

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：

在线监测：

(1) 坝体表面位移监测

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2个表面位移、421m高程坝体2个表面位移，坝体外稳固区域基准点1个；

(2) 浸润线监测

在线浸润线监测：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；

(3) 库水位监测

本项目设置1套库水位监测点，库水位监测点设置在库尾合适地点。

(4) 干滩监测

本项目设置2条干滩监测，分别监测滩顶高程及干滩长度。

(5) 降雨量监测

在GNSS基准点，设置1个监测点。

(6) 视频监控

进水口1个，初期坝1个，出水口1个，干滩面1个，库内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 2 个表面位移、421m 高程坝体 2 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

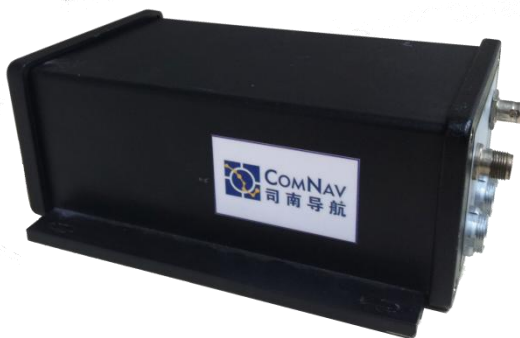


图 3-1 GNSS 监测型接收机

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℃— +70℃
- ◇ 存储温度-45℃— +80℃
- ◇ 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 3-2 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。

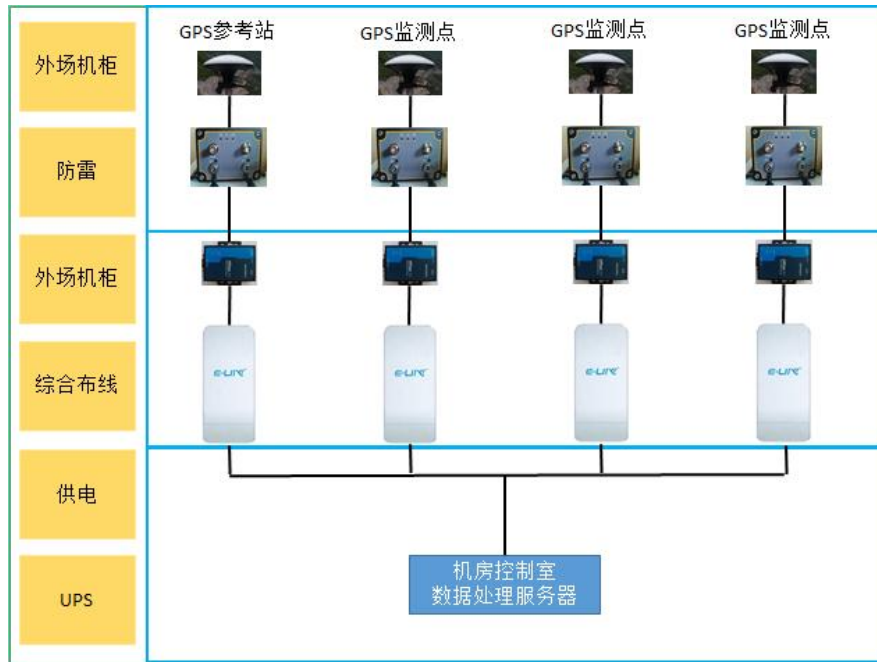


图 3-3 表面位移 GPS 监测拓扑图

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。

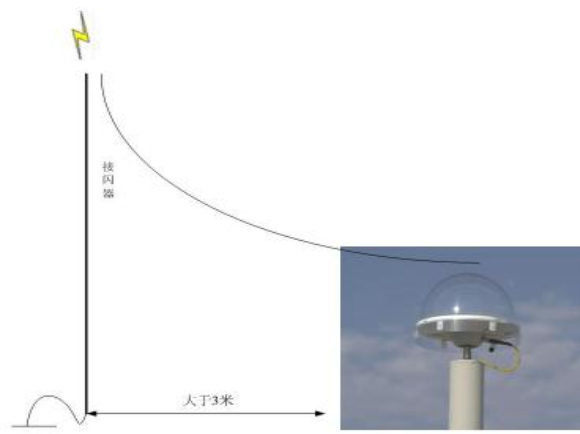


图 3-5 直击雷预防示意图

避雷针选用四川中光 ZGZ-200-1.8 型号避雷针：



图 3-6 避雷针

技术参数

- 雷电通流容量 kA: 200
- 电阻 Ω : ≤ 1
- 高度: 1.8m
- 质量 kg: 4.8
- 最大抗风强度 m/s: 40
- 安装尺寸 mm: $\phi 70 \pm 0.26$

接地网

地网的建设选用 4 根 $50 \times 50 \times 5$ mm 热镀锌角钢为垂直地极 $L \geq 1.5$ 米，以 40×4 mm 热镀锌扁钢互连，地极埋地深度 > 0.7 米。避雷针基座为 $500 \times 500 \times 60$ mm 钢筋混凝土，由地网引两根 40×4 mm 热镀锌扁钢与基座连接（连接处必须为焊接刷漆）。接地电阻小于 10 欧姆。

注：避雷针在地面上的保护半径

为 $r = 1.5h$ 。

式中 r —保护半径 (米)； h —避雷针高度 (米)。在被

保护物高度 h_x 水平面上的保护半径为

$h_x > h/2, r_x = (h - h_x) p - h_a p$;

$h_x < h/2, r_x = (1.5h - 2h_x) p$ 。

式中 r_x —避雷针在 h_x 水平面上的保护半径 (米)；

h_x —被保护物的高度 (米)；

h_a —避雷针的有效高度 (米)；

p —高度影响系数 (考虑避雷针高度时，保护半径不能按比例增大的系数)。

$h \leq 30$ 米时， $p = 1$ 。

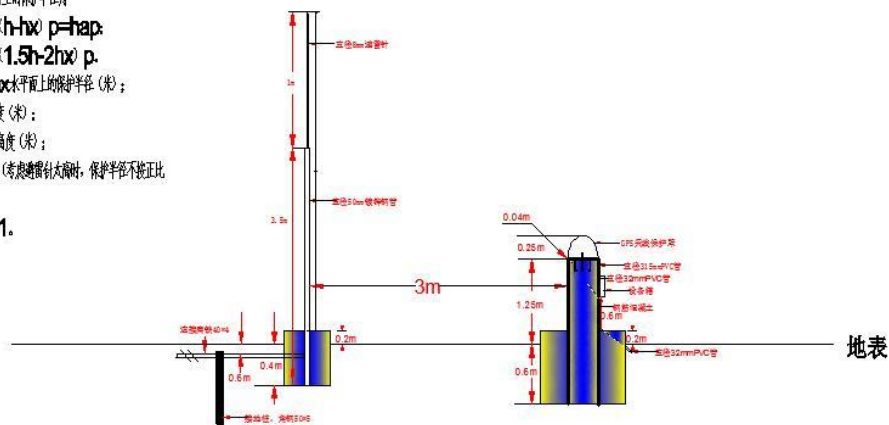


图 3-9 表面位移安装示意图

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 3-10 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 库水位监测

2.3.1 设计依据

依据《尾矿库安全监测技术规范》AQ 2030—2010 第7条：

库水位测点的布置根据坝型、筑坝及排尾方式确定，应设置在基本能代表库内平稳水位，并能满足工程管理和监测资料分析需要的地方。根据招标文件要求，库水位监测点布置在坝尾。

2.3.2 监测原理

(1) 库水位监测

超声波液位计天线发射极窄的微波脉冲，这个脉冲以光速在空间传播，遇到被测介质表面，其部分能量被反射回来，被同一天线接收。发射脉冲与接收脉冲的时间间隔与天线到被测介质表面的距离成正比。由于电磁波的传播速度极高，发射脉冲与接收脉冲的时间间隔很小（纳秒量级）很难确认，超声波液位计采用一种特殊的解调技术，可以准确识别发射脉冲与接收脉冲的时间间隔，从而进一步计算出天线到被测介质表面的距离。

由于发射的微波脉冲有一定的宽度，使得距离换能器较近的小段区域内的反射波与发射波重叠，无法识别，不能测量其距离值。这个区域称为测量盲区。盲区的大小与超声波液位计的型号有关。

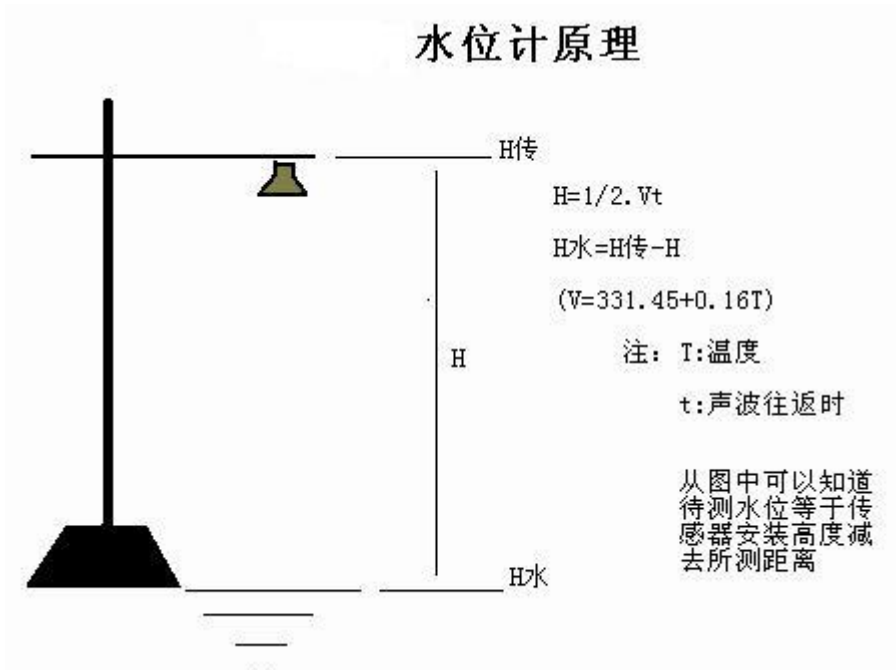


图 3-13 超声波水位计测量原理图

(2) 库水位监测设计

根据规范要求, 库水位监测点要求旋转水波波动比较平稳的地段, 一般为库区排洪口固体建筑物旁或者相对比较坚固的岸边, 如下图所示:



图 3-16 库水位监测位置

2.3.3 设备选型



图 3-14 超声波液位仪外观图

超声波液位仪传感器，型号为 PX-1218、，参数如下：

- 应用：河道、湖泊、浅滩
- 测量范围：5~15米
- 过程连接：螺纹G1½" A / 支架/法兰
- 过程温度：-40~100℃
- 过程压力：常压
- 精度：±3mm
- 频率范围：26GHz
- 防护等级：IP67 / IP65
- 供电电源：DC（6—24V）/四线
- 信号输出：RS485/Modbus 协议
- 现场显示：可选
- 外壳：铝/塑料

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 干滩监测设计

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 条及招标文件要求：

——视坝长及水边线弯曲情况，选干滩长度较短处布置 1~3 个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置，在几个测量结果中，选最小者作为该尾矿库的沉积滩干滩长度，本次设计一条监测剖面。

2.4.2 监测原理

由于干滩监测要具有非接触式要求，故我公司研制出一种采用超声波物位计监测干滩的设备，该设备具有非接触式，测量精度小于 3mm，结合库水位数据可实时得到滩顶高程、安全超高、干滩坡度和最小干滩长度。监测原理与下所示：

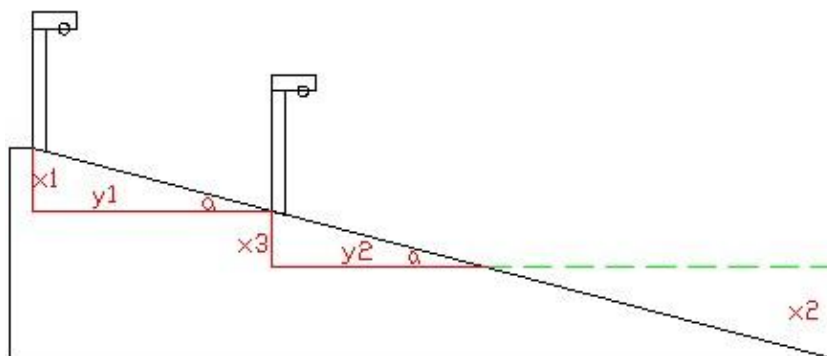


图 3-11 干滩监测示意图

尾矿库滩顶高程的测点布设，沿坝（滩）顶方向布置测点，当滩顶一端高一端低时，在低标高段选较低处监测 2 个点。设备选用超声波物位计。

设备的分辨率：1mm；测量范围：10m；精度：±3mm。

y1：两个物位计之间的距离

X1：物位计之间的高差

$\tan \angle a = x1/y1$

x2：通过水位监测点测量出水位高度

X3：通过第二点测得的高程减去水位高程 x2

y2： $y2 = x3 * y1 / x1$

干滩长度为： $y1 + y2$

2.4.3 测点布置

根据《尾矿库安全监测技术规范》AQ2030-2010 规范和招标文件要求沿着现状坝顶轴向方向，选取干滩标高较低处布设 1 套干滩监测系统，用于监测干滩长度、干滩高程、干滩坡度。

2.3.4 设备选型

监测仪器包括固定设备立杆与支架及高精度超声波物位计。



图 3-12 超声波传感器

设备参数：

- 应用：固体料、强粉尘、易结晶、结露场合
- 测量范围：10米
- 过程连接：万向法兰
- 介质温度：-40~250℃
- 过程压力：-0.1~0.3 MPa（万向法兰），-0.1~4 MPa（平板法兰）

- 精度：±15mm
- 防护等级：IP67
- 频率范围：26GHz
- 防爆等级：Exia II C T6 Ga/Exd [ia] IIC T6 Gb
- 信号输出：RS485/Mod bus

2.4.5 数据通讯

干滩监测设备输入输出数据均为 485，由光纤传输至值班室监控中心服务器，确保了数据传输的安全性和可靠性。

2.5 雨量监测设计

2.5.1 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。

2.5.2 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 3-15 雨量计内部结构

2.5.3 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。

2.5.4 设备选型

型号：PX-YL01



图 3-16 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。

2.5.5 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。

2.5.6 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。

2.6 视频监控子系统

2.6.1 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。

2.6.2 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（新增）、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。

2.6.3 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 3-15 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。

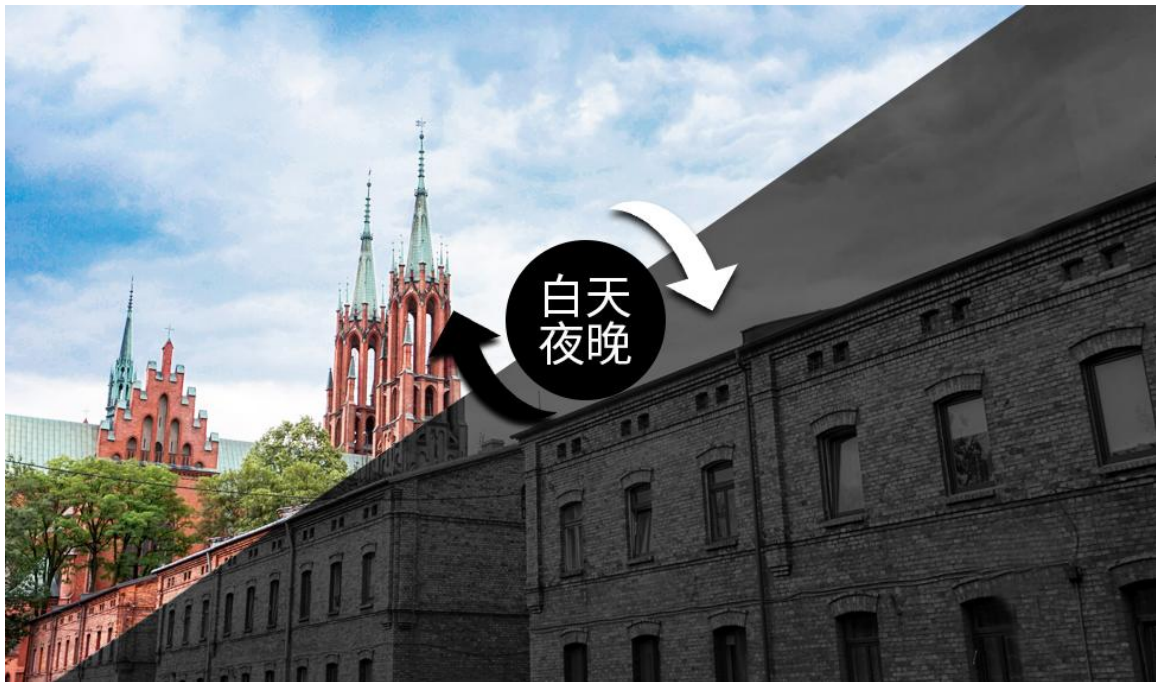


图 3-16 视频监控效果图

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 3-17 硬盘录像机

技术参数

- 支持萤石云服务；
支持最大 8 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。

2.6.4 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。

2.6.5 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。

2.6.6 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，外度镀锌防腐，使用寿命为 10 年，具体图纸如下：



图 3-19 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。

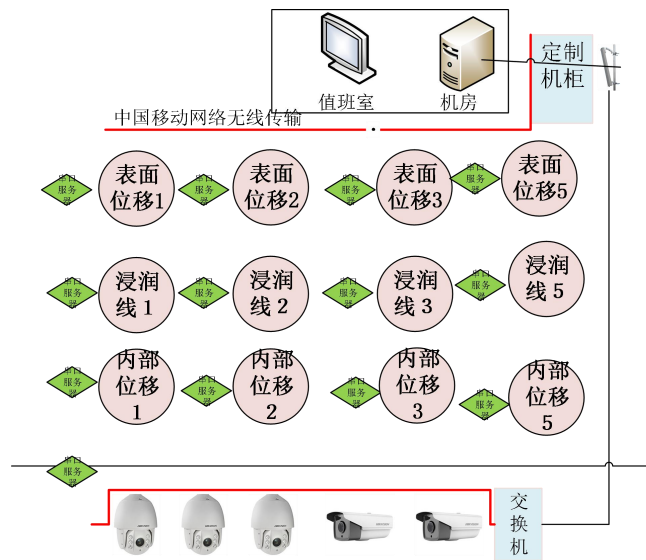


图 3-20 系统网络拓扑图

2.6.2 数据传输方式

本次设计均采用无线 DTU 传输，通过电话卡与路由器映射相应端口实现。

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 ≤ 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。

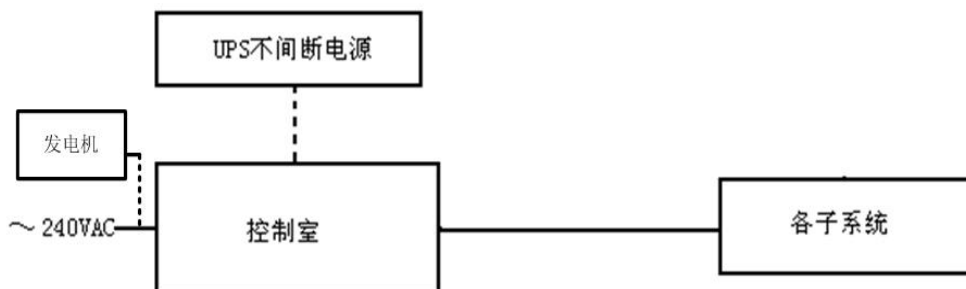


图 3-22 机房系统供电示意图

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2号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 DELL 工作站



图 3-23 工作站示意图

技术参数

- CPU: Intel 至强 E5-2600 v4 级别以上;
- 内存: 16GB, DDR4 2400MHZ 以上;
- 硬盘: 2TB, 5200 RPM, 3.5inch, 工业级, 双硬盘;
- 网卡: 双网卡配置, 方便远程访问和内部网络数据传输。

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、8 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 3-25ups 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: $\geq 99\%$;

- 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 10mm² 的铜芯线连接室外地网,从而保护设备和人身安全。

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

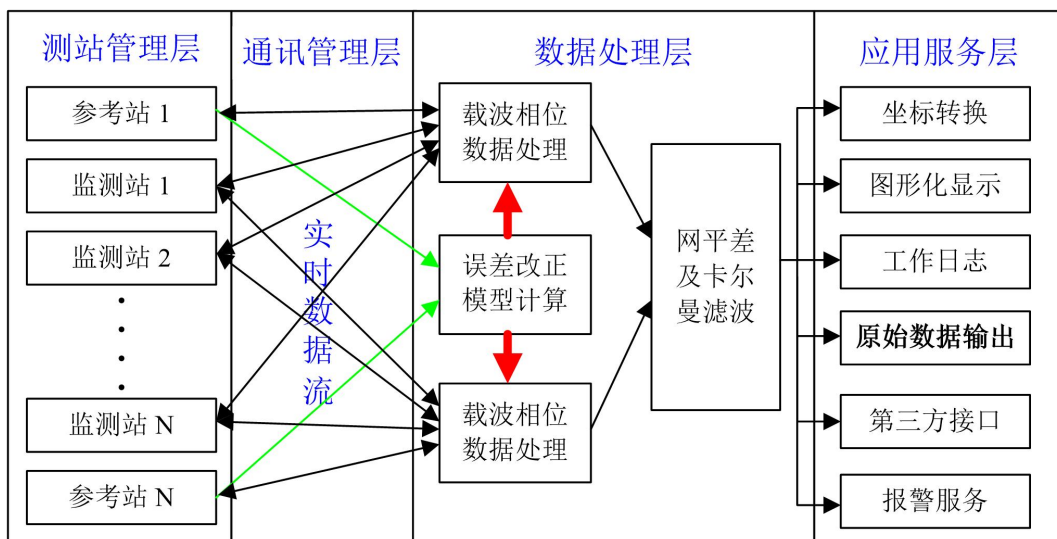
参照矿山办公楼标准和《视频安防监控系统工程设计规范》(GB50395-2007)中监控中心要求的相关规定,调度中心不安装火灾自动报警系统和不设消防给水,但需设置2个4kg干粉灭火器。

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。

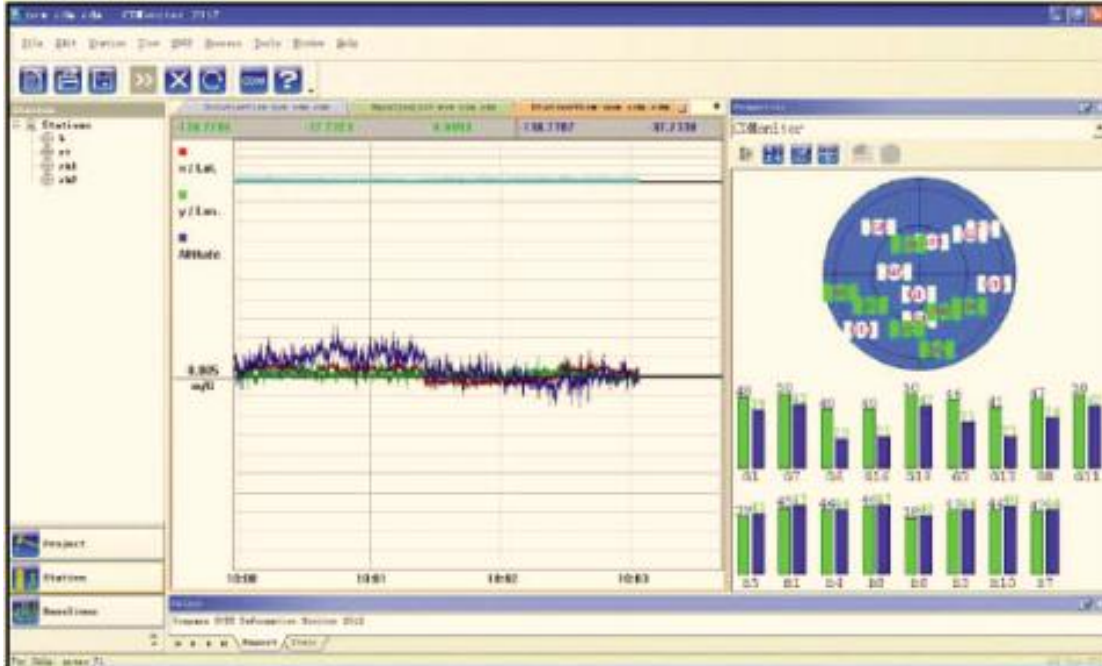


图 3-26CDMonitor 解算软件

2.11 监控中心平台软件

1) 软件流程

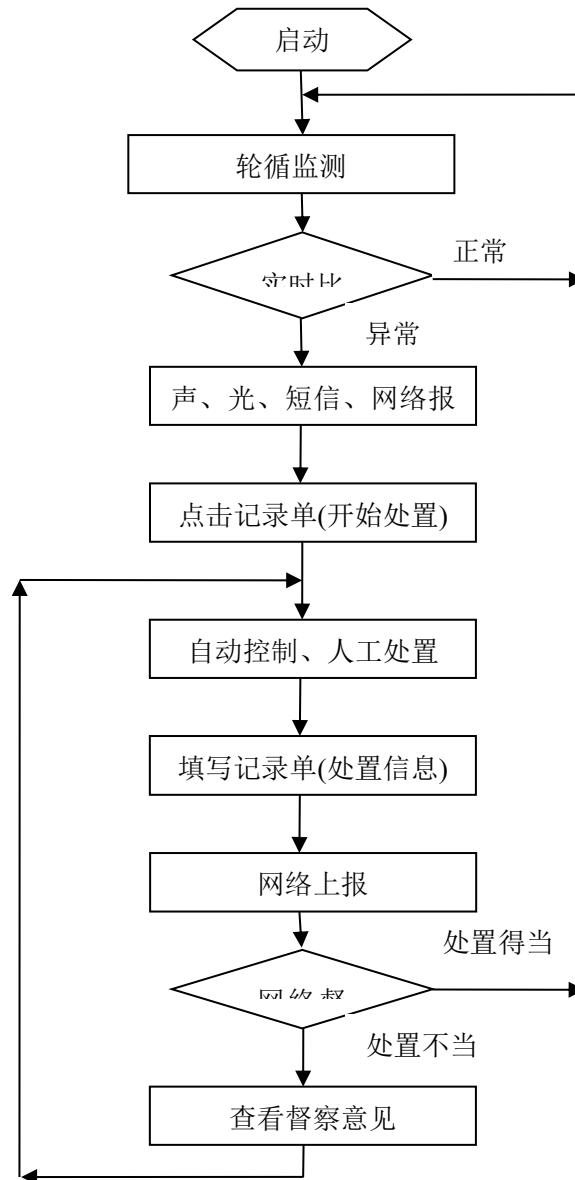


图 3-27 软件设计流程

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。

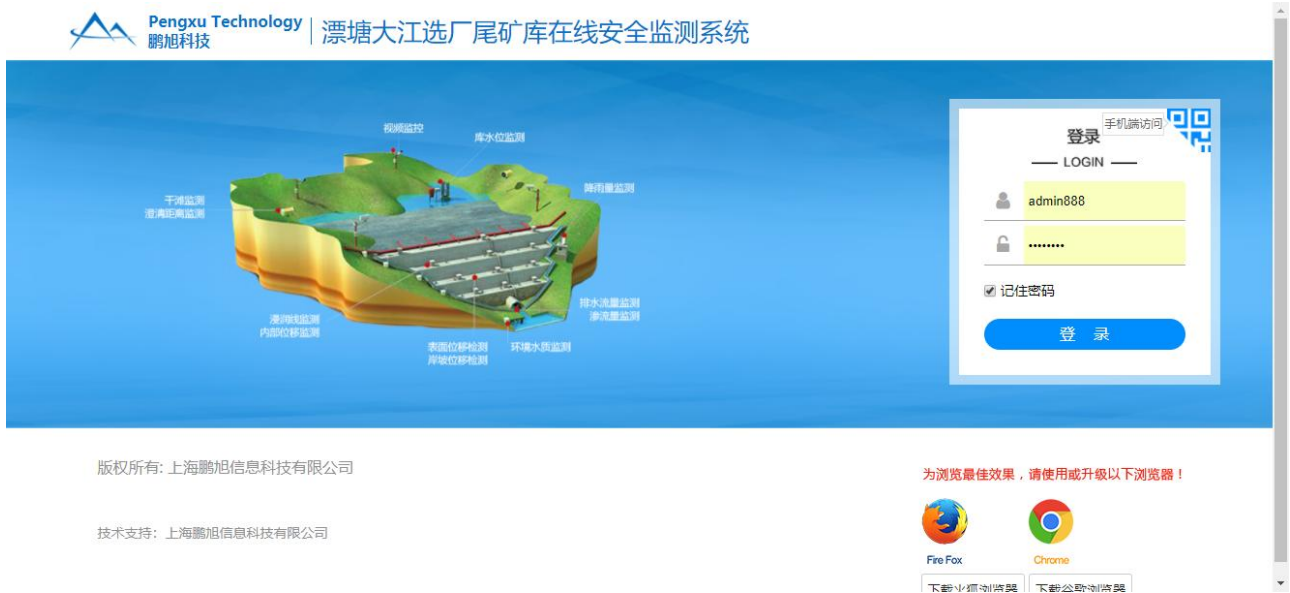


图 3-28 软件登入界面

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

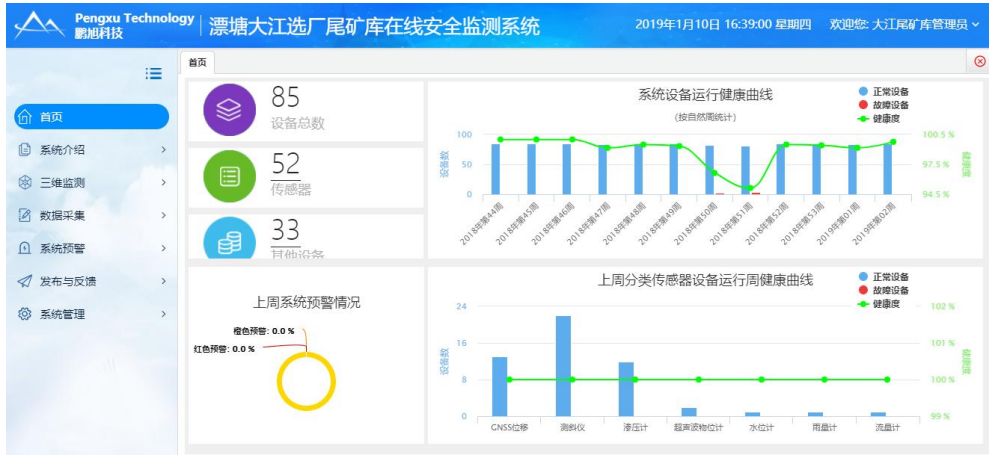


图 3-29 设备现状图

◆ 系统介绍



图 3-30 系统介绍界面

◆ 点位布置



图 3-31 浸润线监测示意图

◆ 数据采集及历史数据查询



图 3-32 数据采集及历史数据查询示意图

◆ 系统管理界面



图 3-33 数据实时显示、历时查询、数据分析示意图