



北京电信技术发展产业协会团体标准

T/TDIA 00006—2017

基于北斗+窄带物联网的地质灾害监测应用技术规范

(Technical Specification for Geological Hazard Monitoring Based on Beidou
Navigation Satellite System and Narrow Band Internet of Things)

2017 - 05 - 08 发布

2017 - 05 - 08 实施

北京电信技术发展产业协会发布

目 录

前 言	1
1. 范 围	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术 语 和 定 义	2
3.1 地质灾害（Geological Hazard）	2
3.2 地质灾害隐患（Potential Geological Hazard）	2
3.3 崩塌（Rock/Soil Fall）.....	2
3.4 滑坡（Landslide）.....	2
3.5 泥石流（Debris Flow）.....	2
3.6 地面塌陷（Ground Collapse）.....	2
3.7 地裂缝（Ground Fissures）.....	2
3.8 地面沉降（Land Subsidence）	3
3.9 地质灾害监测（Geological Hazard Monitoring）.....	3
3.10 专业监测（Professional Monitoring）.....	3
3.11 简易监测（Simple Monitoring）	3
3.12 巡视检查（Patrol Inspection）.....	3
3.13 北斗卫星导航系统（Beidou Navigation Satellite System）.....	3
3.14 窄带物联网（Narrow Band Internet of Things）.....	3
4. 地质灾害监测预警系统建设要求.....	3
4.1 一般规定	3
4.2 地质灾害自动化监测子系统	4

4.3	地质灾害预警预报子系统	4
4.4	地质灾害终端APP子系统	5
5.	监测传感终端设备技术要求.....	5
5.1	一般规定	5
5.2	常用监测传感终端设备技术参数要求.....	6
6.	“窄带物联网”网络应用技术要求	8
6.1	一般规定	8
6.2	窄带物联网无线网络技术要求.....	9
6.3	物联网平台	10
7.	北斗通讯技术要求.....	11
7.1	一般规定	11
7.2	组成	11
7.3	北斗RDSS单元接口技术要求	11
7.4	供电要求	12
7.5	功能要求	12
7.6	性能要求	13
8.	北斗定位终端功能与性能要求.....	15
8.1	一般规定	15
8.2	结构及外观要求	15
8.3	电气性能要求	15
8.4	设置及显示基本要求	15
8.5	接口与通讯	16

8.6	数据采样与存储	16
8.7	星座支持	16
8.8	信号接收性能	16
8.9	时间特性	17
8.10	内部噪声水平	18
8.11	测量精度	18
8.12	天线相位中心一致性	18
8.13	内嵌程序升级	18
8.14	环境适应性	18
8.15	安全防护要求	19
8.16	电磁兼容性要求	19
9.	结束语	20

前 言

为满足地质灾害监测在复杂环境条件下对通讯系统的客观需求，促进行业向专业化、自动化、信息化、智能化方向发展，在地质灾害监测预警业务流程及相关规范的基础上制定《基于北斗+窄带物联网的地质灾害监测应用技术规范》。

本规范规定了地质灾害监测预警系统构建、应用范围、业务需求、系统通讯要求、“北斗+窄带物联网”网络架构、终端应用等方面内容。

本规范起草单位：北京中地数讯信息科技有限公司、北京市地质研究所、重庆地质矿产研究院、上海华测导航技术股份有限公司、中移物联网有限公司、华为技术有限公司、北京电信技术发展产业协会、鹰潭市国土资源局、重庆市地质灾害自动化监测工程技术研究中心、重庆市国土资源和房屋管理局、重庆市地质环境监测总站、中国移动通信集团江西有限公司、中国矿业大学（北京）、国土与自然资源信息服务创新中心、中国泰尔实验室。

本规范起草人：王磊、齐干、魏世玉、杨建国、江君、王杰俊、傅金、汪剑、李松泽、蒲杰、薛圆、徐建民、逯宇、孙晓艳、韩晓莉、周坤、李永振、吴慧敏、陈信一、孙朝东、黄韡、陈立川、贺建波、黄飞、李煜东、严传生、陶志刚。

本规范为首次发布。

1. 范围

本规范规定了“北斗+窄带物联网”方法、技术、系统在地质灾害监测中的应用范围、业务需求、系统要求、网络架构、终端应用等内容。本规范适用于但不限于由自然因素或者人为活动引发的危害人民生命和财产安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的地质灾害监测工作，包括地质灾害监测预警系统构建、窄带物联网应用、北斗应用、传感终端功能及性能要求等。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件，凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

国务院第394号令	地质灾害防治条例（2003）
国土资源部	地质环境监测管理办法（2014）
国土资源部	地质灾害分类分级标准（1999）
DZ/T 0221	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
DZ/T 0261	滑坡崩塌泥石流灾害详细调查规范（1:50000）
DD2006-XX	地质灾害调查技术标准（1:25000-1:50000）
DZ/T 0220	泥石流灾害防治工程勘查规范
DLT5211	大坝安全监测自动化技术规范
JGJ 8	建筑变形测量规范
SL268	大坝安全自动监测系统设备基本技术条件
GB 500026	工程测量规范
GB/T 18314	全球定位系统（GPS）测量规范
GB/T 20270	信息安全技术网络基础安全技术要求
GB 4208	外壳防护等级（IP代码）
GB 4943	信息技术设备的安全
GB/T 26264	通信用太阳能电源系统
GB4797.1	电工电子产品环境自然环境条件温度与湿度
YD/T 944	通信电源设备的防雷技术要求
T/CAGHP XXX-2017	崩塌监测规范

T/CAGHP XXX-2017	地裂缝地质灾害监测规范
T/CAGHP XXX-2017	突发地质灾害应急监测预警技术指南
T/CAGHP XXX-2017	地质灾害推力监测技术指南
T/CAGHP XXX-2017	地质灾害应力应变监测技术规程
T/CAGHP XXX-2017	地质灾害地表变形监测技术规程
T/CAGHP XXX-2017	地质灾害监测仪器物理接口规定

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 地质灾害 (Geological Hazard)

在自然或人为因素作用下形成的,对人类生命、财产和环境造成威胁或破坏的地质作用。

3.2 地质灾害隐患 (Potential Geological Hazard)

通过简单地面地质条件、地形条件和影响因素调查,初步推测可能会发生滑坡、崩塌或泥石流等,并具有威胁对象,或可能造成损失的不稳定斜坡或沟谷。

3.3 崩塌 (Rock/Soil Fall)

高陡斜坡上的岩土体在重力作用下突然脱离母体,发生以竖向为主的运动,最终堆积于坡脚的地质作用。

3.4 滑坡 (Landslide)

地质体在重力作用下沿地质弱面向下向外滑动的现象。

3.5 泥石流 (Debris Flow)

在沟谷或坡面上,由于降雨或决堤引发的一种挟带大量泥、沙和石块等固体物质的特殊洪流。

3.6 地面塌陷 (Ground Collapse)

地表岩、土体在自然或人为因素作用下,向下陷落,并在地面形成塌陷坑(洞)、开裂或变形等地质现象。包括岩溶塌陷和采空塌陷。

3.7 地裂缝 (Ground Fissures)

是地表岩层、土体在自然因素(地壳活动、水的作用等)或人为因素(抽水、灌溉、开

挖等)作用下,产生开裂,并在地面形成一定长度和宽度的裂缝的一种宏观地表破坏现象。

3.8 地面沉降 (Land Subsidence)

地面沉降又称为地面下沉或地陷。它是在人类工程经济活动影响下,由于地下松散地层固结压缩,导致地壳表面高程降低的一种局部的下降运动(或工程地质现象)

3.9 地质灾害监测 (Geological Hazard Monitoring)

对由于自然或人为因素所造成和引起各类地质灾害的变化情况实施的监控量测,包括专业监测、简易监测和巡视检查。

3.10 专业监测 (Professional Monitoring)

在专业调查分析基础上,借助于专业仪器设备和专业技术,对地质灾害体及其影响因素变化动态进行监测、分析和预测预报等一系列专业技术的综合应用。

3.11 简易监测 (Simple Monitoring)

采用简单的斜(边)坡拉线法、木桩法、建筑物裂缝刷漆、贴纸法、旧裂缝填土陷落等方式进行的监测。

3.12 巡视检查 (Patrol Inspection)

专业人员开展的定期的、连续的观测灾害体变形及监测设备运行情况,通过检查、记录周边宏观环境异常现象,为地质灾害预警提供依据。

3.13 北斗卫星导航系统 (Beidou Navigation Satellite System)

北斗卫星导航系统由空间段、地面段和用户段三部分组成,可在全球范围内全天候、全天时为各类用户提供高精度、高可靠定位、导航、授时服务,并具短报文通信能力。

3.14 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

窄带物联网(NB-IoT)是基于3GPP演进的通用陆地无线接入(E-UTRA)技术,使用180KHz的载波传输带宽,支持低功耗设备在广域网的蜂窝数据连接。

4. 地质灾害监测预警系统建设要求

4.1 一般规定

地质灾害监测预警系统分为“采集—传输—分析—应用”四个层次,系统建设应遵循“分布集成、统一管理、集中服务”的总体原则,实现对地质灾害监测、预警全过程管理;系统

软硬件集成应包括采集终端层、网络传输层、数据资源层、分析处理层、综合应用层以及用户层（如图4.1所示）。

图4.1 地质灾害监测预警系统逻辑架构图

用 知 感	综合应用层	指挥调度及 主管部门人员	技术 专家	群测 群防员	驻守 技术人员	当地 责任人	区（县） 地环站人员
	分析处理层	地质灾害自动化监测子系统 传感数据采集、管理、解析、分析、 查询、I/O		地质灾害预警预报子系统 概化模型建立、数值分析、预警判 据、预警逻辑、预警发布		地质灾害终端APP子系统 定位导航、数据查询与展 示、信息提示、远程呼叫	
	数据资源层	基础地理信息 矢量、地形、影像、三维数据、监 测工作各类地理信息等		地质环境条件 地形、地貌、地质构造、地层岩性 地震、人类工程活动等		动态监测及运维数据 各类监测数据、气象预警数 据、元数据、用户数据等	
	网络传输层	NB-IoT 窄带物联网		北斗短报文 通讯网络		运营商 2G/3G/4G公网	
	采集终端层	多参数气象站、雨量计、地表水位计、 地下水水位计、孔隙水压监测仪等		地表绝对位移监测仪、相对位 移监测仪、深部位移监测仪等		推力、压力、应力 应变监测仪等	移动终端 设备等

4.2 地质灾害自动化监测子系统

地质灾害自动化监测子系统是面向地质灾害自动化监测多传感手段而开展的动态监测和管理的应用软件集成，子系统应包含传感数据采集、管理、解析、分析、查询、相关数据输入输出等功能。

4.2.1 系统对现场传感器应实现前端—后台交互式管理，具备传感器位置信息管理、电量信息管理、在线情况统计、后台指令发送等功能。

4.2.2 数据解析与分析模块应针对不同传感器建立对应的解析关系库。数据分析应遵循单点分析、剖面分析、区域分析、时域分析模式，单点分析应达到累计量、速率、加速度分析三个层次；针对监测时间序列应采用的中值滤波、移动平均、最小二乘曲线拟合、多项式拟合、小波分析、卡尔曼滤波等算法，进行粗差剔除及趋势分析。

4.2.3 监测数据展示应以时程曲线、波形曲线、柱状图、散点图等为主，应支持不同监测数据的叠加以便于进行相关性分析。

4.3 地质灾害预警预报子系统

地质灾害预警预报子系统应包含地质灾害隐患体概化工程地质力学模型建立、数值分

析、预警研判、预警信息发布等功能。

4.3.1 系统应基于特定地质灾害隐患点的调查评价结果、地质力学分析成果等有效指导监测传感器部署、预警阈值确定工作。

4.3.2 预警信息发布应支持短信、邮件、呼叫等方式，宜建立并逐步推广前端—后台联动的现场面域式声光预警发布机制。

4.3.3 预警预报成果应执行现有规范的险情划分等级：

蓝色预警（四级预警）：有发生地质灾害的一定气象风险；

黄色预警（三级预警）：发生地质灾害的气象风险较高；

橙色预警（二级预警）：发生地质灾害的气象风险高；

红色预警（一级预警）：发生地质灾害的气象风险很高。

4.3.4 预警成果应实现对触发条件、险情等级、发布流程、处置措施的全程可追溯管理。

4.4 地质灾害终端 APP 子系统

地质灾害终端 APP 子系统应提供定位导航、地质环境及监测数据查询与展示、预警信息提示、远程呼叫等功能。

4.4.1 APP 子系统开发宜兼顾不同的操作系统平台。

4.4.2 APP 子系统定位导航功能应达到地质灾害隐患点边界导航、显著变形迹象位置导航深度。

4.4.3 APP 子系统地质环境及监测数据查询与展示效果应与后台系统保持一致。

4.4.4 APP 子系统应基于位置信息提取相关责任人基本信息，支持终端使用人与相关责任人的快速联系。

4.4.5 APP 子系统宜开放现场调查、核查、监测、拍照、摄像等数据的上行接口。

5. 监测传感终端设备技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 监测传感终端设备技术参数应满足监测设计方案中监测方法及监测精度的要求，同时应遵循技术实用、可靠，监测设备先进、经济合理的原则；监测传感终端设备应通过省级或省级以上法定第三方机构的测试或检定，应具有同类监测项目成功应用案例。

5.1.2 地质灾害监测传感终端设备应适宜野外恶劣条件下长期自主运行的要求，应达到以下技术性能：

环境适宜性：应具备防雷、防水、防雾、防震、防尘、耐高低温等基本性能，应能满足7×24×365全天候运行的需求；

性能适用性：选取的设备应具有基本的硬件、软件机制，监测精度及频率满足监测设计方案要求；

数据可靠性：实现数据远程传输的同时，还应具备足够容量的本地存储介质（如 SD 卡或外接 USB 存储设备等），具有断点续传功能；

网络多样性：监测传感终端设备应具备灵活组网及入网机制，能根据现场的实际网络条件选择最适宜的入网方式，无线网络方面应支持NB-IoT窄带物联网、北斗短报文以及运营商 2G~4G 等多种无线网络技术；

使用寿命：监测传感终端设备其使用寿命不得低于3年。

5.1.3 监测传感终端应统一纳入地质灾害自动化监测系统进行综合管理。

5.2 常用监测传感终端设备技术参数要求

常用监测传感终端设备技术参数要求见表5.1～表5.7。

表5.1 GNSS绝对位移监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
静态定位精度	平面：优于 $\pm 3\text{mm}+1\text{ppm}$	静态解算精度
	高程：优于 $\pm 5\text{mm}+1\text{ppm}$	
动态定位精度	$\pm(10+1\times D)\text{mm}$	RTK 差分定位精度
星频要求	3星多频	北斗、GPS、GLONASS
采样频率	$\geq 1\text{ Hz}$	
监测模式	支持动态静态监测模式，两种模式可切换	
工作温度	不小于 $[-20^{\circ}\text{C}, 65^{\circ}\text{C}]$ 区间	
工作湿度	不低于90% RH	
防水防尘	不低于IP67	
自检功能	接收机应具有通电自检功能，并可通过接收机自带接口查看检测结果。	
冷启动/温启动	不超过120s/60s	
供电	支持外接电源，耐压范围 $\pm 10\%$	
数据存储	支持本地存储、断点续传	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网、北斗短报文通讯	

表5.2 相对位移监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
精度	不低于±1mm	
采样频率	≥1次/h	可依据需求动态调整采样频率
工作温度	不小于[-20℃,70℃]区间	
工作湿度	不低于90% RH	
防水防尘	不低于IP65	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网，可外接北斗通讯终端	

表5.3 深部位移监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
监测精度	0.001°	
量程	±15°	
主要传感器	双轴倾角传感器	支持多层分段式部署
监测层位	对于滑面不明确，可按0.5m、1m、2m等规格按需配置；对于滑面较明确时，可按不少于3只传感器配置	
工作温度	不小于[-20℃,60℃]区间	
防水防尘	IP68	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网，可外接北斗通讯终端	

表5.4 雨量监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
监测精度	2%	相对精度
雨强范围	0.01mm~4mm/min	
存贮容量	内置存贮设备容量≥512M	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网，可外接北斗通讯终端	

表5.5 地下水位监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
监测精度	0.1%	相对精度
量程	能够测量100m内水位变幅	
存贮容量	内置存贮设备容量≥512M	
工作温度	不小于[-20℃,60℃]区间	
工作湿度	100% RH	
防水防尘	IP68	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网，可外接北斗通讯终端	支持国内三家运营商从2G到4G等不同的网络接入技术

表5.6 孔隙水压监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
分辨率	0.1 KPa	
量程	根据监测设计初步估算结果选定	可选0~1.6KPa
本地存储容量	内置存储设备容量≥512M	
工作温度	不小于[-20℃,60℃]区间	
防水防尘	IP68	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网, 可外接北斗通讯终端	

表5.7 滑坡推力监测设备技术参数要求

参数类型	技术参数	备注
精度	5% F · S	满量程的5%
量程	根据监测设计初步估算推力结果选定	可选1MPa、5MPa、15MPa
本地存储容量	1GB	
工作温度	不小于[-20℃,60℃]区间	
工作湿度	不低于90% RH	
防水防尘	不低于IP65	
通讯	支持NB-IoT窄带物联网, 可外接北斗通讯终端	

6. “窄带物联网”网络应用技术要求

6.1 一般规定

窄带物联网为地质灾害监测终端与地质灾害监测应用平台之间提供双向数据通道。窄带物联网（NB-IoT）具有覆盖广、连接多、功耗低、成本低以及匹配性好的特点，其系统组网如图6.1所示：

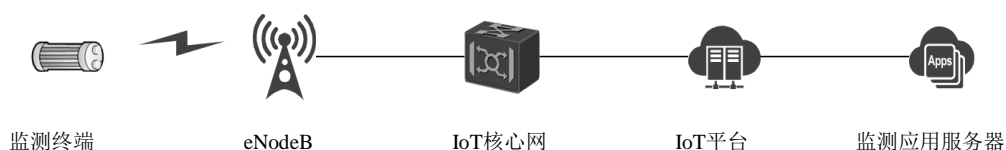


图6.1 窄带物联网网络架构图

eNodeB： 主要承担空口接入处理和小区管理等相关功能，通过S1-lite接口与IoT核心网进行连接，将非接入层数据转发给高层网元处理。

IoT核心网： 承担与终端非接入层交互的功能，将IoT业务相关数据转发到IoT平台进行处理。

IoT平台：IoT平台实现连接管理、设备管理和运营管理功能。提供统一安全的NB-IoT网络接入、各种终端的灵活适配、海量的设备管理数据的处理。IoT平台支持不同终端类型的接入，为业务平台屏蔽终端的不同接口及网络差异，并向业务平台提供业务能力开放。

6.2 窄带物联网无线网络技术要求

6.2.1 网络覆盖要求

NB-IoT网络覆盖应能保证地质灾害监测设备正常接入网络并进行稳定、可靠的数据传输，上行速率不应低于300bps。地质灾害监测终端信号覆盖要求应满足 $RSRP \geq -130\text{dBm}$ ， $SNR \geq -3\text{dB}$ 。

6.2.2 频带和信道要求

1) 频段

远程无线信道应使用3GPP授权频段，并满足中国工业与信息化部对NB-IoT使用频段的规定。标准及频段应支持B5：850MHz，B8:900MHz，B20:800MHz。

2) 信道带宽

上行通信载波带宽应不小于3.75KHz,可扩展覆盖;下行通信载波带宽应不小于180KHz。

6.2.3 终端发射功率

终端上行通信最大发射功率不应低于+23 dBm。

6.2.4 数据传送时延

数据传送的时延应小于10s@95%。

6.2.5 数据上报成功率

数据上报成功率应不低于99%。

6.2.6 终端功耗需求

- a) 地质灾害监测终端通信模组发送数据时的功耗电流应小于：250mA；
- b) 地质灾害监测终端通信模组接收数据时的功耗电流应小于：80mA；
- c) 地质灾害监测终端通信模组休眠态的功耗电流应小于：9 uA。

6.2.7 终端设备管理要求

- a) IoT平台应能够远程对终端电池状态、信号强度RSRP，信噪比SNR，信号覆盖质量进行查询；

- b) IoT平台应支持远程进行终端软件升级。

6.3 物联网平台

6.3.1 整体介绍

物联网平台是窄带物联网网络架构中的重要组成部分，平台应提供终端管理、连接管理、应用使能、大数据分析等主要功能，平台应向下连接核心网，开放网络信息并汇集传感器数据，向上提供应用开发的基础性平台和面向底层网络的统一数据接口，支持具体的基于传感数据的物联网应用。

6.3.2 连接管理平台

连接管理平台应提供业务开通、业务接入、业务变更、资源管理、产品配置、计费管理、结算管理、账务管理及信用控制等功能。管理平台提供物联卡在线状态和会话信息的实时获取和保存能力，并提供实时查询能力。管理平台提供两个功能强大的诊断应用：实时诊断和详情诊断。通过这两个诊断应用，管理员可以实时查看设备状态信息及分析设备历史行为，判断设备是否处于正常运行状态。管理平台同时还提供发送测试短信的能力。

- a) 实时诊断功能：提供物联卡状态、订购信息、设备数据业务和短信业务用量使用是否超额信息、数据业务当前是否在线、如果在线提供详细的在线信息（含会话开始时间、APN、IP 等信息）、物联卡设备网络状态（开机在网、位置信息、可达状态、漫游状态）等；
- b) 详情诊断功能：提供系统物联卡的历史网络活动信息，包括数据会话连接活动的历史信息、短信活动的历史信息、物联卡状态变更历史信息、机卡绑定变更的历史信息、网络附着位置更新历史信息、EPC 网络通信故障码信息等。支持多时间维度查看，如小时、天、月等；
- c) 进行物联卡账务查询、通信状态通信、业务管理查询和报表统计功能。

6.3.3 应用开放平台

6.3.3.1 应用开放平台服务

- a) 应用开放平台服务应为 IoT 开发者提供智能设备自助开发工具、后台技术支持服务，提供物联网专网、短彩信、位置定位、设备管理、消息分发、远程升级等基础服务；

- b) 应用开放平台服务应提供第三方应用开发平台，快速实现不同业务需求，借助轻应用孵化器快速搭建属于用户的 web 和 APP 应用；
- c) 应用开放平台服务高扩展的数据库、实时数据处理、智能预测离线数据分析、数据可视化展示等应提供多维度的业务运营服务。

6.3.3.2 应用开放平台功能

- a) 流分析：应支持开发者自定义设备数据流类型和数据模板，让上传数据可视化展示；
- b) 设备云管理：应支持实时监控管理接入设备的状态与运行情况查询，并对设备进行远程操作；
- c) 多协议适配：应支持多种网络接入协议；
 - 私有协议：RGMP
 - 公开协议：HTTP、EDP、MODBUS、MQTT、JT/T808
- d) 轻应用快速生成：应提供的轻应用业务孵化平台，实现快速搭建 web 和 APP 应用；
- e) API：应开放完善的 API 接口便于用户在 SaaS 层与 PaaS 层对接；
- f) 在线调试：应提供虚拟的在线调试工具，方便开发者进行设备接入等调试。

7. 北斗通讯技术要求

7.1 一般规定

北斗系统应具有用户与用户、用户与地面控制中心之间的双向报文通信能力。系统一般用户 1 次可传输 36 个汉字，经核准的用户利用连续传送方式 1 次最多可传送 120 个汉字。

7.2 组成

北斗RDSS单元一般包括下列装置或功能模块：

- a) 接收与发射信道；
- b) 基带处理模块；
- c) 智能卡，硬件形式分为两类：COB 卡式（chip on board）和焊装芯片；
- d) 接口。

7.3 北斗 RDSS 单元接口技术要求

a) 北斗RDSS单元应至少具有一个输入/输出数据接口（RS232），以便与其它设备进行数互，输入/输出格式应符合附录A的规定。

- b) 北斗RDSS单元与智能卡接口协议应符合国家相关管理部门的规定；
- c) 具有定时功能的北斗RDSS单元应至少具有一个时间信号（1PPS）输出接口，1PPS信号正脉冲宽度等特征由产品规范规定；
- d) 北斗RDSS单元天线入口连接器宜采用SMA型、SMB型、MCX型或MMCX型接头。对于使用有源接收天线的北斗RDSS单元应能提供电源。

7.4 供电要求

北斗RDSS单元正常工作的直流额定电压取值范围由产品规范规定，当供电电压偏离额定电压 $\pm 15\%$ 范围内时，北斗RDSS单元应能正常工作。

7.5 功能要求

7.5.1 自检与初始化功能

自检和初始化功能一般应满足下列要求：

- a) 北斗RDSS单元应在通电启动后，应自动进行设备自检和初始化，并获取智能卡中的用户信息等；
- b) 北斗RDSS单元开机或重新捕获卫星信号后，根据需要应自动或手动（由用户进行设置）发送一个特定格式的查询申请，查询未接收的信息。

7.5.2 状态检测功能

北斗RDSS单元进入正常工作状态后应对单元工作状态进行实时检测，检测的主要内容包括：接收信号电平、卫星信号锁定状态、抑制状态、智能卡工作状态、发射状态、供电状态等，上述检测内容的结果按用户设置给出指示。

7.5.3 RDSS 业务服务功能

获得入网注册的北斗RDSS单元可提供定位、通信、定时或位置报告等相应的RDSS业务功能。

7.5.4 永久关闭响应功能

北斗RDSS单元接收到中心控制系统发出的“永久关闭”指令后应将该指令送给智能卡并执行相应指令。

7.5.5 抑制响应功能

北斗RDSS单元通过智能卡中的“用户特征指示”应能识别本单元的用户类别，并根据该用户类别判断是否抑制本单元的发射功能。如果需要抑制，则应在接收到中心控制系统发出

的“抑制”指令后不再发射任何信号（通信回执除外），并给出相应提示，直至对本单元的“抑制”指令解除。

7.5.6 服务频度控制功能

服务频度控制功能应满足下列要求：

a) 北斗RDSS单元注册的服务频度应在通电自检和初始化时从智能卡中获得，不同用户类别的服务频度范围见表7.1。

表7.1 不同用户类别注册服务频度范围

用户类别	服务频度	备注
一类	300秒~600 秒	默认为600 秒
二类	10秒~60 秒	默认为60 秒
三类	1秒~5 秒	默认为5 秒

b) 北斗RDSS单元应按注册的服务频度或设定的服务频度发送定位、报文通信等RDSS业务申请，设定的服务频度应不大于本单元注册的服务频度。

7.5.7 系统 RDSS 完好性信息接收与处理功能

北斗RDSS单元应接收北斗系统播发的“系统完好性指示”信息，判断系统是否提供正常的服务，并给出提示。

7.5.8 用户终端双向设备时延修正功能

北斗RDSS单元应具备收发时延校准的功能，能使用户终端双向设备时延修正为 $1\text{ms} \pm 10\text{ns}$ 。

7.6 性能要求

7.6.1 接收灵敏度

天线输入口面的北斗GEO卫星RDSS信号S载波电平为-127dBm时，北斗RDSS单元应能捕获卫星信号，且单支路接收信号误码率不大于 1×10^{-5} 。

7.6.2 接收通道数

北斗RDSS单元接收通道数应不小于6，具有指挥功能的北斗RDSS单元接收通道数应不小于10。

7.6.3 首次捕获时间

北斗RDSS单元从通电开机至捕获北斗GEO卫星RDSS信号并解调出信息所需时间应不大于2s。

具备指挥功能的北斗RDSS单元从通电开机至捕获北斗GEO卫星RDSS信号并解调出信息所需时间应不大于10s。

7.6.4 重捕获时间

北斗RDSS单元接收到的北斗GEO卫星信号短暂中断，中断时间不应超过30s，其重新捕获卫星信号的时间应不大于1s。

具备指挥功能的北斗RDSS单元重捕获时间应不大于2s。

7.6.5 任意两通道时差测量误差

具有定位功能的北斗RDSS单元，任意两个接收通道捕获不同GEO卫星的任一波束时，其两通道时差测量误差应不大于5ns（ 1σ ）。

7.6.6 定时精度

具有定时功能的北斗RDSS单元定时精度应满足以下要求：

- a) 双向定时精度相对于北斗时： $\leq 10\text{ns}$ ；
- b) 双向定时精度相对于UTC： $\leq 110\text{ns}$ ；
- c) 单向定时精度相对于北斗时： $\leq 100\text{ns}$ ；
- d) 单向定时精度相对于UTC： $\leq 200\text{ns}$ 。

7.6.7 发射信号时间同步误差

北斗RDSS单元解调出的出站信号时间标志和发射入站信号时间标志的同步误差不大于5ns（ 1σ ）。

7.6.8 功放输出功率

功率放大器输出功率应介于5dBW ~ 10dBW。

7.6.9 发射信号载波相位调制偏差

发射信号载波相位调制偏差应不大于3度。

7.6.10 发射信号频率准确度

北斗RDSS单元发射的入站申请信号中心频率与标称频率的偏差应不大于 5×10^{-7} Hz。

7.6.11 带外辐射

北斗RDSS单元带外辐射性能指标应能满足其使用场景的要求。

7.6.12 功耗

北斗RDSS单元在正常运行状态下的功耗应符合以下要求：

- a) 普通型北斗RDSS单元功耗： $\leq 1\text{W}$ ；
- b) 指挥型北斗RDSS单元功耗： $\leq 5\text{W}$ 。

8. 北斗定位终端功能与性能要求

8.1 一般规定

北斗定位终端是指能够接收北斗卫星导航定位系统及其余两个或者两个卫星导航系统信号的设备，也叫接收机。接收机应支持差分局域定位，实时输出高精度位置信息，宜输出通用格式的GNSS原始数据，支持后处理严密平差以获得静态定位数据。

8.2 结构及外观要求

8.2.1 接收机应包括GNSS天线、接收机主机、配件等组成部件，地质灾害监测终端宜采用一体化设备。

8.2.2 地质灾害监测采用的接收机终端设备应满足各连接部件的连接应稳定可靠，各按键应反应灵敏、功能正常，外壳应有一定的刚度和强度，表面应无明显的划痕、裂缝和变形等基本要求。

8.3 电气性能要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备应满足如下电气性能要求：

8.3.1 接收机应具有通电自检测功能，并可通过接收机自带接口查看检测结果。

8.3.2 接收机应支持外接电源接入；

8.3.3 接收机应具有电源电压过高保护和过低报警显示功能，其耐压范围不应低于±10%。

8.4 设置及显示基本要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备应满足如下设置及显示基本要求：

8.4.1 接收机应能根据需要改变参数设置，包括接收卫星的截止高度角、数据的采样间隔等。

8.4.2 接收机应具有接收卫星状态、存储状态、电源状态、故障状态信息的显示或提示功能。

8.4.3 接收机应具有指示灯或者液晶屏。

8.4.4 接收机状态信息支持指示灯或液晶屏显示功能。

8.5 接口与通讯

地质灾害监测采用的接收机终端设备应支持原始观测数据输出功能；应具有以太网接口或串行接口；原始观测数据更新率应不低于1Hz，应能通过窄带物联网，或北斗短报文、因特网、串口等通讯手段传输观测数据。

8.6 数据采样与存储

地质灾害监测采用的接收机终端设备其采样率应不低于1Hz，应具有连续存储不少于2592000个历元原始观测数据的存储空间，接收机在非正常断电时，应具有数据保存功能。

8.7 星座支持

地质灾害监测采用的接收机终端设备应支持BDS，宜支持GPS、GLONASS等卫星系统；应可通过指令或软件设置关闭或开启使用相应卫星系统；应具备单BDS定位及多系统联合定位功能。

8.8 信号接收性能

8.8.1 单北斗系统工作能力

地质灾害监测采用的接收机终端设备应具备在仅接收BDS播发的公开服务信号情况下实现高精度测量的能力。

8.8.2 通道数与跟踪能力

地质灾害监测采用的接收机终端设备通道数与跟踪能力的要求和分类参见表8.1。

表8.1 地质灾害监测采用的接收机终端设备通道数与跟踪能力

接收机类别	频点数	最小系统组成	通道数
单模单频	≥1	BDS	≥12
多模单频	≥2	BDS、GPS	≥24
单模多频	≥2	BDS	≥24
多模多频	≥4	BDS、GPS	≥48

8.8.3 捕获灵敏度

地质灾害监测采用的接收机终端设备的捕获灵敏度要求参见表8.2。

表8.2 地质灾害监测采用的接收机终端设备捕获灵敏度

GNSS 系统	信号频点	捕获灵敏度dBm
BDS	B1,B2,B3	≤-133
GPS	L1	≤-132
	L2	≤-129
GLONASS	G1	≤-131
	G2	≤-137
Galileo	E1	≤-127
	E5,E6	≤-125

8.8.4 跟踪灵敏度

地质灾害监测采用的接收机终端设备跟踪灵敏度要求参见表8.3。

表8.3 地质灾害监测采用的接收机终端设备跟踪灵敏度

GNSS 系统	信号频点	跟踪灵敏度dBm
BDS	B1,B2,B3	≤-136
GPS	L1	≤-135
	L2	≤-132
GLONASS	G1	≤-134
	G2	≤-140
Galileo	E1	≤-130
	E5,E6	≤-128

8.9 时间特性

8.9.1 冷启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm 时，接收机在概略位置、概略时间、星历和历书未知的状态下开机，到首次能够在其后10s连续输出三维定位误差小于100m的定位数据，所需时间应不超过120s。

8.9.2 温启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm时，接收机在概略位置、概略时间和历书已知，星历未知的状态下开机，到首次能够在其后10s 连续输出三维定位误差小于100m 的定位数据，所需时间应不超过60s。

8.9.3 热启动首次定位时间

在输入卫星导航信号功率电平为-128dBm时，接收机在概略位置、概略时间、星历和历书已知的状态下开机，到首次能够在其后10s连续输出三维定位误差小于100m的定位数据，所需时间应不超过20s。

8.9.4 RTK 初始化时间

在不大于8km的基线上，接收机的RTK初始化时间应不超过20s。

8.10 内部噪声水平

地质灾害监测采用的接收机终端设备其内部噪声水平应不大于1mm。

8.11 测量精度

8.11.1 地质灾害监测采用的接收机终端设备其单点定位水平精度应不大于5m（RMS），垂直精度应不大于10m（RMS）。

8.11.2 地质灾害监测采用的接收机终端设备标称精度表示为： $\pm(a + b \times D)$ ，其中a为固定误差，单位mm，b为比例误差，单位mm/km，D为基线长度，单位km。接收机进行静态基线测量的水平标称精度应优于 $\pm(5 + 1 \times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(10 + 1 \times D)$ mm。

地质灾害监测采用的接收机终端设备进行RTK 测量时，其水平标称精度应优于 $\pm(20 + 1 \times D)$ mm，垂直标称精度应优于 $\pm(30 + 1 \times D)$ mm。

8.12 天线相位中心一致性

地质灾害监测采用的接收机终端设备，使用室外相对定位法，天线相位中心变化应小于接收机静态测量水平标称精度的固定误差。

8.13 内嵌程序升级

地质灾害监测采用的接收机终端设备应支持通过PC或其它方式对接收机进行内嵌程序升级的功能，升级过程中中断后应可再次升级，升级过程中应有明显指示。

8.14 环境适应性

8.14.1 地质灾害监测采用的接收机终端设备其工作温度范围应为： $-40^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，贮存温度范围： $-45^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ 。

8.14.2 地质灾害监测采用的接收机终端设备应能在相对湿度为95%的环境下正常工作。

8.14.3 振动性能要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备在表8.4、表8.5的条件下，应能正常工作，保持结构完好。

表8.4 GNSS测量型接收机正弦振动参数

振动模式	位移幅值(mm)	加速度幅值(m/s ²)	频率范围(Hz)
正弦振动	3.5	—	2~9
	—	10	9~200
	—	15	200~500

表8.5 GNSS测量型接收机平稳随机振动参数

振动模式	加速度谱密度(m ² /s ³)	频率范围(Hz)
平稳随机振动	10	2~10
	1	10~200
	0.3	200~2000

8.14.4 防护等级要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备其防护等级应不低于GB 4208中规定的IP67要求。

8.14.5 跌落性能要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备应满足从2m高处自由落体，跌落至水泥地不损坏。

8.15 安全防护要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备各接口端应有明显标记和防插错措施，各接口应具有防静电功能及过流、过压、电源瞬间变化和偶然极性反接的保护装置。

8.16 电磁兼容性要求

地质灾害监测采用的接收机终端设备其电磁兼容性要求执行表8.6所示要求。

表8.6 电磁兼容性要求

序号	项目	要求
1	辐射骚扰场强	按GB 9254-2008等级B ITE所规定的极限要求，频率范围为30MHz~230MHz时，准峰值极限值为30dB(μV/m)；频率范围为230MHz~1000MHz时，准峰值极限值为37dB(μV/m)
2	射频电磁场辐射抗扰度	按GB/T 17626.3-2006等级3所规定的要求，在80MHz~1000MHz频率范围内，试验场强为10V/m

9. 结束语

本规范从端、管、云的维度规定了地质灾害监测系统各部分的技术要求，为地质灾害监测信息采集、数据传输、信息分析、预警发布、应急处置、综合管理提供了更加先进实用、丰富可靠的手段。随着窄带物联网技术的进一步成熟和本规范的逐步推广应用，相关规范将有效支撑各地各级地质灾害防灾减灾救灾工作，在灾害早期识别、监测预警、应急处置和风险管控等方面发挥越来越大的作用。