

XXX 尾矿库

安全监测系统方案



编制单位：工讯科技（深圳）有限公司

编制日期：二〇一八年六月

目 录

1 概述..... 1

2 在线监测系统建设的意义、必要性及原则..... 2

 2.1 尾矿库在线监测系统的建设意义..... 2

 2.2 在线监测系统的建设原则..... 2

3 编制依据..... 4

 3.1 法律、法规..... 4

 3.2 规范及技术标准..... 4

4 系统设计..... 6

 4.1 系统设计的原则..... 6

 4.3 系统主要监测项目..... 6

 4.4 系统组成和系统构成..... 6

5XXX 尾矿库监测系统设计..... 8

 5.1 坝体表面竖向位移监测..... 8

 5.2 浸润线监测..... 12

 5.3 尾矿库库水位..... 13

 5.4 降雨量..... 15

 5.5 软件设计..... 19

 5.6 软件流程..... 22

1 概述

响应地方安监部门的安全监管要求，XXX 尾矿库需要建立尾矿库在线监测系统，委托我公司编制本技术设计书。本设计书编制的总体原则如下：

- （1）符合国家相关政策及行业技术要求；
- （2）确保尾矿库进行安全监测是有效的，而不是完成任务应付检查；
- （3）实现安监部门和企业分级监管，满足安全生产要求；
- （3）在保证质量前提下尽可能控制建设成本；
- （4）建设的系统功能全面，具备可升级和可拓展性。

2 在线监测系统建设的意义、必要性及原则

2.1 尾矿库在线监测系统的建设意义

尾矿库的安全监测对于加强尾矿库的安全监管，把握尾矿库的安全现状，提高尾矿库的安全防御等具有重要意义。目前，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，均由人工定期用传统仪器到现场进行监测。安全监测工作量大、受天气、人工、现场条件等许多因素的影响，存在一定的系统误差和人工误差。人工监测不能及时监测尾矿库的各项技术参数。难以及时掌握尾矿库各项安全技术指标，不能进行全日实时的预警，存在较大的安全隐患。同时资料数据的整理分析，往往会滞后于生产运行，这些将影响尾矿库的安全生产和安全管理水平。而具有信息化、实时化、网络化特点的尾矿库在线监测系统可以及时、直观的掌握坝体的实际动态，进行安全评价、预警预报。为尾矿坝的安全监测与管理决策提供有力支持。

根据《尾矿库安全监测技术规范》AQ2030-2010、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安全生产监督管理总局第 38 号令）以及矿山企业的有关要求，决定采用现代通信、电子设备及计算机技术实现尾矿库的监测指标数据实时、在线监测，并对尾矿库运行管理实行多级预警预报。尾矿库在线监测系统的实施，便于企业和安全监管部门快速掌握与尾矿库安全密切相关的技术指标的最新动态。有利于及时掌握尾矿库的运行状况和安全现状，可以提高企业的尾矿库运行管理及应急响应水平，为尾矿库安全提供有力保障。

2.2 在线监测系统的建设原则

尾矿库在线监测系统建成应符合《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国矿山安全法》、《中华人民共和国矿山安全法实施条例》、《安全生产许可证条例》、《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2005）、《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）等国家法律法规及安全技术规范的相关要求。

系统设计应充分考虑 XXX 尾矿库的具体情况以及对安全管理、安全标准的要求，以实用、适用、方便、高效、可靠为原则，满足尾矿库在线监测系统的需求；

保证在线监测系统应具有良好的稳定性、安全性和可靠性，功能完善、操作简单、使用方便、易于维护；

系统设计充分考虑矿山发展，便于系统扩展升级；有效利用现有资源，采用合理实用的配置，尽可能减少工程造价，经济技术指标达到国内先进水平；系统具有易用性，有完整的功能和智能形象化的操作。

3 编制依据

3.1 法律、法规

- 1) 《中华人民共和国矿山安全法》(2009.8.27)
- 2) 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》(1996.10.30)
- 3) 《中华人民共和国安全生产法》(2014.8.31)
- 4) 国务院 393 号令《建设工程安全生产管理条例》(2005 年 02 月 01 日实行)
- 5) 《关于加强金属非金属矿山尾矿库安全生产监管工作的通知》(安监总管一字[2005]8 号)
- 6) 《国务院关于进一步加强安全生产工作的通知》(国发[2010]23 号文)
- 7) 《尾矿库安全监督管理规定》(国家安全生产监督管理总局第 38 号令、2011 年 7 月实施)

3.2 规范及技术标准

- 1) 《尾矿库安全技术规程》AQ2006-2005
- 2) 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015
- 3) 《选矿厂尾矿设施设计规范》ZBJ1-90
- 4) 《尾矿设施施工及验收规程》YS5418-95
- 5) 《土石坝安全监测技术规范》SL60-94
- 6) 《岩土工程勘察规范》GB50021-2001
- 7) 《岩土工程监测规范》YS5229-96
- 8) 《碾压式土石坝设计规范》DL/T5395-2007
- 9) 《压式土石坝施工规范》DL/T5129-2001
- 10) 《工程测量规范》GB50026-2007
- 11) 《国家一、二等水准测量规范》GB12897-91
- 12) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-94
- 13) 《水工建筑物抗震设计规范》DL5073-2000

- 14) 《构筑物抗震设计规范》GB50191-93
- 15) 《金属非金属矿山安全规程》GB 16423-2006
- 16) 企业提供的有关尾矿、测量、矿区地质、水文、工程设计等资料。

4 系统设计

4.1 系统设计的原则

- 1) 尾矿库安全监测应遵循科学可靠、布置合理、全面系统、经济适用的原则。
- 2) 监测仪器、设备、设施的选择，应先进和便于实现在线监测。
- 3) 监测布置应根据尾矿库的实际情况，突出重点，兼顾全面，统筹安排，合理布置。
- 4) 监测仪器、设备、设施的安装、埋设和运行管理，应确保施工质量和运行可靠。
- 5) 监测周期应满足尾矿库日常管理的要求，相关的监测项目应在同一时段进行。
- 6) 监测系统的总体设计应根据总坝高进行一次性设计，分步实施，监测点随着坝体增高适时增设。

4.3 系统主要监测项目

XXX 尾矿库为五等库，根据《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015，监测内容包括位移、浸润线、库水位、降水量并安装在线监测系统，具体内容包括：

- (1) 坝体表面位移；
- (2) 浸润线监测；
- (3) 尾矿库库水位；
- (4) 降雨量；

4.4 系统组成和系统构成

(1) 库区监测点传感器系统库区监测点传感器系统完成在线监测项目的数据采集。按监测项目参数的性质划分，现场监测仪器设备主要有以下四个部分：

- 1) 坝体表面位移测量系统：压差式变形测量传感器在线监测系统；

- 2) 坝体浸润线测量传感器：采用渗压计；
- 3) 库水位测量传感器：采用投入式水位计；
- 4) 雨量监测：采用雨量计；


5XXX 尾矿库监测系统设计

5.1 坝体表面竖向位移监测

5.1.1 监测仪器

尾矿库坝体采用压差变形传感器监测。压差式变形测量传感器主要用于结构物沉降的长期自动化监测，采用精密数字化温度补偿和非线性修正技术，一体化的结构设计和标准化的信号输出，具有体积小、精度高、重量轻、量程覆盖范围宽等特点。具体参数指标如下表所示。

表 5.1 压差变形传感器技术参数

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
地表沉降	压差式变形测量传感器	MAS-LTG-Y1000	量程：1000mm 精度：0.2%FS 工作温度：-20~+80（℃）	

采用数据采集系统进行采集，具体参数如下表所示。

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
地表沉降	数据采集系统 V1.0	MAS-D08	通道数：8 通道	

5.1.2 压差变形传感器工作原理

压差式变形测量系统由多个压差式变形测量传感器通过一根充满液体的 PU 管连接在一起，最后连接到一个储液罐上，相比于管线的容量，储液罐拥有足够大的容量，能够有效减少管线容量因温度变化导致的细微变化所带来的影响。将储液罐及其附近的压差式变形测量传感器视作基点，基点必须安装在垂直位移相对稳定或者可以通过其他人工手段测量确定的位置，接下来就可以通过测点压差式变形测量传感器的数据变化直接测得该点的相对沉降。

根据连通管原理，系统搭建完成后各测点基本处于同一标高，当连通管一端（末端）密封后，整个通液管路中的液体是不流动的，当测点随结构变形（沉降或隆起）时，测点相对于基点储液罐中的液面的相对高差即产生变化，测点测值相应改变，此改变量即为该测点的相对沉降量。

压差式变形测量传感器变量计算公式：

$$\Delta h = (h_i - h_0) - (H_i - H_0)$$

式中：

Δh ——当前时刻测点计算值（即相对变形展示值），KPa 或 mm；

h_i ——测点当前时刻测量值，KPa 或 mm；

h_0 ——测点初始时刻测量值，KPa 或 mm；

H_i ——基点当前时刻测量值，KPa 或 mm；

H_0 ——基点初始时刻测量值，KPa 或 mm。

5.1.3 采集制度

进行实时地表沉降监控，每 30min 采集一次，也可根据实际需要修改采集频率

5.1.4 布设位置

在尾矿库上的坝基上布设 3 个竖向位移监测点，包括 1 个基点，2 个测点。标高为 151 的马道上布设 2 个竖向位移观测点，包括 1 个基点，1 个测点。图中 ▼ 表示竖向位移监测点。



5.1.5 施工安装

安装前的准备:

现场安装前,仪器安装点位需进行高程测量,以便使一套系统的各个测点传感器能够安装在同一高程。传感器安装位置安装水平线应精确控制,控制标准10mm,即各测点之间标高相对误差小于等于10mm。保证后续传感器的量程使用率最高。

(1) 液体准备

通液管内液体最好采用纯净水,有必要时应选用去气防冻液。对于不需要防冻的地区,为防止系统液体滋生藻类或细菌,建议将待充入液体添加防腐剂(硫酸铜)。液体去气非常重要,未经去气的液体在充入管路后很容易析出小的气泡经过聚集后演变为大的气泡而影响测量。

(2) 通液管充液

建议在通液管尚未铺设前,将去气液体充入通液管,减少或避免现场排气泡工作。通液管充液前,应先用同种液体预先浸润管内壁,避免微小灰尘颗粒吸附

气泡，可采用水泵将液体从通液管一头注入，从另一头流出，循环 3 分钟后，将出入口调换连接水泵再反向循环 3 分钟，之后将管内液体排出。通液管正式充液可采用自然流动方式，将盛放去气液体储液罐置于高于通液管位置，把通液管与储液罐连通，通液管末端用另一容器接收液体，让去气液体通过自然流动充满通液管。本方式速度较慢，需把成捆的通液管拆开放直，以便检查并排出流动过程中产生的气泡。另外也可以采用水泵将去气液体充入通液管，本方式速度较快，但是会减弱液体去气效果。

(3) 压差式变形测量传感器检测

传感器根据编号分类完成后，用 UT-850 线将传感器与笔记本电脑逐一连接，使用 12VDC 给传感器供电，通过调试软件采集各传感器编号和测值，确定传感器编号是否与线缆标签是否一致，采集测值单位是否符合综合管理软件要求，测值是否符合常理（约等于 0KPa）。如编号不一致则修改到一致，测值单位修改为 KPa，若测值在未有明显扰动情况下跳动较大（变化幅度超过 0.01KPa），此传感器应考虑返厂，不得在项目现场使用。

注意：在实施第（3）步时，应轻拿轻放，严禁磕、摔、碰、撞。

仪器安装：

（1）储液罐支架为“L”型不锈钢板，短边 4 个孔用于固定于结构表面；另一个长边上的 4 个孔用于与储液罐连接固定。

（2）传感器支架也是“L”型喷塑钢板，短边 4 个孔用于固定于结构表面；另外一个长边的 2 个孔用于固定传感器安装外壳。

（3）使用桥架保护，线槽或桥架尺寸根据现场情况及走线根数确定；线槽或桥架必须与结构物可靠固定，线槽使用胶粒和自攻螺丝固定于结构物，桥架使用膨胀螺丝和托架固定于结构物。

（4）通液管铺设、连接：储液罐安装固定完成后，可进行通液管铺设、连接工作，同时进行传感器安装，主要是通过从储液罐流通到安装位置的液体，尽可能将通液管内的气泡排出。根据需要连接的两个测点之间的距离，截取相应的通液管，应留有一定的余量，两个测点间通液管安装好之后，管线中间应比两段低，这样有利于排出空气。管线铺设时，应避免打折、扭曲和划伤。管线必须紧固、可靠的连接到三通、直通上，以免漏液。

（5）注意：为防止储液罐内液体蒸发，建议将储液罐内添加不具有挥发性

的硅油，使硅油覆盖在溶液表面形成油膜以隔绝空气，从而限制水分的挥发。油膜厚度以 0.2-0.5mm 为宜。添加硅油应使用粘度单位为 5-10 厘丝的品种，粘度太大的硅油不利于液面的平衡。

(6) 通气管铺设、连接：调试工作完成，传感器正常工作后，可进行通气管连接、铺设工作。通气的作用是使储液罐液面以上气压及传感器内部压力保持一致，整个通气系统应相互连通并仅在一点和大气连通。根据需要连接的两个测点间的距离，截取连通管应留有一定的富余量。松开干燥管一段的螺丝，使其和大气导通，然后再在干燥管上套一呈自然干瘪状态且较大的气球，对其进行保护，有利于延长干燥剂的使用寿命。通气管安装完毕后，可与通液管聚拢、绑扎在一起，管线铺设时，应避免打折、扭曲和划伤。


5.2 浸润线监测

5.2.1 传感器及采集系统选型

坝体浸润线监测采用高精度的渗压计进行监测，具体的参数指标如下。

表 5.2 渗压计技术指标

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
浸润线	渗压计	MAS-MPM4700	测量范围：6mH ₂ O； 精度：≤0.25%F·S； 测温范围：-10～80℃；	

监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
浸润线	数据采集系统 V1.0	MAS-D08	通道数：8 通道	

5.2.2 采集制度

进行实时地表沉降监控，每 30min 采集一次，也可根据实际需要修改采集频率

5.2.3 布设位置

浸润线监测横断面共设 1 个，选用原来的人工监测孔布设传感器。一共布设

3 个渗压计。图中  表示浸润线监测点



5.3 尾矿库库水位

库水位监测主要监测库区内水位变化情况。

5.3.1 相关规范要求

国家安监局《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015 规定：

库水位监测点应设置在能代表库内平稳水位的位置，宜布设在库内排洪构筑物上。

5.3.2 监测方法及设备选型

测量方式选择

库水位监测除选择渗压计配合数据采集单元的方法进行数据采集外，也有采用超声波物位传感器。鉴于超声波传感器利用声波反弹进行采集，其受气候影响比较大，特别是在阴雨条件下，超声波传感器效果较差。故选用与浸润线监测相同的投入式渗压计作为采集传感器，采用单通道数据采集单元进行数据采集。

其测量原理及计算过程同浸润线监测，安装时需标定水位高程，传感器外侧加护管保护。


设备选型

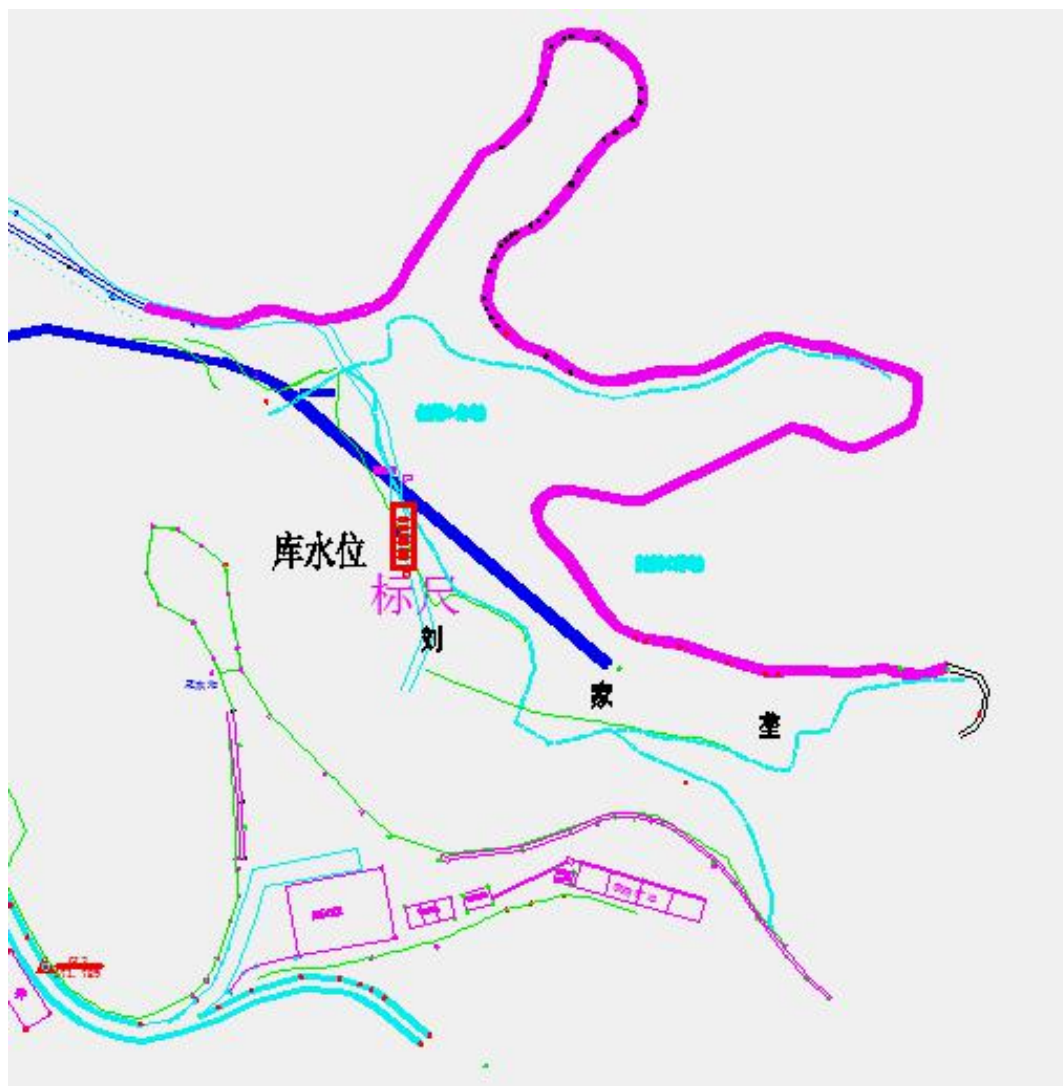
监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
浸润线	渗压计	MAS-MPM4700	测量范围：6mH ₂ O； 精度：≤0.25%F·S； 测温范围：-10～80℃；	

5.3.3 采集制度

进行实时地表沉降监控，每 30min 采集一次，也可根据实际需要修改采集频率。

5.3.4 布设位置

根据规范要求，库水位监测点要求布置在水波波动比较平稳的位置，将其布置在库内排水构筑物。本工程共设定 1 个库水位测点，图中表示库水位。



5.4 降雨量

5.4.1 相关规范要求

国家安监局《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》GB51108-2015 规定：降雨量监测，应根据尾矿库周边地形条件，在空旷处设置 1 个监测点。

尾矿库雨量监测的目的为库区所下雨量，按国家现行规范规定 20 平方公里设计一个雨量监测计，本系统雨量监控点设 1 个雨量监测点。通过雨量计自动获取雨量数据，以及根据降雨量的情况预测库水位发展趋势，绘制历史降雨量曲线图。

5.4.2 监测方法及设备选型

表 5.3 数字式高精度雨量计技术指标


监测项	设备名称	设备型号	技术指标	设备图片
降雨量	数字式高精度雨量计	MAS-YLJ-Z	高精度: 0.1mm/min 工作电压: DC12V-24V 功耗: ≤静态 0.52W 动态≤3.8W (瞬间) 信号输出: 数字信号 RS485 输出;	

5.4.3 采集制度

进行实时地表沉降监控，每 30min 采集一次，也可根据实际需要修改采集频率

5.4.4 布设位置

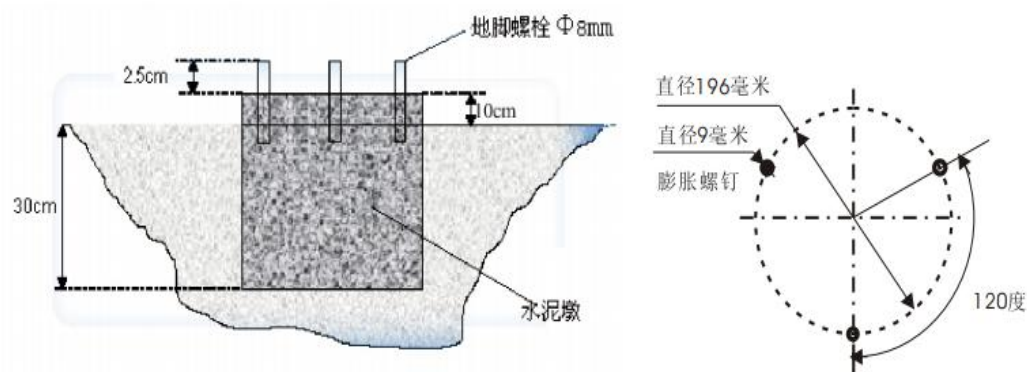
降雨量监测点选择在尾矿库开阔位置布置雨量计。通过雨量计自动获取雨量数据，以及根据降雨量的情况预测库水位发展趋势，绘制历史降雨量曲线图。图

中  表示雨量监测点。



5.4.5 施工安装

按照下图，固定好雨量计后，就可以进一步连线使用了，使用步骤如下：



地脚安裝尺寸:



首先打开外壳：松开外壳底部三颗4 mm 的螺丝，握住上部漏斗部分往上拉，就可以打开雨量计，继续下面的操作。
说明：外筒蓝颜色为保护膜，本色为镜面不锈钢

(特别提醒：加水后，不得让雨量计倒置，也不要让电器和感应部分进水。)



第一步：慢慢松开、并取下塑料旋钮，（注意保管好这个旋钮，下次运输时拧回去）

特别提醒：这一步非常重要，不得遗漏
否则加水会导致传感器进水，而使得雨量计不能正常工作、甚至损坏。



电源开关：往内拨是开，往外拨是关
指示灯：绿色为电源指示，红色闪动为运行

第二步：这是RS232输出方式端口，如果需要RS485，请插上随机配给的转换器，接线脚位要正确，并确认接头牢固

雨量数据采集
处理控制模块

插上485转换器后，输出为RS485方式



第三步：按照自左到右的顺序，接上直流电源输入线负极、正极（9—24V）。
建议用12V直流电供电，否则电耗会增加。接上电瓶插头，打开开关。

注意导线之间不要相碰触，且不可错接，否则将导致雨量计损坏。



第四步：加水试验（在开启外壳时，进水漏斗随之移出了，所以加水试验直接在机器上部的塑料漏斗里进行），慢慢加入10毫米的水，从控制盒右侧的小孔内可以看到红灯闪动，说明机器工作正常，用计数器可以记录100左右个脉冲。雨量计安装成功。



注意：雨量计包装、运输前，要排水和固定滑动标尺。具体做法如下：

1. 手动排水，使缸桶里的积水排空。方法是“用小螺丝刀按住控制盒左边上圆孔内的排水轻触按钮”。
2. 固定滑动标尺，使得在运输过程中不会过于晃动。方法是用手旋紧此塑料的固定旋钮。

从上面的四个安装步骤来看，雨量计的安装过程并不复杂，但一定要注意以下几个环节：

1. 在旋开第一步中的塑料旋钮之前不得向雨量计加水；
2. 第三步中的导线顺序不能接错，相互之间不要短路；
3. 雨量计加过水后，就不能侧翻或倒置了。如果要另外移装，必须经排水后（把住控制盒左侧“排水按钮”不放，等承水器内的水全部排净）才能移动雨量计。

5.5 软件设计

（1）安全性和可靠性

本系统采用严密的安全措施保证系统的安全性和可靠性。

安全设置管理是任何应用程序的生命线，严格完整的权限管理机制，可实现按照业务部门人员进行功能模块使用权限管理，清晰应用层次和工作人员级别。不同级别人员、不同管理部门使用和所需管理的内容各不相同，每个用户只可在授权范围内得到自己需要的工作资源，完成相关工作任务，系统对非法访问、越级访问等都拒绝提供登录，杜绝内部安全隐患，控制安全事故的发生，进而促使

系统有足够的安全强度。访问控制技术：规定各个用户的操作权限，禁止非法用户对系统的访问、禁止越权访问行为。严格控制数据访问的安全，限制未经授权的用户直接访问数据源。

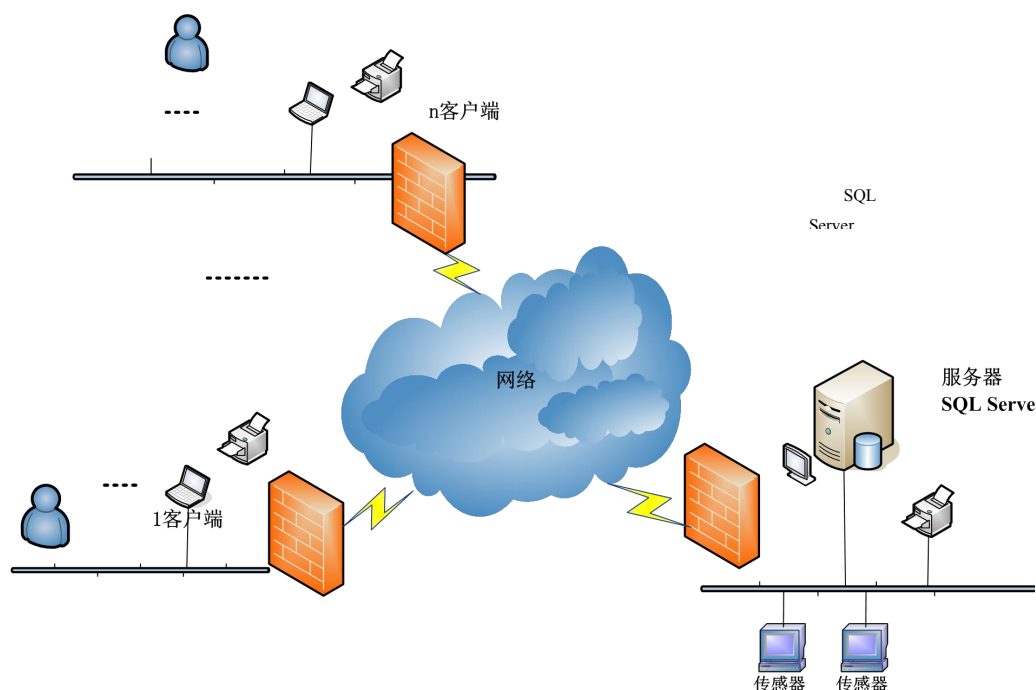


图 7-1 网络拓扑示意图

(2) 系统总体架构

系统采用三层 B/S 结构，即表示层、业务逻辑层、数据访问层。表示层是应用程序的用户接口（UI）部分，担负着用户与应用间的交互对话功能；业务逻辑层是应用程序的主体，负责处理具体的业务；数据层对底层数据访问操作进行封装，负责管理对数据库数据的读写。选用 IIS 作为 Web 服务器，服务器端选用 Microsoft SQL Server2005 作为数据库，使性能达到最稳定，为系统提供良好的系统服务、应用服务和数据服务。

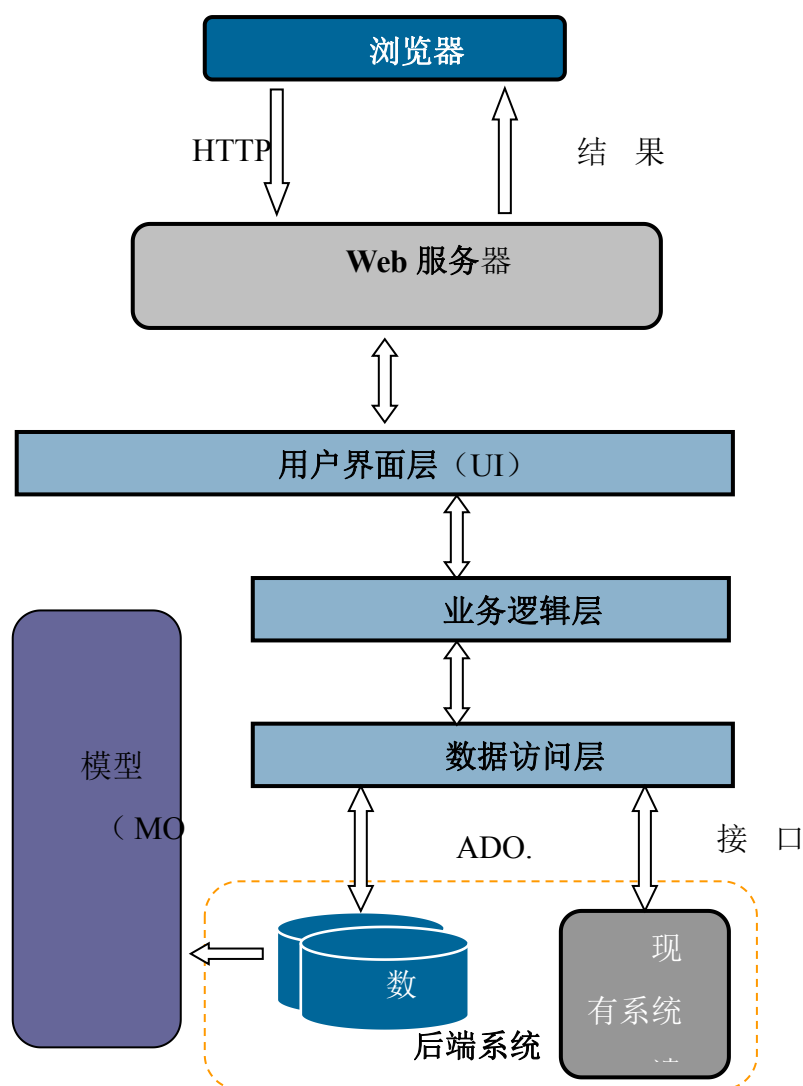


图 7-2 三层 B/S 体系结构图

采用层与层之间的相互协作，提高了软件的效率，也实现了封装等特性。如图所示，各个层次各负其责。首先由用户界面层输入一个合法的数据，然后提交给业务逻辑层进行一系列的加工，得到用户需要的数据，最后通过数据访问层连接数据库和业务逻辑层，把通过业务逻辑层得到的用户所需要的数据从内存中存入数据库。此为自上而下的数据流。接下来讨论自下而上的数据流。

自下而上的数据流其实也相当于对数据库的查询。在用户需要访问者原本存在的数据时，通过用户界面层反映出用户需要的数据请求，通过业务逻辑层的处理，数据访问层调出数据，再通过业务逻辑层的处理后提交，即可显示在用户界面上。

通过以上对数据流的分析，三层结构是一种严格的分层协作，即数据访问层

只能被业务逻辑层访问，业务逻辑层只能被表示层访问。用户通过表示层将请求传送给业务逻辑层，业务逻辑层完成相关业务规则和逻辑，并通过数据访问层访问数据库获得数据，然后按照相反的顺序依次返回，将数据显示在用户界面层。

(3) 功能结构

本系统具体包括以下几个模块，分别是：系统管理模块；用户登录模块；数据采集模块；数据分析模块；数据浏览模块；报表管理模块；视频监控模块。系统整体的业务功能结构如图所示。

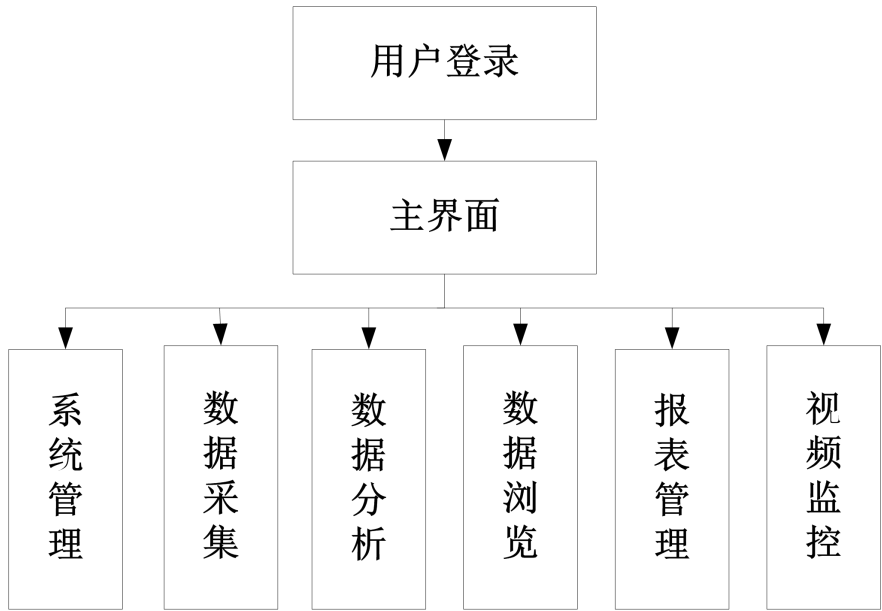


图 7-3 系统功能模块结构图

5.6 软件流程

数据采集软件将传感器采集数据接收并保存至数据库，同时将设计的报警限制也保存在数据库，数据分析软件即可实时比较最新的实时数据和限制的关系，如果超限随即发出短信报警模块。



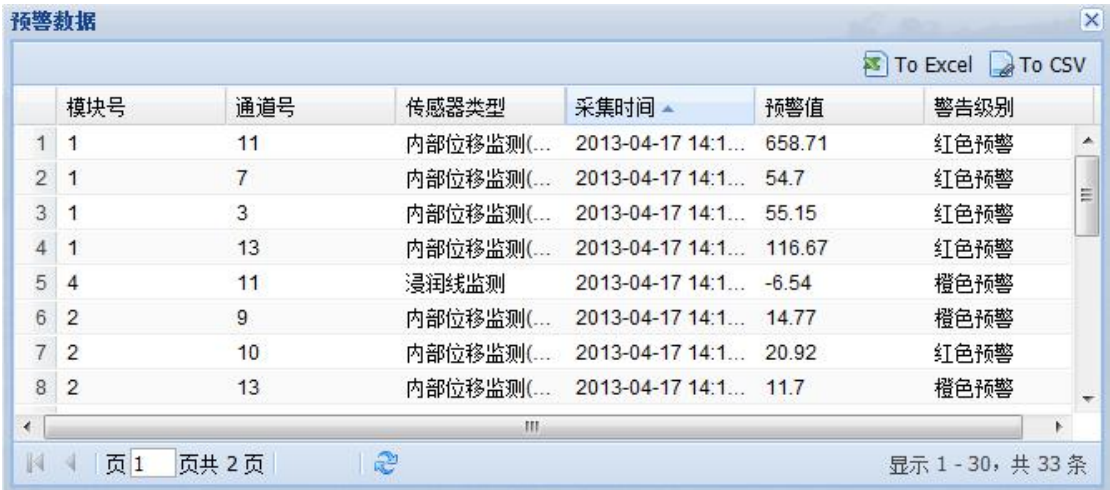
图 7-4 尾矿库综合软件界面图



图 7-5 尾矿库综合软件浸润线界面图



图 7-6 尾矿库综合软件实时布点图



	模块号	通道号	传感器类型	采集时间 ▲	预警值	警告级别
1	1	11	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	658.71	红色预警
2	1	7	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	54.7	红色预警
3	1	3	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	55.15	红色预警
4	1	13	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	116.67	红色预警
5	4	11	浸润线监测	2013-04-17 14:1...	-6.54	橙色预警
6	2	9	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	14.77	橙色预警
7	2	10	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	20.92	红色预警
8	2	13	内部位移监测(...	2013-04-17 14:1...	11.7	橙色预警

页 1 页共 2 页 显示 1 - 30, 共 33 条

图 7-7 尾矿库综合软件报警界面图