

安哥拉 TETELO 铜矿  
尾矿库在线监测系统工程

技  
术  
方  
案

编制单位：上海鹏旭信息科技有限公司

编制日期：2023 年 2 月 6 日

# 目录

<b>1 尾矿库在线监测系统整体架构</b> .....	<b>1</b>
1.1 系统架设的依据 .....	1
1.1.1 安全生产法律法规 .....	1
1.1.2 计算机工程相关国家标准 .....	1
1.2 系统架设的原则 .....	2
1.3 系统建设整体目标及技术要求 .....	2
1.3.1 系统功能目标 .....	2
1.3.2 基本性能指标 .....	3
1.3.3 在线监测系统软件整体要求 .....	4
1.4 系统主要监测参数 .....	4
1.5 系统组成及系统拓扑结构 .....	4
1.6 系统报警阈值设计 .....	6
<b>2 尾矿库在线监测系统详细架构</b> .....	<b>8</b>
2.1 坝体表面位移监测子系统 .....	9
2.1.1 设计依据及监测原理 .....	9
2.1.2 总体设计 .....	9
2.1.4 设备选型 .....	10
2.1.5 数据通讯 .....	13
2.1.6 防雷设计 .....	14
2.2 坝体浸润线监测设计 .....	16
2.2.1 设计依据及监测原理 .....	16
2.1.2 总体设计 .....	16
2.2.2 备选型 .....	17
2.2.3 数据通讯 .....	18
2.3 内部位移监测 .....	18
2.3.1 设计依据 .....	18
2.3.2 监测原理 .....	18
2.3.3 设备选型 .....	20
2.3.4 数据通讯 .....	21
2.3.5 防雷设计 .....	21
2.4 雨量监测设计 .....	22
2.4.1 设计依据及监测原理 .....	22
2.4.2 监测原理 .....	22
2.4.3 测点布置 .....	23
2.4.4 设备选型 .....	23
2.4.5 数据通讯 .....	24
2.4.6 防雷设计 .....	24
2.5 视频监控子系统 .....	24
2.5.1 设计依据 .....	24
2.5.2 测点布置 .....	25
2.5.3 设备选型 .....	25

2.5.4 数据通讯.....	28
2.5.5 防雷设计.....	28
2.5.6 施工安装.....	28
2.6 通讯系统子系统.....	29
2.6.1 网络拓扑结构设计.....	29
2.6.2 数据传输方式.....	30
2.7 防雷子系统.....	30
2.8 配电子系统.....	31
2.9 机房建设.....	32
2.9.1 调度中心位置.....	32
2.9.2 设备配置.....	32
2.9.3 设备布置及其配线.....	34
2.9.4 建筑与结构.....	34
2.9.5 供配电、照明、防雷与接地.....	35
2.9.6 空气调节系统.....	36
2.9.7 消防及其它安全措施.....	36
2.10GNSS 数据解算软件.....	36
2.11 监控中心平台软件.....	39
<b>3 设备清单.....</b>	<b>46</b>
<b>4 售后服务承诺.....</b>	<b>54</b>

# 1 尾矿库在线监测系统整体架构

## 1.1 系统架设的依据

### 1.1.1 安全生产法律法规

- 《尾矿库安全技术规程》 AQ2006-2005
- 《尾矿库安全监测技术规范》 AQ2030-2010
- 《选矿厂尾矿设施设计规范》 ZBJ1-90
- 《尾矿设施施工及验收规程》 YS5418-95
- 《土石坝安全监测技术规范》 SL60-94
- 《岩土工程勘察规范》 GB50021-2001
- 《岩土工程监测规范》 YS5229-96
- 《碾压式土石坝设计规范》 DL/T5395-2007
- 《压式土石坝施工规范》 DL/T5129-2001
- 《工程测量规范》 GB50026-2007
- 《国家一、二等水准测量规范》 GB12897-91
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057-94
- 《水工建筑物抗震设计规范》（DL5073-2000）
- 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-93）
- 《金属非金属矿山安全规程》 GB 16423-2020
- 《尾矿库安全监督管理规定》 国家安全监管总局[2006]第 6 号令
- 《尾矿库安全监督管理规定》 国家安全监管总局第 38 号令
- 《尾矿库在线安全监测系统工程技术规范》（GB 51108-2015）

### 1.1.2 计算机工程相关国家标准

- 《软件开发规范》 GB8566-88
- 《电气装置安装工程施工及验收规范》 GBJ232-92

- 《安全防范工程程序与要求》GA/T75-94
- 《建筑物防雷设计规范》GB50057-94
- 《质量管理体系标准》GB/T 19000-2000(ISO9000: 2000)
- 《微功率（短距离）光纤电设备的技术要求——通用要求》

## 1.2 系统架设的原则

- 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。
- 监测仪器、设备、设施的选择，应先进和便于实现在线监测。
- 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。
- 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。
- 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。
- 实施监测的尾矿库等别根据尾矿库设计等别确定，监测系统的总体设计应根据总坝高进行一次设计，分步实施。

## 1.3 系统建设整体目标及技术要求

### 1.3.1 系统功能目标

#### 自动化监控功能：

系统能够实现监测数据自动采集、传输、存储、处理分析及综合预警，并具备在各种气候条件下实现适时监测的能力。

#### 远程在线查看功能：

企业各级尾矿库安全管理职能部门可以通过网络实现对尾矿库各项在线监测参数的查看。

#### 在线分析功能：

安全监测管理分析模块应具备基础资料管理、各项监测内容适时显示发布、图形报表制作、数据分析、综合预警等功能。其中数据分析部分应包括各项监测内容趋势分析、综合过程线分析等内容。

#### 预警功能:

通过软件对监测参数的实时在线分析,一旦监控参数超限,系统能够进行声光报警、短信报警、邮件报警。提醒相关人员采取措施,预防溃坝事故发生。

#### 权限管理功能:

根据各级权限,各级监管部门可以不受时间和地点限制,只要登陆网络,即可实现对尾矿库的远程督导和检查。

#### 应急救援保障功能:

通过尾矿库基础资料、应急预案、现场视频,为应急救援指挥提供技术保障。

#### 系统应具有扩展功能:

系统在硬件配置及软件设计时应充分考虑随着堆积坝的增高,增加监测点后传感器的接入以及系统与县级及市级监控平台的对接。

### 1.3.2 基本性能指标

- 巡测采样时间小于 10 分钟,可以由用户人为设定;
- 坝体表面位移监测,水平位移误差小于 3mm,垂直误差小于 5mm;
- 浸润线埋深监测测量误差小于 10mm;
- 测斜仪监测误差小于 0.5mm,分辨率为 0.03mm;
- 降雨量监测,一次降雨量 10mm 范围内测量误差小于等于 0.2mm,一次降雨量超过 10mm 测量误差小于 0.2mm+0.1F.S;
- 测量周期为 10 分钟~30 天,可调;
- 监控中心环境温度保持在 20° C~30° C,湿度保持不大于 85%;
- 系统工作电压为 220(1±10%)V;
- 系统故障率不大于 5%;
- 防雷电感应不小于 2000V;
- 采集装置测量范围满足被测对象有效工作范围的要求;
- 数据采集装置,能适应应答式和自报式两种方式,按设定的方式自动进

行定时测量，接收命令进行选点、巡回检测及定时检测；

- 计算机系统，与数据采集装置连接在一起的监控主机和监测中心的管理计算机配置应满足在线监测系统的要求，并应配置必要的外部设备；
- 数据通信，数据采集装置和监控主机之间可采用有线网络通讯，尾矿库安全监测站或网络工作组应根据要求提供网络通信接口。

### 1.3.3 在线监测系统软件整体要求

尾矿库监测监控平台软件要求具备专业性和集成性、库区视频监控和智能分析、以及传感器数据监测预警功能须在同一系统内实现，杜绝简单功能堆叠、拼凑造成的系统隐患。

监控室终端显示屏应能够显示所有监控对象，并支持对多个画面的切换组合。监控画面需要与对应位置的传感器点位数据进行关联，以保障对传感器数据的核查分析有充足的理由。

## 1.4 系统主要监测参数

根据《尾矿库安全监测技术规范》以及招标文件所确定的点位，本案监测内容包括：

#### 在线监测：

坝体表面位移监测，水平位移误差小于 3mm，垂直误差小于 5mm；

浸润线埋深监测测量误差小于 10mm；

内部位移监测误差小于 1cm；

降雨量监测，一次降雨量 10mm 范围内测量误差小于等于 0.2mm，一次降雨量超过 10mm 测量误差小于 0.2mm+0.1F. S；

视频监控：像素大于 400 万像素，白天黑夜 24 小时不间断监控；

## 1.5 系统组成及系统拓扑结构

大吉山钨业有限公司 2 号尾矿库在线监测系统由库区监测点传感器系统、库

区监控站和远程监控端三部分组成，三部分组成一个有机的整体，实现系统的整体建设目标。

## 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五个部分：

- 1) 坝体地表变形位移测量：采用可以实时获取监测点高精度三维坐标的 GNSS 位移在线监测系统；
- 2) 坝体浸润线测量传感器，采用渗压计
- 3) 库区降雨量测量传感器，采用雨量计；
- 4) 内部位移测量传感器，采用测斜仪；
- 5) 视频监控：采用 400 万像素的带红外夜视功能的数字摄像机。

## 2. 库区监控站

库区监控站由服务器、商用电脑、交换机、存储器、显示终端、配电设施、消防设施、避雷等硬件系统和综合监控平台软件系统组成。实现监测数据自动采集、传输、存储、处理分析，综合预警以及网络发布。

## 3. 远程监控端

企业尾矿库安各级全管理人员以及政府各级主管部门，根据授权码登录系统，实现对监控参数的远程查看、检查、督导。

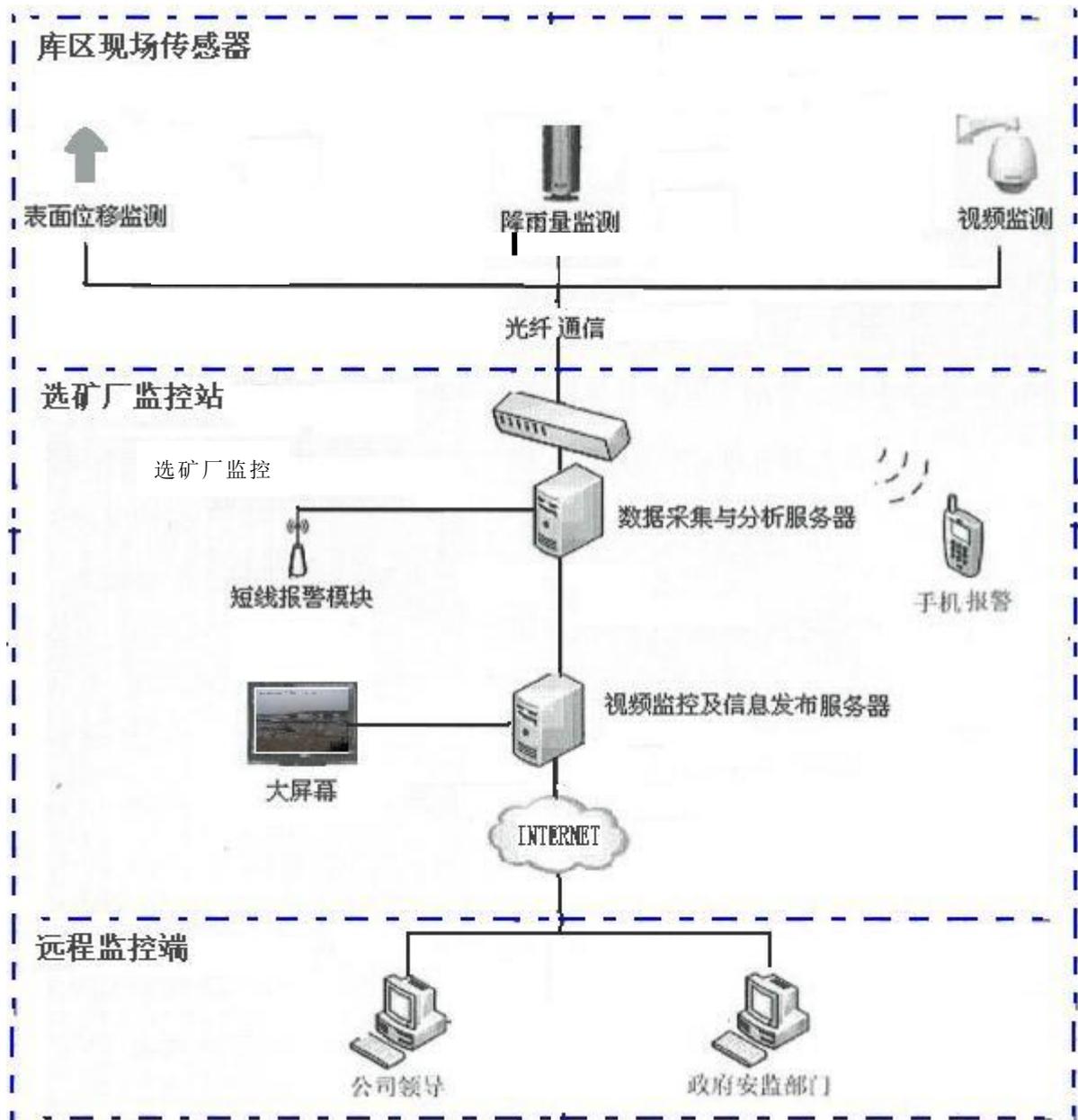


图 1-1 尾矿在线监测系统总拓扑图

## 1.6 系统报警阈值设计

通过软件对监测参数的定量分析，当监测参数超限时系统会自动报警，提醒相关人员采取措施，避免安全状态继续向危险状态演变，从而消除事故隐患。

报警系统按三级报警状态设计。

报警级别	报警告知部门和人员	告警方式	备注
1 级报警	库区值班室值班人员、安环部主管	手机短信、邮件、	企业可以结合本企业

		声音报警	尾矿库安全管理组织体系，通过软件预设系统告警人员，按软件提示，录入告警人员的部门、职务、姓名、邮箱、手机即可。
2 级报警	库区值班室值班人员、安环部主管、企业主管副总、总工、总经理	手机短信、邮件	
3 级报警	库区值班室值班人员、安环部主管、企业主管副总、总工、总经理、政府主管部门监管人员	手机短信、邮件	

表 1-1 报警级别分类表

## 2 尾矿库在线监测系统详细架构

依据《尾矿库安全监测技术规范》的要求，以及结合本项目前期工程监测项目，本次工程的监测内容如下：

**在线监测分为初期和后期：**

### **(1) 坝体表面位移监测**

采用可以实时获取监测点高精度三维坐标的 GNSS 位移在线监测系统，初期设置 1 个基点、4 个测点，基点布设在两侧岩石或坚实土基上。GNSS 表面位移点均可以和当地的坐标系进行联测，所有监测点的坐标均可以转换为当地坐标。后期将点位从 4 个测点增至 17 个监测点位。

为了保证监测系统稳定可靠，参考站需定时和矿区控制点进行联测，以实现监测坐标与矿区坐标的统一，同时校准参考点。

### **(2) 浸润线监测**

监测横断面选在有代表性且能控制主要渗流情况的坝体横断面以及预计有可能出现异常渗流的横断面，初期拟设置 4 只传感器，尽量与位移监测断面相结合。后期根据实际情况增加至 28 只传感器。

### **(3) 内部位移监测**

内部位移监测断面一般布置在最大坝高断面、地质地形复杂段、结构及施工薄弱段等。根据现场情况选择 2 个断面，每个监测断面上布设 3 条监测垂线，其中一条布设在坝轴线附近。监测垂线上测点的间距一般为 2~10m，共设置 20 个测点。

### **(4) 降雨量监测**

在 GNSS 基准点，设置 1 个监测点。

### **(5) 视频监控**

进水口 1 个，初期坝 1 个，堆积坝 1 个，出水口 1 个，干滩面 1 个，库区 1 个；

## 2.1 坝体表面位移监测子系统

### 2.1.1 设计依据及监测原理

#### 设计依据

依据《尾矿库安全监测技术规范》AQ 2030—2010 第 5 条：

——位移监测用的平面坐标及水准高程，应与设计、施工和运行诸阶段的控制网坐标系统相一致。

——断面选择和测点布置：监测断面宜选在最大坝高断面、有排水管通过的断面、地基工程地质变化较大的地段及运行有异常反应处。

——初期坝顶和后期坝顶各布设一排，每 30~60m 高差布设一排，一般不少于 3 排。

——测点的间距，一般坝长小于 300m 时，宜取 20~100m；坝长大于 300m 时，宜取 50~200m；坝长大于 1000m 时，宜取 100~300m。

——各种基点均应布设在两岸岩石或坚实土基上。

#### 监测原理

本系统采用 GNSS 自动化监测方式对坝体表面位移进行实时自动化监测，其工作原理为：GNSS 监测点与参考点接收机实时接收 GNSS 信号，并通过数据通讯网络实时发送到控制中心，控制中心服务器 GNSS 数据处理软件 CDMonitor 实时差分解算出各监测点三维坐标，数据分析软件获取各监测点实时三维坐标，并与初始坐标进行对比而获得该监测点变化量，同时分析软件根据事先设定的预警值而进行报警。GNSS 表面位移监测的误差水平为 $\pm(1\sim 2.5)$  mm，高程方向为 $\pm(3\sim 5)$  mm。

注：GNSS 表面位移点均可以和当地的坐标系进行联测，所有监测点的坐标均可以转换为当地坐标。

### 2.1.2 总体设计

根据《尾矿库安全监测技术规范》AQ2030-2010 文件要求，在表面位移监测：

布置 3 条纵剖面，分别为 382m 高程坝体 1 个表面位移、402m 高程坝体 3 个表面位移、421m 高程坝体 3 个表面位移，坝体外稳固区域基准点 1 个；

GNSS 参考站也可以称为连续运行参考站，它是整个尾矿库坝表面位移监测的基准框架，为了保证监测系统稳定可靠，参考站需定时统一和矿区控制点进行联测，以实现监测坐标与矿区坐标的统一，同时校准参考点是否会发生位移。

## 2.1.4 设备选型

根据系统的实际情况及所要达到的技术指标，并参照《全球定位导航系统测量规范》，尾矿库坝体位移监测系统选择司南 M300C 监测专用接收机和配套天线罩。

### M300 监测型接收机

#### 产品外观

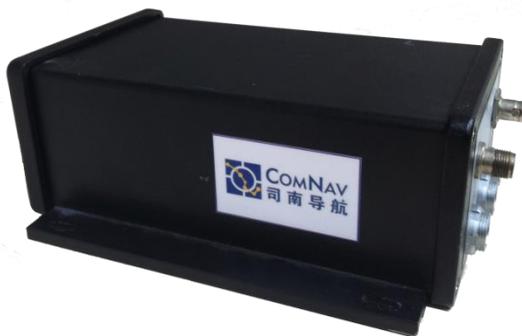


图 2-1 GNSS 监测型接收机

#### 主要特点

- ◇ 采用 GPS 与北斗 4 代三星五频 GNSS 模块；
- ◇ 高度灵活的分体式接收机、天线设计，适用于变形监测、网络参考站等系统集成应用；
- ◇ 内置 2000 伏光电隔离，对接收机有效进行过流过压保护，预防雷击；
- ◇ 使用 AutoBase 技术，一按钮即可快速实现参考站的日常设置；
- ◇ 450MHz 超高频无线电台适用基准站和流动站作业，确保现场工作的电台信号覆盖范围以及数据安全性；
- ◇ 支持以太网、GSM/GPRS 通讯；

- ◇ 支持 GPS 信号和 L2C 现代化改造后的 GPS 信号；
- ◇ 时间同步 1PPS 实时输出。

#### 先进特性：

- ◇ 高精度的多重相关 L1/L2、B1/B2 多模多频载波相位测量；
- ◇ 无滤波、无平滑的伪距测量数据用于低噪音、低多路径；
- ◇ 低时间相关和高动态相应；
- ◇ 甚低噪音的 L1/L2、B1/B2 载波观测值在 1HZ 带宽内优于 1mm 的精度；
- ◇ 经得起考验的低仰角信号跟踪技术；
- ◇ 兼容 Trimble、Leica 等主流品牌接收机。

#### 关键技术

◇ 司南 M300C GNSS 监测型接收机采用自主知识产权 GPS+北斗二代多模多频模块，紧跟国际卫星定位发展的步伐，为 GNSS 产业革命性产品，特别在变形监测中的应用，其特点：

- ◇ 可跟踪我国自主知识产权北斗二代导航定位系统；
- ◇ GPS+北斗+伽利略三代跟踪能力，增多跟踪卫星数量，增加 GNSS 变形监测的可用性及可靠性，使在高遮挡地区进行变形监测成为可能，特别是北斗二代组网卫星的不断增多，可用性与可靠性不断加强；
- ◇ 北斗二代卫星定位系统的独有功能，8 颗地球同步卫星，可大大降低接收机跟踪卫星的 PDOP，提高解算精度。

◇ 产品性能

◇ 信号：440 通道，GPS L1C/A 码 L1/L2 P 码，GLONASS G1C, G2C, G1P,G2P, BDSB1/B2/B3 I 支路 C 码；

◇ 更新率：1Hz、2Hz、5Hz、20HZ；

◇ 定位精度：伪距精度 L1=10cm/L2=10cm

◇ B1=10cm/B2=10cm

◇ 载波精度 L1=0.5mm/L2=1mm

◇ B1=0.5mm/B2=0.5mm

◇ 时钟精度 20ns

◇ 单点定位精度 <1.5m

- ◇ 静态差分精度水平:  $\pm(2.5 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm
- ◇ 垂直:  $\pm(5 + 1 \times 10^{-6} D)$ mm
- ◇ 动态差分精度 水平:  $\pm(10 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm
- ◇ 垂直:  $\pm(20 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm
- ◇ RTK 初始化: 时间: <20s
- ◇ 可靠性: 大于 99.9%
- ◇ 信号跟踪时间: 冷启动 <50s
- ◇ 温启动 <30s
- ◇ 热启动 <15s
- ◇ 信号重捕获 <2s
- ◇ 通讯接口:
  - ◇ 二个 Lemo (RS232) 端口
  - ◇ 一个 LAN 端口
  - ◇ 二个外置电源端口
  - ◇ 一个 UHF 天线接口、一个 GBSS 天线接口 (BNC)
- ◇ 数据格式: NMEA-0183/Compass (自定义二进制)/CMR/RTCM2.3/RTCM3.0
- ◇ 通讯协议: RS232、TCP/IP 通讯协议
- ◇ 物理性能: 材料 坚固轻便的高性能金属封装
- ◇ 尺寸 20cm×14.5cm×8cm
- ◇ 重量 1.2kg 接收机 (含内置电台)
- ◇ 电气指标: 接收机电源 10.5 — 28V 直流, 带过流过压电保护功能
- ◇ 功耗小于 2.5W
- ◇ 存储: 内置 100MB 存储器 (可扩展)
- ◇ 环境: 工作温度 -40°C — +70°C
- ◇ 存储温度 -45°C — +80°C
- ◇ 湿度 100% 全密封, 防冷凝, 可漂浮
- ◇ 防尘防水 IP67 级标准
- ◇ 撞击和振动抗 2m 下落
- ◇ 指示: 3 个 LED 指示灯

- ◇ GNSS 天线罩
- ◇ GNSS 天线罩针对 GPS 工作频段（ $1575 \pm 25\text{MHz}$ ）。



图 2-2 司南 GPS 天线罩

#### 产品特性:

- ◇ 防酸、防盐雾、防紫外线、耐冲击
- ◇ 防腐,抗老化性能佳,寿命长
- ◇ 电绝缘性佳,透波性强, 达到 99%以上
- ◇ 在高温,低寒等恶劣环境中使用性能更加突出

### 2.1.5 数据通讯

GNSS 设备输入输出数据均为电信号，由串口服务器转换为数字信号，再由光纤传输至值班室监控中心服务器，提高了数据传输的安全性和可靠性。

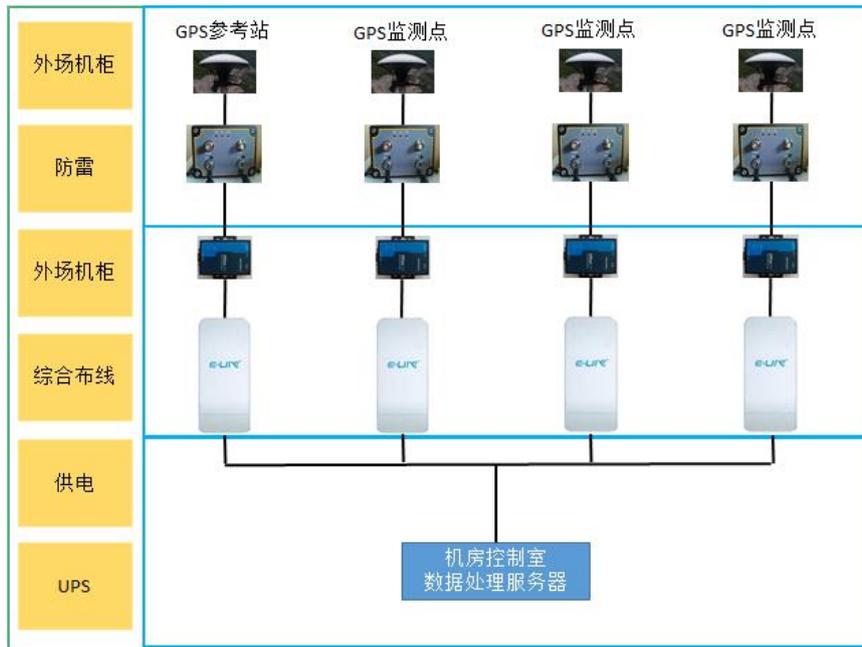


图 2-3 表面位移 GPS 监测拓扑图

## 2.1.6 防雷设计

坝体表面位移监测系统采用避雷针进行直击雷防护，使用单项电源避雷器、通讯电缆防雷器（天馈浪涌保护器）实现对感应雷的防护。

### 3.1.6.1 直接雷电防护

具体避雷方式要求避雷针与被保护物体横向距离不小于 3m，避雷针高度按照“滚球法”确定，粗略计算即可。

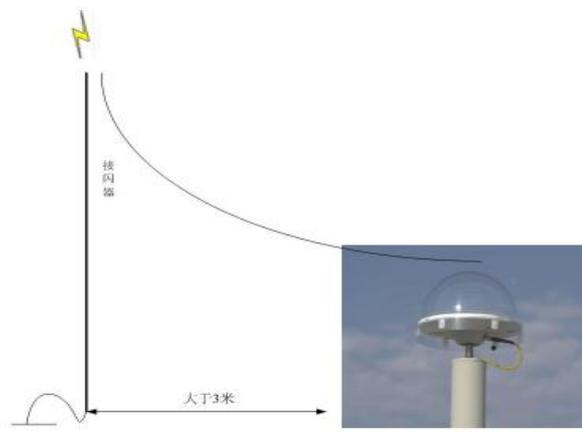


图 2-4 直击雷预防示意图

避雷针选用四川中光 ZGZ-200-1.8 型号避雷针：



图 2-6 表面位移安装示意图

## 2.2 坝体浸润线监测设计

### 2.2.1 设计依据及监测原理

#### 设计依据

依据《尾矿库安全监测技术规范》AQ 2030—2010 第 6 条：

——监测横断面宜选在有代表性且能控制主要渗流情况的坝体横断面以及预计有可能出现异常渗流的横断面，一般不少于 3 个，并尽量与位移监测断面相结合。

——监测横断面上的测点布置，应根据坝型结构、断面大小和渗流场特征确定。宜在堆积坝坝顶、初期坝上游坡底、下游排水体前缘各布置 1 条铅直线，其间部位每 20~40m 布设 1 条铅直线，埋深应参考实际浸润线深度确定。

——在渗流进、出口段，渗流各向异性明显的土层中，以及浸润线变幅较大处，应根据预计浸润线的最大变幅沿不同高程布设测点，每条铅直线上的测点数一般不少于 2 个。

#### 2.1.2 总体设计

根据《尾矿库安全监测技术规范》AQ2030-2010 文件要求，布置三条横剖面，分别为 382m 高程坝体 1 个、402m 高程坝体 3 个、421m 高程坝体 3 个；

#### 监测原理

采用鹏旭科技生产的渗压计，通过在坝体里钻凿钻孔，把渗压计放置在钻孔里（与测压管结合使用）。通过测量渗压计的压力，再转化为水头高度（高程），结合安装深度以及孔口高程即可得到坝体或者绕坝的浸润线高度（高程）。测量精度取决于渗压计的精度，误差小于 10mm。

浸润线高度=安装仪器高度+渗压计测量高度

## 2.2.2 备选型



图 2-7 渗压计示意图

- 生产厂家：鹏旭科技
- 设备类型：数字式
- 型号：PX-S1218
- 量程：0-0.3Mpa
- 测量精度： $\leq 0.05\%F.S$
- 精度：0.1Kpa
- 温度范围： $-20^{\circ}C - +80^{\circ}C$
- 耐水压：0.6MPa
- 防护等级 IP67

### 产品特点：

1)有自动生成的全球唯一编号，同时内置电子标签（包含产品规格、型号、参数、生产日期等信息），用户还可根据传感器的安装位置自行设置自编号（如具体安装位置）等内容，方便用户快捷、准确地识别和定位传感器。

2)传感器内置 1600 条数据存储器，自动存储每次所测量的数据，循环记录。在其他载体的数据资料丢失时，可随时从传感器中下载相关纪录，确保原始数据资料的安全。

3)传感器内置国际先进的计算芯片，自动对所测量的数据进行换算，直接输出监测物理量，无须人工转换。大大降低人工劳动强度。

4)传感器可自动进行实时温度补偿，提高传感器在不同气候条件下的适应性及监测数据的准确性。

## 2.2.3 数据通讯

传感器监测数据发送给数据采集模块,然后通过光纤将数据传输至值班室监控中心服务器,保证数据传输的安全性和可靠性。

## 2.3 内部位移监测

### 2.3.1 设计依据

依据《尾矿库安全监测技术规范》AQ 2030—2010 第 5 条:

——监测断面的布置应视尾矿库的等别、坝的结构型式和施工方法以及地质地形等情况而定,宜布置在最大坝高断面及其它特征断面(原河床、地质及地形复杂段、结构及施工薄弱段等)上,可设 1~3 个断面。

——每个监测断面上可布设 1~3 条监测垂线,其中一条宜布设在坝轴线附近。监测垂线的布置应尽量形成纵向监测断面。

——监测垂线上测点的间距,应根据坝高、结构形式、坝料特性及施工方法与质量等而定,一般 2~10m。每条监测垂线上宜布置 3~15 个测点。最下一个测点应置于坝基表面,以兼测坝基的沉降量。

——有条件时,可参照上述要求布设内部竖向位移监测。

### 2.3.2 监测原理

#### (1) 内部位移监测

固定式测斜仪的工作原理是测量测斜管轴线与铅垂线之间的夹角变化,从而计算被测结构在不同深度的水平位移。长期监测过程中,套管从初始位置偏移至新的位置,通过比较初始测量角度与当前实时测量角度得出位移发生的深度及大小,从而提前进行预警,防范事故发生。

监测时,固定式测斜仪固定在测斜导管内部,按照一定的时间间隔采集测斜仪倾角,根据固定式测斜仪的固定深度可以求出该深度的水平偏差增量及相对孔底的水平偏差,如下图所示:

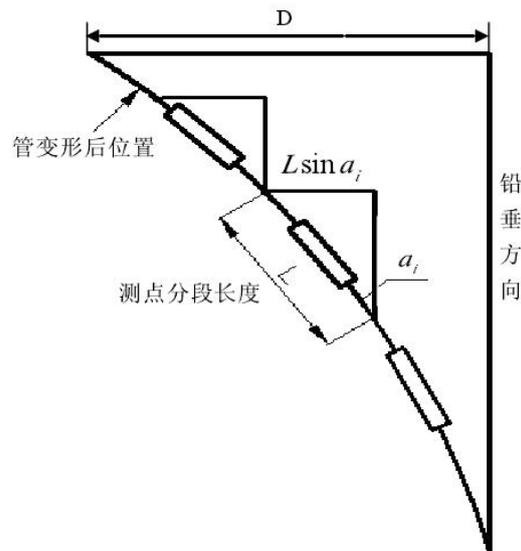


图 2-8 水平位移测量原理

当土体发生位移时，测斜管受力发生变形。通过测量变形后测斜管的轴线与铅垂线的夹角，并根据测点的分段长度可以求出不同深度处的水平位移增量，计算公式如下：

$$\Delta l = c * [\sin(\alpha_i) - \sin(\alpha_0)]$$

此次测量结果总的水平位移是由测斜管底部的测点开始逐段累加而得，原理如图 5-2 所示。图 2-9 所示的钻孔水平偏移示意图，图中曲线代表观测期间土体发生的变形，即水平位移，从这偏移曲线上易看出某个深度正在发生偏移。

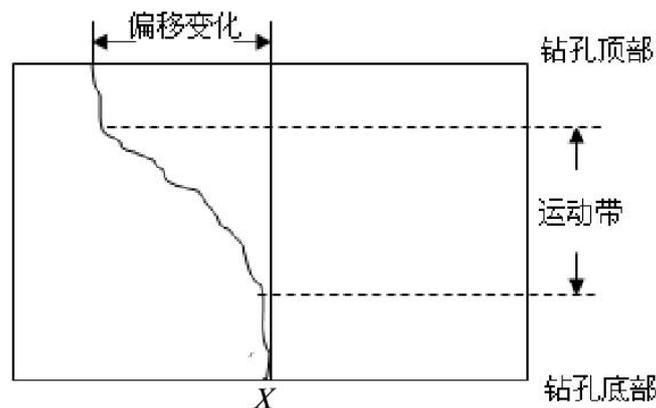


图 2-9 钻孔水平偏移示意图

## (2) 内部位移的安装

根据规范要求，——测点和基点的结构必须坚固可靠，且不易变形。

——测点和土基上基点的底座埋入土层的深度不小于 1.0m。冰冻区应深入冰冻层以下 0.5m。

根据现场测斜管深度要求,将杆式固定测斜仪使用钢丝绳或连接丝杆连接起来。下孔时杆式固定测斜仪方向应保持一致,将杆式固定测斜仪固定,注意信号线引出至地面,不要滑落至测斜管内,如下图所示:

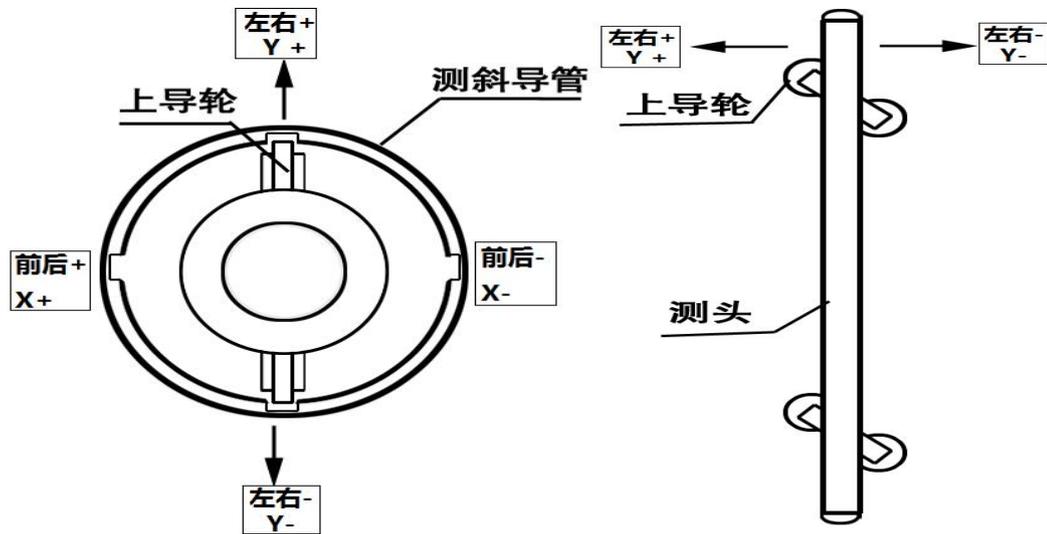


图 2-10 产品方向符号示意图

### 2.3.3 设备选型



图 2-11 内部测斜仪外观图

固定式测斜仪，型号为 PX-X336，主要用于长期自动监测大坝、深基坑、边坡、地基、建筑桥梁、船舶平台等水平位移及倾角。应用原理是利用在结构物内部钻孔，装入固定测斜仪，以测量结构内部的倾斜状态。在钻孔内安装多只倾斜仪可以更加准确的监测建筑物的变形情况。本仪器通过国家权威计量机构认证，并通过大量工程检验。测试数据稳定可靠，操作简便，适合各种环境，是目前测斜专用测试仪器。参数如下：

▼技术参数	
标准量程	±30°
分辨率	0.03mm/0.5m
系统总精度	±5mm/30m
测量深度	0-200m
温度范围	-20℃- +60℃
工作电压	DC12V
静态电流	80mA@25℃
电源	DC12V/2A
重量	2.7Kg
▼机械	
探头尺寸 LxD(mm)	572x30
导轮间距 L	250mm
耐冲击	2000g
▼通信	
通信方式	RS485
RS485 参数	9600 band, 8 bit, 1 stop, no parity

### 2.3.4 数据通讯

库水位监测设备输入输出数据均为电信号，由串口服务器转换为数字信号，再由光电转换器转换为光信号，后由光纤传输至值班室监控中心服务器，提高了数据传输的安全性和可靠性。

### 2.3.5 防雷设计

库水位监测系统采用避雷针进行直击雷防护，使用单项电源避雷器、通讯电

缆防雷器实现对感应雷的防护。

## 2.4 雨量监测设计

### 2.4.1 设计依据及监测原理

依据《尾矿库安全监测技术规范》AQ 2030—2010 第 7 条：

——监测设备用雨量器。有条件时，可用自记雨量计、遥测雨量计或自动测报雨量计。

### 2.4.2 监测原理

翻斗式雨量计是由感应器及信号记录器组成的遥测雨量仪器，感应器由承水器、上翻斗、计量翻斗、计数翻斗、干簧开关等构成；记录器由计数器、录笔、自记钟、控制线路板等构成。

其工作原理为：雨水由最上端的承水口进入承水器，落入接水漏斗，经漏斗口流入翻斗，当积水量达到一定高度（比如 0.01 毫米）时，翻斗失去平衡翻倒。而每一次翻斗倾倒，都使开关接通电路，向记录器输送一个脉冲信号，记录器控制自记笔将雨量记录下来，如此往复即可将降雨过程测量下来。



图 2-12 雨量计内部结构

### 2.4.3 测点布置

根据本尾矿库雨量监测的目的为库区所下雨量，本系统雨量监控点选择在值班室房顶设置一个雨量监测点。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。

### 2.4.4 设备选型

型号：PX-YL01



图 2-13 雨量计安装示意图

本仪器由承雨口、滤网、一体化支架、引水漏斗、一体化上翻斗组件、翻斗、翻斗支承、倾角调节装置、水平调节装置、恒磁钢、干簧管、信号输出端子、排水漏斗、底座、不锈钢筒身、底座支承脚等组成。

与其它的双翻斗式雨量计不同，本雨量计的上翻斗为安装在引水漏斗中的一体化组件装置，它的下翻斗为计量、计数斗。安装使用本仪器时，不必对上翻斗组件作任何调整。本型翻斗式雨量计的下翻斗上增加了一个活动分水板和两个用于改变活动分水板迴转方向的限位柱，在翻斗翻水过程中，本仪器的活动分水板顶端分水刃口能自动地迴转到降水泄流水柱的边缘临界点位置，当翻斗水满开始翻水时，分水刃口即会立即跨越泄流水柱完成两个承水斗之间的降水切换任务，由此缩短了降水切换时间，减小了仪器测量误差，精度可达 0.2mm/min。

本仪器的翻斗支承为一体化旋转式定位结构，使翻斗的装、拆更加方便，也

无需再调整两个翻斗支承之间的距离，给用户安装带来了方便。本仪器的翻斗为三维流线型设计，并设计有下垂式弧面导流尖，其造型美观流畅、翻水性能更好且易清洗维护。

本仪器的翻斗上装有两个恒磁钢，干簧管支架上装有两个干簧管，仪器出厂时磁钢与干簧管均已调整在合适的耦合距离上，使仪器输出信号与翻斗翻转次数有确定的比例关系。仪器两路信号输出中的一路用作现场记数计量，另一路用作遥测报信。本仪器与遥测终端机连接时，应配有匹配的接口电路，以防止因干簧管抖动和因翻斗回跳引发的计数、报讯错误。

本仪器出厂时已将翻斗倾角调整螺丝锁定在最佳倾角基点位置上并对倾角螺钉作了点红漆漆封处理，用户现场安装仪器时只需将翻斗按照本说明书相关要求将翻斗安装在翻斗支架上的 2 个翻斗支承中并将翻斗支架调水平使水平泡位于中心位置即可投入使用，不必现场再调整翻斗倾角。

## 2.4.5 数据通讯

雨量监测设备输入输出数据均为 485，通过串口服务器转变成电信号，由光纤传输至值班室监控中心服务器，提高了数据传输的安全性和可靠性。

## 2.4.6 防雷设计

雨量监测系统采用避雷针进行直击雷防护，使用单项电源避雷器、通讯电缆防雷器实现对感应雷的防护。

## 2.5 视频监控子系统

### 2.5.1 设计依据

根据《尾矿库安全技术规程》、《国家尾矿库安全监督管理规定》的要求，结合该尾矿库库区监测项目及该项目的设计原则，已对整个库面进行了覆盖。根据尾矿库在线安全监测行业要及招标要求，本项目一共 5 个视频监控点。其主要

目的是通过视频画面实时在线展示尾矿库的运行实况,以便尾矿库各级管理人员对尾矿库进行实时在线查看、远程调度、远程指挥等。

## 2.5.2 测点布置

本次设置共设 5 处监控点,均采用高清网络球型摄像机,各监测点视频录像可存储 1 个月以上,具体布置点位分别在出水口 1 个监控点、进水口 1 个监控点、初期坝 1 个监控点、干滩面 1 个监控点、库内 1 个。

## 2.5.3 设备选型

根据本项目的监测需求,球机选择海康 DS-2DC4423IW-D 高清网络红外摄像机。



图 2-14 DS-2DC4423IW-D 示意图

网络红外球 DS-2DC4423IW-D,是集高清晰度彩色网路摄像机,光学变倍 30 倍,自动调光技术,自动感知动态目标,实时调整红外灯亮度,远近光线合理配

置；红外灯补光：≥100 米上。

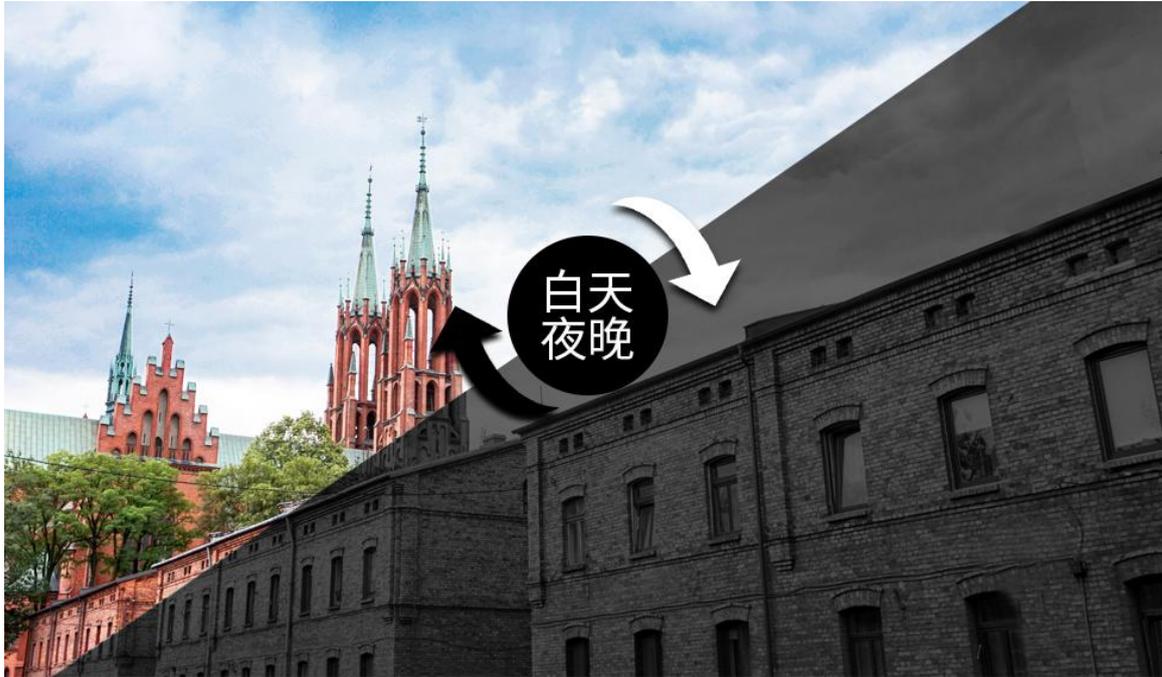


图 2-15 视频监控效果图

### 特点

- 支持最大 2560×1440@30fps 高清画面输出
- 支持 H.265 高效压缩算法，可较大节省存储空间
- 支持超低照度，0.005Lux/F1.6(彩色)，0.001Lux/F1.6(黑白)，0 Luxwith IR
- 支持 23 倍光学变倍，16 倍数字变倍
- 采用高效红外阵列，低功耗，照射距离最远可达 100m
- 支持三码流技术，每路码流可独立配置分辨率及帧率
- 支持区域入侵侦测、越界侦测、移动侦测等智能侦测功能
- 支持断网续传功能保证录像不丢失，配合 Smart NVR 实现事件录像的二次智能检索、分析和浓缩播放
- 支持数字宽动态、3D 数字降噪、强光抑制、电子防抖、SmartIR
- 支持 360° 水平旋转，垂直方向-15° -90°（自动翻转）
- 支持 300 个预置位，8 条巡航扫描
- 支持 3D 定位，可通过鼠标框选目标以实现目标的快速定位与捕捉
- 支持定时抓图与事件抓图功能

- 支持区域曝光与区域聚焦功能
- 支持中心镜像功能
- 支持定时任务、一键守望、一键巡航功能
- 支持最大 256G 的 Micro SD/Micro SDHC/Micro SDXC 卡存储
- 支持海康 SDK、ONVIF、ISAPI、GB/T28181、E 家协议和萤石接入
- 防雷、防浪涌、防突波，IP66 防护等级

## 硬盘录像机



图 2-16 硬盘录像机

## 技术参数

- 支持萤石云服务；  
支持最大 16 路网络视频接入；
- 可接驳符合 ONVIF、RTSP 标准及众多主流厂商的网络摄像机；  
支持 4K 高清网络视频的预览、存储与回放；
- 支持 H.265、H.264 编码前端自适应接入；
- 支持 IPC 集中管理，包括 IPC 参数配置、信息的导入/导出和升级等功能；
- 支持 2 个 HDMI 和 2 个 VGA 同时输出，其中 HDMI 1 支持 4K 高清分辨率输出；
- 便捷的 UI 操作界面，支持一键开启录像功能；
- 支持海康 Smart IPC 越界、进入区域、离开区域、区域入侵、徘徊、人员聚焦、快速移动、非法停车、物品遗留、物品拿取、人脸、车牌、音频输入异常、声强突变、虚焦以及场景变更等多种智能侦测接入与联动，支持智能搜

索、回放及备份功能，有效提高录像检索与回放效率；

- 支持即时回放功能，在预览画面下对指定通道的当前录像进行回放，并且不影响其他通道预览；
- 支持最大 8 路同步回放及多路同步倒放；
- 支持标签定义、查询、回放录像文件；
- 支持重要录像文件加锁保护功能；
- 支持硬盘配额和硬盘盘组两种存储模式，可对不同通道分配不同的录像保存容量或周期；
- 支持 8 个 SATA 接口，1 个 eSATA 盘库，可用于录像和备份；
- 双千兆网卡，支持网络容错以及多址设定等应用；
- 支持 GB28181 协议、Ehome 协议接入平台；
- 支持网络检测（网络流量监控、网络抓包、网络通畅）功能。

## 2.5.4 数据通讯

视频监控设备输入输出数据均为数字信号，由库区局域网直接传输至机房值班室监控中心服务器，以保证数据的实时性和可靠性。

## 2.5.5 防雷设计

视频监控系统采用避雷针进行直击雷防护，使用单项电源避雷器、通讯电缆防雷器实现对感应雷的防护。

避雷针选用四川中光 ZGZ-200-1.8 型号避雷针。

## 2.5.6 施工安装

固定高清视频监控点立杆采用预制连接的方式，基础为预埋混凝土，立杆材料为碳钢，外度锌防腐，使用寿命为 10 年，具体图纸如下：



图 2-17 视频监控点示意图

可移动式高清视频监控点通过螺栓固定在配重箱底部的方式固定视频杆。

将固定式高清视频监控点的视频杆底盘通过螺栓固定在 800\*800\*500 (mm) 的铁箱内，并向铁箱内注满泥沙。铁箱地面焊接 4 根长 300mm 的尖脚，用于铁箱与地面的固定。

当需要将可移动高清视频监测点变换位置时，只需将配重铁箱内的泥沙清除，卸掉固定螺栓，即可轻松移动视频杆和配重箱。移动至新的视频监控点位后，首先固定视频杆，然后将配重箱夯实到地面，之后想配重箱填满泥沙即可。

## 2.6 通讯系统子系统

### 2.6.1 网络拓扑结构设计

系统网络拓扑结构如下图所示。

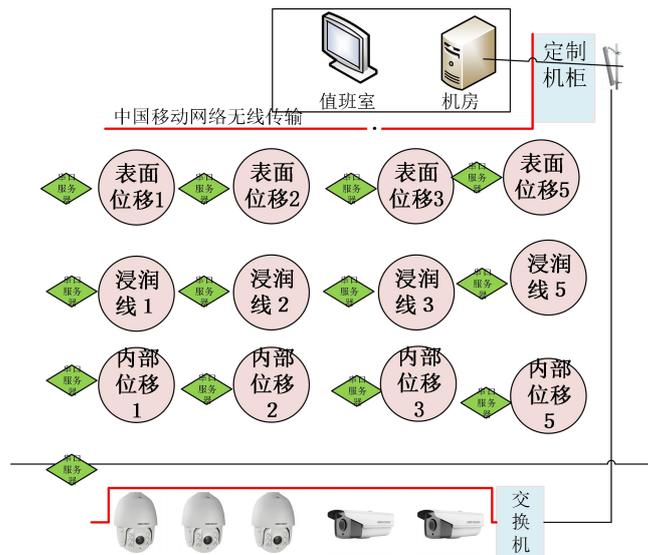


图 2-18 系统网络拓扑图

## 2.6.2 数据传输方式

本次设计均采用有线传输的方式，通过 485 总线将传感器的数据进行采集后，将所有数据通过串口服务器进行协议转换成标准的以太网数据，通过光纤或网络线传输到监测中心。

## 2.7 防雷子系统

根据要求所有监测点和值班室均设置避雷设施，避雷系统包含信号避雷、电源感应雷避雷、直击雷避雷以及接地避雷等。

### 1) 值班室机房防雷

值班室直击类避雷采用单支避雷针。如果值班室周围地层（岩石层）地阻无法达到地阻要求，建议采取开挖接地坑、更换地阻率小的土壤、添加降阻剂、食盐等措施进行降阻。

### 2) 坝面监测点防雷

直击类避雷：采用专业避雷针加接地地网进行防雷。避雷针距离设备大于 3 米。接地地网采用扁钢和角钢或铜条等材质制作，焊接处应做防腐处理，敷设深度  $\geq 500\text{mm}$ ，接地地阻值  $\leq 10$  欧姆。

感应雷避雷：在机柜内电源进口处以及设备信号通讯口加装强电防雷模块和信号防雷模块，当机柜和设备遇到雷击时，通过强电防雷模块和信号防雷模块第一时间隔断雷击强电流对所有设备的破坏，保证整个系统不受雷击的影响。

人工接地装置垂直接地极采用镀锌扁铁与石墨板接地，石墨板规格 500\*400\*60，镀锌扁铁规格 4\*40 长度为 6m，接地极间距为接地极长度的 2 倍，每根避雷针安装 3 块石墨板接地极，接地连线为 4×40mm 热镀锌扁钢，接地网敷设深度大于 0.6m，通过地沟将所有支撑杆接地网通过 4×40mm 热镀锌扁钢互相连接。

避雷针接地网与设备接地网、SPD 接地采用共用接地，为了避免在雷击放电或感应过电压导致地电位的提高而引起设备损坏，采取“共地”措施防雷接地共用时通过等电位连接器连通，以防止在雷击时高电位损坏信息设备。防雷地、工作地及保护地均应进行等电位连接。

## 2.8 配电子系统

该库采用机房集中供电，坝面采取太阳能电池组单独供电的方式，采用 100W/50W 太阳能电板，50W/65AH 电池。

各监测设备供电走线方式尽量利用现有资源，为了保证用电安全，接入设备前必须采用地埋外套屏蔽管的方式，各设备的电源部分还需要加装空气开关。

控制室采用 UPS 不间断电源供电，同时能够提供子系统在突然断电时使用几个小时。

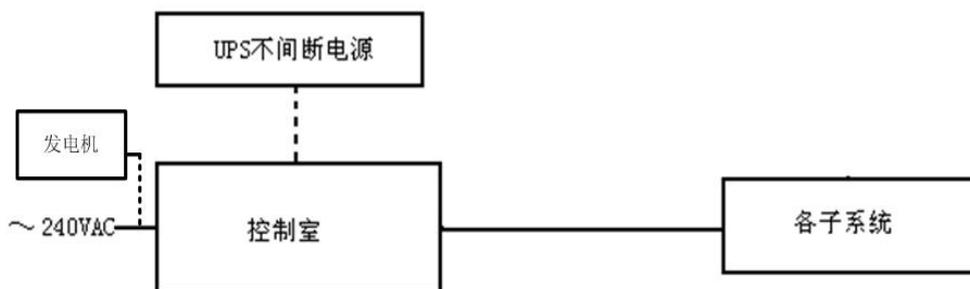


图 2-19 机房系统供电示意图

## 2.9 机房建设

### 2.9.1 调度中心位置

监测中心设置在现场值班房内，负责尾矿库在线安全监测系统运行，实现可网页浏览、自动采集、自动管理所有数据，以及展示视频监控画面。

### 2.9.2 设备配置

#### 1) 计算机服务器及网络系统

建设矿山安全监测监控计算服务器和数据库服务器，形成强大的计算能力和数据存储能力；通过千兆光纤交换机和光纤线路建立与办公楼局域网系统的连接，实现各类服务器、计算机及终端设备的网络互联。

服务器选用联想 ThinkServer T100C（应用，存储，erp 服务器）



图 2-20 工作站示意图

### 技术参数

- 处理器：英特尔酷睿 i5-10400 处理器；
- 内存：配置 2\*8GB DDR4 2666/2933MHz ECC 内存；最大支持 128g；共 16g；
- 硬盘：配置 1 块 256g SSD 硬盘，配置 2 块 1t 3.5 寸硬盘。组建 raid1，一对一备份，保护数据；
- 网卡:1000M 以太网卡；
- 显卡:intel 集成显卡；
- 硬盘控制器:配置 thinksystem 阵列卡，可支持 raid0，1；
- 整机外观：可立可卧塔式机箱；
- 服务：3 年 7x24 小时保修。

#### 2) 综合布线和系统集成

对电源线、网线、信号线等进行布线设计和施工，根据监控中心场地条件设置 1 套 3 联操作控制台、16 路硬盘录像机、交换机等其他相关设备，与数据库服务器系统、信息显示系统等相连接。

#### 山特 UPS 不间断电源



图 2-21 ups 不间断示意图

### 技术参数

- 额定容量：1500W/2KVA；
- 输入电压范围：120~275VAC；
- 输出电压 220VAC；
- 输出波形：纯净正弦输出；
- 频率范围：400HZ~70HZ；
- 输入功率因素：≥99%；
- 输出频率：50/60HZ±0.2HZ；
- 过载能力：105%-125%，负载 1min；125%-150%，负载 30s；大于 150%，负载 5s。

通过在监控中心机房设置 UPS 后备电源来保证监控中心内的设备在断电情况下可以正常运行半小时以上。

### 3) 监测监控系统

开发矿山安全生产监测监控与安全管理系统，实现矿山安全有关的资料数据进行收集、整理、统计和分析，为管理者提供决策，服务于企业安全生产，利用获取的安全数据和模型预测未来的安全情况，辅助支持企业安全管理决策的系统。

## 2.9.3 设备布置及其配线

根据调度中心设备配置情况，确定调度中心内各设备平面布置位置及线缆敷设路由。各种线路需根据场地条件合理布置，做到整齐，宽敞，便于维护。

## 2.9.4 建筑与结构

### 一般要求

利用原有的值班房，由矿方进行装修，需根据机房要求对其进行装修。

### 防火和疏散

调度中心及其辅助功能用房的防火及疏散通道安装国标要求设置。

### 室内装修

调度中心及其辅助功能用房的吊顶、墙面、地面等室内装修外观及材质要求参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）中监控中心要求的相关规定执行：本矿调度中心机房四周的墙边、墙角需做防水处理；墙面和顶棚采用白色内墙涂料；地面做防静电活动地板；其它方面没有特别要求。

由矿方负责墙面的粉刷和静电地板及空调的安装等。

## 2.9.5 供配电、照明、防雷与接地

参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）中监控中心要求的相关规定，确定调度中心的供配电、照明、防雷与接地。

1、调度中心及其辅助功能用房室内供配电系统设计：为从220V变压器处单独架设一路专用供电线路，作为调度中心的系统和照明供电，确保供电电源的负荷等级、容量及供电回路安全、稳定。备用电源采用不间断电源UPS。调度中心为监测监控和通信联络系统供电，用电负荷容量为2kw,设备按二级负荷供电。为了保护系统免受外来的雷电冲击等和系统的操作使用安全，应采用TN—S 交流电供电系统。

2、调度中心及其辅助功能用房室的照明设计为一般照明和应急照明，一般照明不少于 40W 节能灯二盏；应急照明不少于一盏，备用时间大于 30 分钟。机房内的配电系统考虑了与应急照明系统的自动切换。

### 3、调度中心的防雷与接地

#### （1）电源防雷具体措施

安装在监控中心总配电柜低压输出端的电源避雷器，用于监控中心配电设备的电源防雷保护。防雷系统可接入防雷接地端，接地电阻小于 4 欧姆。

#### （2）信号防雷具体措施

监测监控系统采用光纤方式传输信号，系统本身具有防雷效果，因此无需设置信号防雷设备。通信联络系统采用矿用通讯电缆线下井，需设置信号防雷设备。

#### （3）接地具体措施

在每个设备的机壳处，通过引线连接机柜的接地端。接地端通过 10mm<sup>2</sup> 的

铜芯线连接室外地网，从而保护设备和人身的安全。

## 2.9.6 空气调节系统

参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》(GB50395-2007)中监控中心要求的相关规定，矿山需为调度中心装设一台 1.5P 以上空调，确保维持夏季室温在 24~28℃ 之间。

## 2.9.7 消防及其它安全措施

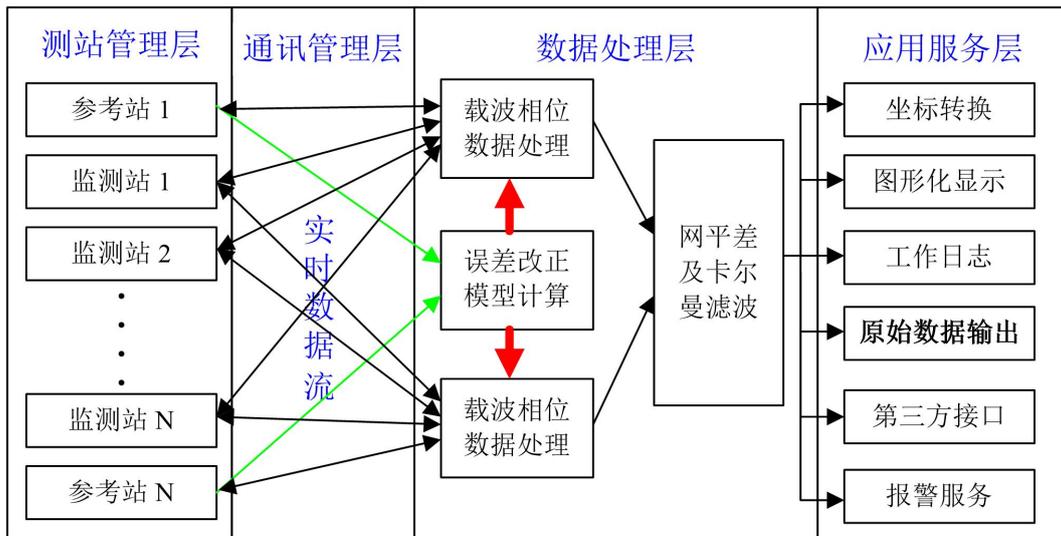
参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》(GB50395-2007)中监控中心要求的相关规定，调度中心不安装火灾自动报警系统和不设消防给水，但需设置 2 个 4kg 干粉灭火器。

参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》(GB50395-2007)中监控中心要求的相关规定，设置调度中心的防静电、防雷击、防鼠害和安全管理要求。

## 2.10 GNSS 数据解算软件

GNSS 数据接收处理是尾矿库自动化监测系统的核心组成部分，“数据处理”结果精度的高低关系到我们对坝体稳定性的判断、分析以及影响管理人员的决策。CDMonitor 软件是我们 GNSS 的核心软件，其他均有独立的采集软件进行数据采集。

CDMonitor 能同时对安放在目标设施或自然物体上的几十个 GNSS 进行实时三维位置解算，最高精度可达毫米级精度的一款软件，它还附带了一个卡尔曼滤波器，能对双差（二次差分）载波相位观测值进行时间的差分（也叫三次差分），最后得到的结果是在你的目标区域内可靠的一个实时或准实时的运动监测系统。



### ◇ 丰富功能

#### ➤ 测站管理层

- 兼容 Trimble、Leica、Topcon、Novatel 等主流品牌接收机；
- 可远程管理多个参考站、多个监测站的 GNSS 接收机；
- 可管理一机多天线控制器；

#### ➤ 通讯管理层

- 支持 TCP Client、TCP Server、UDP 通讯协议；
- 支持 RS232、UHF 数据传输；
- 支持 GPRS/CDMA/3G 数据传输；

#### ➤ 数据处理层

- 原始数据预处理与分析，实时图形化显示各颗卫星的周跳及钟差等信息；
- 电离层、对流层误差改正模型实时计算；
- 实时多个参考站数据处理及网平常；
- 支持 GPS/BD2/GLONASS 数据处理功能；
- 对解算结果实时卡尔曼滤波；
- 支持静态、动态及高动态数据处理，最高可达 20Hz；
- 实时对解算结果进行评估，并剔除粗差；

#### ➤ 应用服务层

- 坐标转换功能：如转换为坝体坐标；
- 图形化显示：实时显示各监测点变化过程线、卫星分布图、残差图等；

- 工作日志：实时显示卫星星历、基线解算状态、报警信息及原始数据存储情况等；
- 原始数据存储：可任意设置 GNSS 原始数据的存储时段、文件格式及存储方式等；
- 第三方接口：可通过 TCP/IP 协议、文件或者数据库的方式实时获取监测成果；
- 报警服务：对数据通讯异常、数据解算异常等进行实时报警提醒。

#### ◇ 先进特性

- 无人值守，自动运行；
- 多参考站数据处理功能：通过多个参考站可计算监测区域电离层误差模型，可提高系统的精度及可靠性；
- 支持 GPS/BD2/GLONASS 卫星导航系统多频数据处理的功能，大大提高系统的可靠性与可用性
- 通过实时网平差与解算结果实时卡尔曼滤波，检核数据解算的可靠性，有效剔除粗差。

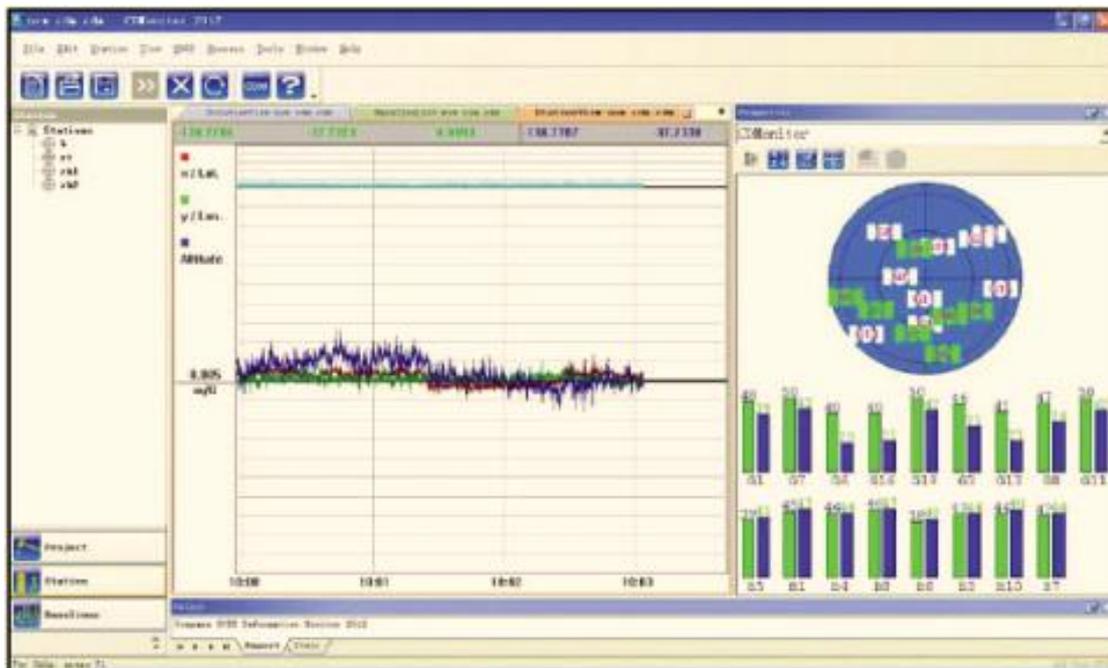


图 2-22 CDMonitor 解算软件

## 2.11 监控中心平台软件

### 1) 软件流程

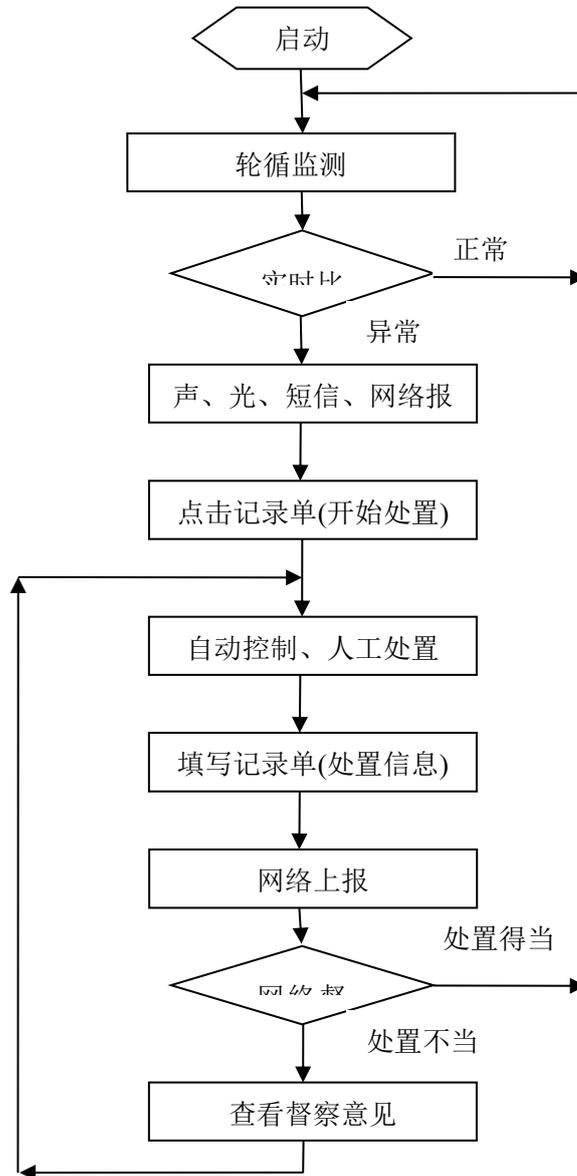


图 2-23 软件设计流程

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，如果超限随即出发声光报警器、短信报警模块、网络报警功能实现多种方式同时报警。

## 2) 配套软件功能介绍

尾矿库在线监测系统软件部分包括各传感器数据采集软件、尾矿库监测数据分析软件。

### 传感器数据采集软件

#### 采集软件

本软件支持 GPS、浸润线、库水位等监测设备监测数据的采集与数据的上传，同时可以远程控制各监测设备，支持串口、TCP/IP 等协议。



图 2-24 软件登入界面

### 1) 尾矿库监测数据分析软件

本软件系统为 B/S 与 C/S 混合架构，其功能为尾矿库坝体表面/内部位移、降雨量、浸润线、库水位等监测手段在线分析、发布等。

功能模块

◆ 首页



图 2-25 设备现状图

◆ 系统介绍



图 2-26 系统介绍界面

◆ 点位布置



◆ 数据采集及历史数据查询



图 2-28 数据采集及历史数据查询示意图

◆ 系统管理界面



图 2-29 采集周期参数设置界面

## ◆ 监测信息报警功能



图 2-30 监测信息报警示意图

### 软件优势

1、软件平台采用 B/S 架构，通过浏览器联网即可查看系统运行和监测状况，同时支持手机访问，方便快捷查看系统监测数据及报警信息。

2、软件平台包括如下功能模块：数据采集与存储模块、远程访问与控制模块、数据处理及分析、视频监控模块、人工安全监测模块、信息发布及系统预警模块、系统管理及维护模块。

3、数据采集与存储模块，具备如下功能：

1) 各种监测数据的采集须自动化，对各监测数据的采集周期可定制化；  
2) 可方便地在设备安装位置分布图上查看各监测数据的实时监测值，并能显式表明监测值是否处于正常或处于某种预警状态(黄色或橙色或红色预警)；

3) 对采集的数据须存储数据库，可对 2 年内的历史数据进行有效地查询；

4) 可对数据库存储的数据进行数据导入和数据备份的操作。

4、远程访问与控制模块：

1) 架设在线监测 WEB 服务器，支持通过浏览器远程 WEB 访问在线监测系统；  
2) 提供远程数据访问接口，方便监管部门统一查询或调配系统的监测数据，以及了解系统的运行情况；

3) WEB 服务应包括以下技术指标：峰值并发用户数>50 个，在最大并发访问情况下，响应时间应小于 15 秒。

#### 5、数据处理及分析模块：

- 1) 能实现对各监测数据类型制作监测曲线和数据报表的功能；
- 2) 能对一定周期内的监测数据作可能的趋势分析功能；
- 3) 能根据人工安全监测的数据对实时监测的数据进行校准。

#### 6、视频监控模块：

1) 须将视频监控的功能集成到在线监测软件平台，使软件的集成度和一体化程度高，方便实时有效地监测；

2) 视频监控的基本功能包括：视频实时预览、历史视频回放，同时支持视频摄像头的对比度、视频截图、云台控制、缩放等功能；

3) 视频监控的二次开发至少支持海康威视和浙江大华等大品牌的视频摄像头的数据采集。

#### 7、人工安全监测模块：

- 1) 支持人工巡检的记录录入、存储归档和查询功能；
- 2) 支持人工对系统所有监测点的安全监测数据的录入和进行监测数据比对；
- 3) 可对实时在线监测数据进行数据校准。

#### 8、信息发布及系统预警模块：

1) 软件支持三级自动预警功能，包括单一监测数据和组合监测数据的黄色、橙色和红色预警；

2) 软件支持多种报警模式，如声光报警、邮件报警、短信报警和电话报警，根据严重程度对各级别进行报警模式的设置；

3) 软件支持人工预警，同时可结合人工巡检和系统监测目标的自动预警值将相关重要的信息通过邮件、短信或电话的方式对指定各级别领导和安全员进行人工信息发布。

#### 9、系统管理及维护模块：

- 1) 软件支持多用户管理并具有对各级用户分配管理权限的功能；
- 2) 软件具有对系统所有硬件设备管理、配置和维护的功能；
- 3) 软件支持对系统各监测点的各级预警值进行设置的功能；
- 4) 软件可对系统各种监测数据的采集周期进行配置的功能；

5) 软件有系统设备故障检测及恢复自动提醒等报警功能，并同时有相关的诊断记录、故障记录和恢复记录等维护记录功能。

### 3 设备清单

#### 1) 初期设备列表

一、表面位移监测系统设备清单						
序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	GNSS	A300	司南	120 通道 水平: $\pm(2.5 + 1 \times 10^{-6}D)$ mm 垂直: $\pm(5 + 1 \times 10^{-6}D)$ mm 2 个 RS232 接口、1 个 LAN(预留) 接口 gps/北斗(天线, 接收机, 强制对中器, 无线发射器四合一)	台	5
2	GNSS 设备箱立杆	定制	鹏旭科技	钢制立杆及 304 不锈钢设备箱, 安装支架, 地理底座架	个	5
3	串口服务器	NPort5110	MOXA	10/100M 网络接口 数据接口 RS-232/422	台	5
4	排插	6 口	公牛	6 口	个	5
5	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	5
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	5
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 $\leq 0.2$ dB, 传输速率 100M	个	5
8	避雷针及避雷杆	定制	鹏旭科技	1.5m 避雷针及 3 米底座	根	5
设备费						
二、浸润线监测系统设备清单						
序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	渗压计	PX-S1218	鹏旭科技	量程: 0-0.3Mpa 测量精度: $\leq 0.05\%$ F.S 精度: 0.1Kpa 耐水压: 0.6MPa 防护等级: IP67	台	4
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口 数据接口 RS-232/422/485	台	2
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	2

4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	2
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	2
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	2
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	2

**设备费**

**三、内部位移监测系统设备清单**

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	测斜仪	PX-X336	鹏旭科技	测量范围: ±90° C 测量精度: 0.01° 测量轴: X-Y 频率响应: 100HZ	台	20
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口数 据接口 RS-232/422/485	台	3
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	3
4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	3
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	3
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	3
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	3

**设备费**

**四、雨量监测系统设备清单**

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	雨量计	PX-YL-001 翻斗式	鹏旭科技	翻斗式 测量降水强度: ≤ 4mm/min 分辨力: 0.1mm (3.14mL) 误差: ±4% (室内静态测试, 强度为 2mm/min) 输出信号: (干式舌簧管) 脉冲信号	台	1
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口数 据接口 RS-232/422/485	台	1
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	1
4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	1
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	1

6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	1
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	1

**设备费**

**五、视频监控系统设备清单**

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	高速智能球机	DS-2DC44231W-DE	海康	高清 400W 红外 100m,	台	6
2	光纤收发器	GH800-GE611GS-SFP	慧谷	工业级, 1000M	对	6
3	8 口交换机	HG800-GE308	慧谷	工业级, 1000M	台	3
4	硬盘录像机	16 路	海康威视	16 路 H. 265、H. 264 编码前端自适应接入; 可选 4SATA 接口; 可接驳符合 ONVIF、RTSP 标准及众多主流厂商的网络摄像机; 支持 1200W 高清网络视频的预览、存储与回放; 支持 HDMI 和 VGA 本地输出接口;	台	1
5	硬盘	8T	希捷	企业级监控硬盘	块	3
6	显示器	27 寸	DELL	27 寸	台	1
7	排插	3 口	公牛	3 口	个	6
8	视频箱	国标 304	鹏旭科技	定制	个	6
9	网线	超五类	海康威视	超五类网线工程级无氧铜箱线 (305 米/箱)	箱	2
10	电源线	2*1.5	沧州天一	国标 (电缆盘外木板包装) 预估	米	1500
12	室外防水光纤	GYXTW-4B1	沧州天一	国标 (电缆盘外木板包装) 预估	米	2000
13	信号线	MHYVP 4*0.75	沧州天一	国标 (电缆盘外木板包装) 预估	米	500
14	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	6
15	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	个	6
16	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	6

**设备费**

### 六、数据监控中心平台设备清单

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	路由器	TP-WDR7660	TP-LINK	AC 双频 3T3R, 2.4GHz/5GHz	台	1
2	交换机	TL-SG1024DT	TP-LINK	24 口千兆	台	1
3	稳压器	TND3-3000W	德力西	稳压范围 140V-250v	台	1
4	UPS	C2ks	山特	输入 VAC110~300v, 频率: 40-70Hz; 输出: 220 (1±2%) v, 频率: 50220 (1±0.2%) Hz 待机 2h	套	1
5	机柜	32U	新华强	国标	套	1
6	服务器	ThinkServer T100C	联想	酷睿 I5-10400, 配置 2*8GB DDR4, 配 置 2 块 1T 3.5 寸硬盘组建 raid1	台	1
7	显示器	DELL	DELL	27 寸	台	1
8	声报警器	R26T	漫步者	功率 12W, 信噪比 dB≥85dB	台	1
9	辅材			胶布、尾纤、终端盒、水晶头、接续 包、熔纤等	批	1

### 设备费

### 七、系统软件及其他清单

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	GNSS 数据处理系 统	V3.0	鹏旭科 技		套	1
2	尾矿库综合分析 管理系统平台	V1.0	鹏旭科 技		套	1
3	技术服务费				次	1
4	运费				批	1

2) 后期设备列表

一、表面位移监测系统设备清单						
序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	GNSS	A300	司南	120 通道 水平: $\pm(2.5 + 1 \times 10^{-6}D)$ mm 垂直: $\pm(5 + 1 \times 10^{-6}D)$ mm 2 个 RS232 接口、1 个 LAN(预留) 接口 gps/北斗(天线, 接收机, 强制对中器, 无线发射器四合一)	台	18
2	GNSS 设备箱立杆	定制	鹏旭科技	钢制立杆及 304 不锈钢设备箱, 安装支架, 地理底座架	个	18
3	串口服务器	NPort5110	MOXA	10/100M 网络接口 数据接口 RS-232/422	台	18
4	排插	6 口	公牛	6 口	个	18
5	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	18
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	18
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 $\leq 0.2$ dB, 传输速率 100M	个	18
8	避雷针及避雷杆	定制	鹏旭科技	1.5m 避雷针及 3 米底座	根	18
<b>设备费</b>						
二、浸润线监测系统设备清单						
序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	渗压计	PX-S1218	鹏旭科技	量程: 0-0.3Mpa 测量精度: $\leq 0.05\%F.S$ 精度: 0.1Kpa 耐水压: 0.6MPa 防护等级: IP67	台	28
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口 数据接口 RS-232/422/485	台	9
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	9
4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	9
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	9

6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	9
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	9

设备费

三、内部位移监测系统设备清单

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	测斜仪	PX-X336	鹏旭科技	测量范围: ±90° C 测量精度: 0.01° 测量轴: X-Y 频率响应: 100HZ	台	20
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口数 据接口 RS-232/422/485	台	3
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	3
4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	3
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	3
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	3
7	以太网浪涌保护器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	3

设备费

四、雨量监测系统设备清单

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	雨量计	PX-YL-001 翻斗式	鹏旭科技	翻斗式 测量降水强度: ≤ 4mm/min 分辨力: 0.1mm (3.14mL) 误差: ±4% (室内静态测试, 强度为 2mm/min) 输出信号: (干式舌簧管) 脉冲信号	台	1
2	串口服务器	UT-6001	宇泰	符合 IEEE 802.3 10/100M 网络接口数 据接口 RS-232/422/485	台	1
3	排插	3 口	公牛	3 口	个	1
4	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	1
5	开关电源	IRM-45-12ST	台湾明纬	AC220V 转 DC12V, 45W	个	1
6	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	台	1
7	以太网浪涌保护	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤	个	1

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
<b>设备费</b>						
<b>五、视频监控系统设备清单</b>						
1	高速智能球机	DS-2DC4423IW-DE	海康	高清 400W 红外 100m,	台	6
2	光纤收发器	GH800-GE611GS-S FP	慧谷	工业级, 1000M	对	6
3	8 口交换机	HG800-GE308	慧谷	工业级, 1000M	台	3
4	硬盘录像机	16 路	海康威 视	16 路 H. 265、H. 264 编码前端自适应接入; 可选 4SATA 接口; 可接驳符合 ONVIF、 RTSP 标准及众多主流厂商的网络摄像 机; 支持 1200W 高清网络视频的预览、存 储与回放; 支持 HDMI 和 VGA 本地 输出接口;	台	1
5	硬盘	8T	希捷	企业级监控硬盘	块	3
6	显示器	27 寸	DELL	27 寸	台	1
7	排插	3 口	公牛	3 口	个	6
8	视频箱	国标 304	鹏旭科 技	定制	个	6
9	网线	超五类	海康威 视	超五类网线工程级无氧铜箱线(305 米 /箱)	箱	2
10	电源线	2*1.5	沧州天 一	国标(电缆盘外木板包装)预估	米	200 0
12	室外防水光纤	GYXTW-4B1	沧州天 一	国标(电缆盘外木板包装)预估	米	300 0
13	信号线	MHYVP 4*0.75	沧州天 一	国标(电缆盘外木板包装)预估	米	100 0
14	空气开关	HDBE-63	德力西	2P10A	个	6
15	浪涌保护器	DZ47Y40	德力西	最大防电电流 40KA, 持续工作电压 440V	个	6
16	以太网浪涌保护 器	TL-RJ45/E100	恒立信	工作电压 5V, 最大通流 10KA, 损耗 ≤ 0.2dB, 传输速率 100M	个	6
<b>设备费</b>						
<b>六、数据监控中心平台设备清单</b>						
序	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单	数

号					位	量
1	路由器	TP-WDR7660	TP-LINK	AC 双频 3T3R, 2.4GHz/5GHz	台	1
2	交换机	TL-SG1024DT	TP-LINK	24 口千兆	台	1
3	稳压器	TND3-3000W	德力西	稳压范围 140V-250v	台	1
4	UPS	C2ks	山特	输入 VAC110~300v, 频率: 40-70Hz; 输出: 220 (1±2%) v, 频率: 50/220 (1±0.2%) Hz 待机 2h	套	1
5	机柜	32U	新华强	国标	套	1
6	服务器	ThinkServer T100C	联想	酷睿 I5-10400, 配置 2*8GB DDR4, 配 置 2 块 1T 3.5 寸硬盘组建 raid1	台	1
7	显示器	DELL	DELL	27 寸	台	1
8	声报警器	R26T	漫步者	功率 12W, 信噪比 dB≥85dB	台	1
9	辅材			胶布、尾纤、终端盒、水晶头、接续 包、熔纤等	批	1

**设备费**

**七、系统软件及其他清单**

序号	设备名称	型号	品牌	关键技术参数	单位	数量
1	GNSS 数据处理系 统	V3.0	鹏旭科 技		套	1
2	尾矿库综合分析 管理系统平台	V1.0	鹏旭科 技		套	1
3	技术服务费				次	1
4	运费				批	1

## 4 售后服务承诺

### 1) 售后服务宗旨

提供全面及时优质的服务作为公司的基本宗旨。我们认为，公司的信誉不仅建立在我们提供先进、可靠的产品基础上，而且依赖于我们所提供的广泛优质的服务。为此，我公司培养了一支强大的技术服务队伍，为业主提供优质售后服务。

公司在提供高质量产品的基础上，建立了一支高质量的售后服务队伍，以向用户提供高质量的服务为本身的服务宗旨。

### 2) 技术和维修服务机构人员

售后服务中心配备专业的技术人员，先进的维修检测仪器，并储备有备品、备件。售后服务包括产品的维修、维护；系统运行支持及软件升级等。设备售出后，公司将由售后服务部工程师始终与用户保持密切的联系，跟踪合同设备使用情况，回访用户，协助分析、解决设备出现的故障。

#### 售后服务中心负责人

售后服务中心建立以项目总监总负责制，售后中心主管主持服务中心的日常运营。

#### 技术支持工程师

在系统运行期我公司安排有技术支持工程师进行设备技术支持工作。

#### 软件开发支持工程师

提供项目软件开发工程师，负责解决用户在实际应用过程中对系统软件提出新的、合理的软件需求。

### 3) 产品售后服务承诺书

#### 售后服务承诺：

◇ 服务热线：0791-83899600。

◇ 系统、设备保修期为 1 年。在此期间，如因产品质量或安装调试不当，导致系统产生的问题，我公司负责免费维修，维修器材费和工时费由我公司负责。

◇ 在保修期内，如矿方操作人员使用不当或因其他人为因素（包含自然灾害）而产生故障，由我公司负责维修，只收取更换的零部件成本费，不收工时费等其它维修费用。

✧ 在过保修期后，如系统产生故障，由我公司负责维修，也只收取更换的零部件成本费用，不收工时费等其它维修费用。

✧ 我公司定期指派维修人员对系统进行全面检查，并提供全天候（含节假日）的维护或技术咨询。对所提出的维护要求在 2 小时之内到达现场，并在 12 小时内解决问题。若硬件故障在规定时间内无法解决，提供同等规格的备用设备，直到原设备修复完毕。

✧ 我公司将积极回答矿方有关系统方面的问题咨询，共同分析系统的工作状况。

如矿方需要软硬件方面的升级，我公司提供各种免费的技术咨询并协助好使用方对该系统进行改进与更新。

#### 4) 维保服务范围

- ①系统中设备的故障排除；
- ②系统中设备损坏后的维修和更换；
- ③系统线缆检查和维护；
- ④系统改造和升级的建议；
- ⑤用户操作人员的培训；
- ⑥每季度一次对系统设备进行保养和检查。

#### 5) 设备维修

对于出现故障的零部件、接插件，公司免费负责维修；

- ①对于小型常见故障，现场进行设备维护，以最快的速度保证设备运行良好，确保整个系统的健康运行；
- ②使用备用设备替换上，并将替换下的设备进行修理；
- ③对于无法修复，需更换设备及配件，收取设备及配件成本费用。

#### 6) 软件升级

本公司现场维护人员将和各系统厂家进行联动，为客户适时地提供软件的升级服务。保障客户的系统软件保持先进性和稳定性。

- ①对系统设备的运行情况进行监控，分析运行情况，及时发现并排除故障；

②根据用户的监控系统经常出现的情况或者有可能出现的地方及时提出日常维护和日常使用建议。

### 5) 响应时间及承诺

我们为用户提供的服务是 7×24 小时响应服务，具体响应方式及响应时间根据故障级别而定，其具体内容如下：

故障级别	故障内容	响应时间
I	系统出现警告，不影响系统运行	7×24 小时电话咨询 72 小时内到达现场
II	部分设备损坏，但系统正常运行	7×24 小时电话咨询 48 小时内到达现场
III	系统故障，严重影响系统运行	7×24 小时电话咨询 24 小时内到达现场