

团体标准

T/CEC ××××—××××

电力北斗杆塔位移监测装置技术规范

Technical specification for displacement monitoring device of power Beidou tower

2024-××-××发布

×××× - ×× - ××实施

中国能源研究会发布

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	2
5 装置组成	2
6 技术要求	2
6.1 基本要求	2
6.2 功能要求	3
6.3 性能要求	3
6.4 环境适应性	4
6.5 电磁兼容性要求	4
7 试验方法	4
7.1 试验条件	4
7.2 基本要求试验	5
7.3 功能试验	5
7.4 性能试验	5
7.5 环境适应性试验	6
7.6 电磁兼容性试验	7
8 检验规则	7
8.1 型式试验	7
8.2 抽样检验	8
8.3 周期检验	8
9 标志、包装、运输及贮存	8
9.1 标志	8
9.2 包装	8
9.3 运输	8
9.4 贮存	8
附录 A（资料性）检验项目	10

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

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。

本文件由国网福建省电力有限公司提出。

本文件由中国能源协会归口。

本文件起草单位：国网福建省电力有限公司，武汉大学。

本文件主要起草人：吴飞、郭敬东、何德明、陈卓琳、李宏发、付婷、林彤、郭蔡炜、丁宁、许超钤、彭文杰、胡明贤、张琦。

本文件为首次发布。

电力北斗杆塔位移监测装置技术规范

1 范围

本文件规定了电力北斗杆塔位移监测装置的装置组成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于输电线路杆塔位移监测装置的研发、生产和检验。

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 191—2008 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境检验 第2部分：检验方法 检验A：低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境检验 第2部分：检验方法 检验B：高温
- GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境检验 第2部分：检验方法 检验Db：交变湿热（12h+12h 循环）
- GB/T 2423.5—2019 电工电子产品环境检验 第2部分：检验方法 检验Ea和导则：冲击
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 4857.5—1992 包装 运输包装件 跌落试验方法
- GB/T 6388—1986 运输包装收发货标志
- GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 检验和测量技术 静电放电抗扰度检验
- GB/T 17626.3—2023 电磁兼容 检验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度检验
- GB/T 35697—2017 架空输电线路在线监测装置通用技术规范
- GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语

3 术语和定义

GB/T 39267—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力北斗杆塔位移监测装置 power Beidou tower displacement monitoring device

利用北斗信号监测电力杆塔发生位移的设备，主要由数据采集单元、通信单元、主控单元和供电单元组成，以下简称监测装置。

3.2

捕获灵敏度 acquisition sensitivity

监测装置在冷启动条件下，捕获导航信号并正常定位所需的最低信号电平。

[来源：GB/T 39267—2020，5.2.7，有修改]

3.3

跟踪灵敏度 tracking sensitivity

监测装置在正常定位后，能够继续保持对导航信号的跟踪和定位所需的最低信号电平。

[来源：GB/T 39267—2020，5.2.8，有修改]

3.4

天线相位中心 antenna phase center

天线的一个电气中心，指天线远区辐射场的等相位面与通过天线轴线的平面相交的曲线的曲率中心。

[来源：GB/T 39267—2020，5.4.13]

4 缩略语

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

BDT：北斗时（BDS Time）

RTK：实时动态载波相位差分技术（Real-Time Kinematic）

5 装置组成

监测装置的构成包括数据采集单元、通信单元、主控单元和供电单元组成，如图1所示。

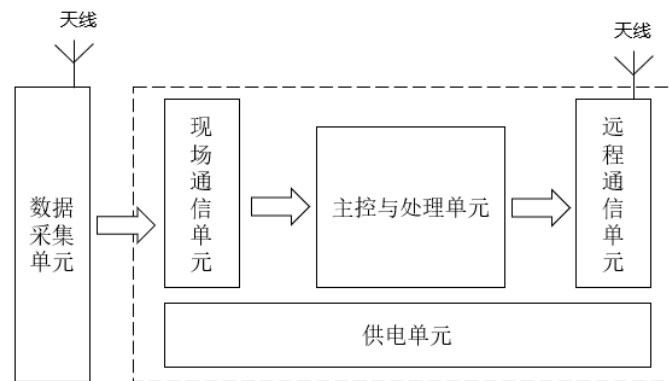


图1 装置组成

6 技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 外观和结构

外观和结构应满足以下要求：

- a) 外观应完整、整洁、无损伤；
- b) 监测装置的金属构件应采用耐腐蚀材料，非金属构件应采用耐老化材料；
- c) 应满足防腐蚀、防霉菌、防潮湿、防盐雾要求，并具有防止动物影响的措施；
- d) 各零部件及相应连接线应有防松措施；
- e) 应具有永久标识，铭牌、文字及符号应简明清晰。

6.1.2 尺寸和质量

监测装置最长宜 ≤ 30 cm，质量宜 ≤ 5 kg。

6.1.3 电源管理

电源应满足以下要求：

- a) 监测装置应具备蓄电池自动浮充电能、过压保护、欠压保护、过流保护等管理功能，并具备随温度变化自动调整充电电压功能。
- b) 监测装置应具备电量与负载分级管理功能；根据当前蓄电池电量、功耗等，按重要性宜分级切断负载，并调整监测装置运行方式。
- c) 监测装置应具备对蓄电池电量、电池电压等供电电源状态进行监测功能，并向主站系统上传相关信息。

6.2 功能要求

6.2.1 定位功能

支持北斗定位功能、RTK 定位解算功能，北斗定位解算应能提供基于 BDT 的日期、时间、经度、纬度、高程等信息。

6.2.2 数据通信

监测装置应具备利用公共网络或专用网络实现信息无线/有线远程传输功能。

6.2.3 数据存储

监测装置数据存储应满足以下要求：

- a) 具有至少连续存储 24h 原始观测数据（采样频率 0.2 Hz）的能力；
- b) 具有至少连续存储 72h RTK 定位结果（采样频率 1 Hz）的能力；
- c) 具有非正常断电前数据保存功能。

6.2.4 远程维护

远程维护符合以下要求：

- a) 应具备身份认证和远程程序升级功能，程序升级应具备向下兼容性；
- b) 应具备远程查询/设置参数、数据召唤、远程复位、远程对时等功能；
- c) 应具备远程调试工作模式；
- d) 应具备自检、自诊断和自恢复功能，并可把自检信息传输到主站系统。

6.3 性能要求

6.3.1 卫星跟踪能力

监测装置应能接收 BDS 信号（B1I、B3I、B1C、B2a、B2b），可同时跟踪的 BDS 卫星数量宜不少于 14 颗。

6.3.2 信号捕获及跟踪灵敏度

信号捕获灵敏度应 ≤ -133 dBm，跟踪灵敏度应 ≤ -136 dBm。

6.3.3 时间性能

时间性能应满足以下要求：

- a) 冷启动首次定位时间应 ≤ 60 s。
- b) 热启动首次定位时间应 ≤ 20 s。
- c) RTK 初始化时间应 ≤ 20 s。

6.3.4 测量精度

测量精度应满足以下要求：

- a) 静态基线测量精度：水平精度应优于 $\pm (5+0.5 \times 10^{-6}D)$ mm，高程精度应优于 $\pm (10+0.5 \times 10^{-6}D)$ mm，其中 D 为基线长度，单位为 km；

- b) RTK 测量精度：水平精度应优于 $\pm(10+1.0\times 10^{-6}D)$ mm，高程精度应优于 $\pm(20+1\times 10^{-6}D)$ mm，其中 D 为基线长度，单位为 km。

6.3.5 内部噪声水平

监测装置内部噪声水平 ≤ 1 mm。

6.3.6 天线相位中心一致性

天线相位中心变化应 $\leq \pm 1.5$ mm。

6.4 环境适应性

6.4.1 低温性能

监测装置应能承受 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续时间 72 h 的低温试验要求。

6.4.2 高温性能

监测装置应能承受 $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续时间 72 h 的高温试验要求。

6.4.3 交变湿热

应满足高温温度为 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，试验周期 48 h（2 个循环）的交变湿热试验要求。

6.4.4 温度变化（冲击）性能

应满足低温为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、高温为 $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，暴露时间为 3h，循环次数为 5 次的温度变化（冲击）试验要求。

6.4.5 盐雾腐蚀性能

应满足乙酸盐雾试验（AASS 试验）或铜加速乙酸盐雾试验（CASS 试验）要求。

6.4.6 碰撞

监测装置应能承受 GB/T 2423.1—2008 规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验。

6.4.7 外壳防护能力

外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP67 等级的要求。

6.5 电磁兼容性要求

7.5.1 抗静电干扰能力应不低于 GB/T 17626.2 中的规定的试验等级未 4 级的静电放电抗扰度。

7.5.2 射频电磁场辐射抗扰度应不低于 GB/T 17626.3 的 3 级规定。

7 试验方法

7.1 试验条件

除另有规定外，各项检验宜在如下条件下进行：

- a) 环境温度： $+15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：不大于 75%；
- c) 大气压力： $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

7.2 基本要求试验

7.2.1 外观和结构

目视及操作检验，应符合 6.1.1 的要求。

7.2.2 尺寸和质量

实际测量监测装置体积与质量，测试三次取平均值，应符合 6.1.2 的要求。

7.2.3 电源管理

过充电保护试验、过放电保护试验、过电流保护试验、电源供电时间等效试验的试验方法和判定准则应按照 GB/T 35697—2017 中的 7.2.6 的相关规定执行。

7.3 功能试验

7.3.1 定位功能

使用真实卫星导航信号测试：

- a) 检查定位装置是否具有定位功能并可输出实时的日期、时间、经度、纬度、高度和速度等定位信息。
- b) 通过接收数据链路播发的北斗差分改正数据进行 RTK 定位检查监测装置输出的信息。

7.3.2 通信功能

监测装置依次使用无线/有线远程方式进行传输，输出结果应符合 6.2.1 的规定。

7.3.3 数据存储

数据存储检验应按下列流程执行：

- a) 将监测装置的采样间隔设置为 5 s，卫星截止高度角设定为 15°，开启原始观测数据记录，观测 1h。根据采集到的观测数据文件大小、监测装置可用存储空间计算可存储的数据量；
- b) 将监测装置设置为流动站工作模式，进行 RTK 连续点测量，采样间隔设置为 1s，观测 15 min。根据采集到的坐标文件大小、监测装置可用存储空间计算可存储的数据量；
- c) 在监测装置正常进行静态测量时切断电源，检查监测装置是否有效存储断电前的观测数据。

7.3.4 远程维护

远程维护应通过远程接口连接监测装置，进行下述检查：

- a) 能否连接成功；
- b) 能否进行固件升级、系统重启、参数配置操作；
- c) 用于连接的用户名、密码是否可以配置；
- d) 授权信息错误及不提供时能否连接成功。

7.4 性能试验

7.4.1 卫星跟踪能力

使用北斗卫星信号模拟器输出功率电平为-128dBm 的模拟信号，查看监测装置收到的 BDS 卫星信号的通道数及卫星个数，应符合 6.3.1 的要求。

7.4.2 信号捕获及跟踪灵敏度

信号捕获及跟踪灵敏度检验方法如下：

- a) 捕获灵敏度检验方法应按 GB/T 2423.5—2019 中的 5.8.3 的要求进行，结果应符合 6.3.2 的

要求：

- b) 跟踪灵敏度检验方法应按 GB/T 2423.5—2019 中的 5.8.4 的要求进行，结果应符合 6.3.2 的要求。

7.4.3 时间性能

时间性能检验方法如下：

- a) 冷启动首次定位时间检验方法按 GB/T 2423.5—2019 中的 6.9.1 的要求执行。
- b) 热启动首次定位时间检验方法按 GB/T 2423.5—2019 中的 6.9.3 的要求执行。
- c) RTK 初始化时间检验方法按 GB/T 2423.5—2019 中的 6.9.4 的要求执行。

7.4.4 测量精度

7.4.4.1 静态基线测量精度

将监测装置安置在已知点位上，基线长度 1 km~30 km，其中小于 5 km、大于 10 km 的边应至少各有一条，共观测 3 个时段，每个时段的观测时间不应少于 1.5 h，设置卫星截止高度角 15°，采样间隔不大于 15 s，天线量高精确到 1 mm，静态基线测量精度应满足 6.3.4 中要求。

7.4.4.2 RTK 测量精度

选取不大于 5 km 的已知基线进行检验。设置卫星截止高度角 10°、采样间隔 1 s，流动站在已知坐标的点位上以连续点模式进行观测，共进行至少 5 组观测，每组采集不少于 120 个 RTK 测量结果，相邻两组之间采集时如果不更换点位，应重新开机进行初始化后进行采集，计算的 RTK 测量精度应满足 6.3.4 中要求。

7.4.5 内部噪声水平

内部噪声水平检验方法按 GB/T 2423.5—2019 中的 5.10 的要求执行。

7.4.6 天线相位中心一致性

天线相位中心一致性的检验方法如下：

- a) 在超短基线（6 m~24 m）上线先将各监测装置精确对中、整平，天线定向标志指向北方向，卫星截止高度角设为 15°，采样间隔设为 10s，观测一个时段，每时段不少于 30 min；
- b) 固定一个天线，其余天线依次转动 90°、180°、270°，各观测一个时段，每时段不少于 30 min；
- c) 分别求出各时段基线向量，最大值与最小值之差的 1/2 作为检验结果，应满足 6.3.6 中要求。

7.5 环境适应性试验

7.5.1 低温试验

按 GB/T 2423.1—2008 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受 6.4.1 规定的低温温度、持续时间 2h 的低温试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

7.5.2 高温试验

按 GB/T 2423.2—2008 中规定的试验要求和试验方法进行，应能承受 6.4.2 规定的高温温度、持续时间 2h 的高温试验。试验期间及试验后，监测装置应能正常工作。

7.5.3 交变湿热

应满足 GB/T 2423.4—2008 中规定的严酷等级为：高温温度为+55℃，试验周期 48 h（2 个循环）的交变湿热试验要求。

7.5.4 温度变化（冲击）性能

应满足 GB/T 2423.22—2012 中规定的严酷等级为：低温为-40℃、高温为+70℃，暴露时间为 3h，循环次数为 5 次的温度变化（冲击）试验要求。

7.5.5 盐雾腐蚀性能

应满足 GB/T 10125—2012 中规定的乙酸盐雾试验（AASS 试验）或铜加速乙酸盐雾试验（CASS 试验）要求。

7.5.6 碰撞试验

按 GB/T 14537—1993 中规定的试验要求和试验方法，对监测装置进行严酷等级为 1 级的碰撞试验，要求试验后，装置不应发生紧固件松动、机械损坏等现象。

7.5.7 外壳防护能力检验

外壳防护能力应参照 GB/T 4208—2017 中规定的试验要求和方法进行检验，应满足 6.4.7 的要求。

7.6 电磁兼容性试验

7.6.1 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度的检验条件、检验装置、检验方法均参照 GB/T 17626.2—2018 中要求的方法执行。

7.6.2 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度检验的检验条件、检验装置、检验方法均参照 GB/T 17626.3—2023 执行。

8 检验规则

8.1 型式试验

8.1.1 检验规则

当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品定型前；
- b) 正常生产时，每 4 年进行一次；
- c) 停产 1 年后又恢复生产时；
- d) 生产设备重大改变时，
- e) 正式生产后，因结构、材料、工艺有较大改变，可能影响监测装置性能时；
- f) 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时

8.1.2 检验项目

应按附录表 A.1 中型式检验的检验项目执行。

8.1.3 样品

型式试验的样品应不少于 3 台。

8.1.4 结果评定

样品全部通过试验为合格。

8.2 抽样检验

8.2.1 检验规则

根据监测装置的类型、数量，应在到货的监测装置中随机抽样。如单机供货数量在 3 台及以下，则按实际台数全部抽取；超过 3 台的，按实际台数的 10%抽取，但单机样品不应少于 3 台；如单类型、单批次供货数量在 100 台及以上时，按实际台数的 10%抽取，且应抽取至少 3 台按型式试验要求进行检测。

8.2.2 检验项目

应至少包含附录表 A.1 中抽样检验的检验项目。

8.2.3 结果评定

对抽检样品进行逐台检验，检验中有 1 台以上（包括 1 台）单机不合格时，应加倍抽取该监测装置按照抽样检验相关项目进行检验。若仍有不合格时，则判该批监测装置不合格；若全部检验合格，则除去第一批抽样不合格的单机监测装置，该批监测装置应判为合格。

8.3 周期检验

8.3.1 检验规则

监测装置投入运行后应对监测装置进行周期检验。

8.3.2 检验项目

应按附录表 A.1 中周期检验的检验项目执行，

8.3.3 结果评定

检测中出现任一检验项目不合格，均判该监测装置为不合格。

9 标志、包装、运输及贮存

9.1 标志

9.1.1 标志应符合 GB/T 191—2008 和 GB/T 6388—1986 的规定。

9.1.2 监测装置上应有铭牌，应包括设备名称、型号。

9.1.3 包装箱、说明书中应包含以下标志：商标、企业名称与地址、设备型号及名称、生产日期。

9.1.4 在产品的外包装箱上应有如下标志：包装储运图示标志、包装件尺寸及质量等。

9.2 包装

9.2.1 产品包装应符合 GB/T 13384—2008 的规定。

9.2.2 包装件应能够承受 GB/T 4857.5—1992 的跌落试验，试验后不应有机械损伤或性能指标缺陷。

9.2.3 包装的验证方法按 GB/T 13384—2008 的规定进行。

9.3 运输

产品经包装后，可采用任何交通运输工具。但在运输过程中应采取防雨淋、防震以及安全措施。

9.4 贮存

9.4.1 包装后的监测装置应在环境温度为-15℃~45℃，相对湿度 80%以下，周围无酸碱及其他腐蚀性气

体及强磁场的库中贮存。

9.4.2 若无其它规定，贮存期为两年，超过贮存期的产品应开箱检验，经复验合格后方可使用。

附录 A
(资料性)
检验项目

监测装置试验检验包括但不限于表 1 的项目。

表 A. 1 检验项目

序号	检验项目	型式检验	质量一致性检验	
			抽样检验	周期检验
1	外观和结构	●	●	●
2	尺寸和质量	●	●	●
3	电源管理	●	—	—
4	定位功能	●	●	●
5	通信功能	●	●	●
6	数据存储	●	●	●
7	远程维护	●	●	●
8	卫星跟踪能力	●	●	●
9	信号捕获及跟踪灵敏度	●	●	—
10	时间性能	●	—	—
11	测量精度	●	●	—
12	内部噪声水平	●	—	—
13	天线相位中心一致性	●	—	—
14	低温试验	●	—	—
15	高温试验	●	—	—
16	交变湿热	●	—	—
17	温度变化（冲击）性能	●	—	—
18	盐雾腐蚀性能	●	—	—
19	碰撞试验	●	—	—
20	外壳防护能力	●	—	—
21	静电放电抗扰度	●	—	—
22	射频电磁场辐射抗扰度	●	—	—
注：● 表示应做的项目，—表示不做的项目。				