

袖阀管灌浆技术在水库坝体防渗加固中的应用

张 萍

(东营市海堤管理处, 山东 东营 257000)

摘 要: 胜利油田孤东水库为湖泊式中型地上平原水库, 经过多年运行后, 出现了坝体沉降变形、垂直铺塑截渗效果下降等问题, 对大坝的安全运行造成威胁。为此, 采用袖阀管灌浆技术对其进行处理。阐述了袖阀管灌浆设计参数和施工工艺, 并对实施后的效果进行了检测。灌浆完成90 d后, 水库蓄水至水位7.3 m, 灌浆坝段截渗沟处泡泉群未出现, 沟底冒水轻微且为清水, 表明渗漏通道封堵成功, 实现了防渗加固的目标。

关键词: 袖阀管; 灌浆技术; 平原水库; 防渗加固

中图分类号: O342 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)11-0056-03

Application of Sleeve Valve Pipe Grouting Technology on Reservoir Dam Seepage Control and Strengthening

ZHANG Ping

(Dongying Sea Dike Administrative Office, Dongying 257000, China)

Abstract: Shengli oil field Gudong reservoir is a medium-sized lake type plain reservoir. After years of operation, the dam body has sunk, and the effect of anti-seepage of the vertical placing membrane has declined, which are problems threatening the dam safety. The sleeve valve pipe grouting technology was adopted in the reservoir dam seepage treatment. This paper introduced the design parameters and the construction technology, and examined the effect of the treatment. Ninety days after grouting, the reservoir water level reached 7.3 m, and no bubble spring was observed at the seepage interception ditch in the grouted dam; in addition, water slightly yielded in the ditch and it was limpid. The observations indicated that the seepage passages were successfully sealed, which achieved the goals of seepage control and dam strengthening.

Key words: sleeve valve pipe; grouting technology; plain reservoir; seepage control and strengthening

胜利油田孤东水库为湖泊式中型地上平原水库, 1987年建成蓄水, 1997年增容后设计蓄水位为7.5 m(黄海高程, 以下同), 有效库容为 $1\,700 \times 10^4 \text{ m}^3$, 坝顶高程为8.8 m。坝体为粉土和粉质粘土组成的土坝, 高程在6.7 m以上为均质碾压坝体, 以下为水力充填坝。增容时水库坝体增设防渗垂直铺塑, 塑膜顶高程为6.7 m, 底部高程为-1.0 m。

水库增容运用以来, 坝体沉降变形, 垂直铺塑截渗效果下降, 坝体下游出现土沸、流土等渗流破坏,

虽经局部坝段补作衬塑和贴坡排水压渗处理, 坝体渗流性状仍不满足高水位渗流安全要求。运行水位为6.7 m时, (1+075)~(1+250)坝段坝脚截渗沟底冒水翻浆, 形成数处泡泉群, 并有进一步增大趋势, 危害大坝安全运行。经综合研究, 确定采用袖阀管灌浆封堵坝体渗漏通道, 实现防渗加固的目的。

1 灌浆工艺

1.1 工艺设计

依据前期灌浆试验确定的技术参数, 主要设计

指标如下:

① 灌浆范围。(1+025)~(1+300)坝段,长为 275 m,灌浆顶高程为 6.5 m、底高程为 -6.5 m。

② 灌浆孔布置。设一排灌浆孔,灌浆孔轴线位置在垂直铺塑上游 1.25 m (即坝轴线上游 1.1 m),孔距为 2.5 m。

③ 灌浆标准。灌后土体渗透系数 $k \leq 7.5 \times 10^{-5}$ cm/s。

④ 灌浆材料要求。袖阀管采用 $\varnothing 40$ mm 的 PVC 管,壁厚 ≥ 3 mm,每隔 50 cm 钻一组 6~8 个 $\varnothing 8$ mm 出浆孔,每组孔的纵向分布长度为 6~8 cm,各孔位置错开,梅花形布设,每组孔管外围包裹一层长为 10 cm、厚为 1~2 mm 的橡胶膨胀圈(即袖阀,起到逆止阀门的作用),两端加以适当固定。

套壳料以水泥:粘土:水=1:1.5:(1.85~2.0)调配(质量比)。灌浆浆液用水泥粘土浆,采用水泥:粘土=1:2 配制干料,采用干料:水=1:(2~3)配成浆液。

⑤ 灌浆压力。开环压力 ≤ 2.0 MPa,灌浆压力 ≤ 1.0 MPa。

⑥ 坝体变形控制。灌浆时上下游坝肩处水平横向位移 ≤ 30 mm;坝顶裂缝最大宽度 ≤ 30 mm。灌浆中出现裂缝宽度 ≥ 10 mm 时应先停灌,待浆面下降后用稠浆灌注,至浆液与坝顶基本相平为止。

1.2 灌浆工艺及质量控制

袖阀管灌浆工艺流程包括测量定位和钻孔、注套壳料、安设袖阀管、灌浆作业等。

① 定位和钻孔

根据设计图纸进行放样,采用拉线和卷尺测量的方法定出孔位,误差控制在 ± 5 cm;采用 XY-1 型钻机进行钻孔,孔径为 110 mm,孔深为 15.5 m (大于袖阀管埋置设计深度 0.2 m),孔斜 $\leq 1^\circ$ 。钻孔时采用膨润土泥浆护壁^[1],控制泥浆密度为 1 200~1 300 kg/m³。

② 注套壳料

将钻杆下至孔底 10 cm 处,通过钻杆泵送套壳料至孔底,使套壳料自下而上全部置换孔内泥浆,直到套壳料从孔口溢出。注套壳料要连续进行,不能中间停顿,时间最长不超过 20 min。

③ 安设袖阀管

套壳料灌注完毕后立即下入底部装有锥帽的袖阀管,袖阀管位置居中并固定,管底高程满足设计要

求,管口高出地面 10~20 cm,管口盖上顶帽加以保护。为方便下入可在袖阀管中加入适量清水,缓慢压入孔中,严谨用力过猛损坏袖阀管。袖阀管接头粘接牢固。应严格控制袖阀管质量,防止因多次灌浆导致袖阀管破裂而不能继续进行灌浆^[2]。

④ 配制浆液

按设计配比用搅拌桶配制浆液,浓度根据现场情况适当调整。制浆之前,粘土用打浆机充分粉碎并过筛。浆液拌制时先往搅拌筒内注入预定水量,开动搅浆机后,再逐渐加入粘土、水泥至预定用量,浆液充分搅拌确保无结块、不离析,然后再通过滤网流到储浆筒内待灌,浆液搅拌时间不小于 5 min,且必须 4 h 内用完。

⑤ 灌浆作业

一般套壳料凝固 7 d 后进行灌浆作业。首先用清水将袖阀管冲洗干净,然后向袖阀管内下入双塞式灌浆花管,花管出浆口与袖阀管出浆孔位置一致。灌浆伊始,使用稀浆(或清水)加压开环,用灌浆泵对袖阀管内灌浆段逐渐加压,直到浆液顶开袖阀管橡胶圈、挤破套壳料,使套壳料产生裂缝。出现压力突降,进浆量大增,表示已经“开环”。开环后即按设计配比开始正式灌浆,采取分序、分段、分次的方法进行。

分序:两序,Ⅰ序孔间距为 5.0 m,Ⅱ序内插加密。

分段:袖阀管上每组出浆孔为一个灌浆段,每段长为 0.5 m,自下而上跳段灌注,后灌浆段灌注距前一灌浆段 1.5 m。

分次:每灌浆段灌注不少于三次,第一次灌浆量按孔隙体积的 60% 考虑,不少于 400 L/m;第二次以设计灌浆压力控制;第三次以设计灌浆压力下吸浆量 ≤ 2.0 L/min,稳定时间为 25 min,即结束灌浆。每次灌浆间隔时间不少于 5 d。

本次灌浆过程中,各灌浆段开环压力均小于 2.0 MPa,稳定灌浆压力控制在 1.0 MPa。灌浆期间,密切监测坝体变形情况,实测灌浆断面上、下游坝肩处累计最大水平位移为 11.5 mm,垂直位移最大值为 -4.3(沉降)~4 mm(上抬),坝顶裂缝最大宽度为 7.6 mm,均在正常范围之内。

⑥ 后备灌浆措施

每孔灌浆全部结束后,应泵入清水充分清洗袖阀管,管口加盖后埋设在坝顶以下 30 cm,并于首、

末管口位置作适当标记,以备将来再发现渗漏现象时可以挖出管口进行重新灌浆。

⑦ 串、冒浆情况的处理

随灌浆次数增加和所在土层变化,个别灌浆段主要是三次灌浆时出现冒浆、串浆现象。针对冒浆的处理:一是采用间歇灌浆方法,发现冒浆就停灌,待15 min左右再灌;二是采取减压灌浆方式;三是减速限量灌浆,控制单位吸浆量不超过40 L/min,并提高浆液浓度,必要时浆液中加入2%~3%水玻璃作为速凝剂。若无效则停止灌浆,并对该孔进行清洗以便以后补灌。处理串浆方法:一是采用定量、定压相结合的灌注方式,避免灌浆量过大、速度过快;二是加大I序孔间距;三是合理组织施工安排,相邻灌孔施工尽可能错开时间和灌浆段位。

1.3 效果检验和分析

① 检验方法

在灌浆区现场钻孔进行注水试验,将灌后(浆液龄期达30 d后)土体渗透系数与设计标准比较,并与灌前比较,验证灌浆效果。为此,共布置注水试验孔4孔,采用常水头法,连续往孔内一定深度土层注水,形成稳定水位(水头差)和稳定注水量,以此求得土体渗透系数。另外,在桩号0+179坝轴下游8 m设一观测孔,测量注水试验时该孔的水位变化,直观反映灌前灌后土体的渗透性能。

② 结果分析

灌浆前、后注水试验结果见表1。

表1 灌浆前、后渗透系数

Tab.1 Permeability coefficient before and after grouting

孔号	孔位桩号	相应高程/m	渗透系数/($10^{-4} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$)		
			灌前	灌后 (30 d后)	降低比例/ %
1	1+028	1.8~2.8	7.44	0.59	92.1
		-0.7~0.3	6.94	0.49	92.9
2	1+092	-2.2~-1.2	6.26	0.62	90.1
		-6.2~-5.2	1.56	0.57	63.5
3	1+179	3.3~5.3	8.34	0.55	93.4
		1.8~2.8	6.54	0.49	92.5
		-0.7~0.3	6.47	0.58	91.0
4	1+255	3.3~5.3	6.44	0.56	91.3
		-2.2~0.8	5.43	0.41	92.4

实测表明,灌后渗透系数为 $(4.1 \sim 6.2) \times 10^{-5} \text{ cm/s}$,均小于 $7.5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$,达到设计要求。与灌前比较可知,在-2.2~5.3 m高程之间灌浆效果明

显,渗透系数大幅降低,说明坝基、坝体中渗透通道被封闭;而深层粉质粘土层只降低了63.5%,说明粉质粘土层本身无渗漏通道,渗入式灌浆可灌性差,灌浆主要起到压密土体的作用。

当注水段深度分别为3.5~5.5、6.0~7.0、8.5~9.5 m时,观测孔灌前水位分别为0.32、0.31、0.16 m,灌后水位则分别为0.06、0.03、0.02 m。可见其最大上升高度明显缩小,说明注水试验孔与观测孔之间土体灌后的渗透系数明显降低,证明灌浆效果明显。

③ 运行检验

灌浆完成90 d后,水库引黄蓄水至水位7.3 m,(1+075)~(1+250)灌浆坝段截渗沟处泡泉群未出现,沟底冒水轻微且为清水。证明渗漏通道封堵成功,实现了防渗加固的目标。

2 结论

袖阀管灌浆技术用于水库坝体防渗效果明显,灌浆可控性好,且不会对粉土和粉质粘土组成的坝基、坝体造成破坏,袖阀管埋设其中与土体复合起到加强筋骨作用,并为后续处理提供了可能,是平原水库坝体防渗加固的有效处理方法。

参考文献:

- [1] 宁湘. 袖阀管注浆施工工艺及质量控制[J]. 中国铁路,2011,(7):68-71.
- [2] 陈华梁. 袖阀管注浆在桥涵台背填土加固中的试验研究[J]. 西部交通科技,2013,(2):49-53.



作者简介:张萍(1964—),女,山东东营人,大专,工程师,主要研究方向为防洪排涝工程设施建设。

E-mail:slofgxl@163.com

收稿日期:2016-12-13