

治理尾矿坝渗流 降低坝体浸润线实践

白银有色金属公司 孙希乐

【摘要】 介绍不透水尾矿坝运行使用过程中出现的渗流、管涌、坍塌,分析形成渗流的原因,说明将大口辐射井技术用于尾矿坝体排渗的实践。

关键词: 尾矿坝 浸润线

1 基本情况

白银有色金属公司第三冶炼厂选矿生产系统,年处理小铁山矿石26万t,产出尾矿约20万t。尾矿库属山谷形,于1966年开始设计,1972年建成,1976年投入使用。

尾矿库汇水面积约1.0km²,设计总库容730万m³。按原设计年处理矿石60万t、年产尾砂40万t计算,服务年限为19年。基坝为不透水均质土坝,高18m,坝顶标高1840m,长70.7m,由黄土状亚粘土用水中填土法筑成。后期子坝采用上游法堆积,坝顶分散。设计的最终坝顶标高为1870m。现已堆筑子坝14m,坝顶标高1854m,坝顶长度200m。库内存贮尾砂约215万t(截至1992年底)。

尾矿坝在使用过程中,出现了坝体浸润线逸出,形成坝体外坡渗流、管涌、坍塌,严重影响坝体安全和选矿系统正常生产。1990年采用大口辐射井技术治理,工程于1991年11月完工,至今已运行2年,情况良好,圆满解决了坝体渗流破坏问题。该工程

由集水井(即竖井,又称大口井)、集流管、排水管、检查井以及减压孔、水位自动观测系统组成。

2 渗流出现与成因的分析

尾矿库投入使用的头几年,没有任何问题。1983年尾矿初期坝(基坝)填满,开始堆筑子坝。1984年下半年发生坝体渗漏,渗漏点沿基坝顶形成一条线,基坝含水增多,且外坡形成水流,冲刷坝体。1985年春解冻后,含水接近饱和,坝面几乎不能站人。基坝同子坝衔接处外坡中段出现10m²以上的局部滑坡。当时坝顶标高1846m。

1986年春解冻后,坝况进一步恶化,出现多处管涌、流沙,年底尾砂堆积堆中段形成6m深、最大30m宽、最多40m长的大缺口,基坝也冲出一条25m(长)×5m(宽)×1m(深)的沟。缺口有3股较集中的水砂混合流流出,侵蚀破坏坝体,坍塌现象相当严重。见图1。

1985年,某设计单位曾提出治理意见:

泗洲选矿厂用可编程控制器代替原继电器控制系统,除新增一台F1—60MR和F1—60ER外,原系统的设备几乎未用。它不仅适于数字量的控制,也能广泛用于模拟量的控制,相信它的应用会越来越广泛。

(责任编辑 康晓菡)

方便、易学的特点,适用于多种控制要求和工作环境,控制精度较高,可靠性强,维修方便,控制系统的成本低,寿命长。它还在简化顺序步进控制线路,减少大量继电器等方面有比较明显的优势,程序设计也十分简单。

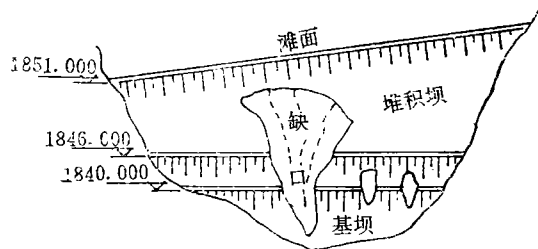


图1 尾矿坝破坏状况

随时保持库内进出水量平衡；增加坝顶放矿管长度，以增长干坡；严格控制库内水位，要求洪水位始终低于坝顶2.5m以下；立即修复滑坡地段。但是如此治理并未收到预期效果，渗水现象没有减轻，坝体继续受害。后来将子坝在1846m高处内移45~90m，筑起1851m高程子坝（图1），才控制住坝的恶化趋势。但渗水蚀坝现象仅稍有缓解，仍在继续。这说明还未找出真正起因。

1986年夏与1987年秋，先后派人外出学习与考察，收集了有关尾矿坝资料，进行了认真分析与试验，1988年初终于弄清渗流原因。

该尾矿坝基坝是土坝，其渗透系数比尾砂小两个数量级，所以相对来说，是不透水的。但是坝体内无排渗设施，其浸润线受基坝影响而被迫抬高，造成了渗流沿基坝顶渗出。

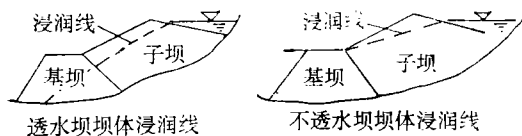


图2 尾矿坝浸润线

如图2所示，在正常情况下，浸润线应渗入地下，不会逸出。但该尾矿坝（图2右图）的情况不同，因而形成了管涌流水流砂。因此，要解决该尾矿坝渗流破坏问题，必须增设排渗设施，降低浸润线，这才是治本之法。

3 治理方案的选择

正如前述，尾矿坝渗流后，进行了多方摸索，对整个库区进行了综合治理，如使回水系统的进出水量平衡，增设溢洪道，强化放矿位置管理等。这些举措都为解决坝体渗流、浸润线过高的问题，创造了有利条件。

为解决坝体浸润线抬高问题，在1987年平整坝面时，利用渗流坍塌形成的缺口，设置了一个排渗井进行试验，见图3。

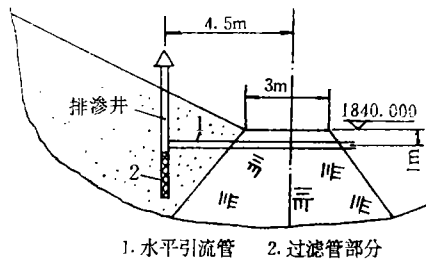


图3 排渗井位置示意

排渗井可以大幅度降低浸润线位置，十分有利于防止坝坡渗流、地震液化，使坝体稳定。

根据渗井设计原则与工作原理，设计的排渗井共有2层反滤层，花管开孔率为20%。成井后水自流流出，流量 $0.23\text{m}^3/\text{h}$ 。1987年7月~1988年1月，排渗井正常工作了半年多。1988年1月出水口冻住，处理时发现水平引流管内有一些特细的细泥，渗井淤积，处理使井受到破坏。试验过程中发现，排渗井工作期间，以井为中心的10m直径范围内已疏干，排渗效果良好。排渗井破坏后两个多月，附近区域又有水渗出。这证明该井确实起了一定作用。因此增设排渗设施，是解决尾矿坝渗流问题的出路与方向。结果经多方比较，最终选择了西北水利科学研究所的大口辐射井排渗方案，并由该所负责设计与施工。设计于1990年完成，工程1991年11月竣工，至今已运行两年，情况良好。

4 大口辐射井方案及效果

大口辐射井技术用于尾矿坝排渗，在国内尚属首创。该工程由集水井（竖井）、集渗管、排水管道、检查井、减压孔、水位自动观测系统组成。

竖井（集水井）设置在基坝坝顶1840m处，设2口砼集水井和呈辐射状的集渗管，井深10m，井内径3.6m，集渗管分三层呈辐射状伸入坝体，各层集渗管中心线分别位于坝体1833m、1835m和1837m高程处。每个集水井设10条集渗管和1条排水管，水由下游排水管排出。

为了克服坝体堆料分层、垂直渗透系数较小的不利因素，使各层渗透水能顺利进入集渗管，在集水井上游25m、37.5m和50m处平行坝轴线设置了3排垂直减压孔，孔径100mm，孔深15m，孔距12~25m。在坝中心位置沿垂直坝轴线方向100m内设置了5

个自动观测孔，有水深传感器与自动观测系统相连，每天打印出一批浸润线深度数据供管理使用。

浸润线变化能比较直观地反映坝的运行情况，但变化缓慢，故而需长期地，每天定时地进行观测。考虑到尾矿坝远离厂区，设置了自动观测装置自动完成观测记录工作。

浸润线测量系统包括观测孔、地埋电缆与测量仪器等。自动测量仪器每隔24h自动工作一次，打印记录一组浸润线数据。记录数据具有日期、孔号以及各井相对水位高度。有关人员每隔一段时间取回数据，就可了解与掌握坝的浸润线情况。

仪器房设有简易室温自动控制电路，可保证环境温度始终保持在 -5°C 以上，使测量装置能长时准确地连续工作。该测量装置自1991年11月投入使用以来，运行良好，达到了自动控制观测的目的，误差也符合设计要求。

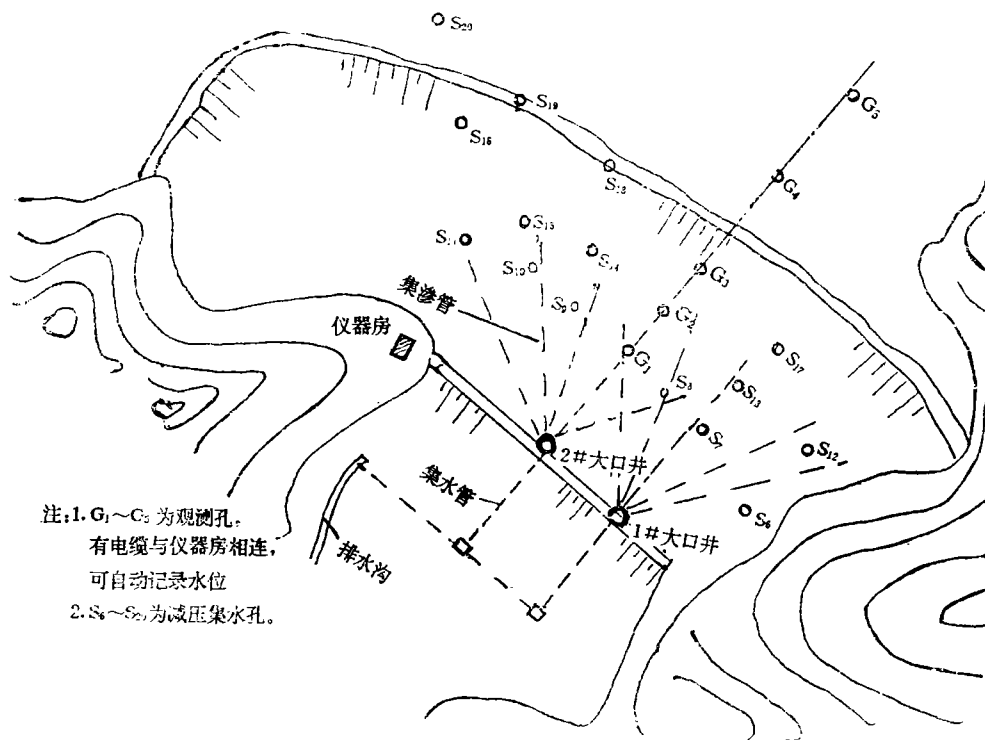


图4 大口辐射井排渗系统布置（平面）

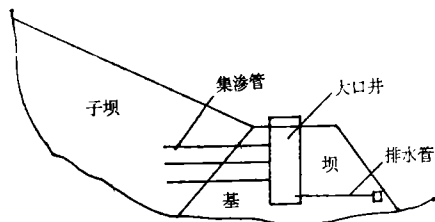


图5 大口辐射井排渗系统布置(断面)

如图4与图5所示,集渗管分三层呈辐射状伸入坝体内,将渗水引入大口井,送进坝外排供沟,从而降低浸润线。

浸润线观测数据表

观测日期	孔号	观测点距基坝轴线距离m	浸润线位置距实际坡面深度, m	渗流量 m ³ /d	备注
1990, 9, 20	1	25.0	1.13	327.72	排渗系统施工前
	2	37.5	1.73		
	3	50.0	1.72		
	4	75.0	2.90		
	5	100.0	0.38		
1991, 12, 8	1	25.0	4.88	336.58	排渗系统1991, 11 20竣工
	2	37.5	6.13		
	3	50.0	6.25		
	4	75.0	10.53		
	5	100.0	7.52		
1992, 3, 13	1	25.0	5.51	218.00	1992, 6 12竣工验收
	2	37.5	6.46		
	3	50.0	6.53		
	4	75.0	10.77		
	5	100.0	8.30		
1893, 6, 15	1	25.0	4.99	218.00	验收
	2	37.5	5.94		
	3	50.0	10.85		
	4	75.0	7.01		
	5	100.0			

从表中可以看出,工程投入使用后,浸润线大幅度下降,其深度均在4m以下,达

到了设计规范要求。

5 工程效果与效益评价

排渗工程施工前,坝面浸润线在坝顶,渗水逸出点高出基坝坝顶1m多,致使基坝顶面积水,坝面冲沟纵横,子坝坍塌,坝体饱和,坝面上几乎不能站人,每天有100多m³水由坝面冲沟而下,威胁坝体安全。

工程竣工后,3个浸润线观测断面和各点浸润线高程,均降至实际坡面4m以下,大多在6~7m深处。两年多的生产实践证明,无论正面放矿或雨季,浸润线最高点距实际坡面仍有4m多,低于设计要求(按规范低于4m)。

从两年多的渗流量资料看,坝面停止放矿时,渗流量最低降至218m³/d,最高达300多m³/d。

现在坝坡面干燥,已不再有坝体渗水、流沙、基坝泥泞坍塌等现象。

排渗工程还有以下优点:

(1) 水平集渗孔与上游垂直感压孔形成立体排渗网络,控制范围大,排渗效果显著,经济上合理。

(2) 自流排水,管理方便,没有任何机械动力设备,运行成本极低,安全可靠。

(3) 水平孔施工,设备定点作业,比较方便,不需打一孔移个地方,不需大量钻机后坐支撑设备,钻机后坐力支持作用于大口井内壁上,钻孔方向可任意变动。

(4) 工程坚固,大部分为隐蔽式,外露部分很少,故耐久性好,不易破坏。

(参考文献略)

(责任编辑 李怀先)