

# 泥岩层状破碎带特大涌水处理方法探索与实践

万翔鸿, 张迪迪, 张 磊

(中国水利水电第一工程局有限责任公司基础工程分局, 辽宁 大连 116041)

**摘要:**泥岩地质条件一般较差,在这种基础上修建大型水利工程,基础处理难度较大。哈达山水利枢纽工程坝基为近水平发育的泥岩,坝基深处发育层状破碎带,严重影响坝基的稳定安全。通过分析这种地层中的涌水的渗透通道,采取了一系列注浆处理措施。这种处理方法既节约成本,又保证施工质量。结合本工程发电厂房集水井特大突水及整个 P7 破碎带处理方法,总结针对泥岩地层中特大涌水处理的思路和方法。

**关键词:**泥岩;层状破碎带;水利工程;坝基;灌浆

**中图分类号:**TV543 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0065-02

**Exploration and Practice of Gushing Water Treatment in Mudstone Layered Fracture Zone/WAN Xiang-hong, ZHANG Di-di, ZHANG Lei (Sinohydro Bureau 1 Co., Ltd., Dalian Liaoning 116041, China)**

**Abstract:** Foundation treatment is usually difficult for large water conservancy project on the mudstone which generally has poor geological conditions. The dam foundation of Hattashan hydro-junction project was constructed on flat mudstone; the stability and security of the dam foundation were seriously affected by the deep layered fracture zone. Analysis on the out-gush infiltration channel was made and a series of grouting method were taken. This approach not only saves cost, but also ensures the construction quality. The article summed up the treatment method of special gushing water in the mudstone on the basis of the large water inrush in powerhouse water collecting well and in the P7 fracture zone; it is worth to be the reference.

**Key words:** mudstone; layered fracture zone; water conservancy project; dam foundation; grouting

## 1 工程概况

哈达山水利枢纽工程位于第二松花江(简称二松)干流下游河段,坝址距松原市约 20 km,担负着向吉林西部提供生活和工农业供水、生态环境保护供水和发电等四大任务。枢纽总平面布置为:挡水土坝、16 孔溢流坝、河床式水电站,总库容为 6.08 亿  $m^3$ 。工程等级为 I 等。

大坝基础坐在微、弱风化灰绿色或紫红色夹粉砂岩薄层的泥岩上,在建基岩以下 7~8 m 处层状发育面状破碎带,其宽度 0.5 m 左右,由破碎岩块组成,影响带宽度 1~2 m 左右,设计称 P7,将严重影响坝基的抗滑稳定性,对枢纽的安全造成潜在的威胁。在厂房集水井开挖揭露 P7 时,沿 P7 破碎带及其影响带出现了特大涌水,涌水量达 350  $m^3/h$ 。这种涌水将本来发育不良的地层中的颗料充填物也带出,使地基中形成不均匀分布的空腔,促使原本发育不良的坝基更加恶化。为此设计对此进行有针对性的处理,要求对 P7 及集水井的特大涌水进行灌浆处理。

## 2 处理方案的分析与选定

针对地层特性,处理方案的基本思想是先围堵集水井较远部位,逐渐缩小处理范围,减少集水井封堵难度,最后达到完全封堵,并采取加强灌浆,具体方法如下。

(1)进行 P7 破碎带灌浆处理方法与工艺试验,确定适合泥岩特性和破碎带部位的施工参数。

(2)在集水井右侧设一 5 m×3 m×2 m 的临时泵坑,把厂房集水井处的特大涌水引导至临时泵坑,进行涌水分流。

(3)在临时泵坑顶部的砼浇筑达一定厚度后,对集水井预埋的 3 根 4 in(101.6 mm)铁管的涌水进行灌浆封堵。

(4)集水井周边砼及 P7 破碎带灌浆补强处理。这是最后一道处理措施,采取加固固结灌浆与补强帷幕灌浆。

## 3 P7 破碎带特大涌水处理工艺试验与封堵实施

### 3.1 P7 破碎带灌浆处理专项试验

在 P7 破碎带特大涌水处理实施方案确定后,首

收稿日期:2010-01-28

作者简介:万翔鸿(1971-),男(汉族),宁夏隆德人,中国水利水电第一工程局有限责任公司基础工程分局副总工程师、高级工程师,工程地质专业,从事水电工程施工管理工作,辽宁省大连市旅顺中水山庄。

先进行工艺可行性的试验论证。对于灌注水泥砂浆方案,在坝区内2号溢流坝段进行P7破碎带灌浆处理专项试验。试验时分3组进行,梅花型布孔,水平、垂直间、排距均为3m。各组均成正六边形。试验孔孔深为入岩9~11m,即进入P7破碎带底线1~2m。

通过试验取得了如下试验成果:采用自上而下分段灌浆工艺、接触段及吸浆量大的P7部分待凝24h、吸浆量大的P7部位采用砂浆不中停的灌浆方法;灌浆压力I序孔0.3~0.5MPa,II序孔0.4~0.6MPa;灌浆分段自上而下为别为2、5~7、≥4m,共3段;砂浆采用水:灰:砂=0.8:1:1及1:1:1两个比级。

### 3.2 P7破碎带灌浆处理实施

根据设计图纸,在枢纽溢流坝段及发电厂房基础时行固结灌浆,固结灌浆孔深至P7破碎带底线以下1~2m。按既定的针对P7处理方案,先对集水井较远处进行灌浆封堵。溢流坝段共施工1175孔,P7灌浆处理4700m,灌入水泥628.08t,灌入砂子76.9t,平均基岩单位水泥注入量133.63kg/m。发电厂房共施工410孔,P7灌浆处理1640m,灌入水泥246.8t,灌入砂子68.2t,平均基岩单位水泥注入量150.5kg/m。在集水井外围灌浆处理过程中,集水井处及临时泵坑处的水泵抽水也逐渐减少,投入的水泵数量由原6台到后期2台。这表明第一步的灌浆处理取得了明显的效果。

### 3.3 集水井外侧临时泵坑回填处理

#### 3.3.1 模板支立

在临时集水坑116.00m高程铺设普通钢模板,底部采用20槽钢做支撑,模板铺设时,并预留8in(203.2mm)水泵排水管口、4in水泵排水管管口、Ø300mm钢管(后期注砼管道)和2根Ø75mm钢管位置。

#### 3.3.2 回填砼施工

该部位砼浇筑时采取了边抽水边浇筑速凝砼,在短时间内迅速用速凝砼进行封堵。为防止在抽水过程中将砼中的水泥及细颗粒带出,在刚下料时可停止临时泵坑抽水,适当打开通往集水井处的阀门,以控制涌水量和涌水压力。

#### 3.3.3 预埋管的封堵灌浆处理

先利用预埋的钢管往临时泵坑灌注1:1:1水泥砂浆,待各个预埋管灌注到一定压力后改用稳定水泥浆液灌注至结束。在灌注引水管时该部位的其它预埋管就出现串浆情况,待串浆密度达1.5kg/L

左右,将该串浆管阀门关闭。灌后将串浆管打开后,已经有部分埋管被水泥浆充填。对所有还出现涌水的预埋管均采用水泥浆液灌封。封堵灌浆共灌入水泥浆12.88t。

### 3.4 集水井特大涌水处理

#### 3.4.1 集水井内预留管灌注

(1)首先清理泵坑,人工将前期施工时串入井内的水泥浆浆及P7透水夹层中的泥质充填物清理干净,使井壁渗漏点和引管完全外漏。

(2)在高程较低的引水管管口焊接法兰接口,连接变径作为灌浆进浆接口。

(3)安装完成后采用纯压式灌浆方式用0.6:1水泥稳定浆液灌注,直到耗浆量 $>1$ L/min时,继续灌注30min结束灌浆。

(4)灌浆压力:灌浆压力为涌水压力0.1MPa加上0.4MPa,即0.5MPa。在灌浆过程中根据注入流量控制压力,并设专人观测集水井及周边串冒浆情况。

(5)为防止灌浆过程中出现管口突水事件,井内施工人员均穿救生服,并准备绳索置于井内。集水井涌水共灌入水泥27.75t。

#### 3.4.2 集水井P7封堵帷幕灌浆和集水井外围砼补强灌浆

待混凝土浇筑至118.00m并达到一定强度后,进行集水井P7封堵帷幕灌浆水泥和砼补强灌浆。布孔方式是围绕集水井环形布置,排距1m,孔距2m,且靠里侧(环形帷幕)孔距集水井边线为0.5m,孔深至P7层底线以下2m,具体布置详见图1。灌浆时采用孔内循环、分段灌浆法,III序分序施工。共完成帷幕灌浆609.59m,注入水泥63.66t,砼固结补强灌浆钻孔646.7m,注入水泥16.85t。

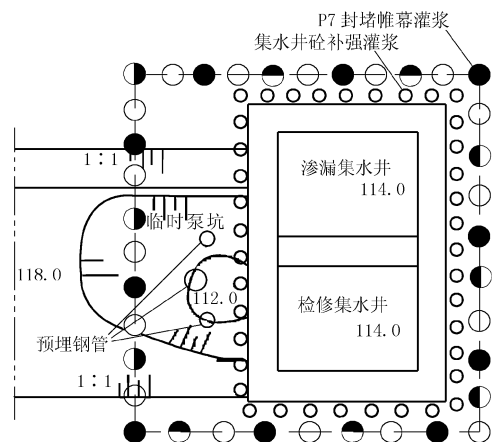


图1 集水井P7部位灌浆处理孔位平面布置图

大于1.5 m强夯检测结果,各土层力学参数指标见表7。

表7 ②层厚度大于1.5 m区域夯后土层力学参数

岩土名称	静探 $q_c$ /kPa	剪切波速 /( $m \cdot s^{-1}$ )	地基承载力 特征值/kPa
①层吹填土	8.24	138	220
②层淤泥质粉质粘土	1.32	121	60~80
③层粉细砂	10.3	215	160~200

由表7数据可以看出,经3000 kN·m夯击能处理后,各层土力学指标相对夯前指标都有提高,但相对②层淤泥质粉质粘土小于1.5 m区域,指标提高幅度较小。

由于局部区域②层淤泥质粉质粘土厚度过大,削弱了夯击能向③层粉细砂的传递,导致下部粉细砂强度提高受到影响。②层淤泥质粉质粘土由于其处在超饱和状态,粘粒含量较高,排水条件不好,强夯效果不理想。

## 5 结论及建议

(1)相对其它地基处理方法,强夯法具有设备简单,施工方便、施工期短、施工费用低等特点,经济效益显著。

(2)通过场地强夯,加速了上部吹填土地基固结,减少了工程建设周期,确保了土建工程的顺利进行;强夯施工应在围海造地6个月之后进行,利于设备进入,效果良好。

(3)通过夯前夯后标准贯入试验、静力触探试验、面波测试结果的对比,淤泥质土小于1.5 m的区

域,强夯影响深度能达10 m,夯后影响深度范围内各土层力学指标均有提高,地基承载力提高100%以上,同时消除了场地液化现象,强夯效果显著,处理地基的均匀性较好。

(4)对于采用天然地基的料场等大范围堆载区域,经强夯处理后,应该按照分级堆载的原则,待前期预压荷载下地基土的强度增长满足下一级荷载下地基的稳定性要求后再加载,防止加载过快造成地基破坏。

(5)对于局部淤泥质土较厚的区域,工程设计时应根据荷载及建构筑物情况考虑其不利影响:

①道路区域,可以采用换填法进行处理;

②采用增加排水沟、袋装砂井等方式增加排水通道,加速软土固结;

③可以通过复夯,即采用普通强夯锤2遍点夯后,填平夯坑再次进行复夯,根据淤泥土厚度情况确定夯击次数,达到提高地基承载力的效果;

④也可采用真空堆载预压法或真空动力固结法进行地基处理,能够取得更好的效果。

## 参考文献:

- [1] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].
- [2] 白李妍.强夯法和强夯置换法在深厚人工填土层中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(12):39-41.
- [3] 刘世奇,陈静曦,潘冬子.强夯法处理湿陷性黄土地基的效果分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(6):19-21.
- [4] 陈昌富,李树伟,张晓欣.某试验区吹填软基处理工程监测数据分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(7):46-49.

(上接第66页)

## 4 P7 破碎带特大涌水处理效果检查与结论

采取一系列技术措施后,集水井井壁再无渗水,集水井具备正常排水功能,泥岩坝基中发育的不良地质构造带已处理完毕。这次处理是很成功的。通过这次对P7破碎带特大涌水处理,收获以下几点经验体会:

(1)对于特大涌水的处理方案应遵循以排为先、降低压力,再逐渐封堵、降低渗流的规律,从而合理施用堵排结合的思想;

(2)由于泥岩特性比较特殊,在较大压力下容易劈裂,故在压力选用上应合理,特别在压水压力的选用上更要慎重;

(3)由于基础岩石近水平状发育,坝基中的排水不是很通畅,故建议基础帷幕形成后在幕后增加排水孔,以减少挡水建筑物的扬压力。

## 参考文献:

- [1] 王福平,蔺刚,王立民,等.通化桃园水利枢纽工程特殊坝段帷幕灌浆工艺技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8).
- [2] 李茂芳,孙钊.大坝基础灌浆[M].北京:水利电力出版社,1987.
- [3] 孙钊.大坝岩石基础灌浆施工技术[M].北京:水利电力出版社,1987.
- [4] 白永年,吴士宁,王洪恩.土石坝加固[M].北京:水利电力出版社,1992.
- [5] DL/T 5148-2001,水工建筑物水泥灌浆施工技术[S].