

ICS 45 020

S73

团体标准

T/VSTR 007—2020

基于卫星定位技术的铁路基础设施 位移监测系统技术条件

Technical specifications of displacement monitoring system for—
Railway infrastructure based on satellite positioning technology

2020-12-07 发布

2020-12-07 实施

中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟 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.....	2
5 监测系统主要技术要求.....	3
5.1 系统组成.....	3
5.2 系统设置.....	3
5.3 系统功能及性能.....	3
6 设备主要技术要求.....	3
6.1 监测中心.....	3
6.2 基准站.....	4
6.3 监测站.....	6
7 接口及协议.....	8
7.1 A 接口.....	8
7.2 B 接口.....	8
7.3 C 接口.....	8
8 网络安全.....	8
9 供电及环境适应性要求.....	8
9.1 供电.....	8
9.2 环境适应性要求.....	8
9.3 电磁兼容.....	9
9.4 外壳防护等级.....	9
9.5 设备可靠性要求.....	9

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这些专利的责任。

本文件由中关村轨道交通视频与安全产业技术联盟铁路卫星应用专委会提出并归口。

本文件起草单位：北京华力方元科技有限公司、大连航天北斗科技有限公司、中铁电气化局集团有限公司智能交通技术分公司、北京世纪东方通讯设备有限公司、南京泰通科技股份有限公司、北京鼎兴达信息科技股份有限公司、北京合众思壮科技股份有限公司。

本文件主要起草人：孙永辉、阴晓东、刘冠君、李芝宏、王昕煜、李润武、刘鑫、刘晓栋、沈军。

基于卫星定位技术的铁路基础设施位移监测系统技术条件

1 范围

本文件规定了基于北斗及其它卫星定位技术的铁路基础设施位移监测系统（以下简称“系统”）技术条件，包括系统及设备主要技术要求，接口及协议，网络安全，供电及环境适应性要求。

本文件适用于基于卫星定位技术的铁路基础设施位移监测系统设计及设备制造。

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不可缺少的条款。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 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 24338.5 轨道交通 电磁兼容 第4部分：信号和通信设备的发射与抗扰度

TB 10054 铁路工程卫星定位测量规范

YD/T1099 以太网交换机技术要求

BD 440013-2017 北斗地基增强系统基准站建设技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铁路基础设施位移监测 railway infrastructure deformation monitoring

对铁路路基及边坡、桥梁、涵洞、隧道洞口边仰坡、站房、站台、铁塔、接触网支柱等基础设施的水平位移、垂直位移等变量进行周期性或持续性的测量。

3.2

基准站 reference station

在控制点上架设GNSS测量型接收机、通信终端等设备，在一定时间内连续观测、接收卫星信号，并将数据传输给数据中心由其处理后播发差分改正数据的设施，又称参考站。

[来源：BD 440013—2017，3.1.1]

3.3

监测站 monitoring station

在基础设施位移观测点上，连续接收GNSS卫星信号，解算原始观测数据，并传输给监测中心的设施。

3.4

原始观测数据 raw observation data

接收机接收到导航卫星的测距信号后输出的伪距、载波相位、多普勒频移、载噪比、导航电文等数据。

[来源: BD 440013-2017, 3.1.3]

3.5

监测中心 monitoring center

具备接收、存储、处理原始观测信息,判断观测点位移以及告警等功能的设备安装场所。

3.6

系统告警响应时间 system alarm response time

从监测站监测结果超出告警阈值到监测中心发出告警信息之间的延迟时间。

3.7

基线 baseline

由同步观测的载波相位数据计算的两测量点间的向量。

[来源: TB 10054-2010, 2.0.1]

3.8

静态定位测量 static positioning

通过在多个测站上进行若干时段同步观测,确定测站之间相对位置的定位测量。

[来源: TB 10054-2010, 2.0.24]

3.9

单点定位测量 point positioning

利用单台 GNSS 接收机确定监测点在地固坐标系中绝对位置的方法。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS: 北斗卫星导航系统 (BeiDou navigation satellite System)

CORS: 连续运行基准站 (Continuously Operating Reference Station)

GALILEO: 伽利略卫星导航系统 (GALILEO navigation satellite system)

GIS: 地理信息系统 (Geographic Information System)

GLONASS: 格洛纳斯卫星导航系统 (GLObal NAVigation Satellite System)

GNSS: 全球卫星导航系统 (Global Navigation Satellite System)

GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)

GSM-R: 铁路数字移动通信系统 (Global System for Mobile communications - Railway)

NB-IoT: 窄带物联网 (Narrow Band Internet of Things)

RTK: 实时动态定位 (Real Time Kinematic)

WLAN: 无线局域网 (Wireless Local Area Network)

5 系统主要技术要求

5.1 系统组成

监测系统由监测中心、承载网络, 基准站/CORS 站、监测站以及监测终端、维护终端等构成, 如图 1 所示。

5.2 系统设置

系统设置应符合下列规定:

- 监测中心根据监测对象、监测位置需要, 设置在设备维护单位或管理单位所在地;
- 监测站与监测中心之间可采用有线网络或无线网络进行数据传输;
- 基准站/CORS 站设置在具备通信、供电等条件的处所, 根据被监测对象精度需要设置一个或多个;
- 监测站设置位置应符合被监测对象和监测指标的要求。

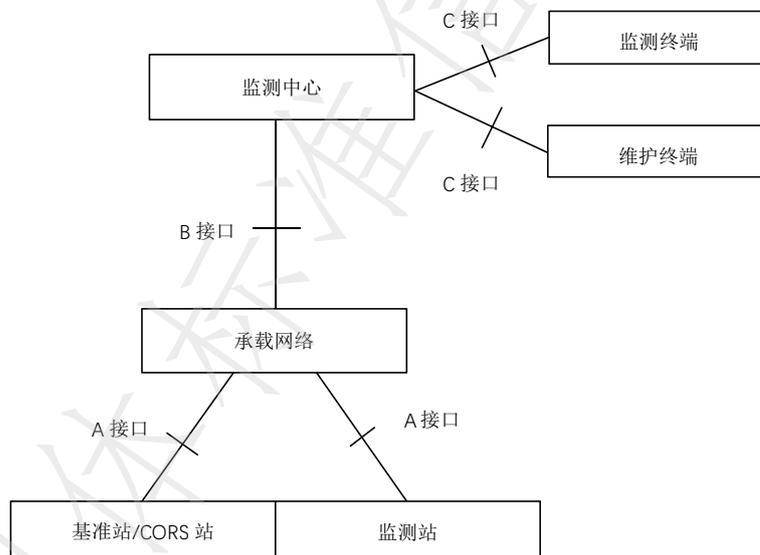


图 1 监测系统组成示意图

5.3 系统功能及性能

监测系统应具备路基、边坡、桥梁、涵洞、隧道及洞口仰坡、站房、站台, 铁塔、接触网支柱等铁路基础设施位移监测、分析、告警功能。

系统告警响应时延不大于 4 s。

6 设备主要技术要求

6.1 监测中心

6.1.1 组成

监测中心设备由接口服务器、管理服务器、数据解算服务器、数据接收服务器、监测终端、维护终端组成。

6.1.2 功能

6.1.2.1 监测中心

监测中心应的功能应符合下列规定：

- a) 数据接收功能：实时接收基准站/CORS站、监测站设备采集的原始观测数据；
- b) 数据处理功能：分析、过滤，分类接收的原始观测数据；
- c) 监测告警功能：当监测结果超过阈值时，产生告警信息；
- d) 数据存储功能：存储原始观测数据、分析数据、告警数据；
- e) 配置管理功能：添加、删除基准站、监测站设备；
- f) 故障管理功能：检测基准站、监测站设备运行状态，发生故障时发出告警信息，并对设备告警记录进行存储、备份和查询；
- g) 性能管理功能：对基准站、监测站设备告警阈值设置调整、性能数据统计分析；
- h) 用户操作功能：设置不同用户权限等级和日志管理。

6.1.2.2 接口服务器

接口服务器提供监测中心与基准站和监测站之间的接口，具备数据交互传送功能。

6.1.2.3 管理服务器

管理服务器的功能应符合下列规定：

- a) 具备基准站、监测站接入配置功能；
- b) 具备基准站差分数据转发端口映射功能；
- c) 具备根据基准站、监测站实时坐标，在GIS地图上显示的功能。

6.1.2.4 数据解算服务器

数据解算服务器的功能应符合下列规定：

- a) 具备解算基准站/CORS站回传至监测中心的原始观测数据功能；
- b) 具备解算监测站、基准站位置间的差值功能；
- c) 具备超过阈值时生成告警信息功能。

6.1.2.5 数据接收服务器

数据接收服务器的功能应符合下列规定：

- a) 具备接收基准站/CORS站、监测站回传至监测中心的原始观测数据的功能；
- b) 具备存储监测站回传和监测中心解算的位移等数据功能。

6.1.2.6 监测终端

具备显示、浏览监测数据，输出告警信息等功能。

6.1.2.7 维护终端

具备管理监测中心、监测站和基准站/CORS站设备等功能。

6.1.3 性能

监测中心性能应符合下列规定：

- a) 监测中心接入基准站和监测站的总数不少于1 000 个；
- b) 原始观测数据、监测数据的存储时间不少于3个月；
- c) 监测中心系统接口服务器、管理服务器、数据解算服务器、数据接收服务器、存储设备、核心网络设备及监控单元主机应采用冗余配置。

6.2 基准站

6.2.1 基准站组成

基准站由GNSS接收机、GNSS天线、通信模块、通信天线、电源模块等组成，如图 2 所示。

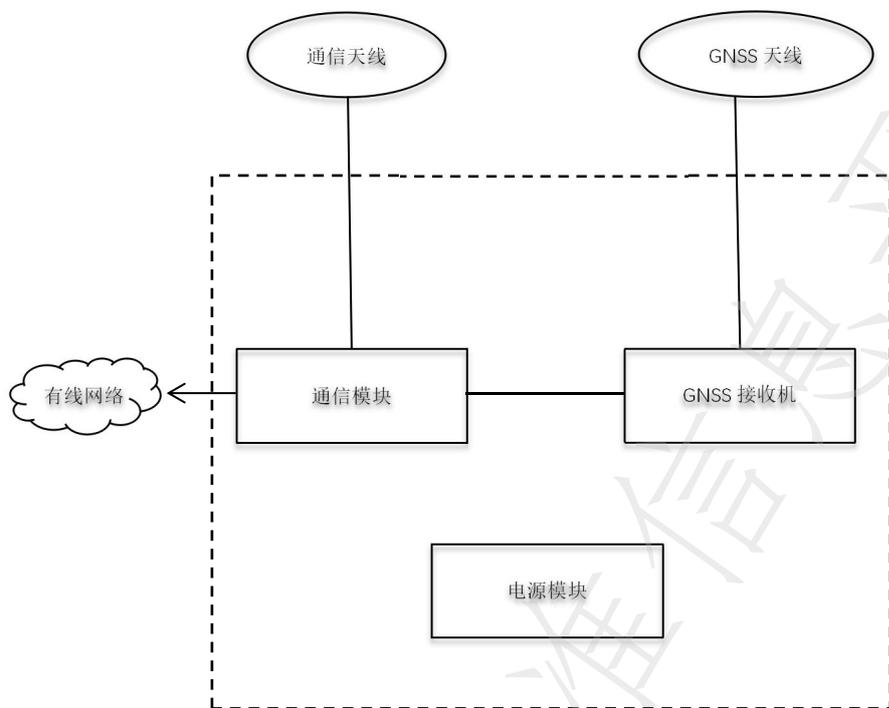


图 2 基准站设备组成示意图

6.2.2 基准站选址

基准站站址选择应符合下列规定：

- a) 地质条件良好；
- b) 对空通视良好，卫星高度角不小于 15° ；
- c) 应避免对卫星信号接收产生干扰的位置；
- d) 供电和通信条件良好。

6.2.3 基准站功能

基准站功能应符合下列规定：

- a) 实时接收、存储BDS原始观测数据，并至少同时接收、存储GPS、GLONASS和GALILEO其中一种系统的相关数据；
- b) 通过承载网络定时或实时上传原始观测数据到监测中心，支持输出CMR, CMR+, RTCM(2.0、2.3、3.0、3.X)差分信号格式；
- c) 支持网络远程查看基准站设备运行状态、跟踪参数、网络参数，支持远程升级。

6.2.4 基准站 GNSS 接收机技术要求

基准站GNSS接收机技术要求应符合表1的规定。

表1 基准站GNSS接收机技术要求

序号	性能指标	技术要求
1	工作频点	应能支持 BDS (B1/B2/B3) 频点, 并同时至少支持 GPS (L1/L2/L5) 或 GLONASS (L1/L2)、GALILEO (E1/E5) 中的一种系统的频点。
2	信号接收灵敏度	不低于-130 dBm
3	首次定位时间(冷启动)	不大于 50 s
4	静态定位测量精度(RMS)	平面: $\pm (2.5 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm 垂直: $\pm (5.0 + 1 \times 10^{-6} \times D)$ mm
5	单点定位测量精度(RMS)	水平不大于 3.0 m, 垂直不大于 5.0 m
6	存储	容量不小于 32 G, 支持 Binary、RINEX、BINEX 存储格式
7	数据更新频率	支持 1 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz、50 Hz
8	功耗	不大于 5 W

注: D为基线长度, 单位为km。

6.2.5 通信模块技术要求

通信模块应适配接入通信承载网络并符合相关规定。

6.2.6 电源模块技术要求

为设备提供交流或直流供电, 其技术要求应符合 9.1.2 的规定。

6.3 监测站

6.3.1 监测站组成

监测站由GNSS接收机、GNSS天线、通信模块、通信天线、电源模块等组成, 如图3所示。

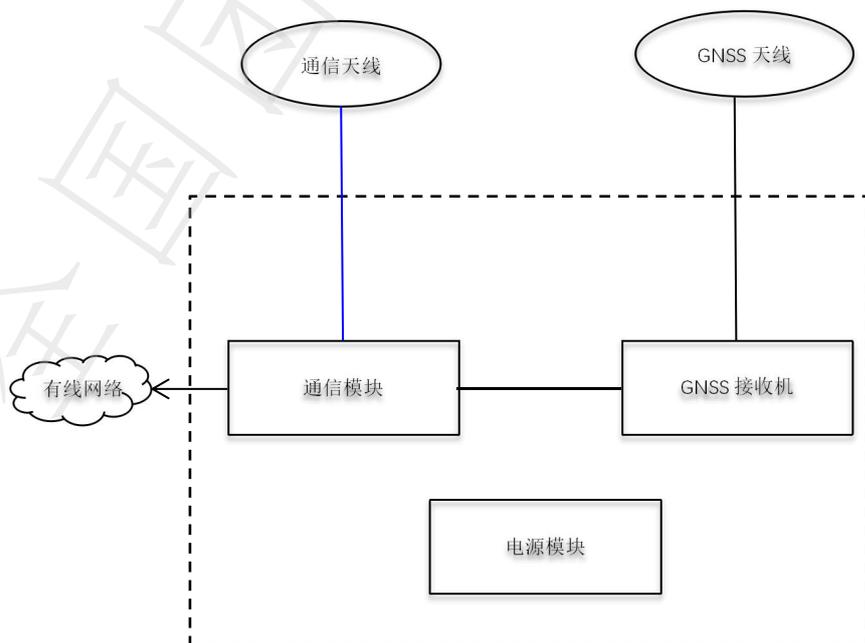


图3 监测站设备组成图

6.3.2 监测站功能

监测站功能应符合下列规定：

- a) 实时接收、存储BDS原始观测数据，并至少同时接收、存储GPS、GLONASS和GALILEO其中一种系统的相关数据；
- b) 通过承载网络定时或实时上传原始观测数据到监测中心，支持输出CMR, CMR+, RTCM(2.0、2.3、3.0、3.X)差分信号格式；
- c) 支持网络远程查看基准站设备运行状态、跟踪参数、网络参数，支持远程升级。

6.3.3 监测站选址

监测站站址选择应符合下列规定：

- a) 应安装在有利于检测位移量变化明显的位置；
- b) 有利于设备（GNSS天线）安装的位置；
- c) 宜避开对接收卫星信号产生干扰、遮挡的位置。

6.3.4 监测站 GNSS 接收机技术要求

监测站 GNSS 接收机技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 监测站卫星接收机技术要求

序号	性能指标	技术要求
1	工作频点	应能支持 BDS (B1/B2/B3) 频点，并同时至少支持 GPS (L1/L2/L5) 或 GLONASS (L1/L2)、GALILEO (E1/E5) 中的一种系统的频点。
2	信号接收灵敏度	不低于-130 dBm
3	首次定位时间(冷启动)	不大于 50 s
4	静态定位测量精度(RMS)	平面：±(2.5+1×10 ⁻⁶ ×D) mm 垂直：±(5.0+1×10 ⁻⁶ ×D) mm
5	单点定位测量精度(RMS)	水平不大于 3.0 m，垂直不大于 5.0 m
6	存储	容量不小于 8 G，支持 Binary、RINEX、BINEX 存储格式
7	数据更新频率	支持 1 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz、50 Hz
8	功耗	不大于 5 W

注：D 为基线长度，单位为 km。

6.3.5 通信模块技术要求

通信模块应适配接入通信承载网络并符合相关规定。

6.3.6 电源模块技术要求

为设备提供交流或直流供电，其技术要求应符合 9.1.2 的规定。

6.3.7 监测项目及内容

监测项目应包含下列内容:

- a) 路基和涵洞监测:路基线路中线、边坡、坡脚水平位移,路基、涵洞沉降;
- b) 桥梁监测:桥梁梁体、墩台、塔柱等水平、垂直位移;
- c) 隧道洞口边仰坡监测:水平位移、垂直位移;
- d) 站房、站台监测:水平位移、垂直位移;
- e) 铁塔及基础监测:水平位移、垂直位移;
- f) 接触网支柱及基础监测:水平位移、垂直位移。

7 接口及协议

7.1 A 接口

A 接口指基准站/CORS 站、监测站中的通信设备(模块)与承载网络之间的接口,采用有线或无线传输网络。

采用无线连接时,应符合相应无线网络传输协议。

采用有线连接时,应符合以太网接口协议并符合 YD/T 1099 的相关规定。

7.2 B 接口

B 接口指监测中心服务器与承载网络之间的接口,采用有线或无线传输网络。

采用无线连接时,应符合相应无线网络传输协议。

采用有线连接时,应符合以太网接口协议并符合 YD/T 1099 的相关规定。

7.3 C 接口

C 接口指监测中心服务器与监测终端之间的接口,采用有线连接时,符合以太网接口协议并符合 YD/T 1099 的相关规定。

8 网络安全

网络安全应符合国家有关网络和信息安全标准的规定。

9 供电及环境适应性要求

9.1 供电

9.1.1 监测中心设备

监测中心设备供电应符合下列规定:

- a) 设备在 AC 220 V \pm 44 V 或 DC 48 V \pm 7.2 V 供电条件下应正常工作;
- b) 支持双路电源输入,单路断电不影响设备工作。

9.1.2 基准站、监测站设备

设备在 AC 220 V \pm 44 V 或 DC 9 V~32 V 供电条件下应正常工作。

9.2 环境适应性要求

9.2.1 温度

环境温度应符合下列规定：

- a) 监测中心设备：
 - 1) 工作温度：-5 °C~45 °C；
 - 2) 贮存温度：-25 °C~55 °C。
- b) 基准站、监测站设备：
 - 1) 工作温度：-25 °C~55 °C；
 - 2) 贮存温度：-40 °C~70 °C。

9.2.2 相对湿度

相对湿度：不大于 95 %（40 °C）。

9.2.3 大气压强

大气压强：70 kPa~106 kPa 。

9.3 电磁兼容

设备的发射限值和抗扰度应符合 GB/T 24338.5 的相关规定。

9.4 外壳防护等级

基准站、监测站设备外壳防护等级应符合 GB/T 4208-2017 中 IP65 的规定。

9.5 设备可靠性要求

监测中心设备：MTBF不小于 5×10^4 h。

基准站、监测站设备：MTBF不小于 2×10^4 h。
