拌时间,制备时应严

格控制。

②按规定的配合比配制泥浆,各种材料的加量误差不得大于2%。

③泥浆处理剂使用前宜配成一定浓度的水溶液,以提高其效果。纯碱水溶液浓度为20%,CMC水溶液浓度为1.5%。

(2) 泥浆使用与检验。

①新制膨润土浆需存放24 h,经充分水化溶胀后使用。

②储浆池内的泥浆应经常搅动,以保持指标均一,避免沉淀或离析。

③在钻进过程中,槽孔内的泥浆由于岩屑混入和其它处理剂的消耗,泥浆性能将逐渐恶化,必须进行处理。

④经过净化处理的泥浆必须在使用前进行测试,如果泥浆的密度、粘性和含砂率无法满足要求,则要更换合格的泥浆。

⑤在槽孔和储浆池周围设置排水沟,防止地表污水或雨水大量流入后污染泥浆。被混凝土置换出来的泥浆距混凝土面2 m以内的泥浆因污染较严重应予以废弃。

3.5.3 泥浆的净化及回收

(1) 施工废水的处理。

为避免施工废水造成污染,同时,为了避免制浆原料的浪费,在施工现场建造了回浆池,施工废水通过排渣沟自流至回浆池。使用泥浆净化器净化排入进浆池的废浆,将处理好的泥浆直接排入去浆池。经检验去浆池的泥浆各项指标满足重复利用的标准后则通过去浆管道直接排入槽孔,如不满足标准则通过回浆管道打回制浆站作相应处理。

(2) 施工废渣的处理。

施工废水通过排渣沟排至回浆池,但伴随钻渣不断沉淀于排渣沟底部形成厚厚的砂石层即为废渣,同时,回浆池的进浆池也会因钻渣沉淀形成废渣。对于废渣的处理,利用反铲将废渣排出排渣沟及进浆池,然后将废渣统一运送到渣场弃倒或掩埋。

3.6 清孔换浆及接头孔的刷洗

3.6.1 清孔换浆

该工程的清孔方案为气举反循环法。借助空压机输出的高压风进入排渣管经混合器将液气混

合,利用排渣管内外的密度差及气压升扬排出泥浆并携带出孔底的沉渣。主要设备为空压机、排渣管、风管和泥浆净化机。气举反循环排渣情况见图2。

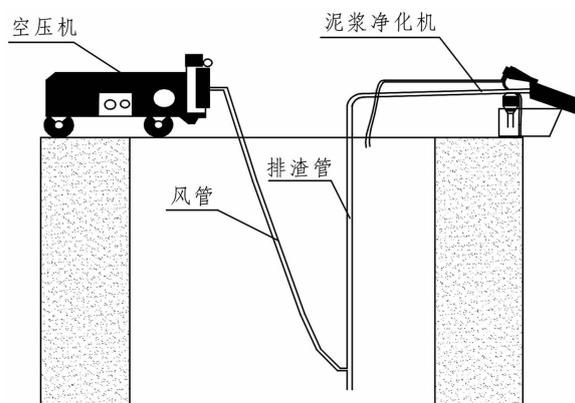


图2 气举反循环清孔示意图

(1)清孔时,按照施工步骤由钻机或吊车提升排渣管在槽孔各个孔位依次进行,如槽底沉淀过多,则反复清孔。对于槽底含砂量较高的泥浆经泥浆净化机进行处理后返回槽孔,直到净化机的出渣口不再筛分出砂粒为止。槽底高差较大时,清孔由高端向低端推进。

(2)清孔结束前,在回浆管口取样,测试泥浆的全性能,其结果作为换浆指标的依据。

(3)根据清孔结束前对泥浆取样的测试结果,确定需换泥浆的性能指标和换浆量。用膨润土泥浆置换槽内的混合浆,换浆量一般为槽孔容积的1/3~1/2。

(4)换浆量根据成槽方量、槽内泥浆性能和新制泥浆性能综合确定。

清孔换浆结束标准:

换浆结束后1 h,在槽孔内取样进行泥浆试验,如果达到结束标准,即可结束清孔换浆工作。

清孔换浆结束1 h后,达到清孔要求(孔底淤积厚度小于10 cm;泥浆取样取自孔底以上0.5 m处泥浆;粘土泥浆:孔内泥浆比重 $<1.3 \text{ g/cm}^3$,粘度 $<30 \text{ s}$,含砂量 $<10\%$;膨润土泥浆:孔内泥浆比重 $<1.15 \text{ g/cm}^3$,马氏漏斗粘度 $>32 \text{ s}$,含砂量 $<6\%$)。

3.6.2 接头刷洗

接头孔的刷洗采用具有一定重量的圆形钢丝刷,通过调整钢丝绳位置的方法使刷子对接头孔孔壁进行施压,在此过程中,利用钻机带动刷子自

上而下分段刷洗,从而达到对孔壁进行清洗的目的。结束的标准为刷子钻头基本不带泥屑且孔底淤积不再增加。

3.7 预埋灌浆管的制作和沉放

按设计要求,在防渗墙内预埋灌浆管,其中单排预埋管孔距2 m。管体采用 $\phi 100 \times 5.5$ mm钢管,钢筋定位架固定。

(1) 预埋灌浆管的布设。

根据槽孔划分情况、接头方式等调整钢筋保持架的长度,确保相邻的灌浆管间距满足设计要求。根据灌浆管所处部位,对应槽孔底部高程的变化,准确调整灌浆管底部的深度与之相适应。灌浆管底部缠过滤网,防止混凝土进入管内。

(2) 预埋管保持架的制作。

采用 $\phi 18$ 钢筋制作定位架。预埋管与钢筋架通过绑扎或焊接连接为一整体桁架。钢筋架在预先做好的加工平台上进行。定位架在垂直方向的间距为5 m。每段桁架高度据槽孔孔深分节制作。为避免起吊时桁架变形,一方面要选好起吊位置,另一方面可考虑在灌浆管部位加设槽钢、钢管等刚性体,以增加灌浆管桁架的整体起吊刚度。

(3) 预埋管钢桁架的下设。

预埋管钢桁架采用吊车分节起吊,孔口连接,整体下设。将最底节预埋管钢桁架吊入槽内,其顶部外露导墙顶1.5 m左右,用2根加强型钢横向穿过预埋管钢桁架搁置并架立在导墙上;起吊第二节预埋管钢桁架,经对中调正垂直后即可进行对接。当全部预埋管钢桁架对接完毕,利用吊车进行整体下设。下设时一定要安全、平稳,对应好桁架在槽中的位置。遇到阻力时不得强行下放,以免桁架变形,造成管体移位,影响下设精度。

(4) 预埋灌浆管孔口的保护。

对下设完成的预埋灌浆管的孔口采取必要的保护措施,防止杂物进入管内。

3.8 混凝土浇筑施工

墙体材料、混凝土施工技术是防渗墙施工的重要组成部分。鉴于混凝土抗压、抗渗、弹模等技术要求高、拔管所余混凝土难以施工等特点,混凝土力求达到高强、低弹、早期强度低、后期强度高之目的。

3.8.1 混凝土设计指标

混凝土物理特性指标要求如下:

入槽坍落度:18~22 cm;

扩散度:34~40 cm;

坍落度保持15 cm以上,时间不小于1 h;

初凝时间不小于6 h;终凝时间不大于24 h;

混凝土密度不小于 $2\ 100\ \text{kg}/\text{m}^3$;

胶凝材料用量不少于 $350\ \text{kg}/\text{m}^3$;

水胶比小于0.65。

首先根据施工图纸规定的指标进行配合比试验,在上报监理工程师后由监理工程师确定。

3.8.2 原材料

(1)水泥:水泥强度等级不低于PO.42.5级,优先选择普通硅酸盐水泥。

(2)粗骨料:优先选用天然卵石、砾石,其最大粒径应小于40 mm,含泥量不大于1%,泥块含量应不大于0.5%。

(3)细骨料:选用细度模数为2.4~3范围的中粗砂,含泥量不大于3%,粘粒含量不大于1%。

(4)外加剂:减水剂和引气剂等的质量和掺量经反复试验后并参照DL/T 5100-1999的有关规定执行。

(5)水:按JGJ63-2006的规定执行。

3.8.3 混凝土的拌制与输送

该工程防渗墙施工用混凝土由混凝土生产系统拌制,混凝土搅拌车输送至混凝土泵口,再由泵送浇筑槽口,经分料斗和溜槽将混凝土输送至浇筑漏斗,浇筑导管均匀放料,有利于保证混凝土面均匀上升。

3.8.4 混凝土浇筑导管的下设

浇筑导管:浇筑水下混凝土采用水下直升导管法进行浇筑施工。混凝土浇筑导管采用快速丝扣连接的、内径 $\phi 250$ 钢管,导管接头设有悬挂设施。导管使用前需做调直检查、水压试验、圆度检验、磨损度检验和焊接检验。在检验合格的导管上做醒目的标识,不合格的导管不予使用。

导管下设:导管下设前需进行配管并作配管图。配管应符合规范要求。

3.8.5 混凝土入仓及开浇

混凝土搅拌车运送混凝土经混凝土泵进槽口储料罐,再分流到各溜槽进入导管。混凝土开浇时采用压球法开浇,每个导管均下入隔离塞球(充气胶球)。开始浇筑混凝土前,先在导管内注

(下转第59页)

当预应力混凝土管桩打到设计标高后,对桩进行以下项目的检测:

(1) 小应变测试法。

施工结束后,按桩总数的20%进行小应变测试,检测桩的完整性。

传感器安装:传感器安装时,必须确保传感器的轴线与桩身的纵轴线平行;将传感器安装在桩平面中心位置,必须与桩粘接良好,在桩中心距的1/2处锤击激发。

数据采集:首先检查设备性能,待其正常后方可使用;使用能产生低频的力锤并在现场进行激振方式和接收条件的选择试验;对每一根被检测的单桩最少应进行三次以上的重复测试。

经检测,所有预应力混凝土管桩十分完整,未出现断桩现象。

(2) 试桩、抗拔力检测。

正式施工前,须进行试桩以确定管桩的单桩抗拔力。试桩数量为3根。直径400 mm、9 m桩长单桩抗拔力特征值为215 kN,试桩荷载为单桩抗拔力特征值的2倍,即430 kN。

(上接第23页)

入适量的水泥砂浆,并准备好足够数量的混凝土,以使隔离的球塞被挤出后能将导管底端埋入混凝土内。

3.8.6 浇筑过程

浇筑过程的控制严格按《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》(SL174-96)中5.4.5条规定执行。

3.9 墙段连接

(1) 防渗墙墙段连接方案。

接头管法是目前混凝土防渗墙施工接头处理的先进技术。本工程接头管起拔采用50 t履带吊。

(2) 接头管法墙段连接施工程序。

一期槽孔清孔换浆结束后,在槽孔端头下设接头管,在混凝土浇筑过程中及浇筑完成一定时段之内,根据槽内混凝土初凝情况逐渐起拔接头管,在一期槽孔端头形成接头孔。二期槽孔浇筑混凝土时,接头孔靠近一期槽孔的侧壁形成圆弧形接头,墙段形成有效连接。

(3) 接头管施工。

预应力混凝土管桩施工完成后,也按照《建筑基桩检测技术规范》JGJ106-2003进行抗拔检测。

试桩及抗拔检测结果表明:抗拔承载力特征值达到430 kN,满足设计要求。

7 填芯混凝土

沉桩完成并经检测合格后,按设计要求安装填芯钢筋及桩端锚筋、灌注填芯混凝土,填芯混凝土标号比生物池相应部位底板混凝土高一级。桩端、填芯钢筋及桩端锚筋伸入生物池底板,底板混凝土浇筑后与管桩形成整体。

8 结语

通过预应力混凝土管桩在生物池基础处理中的应用,成功解决了池体抗浮问题。与其它处理方式相比,具有速度快、效果好、质量优等显著特点,在类似项目应用中具有十分广阔的前景。

作者简介:

金志斌(1966-),男,湖北武汉人,项目总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

下设前检查接头管底阀关闭是否正常,底管淤积泥沙是否清除,接头管接头的卡块、盖是否齐全,锁块活动是否自如等,并在接头管外表面涂抹脱模剂。

接头管的下设和起拔需遵守规范SL174-96中6.0.3的规定。

接头管起拔后,需用冲击的方式对接头管部位进行扩孔,从孔口一直到孔底。

4 结语

在整个岩溶区防渗墙施工过程中,通过抓斗成槽施工,与传统使用冲击式钻机相比,既加快了防渗墙施工进度,也保证了施工安全,避免了反复拆装冲击式钻机,同时,防渗墙墙体厚度由原来的60 cm改为40 cm,节约了工程投资。通过埋设导管,对基岩面与覆盖层接触位置5 m范围内采用帷幕灌浆,保证了帷幕灌浆接触段质量,取得了良好的经济效益和社会效益,同时也为类似工程提供了可借鉴的经验。

作者简介:

戈文武(1975-),男,四川成都人,高级工程师,从事工程项目技术管理工作。

(责任编辑:李燕辉)