

试验研究

## 铁矿尾矿库在线监测方案浅析

吕 斌,周东文,孙立伟,董峻岭

(山东金岭铁矿,山东 淄博 250081)

**摘 要:**山东金岭铁矿铁山1号尾矿库原安全监测管理由专人值守,人工定期测量,安全监测工作量大,监测数据易受天气、人员水平、现场条件等因素的影响。通过对尾矿库的浸润线、库水位、坝体位移、干滩标高、监控视频等进行分析,认为该尾矿库宜采用坝体位移监测与浸润线监测相结合的在线实时监控方案。

**关键词:**尾矿库;在线监测;浸润线;坝体位移

**中图分类号:**TD76

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-4620(2010)05-0041-02

如何安全环保地管理尾矿库已成为矿山企业非常重要的工作之一。当前,我国尾矿库安全运行的主要技术参数如坝体形变位移、库水位、浸润线埋深等均由人工定期测量,安全监测工作量大,监测数据易受天气、人员水平、现场条件等因素的影响,存在很大的误差,如果不能及时监测尾矿库的各项技术参数,就难以及时掌握尾矿库各项安全技术指标,影响尾矿库的安全生产和管理。

山东金岭铁矿铁山1号尾矿库为傍山型尾矿库,初期坝为透水土石坝,坝顶标高125 m,后期尾砂堆筑子坝,最终堆积标高135 m。尾矿库总坝高31 m,总库容130.44万 $m^3$ ,有效库容104.35万 $m^3$ ,可服务5 a,属于四等库。利用在线监测可以实现对该尾矿库的系统化、智能化、网络化和实时化管理。

### 1 在线监测方案的设计

#### 1.1 浸润线监测

浸润线位置的监测是尾矿库安全监测的重要内容之一。浸润线即渗流网的自由水面线,是尾矿坝安全的生命线,浸润线的高度直接关系到坝体稳定及安全性状。尾矿库有大量尾矿浆沉淀水,水位相对比较稳定。从尾矿坝坝顶排放尾矿时,矿浆向库内流淌的过程中,矿浆水不断向下渗透。另外,汛期时有大量降雨。因此,在尾矿坝体内形成一个庞大渗流场。该渗流场特点:尾矿沉积体属非均质体,排矿部位经常调换;坝体不断增高;矿源及选矿流程改变时,尾矿性能也会随之变化。

一般选择尾矿库坝上最大断面或者一旦发生事故将对下游造成最大危害的断面为监测剖面。每个监测剖面应至少设置6个监测点,根据设计,在坝体下游坡的孔隙水压力变化梯度处灵活选择监测点。

坝坡浸润线监测仪器分为:埋设测压管,人工现场实测;埋设特制传感器,自动监测。

#### 1.2 库水位监测

尾矿库中有大量尾矿浆沉淀水,根据尾矿库水位的高低可判断该库防洪能力是否满足安全要求。在设计最高洪水水位时,要同时满足设计规定的最小安全超高和最小安全干滩长度的要求。对于库水位位置的监测可以防止尾矿库在汛期洪水漫顶溃坝事故的发生。库水位的连续动态监测也是尾矿库安全监测的重要内容之一。

在库内排水构筑物上设置自动监测仪,通过网络将所测信号传给监控室,可以准确、实时得到库水位。库内排水构筑物布置在尾矿库内,排水构筑物周边为尾矿澄清水,针对特定尾矿库的实际情况,灵活选择施工方案。

#### 1.3 坝体位移监测

过去对尾矿坝坝体位移监测认识不足,尾矿坝位移监测手段不多,现在利用GPS及计算机辅助可以实现坝体位移的监测。在最大坝高处及地基地形地质变化较大处,均应布置监测剖面,在每个剖面最上部安装1个GPS装置。通过多个GPS装置,采用差分方法,确定该处的绝对坐标。根据坝的高矮,在坝坡表面从上到下均匀设置4~6个滑坡监测点,将监测点依次与GPS定位装置相连。在每个监测点打固定桩,深度根据坝体进行调整。在每个固定桩之间安装位移传感器,通过位移传感器监测固定桩之间、固定桩与GPS定位装置之间的位移变化,从而监测整个坝体的位移。

#### 1.4 干滩标高监测

滩顶标高和设计最高洪水水位下允许达到的干滩标高是两个动态变化的指标。随着尾矿坝的不断填筑加高,干滩标高的测量位置不断变化,因此,不能在某一位置架设坚固不能移动的标高监测设备。需采用移动GPS,定期监测尾矿坝滩顶标高和设计最

收稿日期:2010-01-18

作者简介:吕斌,男,1980年生,2005年毕业于聊城大学计算机科学与技术专业。现为山东金岭铁矿计划设计处助理工程师,从事企业信息化工作。

高洪水位下允许达到的干滩标高。

### 1.5 监控视频监控

尾矿库的每个重要位置(如尾矿入口、坝体松的部位)都需安装红外摄像头,以保证尾矿库的各个部位都能观察到,大约需要摄像头15个。

## 2 检测设备的安装注意事项

1)保证安装仪器设备的安全。尾矿库傍山而建,人员稀少,占地面积比较大,因此,仪器设备要考虑防盗。传感器、摄像头及GPS等设备应安装稳固;设备位置低时要安装防护网;GPS接收机应放置在水泥墩内,避免因主机被盗,导致系统无正常工作。

2)GPS等设备应设有避雷装置。尾矿库多处于傍山的多雷区,为保证雷雨天气的设备安全,GPS天线应尽量选择扼流圈天线。

3)安装位置应考虑尾矿坝填筑过程高程的变化。尾矿库的运行期尾矿坝不断升高,储存尾砂库容不断增大,与水利工程不同,其坝顶高程随着生产运行期的延长不断变化。此外,上游式尾矿坝轴线还会不断向库内移动。因此,针对整个运行期综合考虑,GPS、孔压传感器等设备的埋设位置应能够满足尾矿库整个运行期间的安全监测和安全管理需要。

4)应注意浸润线监测仪器埋设位置。随着尾矿坝不断加高以及降雨和放矿水的影响,浸润线深度在一定范围内经常变动。现有的观测设施只能测出进水孔处的水头或孔隙压力。只有当某个深度的孔隙压力接近于0时,该深度才是浸润线的位置。监测仪器埋深了,测得的浸润线比实际浸润线低;仪器埋浅了,则测不到浸润线。所以,浸润线的位置应根据设计资料综合考虑。

## 3 方案分析

山东金岭铁矿已经建设成相对完善的视频监控系系统,尾矿库监测系统应与现有监控系统合并使用,以减少工程造价和管理成本,笔者认为宜采用坝体位移监测与浸润线监测相结合的在线实时监控方案。在最大坝高处、地基地形地质变化较大处布置监测剖面,根据坝的高矮,在坝坡表面从上到下均匀设置6个滑坡监测点,在每个监测点打固定桩,深度根据坝体进行调整,在每个固定桩之间安装位移传感器;在尾库坝剖面上布置多个测量点,每个测量点上先打孔,将测压管入孔中,再将光纤光栅渗压传感器安装到测压孔内。通过测量测压管内水压,计算出测压管内水位,根据埋入测压管的长度,最后计算出该测量点浸润线深度。在尾矿库重要位置安装视频监控,信息使用光缆统一传输到调度监控机房,设有专人负责管理。该项目投入需要100万元左右,建成后每年可节省人工及管理费用约30万。

## 4 结语

由于该尾矿坝刚刚建成,需经过一个沉降过程才能达到稳定的状态,因此在初期应考虑尾矿坝自身沉降的影响,监测系统频繁报警以及坝体压力变化对监测系统硬件的损坏等。

尾矿库在线安全监测系统的逐步实施和推广,提高了我国对于尾矿库溃坝灾害机理的认识水平,提升了尾矿库安全监管和日常管理水平,增强了企业对于尾矿库灾害的预警响应能力。我国尾矿库数量多、分布广,尾矿库在线监测具有广泛的市场前景和重要的应用价值。

## Analysis of the Online Supervisory Project of Iron Mine Tailings Pond

LÜ Bin, ZHOU Dong-wen, SUN Li-wei, DONG Jun-ling

(Shandong Jinling Iron Mine, Zibo 255081, China)

**Abstract:** Tieshan Branch No.1 Tailings Pond of Shandong Jinling Iron Mine adopted special attendance and periodically manual measurement as the safety supervisory method, but due to the huge load of safety supervisory work, the supervisory data were easily influenced by the factors of weather, personnel qualification and on-spot conditions, etc. Through analyzing the seepage line, pond water level, dam vibration, dry dam elevation and monitoring video and so on, it was suggestible for the tailings pond to adopt the online real-time supervisory project combining dam vibration and seepage line supervision together.

**Key words:** tailing pond; online supervision; seepage line; dam vibration

信息园地

### 常见的单位符号大小写混淆示例

单位名称	错误符号	标准符号	单位名称	错误符号	标准符号
米	M	m	帕[斯卡]	pa	Pa
秒	S	s	瓦[特]	w	W
吨	T	t	电子伏	ev	eV
千克	Kg	kg	赫兹	HZ, H <sub>z</sub>	Hz
摩尔]	Mol	mol	升	l	L