|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.010 |
| CCS | P 07 |

|  |
| --- |
| DB42 |

湖北省地方标准

DB42/T XXXX—XXXX

房屋建筑及市政基础设施北斗监测技术规程

Technical regulations for beidou monitoring of housing construction and municipal infrastructure

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

湖北省住房和城乡建设厅

湖北省市场监督管理局

联合发布

目次

[前言 III](#_Toc164081612)

[引言 IV](#_Toc164081613)

[1 范围 1](#_Toc164081614)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc164081615)

[3 术语和定义 1](#_Toc164081616)

[4 基本规定 2](#_Toc164081617)

[4.1 监测实施程序 2](#_Toc164081618)

[4.2 北斗监测系统原理及功能 3](#_Toc164081619)

[4.3 北斗网测量级别及精度 4](#_Toc164081620)

[4.4 北斗数据成果 5](#_Toc164081621)

[5 北斗监测技术内容 5](#_Toc164081622)

[5.1 一般规定 5](#_Toc164081623)

[5.2 选点 5](#_Toc164081624)

[5.3 监测站和基准站设计 6](#_Toc164081625)

[5.3.1监测站和基准站设计包含北斗接收机、 6](#_Toc164081626)

[5.4 北斗数据存储与处理 10](#_Toc164081627)

[5.5 北斗数据分析 11](#_Toc164081628)

[5.6 北斗监测平台 12](#_Toc164081629)

[5.7 评估预警 12](#_Toc164081630)

[5.8 监测成果要求 12](#_Toc164081631)

[6 结构物监测要点 13](#_Toc164081632)

[6.1 房屋监测 13](#_Toc164081633)

[6.2 路基监测 15](#_Toc164081634)

[6.3 桥梁监测 16](#_Toc164081635)

[6.4 隧道监测 17](#_Toc164081636)

[6.5 边坡监测 18](#_Toc164081637)

[6.6 地质灾害监测 20](#_Toc164081638)

[7 标准实施及评价 21](#_Toc164081639)

[附录A（规范性） 北斗站点的安装 23](#_Toc164081640)

[附录B（规范性） 北斗监测桩的埋设 27](#_Toc164081644)

[附录C（规范性） 基于北斗定位技术的路基安全自动化监测观测手簿 29](#_Toc164081646)

[附录D（规范性） 监测日报表 31](#_Toc164081647)

[附录E（规范性） 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表 32](#_Toc164081648)

[条文说明 32](#_Toc164081648)

1. 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。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口管理。

本文件主编单位：武汉市汉阳市政建设集团有限公司、湖南联智监测科技有限公司、武汉测绘研究院、武汉汇科质量检测有限责任公司、武汉建筑业协会。

本文件参编单位：武汉建诚工程技术有限公司、湖北诚信建筑工程质量检测有限公司、武汉市建筑工程质量检测中心有限公司、湖北省标准与质量研究院、武汉路达建设工程检测有限公司、湖北神龙工程测试技术有限公司、湖北省神龙地质工程勘察院有限公司。

本文件主要起草人：陈琴、谢鸿、李立平、李明强、白洁、陈庆、张冰、薛兵、吴继峰、王力斌、陈建珍、梅俊、魏继想、徐坤、黄万军、吴兴民、章恒、邵璇、王瑞杰、李文乔、徐涛、刘蒙、范涛、魏伟、汪林、丁星岚、闫革、陈元明、黄孟斌、丁沙、汪嫦红、王力斌、许超、李勇、张敏、刘正兴、邓龙飞、金鑫、晏务强。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn；对本文件的有关修改意见建议请反馈至武汉市汉阳市政建设集团有限公司，电话：027-84222942，邮箱：12265330@qq.com。

1. 引言

北斗卫星导航系统是国家重大战略基础设施，为规范北斗监测技术在房屋建筑及市政基础设施上的应用，制定本文件。

本文件在起草过程中执行了现行国家、行业标准；吸纳了北斗监测技术在房屋建筑及市政基础设施监测中的实践经验，对现行国家、行业标准在北斗监测应用领域的实施细则进行了补充和完善；为房屋建筑及市政基础设施的北斗监测应用提供技术支撑。

本文件根据房屋建筑及市政基础设施的结构类型，规定了监测项目、精度、监测技术要求，以及提交的成果资料，可作为北斗应用在房屋建筑及市政基础设施监测的技术方法依据。

房屋建筑及市政基础设施北斗监测技术规程

* 1. 范围

本文件规定了房屋建筑及市政基础设施北斗监测技术的基本要求、北斗监测技术方法、房屋、边坡、路基、桥梁、隧道、房屋建筑及市政基础设施沿线地质灾害监测要点。

本文件适用于房屋建筑、桥梁、隧道等既有城市基础设施结构物及施工及运维过程中路基、边坡的变形监测、地质灾害监测。

* 1. 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 17045 电击防护 装置和设备的通用部分

GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范

GB/T 27606 GNSS接收机数据自主交换格式

GB/T 28588 全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范

GB/T 39267 北斗卫星导航术语

GB/T 39414 北斗卫星导航系统空间信号接口规范（有4个部分，公开服务信息不同）

GB/T 39399 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范

GB/T 39772.1 北斗地基增强系统基准站建设和验收技术规范 第1部分：建设规范

GB 50026 工程测量标准

GB/T 50228 工程测量基本术语标准

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

JGJ 8 建筑变形测量规范

JT/T 1037 公路桥梁结构监测技术规程

* 1. 术语和定义

GB/T 39267-2020、GB/T 50228-2011界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

监测点 BeiDou monitoring point

直接或间接设置在监测对象上，并能反映监测对象力学或变形特征的观测点。

监测平台 monitoring platform

企业自建或委托第三方技术单位建设的，以计算机系统为基础，通过连接通信网络对服务范围内的房屋建筑及市政基础设施进行监测，并对监测传感器进行管理，可应用北斗定位监测技术，接入北斗数据，提供施工过程及运营安全监控的系统平台。

监测站 monitoring station

由北斗监测设备、通信设备、供电设备及监测桩等组成，安装在能反映被测对象变形特征位置的北斗变形监测站。

基准站 benchmark station

由北斗监测设备、通信设备、供电设备及监测桩等组成，安装在变形影响范围之外稳定地段的北斗变形监测基准系统。

北斗监测系统 BeiDou monitoring system

利用北斗自动监测设备对房屋建筑及市政基础设施进行连续自动测量、数据传输和处理的监测网络。由若干个监测站、基准站、监测平台和数据通信系统构成。

北斗安全监测预警 BeiDou security monitoring and early warning

应用北斗定位监测技术监测某一监测对象，当监测对象的位移形变数据特征值达到预警值时，按预定方式发出异常情况警告的行为。

预警阈值 early-warning threshold

为保证房屋建筑及市政基础设施安全或质量，以及周边环境安全，对表征监测对象可能发生异常或危险状态的监测量设定警戒值，该警戒值即为预警阈值。

监测桩 monitoring pile

监测桩由防水外壳、刚体筒柱等组成，安装在监测站或基准站上，用于固定接收机、接收机天线、太阳能板。

* 1. 基本规定
     1. 监测实施程序

结构物的变形监测应按照设计文件编制监测方案执行，设计文件应对监测范围、监测项目及测点布置、监测频率和监测预警值等做出规定。

应由建设方委托具备相应能力的第三方对本标准规定的工程实施现场监测。监测单位应编制监测方案，监测方案应经建设方、设计方等认可。

监测工作步骤应符合下列规定：

1. 现场踏勘，收集资料；
2. 制定监测方案；
3. 基准点、工作基点、监测点布设与验收，仪器设备校验和元器件标定；
4. 实施现场监测；
5. 监测数据的处理、分析及信息反馈；
6. 提交阶段性监测结果和报告；
7. 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

监测单位在现场踏勘、资料收集阶段应包括下列主要工作：

1. 了解建设方和相关单位对监测的要求；
2. 收集并分析岩土工程勘察、水文气象、周边环境、设计、施工等资料；
3. 了解相邻工程的设计和施工情况；
4. 通过现场踏勘，复核相关资料与现场状况的关系，确定拟监测项目现场实施的可行性。

监测方案编制前，委托方应提供下列资料：

1. 岩土工程勘察报告；
2. 设计文件；
3. 施工方案或施工组织设计；
4. 周边环境各监测对象的相关资料；
5. 其他所需资料。

监测方案应包括下列内容：

1. 工程概况；
2. 场地工程地质、水文地质条件及基坑周边环境状况；
3. 监测目的；
4. 编制依据；
5. 监测范围、对象及项目；
6. 基准点、工作基点、监测点的布设要求及测点布置图；
7. 监测方法和精度等级；
8. 测人员配备和使用的主要仪器设备；
9. 监测期和监测频率；
10. 监测数据处理、分析与信息反馈；
11. 监测预警、异常及危险情况下的监测措施；
12. 质量管理、监测作业安全及其他管理制度。

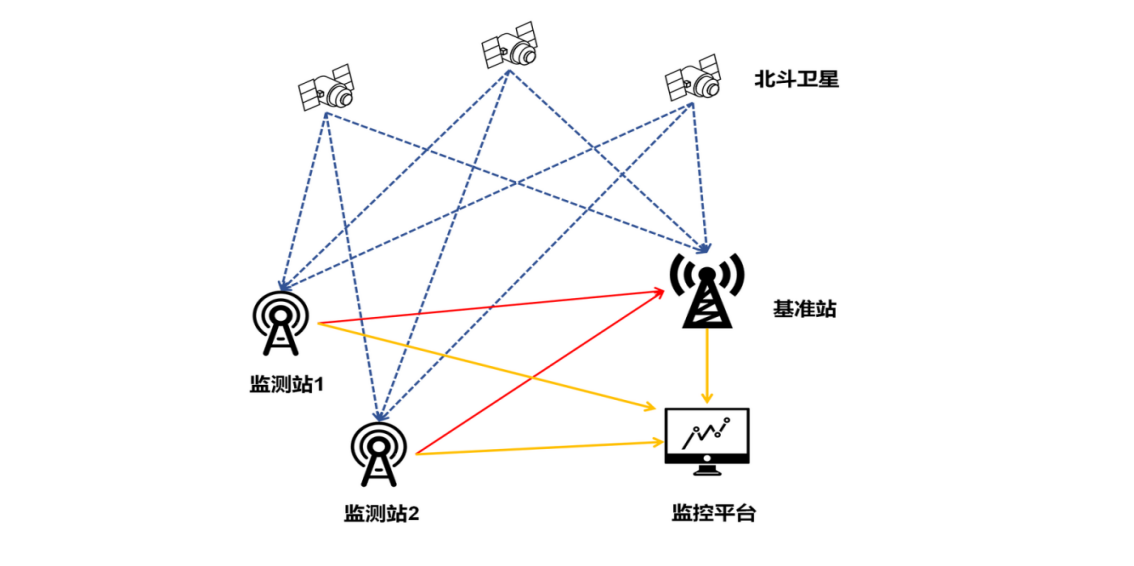
监测单位应按监测方案实施监测。当工程设计或施工有重大变更时，监测单位应与建设方及相关单位研究并及时调整监测方案。

监测单位应及时处理、分析监测数据，并将监测结果和评价及时向建设方及相关单位进行反馈。

监测期间，监测方应做好监测设施的保护。建设方及总包方应协助监测单位保护监测设施。

监测结束阶段，监测单位应向建设方提供监测总结报告，并将下列资料组卷归档：

1. 监测方案；
2. 基准点、监测点布设及验收记录；
3. 阶段性监测报告；
4. 监测总结报告。
   * 1. 北斗监测系统原理及功能

北斗监测技术的原理是利用BDS卫星测量基准站和监测点（1个或多个）之间的相对定位，通过相对定位得到各监测点不同时期的位置信息，然后采用解算软件对位置信息进行解算，剔除各种环境影响误差因子，并与首期结果进行对比得到各监测点在不同时期的精确度达到毫米级的位移信息，最终将各监测点的位移信息（曲线、数据等形式）展示在系统平台，供技术人员和管理人员实时查询和参考。

1. 北斗监测系统原理示意图

监测站和基准站具备采集存储和传输北斗原始数据的功能：

1. 基准站应满足如下要求：
   1. 基准站应能接收完整的卫星信号，应为监测站提供差分改正数据，用于误差改正；
   2. 基准站应支持实时向数据中心回传差分改正数据，便于数据中心对监测站进行后处理解算。
2. 监测站应满足如下要求：
   1. 监测站宜支持接收基准站的实时差分数据，宜支持实时差分解算；
   2. 监测站应支持实时向数据中心回传原始数据，便于数据中心进行后处理解算。

监测软件平台具备北斗数据解算、数据分析、展示和预警等功能。

* + 1. 北斗网测量级别及精度
       1. 北斗网测量等级划分

北斗网测量按照用途划分为A、B、C、D、E五个等级，国家大地控制网分为一、二、三、四等，北斗网与国家大地控制网对应关系如表1所示。

1. 北斗网与国家大地控制网等级对应关系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 级别 | | 用途 |
| 北斗网 | 国家大地控制网 |
| A级 | 一等 | 进行全球性的地球动力学研究、地壳形变测量和精密定轨等 |
| B级 | 二等 | 建立地方或城市坐标基准框架、区域性的地球动力学研究、地壳形变测量、局部形变监测和各种精密工程测量等 |
| C级 | 三等 | 建立区域、城市及工程测量的基本控制网 |
| D级 | 四等 | 建立中小城市、城镇及测图、地籍、土地信息、房产、物探、勘测、建筑施工等的控制测量 |
| E级 |

* + - 1. 北斗网测量精度

北斗网的B、C、D和E级点位中误差、相邻点基线分量中误差精度和相邻点间平均距离应不大于表4.2的要求。

1. 北斗网的B、C、D和E级测量精度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 点位中误差 | | 相邻点基线分量中误差 | | 相邻点间平均距离  km |
| 水平分量mm | 垂直分量mm | 水平分量mm | 垂直分量mm |
| B | 5 | 10 | 5 | 10 | 50（最长100、最短30） |
| C | 10 | 15 | 10 | 20 | 15（最长30、最短10） |
| D | 15 | 30 | 20 | 40 | 5（最长10、最短3） |
| E | 15 | 30 | 20 | 40 | 2（最长4、最短1.5） |
| 1. 表中内容引用自现行国家标准《全球定位系统（GPS）测量规范》 GB/T 18314。 2. 中误差值应为标准差（σ）的2倍。 | | | | | |

对精度有特殊要求的工程项目应进行北斗网设计，并联测国家高等级控制点，具体技术指标应符合GB/T 18314的有关规定。

* + 1. 北斗数据成果

每次变形观测结束后，应及时进行成果整理。 项目完成后， 应对成果资料进行整理并分类装订。成果整理应符合下列规定：

1. 观测记录内容应真实完整， 采用电子方式记录的数据，应完整存储在可靠的介质上。
2. 数据处理、 成果图表及检验分析资料应完整、 清晰。
3. 图式符号应规格统一、 注记清楚。
4. 观测记录、 计算资料和技术成果均应有相关责任人签字，技术成果应加盖技术成果章。
5. 观测记录、 计算资料和技术成果应进行归档。

结构物变形测量的观测记录、计算资料及成果的管理和分析宜采用变形测量数据处理与信息管理系统进行。该系统宜具备下列功能：

1. 应能接收各期变形测量的观测数据，并对数据格式进行转换；
2. 应能进行各期观测数据的检核和处理；
3. 应能进行基准点、工作基点及监测点标识信息管理；
4. 应能进行基准点网的平差计算和稳定性分析；
5. 应能对观测数据、计算数据、成果数据建立相应的数据库。应能对监测点进行变形分析；
6. 应能生成变形测量成果图表；
7. 宜能进行变形测量数据建模和预报；
8. 宜能进行变形的三维可视化表达；
9. 应具有用户管理和安全管理功能。
   1. 北斗监测技术内容
      1. 一般规定

北斗监测技术主要内容包括选点、监测站和基准站设计、北斗数据处理与存储、北斗数据分析、北斗监测平台、评估预警、监测成果输出等部分组成。

北斗监测技术及系统应能展示、提醒系统的异常预警，预警策略及预警项目应满足工程安全监测及系统稳定性需要。

预警信息应由专门的发布机构或被授权机构，根据结构安全隐患的发展态势和应急处置进展，向相关部门及时发布、调整或解除。

北斗监测技术方法除应符合本规程要求之外，还应符合GB/T 39414、GB/T 39267、GB/T 39723、GB/T 39396、GB/T 39397、GB/T39398、GB/T 39399、GB/T 39772的有关规定。

* + 1. 选点

基准站选点应符合以下要求：

1. 长期运行基准站应建立在稳定的地质构造条件的块体上，避开地质构造不稳定地区（如断裂带、易发生滑坡、沉陷、地下水位变化较大等变形地区）和易受水淹的地区；
2. 短期基准站一般按长期运行基准站要求建立在稳定地质构造条件的块体上或结构稳定的屋顶上；
3. 应建立在便于接入通信网络、具有稳定的供电条件及交通便利的地区，同时具有良好的保障环境，便于站点长期连续运行；
4. 建设应避开国家保护区和军事管制区；
5. 建设应选择周围地形、地物、电磁等环境变化较小的区域；
6. 建设应考虑与规划和未来发展相协调。

监测站选点应符合以下要求：

1. 监测站应安装在变形目标上，如坝体、边坡、屋顶、桥梁等；
2. 监测站应能跟随变形目标的变形而整体移动；
3. 监测站可通过太阳能电池板供电，不需要考虑接入市电或具备稳定的供电环境。

基准站和监测站点位应符合GB/T 28588的有关规定，要求如下：

1. 距离容易产生多路径效应的地物(如高大建筑、树木、水体、海滩和易积水地带等)应大于200m；
2. 应有基准站环境数据质量相应级别规定的高度截止角指标的卫星通视条件;
3. 距离微波站、微波通道、无线电发射台、高压线穿越地带等电磁干扰区应大于200m;
4. 避开采矿区、轨道交通、公路等容易产生振动边坡工程安全等级与边坡的变形监测等级对应关系是根据的地带;
   * 1. 监测站和基准站设计

5.3.1监测站和基准站设计包含北斗接收机、

基准站分为A级、B级、C级基准站，各级基准站应符合GB/T 39772.1的规定，见表3。

1. 基准站性能要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 等级 | 指标 | 高度截止角（°） |
| 多路径误差（MP） | A级 | MP≤0.3m | 10 |
| B级 | 0.3m＜MP≤0.5m | 10 |
| C级 | 0.5m＜MP≤0.65m | 15 |
| 周跳比 | A级 | ≥8000 | 10 |
| B级 | ≥4000 | 10 |
| C级 | ≥2000 | 15 |
| 观测数据完整率 | A级 | ≥98% | 10 |
| B级 | ≥95% | 10 |
| C级 | ≥95% | 15 |

基准站数据采集要求应符合以下要求：

1. 能采集BDS的频点信号应包括B1I、B1C、B2I、B2a、B2b、B3I等；
2. 采集的多路径影响、周跳比和观测数据完整率应符合GB/T 39772.1的有关规定，具体见表4；
3. 基准站的数据质量要求 A级站

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | A级基准站 | B级基准站 | C级基准站 |
| 多路径 | (0m,0.3m] | （0.3m，0.5m] | （0.5m，0.65m] |
| 周跳比 | ≥8000 | ≥4000 | ≥2000 |
| 观测数据完整率 | ≥98% | ≥95% | ≥95% |

1. 基准站数据采集的采样间隔和发送间隔应符合GB/T 39772.1的有关规定，具体见表5。
2. 基准站的数据采样间隔和发送间隔要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 原始观测数据 | 气象数据 |
| 观测数据采样间隔 | ≤1s | ≤30s，可调 |
| 观测数据发送间隔 | 1s | ≤30s，可调 |

* + - 1. 北斗接收机

北斗接收机结构与外观要求如下：

1. 北斗接收机应由GNSS天线（无内置天线接收机应配备）、接收机主机、电源适配器、电池等配件以及数据链（进行RTK测量的接收机应配备）等组成;
2. 北斗接收机应有参数配置、数据下载及数据格式转换的软件;
3. 北斗接收机各连接部件的连接应稳定可靠;
4. 表面应无明显的划痕、裂缝和变形;
5. 外壳应有一定的刚度和强度;
6. 各按键应操作灵活、无卡滞现象。

北斗接收机的电气、设置及显示、接口与输出、数据存储、信号接收性能、时间特性、测量精度、环境适应性、安全防护等技术要求应符合GB/T 39399的有关规定。

北斗接收机应能输出RTCM3格式的原始数据，RTCM3数据格式应符合GB/T 39414的有关规定。

北斗接收机应能支持监测站和基准站工作模式。

北斗网的A级北斗接收机的技术指标应符合GB/T 28588的有关规定，北斗网的B、C、D、E级北斗接收机的技术指标应符合GB/T 18314的有关规定，主要参数指标见表6的要求。

1. 北斗网的B、C、D、E级北斗接收机的技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | A | B | C | D、E |
| 频段 | 全波长 | 全波长 | 双频/全波长 | 双频 |
| 观测量（至少包含） | 双频测距码、双频载波相位、卫星广播星历 | 载波相位、伪距 | 载波相位、伪距 | 载波相位、伪距 |
| 同步观测接收机数 | ≥4 | ≥4 | ≥3 | ≥2 |
| 接收机天线要求 | 扼流圈、抗干扰 | 扼流圈、抗干扰 | 大地型 | 大地型 |

* + - 1. 监测桩

监测桩遵守下列规定：

1. 监测桩结构由防水外壳、刚体筒柱等组成；
2. 根据不同的结构物类型及应用场景，监测桩桩长一般可设置0.5m、1.9m及3.0m三种规格长度；
3. 监测桩组装完毕后（含预埋部分）整体重心应处于高度的1/3处以下；
4. 接收机天线应安装在监测桩支座上，支座应具备复位能力，复位精度优于0.5mm；
5. 监测桩表面应进行防腐处理；
6. 监测桩应具有良好的防护效果，能够防护外部的机械损伤、雨水冲刷、紫外线损伤、雷电损伤、电磁干扰等；
7. 为确保监测桩整体的刚性，立杆宜选用直径120mm以上的型材钢管，壁厚不小于2mm；
8. 立杆上不宜存有较大开孔，单个开孔面积应小于0.005m2；开孔个数宜小于10个，整体开孔面积应小于0.01m2。

监测桩的安装应符合下列规定：

1. 监测桩安装应牢固可靠；
2. 监测桩垂直度应满足验收技术要求；
3. 监测桩高度应满足设计要求；
4. 接收机天线设备应在避雷针的保护范围内；
5. 监测桩的安装与埋设应符合本规范附录B的规定。
   * + 1. 供电系统

北斗监测设备供电可采用市电供应系统或太阳能电池系统等多种方法。

北斗太阳能供电系统应符合下列技术要求：

1. 太阳能电池板架设地址的选择应符合太阳能资源分布、国家可再生能源中长期发展规划等因素；结合电网结构和交通运输、环境保护等影响条件，给出合适的站址范围；
2. 太阳能电池板朝向宜采用正南或南偏东、南偏西30°以内的方位，无植被和建筑遮挡；
3. 太阳能电池的蓄电设备应能保证在满电无太阳能充电状态下，持续工作15d；
4. 蓄电池可采用电压12V、容量100AH的蓄电池，其外观材质应具有良好的防腐阻燃功能。

北斗市电供电系统的电路设计及安装应符合下列要求：

1. 供电线路设计应保证在正常使用中，由于机械和热应力导致的线路变形不会触及带电部分，且线路变形不能破坏供电线路和供电设备的防护等级；
2. 端子应适用于制造商规定的导体类型及截面范围；
3. 连接件设备应在连接完成后具备有效的方法保持其位置；如果使用其他类型的端子或连接方法，其安全要求应符合GB/T 17045的有关规定；电缆及汇流条的锡焊连接应有额外的保持导体位置的措施；连接端子允许采用熔焊连接。

北斗监测设备供电线路的绝缘类型设计要求应符合表7的要求。

1. 设备绝缘类型设计要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备 | 基本防护措施 | 故障防护措施 |
| 0类 | 基本绝缘 | 无 |
| I类 | 基本绝缘 | 保护联结 |
| II类 | 基本绝缘和附加绝缘 | 加强绝缘 |
| III类 | 将电压限制到特低电压值 | 无 |

供电系统的维护应遵守下列规定：

1. 每季度检查太阳能充电板，对有灰尘、3积雪或杂物覆盖的太阳能电板进行清理，因树木生长导致太阳能板被遮挡的北斗监测点，应及时修剪树枝，确保太阳能板的正常运行；
2. 每月对蓄电池电量情况进行人工巡查，对电量不足或电池损坏的情况，应及时进行电池更换。
   * + 1. 防雷系统

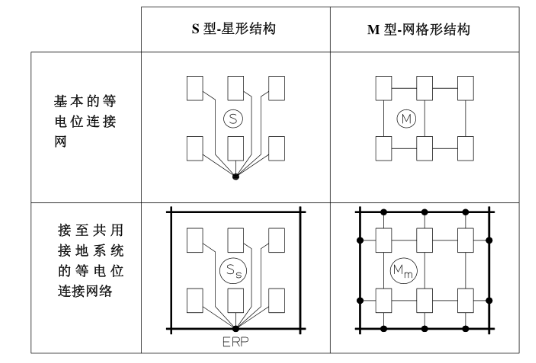
防雷系统必须采用等电位连接和接地保护措施，并可搭配能量配合的浪涌保护器、电磁屏蔽等多种防护措施。

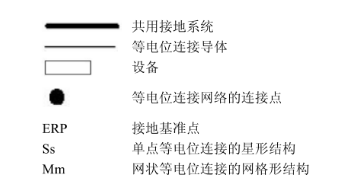
北斗系统防雷与接地应符合下列规定：

1. 在接地装置设计中，应将接收机天线基础接地体电力变压器接地装置及站内各建筑物接地装置互相连通组成共用接地装置；
2. 设备通信和信号端口应设置浪涌保护器保护，并采用等电位连接和电磁屏蔽措施，必要时可改用光纤连接。站外引入的信号电缆屏蔽层应在入户处接地；
3. 接收机天线的波导管应在天线架和机房入口外侧接地；
4. 接收机天线伺服控制系统的控制线及电源线，应采用屏蔽电缆，屏蔽层应在接收机天线处和机房入口外接地，并应设置适配的浪涌保护器保护；
5. 接收机天线应设置防直击雷的接闪装置；
6. 当北斗监测系统具有双向（收/发)通信功能且接收机天线架设在高层建筑物的屋面时，天线架应通过专引接地线（截面积大于或等于6mm2绝缘铜芯导线)与北斗通信机房等电位接地端子板连接，不应与接闪器直接连接。

等电位连接与共用接地系统设计应符合下列规定：

1. 等电位连接的结构形式应采用S型、M型或它们的组合，见图2；
2. 电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、屏蔽线缆金属外层、电子设备防静电接地、安全保护接地、功能性接地、浪涌保护器接地端等均应以最短的距离与S型结构的接地基准点或M型结构的网格连接；





1. 北斗防雷系统等电位连接网络的基本方法
2. 等电位连接网络应利用建筑物内部或其上的金属部件多重互连，组成网格状低阻抗等电位连接网络，并与接地装置构成一个接地系统；
3. 防雷接地与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一组接地装置时，接地装置的接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定；
4. 接地装置应优先利用建筑物的自然接地体，当自然接地体的接地电阻达不到要求时应增加人工接地体；
5. 防雷系统接地线不应从接闪带、铁塔、防雷引下线直接引入。

浪涌保护器的选择应符合下列规定：

1. 接收机天线应置于直击雷防护区(LPZOA)内；
2. 变形监测应根据被保护设备的工作频率、平均输出功率、连接器形式及特性阻抗等参数选用插入损耗小，电压驻波比小，适配的浪涌保护器；
3. 浪涌保护器应安装在收/发通信设备的射频出、入端口处；
4. 浪涌保护器接地端应采用能承载预期雷电流的多股绝缘铜导线连接到LPZOA或LPZOB与LPZ1边界处的等电位接地端子板上，导线截面积不应小于6mm2。同轴电缆的前、后端及进机房前应将金属屏蔽层就近接地。
   * + 1. 监测站的检查和维护

应定期对监测站进行巡检，汛期内每月进行巡检，非汛期每两月巡检一次，检查有无破坏迹象；

每季度检查监测设备仪器机箱内部状态，对有异物的机箱进行清理，对锈蚀或有破损的接线端子进行更换。

每季度检查太阳能充电板，对有灰尘、积雪或杂物覆盖的太阳能电板进行清理，因树木生长导致太阳能板被遮挡的北斗监测点，应及时修剪树枝，确保太阳能板的正常运行；

每月对蓄电池电量情况进行人工巡查，对电量不足或电池损坏的情况，应及时进行电池更换。

* + 1. 北斗数据存储与处理
       1. 数据采集

监测平台能自动采集监测接收机的输出信号，能把模拟量转换为数字量；监测平台应能适应点名式和周期式两种数据采集方式，能按照设定的方式自动进行定时测量。

北斗原始数据包含足量的星历信息和观测量信息。

* + - 1. 数据存储

监测平台数据存储分为北斗原始数据存储、解算数据存储和数据传输及解算日志存储三方面。相应存储应符合下列规定：

1. 北斗原始数据存储文件格式为RTCM3格式，北斗解算数据采用RINEX3.02以上版本的格式存储，应符合GB/T 27606的规定，按照传输时间分类，以供后续查阅；
2. 解算数据存储包括解算参数存储、北斗基线向量存储和基线向量改正量存储：
   1. 解算参数为监测平台运算所需的参数；基线向量为监测站接收机到基准站的向量在ENU坐标系下的坐标数值；通过对首次稳定解算的基线向量进行差分得到基线向量改正量；
   2. 解算参数存储在监测平台，由监测平台配置给每个项目；
   3. 基线向量存储和基线向量改正量存储按照时间及监测站点身份标识号ID区分。
3. 数据传输及解算日志应记录每个时刻各个站点的数据推送情况，实时解算情况、解算成功后的解算数据推送情况。每个解算日志为独立文件，按照日期分别存储。

原始观测记录、存储应完整、准确，原始数据应备份。

* + - 1. 数据展示

监测平台应能实时展示各项目的北斗数据，包括历史数据、直观呈现监测信号、数据异常、故障及报警等。

监测人员可通过监测平台远程获取设备的运行状况、数据质量及位移量等重要信息，可调取监测接收机的北斗原始数据，分析当地当时的信号质量是否达标，并可根据情况调整北斗数据解算参数和后处理参数，以及进行数据备份。

* + - 1. 数据处理

数据解算选取的时间系统（UTC）、坐标系统（WGS84，CGCS2000）、数据类型（经纬度、绝对坐标、基线向量）应保持一致；

北斗数据解算项目应包含卫星系统、信号波段、观测量类型（伪距和载波）、信噪比。

原始数据应检查数据的连续性，判断是否存在周跳。

数据解算应符合下列规定：

1. 利用伪距观测信息进行最小二乘算法估计，获得监测站和基准站的大致坐标；
2. 获得估计坐标后，进行双差运算消除大气误差和钟差；
3. 利用载波观测信息固定模糊度，获得高精度基线向量；
4. 利用卡尔曼滤波等算法对上述步骤迭代，获得高精度坐标结果；
5. 必要时，进行北斗数据解算并分析北斗原始数据的DOP值、多径干扰-信噪比状态和卫星仰角信息。

北斗基线解算应符合下列规定：

1. 原始数据应进行误差分析并建立误差模型；
2. 应用Saastamoinen模型进行对流层延迟修正；
3. 在Obs数据解算过程中，应对Nav文件的星历信息进行电离层模型延迟修正；
4. 应用ENU本地坐标系展示基线向量坐标；
5. 应用Levenberg-Marquadt拟合指数模型或正弦模型进行多路径和接收机噪声误差修正；
6. 解算质量是基线向量解算结果输出与推送的判别依据，包括ratio值、用以解算的卫星数目、解算类型（Flout Solution或Fix Solution）。

数据解算平差后处理方法应符合下列规定：

1. 平差后处理选用的历史数据长度根据接收机运行时间决定，初始稳定期间历史数据长度应短于解算输出间隔，后期按照项目性质选取1440-2880个观测历元作为历史数据；
2. 平差结果应符合原始数据的变化趋势，且延迟观测历元数不应超过解算结果输出间隔的1/4；
3. 对于长时间运行项目，可进行二次平滑运算，采用指数模型或多项式模型等算法进行数据拟合，滤除长时间运行中因环境和信号质量导致的解算结果发散等误差；
4. 误差处理可以通过卡尔曼滤波、多项式拟合及小波降噪等方法实现，对观测数据中明显的粗差进行剔除，平滑数据的噪声性波动，还原贴近真实位移的数值。

监测平台数据处理中的水平方向和垂直方向数值取位不得小于0.1mm。

* + 1. 北斗数据分析

预测模型是数据分析领域中对时间序列进行处理时采用的一种随机差分方差的数学模型。根据分析方法不同，可以有时域分析模型、频域分析模型、BP神经网络、小波变换或其他数学模型。

根据监测项目类型、数据间隔和波动程度等区别选取预测模型参数。

建立预测模型时，需要选取能够反映稳定运行状态的数据进行训练，训练集不宜过大，利用模型预测的结果时长不宜超过20观测历元，预测结果不宜作为预警主要依据，可辅助预警。

在给出预测数据前，应对预测数据所使用的模型进行检验。将模型所拟合的历史数据与真实历史数据进行差分，当残差方差不超过真实数据整体噪声水平时可将模型视为有效。

在得到预测数据后，需要分析历史数据趋势与预测数据趋势的走向差别，当预测数据与历史数据存在较大出入时，需要重点考虑观测后续实际数据。

在历史数据触发预警的情况下，可结合预测数据分析预警是否为误报。

预测数据分析应着重于趋势走向、方差及预测模型对历史数据的拟合性能方面，不宜将预测数据直接当作真实数据使用。

* + 1. 北斗监测平台

监测平台作为监测人员、用户与监测设备之间的窗口，具备数据采集、数据存储、数据展示、数据处理、数据分析、评估预警等功能。

软件管理系统应满足以下技术要求：

1. 软件管理平台应具有数据采集、数据成图、自动预警、预警发布四个基本功能；
2. 监测数据车应进行容灾备份。

平台应具备对数据质量进行评估的功能：

1. 应具备监测点数据质量预警功能，对监测点数据质量进行简单分析、预警；
2. 应具备监测点离线预警功能，按照离线时间对监测点进行分级预警，并须短信、邮件通知运维人员；
3. 应具备监测点粗差数据识别功能，能够实时识别监测结果中的粗差，并对粗差结果进行粗差预警记录；
4. 应具备监测点解算成功率预警功能，可分级配置解算成功率阈值，当监测点解算成功率低于阈值时，应进行预警；
5. 预警信息应形成日志，包括始末时间、警示事项、预警级别等。
   * 1. 评估预警

北斗监测系统应具备以下特点：

1. 多指标和多层次的预警体系；
2. 实时、自动和明显的预警方式；
3. 发布、调整和解除预警信息。

北斗监测系统应具备以下功能：

1. 应具备监测点数据质量预警功能，对监测点数据质量进行简单分析、预警；
2. 应具备监测点离线预警功能，按照离线时间对监测点进行分级预警；
3. 应具备监测点粗差数据识别功能，能够实时识别监测结果中的粗差，并对粗差结果进行粗差预警记录；
4. 应具备监测点解算成功率预警功能，可分级配置解算成功率阈值，当监测点解算成功率低于阈值时，应进行预警；
5. 预警信息应形成日志，包括始末时间、警示事项、预警级别等。
   * 1. 监测成果要求

5.8.1北斗监测项目应根据实际工程需要和委托方的要求，提交下列相关资料：

北斗监测设计方案，应包括:监测的目的、技术依据、精度等级、监测方法、监测基准及基准网精度估算和点位布设、观测周期、项目预警值、使用的仪器设备、数据处理方法和成果质量检验等内容。

监测阶段性监测报告，应包括下列主要内容：

1. 每期观测成果；
2. 与前一期观测间的变形量和变形速率，提出预测变化趋势；
3. 本期观测后的累计变形及说明；
4. 变形监测图表及说明；
5. 监测过程中需要说明的事项。

变形监测技术总结报告，应包括下列主要内容：

1. 监测内容及基本技术要求；
2. 作业过程及技术方法；
3. 每期观测成果汇总；
4. 变形监测图表及说明；
5. 变形监测过程中需要说明的事项；
6. 基准点稳定性分析资料；
7. 变形分析方法、结论和建议；
8. 其他需要说明的资料。
   1. 结构物监测要点
      1. 房屋监测
         1. 一般规定

下列房屋在施工期间和使用期间应进行变形测量:

1. 地基基础设计等级为甲级的房屋
2. 软弱地基上的地基基础设计等级为乙级的房屋。
3. 加层、扩建建筑、处理地基及大面积填方地基上的房屋。
4. 受邻近施工影晌或受场地地下水等环境变化影响的房屋。
5. 采用新型基础或新型结构的房屋。
6. 属于大型城市基础设施的房屋
7. 体型狭长且地基土变化明细的房屋。
8. 超高层、大跨度的房屋建筑。

北斗卫星导航定位测量方法可用于房屋在施工及运营期间的水平位移观测、倾斜观测、日照变形观测、风振变形观测。

建筑变形测量可采用独立的平面坐标系及高程基准。对大型或有特殊要求的项目，宜采用2000 国家大地坐标系及1985 国家高程基准或项目所在城市使用的平面坐标系及高程基准。

建筑变形测量应采用公历纪元、北京时间作为统一时间基准。

* + - 1. 精度等级

北斗卫星导航定位测量方法可用于二等、三等和四等房屋水平位移变形监测。对二等观测，应采用静态测量模式;对三等、四等观测，可采用静态测量模式或动态测量模式。对日照、风振等变形测量应采用动态测量模式。

建筑物根据其建筑类型、重要程度、结构形式、变形敏感程度等来确定其变形监测的等级划分及精度要求见表8所示。

1. 北斗卫星建筑物变形监测的等级划分及精度要求（mm）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 监测等级 | 水平位移监测 | 北斗精度等级 | 适用范围 |
| 变形观测点的点位中误差 |
| 二等 | 3.0 | A | 变形比较敏感的高层建筑、高耸构筑物、工业建筑、古建筑等 |
| 三等 | 6.0 | B | 一般性的高层建筑、多层建筑工业建筑、高耸构筑物等 |
| 四等 | 12.0 | C | 观测精度要求较低的建(构)筑物等 |
| 1. 变形观测点的高程中误差和点位中误差,是指相对于邻近基准点的中误差; 2. 特定方向的位移中误差可取表中相应等级点位中误差的 1/√2作为限值。 | | | |

对明确要求按建筑地基变形允许值来确定精度等级或需要对变形过程进行研究分析的建筑变形测量项目，应根据变形测量的类型和现行国家标准《建筑地基基础设计规范)) GB 50007 规定或工程设计给定的建筑地基变形允许值，估算变形测量精度，对位移观测，应取变形允许值的1/10～1/20作为位移量测定中误差，并根据位移量测定的具体方法计算监测点坐标中误差或测站高差中误差。

* + - 1. 房屋监测的技术要求
         1. 水平位移观测

水平位移观测点应布设在建(构)筑物的下列部位:

1. 建筑物的四周墙角和柱基上以及建筑沉降缝的顶部和底部;
2. 当有建筑裂缝时,还应布设在裂缝的两边;
3. 大型构筑物的顶部、中部和下部。

水平位移观测的周期，应符合下列规定

1. 施工期间，可在建筑每加高 2 层～3 层观测 1次;主体结构封顶后，可每1月～2月观测1次。
2. 使用期间，可在第一年观测 3 次4 次，第二年观测 2次～3 次，第三年后每年观测 1次，直至稳定为止。
3. 若在观测期间发现异常或特殊情况，应提高观测频率。
   * + - 1. 倾斜观测

倾斜监测点的布设及标志设置应符合下列规定:

1. 当测定顶部相对于底部的整体倾斜时，应沿同一竖直线分别布设顶部监测点和底部对应点；
2. 当测定局部倾斜时，应沿同一竖直线分别布设所测范围的上部监测点和下部监测点。

倾斜观测的周期，宜根据倾斜速率每 1月～3 个月观测1次。当出现基础附近因大量堆载或卸载、场地降雨长期积水等导致倾斜速度加快时，应提高观测频率。施工期间倾斜观测的周期和频率，宜与沉降观测同步。

* + - * 1. 日照变形观测

变形观测点宜设置在监测体受热面不同的高度处。

日照变形观测宜选在夏季日照充分、昼夜温差较大时进行。宜进行不少于 24h 的连续观测，观测频率宜为 1次/h～2次/h。每次观测时，应测定建筑向阳面与背阳面的温度，并应测定风速和风向。

* + - * 1. 风振观测

风振变形观测宜采用卫星导航定位测量动态测量模式测定，观测频率宜为1Hz。监测点应设置在待测建筑或结构的顶部，并应能安置卫星导航定位接收机天线。

对超高层建筑或高耸结构进行风振观测，应在受强风作用的时间段内，同步测定其顶部的水平位移、风速、风向。测定的时间段长度可根据观测目的和要求确定，不宜少于1h。

* + - 1. 监测预警

变形监测出现下列情况之一时,必须通知建设单位,提高监测频率或增加监测内容:

1. 变形量或变形速率达到变形预警值或接近允许值;
2. 变形量或变形速率变化异常。
   * 1. 路基监测
        1. 一般规定

基于北斗定位的路基安全自动化监测，适用于普通路基和软土路基等各类路基。

路基监测应分为施工期间监测与运营期间监测。

采用北斗监测技术可监测路堤、路堑和软土路基的地表水平位移。

依据路基设计安全等级和精度要求选用路基结构变形监测的仪器型号，应符合GB/T 15406的有关规定。

* + - 1. 路基监测的技术要求

路基监测点的布设：

1. 路堤监测项目主要是地表水平位移，监测点布设应符合下列规定：
   1. 应根据工程监测等级布设垂直于道路走向的监测断面，断面间距宜为50m～100m，监测断面宜布置在预测变形较大的位置；
   2. 地表水平位移：监测点设置在坡脚、坡体中部及路肩等处，路基单侧监测点不宜少于3个。
2. 路堑监测项目主要是地表水平位移，监测点布设应符合下列规定：
   1. 监测断面方向与边坡最不利方向一致，监测断面间距取30m～60m；
   2. 地表水平位移：从坡脚至坡顶水平距离每20m～40m设1个监测点，坡顶开挖线意外宜设1～2个监测点。
3. 软土路基监测项目主要是地表水平位移，监测点布设应符合下列规定：
   1. 监测断面垂直于路线走向，一级监测路段每20m～50m设一个断面，二级监测路段每50m～100m设一个断面，监测断面宜布置在预测变形较大的部位；
   2. 地表水平位移:监测点设置在路肩、路堤坡面、坡脚等部位，每断面监测点不宜少于3个。

路基监测的等级应根据监测对象的形式、规模、地质特点及周边环境等确定。路堤、软土路基按照填筑高度、工程条件复杂程度对应一级、二级、三级三个监测等级；路堑按照边坡高度、工程条件复杂程度对应一级、二级、三级三个监测等级。

路基地表水平位移测量精度要求不低于国家四等水准测量精度，对应北斗网测量精度应符合表9的规定。

1. 路基变形北斗监测的精度要求（mm）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 国家水准测量精度 | 地表水平位移监测 | 北斗测量精度 |
| 点位中误差 |
| 二等 | 2.0mm | A级 |
| 三等 | 6.0mm | B级 |
| 四等 | 10.0mm | C级 |

路基变形监测采样频率应根据路基的结构特点、设计要求、施工阶段等因素设定。应符合下列规定：

1. 所有监测对象应进行现场巡查，一、二级路段现场巡查频率应与监测频率保持一致，三级监测路段现场巡查不宜低于2次/月。
2. 路堤和软土路基施工期填筑阶段监测频率应保证1次/天或1次/层，填筑至路床后应保证1次/7-15天，3个月运营期内应保证1次/15天，3个月运营期后应保证1次/30天。
3. 路堑施工期监测频率应保证1次/1-3天，6个月运营期内应保证1次/7d，6-12个月运营期内应保证1次/15d，12个月运营期后应保证1次/30d。
4. 遇到强降雨、数据异常、关键施工节点等特殊情况，应提高监测频率。

路基监测的数据分析应符合下列规定：

1. 监测数据应进行误差分析、处理和修正。
2. 监测数据分析宜绘制相关的时程曲线和关系曲线。
3. 对各种监测项目，应通过检查监测指标变化幅度和变化规律的合理性、与其他监测项目的关联性，结合勘察、设计和施工等资料判断监测数据的合理性、可靠性，存在问题时应查找原因，采取对策。
   * 1. 桥梁监测
        1. 一般规定

公路桥梁符合下列条件之一时，进行桥梁结构监测：

1. 主跨跨径大于等于500m悬索桥、300m斜拉桥、160m梁桥、200m拱桥；
2. 技术状况等级3类、4类且需要跟踪观测的在役桥梁；
3. 经过评定需要进行结构监测的桥梁。

桥梁结构变形北斗技术监测内容及监测参数应按照表10选择。

1. 桥梁结构变形北斗技术监测内容

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 桥型 | 监测类别 | 监测内容 |
| 梁桥 | 结构变化 | 桥墩竖向位移 |
| 拱桥 | 结构响应 | 主梁横向位移 |
| 结构变化 | 拱脚位移 |
| 悬索桥 | 结构响应 | 主梁横向位移 |
| 主梁竖向位移 |
| 塔顶偏位 |
| 主缆偏位 |
| 结构变化 | 锚碇位移 |
| 斜拉桥 | 结构响应 | 主梁横向位移 |
| 塔顶偏位 |

依据桥梁设计安全等级和精度要求选用桥梁结构变形监测的仪器型号，应符合JGJ 8的有关规定。

* + - 1. 桥梁监测的技术要求

桥梁结构位移监测测点布设，满足下列规定：

1. 主梁竖向位移监测测点应在主跨跨中和1/4,3/4主跨，边跨跨中处布设；对于宽幅桥面、中央索面或其他具有扭转监测需求的主梁，应在同一断面左右幅外侧位置布设监测测点；
2. 主梁横向位移监测测点应在主跨跨中布设；
3. 塔顶偏位监测测点应分别布设于索塔顶部；
4. 主缆偏位监测测点宜在主跨跨中和1/4、3/4主跨；
5. 高墩桥梁或纵坡较大的桥梁，桥墩的纵向和横向位移测点宜布设在墩顶。
6. 悬索桥锚碇位移监测测点宜布设于锚体和前支墩角点处；梁桥桥墩沉降监测测点宜布设于墩顶处；拱桥拱脚位移监测测点宜布设于拱脚承台处。

桥梁监测的精度应根据桥梁类型、结构、用途、变形量大小等因素综合确定，悬索桥主梁竖向位移和横向位移、斜拉桥主梁和拱桥主梁横向位移、塔顶偏位、主缆偏位宜采用北斗监测技术进行监测，监测数据应转换到大桥独立坐标系。水平方向测量误差应不大于20mm,垂直方向测量误差应不大于50mm,技术指标应符合GB/T39410相关规定。

桥梁变形监测采样频率应根据桥梁的结构特点、设计要求、功能要求等因素设定。应符合下列规定：

1. 结构响应监测动位移监测采样频率不宜低于20Hz，静位移监测采样频率不宜低于1Hz；
2. 锚碇位移、拱脚位移、桥墩沉降监测在线采样频率1/3600Hz，离线每年1次～2次；
3. 当监测参数类别包括水平位移与垂直位移时，两者监测频次宜一致；
4. 监测过程中，监测数据达到预警值或发生异常变形时应调整加大监测频率；
5. 当洪水、地震、强台风等自然灾害发生时，或遇船只碰撞等特殊情况时，应加大监测频率。

桥梁监测的数据分析应符合下列规定：

1. 桥梁监测的各项原始记录数据，应及时整理、检查；
2. 桥梁监测数据分析宜采用作图分析法、统计分析法、对比分析法、建模分析法等对监测数据进行变形的几何分析和物理解释；当利用变形量与变形因子关系模型进行变形趋势预报时，应给出预报结果的误差范围及适用条件；
3. 对于较大规模的或较重要的项目，进行桥梁监测数据分析，宜包括下列内容；对于较小规模的项目，至少应包括本条1款～3款的内容：
   1. 观测成果的可靠性分析；
   2. 监测体的累计变形量和两相邻观测周期的相对变形量分析；
   3. 特征值统计分析；
   4. 回归分析。

桥梁监测数据评估分析应符合下列规定：

1. 主梁位移、墩顶偏位、塔顶和主缆偏位、拱顶位移监测数据应对绝对极值、平均值、均方根值进行时间变化规律分析。
2. 梁端位移应进行绝对值累积量分析，同时应对主梁挠度、塔顶和主缆偏位及拱圈偏位、桥墩沉降等变化趋势进行预测。

基于北斗定位技术的桥梁安全自动化监测还应符合本规范第四、五章的要求。

* + 1. 隧道监测
       1. 一般规定

基于北斗定位技术的隧道变形自动化监测，包括隧道洞口仰坡地表水平位移监测、隧道洞门结构水平位移监测。

根据不同的监测周期应分为施工期间监测和运营期间监测。

隧道监测的项目和内容应根据地质条件、地面环境、施工方法和设计要求等因素综合确定，按照表11选择。

1. 隧道北斗监测的内容

|  |  |
| --- | --- |
| 阶段 | 主要监测项目 |
| 隧道施工阶段 | 隧道洞口仰坡地表水平位移监测 |
| 隧道洞门结构水平位移监测 |
| 隧道周边建构筑物倾斜及水平位移 |
| 隧道运营阶段 | 隧道洞口仰坡地表水平位移监测 |
| 隧道洞门结构水平位移监测 |

隧道北斗监测频率宜符合表12规定。

1. 隧道北斗监测的内容

|  |  |
| --- | --- |
| 位移速度（mm/d） | 监测频率 |
| ≥5 | 2次/d |
| 1～5 | 1次/d |
| 0.5～1 | 1次/2～3d |
| 0.2～0.5 | 1次/3d |
| 小于0.2 | 1次/7d |

* + - 1. 隧道监测的技术要求

隧道监测点的布设应符合本规范第7章附录A和附录B的有关规定。

1. 应在有可能发生滑移的洞口高边坡段，设置地表水平位移监测点；
2. 应根据工程地质和水文地质条件，隧道洞门结构种类、基础形式、结构种类、建（构）筑物的重要成都及其与隧道的距离等因素，综合考虑监测点的布设和数量。
3. 监测点应牢固、可靠、易于识别，应能真实反映围岩、支护的动态变化信息；
4. 浅埋段隧道应进行地表水平位移监测；
5. 在开挖面与量测断面的距离达到隧道开挖宽度的三倍之前，应布设地表水平位移监测点。
6. 地表水平位移监测断面纵向间距宜符合表13规定。
7. 地表沉降量测断面纵向间距

|  |  |
| --- | --- |
| 隧道埋深 | 纵向测点间距（m） |
| h＞2.5b | 视情况布设监测断面 |
| b＜h≤2.5b | 10～20 |
| h≤b | 5～10 |

隧道监测的精度应根据工程需要和设计要求确定。

隧道监测成果应包括以下内容，并纳入交竣工文件：

1. 现场监控量测计划；
2. 实际测点布置图；
3. 监测点位移～时间曲线图，以及监测数据汇总表；
4. 变更设计和改变施工方法地段的信息反馈记录；
5. 监测其他说明。

基于北斗定位技术的隧道安全自动化监测还应符合4章、5章的要求。

* + 1. 边坡监测
       1. 一般规定

基于北斗定位技术的边坡安全自动化监测包括边坡地表水平位移、垂直位移。

边坡工程安全等级与边坡的变形监测等级对应关系如表6.5.1.2 所示。

1. 边坡工程安全等级与边坡的变形监测等级对应关系

|  |  |
| --- | --- |
| 边坡工程安全等级 | 北斗精度等级 |
| 一级 | B |
| 二级、三级 | C |

边坡工程安全等级的确定应符合现行国家标准《建筑边坡工程技术规范》GB 50330的有关规定；

高边坡施工和运营各阶段应用北斗监测系统开展变形监测应符合GB 50026的有关规定。

* + - 1. 边坡监测的技术要求

边坡监测点的布设原则如下：

1. 不良地质作用地段；
2. 受地下水、地表水影响的地段；
3. 有建筑物与构筑物和运输枢纽区的地段；
4. 受爆破影响的地段；
5. 有滑动迹象或正在进行治理的地段；
6. 支护结构顶部或预估支护结构变形最大处
7. 放坡开挖后应力集中地带。

边坡监测点的布设应符合下列规定：

1. 水平位移及垂直位移观测一般宜共用一个测点；
2. 应结合高边坡分布范围、地形地貌特征、性质、破坏模式、变形情况、稳定状态及主体防治工程类型等，综合考虑监测点的布设；
3. 监测点布置宜结合工程结构物进行布设，测点宜布设在路堤边坡的坡顶、边坡的平台、水沟、滑坡的隆起、挡墙等变形剧烈位置；
4. 对于有危石等易出现落石、崩塌破坏的岩质边坡，应对危石或崩塌体进行加密测点，增加监测频率；
5. 监测点的布设可在监测过程中根据变形情况进行动态调整，在变形剧烈位置宜及时补充测点；
6. 监测点应布设在与边坡坡向平行或垂直边坡坡向的断面线上，并应布设至变形影响范围外不小于30m；
7. 断面线宜布设在边坡中部及两侧边缘，并不应少于3条；
8. 监测点的间距宜为10m～30m，且最大水平间距不应大于100m，最大垂直间距不应大于50m。

监测站的安装应符合附录A和附录B的有关规定。

边坡监测应符合表15的要求。

1. 边坡监测技术要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 观测方法 | 时段长度（min） | PDOP | 卫星截止高度角（°） | 同步监测卫星数（颗） | 卫星分布象限数 | 采样间隔（s） |
| 静态 | 60～120 | ≤5 | ≥15 | ≥5 | ≥3 | 10～30 |
| 30～90 | ≤5 |
| 20～60 | ≤6 |
| 12～45 |

基于北斗定位技术的边坡安全自动化监测还应符合本规范第四、第五章的要求。

边坡监测成果应包含以下内容：

1. 工程概况；
2. 监测依据；
3. 监测点的布设；
4. 监测设备和方法；
5. 监测数据统计、分析、评价及发展预测；
6. 监测工作结论与建议。
   * 1. 地质灾害监测

一般规定

基于北斗定位技术的地质灾害监测主要为房屋建设及市政工程影响区域内的地质灾害地表变形监测，包含滑坡、崩塌、地面塌陷等。

地质灾害监测应在搜集资料和现场地质灾害调（勘）查的基础上开展。

资料搜集应包括地质灾害评估、勘查、防治设计、监测及地质灾害形成条件、诱发因素、变形活动特征、周边环境条件等资料。

现场调查工作应复核搜集的资料与现状地质灾害变形的关系，调查和分析地质灾害的形成条件、空间分布、变形活动特征、诱发因素与形成机制等，确定地质灾害监测的重点部位并进行拍照、录像或绘制素描图。

* + - 1. 地质灾害监测技术要求

监测点的布设应符合下列要求：

1. 监测剖面布设应统筹兼顾、突出重点。监测剖面的布设应根据隐患点类型、发育分布特征及发展演化趋势，结合监测场地条件和监测预警工作需要统一规划、统筹部署。以隐患变化明显因素和主要控制因素为主要监测内容，以明显变形区段和块体为关键监测部位；
2. 监测剖面应能系统监控致灾体自身及周边环境因素的活动特征和发展趋势，并兼顾承灾体的分布情况；
3. 横向剖面线应布设在滑坡中部至前缘剪出口之间，并结合滑坡规模、地形条件等情况，向两侧延伸至滑坡、塌陷边界以外一定范围；
4. 纵向剖面线方向应与滑坡、崩塌主要变形方向一致或相近。有两个或两个以上变形方向时，纵剖面应相应布设；
5. 剖面布设应优先考虑“十”字型，即一条纵剖面和一条横剖面。在此基础上，可根据监测需求扩展为“卄”字型、“卅”字型、“＃”字型或“丰”字型或放射状等型式。针对小型的滑坡、崩塌、塌陷可以简化；
6. 监测剖面应穿过滑坡、崩塌、地面塌陷的不同变形地段或块体，应重点考虑滑坡、崩塌的群体性和次生复活特性，还应兼顾外围小型滑坡、崩塌、塌陷和次生灾害体。

监测站的安装应满足稳定、可测和具有施工条件等要求,监测点应具备较好的人机可达性和基础施工条件。

监测设备应具有良好的稳定性和可靠性，适应监测点的地质环境条件，具备防雷、防水、防尘及耐高低温等基本性能。

监测站的安装应符合本规范附录A和附录B的规定。

基于北斗定位技术的地质灾害安全自动化监测还应符合本规范第四、第五章的要求。

应采取措施保护监测站，定期对监测设备设施进行检查与维护。

地质灾害监测频率应根据监测级别、发育阶段、稳定状态、自然条件等因素确定，并能反映所监测地灾体重要变化过程及典型变化阶段，监测频率的确定应符合下列要求：

1. 自动化监测应连续；
2. 在汛期、冻融期应加密监测；
3. 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：
   1. 监测数据变化较大或速率加快；
   2. 地灾体及周边大量积水、长时间降雨等不利天气；
   3. 地面不利荷载突然增大或减小；
   4. 地灾体裂缝异常变化、前缘地下水变浑浊或水位快速变化；
   5. 其他影响地灾体及周边环境安全的异常情况。

地质灾害监测成果应包含以下内容：

1. 工程概况；
2. 监测依据；
3. 监测点的布设；
4. 监测设备和方法；
5. 监测数据分析与统计、过程曲线；
6. 监测预警评价及发展预测；
7. 结论与建议。
   1. 标准实施及评价

结合实际，认真做好标准实施准备，包括标准实施的方案准备、组织准备、知识准备、手段准备和物质条件准备等。

制定标准实施方案，明确适用对象和场景、提供实施必备条件和保障(组织、制度、资金、人员和设备仪器等)、推荐方法路径，确定资源要素配置、关键环节和控制点，提出标准实施中的注意事项。

针对重大决策社会稳定风险评估的单位和执行人员进行标准宣贯和培训，结合标准要求，落实责任制，做到横向到边，纵向到底。

标准实施主要在服务管理活动中开展。

标准实施的检查主要是检查标准实施方案的落实情况，需要逐条检查标准实施内容的落实，并记录未实施内容的理由或原因。标准实施检查也要检查标准实施的支持手段和物质条件的落实情况。做好标准实施验证记录，畅通标准实施信息采集的方式方法和反馈渠道，定期整理并处理收集到的意见建议。

对标准实施评价的基本依据是《中华人民共和国标准化法》。

在标准实施一定时间后，对照标准实施方案，开展标准实施效果评价分析，总结实施经验成效。梳理存在的薄弱环节，标准实施的评价主要是评价标准实施的效果，主要从技术进步、质量水平提高客户满意度、规范秩序、效率提高、节约费用、节省时间、履行社会责任等方面进行有益性评价，同时还要评价标准实施带来的问题，以便为未来改进提供参考。

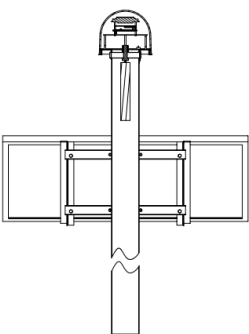
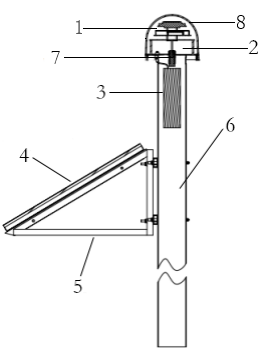
适时向专业标准化技术委员会和标准归口管理单位反馈情况，提出标准推广、修改、补充、完善或者废止等意见建议。

标准实施信息及意见反馈表相关示例见附录E。

2. （规范性）  
   北斗站点的安装
   1. 太阳能供电的基准站安装

基准站的安装应遵守下列规定：

1. T型支架组装：将M16\*60的螺栓穿入方钢管中，用M16的螺母拧紧；
2. 锂电池安装：将锂电池放入监测站主体立杆的中空处，锂电池的挂钩挂在主体立杆上端的方形开孔处；
3. T型支架安装：将T型支架一头斜插入监测站主体立杆上端另外一侧的方形开孔处，然后将另一头往回退入对应的方孔，将两枚定位销，分别插入方钢管的定位孔，锁稳；
4. 北斗接收机安装：将北斗接收机的安装螺孔对准T型支架上伸出来的螺柱，旋转拧入，直至具备一定的预紧力使北斗接收机不再晃动；
5. 连接线路：将光伏板电线的航插头和锂电池的航插头，插入北斗接收机对应的插座位置拧紧。



标引序号说明：

1——北斗接收机；

2——支座；

3——锂电池；

4——太阳能光伏板；

5——光伏支架；

6——立杆；

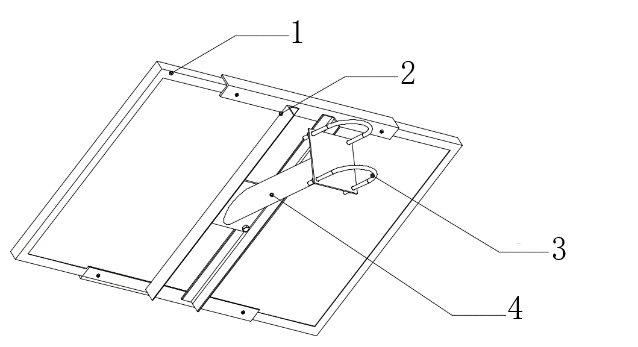
7——T型支架；

8——天线罩。

* 1. 太阳能供电的基准站结构示意图

光伏支架安装遵守下列规定：

1. 支架分为两部分，分别是横支架和斜支架，横支架采用5mm厚镀锌钢板和直径63mm的镀锌空心圆管焊接制成，起主体支撑作用，紧固在柱体上；斜支架采用3mm厚镀锌钢板折弯焊接而成，起支撑光伏板的作用，可以对光伏板形成一定的保护；
2. 将光伏支架在地上组装拼接完毕，然后将支架抬高放置于立杆上部指定位置，通过抱箍将立杆和光伏支架横穿连接，然后抱箍螺母与抱箍连接起来；
3. 安装时应注意光伏板支架的方向，考虑到光伏板朝南发电效率最高，光伏支架尽可能朝南。无条件朝北时，应将光伏板调节到一个水平角度。



标引序号说明：

1——光伏板；

2——斜支架；

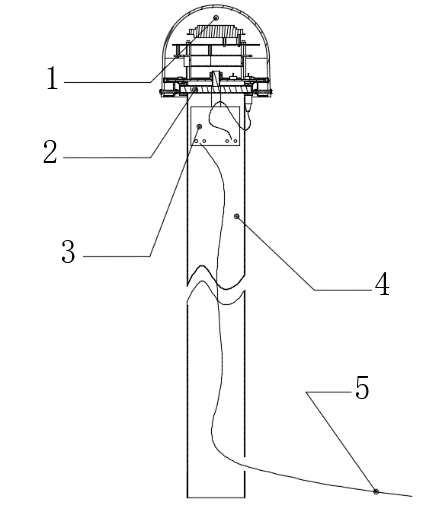
3——U型螺栓（抱箍）；

4——横支架。

* 1. 光伏支架结构图
  2. 市电供电的基准站的安装方法

市电供电的基准站的安装应遵守下列规定：

1. T型支架组装：将M16\*60的螺栓穿入方钢管中，用M16的螺母拧紧；
2. 变压器安装：将变压器放入监测站主体立杆的中空处，变压器的挂钩挂在主体立杆上端的方形开孔处；
3. T型支架安装：将T型支架一头斜插入监测站主体立杆上端另外一侧的方形开孔处，然后将另一头往回退入对应的方孔，将两枚定位销，分别插入方钢管的定位孔，锁稳；
4. 北斗接收机安装：将北斗接收机的安装螺孔对准T型支架上伸出来的螺柱，旋转拧入，直至具备一定的预紧力使北斗接收机不再晃动；
5. 市电供电线路安装：供电线路通过线管穿线的方式接入监测桩下部的穿线孔；将电线顺着柱体内部的空间穿到T型支架附近，接入挂接在T型支架上的变压器，变压器的出线接好航空插头的公头后从出线孔穿出，插入一体式接收机的航空插头母头处，完成供电线路的连接。



标引序号说明：

1——体化接收机；

2——T型支架；

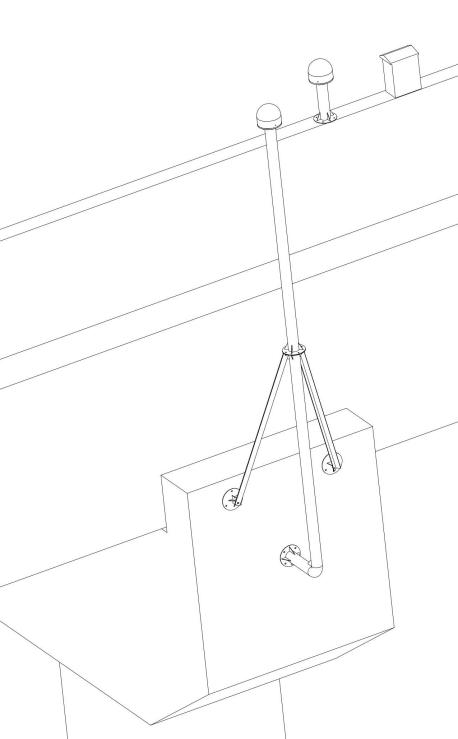
3——变压器；

4——立杆；

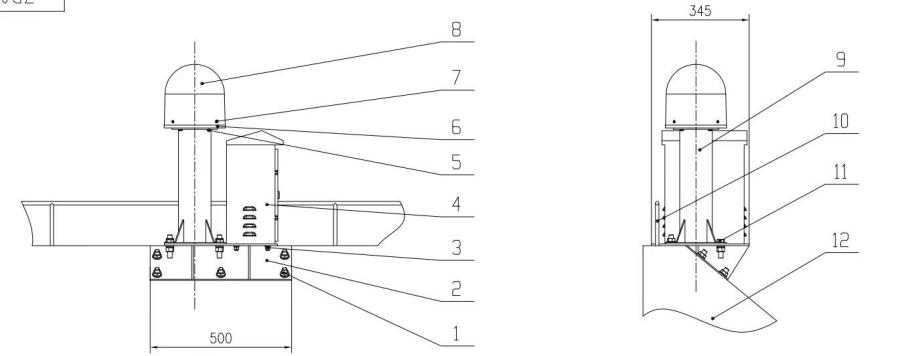
5——市电供电线。

* 1. 市电供电的基准站结构示意图
  2. 监测站点的安装

监测站点的具体安装方式应根据被监测结构物的外形特点确定，并且符合本标准关于监测桩的技术要求。



* 1. 高速公路桥梁监测站点安装参考图



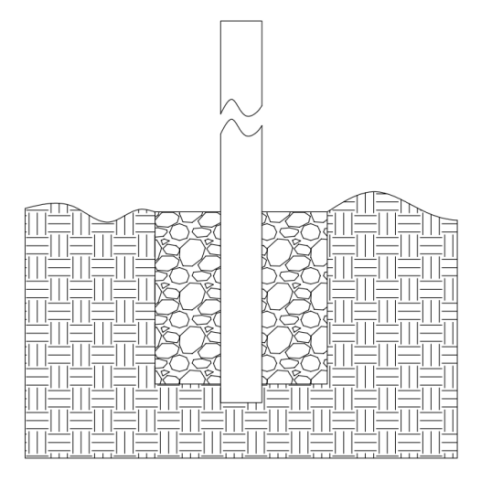
* 1. 市政大桥桥墩顶部监测站点安装参考图

1. （规范性）  
   北斗监测桩的埋设
   1. 土质地基的监测桩的埋设

适用范围：土质地基的北斗监测桩安装位置以土壤地面为主，所以一般采用开挖式基槽或地插膨胀式基槽，然后浇筑混凝土的方式固定。

开挖式基槽施工遵守下列规定：

1. 开挖的坑槽应能保证基础稳固可靠，对于不同高度的杆件可采用不同规格；
2. 在坑槽周边的坑壁土上喷撒适量水，并夯实坑壁土，稳固坑体；
3. 应埋设具有防电防雷功能的地极线；
4. 基岩基础的，应对基岩表面进行适当整理与冲洗。



500

500

* 1. 开挖式基槽施工图

地插膨胀式基槽施工应遵守下列规定：

1. 对地基进行钻孔，钻孔直径应不小于5cm，钻孔深度应不少于60cm；
2. 采用原位土活泥浆填充空隙。

基坑内放入监测桩的主体立杆并稍向下压入土壤中，使立杆受力点稳固。对于土壤条件不好的场地，可以采用辅助支架支撑立杆，使之稳固。

保持立杆在竖直的状态，倒入搅拌好的混凝土，慢慢振捣密实。

混凝土持续倒入坑槽后，在混凝土面整平至设计尺寸时，停止向坑槽内倒入水泥混凝土，用水泥刮刀刮平整。

非土质地基的监测桩的埋设

适用范围：非土质地基的北斗监测桩安装位置主要以岩、土、砂石等混合地面为主，不适合深挖基础预埋，通过修整地面，采用膨胀螺栓的方法，在监测桩立杆底部增设法兰安装面。

非土质地基监测桩的埋设遵守下列规定：

1. 清理安装面，清理区域的面积尺寸约为300mm×300mm的矩形长度，确保在该尺寸范围内表面平整度不超过5mm；
2. 混凝土安装面应清除浮砂、灰尘等杂物，钢板安装面需要适当清理表面油污、锈迹等杂物；
3. 监测桩固定时，根据安装环境不同，多采用焊接或膨胀螺栓固定工艺，具体方法如下：
   1. 对于混凝土安装面，采用冲击钻在表面打直径为12mm，深度为100 mm的安装孔4个，钻孔位应远离边缘，防止混凝土崩裂；在4个安装孔内埋入M10×80的膨胀螺栓，然后将底座对齐螺栓放入，采用沿对角线依次上紧的方式拧紧螺母。在保证其垂直的情况下，完成监测桩安装；
   2. 对于钢板安装面，在基底涂刷结构胶，调整监测桩垂直度后，将监测站底座焊接于钢板，并做防锈蚀处理；
   3. 对于临时构建或特殊结构，亦可采用胶粘、抱箍等固定工艺，亦可采用“L”型立柱等多形式监测桩，应能满足方案要求，满足使用要求。
4. （规范性）  
   基于北斗定位技术的路基安全自动化监测观测手簿

基于北斗定位技术的路基安全自动化监测观测手簿封面

**基于北斗定位技术的路基安全自动化监测**

**观 测 手 簿**

**编号No.**

**测量级别**

**起止日期**

**项目名称**

**点 名**

**点 号**

**测量单位**

基于北斗定位技术的路基安全自动化监测手簿记录格式

* 1. 北斗定位技术的路基安全自动化监测手簿记录表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 点 号 | |  | 点 名 |  | 图幅编号 |  |
| 观测记录员 | |  | 观测日期 |  | 时段号 |  |
| 接收机型号  及编号 | |  | 天线类型  及编号 |  | 存储介质类型及编号 |  |
| 原始观测数据文件名 | |  | Rinex格式数据文件名 |  | 备份存储介质类型及编号 |  |
| 近似纬度 | | ° ′ ″ N | 近似经度 | ° ′ ″ E | 近似高程 | m |
| 采样间隔 | | s | 开始记录时间 | h min | 结束记录时间 | h min |
| 天线高测定 | | | 天线高测定方法及略图 | | 点位略图 | |
| 测前： 测后：  测定值 m m  修正值 m m  天线高 m m  平均值 m m | | |  | |  | |
| 时间（UTC） | | | 跟踪卫星数 | | PDOP | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
|  | | |  | |  | |
| 记  事 |  | | | | | |

1. （规范性）  
   监测日报表
   1. 地表水平位移、垂直位移监测日报表

监测项目名称： 天气： 报表编号：

本次监测时间： 年 月 日 时 上次监测时间： 年 月 日 时

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测点 | 地表水平位移 | | | | | | | | | 地表垂直位移 | | | | | 预警等级 |
| 位移量（mm） | | | | | | 位移速率（mm/d） | 控制值 | | 位移量（mm） | | 位移速率（mm/d） | 控制值 | |
| △x | | △y | | △xy | | Vxy | 位移量（mm） | 位移  速率（mm/d） | △z | | Vz | 位移量（mm） | 位移  速率（mm/d） |
| 本次变化量 | 本次累积变化量 | 本次变化量 | 本次累积变化量 | 本次变化量 | 本次累积变化量 | 本次位移  速率 | 本次变化量 | 本次累积变化量 | 本次位移  速率 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 仪器  设备 | 设备名称： 仪器型号： 设备编号： | | | | | | | | | | | | | | |

监测人员： 监测单位：

1. （规范性）  
   湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

湖北省地方标准实施信息及意见反馈表如表E.1所示。

* 1. 湖北省地方标准实施信息及意见反馈表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准名称及编号 | |  | | | |
| 总体评价 | 适用性 | | 该标准与当前所在地的产业或社会发展水平是否  相匹配？ | | wps1是 wps2否 |
| 协调性 | | 该标准的特色要求与其他强制性标准的主要技术指标、相关法律法规、部门规章或产业政策是否协调？ | | wps3是 wps4否 |
| 执行  情况 | | 标准执行单位或人员是否按照标准要求组织开展  相关工作？ | | wps5是 wps6否 |
| 实施信息 | 标准实施过程中是否存在阻力和障碍？ | | | | wps7是 wps8否 |
| 实施过程中存在的主要问题 | | |  | |
| 修改意见 | 总体  意见 | | wps9适用 wps10修改 wps11废止 | | |
| 具体修  改意见 | | 需修改章节：  具体修改意见： | | |
| 反馈渠道 | wps12标准化行政主管部门  wps13省直行业主管部门  wps14专业标准化技术委员会（工作组）  wps15标准起草组（牵头起草单位） | | | | |
| 反馈人 | 姓名： 单位： 联系方式： | | | | |

填表说明：为及时掌握标准实施情况，了解地方标准实施过程中存在的问题，并为标准复审提供科学依据，特制定《湖北省地方标准实施信息及意见反馈表》。可根据实际情况在表格中对应方框打勾，有需要文字说明的反馈意见可在相应位置进行文字描述，也可另附页。

条文说明

4.1.1 结构物变形监测方案执行应严格按照设计文件规定进行，确保监测工作的有效性和可靠性，设计文件中需规定监测项目具体内容以及测点布置方式，确保监测覆盖全面，并应规定监测的频率，包括监测的时间间隔或频率，以确保监测数据的及时性和准确性，监测过程中出现监测数值达到或超出预警值，需要采取相应的应急措施。

4.1.2 监测单位通过了解建设单位和设计方对监测工作的技术要求，进一步明确监测目的，并以此做好编制监测方案前的各项准备工作。

4.1.4 周边环境中各监测对象的布设和性状由于时间、工程变更等各种因素的影响有时会出现与原始资料不相符的情况，因此监测单位要进行现场踏勘，通过踏勘掌握相关资料与现场状况的符实情况。

4.1.7 监测单位应严格按照审定后的监测方案对结构物进行监测，不得任意减少监测项目、测点，降低监测频率。在实施过程中由于工程设计或施工有重大变更（如结构体系、荷载标准、基础设计、材料选用、施工方法、支护措施等设计及施工要素的重大修改）需要对监测方案做出调整时，应按照工程变更的程序和要求，重新审定后方可实施。

4.1.8 监测期间，监测方应做好基准点、工作基点、监测点、传感器等监测设施和元器件的保护。在整个监测过程中，建设方及总包方等相关单位应协助监测单位做好保护工作，施工作业中不得破坏监测设施，保证测点的存活。

4.3.2 本条规定中，点位中误差是表示北斗解算结果点位精度的一种数值指标，用于限定不同级别北斗网控制点的点位精度；相邻点基线分量中误差是指在两个监测点之间建立的基线向量的水平和垂直分量的测量精度，用于限定不同级别北斗网基线分量的精度。

4.4.1电子方式记录的数据应注意存储介质的可靠性。为了保证变形测量成果的质量和可靠性，有关观测记录、计算资料和技术成果应有责任人签字，技术成果应加盖成果章。建筑变形测量的各项记录、计算资料以及阶段性成果和综合成果应按照档案管理的规定及时进行完整的归档。

4.4.2近年来,变形监测的数据获取手段和数据处理的自动化程度在不断提高,一些大型的重要工程安装了自动化监测系统,由于其能够获得连续的大量的监测数据，人工处理这些数据几乎是不可能的,必然需要建立具备数据处理、数据管理、变形监测结果的三维可视化及监测预警管理等功能的监测信息管理系统,这些系统的建立对实现变形监测数据的记录、处理、分析和管理的一体化,方便信息资源的共享与应用,具有重要作用,应用的范围也越来越广。

5.1.1 本条规定了北斗监测技术的主要内容。

5.1.2 监测预警是结构物实施监测的目的之一，是预防结构变形造成事故发生、确保结构物安全的重要措施。监测预警值是监测工作的实施前提，是监测期间对结构物正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据，因此工程安全监测应确定监测预警值。

5.1.3 监测数据达到监测预警值时，监测单位应进行预警，目的是通知有关各方及时分析原因，以便对监测对象的安全状态做出及时、准确的判断，并根据分析判断结论采取相应措施消除或控制安全风险。预测单位在预警前，首先应排除因自身监测工作失误造成的数据异常，以免发生误报。

5.2.1.1本条规定了基准站选点应符合的基本要求。基准站位置需要满足连续运行、观测环境要求。为便于设备维护，选址位置应位于交通便利地带，附近较近处有稳定电源、网络通信设施较近。为便于点位长期使用，基准站选址应未纳入建设规划，便于点位长期保存与使用。点位应选在稳定地质块体上，点位地面基础稳定，避开地质构造不稳定地区（如断裂带、易发生滑坡与沉陷等局部变形地区）和易受水淹或地下水位变化较大的地区，以便于长期保存点位测量标志。

5.2.1.2本条规定了监测站选点应符合的基本要求。相比于基准站要求的长期和稳固，监测站则是要求能随被监测结构物的移动而移动，要能准确反应变化情况，相应的供电和观测条件成为了次要因素。

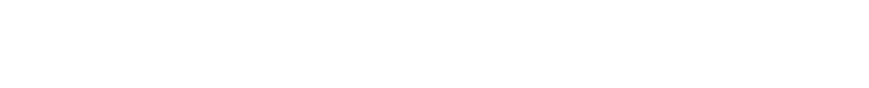
5.2.2 本条规定了基准站和监测站选点的观测环境要求。

5.2.2.3 微波站、微波通道、无线电发射台、高压线穿越地带等电磁信号会干扰北斗信号，造成结果误差较大，影响解算精度。

5.3.2.3气象数据包括通风干湿表、空盒气压表，便于对高精度基准站的数据进行对流层校正。

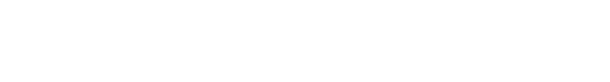
对流层延迟校正通常采用Saastamoinen经验模型，可以用来计算干延迟和湿延迟。

干延迟可以通过以下公式计算：



其中，P是大气压力，h是海拔高度，z是卫星天顶距离，descript是纬度。

湿延迟可以通过以下公式近似计算：



其中，T是温度，e是水汽分压。

5.3.3.3 北斗原始数据的格式包括RTCM2、RTCM3及接收机厂商的私有格式，RTCM3为目前主流的通用格式。

5.3.3.5 扼流圈天线通过弯曲导线或绕制铁芯，将电压转换为磁场，利用电磁场来接收卫星信号。扼流圈天线的优势在于可以有效减少多径干扰和多路传播所造成的误差，从而提高定位精度。

5.3.4.监测桩是承载北斗接收机及其定位天线，并将其与被监测结构物进行连接的部件。本条对监测桩应具备的通用技术要求做了相关规定，对其安装要求进行了明确，用以保证其能实现设计目的。

5.3.5供电系统是保障北斗监测设备正常工作的基础，是整个监测系统能正常运行的先决条件，本条对设备的供电做了相关规定，给系统稳定运行提供了保障。

5.3.6防雷是保障设备在野外恶劣环境条件下，能长期稳定正常运行的条件，本条对北斗监测系统的防雷做了相关规定。

5.3.7监测设备处在自然环境下时，随着时间推移其环境状态可能产生变化，所以需要定时检查和维护，确保其工作状态的稳定。

5.6北斗监测平台是一种利用北斗卫星导航系统进行实时监测和数据采集的技术解决方案。它结合了北斗技术、物联网和云计算，通过安装卫星天线和其他环境传感器，北斗监测平台能够实时采集监测数据，并将这些数据传输到云服务器进行存储、管理和统计分析。

5.7 随着房屋建筑及市政基础设施的不断扩大，由于传统人工检测方法的自动化、实时性、集成化程度较低，难以实现大规模的快速监测覆盖和推广；同时，人为因素造成的误差和疏漏不可避免，难以满足长期连续安全监测需要；而与此对应的是大量建筑的安全性能评估亟待长期有效的实测数据支持，因此，建立一套高效率、高集成度、实时自动的安全监测系统，具有十分重要的现实意义。另一方面，随着北斗地基增强全国一张网的铺开，越来越多的连续运行永久基站参考站为高精度、连续性的GNSS监测提供了准确的参考基准。因此，可利用北斗高精度自动化连续监测技术为基础建立起一套高效率、高集成度、高可靠性的安全监测预警系统，为重大建筑工程安全提供预警和决策支持。

6.1.1.1建筑变形测量的目的是获取建筑场地、地基、基础、上部结构及周边环境在建筑施工期间和使用期间的变形信息，为建筑施工、运营及质量安全管理等提供信息支持与服务，并为工程设计、管理及科研等积累和提供技术资料。根据国家标准《建筑地基基础设计规范》GB50007-2002和《岩土工程勘察规范》GB50021-2001的有关规定，本规范2007版设置了该强制性条文，规定对5类建筑必须进行变形测量。规范实施以来，变形测量已经成为一项基本的测量活动，为建筑质量安全管理提供了有力支持，受到了各级政府工程建设监管部门及工程设计、施工、建设等单位的肯定和重视。从保障工程质量安全的角度出发，根据近年来的工程实践，将大型城市基础设施建设与运行及体型狭长且地基土变化明显的建筑的安全监测列入其中。

本条所列建筑在整个施工期间均应进行变形测量，在使用期间应进行变形测量，但当变形达到稳定状态时，可终止变形测量。对位移类变形，则需视具体变形情况分析确定。

6.1.1.3建筑变形测量主要以测定建筑的变形特征为目的。变形特征具有相对意义，因此就空间基准而言，建筑变形测量可以采用独立的平面坐标系统及高程基准，这也是变形测量不同于其他测量的重要特点之一。但从变形测量成果的利用和变形测量与施工测量等成果衔接的角度出发，对大型或重要工程项目，应尽可能采用国家统一的或项目所在城市使用的平面坐标系统及高程基准。

6.1.1.4 建筑变形测量获取的是建筑的形状或位置随时间变化的特征信息，因此应该采用国家统一的时间基准。

6.1.2.1基于北斗导航系统(BDS)、全球定位系统(GPS)等全球导航卫星系统(GNSS)进行卫星导航定位测量，作业模式有静态测量模式和动态测量模式等。随着技术的不断发展，卫星导航定位测量的数据处理模型已经得到显著改善和精化，成果精度进一步提高，已越来越多地应用于变形测量生产实践。当变形频率较小时(亦称静态变形，如上部水平位移、倾斜等)，可采用静态测量模式;当变形频率较大时(亦称动态变形，如日照变形、风振变形等)，则应采用动态测量模式。从精度和可靠性角度出发，本规范规定二等位移观测应采用静态测量模式，三等四等位移观测可采用静态测量模式或动态测量模式。

6.1.2.2 变形监测的精度等级,是根据我国变形监测的经验，并参考国外标准有关变形监测的内容确定的,按变形观测点的水平位移点位中误差、垂直位移的高程中误差或相邻变形观测点的高差中误差的大小来划分的。本标准将水平变形监测的二、三、四等级根据水平位移点位中误差与北斗测量精度相匹配,二、三等适用于中等精度变形监测项目,四等适用于低精度的变形监测项目。综合设计和我国相关施工标准已确定的变形允许值的1/20作为变形监测的精度指标值,即相应指标中误差。

6.1.2.3在各种确定建筑变形测量精度的方法中，依据建筑地基变形允许值进行精度估算被认为是较为合理的一种方法，但该方法实际工程中使用的却较少。在目前的建筑变形测量生产实践中，大多数都没有通过精度估算来确定精度等级，而是按规范给定的适用范围直接选择精度等级。对此作了进一步的分析梳理，规定通常情况下的建筑变形测量项目，可根据建筑类型、变形测量类型以及项目勘察、设计、施工、使用或委托方要求，直接选择适宜的精度等级。这样规定更切合实际，也具有可操作性。研究表明，为保障建筑安全而进行变形测量，可取变形允许值的 1/10~1/20作为变形测量的精度;而若为研究变形的过程，变形测量的精度则应更高。具体可参见有关工程测量及变形测量文献。

6.1.3.2建(构)筑物的主体倾斜观测是指测定其顶部和相应底部观测点的相对偏移值。

6.1.3.3 日照变形量与日照强度和建筑的类型、结构及材料相关,其周期性的变化较为显著,对建筑结构的抗弯、抗扭、抗拉性能均有一定影响。因此,对特殊需要的建(构)筑物要进行日照变形观测。本条给出了日照变形观测的具体要求。

6.1.3.4 风振观测的目的是获得超高层建筑或高结构顶部在风荷载作用下的位置振动特征。测定水平位移、风速和风向，可以为风振影响分析和计算风振参数等提供基础资料。选在受强风影响的时间段内进行观测，可以获得更有价值的成果。具体测定的时间段长度取决于观测的具体目的和要求，规定不宜少于1h主要是考虑要获得足够长的坐标和风速观测时间序列。

风荷载作用下超高层建筑或高耸结构将发生频率较高的位置振动，卫星导航定位动态测量模式可以实时地测定监测点的坐标时间序列，是目前风振观测最合适的方法。选择监测点位置时，既要考虑监测成果的代表性，也要考虑能安置接收机天线满足卫星导航定位测量作业要求。观测数据经处理，将获得监测点在两个方向上的平面坐标时间序列。以最初观测时点的平面坐标为起始值，可由平面坐标时间序列方便地计算出水平位移分量时间序列。

6.1.4本条为强制性条文,必须严格执行。由于变形监测的目的是及时学握监测体的变形情况.确保监测体在施工或运营期间安全,并提供准确的安全预报,因此,一旦出现本条所指的两种异常情形,要求即时通知建设单位防止工程事故发生。变形异常指变形量或变形速率由相对均匀到突然增大的过程,监测项目的变形允许值,则参考相关的设计标准,或由设计部门确定。变形监测的变形量预警值,通常取允许变形值的75%。

6.2.1.1 北斗定位技术在定位上精确度高，且不需要通视，能够全天不间断持续工作，因此在操作上能够极大节省劳动力并将监测提升到自动化程度。研究发现，在采用了北斗监测技术实施水平位移观测时，能够有效发现公路变形在2厘米以内的位移矢量。

6.2.1.2 本条所列路基在整个施工期间均应进行变形测量，在运营期间应进行变形测量，当路基变形达到稳定状态时，可终止变形监测。尚能继续监测且能实现运营期监控目的的施工期监控项目，运营期宜继续监测。

6.2.1.3 公路路基地表水平位移监测方法宜采用BDS(北斗导航卫星系统定位)静态测量法，通过各期的水平位移观测成果绘制水平位移曲线图。软土地基路基监控应综合利用仪器量测、现场巡查等手段，并宜采用自动化监测手段。

6.2.2.1 本条规定了路基监测点的设置要求。

（1）大量路基滑塌事故表明，滑塌路段长度通常为50m～100m，小于50m、大于100m的不多。为避免相邻监控断面之间的路基发生滑塌，对存在失稳风险的路段，监控断面间距不宜大于50m。

（2）监控断面通常与路基走向垂直。山间沟谷中的路基稳定性往往沿沟谷走向最不利，当路基走向与山间沟谷走向斜交时，路基稳定线最差的方向不与路基走向垂直。因此规定监控断面设置在稳定性差的位置和方向。

（3）水平位移观测通常都是多期监测，因此需要设置位移监测点，为较可靠地分析监测点的稳定性，监测点数应有一定数量要求。

6.2.2.2 本条规定了路基监测等级划分标准。路堤、软土路基的监测等级可根据填筑高度、工程条件复杂程度划分，其中工程条件复杂程度可根据地形条件、地基压缩性、软土分布、水文地质、支护结构及填筑材料区分为复杂、较复杂、简单；路堑的监测等级可根据边坡高度、工程条件复杂程度划分，其中工程条件复杂程度可根据地形与坡率、岩体类型、土的类型、地下水及支护结构区分为复杂、较复杂、简单。

6.2.2.3 变形监测的精度等级,是根据我国变形监测的经验，并参考国外标准有关变形监测的内容确定的,按变形观测点的水平位移点位中误差、垂直位移的高程中误差或相邻变形观测点的高差中误差的大小来划分的。本标准将水平变形监测的二、三、四等级根据水平位移点位中误差与北斗测量精度相匹配,二、三等适用于中等精度变形监测项目,四等适用于低精度的变形监测项目。

6.2.2.5 现场监测资料主要包含现场巡视记录及现场监测数据记录，现场监测资料应按照规定的格式记录于管理。取得现场监测资料后，应及时对资料进行处理、分析与检验，计算监测数据累计变化值、变化速率值、相关性分析，并绘制相应的曲线。

6.3.1北斗监测技术主要被用于桥梁的结构及响应监测，对主跨跨径大于等于500m悬索桥、300m斜拉桥、160m梁桥、200m拱桥的构件的沉降及位移进行监测，具有高精度、高效率、全天候、实时性等优点，可以监测桥梁的位移、倾覆、沉降、震动变化等，从而捕捉桥梁的三维动态变化信息，并实时将监测数据传回数据中心。

6.3.2.1桥梁监测点的选取参照现行行业标准《公路桥梁结构监测技术规范》JT/T 1037中对监测点布设的要求，一般选取结构响应最大、桥梁最不利荷载位置处。

6.3.2.2北斗卫星导航系统使用的是2000年中国大地坐标系,简称CGCS2000。桥梁各结构参数通常采用大桥独立坐标系进行计算，故北斗监测数据应转换至大桥独立坐标系中，便于参与桥梁的各项运算。

6.4.1.1由于隧道中无法接收北斗卫星信号，北斗监测技术一般应用于隧道洞口、隧道洞门结构处，主要对隧道洞口仰坡地表水平位移、隧道洞门结构水平位移及隧道周边的建构筑物倾斜进行监测。

6.4.2.3监测过程中应及时编制监测点位移～时间曲线图，以及监测数据汇总表，并上报给各参建单位。隧道竣工验收资料包括但不限于本节所列举的资料，具体根据项目及建设单位要求提供相应资料。

6.5.1.2边坡工程安全等级与边坡的变形监测等级对应关系是根据《建筑变形测量规范》（JGJ 8）3.2对边坡监测精度要求，结合《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314）精度等级对应关系确定。

6.5.2.1不良地质作用地段指的是地球内力或外力产生的对工程可能造成危害的地质作用，包括：山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、水土流失、库岸浸没、冻胀与融陷、活断层、场地地震效应、地下采空区变形塌陷、岩溶和土洞等。应力集中地带指边坡在施工开挖卸载过程中，导致坡体内部应力重分布、应力分异及应力集中等效应，一般位于切坡后的临空面一侧。

6.6.1不同类型的地质灾害，其中变形特征存在差异，需要通过收集资料和现场踏勘等手段了解现场情况，确定北斗地表位移监测的适用性，对于倾倒型的岩质崩塌体不建议使用北斗监测。

6.6.2.2北斗监测站需要建立稳固的观测墩来保证上部结构的稳定，周边环境良好，不受树木遮挡和信号的干扰，才能最真实的反应出地表实际变形大小。

6.6.2.6设备需要进行保护，防止被偷或者破坏，防止施工或者人为干扰导致数据失真；定期维护是指按月或者季度对设备电量进行检查、箱内除虫除蚁、周边遮挡清理、光伏板除尘等。

