

T/GLAC

中国卫星导航定位协会团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

基于北斗的高速公路路基形变监测系统技 术要求

Technical requirements for deformation monitoring system of highway subgrade
based on BeiDou

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国卫星导航定位协会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 总体要求 1

6 系统构成 2

 6.1 总体架构 2

 6.2 传感器子系统 2

 6.3 数据传输子系统 3

 6.4 数据分析子系统 3

 6.5 监控中心子系统 3

7 设备要求 3

8 接口要求 4

 8.1 有线接口 4

 8.2 无线接口 4

9 数据处理要求 4

 9.1 数据采集处理 4

 9.2 数据库的建立与维护 5

10 监控中心要求 5

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国卫星导航定位协会提出并归口。

本文件起草单位：×××、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

基于北斗的高速公路路基形变监测系统技术要求

1 范围

本文件规定了基于北斗的高速公路路基形变监测系统（以下简称监测系统）的术语和定义、总体要求、系统构成、设备要求、接口要求、数据处理要求及监测中心要求。

本文件适用于高速公路路基形变监测系统的设计、安装、调试和验收等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 16529 光纤光缆插头

GB/T 26803.2 工业控制计算机系统 总线 第2部分：系统外部总线 串行接口通用技术条件

YD/T 3337 面向物联网的蜂窝窄带接入（NB-IoT）终端设备技术要求

3GPP TS 38.331 第三代合作伙伴项目技术规范组无线电接入网络（3rd Generation Partnership Project Technical Specification Group Radio Access Network）

IEEE 802.15.4g IEEE局域网和城域网标准 第15.4部分：低速率无线个人局域网 修改件3：低数据速率、无线、智能计量公用事业网络的物理层（PHY）规范（IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) Amendment 3: Physical Layer(PHY) Specifications for LowData-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks）

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

BDS：北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）

GNSS：全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）

5 总体要求

5.1 监测系统的设计应根据各路段的地质条件（如地质水位、土壤条件等）、路基设计（如路基高度、坡度、结构类型等）、路基处理方法（如压实度、排水措施、加固方式等）、周边环境（如气候条件、植被覆盖、人类活动等）等确定。

5.2 监测系统所采用的设备仪器应根据监测工程实际需求进行选型、布设和安装，并满足精度、灵敏度、稳定性的要求。

5.3 监测系统应预留可扩展接口，便于模块化升级和横向扩展功能并保持整体架构的稳定性。

5.4 监测系统应建立层次开放平台，并建立信息分析反馈系统，持续扩展系统监测内容及范围，优化系统运行效率。

5.5 监测系统应运用影像记录、数据监测等手段，对监测信息进行汇总、分析、处理，且宜将信息汇总并发布到网络平台，并能将各种预警信息以电子邮件或短信形式通知相关人员。

5.6 监测系统应具备灾害预告报警功能。预警信息应包含预警地点、预警时间等。

5.7 基准站应为无人值守型，具备自动、长期、连续运行的能力，仅需定期派专人进行设备维护和清洁工作。

5.8 基准站性能指标应符合表 1 的要求。

表1 基准站性能指标

项目	内容	指标	
密 度	参考站间距	平均站间距 20~60km	
精 度	网络 RTK	水平≤3cm	垂直≤5cm
	事后相对定位	水平≤5mm	垂直≤10mm
	导 航	水平≤1m	垂直≤2m
可用性	导航	99.99% （1 天内）	
	定位	99.99% （1 天内）	
兼容性	北斗信号	• BeiDou: B1I, B2I, B3I, B1C, B2a	
	差分数据	RTCM v2. x/3. x 等	
容量	实时用户	2G/3G/4G/5G、电台等方式；十万级用户并发	
	事后用户	无限制	

注 1：精度数值为 1 倍中误差；
注 2：可用性指标为不顾及通信网络可用性条件下的指标；
注 3：容量与通信网络和服务平台性能有关，此处为不顾及通信网络条件下的用户数量。

6 系统构成

6.1 总体架构

监测系统由传感器子系统、数据传输子系统、数据分析子系统、监控中心子系统四个子系统构成，监测系统架构见图 1。

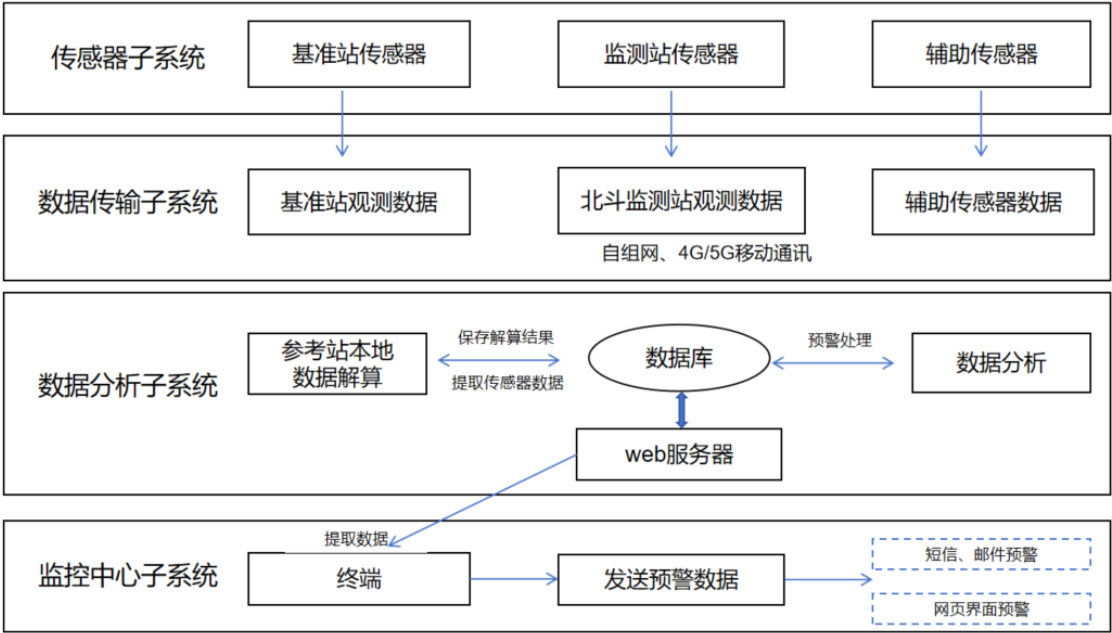


图1 高速公路路基形变北斗监测系统

6.2 传感器子系统

- 6.2.1 传感器子系统由基准站传感器、北斗监测站传感器、辅助传感器等构成。
- 6.2.2 基准站传感器和北斗监测站传感器由天线及接收机构成。
- 6.2.3 辅助传感器由一个或多个传感器及相关外围电路构成。主要包括雨量计、裂缝计、含水率仪、倾角计、加速度计、泥位计、高清摄像头、声光报警器等。
- 6.3 数据传输子系统
 - 6.3.1 数据传输子系统由基准站观测数据、北斗监测站观测数据和辅助传感器数据等形成的数据转换传输模块。
 - 6.3.2 数据传输之间应采用开放的通信协议和标准数据传输方式。数据传输宜采用有线传输方式，有线传输难以实现时，应采用无线传输方式。
 - 6.3.3 远程数据传输应采用具有校验功能的通信协议，传输过程中应能对错误的数据包进行纠正。
- 6.4 数据分析子系统
 - 6.4.1 数据分析子系统由数据解算模块、数据库、Web 服务器等构成。
 - 6.4.2 数据解算模块应能实现导航数据的定位解算。
 - 6.4.3 数据库应能实现定位数据和传感器数据的存取。
 - 6.4.4 Web 服务器应能实现系统监控、系统设置、用户管理、权限管理、监测站管理、形变曲线绘制和预警管理等功能。
- 6.5 监控中心子系统
 - 6.5.1 监控中心子系统由业务功能层、服务层和基础数据层等构成，子系统总体架构见图 2。

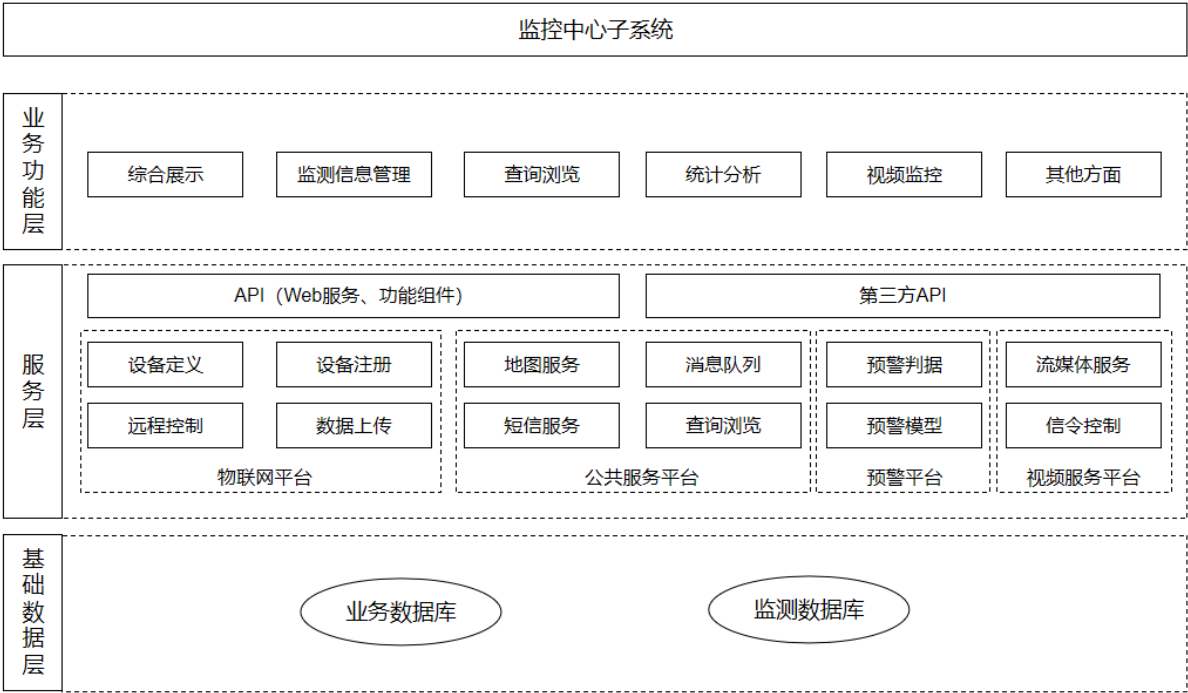


图2 监控中心子系统总体架构

- 6.5.2 业务功能应具备综合展示、监测信息管理、查询浏览、统计分析、视频监控等功能。
- 6.5.3 服务层主要由物联网平台、公共服务平台、预警平台、视频服务平台等构成。
- 6.5.4 基础数据层主要包括业务数据、监测数据及其他数据等。

7 设备要求

7.1 监测设备应满足下列要求：

- a) GNSS 天线增益范围应在 5dB~40dB 之间；
- b) 冷启动定位时间不应大于 35s, 热启动定位时间不应大于 1s, 重捕获定位时间不应大于 1s；
- c) 跟踪灵敏度应为-160dBm, 捕获灵敏度应为-146dBm；
- d) 监测点测试分析时，数据有效率应不低于 85%；
- e) 应安装避雷针和接地装置，在监测天线电缆、通讯射频电缆等接入主机前应安装感应防雷装置；
- f) 应安装电涌防护设备；
- g) 监测设备应支持 BDS 的 B1、B2、B3 频点。

注：监测设备包括基准站传感器设备和监测站传感器设备。

7.2 辅助监测设备应满足下列要求：

- a) 应具备低功耗工作模式；
- b) 应支持多源监测传感器接入，如雨量计、裂缝计、含水率仪、倾角计、加速度计、泥位计、高清摄像头等；
- c) 应根据监测项目和内容选择，监测传感器应适应监测区域的环境条件，并应满足路基工程监测精度、量程等要求；
- d) 传感器与信息采集汇集设备位置应予以规划，电缆布线应整齐，且对施工的干扰最小。

8 接口要求

8.1 有线接口

8.1.1 设备物理接口应采用以通用的标准化接口，如 RS232-3 接口、USB 接口、CAN 接口、RS485 接口、RJ45 接口、光纤接口等。

8.1.2 RS232-3 接口的电气特性应符合 GB/T 26803.2 的规定，封装形式宜采用 BNC-3 航空插头。

8.1.3 USB 接口的电气特性和接口形式及定义应参考《Universal Serial Bus Specification Revision 2.0》的要求。

8.1.4 CAN 接口宜采用双绞线实现数据传输，电气特性应符合 GB/T 26803.2 的规定，封装形式宜采用 BNC-3 航空插头。

8.1.5 RS485 接口宜采用双绞线实现数据传输，在干扰环境下宜采用带屏蔽层的同轴电缆，电气特性应符合 GB/T 26803.2 的规定，封装形式宜采用 BNC-3 航空插头。

8.1.6 RJ45 接口宜采用双绞线实现数据传输。

8.1.7 光纤接口宜采用光缆实现数据传输，电气特性应符合 GB/T 16529 的规定。

8.2 无线接口

8.2.1 无线接口应采用通用的标准化接口，如 4G 接口、5G 接口、LoRa 接口、Wi-Fi 接口、NB-IOT 接口等。

8.2.2 4G 接口应符合 TD-LTE-Advanced 的规定。

8.2.3 5G 接口应符合 3GPP TS 38.331 系列的规定。

8.2.4 LoRa 接口应符合 IEEE 802.15.4g 的规定。

8.2.5 Wi-Fi 接口应符合无线网络协议 IEEE 802.11 协议栈以及 TCP/IP 协议栈的规定。

8.2.6 NB-IOT 接口应符合 YD/T 3337 的规定。

9 数据处理要求

9.1 数据采集处理

9.1.1 监测系统应通过传感器子系统实时采集监测数据。

9.1.2 数据采集宜使用 3G/4G/5G/蜂窝数据通信、无线模块通信和无线网桥通信。

9.1.3 应对采集到的数据进行有效性检查、数据格式转化、然后通过数据传输网络，传输给数据分析子系统解算。

9.1.4 监测系统测量结果应与传统传感器测量结果融合处理。

9.2 数据库的建立与维护

9.2.1 数据库建立应满足下列要求：

- a) 提供人机操作界面；
- b) 建立实时数据库和历史数据库。

10 监控中心要求

10.1 监控中心子系统业务功能应涵盖综合展示、监测信息管理、查询浏览、统计分析、视频监控等功能，满足多样化业务需求。

10.2 监控中心子系统服务层应满足下列要求：

- a) 应实现设备注册、远程控制等物联网相关服务；
- b) 应提供地图、短信等公共服务；
- c) 应搭建预警模型与判据；
- d) 应具备流媒体及信令控制的视频服务；
- e) 应开放 API 接口便于与第三方系统交互。

10.3 监控中心子系统的基础数据层应满足下列要求：

- a) 应满足对监测对象的自动、连续、实时监测，具备前端监测数据管理、数据动态展示、预警分析、远程登录查看监测信息以及数据应用服务能力；
 - b) 监控中心子系统应在信息采集及预报分析决策基础上，根据预警等级路基形变威胁范围，通过短信、传真、无线广播等预警方式及相应预警流程，将预警信息及时准确地传递到相应的交通主管部门。
-