

# 地震行业标准

## 《全球导航卫星系统（GNSS）基准站（网）运行控制》

### 编制说明

#### 一、背景和依据

##### 1. 背景

全球导航卫星系统（GNSS）是地壳运动监测的重要观测手段。以 GNSS 基准站组成的陆态网络，在获取中国大陆地壳运动细部特征，为用户提供完整、连续、可靠的多学科综合监测数据方面发挥了重要作用，产出的数据产品广泛服务于科学研究、地震预测，军事测绘、大地测量和气象预报等领域。

目前，在我国已建成的 GNSS 基准站 260 个，按照规划准备建设的 GNSS 基准站将超过 2000 个。随着我国地壳运动监测网络的不断扩展和加密，GNSS 基准站无人值守、台站遍布全国及周边国家的广泛性问题十分突出；为了解决 GNSS 基准站故障判断困难，维护维修困难的技术性问题。我国大陆构造环境监测网络在积累 GNSS 基准站运行监控经验的基础上，以国家数据中心和子中心为主体，建立了一整套 GNSS 基准站实时监控系统。该实时监控系统对 GNSS 基准站的设备状态、电力供应、环境、安全防盗等方面进行统一数据采集和远程监控，通过远程实时监控、报警信息实时发布、数据统计分析等手段提高运行管理水平，从而保障 GNSS 基准站监控设备、观测设备、辅

助设备、观测室环境与安全的可靠、持续运行，为社会提供准确可靠的数据产品。

## 2. 目的及意义

随着我国北斗导航系统及国际上多种导航系统的快速发展，由 GNSS 基准站为主要观测手段组成的区域性地壳运动观测网将得到快速发展。目前我国部分省将投入资金建立区域性地壳运动观测网络。因此，本标准制定的目的除了满足正在运行的 GNSS 观测网在运行监控方面的现实需求，还要满足将要投入运行的 GNSS 观测网在运行监控方面的潜在需求。

本标准不仅对 GNSS 基准站的远程实时监控系统的规范化、程序化具有重要作用，还对各种地震观测系统建立远程实时监控系统提供了可借鉴的思路、方法和技术基础。对促进台站运行监控与维护的无人化、自动化和网络化发展具有重要的意义。

## 3. 依据

本标准主要依据《中国大陆构造环境监测网络》项目建立的中国大陆构造环境监测网络台站远程监控系统。本标准中的技术指标主要依据中国大陆构造环境监测使用的设备提供的技术指标。

# 二、工作过程

## 1. 任务来源

根据《关于下达 2012 年地震行业标准制修订计划的通知》（中震函〔2013〕185 号）文件要求制定本标准。项目名称：大陆构造环境监测运行质量控制；标准性质：推荐；制修订：制定；完成时间：2014

年；业务主管部门：监测预报司；项目主要承担单位：地壳运动监测工程研究中心；负责人：李强。

## 2. 调研情况

2013年9月20至30日，地壳工程中心标准制定工作组组织美国 Trimble 导航有限公司、厦门科华恒盛有限公司、华三（H3C）通讯技术有限公司、北京中科启信软件技术有限公司、四川天奥星华时频技术有限公司等单位技术人员，就陆态网络项目使用的观测设备和辅助设备的监控功能、技术参数进行逐一询问、讨论、核对和确认。

标准制定工作组根据调研结果和标准大纲对 GNSS 基准站运行监控过程中的主要环节进行了梳理、分析和研究，形成了由设备技术参数、监控内容、监控原因、工作状态和报警阈值的调研报告。

## 3. 会议情况

2013年2月，地壳运动监测工程研究中心（以下简称“地壳工程中心”）组织召开了《大陆构造环境监测网络运行质量控制》标准启动会。地壳工程中心李强主任、吴书贵副主任以及编制工作组的成员参加了会议。研发部主任游新兆主持了本次会议，对本标准前期准备及调研工作进行了介绍。编制工作组组长李强对该标准的编制思路、原则和方法提出了具体要求。会议就本标准的定位、应用范围及面临的问题进行了认真的讨论，并提出了许多合理化建议。经讨论，本次会议更加明确了下步工作重点：一是进一步做好调研，了解相关行业好的作法；二是进一步对相关术语做好研究分析，保证用语准确；三是进一步细化运行质量控制的关键环节、科学方法和有效措施，确

保标准的可操作性。会议还对调研、资料整理、参考查询、初稿编写等工作进行了分工。本次会议后，编制工作组请标准化专家主讲了 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》对编制工作组全体成员进行了培训。

2013 年 3 月，地壳工程中心召开该标准的研讨会，就标准的定位进行了讨论。经会议讨论决定，将工作中运行监控内容全部列出并进行筛选；运行是指从整体建设完毕后设备运行开始至台站停用的全部过程；本标准定位问题不应从管理角度出发，要通过技术内容界定标准。

2013 年 5 月，标准制定工作组成员召开讨论会议，就本标准的范围及内容划分进行了讨论。会议讨论一致认为，设备、环境、通讯网络、数据质量四项运行监控是本标准制定的基本范畴；凡是保证监测数据可靠性的条件，都应当是标准必需涉及的范畴。

2013 年 6 月，标准制定工作组初步完成了 GNSS 基准网（站）运行质量控制初稿并开始编写标准编制说明。

2013 年 7 月，地壳工程中心召开标准中期检查会议。中国地震局政策法规司标准计量处领导和全国地震标准化技术委员会专家参加了会议。研发部主任游新兆介绍了本标准的阶段性进展。会议决定，对数据质量控制不作为运行质量控制内容。会议还对气象仪器、原子频标等术语的名称规范性、适用性及定义准确性进行了讨论。

2013 年 8 月，标准制定工作组修改本标准征求意见稿。会议决定，将原先的观测设备运行质量控制、辅助设备运行质量控制、观测

室环境监控、安全监控四部分进行更改，变为运行监控、观测设备监控、辅助设备监控、观测室环境与安全监控四部分。

2013年11月，在云南召开了该标准的定稿会议，参加会议的有地壳工程中心、云南省地震局、甘肃省地震局、中国地震局地球物理研究所。本次会议对标准文本的定位、名称、结构从科学性、逻辑性和严谨性等方面进行了论证，并对标准文本的表述进行了逐条逐句的修改和完善，详细地讨论了标准编制说明的编写大纲，并确定通过技术指标图示的方式对基准站设备与观测环境安全、监控技术进行详细说明。会议决定，将本标准题目更名为《全球导航卫星系统(GNSS)基准站运行控制》。

2013年12月，编制工作组在地壳工程中心召开会议。组织修改和完善了标准的编制说明。

2013年12月25日完成了标准的征求意见稿和编制说明。

### 三、编制思路与方法

#### 1. 编制思路

通过实时监控系统实时监控 GNSS 基准站各种设备的运行状态，工作状态的远程监控与故障及时报警。实时监控系统由台站监控设施和监控平台组成（台站监控设施和实施监控平台见图 1）。监控设施建设由监控数据采集器，温度、湿度、烟雾、水浸、红外线等传感器组成的技术系统，采集 GNSS 接收机、气象仪器、交直流 UPS，路由器，监控数据采集器等设备运行状态信息，以及观测室内温湿度变化、火情、水情、人员出入等信息，实现对 GNSS 基准站实时监控（采集

结构见图 2)。

监控中心是监控信息汇集、处理、显示、存储、报警与指挥调度等 GNSS 基准站的监控平台。通过地面数据专线或卫星通信将监控信息传送至监控平台，运行维护中心可以实时掌握基准站的运行状态，当台站出现故障时，可以及时、正确诊断设备故障原因或观测环境变化、台站灾情等，并及时将报警信息发送至台站看护人员或维修保障中心。维护维修保障中心主要是建设设备故障检测实验室、设备维修工作室和备机备件库房，配备必要的设备检测与维修专用设备；区域保障站主要存放备用整机，配备必要的基本检测与维修维护工具；同时配备一定数量的专业技术人员，实现对基准站故障的快速响应维修恢复（运维和数据流见图 3）。

## 2. 编制方法

(1) 远程监控系统由监控设备、通信设备和监控中心组成（见图 1）；(2) 依托大量远程监控实践经验，将运行中关键节点划分为四部分：监控设备监控、观测设备监控、辅助设备监控、观测室环境与安全监控；(3) 确定四个部分的监控内容，对每个监控内容提出技术要求、提出报警指标要求；(4) 根据不同的报警信息给出发送、处理的要求。



图 1 监控平台逻辑结构图

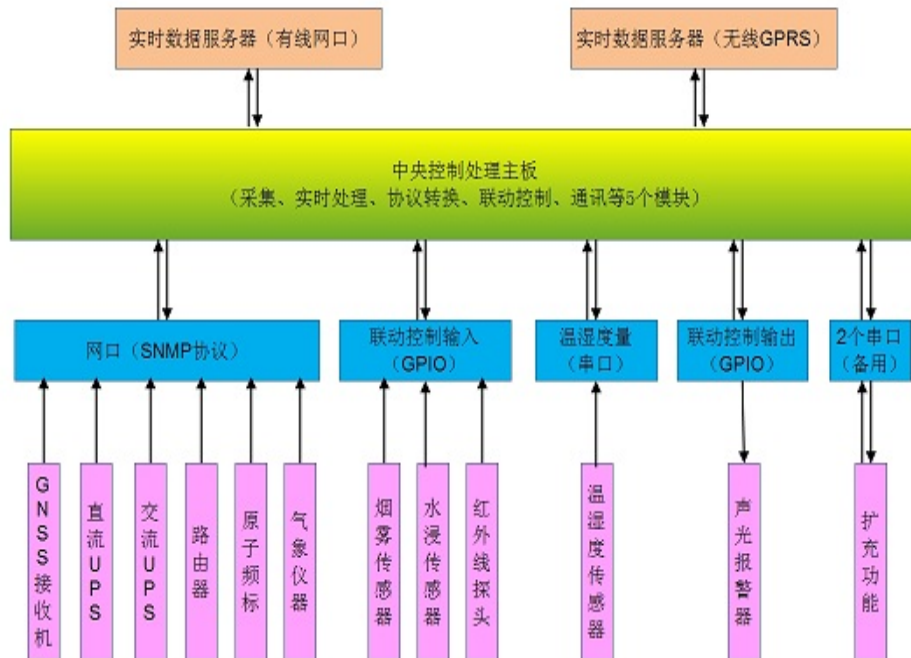


图 2 采集逻辑结构

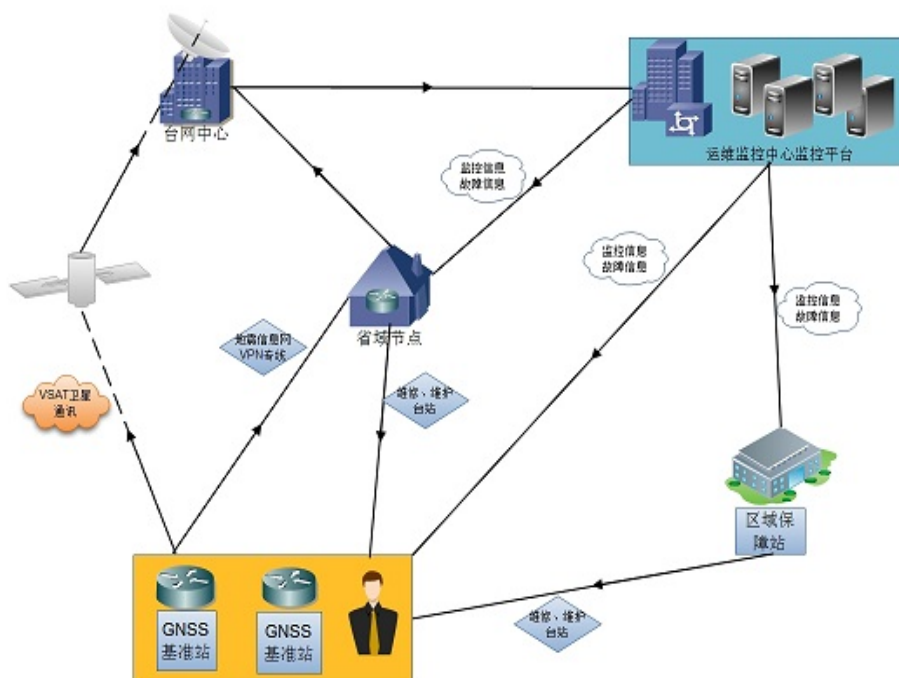


图 3 运维和数据流图

## 四、 主要技术内容

### 1. 运行监控系统构成

该章给出了 GNSS 基准站实时监控系统的组成部分、部分构成要素和技术要求，规定了运行监控系统应由监控平台、GNSS 基准站监控设备、通讯链路三个部分构成。提出了各个部分构成的要素和技术要求。

### 2. 运行监控内容、要求和方法

#### 2.1 监控设备监控

监控设备的监控包括两个部分：监控数据采集器和监控传感器。

**监控数据采集器监控的内容包括：**监视数据采集器状态和通信链路连接状态。监控数据采集器的技术指标见标准文本附录 A。

数据采集器采集到的数据，是通过通信链路传回到监控中心，数



数据采集器故障、接口故障或接口连接松动都将导致数据无法传输。数据采集器的工作状态是实时传输到监控中心的实时数据库中，通过实时数据库反馈的采集器状态，判断数据采集器工作状态及网络连接状态，在监控中心的监控平台上显示。当采集器状态点值为 0，且持续 10 分钟以上，首先由监控平台检查路由器及通信链路是否正常，如果不正常，报警（通信问题），检查通信问题。如果正常，报警（数据采集器故障），报警信息由监控中心自动发送到看护人员手机上或通过网络发至台站看护人员处，台站看护人员赴台站检查数据采集器与路由器连接是否正常，如果连接是正常的，则判断为采集器故障，台站看护人员通过 IP 电话或手机通知监控中心，监控中心人员通知厂商赴台站维修或更换数据采集器。

**监控传感器监控的内容包括：**监视传感器的工作状态。各项监控传感器技术指标见标准文本附录 B。

远程对传感器故障的诊断是通过对传感器发送的数据包校验和分析传感器记录的数值进行的。通过数据采集器解析温湿度、水浸、烟雾传感器，红外发送的数据包，如果校验不通过或数据值超过传感器的技术指标，表明所对应的传感器可能发生故障，报警（黄），监控中心人员通知设备厂商对传感器进行检测。

## 2.2 观测设备监控

观测设备监控包括两个部分：GNSS 接收机和气象仪器。

**GNSS 接收机监控的内容包括：**接收机主板温度、跟踪卫星数、高度角最高的卫星信噪比、输入电压、内部存储卡容量、数据记录时

段设置及记录状态、接收机参数及变更时间。

**接收机主板温度。**监控内容：监视接收机主板温度。当接收机主板温度太高会造成接收机死机、信号无法处理等。通过基准站的数据采集器采集接收机主板温度信息，在监控中心的监控平台上显示，当主板温度超过 50° C 时，报警，接收机主板温度过高。监控中心值班人员采取远程关机措施。

**跟踪卫星数。**监控内容：设备故障和观测环境。跟踪到的卫星数为 0 时，设备故障。跟踪到的卫星截止高度角 5 度以上的卫星数过少时，可能是台站观测环境受到干扰，也可能是设备故障等，需要到台站核实。

通过基准站的数据采集器获取接收机跟踪到的卫星数量，在监控中心的监控平台上显示，当卫星数为 0 时，报警，接收不到卫星。报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，看护人员应及时到达台站，中心值班人员通过 IP 电话和视频指导台站看护人员对天线、天线电缆、天线馈线浪涌保护器、接收机等逐一检查，如果不能排除故障，通知区域保障站技术人员赴台站维护或更换故障设备。当 GPS 卫星数少于 5 颗或 GLONASS 卫星数少于 3 颗卫星时，报警，接收卫星数少。报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，看护人员应及时到达台站检查是否有遮挡、有雷击痕迹或明显干扰源等，如果未发现问题，通过 IP 电话向监控中心报告，通知区域保障站技术人员赴台站，在附近新架设一套接收机设备，如果观测正常，更换台站设备，如果观测不正常，表明台站可能有电磁干扰，通过 IP 电话向监控中

心报告。监控中心技术人员携带专业测试设备对台站周边的电磁环境进行检测，撰写测试报告。

**高度角最高的卫星信噪比。**监控内容：监视卫星信号接收质量。信噪比过低会导致观测数据质量下降或不完整。

通过基准站的数据采集器获取接收机跟踪到的高度角最高卫星的信噪比，在监控中心的监控平台上显示，当 L1 载波的信噪比低于 45dB，或 L2 载波的信噪比低于 35dB 时，报警，信噪比低。监控中心技术人员携带专业测试设备和备机备件赴台站，首先在附近新架设一套接收机设备，如果观测的信噪比正常，表明台站未受到电磁干扰，则更换新设备。如果信噪比不正常，表明台站受到电磁干扰，采用专业测试设备对台站周边的电磁环境进行检测，撰写测试报告。

**输入电压（直流）。**监控内容：一是监视电压过低，二是监视电压过高。电压过低会造成接收机不能正常工作或不能为内置电池充电。电压过高，会造成接收机关键部件烧毁。

通过基准站的数据采集器获取接收机的输入电压，在监控中心的监控平台上显示。台站使用的 Trimble NetR8 或 NetR9 接收机的输入电压为 9.5-28V，输入电压过低或过高当输入电压低于 10.5V 或高于 27V 时，报警，接收机输入电压异常。监控中心值班人员检查直流 UPS 输出电压，如果不在  $12V \pm 0.01$  范围内，直流 UPS 故障，通知区域保障站技术人员赴台站更换直流 UPS。

**内部存储卡容量。**监控内容：监视接收机内部存储卡存储容量的变化。如果接收机有静态数据记录，需设此项监视。当内部存储卡容

量为 0 时，表明存储卡无法识别；当内部存储卡的剩余容量不再变化时，表明数据记录中断。

通过基准站的数据采集器获取接收机内部存储卡容量变化的信息，在监控中心的监控平台上显示，当内部存储卡容量为 0 时，报警，接收机存储卡无法识别。监控中心人员通过远程控制进行固件升级，如果存储容量仍然为 0，表明存储卡故障，需通知区域保障站技术人员赴台站更换接收机。当内部存储卡的剩余容量不再变化时，报警，接收机内存卡存储容量不变化，可能是接收机收星状态、或数据记录出现异常，监控中心人员检查跟踪卫星数、数据记录设置。

如果有外接 USB 存储设备，也需监视其存储容量变化，监控办法同上。

**数据记录时段设置及记录状态。**监控内容：一是监视数据记录是否正常；二是监控数据记录设置变化。接收机可设置不同采样率、不同时间段、不同文件名、不同路径等数据记录时段，接收机根据这些设置进行数据记录。

通过基准站的数据采集器获取数据记录时段设置及记录状态，在监控中心的监控平台上显示。如果监控到数据记录时段停止记录，报警，观测数据停止记录。监控中心人员登录接收机 WEB 界面，查看跟踪卫星数和信噪比是否异常。如果所设置的数据记录时段发生变化，监控中心人员登录接收机 WEB 界面进行设置更正。

**接收机参数及变更时间。**监控内容：监视接收机参数及变更时间。接收机有接收机系统名、接收机序列号、天线序列号、天线高度、天

线高测量方法、卫星截止高度角、固件版本号、自动开机电压等参数，每一个参数变更时，需要记录变更的时间，数据处理时使用。

通过基准站的数据采集器获取接收机参数及变更时间，存储到监控中心数据库，定期核实这些参数并在监控平台上发布（重大发布，发布变更站点的站点名称，编码，设备名称、时间）。

**气象仪器监控的内容：**气象数据。

通过监视气象数据，判断接收机与气象仪连接串口工作状态，气象仪工作状态。气象仪观测到的台站附近的温度、相对湿度、气压气象三要素，通过串口传到接收机，并以数据流的形式传送至监控中心。

通过监控中心获得的数据流，得到气象三要素数据，在监控平台上显示。如果数据流中没有气象三要素数据，报警（黄色），无气象数据。首先，监控中心人员远程检查串口配置，如果配置正确，通知台站看护人员到台站检查串口连接是否松动、气象仪供电是否中断，如果正常，通过 IP 电话向监控中心报告。监控中心通知区域保障站技术人员，赴台站先更换接收机，如果仍不正常，再更换气象仪，换回原接收机。

如果数据流中气象三要素数据异常，报警（黄色），气象数据异常，为气象仪传感器故障。监控中心通知区域保障站人员赴台站更换气象仪。

## 2.3 辅助设备监控

辅助设备监控包括：UPS 电源、路由器、原子频标。

**UPS 电源监控。**监控的内容包括：输出电压、机内温度、负载

率、蓄电池充电电压、蓄电池充电率。

**输出电压。**监控内容：保证使用的 UPS 输出电压在标称范围内。当输出电压超出标称范围时，UPS 发生故障。

通过数据采集器获取 UPS 输出电压，在监控中心的监控平台上显示，当 KHD34 输出电压低于 10.5V 或高于 27V（接收机的输入电压）时，报警，直流 UPS 输出电压异常。报警信息通过手机或网络发至区域保障站技术人员处，技术人员赴台站更换 UPS。

**机内温度。**监控内容：监视 UPS 机内温度。当温度高于 40℃ 将降低 UPS 的使用寿命，高于 85℃ 将自动保护，切断输出。

通过数据采集器获取 UPS 机内温度信息，存储到监控中心数据库，当 KHD34 温度高于 80℃ 时，报警。报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，台站人员到台站检查，同时，中心值班人员也可以通过台站视频监控检查，如果判断是 UPS 故障，通知区域保障站技术人员到台站更换。

**负载率。**监控内容：防止 UPS 过载。UPS 过载时，停止工作。

通过数据采集器获取负载率，在监控中心的监控平台上显示，当负载率超过 100% 时，报警。中心值班人员通知台站看护人员到台站检查，如果有新增的负载，予以卸载，没有新增的负载，可能是设备故障，切换到专用软件进行故障诊断。

**蓄电池充电电压。**监控内容：监视蓄电池充电电压。充电电压过高，会损坏蓄电池。

通过数据采集器获取充电电压，在监控中心的监控平台上显示，

当科华 KHD34 充电电压超出 14.05-14.35V 范围时，报警（黄色）。

**蓄电池充电率。**监控内容：监视电池充电率/电池容量的变化量。当市电正常时，变化量为电池充电率；当市电中断时，变化量为电池容量。电容量降为 10%时，表明蓄电池电量耗尽。

通过数据采集器获取电池充电率/电池容量，在监控中心的监控平台上显示，当市电中断时，报警（黄色），中心值班人员应监控蓄电池容量的变化，电池容量降为 10%时，再报警，供电中断，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，通知台站供电中断。

监控电池容量的变化，也可以获得蓄电池放完电的时间，该时间减去供电切换时间，可以获得蓄电池放电时长。如果放电时长少于 12 小时（100%容量），中心监控值班人员应通知台站人员更换蓄电池。

**路由器监控。**监控内容：路由器工作状态。

路由器自身输出工作状态信息（输入电压、输入频率、机内温度、CPU 利用率、内存利用率、接口状态、风扇工作状态。），通过判断这些信息，可知路由器是否发生故障。

采用 SNMP 通信协议，通过数据采集器获取路由器输出的电源、风扇、CPU、温度、内存、接口工作状态信息，在监控中心的监控平台上显示 CPU 和内存。当电源不正常、风扇不正常、CPU 或内存利用率超过 80%、机内温度超出 5℃~60℃范围或接口信息是 DOWN 中有一项出现时，报警，路由器故障。报警信息通过手机或网络发至区域保障站技术人员处，技术人员赴台站更换路由器。

**原子频标监控。**监控内容：监视原子频标工作状态。原子频标自

身输出工作状态信息，通过判断这些信息，可知原子频标是否发生故障。

数据采集器通过 DB9-P 的 RS-232C 串口或 RJ45 以太网网口获取原子频标输出的环路锁定状态、原子钟（铷钟）状态、GPS 状态和有无警告信息，当环路锁定状态失锁、铷钟状态失锁、GPS 状态不可用，或有告警有一项出现时，报警（黄色），铷原子钟异常。监控中心人员通知厂家赴台站检修。

## 2.4 观测室环境与安全监控

**市电监控。**监控内容：输入电压、输出频率、供电切换时刻。

**输入电压。**监控内容：监视 UPS 电压输入电压过高或者过低。输入电压有一个范围，可以满载输出，当输入电压超出范围时，将自动转到电池供电状态。

通过数据采集器获取输入电压，在监控中心的监控平台上显示，当科华 KR1000L-J 和科华 KR2000L-J 输入电压超出 120 V~295 V 范围时，UPS 自动切换到蓄电池供电，报警（黄色），报警信息通过手机或网络发至基准站看护人员处，通知台站已转为蓄电池供电，并到台站检查市电的供电情况。中心值班人员查看蓄电池容量变化，电池容量降为 10%时，供电将中断，报警，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，通知台站供电将中断。

**输入频率。**监控内容：监视市电的输入频率变化。市电的输入频率是稳定的，当市电频率异常，UPS 将自动转到蓄电池供电状态。

通过数据采集器获取输入频率，存储到监控中心数据库。当市电



输入频低于 46 Hz 或高于 66 Hz，报警（黄色），报警信息通过手机或网络发至基准站看护人员处，通知台站已转为蓄电池供电，并到台站检查市电的供电情况。中心值班人员查看蓄电池容量变化，电池容量降为 10%时，供电将中断，报警，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，通知台站供电将中断。

**供电切换时刻。**监控内容：获取蓄电池供电的切换时刻。台站市电中断或市电电压、频率异常时，UPS 会自动切换到蓄电池供电，并记录切换时间。

通过数据采集器获取蓄电池供电切换时刻，在监控中心的监控平台上显示，当市电中断或市电电压、频率异常时，报警（黄色）。中心监控人员查看蓄电池容量变化，如果降为 10%，报警，市电供电异常，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，台站人员赴台站查看市电供电情况。如果市电没有中断，表明市电的输入电压或输入频率异常。

**温度、湿度监控。**监控内容：监视观测室内温度湿度的变化。基准站所用的观测设备和辅助设备对环境温度有不同的要求，在基准站的观测室内安装有温湿度传感器，监视温湿度的变化，为仪器的正常工作提供保障。

通过数据采集器获取温度湿度信息，在监控中心的监控平台上显示。当温度达到 0 度以下或高温达到 50 度以上，报警（黄色），观测室温度异常；湿度达到 90%以上，持续时间超过 48 小时，报警（黄色），湿度过高。

**安全监控。**监控内容包括：采用红外传感器监控进入者、采用烟雾传感器监控火情、采用水浸传感器监控水情。

**红外监控。**监控内容：监视非法侵入行为。基准站地处野外，实行无人值守有人看护的管理方式，基准站安装了红外监控设备，监视偷盗破坏行为。

通过数据采集器获取红外监视的报警信息，在监控中心的监控平台上显示，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，看护人员应及时到达台站查看，并将结果及时报告监控中心。

**水浸、烟感监控。**监控内容：监视观测室水淹或失火情况。基准站发生水淹或失火会造成观测设备损坏。

通过数据采集器获取水浸、烟感传感器的报警信息，在监控中心的监控平台上显示，报警信息通过手机或网络发至台站看护人员处，看护人员应及时到达台站查看，并将结果及时报告监控中心。

## **五、 本标准与现行法律法规和标准的关系**

本标准与现行法律法规协调一致。本标准是地震行业观测台站（网）运行监控方面的第一个标准，没有相关的引用标准，不存在与相关标准协调的问题。

2014年7月29日

标准编制工作组