

尾矿坝浸润线降深自流排渗技术及应用

段其福 毛卫东 罗德洲 张明云
(歪头山铁矿) (武汉勘察研究院)

摘 要 针对上游法筑坝坝体浸润线高、危害大、降深难的问题,采用水平孔—竖直袋状砂井联合自流排渗新技术进行排渗。该方法不仅排渗水量大,浸润线降低幅度大,不需动力和维护,而且施工简单快捷,投资费用低,适用于各类尾矿坝浸润线的降深。

关键词 尾矿坝 浸润线 水平孔—竖直袋状砂井

Gravity-flow Infiltrate Drainage Technology for the Lowering of Water Table Level in Tailings Dam and Its Application

Duan Qifu Mao Weidong Luo Dezhou Zhang Mingyun
(Waitoushan Iron Mine) (Wuhan Prospection Research Institute)

Abstract In consideration of the problems of high water table level, great danger and difficulty in table lowering existing in the dam body constructed by up-stream method, the new gravity-flowing technology of the combination of horizontal holes—vertical pocket-type sand wells was used for filtrate drainage. This method is not only characterised by large volume of drained infiltrate, great lowering of water table level and needing no power and maintenance, but also has the advantages of simple and rapid construction and small investment. As a result, it is suitable for the water table level lowering of various tailings dams.

Key words Tailings dam, Water table level, Horizontal hole—vertical pocket-type sand well

本钢歪头山铁矿小西沟尾矿库于1972年建成投产,设计总库容6800万 m^3 ,最终高程90m。截止1996年末,贮存尾矿近4000万 m^3 ,利用系数0.83,堆积高程已达70m。筑坝方法为上游法水力冲积。采用两期排渗,一期为20眼机械井式排渗,二期为2×540m无砂混凝土自流排渗。

随着尾矿坝堆积高度逐年上升,坝体浸润线也呈逐年上升趋势。其原因是一期机械井式排渗已全部失效,造成坝体一直处于高浸润线运行状态,初期坝顶已有浸润线逸出,产生大面积渗水并沼泽化,较为严重的有三处形成水流并裹挟少量的尾砂。由于一期排渗失效,致使东部坝体在正常运行荷载、地震荷载情况下最小安全系数分别为1.07和0.97,远不能满足

规范要求的大于1.2和1.0的要求,是坝体一大隐患,对坝体安全稳定构成严重威胁。

鉴于上述原因,降低坝体浸润线已刻不容缓,为此,与冶金部武汉勘察研究院合作,采用“水平孔—竖直袋状砂井联合自流排渗体”新技术进行该尾矿坝排渗,确保坝体浸润线降低,以利坝体安全稳定。

1 水平孔—竖直袋状砂井联合自流排渗体降低浸润线工作原理

该排渗体在已形成的一期坝坡面进行施工。每组排渗包括65m水平排渗管与4排总计48个砂袋井。垂直砂袋井对成层各向异性

段其福,本钢歪头山铁矿副总工程师,高级工程师,117006 辽宁省本溪市歪头山。

的坝体,可穿过弱透水层,将透水层上下连成一体,其底部与水平排渗管相切。砂袋井与钻孔的水平管均包有土工布形成反滤,当浸润线到达砂袋井附近时,由于砂袋井渗透系数远大于尾矿砂,使水渗入砂井中并沿重力方向流动,最后汇入水平管中自流排出坝外。水平管也为渗水管,起到补充排渗的目的。

根据每组排渗体对水位的影响半径,确定组间距为16 m,其平面图与断面图如图1、2所示。

图1 排渗系统平面布置

图2 排渗系统剖面

2 施工要点及技术要求

2.1 水平排渗管制作与施工

水平孔是该排渗体的主体部分,其施工质量的好坏直接关系到排渗效果的优劣。

选用 GPL—150 型钻机,配备 $\phi 150 \times 10$ 套管和 $\phi 127$ mm 螺旋钻杆。采用无冲洗液的螺旋钻具排渣,套管钻顶成孔法,即在 $\phi 127$ mm 螺旋钻具正向旋转排出钻渣的同时, $\phi 150 \times 10$ mm 套管反向旋转跟进,二者同步向前推进,直

至孔深达到设计要求。这种施工工艺不影响周围砂土的渗透性,成孔质量高。

水平孔坡度 $i = 0.03$,长度为 65 m,当达到孔深要求后,停止钻进,空转钻具将套管前端的部分砂土排出,形成一个空档,然后停止旋转钻杆,套管旋转跟进与封砂器对接,退拔钻杆。当螺旋钻杆与封砂器分离以后,转动钻杆排渣,直到将尾矿砂排出干净为止。紧接着拔出钻杆下入 $\phi 25.4$ mm 水管至套管端部,水管端部安装一个清洗器,送高压清水反复冲洗干净,保证 $\phi 118$ mm 水平滤管能自由下水,土工布不受污染。防止因夹管或土工布磨破造成废孔。

滤管为 $\phi 90$ mm ABS 增强塑料管,加工成 4 m 一节,每节钻 800 个 $\phi 10$ mm 孔眼。先在花管外套上 300 g/m^2 土工布袋,相距 0.5 m 捆一道 14[#] 铁丝,再在其外包缠 24 目尼龙网一层,并同样相距 0.5 m 捆扎 14[#] 铁丝一道,滤管即制作包扎成功,直径约为 118 mm 左右。每根滤管采用管箍连接,管箍与滤管之间用自攻螺钉固定,再用 0.4 m \times 0.4 m 方块土工布把管箍缠好,并用 14[#] 铁丝捆牢,人工小心逐段送入干净孔内。过滤管下毕,用顶杠将其固定,拔出套管,用一定量的土工布包粘土塞入管与孔壁的间隙,并逐层捣实直至间隙完全封死,水平孔即告成功。

2.2 袋状砂井制作与施工

尾矿砂层内常有渗透性差的几层矿泥存在,为了加强坝体内各个饱和尾矿砂层在竖直方向的水力联系,提高水平排渗管的排渗效果,在每个水平排渗管中、前部均设计了两组共 4 排每排 12 个 $\phi 150$ mm 的竖直砂袋井。

根据尾矿渗透性差不宜用泥浆护壁回转钻进的具体情况, $\phi 150$ mm 竖直袋状砂井施工选用了激震力为 14.7 KN,架高 4.5 m 的小型震动成孔机。成孔方法采用敞口式震动沉管辅以清水冲渣的方法,即用 $\phi 150$ mm 套管逐段沉入到设计深度,进入敞口管内的尾砂土用高压清水冲出,逐段沉管、逐段冲砂直到成孔。采用此法沉管不会产生侧向挤密压实作用,可保证

表 2 浸润线降深观测孔测试结果

m

项 目	孔												号	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
初始水位	- 0.33	- 0.20	- 0.46	- 2.97	- 2.7	- 2.34	- 2.75	- 2.14	- 3.55	- 3.14	- 2.96	- 3.11	- 3.73	- 3.70
97.5.20 水位	- 5.01	- 5.30	- 5.09	- 7.31	- 5.43	- 5.08	- 4.95	- 6.22	- 5.09	- 9.14	- 5.82	- 5.34	- 8.51	- 9.41
浸润线降深净值	4.68	5.1	4.63	4.34	2.73	2.74	2.2	4.08	1.54	6	2.86	2.23	4.78	5.71

竖直袋状砂井周围尾矿砂原有渗透性能不变,更有效地发挥砂井的作用。

成孔之后在套管内按成孔深度下入 $\phi 150$ mm 砂袋,袋子用 400 g/m^2 土工布缝制,内装粒径为 $d = 1 \sim 3 \text{ mm}$ 洁净砾砂。最后用震动法拔出套管,单个竖直袋状砂井即告建成。依次类推直至完成其余砂井。

施工过程中需注意 为保证按设计要求两排砂井靠紧且不相互破坏,采用两套管施工法,即第一套管沉入后下入砂袋,暂不拔管,而是接着施工紧靠的另一孔,第二孔完成后再拔第一孔的套管,依此法循环施工,可避免因相邻两孔紧密靠近而可能产生的相互破坏。反映袋状砂井与水平管对接的情况为:沉管至一定深度后,在用高压水清砂时,返水水量突然明显减小,而水平管的流量猛增,这时就表明砂袋井与水平管靠的较近。为了防止盲目沉管将水平管打穿的现象发生,应停止沉管,采用加大水量冲砂至与水平管对接。

3 应用效果及特点

本钢歪头山铁矿小西沟尾矿坝于 1996 年 7 月 ~ 9 月,在初期坝至 204 m 台阶东部施工了 6 组竖直袋状砂井—水平管自流排渗体,从水文地质测试资料中,明显地看出排渗效果良好,其排渗量测试结果见表 1,浸润线降深测试结果见表 2。

排渗体竣工后,其排渗量较大,浸润线明显降低。至今稳定运行 8 个月,平均每组流量为 $74 \text{ m}^3/\text{d}$,浸润线平均下降至 6 m 左右,原沼泽化部位已完全干涸,坝体稳定性大大加强。

该排渗设施特点系根据孔隙水运动规律设

表 1 排渗量测试结果

 m^3/d

日 期	孔						号	
	1	2	3	4	5	6	5	6
竣工时	201.6	302.4	259.2	58.5	59.2	100.6		
96.9.15	88.1	114.8	116.3	43.2	17.5	73.8		
97.5.20	85.0	111.6	115.2	40.1	20.0	68.8		

计的既有垂直排渗井又有水平排渗管的组合,比单一排渗体具有明显的优越性,使坝体浸润线大幅度降低,安全系数大大提高;新颖的结构打破了沿袭多年的单一井结构的束缚,解决了长期存在的渗、排不平衡的矛盾和井结构易淤堵的问题;排渗体所选择的制作材料价格低,防腐、防锈;无需动力排渗,无需繁琐管理和生产维护;由于排渗体埋在坝内,不易人为破坏,安全性大大提高。

4 结 语

降低尾矿坝体浸润线的办法较多,如无砂混凝土水平排渗、井式水平顶管自流排渗、轻型井点法排渗、辐射井式排渗等。但这些方法均存在其不足之处,如无砂混凝土管需在初中期预埋,见效慢;水井顶管与辐射井造价高,其对接不易掌握;轻型井点需要动力,且不适用于北方寒冷地区。水平孔—竖直砂袋井联合自流排渗体根据竖直井与水平管双重同步自流排渗原理,以其独特的施工工艺,成为最先进的降低尾矿坝浸润线的新技术。它具有排渗水量大,排渗效果好,浸润线降深幅度大,不需动力和维护,施工简单快捷,投资费用低,见效快等特点,深受现场欢迎。

(收稿日期 1997 - 06 - 05)