

# 烈度计台站远程监控系统<sup>1</sup>

柳艳丽 邱虎 郭巍 高也

(天津市地震局, 天津 300201)

**摘要** 烈度计台站在地震预警中具有重要作用, 对烈度计台站的远程监控是保证观测数据稳定可靠的前提。针对现有监控系统无法对台站供电、网络、设备状态等信息进行智能监控的问题, 设计烈度计台站远程监控系统, 实现对台站供电、网络、I/O 开关量、烈度计状态等信息的采集及远程控制等功能, 并在天津烈度计台网进行部署, 提高了故障排查及维护效率, 保证了烈度计台站数据的连续率。

**关键词:** 烈度计台站 状态监测 远程控制

## 引言

随着国家地震烈度速报与预警项目工程的实施, 将在全国建设大量烈度计观测台站, 弥补现有地震台网能力的不足, 有效提高减灾和社会服务能力。其中, 天津地区已在京津冀简易烈度计预警示范工程中先行建设了 80 个简易烈度计台站, 与天津行政区内具备实时传输能力的测震台站和强震动台站共同组建天津地震预警观测系统(许可等, 2019)。现有观测系统中缺少台站设备状态监控, 台站各种设备基本处于未知状态, 台网中心设备维护人员对台站设备状态的判断仅限于烈度计信号通断与否, 台站出现故障后(如市电故障、电压不稳、网络故障、设备死机等), 运维人员无法远程判断故障原因并进行有效处理, 须到现场进行排查及维修, 增加了运维成本, 且效率较低。针对上述问题, 设计烈度计台站远程监控系统, 使台网和台站值班人员可在线实时查看仪器运行状态, 及时发现各类设备故障, 并对故障进行远程处理, 提高台网管理与维护能力。

## 1 监控系统的构成

烈度计台站远程监控系统物理架构如图 1 所示, 分为硬件设备和软件平台。硬件设备主要包括信息采集设备、服务器、PC 和手机, 其中, 信息采集设备部署在烈度计台站, 是整个监控系统的数据支撑, 也是逻辑架构中的数据采集层。软件平台部署在监控中心, 涉及业务层的使能平台和大数据页面、数据仓库层中的数据库、服务器中的 MQTT 中间件、手机 APP 等。

信息采集设备采集台站供电、网络、仪器状态等信息, 将采集到的原始数据上传至使能

**1 基金项目** 中国地震局地震科技星火计划项目(XH20005Y)

**[收稿日期]** 2020-04-02

**[作者简介]** 柳艳丽, 男, 生于 1985 年。硕士, 工程师。主要从事地震监测、地震台网管理维护工作。E-mail: whn\_85@163.com

平台进行存储，将原始数据传至解析器，解析器对电源数据、专业仪器数据、网络数据等进行类型分析，同时判断数据是否正常，并进行数据分类存储与统计分析，大数据界面通过 GIS 地图显示台站状态，对异常数据台站进行报警。运维人员查看报警台站实时数据信息，通过使用平台或手机 APP 向信息采集设备发送控制指令，对观测仪器等设备进行远程维护。

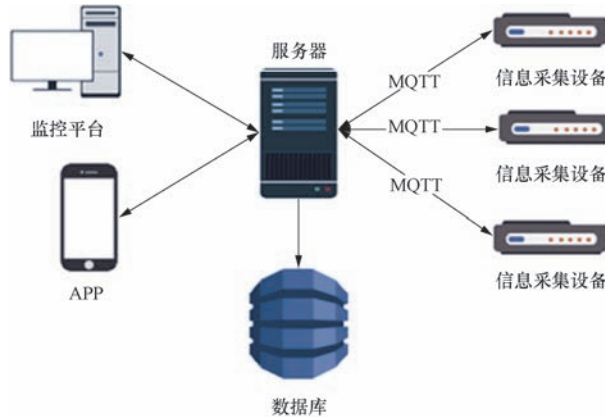


图 1 监控系统物理架构

Fig. 1 Physical architecture of monitoring system

## 2 信息采集设备

### 2.1 设备功能

烈度计台站信息采集设备通过对台站设备运行状态、供电状态、网络状态等进行全方位监测，及时发现并处理存在的问题，最大程度地减小设备离线率和故障率，确保台站设备安全可靠地运行。根据实际需求，本系统具有以下功能：

(1) 基于 NB-iot 通信具有功耗低和费用低的特点，信息采集设备上行数据接口采用单独的 NB-iot 通信链路，信息采集设备采集台站监控信息，并通过 NB-iot 网络回传至台网监控中心的监控平台。

(2) 信息采集设备可通过以太网口对台站现有连接网络设备（路由器和烈度计）进行网络通讯，发现问题及时报警。设备可通过以太网读取烈度计状态信息及实时数据信息，进而对专业设备状态进行监控（王建国等，2010）。

(3) 信息采集设备支持接入、接出市电，并对市电电压、电流、功率、功率因数、频率、用电量等参数进行监测。同时信息采集设备不影响其他设备供电，即使信息采集设备出现故障，也不会影响其他设备的正常供电。

(4) 设备具有多路 I/O 输入及 1 路 RS485 输入接口，支持其他设备接口接入，对设备运行状态进行监测，从而判断设备是否正常运行。

(5) 信息采集设备设有 1 路继电器输出，将需控制设备的供电线路接入继电器常闭端，即可通过终端发送特定指令完成相应设备的关闭、打开和重启（陈吉锋等，2012）。

(6) 信息采集设备内置电容，能保证台站在断电情况下短时间工作，将故障信息回传。

### 2.2 功能实现

设备核心功能模块主要包括核心嵌入式控制器（MCU）模块、NB 通信模组模块、能耗

测量模块、网络通讯模块。信息采集设备功能模块逻辑图如图 2 所示，其中，主控模块是设备的核心，通过 C 语言和汇编语言实现设备核心算法与逻辑控制，完成对外围硬件的控制功能；电源模块为控制电路提供电源；数据采集模块实现不同通讯协议设备的接入，包括电能计量模块、I/O 接口输入、RS485 通讯接口等；以太网模块实现与本地路由器之间的通讯，通过 TCP 传输协议查询台站设备间的网络连通情况，包括烈度计、路由器等网络联通信息(宁晓青等，2019)；控制模块通过接收主控模块的指令实现设备断电、重启等操作；NB 模块为通信模块，可使用 3 家运营商的 NB 服务，实现监控信息及控制

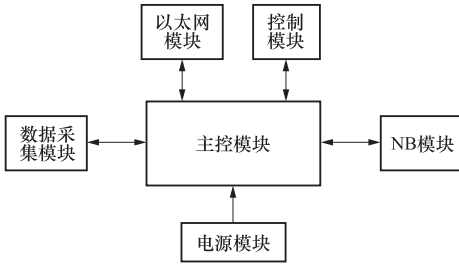


图 2 逻辑图

Fig. 2 Logic diagram

指令的传输。

### 2.3 设备配置

上位机设备配置软件通过 RS485 接口与设备进行通信，实现 NB-iot 网络、以太网、测量量、烈度计等参数的配置，上位机配置软件界面如图 3 所示。NB-iot 网络参数配置实现设备与监控中心接收数据服务器的通信，需配置的主要参数包括 MQTT 服务器地址和端口、登陆 ID 及订阅主题；以太网参数配置实现设备与烈度计和路由器间的通信，需配置的主要参数包括设备网卡 IP 地址、网关地址和掩码地址；测量量参数配置实现台站网络与供电的监控测量，需配置的主要参数包括台站设备 IP 地址、环境参数（如电压、功率、温度等）；地震烈度计监测参数配置实现烈度计状态信息的监控测量，需配置的参数主要包括烈度计类型和 IP 地址。



图 3 上位机配置软件界面

Fig. 3 Upper computer configuration software interface

### 3 监控平台

监控平台是基于物联网侧设备接入使能的云化平台系统，能有效监控烈度计台站设备数据的采集、存储、分析、数据展现及发布、智能管控等，平台具备丰富的对外数据接口，可简单灵活地通过插件编程实现不停机对接收数据保存、解析、加解密、格式转换等。

#### 3.1 逻辑架构

监控平台逻辑架构从功能层上分为数据仓库层、功能层和业务层（图 4）。

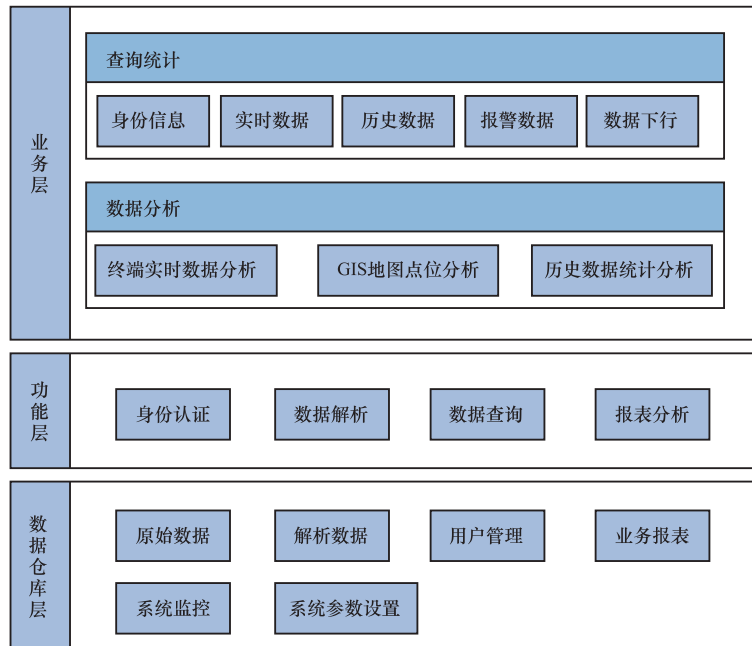


图 4 监控平台逻辑架构

Fig. 4 Logical architecture of monitoring platform

数据仓库层实现对数据存储表的管理，包括信息采集设备上传的原始数据表、解析数据表、用户管理表、业务报表、系统监控表、参数设备表。功能层包括监控平台实现的功能，如身份认证、数据解析、数据查询和报表分析等。业务层包括使能平台和大数据页面，使能平台主要完成数据查询统计和下行，大数据页面完成数据统计分析及展示。

#### 3.2 功能模块

监控平台从使用上分为用户模块、设备模块、应用模块和解析器模块，其中，用户模块为基础，设备模块为纽带，应用模块为主干，解析器模块为重点，各模块功能见表 1。

表 1 监控平台各模块功能

Table 1 Functions of monitoring platform modules

模块	功能
用户模块	存储用户的基本信息，按登录用户信息显示不同的平台信息
设备模块	对上行数据进行分类，将数据与设备对应，对设备基本信息进行查询与维护

续表

模块	功能
应用模块	作为设备与解析器的依托,控制设备离线监测、数据解析、设备报警等功能是否开启
解析器模块	将所有上行数据解析后展现在监控平台的大数据界面上

## 4 系统应用

烈度计台站信息采集设备已在 80 个简易烈度计台站安装部署,监控平台在台网中心服务器进行部署,监控平台基于 B/S 架构进行设计,方便用户操作。值班人员通过监控平台大数据界面(图 5)查看台站运行状态,发现报警及时远程维护。监控系统在实际运行过程中多次监测到台站供电中断、网络故障和烈度计数据异常。当监测到台站供电中断时,运维人员第一时间给烈度计台站看护人员打电话确认供电故障的具体原因,确保供电故障及时修复;当监测到台站网络中断时,通过远程控制路由器重启解决由于路由器死机导致的网络故障;当监测到烈度计数据异常时,通过远程控制烈度计重启解决由于烈度计死机导致的数据异常问题。

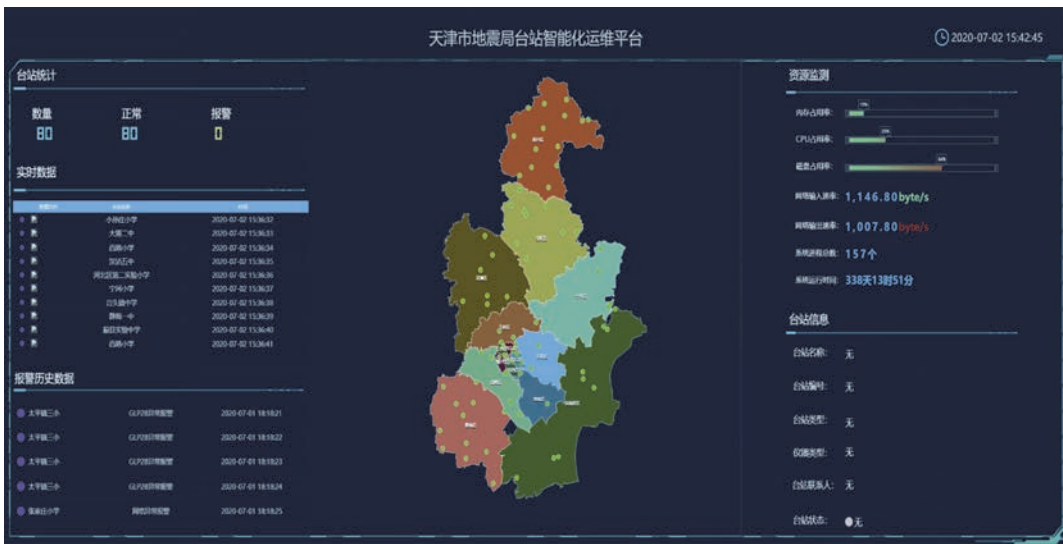


图 5 监控平台大数据界面

Fig. 5 Big data interface of monitoring platform

监控平台还具有大数据统计分析功能,如可对台站报警类型及报警次数日排名、台站通信流量排名、台站电压日统计报表、报警次数月统计报表、台站报警类型占比、台站报警状态占比进行展示。运维人员可根据相关统计报表有针对性地对台站各类设备进行定向优化升级,保证观测数据的稳定可靠。

## 5 结语

烈度计台站远程监控系统可实时监控烈度计台站各设备运行状态,设备如果出现故障可判断具体故障原因,并及时进行远程维护,减少运维成本,有效提高运维人员工作效率和监测数据的连续率,具有应用与推广价值。

## 参考文献

- 陈吉锋, 陈军辉, 应昶等, 2012. 无人职守地震台站远程监控系统的设计与实现. 地震研究, **35** (3): 429—433.
- 宁晓青, 傅文博, 2019. 地震观测无人值守台站信息智能化观测系统研究. 地震工程学报, **41** (4): 999—1005.
- 王建国, 姚会琴, 高逊等, 2010. 天津市地震前兆台网的运行监控与维护管理. 大地测量与地球动力学, **30** (S1): 111—115.
- 许可, 郭巍, 高也等, 2019. 天津简易烈度计地震预警试验区建设. 震灾防御技术, **14** (2): 456—463.

## Remote Monitoring System of Intensity Meter Station

Liu Yanli, Qiu Hu, Guo Wei and Gao Ye

(Tianjin Earthquake Agency, Tianjin 300201, China)

**Abstract** Seismic intensity meter station plays an important role in earthquake early warning. The remote monitoring of the Seismic intensity meter station is the precondition to ensure the stability and reliability of its observation data. The existing monitoring system mainly realizes the monitoring of data flow, and the intelligent monitoring of information such as power supply, network and equipment status of Seismic intensity meter stations can not be achieved. To solve the above problem, a remote monitoring system of Seismic intensity meter station is designed with the functions of collecting information of power supply, network, IO switching value, Seismic intensity meter status, and remote control. The system has been deployed in Tianjin Seismic Network. It improves the efficiency of fault detection and maintenance, and ensures the continuity rate of intensity meter station data.

**Key words:** Seismic intensity meter station; Condition monitoring; Remote control