

尾矿库水情预警预报系统

杨永生

(中钢集团马鞍山矿山研究院)

摘 要: 尾矿库作为水工构筑物, 由于洪水造成的漫坝事故时有发生, 造成的危害巨大, 因而建立洪水自动监测系统, 通过先进的计算机网络技术和自动采集仪器, 对尾矿库水情进行预警预报, 对及时消除灾害的发生, 显得尤为重要。

关键词: 尾矿库; 水情; 预警预报; 调洪演算; 监测

中图分类号: TD 854. 7; TP 206⁺ . 1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-5683 (2006) 06-0024-03

Early Warning and Forecast System for Water Regime of Tailings Dam

Yang Yongsheng

(SinoSteel Maashan Institute of Mining Research)

Abstract: There are sometimes overflow accidents in tailings dam, as water constructional works, due to flood, which result in huge damage. Therefore, the flood automatic monitor system should be established. The advanced computer network technology and the automatic collection instrument are used to carry out the early warning and forecast work of water regime of the tailings dam, which is of great importance to avoidance of disasters in time.

Keywords: Tailing dam; Water regime; Early warning and forecast work; Adjustment calculation of flood; Monitor

1 概述

尾矿库作为水工构筑物, 是矿山选矿厂生产不可缺少的设施, 也是矿山生产最大的危险源之一; 尾矿坝是尾矿库重要的组成部分, 是在人工建造初期坝的基础上直接由尾矿砂来建造, 由于坝体特殊的材料和构造特征决定着特殊的工程特征和力学特征, 其安全问题尤为突出, 一旦坝体失事, 所形成的高势能人造泥石流, 不但造成环境破坏, 而且给工农业生产和人民生命财产带来灾害性损失。虽然尾矿库事故的原因是多方面的, 但对于尾矿库防止暴雨所带来的洪水, 使库内水位上涨, 漫出坝体造成的破坏, 是尾矿库安全运行的重要保证之一。

对于洪水的预防研究, 近 10a 来, 国外的不少库坝都采用电子计算机、无线电(或有线)通信、电测仪等先进技术并组成水情及坝体安全监测系统, 大大地提高了人员的劳动效率, 减小了数据采样或分析时间, 及时准确地提供了水情资料, 对于科学决策提

供了强有力的依据, 取得了很大的经济效益与社会效益。目前, 国内矿山的尾矿库尚未完全建立水情监测系统, 多为人工观测, 当气候情况发生变化时, 无法根据气象因素进行调整并及时提供水情预警预报。

德兴铜矿是我国大型的较为现代化的铜矿企业, 尾矿库的规模亦很大。其中 4[#] 尾矿库是采用中线法筑坝的“亚洲第一坝”, 设计坝高 208m, 总有效库容 7.7 亿 m³, 汇水面积 14.3 km²。通过建立的尾矿库水情预警预报系统, 真实、快速、有效地掌握尾矿库雨季水情第一手数据, 及时地进行分析 and 预报, 对尾矿库的安全运行带来了很大的经济效益和现实意义。

2 尾矿库水情预警预报系统构成

尾矿库预警预报系统通过先进的计算机网络通信技术, 对尾矿库水情进行分级管理, 由现场数据采集、现场计算机管理、厂级计算机管理等三级组成。现场数据采集包括监测雨量的雨量计、监测库水位的水位计等数据自动采集仪表; 现场计算机重点是

杨永生(1967-), 男, 高级工程师, 243004 安徽省马鞍山市湖北路 9 号。

数据库的管理, 可自动或辅以人机对话的方式, 及时对数据库进行管理, 并传送到厂级主控计算机。厂级计算机每日通过尾矿库库容模型, 泄流模型进行洪水计算和调洪演算, 及时提供水情报表, 并对水情提出预警预报。系统软件设计采用集成化软件, 开放式设计, 程序结构化, 随时根据生产实际需要, 添加新的功能, 以适应尾矿库安全运行的需要。

2.1 系统结构

尾矿库水情预警预报系统采用分层结构, 如图1所示。现场数据采集部分包括一次仪表(监测雨量的雨量计、监测库水位的水位计), 实现A/D数模转换的采集模块, 以及进行R232/485数据转换的接口。现场计算机管理由安置在尾矿库现场的一台原位计算机来收集现场监测数据, 实现数据管理、显示等功能。厂级计算机管理由一台计算机通过一对调制解调器与原位计算机进行数据交换, 每日可定时或随时接收现场检测数据, 并对数据进行数据库管理, 对尾矿库水情进行预警预报。

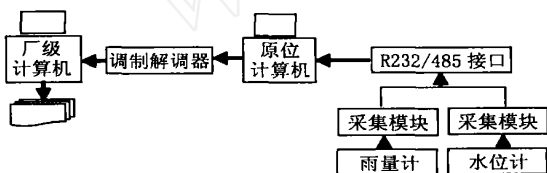


图1 系统结构图

2.2 软件结构

计算机的软件采用模块化结构, 软件结构框图如图2所示。所有的数据均由水情资料数据库统一管理。依据库区地形图建立的库容模型是基础资料。通过输入天气预报信息(雨量), 由水情预警预报模型来实现水情预警预报。尾矿库区的监测数据(水位、雨量)可人工输入或通过远程通信输入, 由水量平衡模型对水情预警预报结果进行比较, 并将水情资料数据库的历史资料一起进行研究, 不断校正参数, 完善模型。主要功能模块如下。

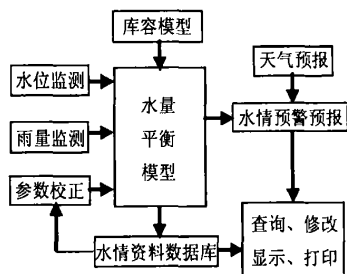


图2 系统的软件结构框图

(1) 水情预测模块, 包括水情预报、水情监测(人

工输入); 临时监测与定时监测(自动输入); 水情报表生成、预览及打印等子模块。

(2) 资料查询模块。包括水情资料数据库查询; 库容曲线、泄流量、历年平均日降雨量查询; 24h内预计水情、实际水情、计算水情查询; 千年一遇3d水情、千年一遇24h水情查询; 调洪演算结果查询等子模块。

(3) 文件管理模块。包括打开与关闭图形、图象、动画文件; 报表及窗口内容打印等子模块。

(4) 地形图处理模块。包括查看与生成库区2D、3D平面图; 查看与生成库区3D动画图象; 编辑尾矿库地形图; 连接AutoCAD等子模块。

(5) 系统维护模块。包括操作人员管理、坝体参数设置、监测设置等子模块。

(6) 窗口管理模块。包括层叠、横向平铺、纵向平铺、排列图标、显示背景、隐藏所有窗口等子模块。

(7) 帮助模块。包括内容、搜索等子模块。

3 尾矿库水情预警预报系统模型

尾矿库水情预警预报模型是厂级计算机水情系统软件的主要产品模型。它包括水情预报、水情监测(人工输入); 临时监测与定时监测(自动输入); 水情报表生成、预览及打印等部分。人工输入的预测雨量和尾矿量, 通过水量平衡计算, 计算出库水位及防洪高度。输入的实际库水位, 通过调洪演算, 计算出千年一遇24h防洪高度和千年一遇3日防洪高度。

3.1 模型总框图

尾矿库水情预警预报模型的总框图见图3。

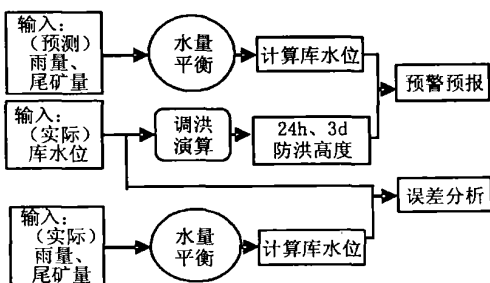


图3 预警预报模型的总框图

3.2 调洪演算及水量平衡子模型框图

调洪演算及水量平衡子模型框图见图4、图5。

3.3 库容模型

依据德兴铜矿4#尾矿库库区地形, 建立三维地质地形模型, 自130m水平起每隔10m取一等高线, 由AutoCAD软件计算出各等高线与相应的坝高线所围的面积。以相邻两等高线的面积平均值乘以等高距, 即得二等高线之间的容积。将各层容积累加就

得到自 130m 水平起每隔 10m 的尾矿库的库容。对于某一水平的尾矿库的库容, 计算机采用三次样条函数插值来得到。绘制的库容模型见图 6、图 7。

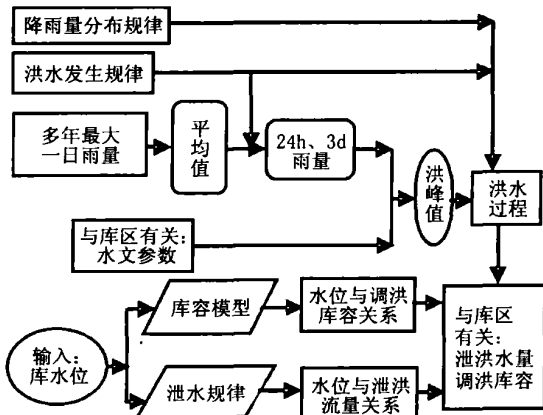


图 4 调洪演算子模型框图

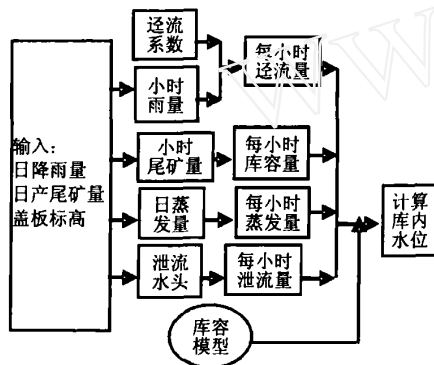


图 5 水量平衡子模型框图



图 6 三维地形图

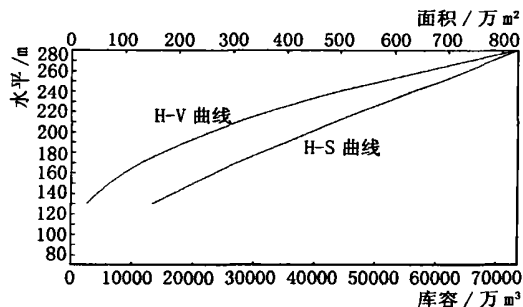


图 7 库容计算曲线

3.4 调洪演算

水情预警预报系统的核心是能按水位升降情况及时进行调洪演算, 调洪库容为起始水位沿沉积滩上升直至滩顶所形成的容积, 当库水位上升超过滩顶时则认为调洪库容不足或泄洪系统排水能力偏小。调洪演算根据洪水过程线和排水构筑物的泄水量与尾矿库的蓄水量关系曲线, 通过水量平衡计算求得泄洪过程线, 从而得到泄流量和调洪库容。

尾矿库内任一时段 Δt 的水量平衡方程式如下:

$$\frac{1}{2} (Q_1 + Q_2) \Delta t - \frac{1}{2} (q_1 + q_2) \Delta t = V_2 - V_1,$$

式中, Q_1, Q_2 为时段始、终尾矿库的洪水流量, m^3/s ; q_1, q_2 为时段始、终尾矿库的泄洪流量, m^3/s ; V_1, V_2 为时段始、终尾矿库的蓄洪量, m^3 。

令:

$$\bar{Q} = \frac{1}{2} (Q_1 + Q_2);$$

$$V_2 + \frac{1}{2} q_2 \Delta t = \bar{Q} \Delta t + (V_1 - \frac{1}{2} q_1 \Delta t).$$

取 $\Delta t = 3600s$, 计算 24h 内最大洪水量出现的时间, 此时的库水位即是最高库水位, 相应得到其调洪库容。

4 水情预警预报系统运行结果

通过德兴铜矿 4# 尾矿的地质地形数据库、洪水特征及排洪设施等基础数据, 应用本系统进行运行, 在汛期监测的结果见图 8~ 图 10, 与现场人工监测的结果较为一致, 证明了系统的可靠性和实用性。

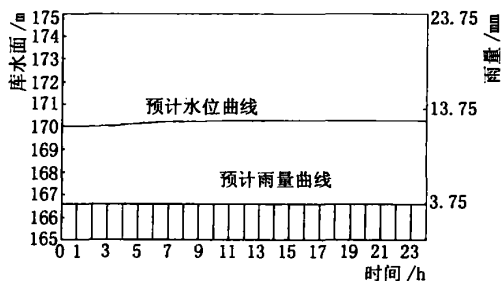


图 8 24h 洪水过程线

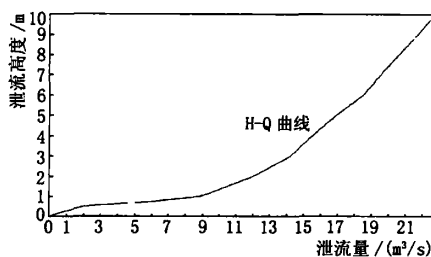


图 9 水位与泄洪量曲线

(下转第 76 页)

裂纹等,或因其他原因造成的损坏没有及时检修。

(2) 输送带受到冲击。煤或矸石的块度太大,输送机被卡住,过负荷运行等都可能造成断带,顶板脱落石块砸伤等其他意外事故也可导致输送带断带。

3.2 解决的办法

(1) 首先输送带的强度及可靠性在设计和使用时都必须保证,并留有充足的余量。

(2) 经常检查输送带的接头部位是否有异常情况,保证及时检修或更换。

(3) 保证输送带的接头质量,硫化是关键,每次接头都要做试样进行拉力试验。

(4) 要保证输送带的下垂度,防止卡壳。

(5) 可试行使用带有裙边和横隔板的大倾角输送带,减短输送带的长度。

(6) 在装料点处安装纵向割裂保护装置。

4 结论

带式输送机在实际使用过程中,除了要切实地解决好以上所分析到的问题外,还要根据生产现场条件的变化,加强日常的检查、维修及安全保护,只有这样才能保证带式输送机正常工作。确保生产效率及安全生产。

参 考 文 献

[1] 干学谦等. 矿山运输机械[M]. 徐州中国矿业大学出版社, 1989.

[2] 梁庚煌. 运输机械手册(第一册)[M]. 北京: 化学工业出版社.

(收稿日期 2006-04-25)

(上接第 26 页)

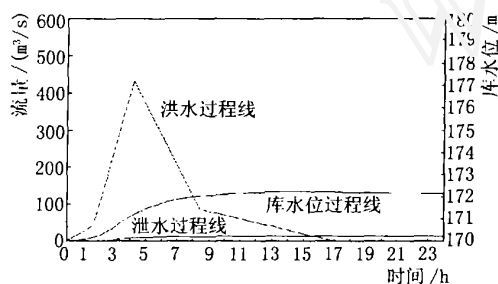


图 10 雨量与库水位分布图

机技术与网络技术,通过软件和洪水数值模型对尾矿库水情进行模拟和监测,大大提高工作效率,较为全面、快速、及时、准确地反映尾矿库的水情状况。

(2) 尾矿库水情预警预报系统的软件开发,采用集成化软件,开放式设计,程序结构化,真正的面向对象设计,扩展性强,便于再开发。

(3) 采用国内较为成熟的洪水计算方法,建立了尾矿库的库容数值模型,水量平衡数值模型,调洪演算数值模型,泄流数值模型;使尾矿库洪水灾害诊断较为符合工程实际,应用性强。

(收稿日期 2006-05-29)

5 结语

(1) 尾矿库水情预警预报系统采用先进的计算

· 信息平台 ·

全国煤矿整顿关闭“时间表”确定

为确保实现“三年基本解决小煤矿问题”的目标,国家安全生产监督管理总局确定了煤矿整顿关闭三步走“时间表”,提出到 2008 年上半年力争把小煤矿数量控制在 1 万处左右。

(1) 第一阶段(2005—2006 年上半年)。以整顿关闭为重点。依法取缔关闭非法开采、违法生产、不具备安全生产条件和布局不合理的矿井。

(2) 第二阶段(2006 年下半年—2007 年)。以整顿关闭和煤炭资源整合为重点。一手抓整顿关闭,一手抓资源整合。通过资源整合淘汰落后产能,改变小

煤矿过多、过乱、过散状况。

(3) 第三阶段(2007—2008 年上半年)。以政策治本,强化矿井安全基础管理,落实企业安全主体责任为重点。严格安全准入,强化源头管理,全面提升小煤矿整体水平。

小煤矿始终是煤矿安全心头大患。我国小煤矿数量近 2 万处,产量占全国 1/3,事故死亡人数却占 2/3。2005 年开始了新一轮整顿关闭工作,截至 2006-03 月底,共已关闭 5 535 处。