

T/CSEE XXXX—XXXX

CSEE

ICS
CCS

中国电机工程学会标准

T/CSEE XXXX—YYYY

基于北斗导航系统的架空输电线路监测规范 第4部分：地面监测装置试验检测

Specification for overhead transmission line monitoring based on BDS Part 4: Test and detection of ground monitoring device

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国电机工程学会

发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	3
2 规范性引用文件.....	3
3 术语和定义.....	4
4 缩略语.....	4
5 试验检测条件.....	5
6 试验检测项目及方法.....	5
6.1 外观和结构检查.....	6
6.2 防护等级试验.....	6
6.3 功能试验.....	7
6.4 性能评价.....	8
6.5 蓄电池电源系统性能试验.....	12
6.6 环境适应性.....	15
6.7 机械性能.....	16
6.8 电磁兼容试验.....	17
7 质量评定程序.....	19
7.1 试验检测分类.....	19
7.2 鉴定检验/型式试验.....	19
7.3 质量一致性检验.....	19
附录 A.....	22

前 言

为规范国家电网公司架空输电线路北斗地面监测装置的试验项目、试验方法及判定准则，确保装置的稳定性及准确性，提高架空输电线路地质灾害监控水平，制定本文件。

本文件由中国电机工程学会提出并解释；

本文件由中国电机工程学会输电线路专业委员会归口；

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。。

基于北斗导航系统的架空输电线路监测规范 第4部分： 地面监测装置试验检测

1 范围

本文件规定了基于北斗导航系统的架空输电线路地面监测装置的试验检测条件、试验检测项目及方法、质量评定程序等。

本文件适用于基于北斗导航系统的架空输电线路地面监测装置的试验检测。

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。

- GB/T 39267 北斗卫星导航术语
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 35697 架空输电线路在线监测装置通用技术规范
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯
- GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分：荧光紫外灯
- GB/T 2423.24 环境试验 第2部分：试验方法 试验Sa：模拟地面上的太阳辐射及其试验
导则
- GB/T 3512 硫化橡胶或热塑性橡胶热空气加速老化和耐热试验
- GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 6587 电子测量仪器通用规范
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样
计划
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
- BD 420003 北斗全球卫星导航系统（GNSS）接收机测量型天线性能要求及测试方法
- TCSEE 0125.1 基于北斗导航系统的架空输电线路监测规范 第1部分：地面监测装置技
术要求

3 术语和定义

T/CSEE 0125.1、BD 420003 和GB/T 39267界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力北斗变形监测专用系统 electric power BeiDou deformation monitoring special system

电力系统专用的北斗变形监测系统，由非变形区域的基准站、变形区域的监测站、数据通信网、数据处理中心等构成。

3.2

基准点 datum point

在电力变形测量中，作为测量工作基点及观测点依据而布设的稳定的、需要长期保存的可靠控制点。

3.3

观测点 observation point

在电力变形测量中，布设在电力设施的地基、基坑、场地或上部结构等敏感位置上，能反映电力设施变形特征的测量点，也称为监测点。

3.4

地面监测装置 ground monitoring device

基于北斗导航系统的地面监测装置，包含接收机、天线、供电系统、数据传输系统。

3.5

蓄电池电源 battery pack

通常包括由多个蓄电池单体经串并联组成的电池组、蓄电池箱体以及相应的附件，具备从外部获得电能并可对外输出电能的单元。

3.6

蓄电池控制单元 battery control unit (BCU)

控制、管理、监测或计算蓄电池电源的电和热相关的参数，并提供蓄电池电源系统和监测装置其他控制器通讯的电子装置。

3.7

蓄电池电源系统 battery system

由蓄电池电源和蓄电池控制单元组成的能量输入、输出、存储装置。

3.8

额定容量 rated capacity

室温下完全充电的蓄电池电源系统以 $1I_{10}$ (A) 电流放电，达到终止电压时所放出的容量 (Ah)。

3.9

额定能量 rated energy

室温下完全充电的蓄电池电源系统以 $1I_{10}$ (A) 电流放电，达到终止电压时所放出的能量 (Wh)

3.10

能量保持率 energy retention rate

完全充电的蓄电池电源系统在一定温度下储存一定时间后，完全放电时的能量与额定能量的比值。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

PDOP: 位置精度衰减因子 (Position Dilution Of Precision)

RTK: 实时动态差分测量 (Real Time Kinematic)

BDT: 北斗时 (BeiDou Time)

RDSS: 卫星无线电测定业务 (Radio Determination Satellite Service)

RNSS: 卫星无线电导航业务 (Radio Navigation Satellite Service)

UTC: 协调世界时 (Coordinated Universal Time)

PPS: 秒脉冲 (Pulse Per Second)

MTBF: 平均故障间隔时间 (Mean Time Between Failures)

MTTR: 平均故障维修时间 (Mean Time Between Repairs)

RMS: 均方根 (Root Mean Square)

5 试验检测条件

各项试验宜在如下条件下进行,必要时也可以由供需双方协商确定。

- 环境温度: $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度: $25\%\text{RH}\sim75\%\text{RH}$;
- 大气压力: $860\text{hPa}\sim1060\text{hPa}$ 。

6 试验检测项目及方法

基于北斗导航系统的地面监测装置 (以下简称地面监测装置) 的试验检测项目如表1所示。

表1 试验检测项目表

序号	试验项目分类	试验项目	测试方法条款号	型式试验/鉴定检验	质量一致性检验/检测		
					逐批检验/检测		周期检验/检测
					全数检验/检测	抽样检验/检测	
1	外观和结构检查	外观和结构	6.1	●	●	●	—
2	防护等级试验	防护等级	6.2	●	—	●	—
3	功能试验	工作模式	6.3	●	●	●	●
4		存储功能		●	●	●	●
5		通讯功能		●	●	●	●
6		电气性能		●	●	●	●
7		设置及显示功能		●	●	●	●
8		输入、输出数据及格式		●	●	●	●
9	性能评价	捕获灵敏度	6.4.1	○	—	—	—
10		跟踪灵敏度	6.4.2	○	—	—	—
11		内部噪声水平	6.4.3	●	—	●	●
12		单点定位精度	6.4.4	●	—	●	●
13		静态基线测量精度	6.4.5	●	—	●	●
14		实时动态 (RTK) 初始化时间	6.4.6	○	—	—	—
15		实时动态 (RTK) 测量精度	6.4.7	●	—	●	●
16		天线相位中心误差	6.4.8	●	—	●	●

17		天线多径效应值	6.4.9	●	—	●	●
18	蓄电池电源系统性能试验	额定容量/能量	6.5.1.1	○	—	—	—
19		持续供电	6.5.1.2	○	—	—	—
20		高温能量保持率	6.5.2.1	○	—	—	—
21		低温能量保持率	6.5.2.2	○	—	—	—
22		过充电保护	6.5.3.1	○	—	—	—
23		过放电保护	6.5.3.2	○	—	—	—
24	环境适应性试验	高温	6.6.1	●	—	●	—
25		低温	6.6.2	●	—	●	—
26		湿热环境	6.6.3	●	—	●	—
27		盐雾腐蚀	6.6.4	○	—	—	—
28		老化性能	6.6.5	○	—	—	—
29	机械性能试验	碰撞	6.7.1	●	—	—	—
30		自由跌落	6.7.2	●	—	—	—
31		振动	6.7.3	●	—	—	—
32	电磁兼容试验	静电放电抗扰度	6.8.1	●	—	—	—
33		射频电磁场抗扰度	6.8.2	●	—	—	—
34		脉冲磁场抗扰度	6.8.3	●	—	—	—
35		工频磁场抗扰度	6.8.4	●	—	—	—
36		辐射骚扰场强	6.8.5	●	—	—	—

注：“●”表示要求的项目，“○”表示可选项目，“—”表示不要求的项目。

6.1 外观和结构检查

6.1.1 试验目的

检验产品的外观及各部分相互作用是否正常。

6.1.2 试验方法

目视及操作试验，在室内常温下进行，按照第 5... 执行。

6.1.3 合格判据

a) 外观质量要求

接收机及天线型号应与标称一致，外观良好；各种部件及其附件应匹配、齐全和完好，紧固的部件应不得松动或脱落；表面度涂层应光洁美观、均匀一致、不应有锈蚀、气泡、龟裂、凝结、脱落、划痕等缺陷；接收机质量（不含电池）不超过 2.5kg。

b) 结构要求

零部件更换方便、快捷，接收机各个按键应反应灵敏、功能正常。

6.2 防护等级试验

6.2.1 试验目的

检验产品外壳防护能力。

6.2.2 试验方法

按照 GB/T 4208 中规定的试验要求和方法进行防尘、防水试验。

6.2.3 合格判据

产品外壳防护能力不低于 GB/T 4208 中规定的 IP55 等级。

- a) 防尘：不完全阻止灰尘浸入，但进入的灰尘量不影响产品正常运行。
- b) 防水：向外壳各方向喷水无有害影响，产品上电后正常运行。

6.3 功能试验

6.3.1 试验目的

检验产品各项功能的准确性。

6.3.2 试验方法及合格判据

6.3.2.1 工作模式

a) 测试方法

将产品各部件正确连接并上电启动后，查看是否能够接收 BDS 等卫星导航系统信号，并可对外输出产品的原始观测量。

b) 合格判据

产品应具备单北斗工作模式，同时可兼容多个全球卫星导航系统的工作模式。

6.3.2.2 存储功能

a) 测试方法

产品正常工作状态下断开电源，再接通电源后查看产品是否有效存储断电前的数据；将接收机的采样间隔设置为 1S，卫星截止高度角设定为 10° ，进行静态测量，观测 1h；根据采集到的观测数据文件大小和接收机内存大小计算接收机可存储的数据量。

b) 合格判据

产品应具备数据断电保护功能；接收机应内置存储器，应自动存储卫星观测数据 ≥ 30 天。

6.3.2.3 通讯功能

a) 测试方法

将产品各部件正确连接并上电启动后，查看是否提供网口（RJ45）、4G、蓝牙等有线和无线通讯方式，并具有远程访问功能。

b) 合格判据

至少支持通过网口（RJ45）、4G、蓝牙等有线和无线通讯方式，具备远程访问功能。

6.3.2.4 电气性能

a) 测试方法

- 1) 实际操作检查接收机是否具有通电自检测功能。
- 2) 实际操作检查接收机是否支持外接电源接入。
- 3) 接收机进行静态测量直至内置电池耗尽，记录其连续工作时间。
- 4) 接收机进行 RTK 测量直至内置电池耗尽，记录其连续工作时间。
- 5) 分别升高和降低电源电压，检查接收机是否具有电源电压过高保护和过低报警显示功能。

6) 接收机在标称电压下正常工作, 将电压先后降低和升高 10%, 分别维持 20min, 检查接收机是否能正常定位。

b) 合格判据

1) 接收机电源应具有在正常工作状态下持续工作至少 240 min 的能力。

2) 接收机应具有过流、过压 (20%)、电源瞬间变化 (变化时间、阶梯) 和偶然极反的保护装置。

3) 接收机应具有电源电压过低不能保证设备正常工作的报警显示功能。

4) 在电压变化不大于 10% 的情况下, 接收机应能正常工作。

6.3.2.5 设置及显示功能

a) 测试方法

目测及实际操作。

b) 合格判据

1) 接收机应具有下列设置功能: 至少可通过串口、蓝牙和 WiFi 等其中一种方式对接收机参数进行设置。

2) 接收机应具有下列显示接收机状态信息: 版本信息、跟踪卫星情况、定位信息、存储状态、电源状态、一般故障状态 (包括电源电量不足、数据存储故障以及卫星跟踪故障等)。

6.3.2.6 输入、输出数据及格式

a) 测试方法

目测。

b) 合格判据

1) 接收机应能把记录的静态测量观测数据传输到计算机, 并能够通过接收机配套软件将数据转化为 RINEX 格式或自定义。

2) 接收机应根据要求和需要选择输出的数据类型和数据格式, 数据格式应该满足 NMEA0183、RTCMSC104 或 CMR 的要求 (单频静态接收机除外)。

3) 接收机应具有借助数传电台或 GSM/GPRS/3G/4G 等通信模块接收 RTCMSC104 和 CMR 差分数据 (单频静态接收机除外)。

6.4 性能评价

6.4.1 捕获灵敏度

6.4.1.1 试验目的

检验接收机能够捕获并锁定卫星信号的最低功率水平。

6.4.1.2 试验方法

将卫星信号模拟器输出信号的输出幅度调在 -133dBm , 通过高频电缆 (插入损耗小于 0.5dB) 连到接收机的前置放大器输入端, 接收机应能捕获信号。也可通过接收机捕获仰角 $5^\circ \sim 7^\circ$ 的卫星信号定性检测。

6.4.1.3 合格判据

接收机捕获灵敏度应优于 -133dBm 。

6.4.2 跟踪灵敏度

6.4.2.1 试验目的

检验接收机捕获卫星信号后能够保持持续锁定卫星信号的最低功率水平。

6.4.2.2 试验方法

接收机捕获信号后,将卫星信号模拟器输出信号的输出幅度减到-140dBm,接收机应不失锁,继续跟踪。

6.4.2.3 合格判据

接收机跟踪灵敏度应优于-140dBm。

6.4.3 内部噪声水平

6.4.3.1 试验目的

检验接收机的内部噪声水平。

6.4.3.2 试验方法

将同一天线输出信号分成功率、相位相同的多路信号送到接收机,接收机在静态测量模式下连续观测应不少于30min,通过配套软件解算的基线长度应不大于1mm。亦可采用信号转发器。

6.4.3.3 合格判据

接收机内部噪声水平应不大于1mm。

6.4.4 单点定位精度

6.4.4.1 试验目的

检验接收机单点定位精度。

6.4.4.2 试验方法

将接收机安置在检验场地的观测点上,待该接收机得到定位结果后开始记录显示或者输出的坐标,数据采样间隔应不大于30s,记录数据应不少于100个,按公式(1)、公式(2)计算单点定位精度。

$$m_h = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]} \quad (1)$$

$$m_v = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - U_0)^2} \quad (2)$$

式中:

m_h , m_v ——分别为单点定位水平、垂直精度,单位为米(m)。

N_0 , E_0 , U_0 ——分别为已知点在站心地平坐标系下的北、东、高方向坐标,单位为米(m)。

N_i , E_i , U_i ——分别为被测设备第*i*个定位结果在站心地平坐标系下的北、东、高方

向坐标，单位为米（m）。

n ——获得的单点定位坐标个数。

6.4.4.3 合格判据

水平测量精度： $\leq 5\text{m}$ （RMS），垂直测量精度： $\leq 10\text{m}$ （RMS）。

6.4.5 静态基线测量精度

6.4.5.1 试验目的

检验接收机静态测量示值的准确度。

6.4.5.2 试验方法

将接收机安置在检验场地的点位上，基线长度 8km—20km，观测四个时段，每个时段的观测时间应不少于 30min，设置卫星截止高度角应不大于 15° ，采样间隔应不大于 15s，按以下公式计算静态基线测量精度。

$$m_{hs} = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 [(\Delta N_i - \Delta N_0)^2 + (\Delta E_i - \Delta E_0)^2]}$$

$$m_{vs} = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 [(\Delta U_i - \Delta U_0)^2]}$$

式中：

m_{hs} 、 m_{vs} ——分别为静态基线测量水平、垂直精度，单位为毫米（mm）。

ΔN_0 、 ΔE_0 、 ΔU_0 ——分别为已知基线在站心地平坐标系下北、东、高方向分量，单位为毫米（mm）。

ΔN_i 、 ΔE_i 、 ΔU_i ——分别为第 i 时段基线测量结果在站心地平坐标系下北、东、高方向分量，单位为毫米（mm）。

6.4.5.3 合格判据

静态基线测量精度要求：水平 $\leq \pm(5 + 0.5xD)\text{mm}$ ，垂直 $\leq \pm(10 + 0.5xD)\text{mm}$ 。其中， D 为基线长度，单位为千米（km），当实际基线长度 $D < 0.5\text{km}$ 时，取 $D=0.5\text{km}$ 进行计算。

6.4.6 实时动态（RTK）初始化时间

6.4.6.1 试验目的

检验接收机实时动态（RTK）数据链连接初始化时间。

6.4.6.2 试验方法

a) 使用信号模拟器测试时，仿真一个静态位置（距离基准站不大于 8km），设置输出功率电平为-128dBm，且不考虑电离层、对流层及钟差影响。在接收机成功单点定位后，同时接收模拟器仿真的卫星信号和基准站差分数据，记录从获得差分数据到获得固定解的时间。

b) 使用实际信号测试时，应选择检验场地内长度不大于 5km 的基线，在接收机成功单点定位后，接收基准站差分数据，记录从获得浮动解到获得固定解的时间。

6.4.6.3 合格判据

初始化时间应不大于 20s。

6.4.7 实时动态（RTK）测量精度

6.4.7.1 试验目的

检验接收机实时动态 (RTK) 测量示值的准确度。

6.4.7.2 试验方法

应在检验场地内选取不大于 5km 的基线进行试验。RTK 工作模式下接收机位置更新率应不低于 1Hz。单系统有效 GNSS 卫星数目不少于 8 颗，设置卫星截止高度角不大于 10° ，流动站在已知坐标的点位上进行观测，共进行 10 组观测，每组采集不少于 100 个 RTK 测量结果，每组测量重新开机进行初始化。按以下公式计算 RTK 测量精度。

$$m_{hk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(N_i - N_0)^2 + (E_i - E_0)^2]}$$

$$m_{vk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(U_i - U_0)^2]}$$

式中：

m_{hk} 、 m_{vk} ——分别为 RTK 测量水平、垂直精度，单位为毫米 (mm)。

N_0 、 E_0 、 U_0 ——分别为已知点在站心地平坐标系下北、东、高方向坐标，单位为毫米 (mm)。

N_i 、 E_i 、 U_i ——分别为第 i 个定位结果在站心地平坐标系下北、东、高方向坐标，单位为毫米 (mm)。

i ——动态 RTK 测量结果序号。

n ——动态 RTK 测量结果数量。

6.4.7.3 合格判据

实时动态 (RTK) 测量精度要求：水平 $\leq \pm (20 + 1xD)$ mm，垂直 $\leq \pm (30 + 1xD)$ mm。其中， D 为基线长度，单位为千米 (km)，当实际基线长度 $D < 0.5$ km 时，取 $D = 0.5$ km 进行计算。

6.4.8 天线相位中心误差

6.4.8.1 试验目的

检验接收机的天线相位中心误差。

6.4.8.2 试验方法

a) 在超短基线上先将接收机、天线精确对中、整平，天线定向标志指北方向，卫星高度角设为 15° ，采样率设为 10s，每个观测时段为 30min。

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。

c) 分别求出各时段基线向量，最大值与最小值之差的 1/2 作为实验结果。

6.4.8.3 合格判据

测量型天线和参考站天线的相位中心误差应满足：

a) 测量型天线：相位中心误差不应超过 2mm。

b) 参考站天线：相位中心误差不应超过 1.5mm。

6.4.9 天线多径效应值

6.4.9.1 试验目的

检验接收机抗多径传输现象所引起的干涉延时效应的能力。

6.4.9.2 试验方法

按照 BD420003 中 7.10 的方法进行试验。

6.4.9.3 合格判据

测量型天线的多径效应值应不大于 0.5m，参考站天线的多径效应值应不大于 0.4m。

6.5 蓄电池电源系统性能试验

6.5.1 额定容量/能量

6.5.1.1 试验目的

检验蓄电池实际容量/能量与标称容量/能量的一致性。

6.5.1.2 试验方法

对蓄电池电源系统进行标准充、放电，方法如下：

a) 对蓄电池电源系统进行标准充电，根据不同情况，可在以下两种方式中选择：

1) 在室温条件下，以 $1I_{10}$ (A) 电流对蓄电池电源系统进行恒流充电至制造商规定的充电截止条件，静置 30min。

2) 按照制造商规定的技术条件进行充电。

b) 对蓄电池电源系统进行标准放电，根据不同情况，可在以下两种方式中选择：

1) 在室温条件下，以 $1I_{10}$ (A) 电流对蓄电池电源系统进行恒流放电至制造商规定的放电截止条件，静置 30min。

2) 按照制造商规定的技术条件进行放电。

c) 计算额定容量 C 和额定能量 E。

d) 如果放电容量低于规定值，则重复步骤 a) ~c) 直至大于或等于标称容量，允许 5 次。

6.5.1.3 合格判据

额定容量/能量应不低于蓄电池电源系统制造商的标称容量/能量（至少 10AH）。

6.5.2 持续供电

6.5.2.1 试验目的

检验蓄电池电源系统持续供电的能力。

6.5.2.2 试验方法

对蓄电池电源系统进行持续供电试验，方法如下：

- a) 将蓄电池电源系统与接收机及其它部件进行连接。
- b) 测试接收机实际工作电流 3 次，取平均值，记录为 I_a 。
- c) 断开蓄电池电源系统与接收机其它部件，对蓄电池电源系统进行恒流充电。
- d) 将蓄电池电源系统与标准负载连接，以电流 I_a 对蓄电池电源系统进行恒流放电。
- e) 重复 d) 中试验流程连续运行，运行天数与供应商协商确定。
- f) 记录蓄电池电源系统电压。

6.5.2.3 合格判据

连续完成放电后，蓄电池电源系统电压应高于制造商技术条件中规定的保护电压。

6.5.3 高温能量保持率试验

6.5.3.1 试验目的

检验蓄电池电源系统在高温环境下的能力保持率。

6.5.3.2 试验方法

对蓄电池电源系统按照以下方法进行试验：

- a) 对蓄电池电源系统进行标准充电。
- b) 将蓄电池电源系统置于 $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境模拟箱中，保持 5h。
- c) 对蓄电池电源系统进行放电，记算放电能量 E_3 。
- d) 以 $E_3/E \times 100\%$ 公式计算高温能量保持率。

6.5.3.3 合格判据

高温能量保持率： $\geq 95\%$ 。

6.5.4 低温能量保持率试验

6.5.4.1 试验目的

检验蓄电池电源系统在低温环境下的能量保持率。

6.5.4.2 试验方法

对蓄电池电源系统按照以下方法进行试验：

- a) 对蓄电池电源系统进行标准充电。
- b) 根据不同环境温度级别，将蓄电池电源系统分别置于不同低温环境温度中，按照表 2 要求搁置一定时间。
- c) 以 $1I_{10}$ (A) 电流对蓄电池电源系统进行恒流放电，至制造商规定的放电截止条件，计算放电能量分别为 E_4 、 E_5 、 E_6 。
- d) 以 $E_{4,5,6}/E \times 100\%$ 公式计算低温能量保持率。

表 2 不同低温环境搁置时间

环境温度级别	温度 ℃	搁置时间 h
I 级	-25℃	72
II 级	-40℃	72
III 级	-55℃	72

6.5.4.3 合格判据

低温能量保持率应满足表 3 的要求。

表 3 不同低温环境的能量保持率要求

环境温度类别	温度 ℃	低温能量保持率	判定要求
I 级	-25℃	E_4/E	$\geq 70\%$
II 级	-40℃	E_5/E	$\geq 60\%$
III 级	-55℃	E_6/E	$\geq 50\%$

6.5.5 过充电保护试验

6.5.5.1 试验目的

检验蓄电池电源系统过电压保护能力。

6.5.5.2 试验方法

对蓄电池电源系统按照以下方法进行试验：以 $1I_{10}$ (A) 电流对蓄电池电源系统充电，至电压达到制造商技术条件中规定的保护电压，蓄电池电源系统应停止充电；或充电时间达到 12h 后停止充电。

6.5.5.3 合格判据

试验期间和试验后，需满足以下要求：

- a) 蓄电池电源系统电压达到制造商技术条件中规定的保护电压时，应自动停止充电。
- b) 试验期间，蓄电池电源系统应不冒烟、不爆炸、不起火、不漏液。

6.5.6 过放电保护试验

6.5.6.1 试验目的

检验蓄电池电源系统的过放电保护能力。

6.5.6.2 试验方法

对蓄电池电源系统按照以下方法进行试验：蓄电池电源系统充满电后进行标准放电至电压达到制造商技术条件中规定的保护电压，蓄电池电源系统应停止放电，或放电时间达到 12h 后停止放电，观察 1h。

6.5.6.3 合格判据

试验期间和试验后，需满足以下要求：

- a) 蓄电池电源系统电压达到制造商技术条件中规定的保护电压时，应自动停止充电。
- b) 试验期间，蓄电池电源系统应不冒烟、不爆炸、不起火、不漏液。

6.6 环境适应性

6.6.1 高温试验

6.6.1.1 试验目的

检验产品在高温环境条件下的基本功能和运行安全性。

6.6.1.2 试验方法

参照 GB/T 2423.2 规定的试验方法和要求，并在下述条件下进行试验：

将天线信号引入高低温试验箱，在试验箱内温度为室温时将接收机置于试验箱内，并开启接收机进入正常工作状态。将试验箱内温度设定为 50℃，待温度平衡后连续观测 16h 静态数据。

6.6.1.3 合格判据

外观及各部分作用正常，通讯功能正常。进行内部噪声水平测试，采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于 1mm。

6.6.2 低温试验

6.6.2.1 试验目的

检验产品在低温环境条件下的基本功能和运行安全性。

6.6.2.2 试验方法

参照 GB/T 2423.1 规定的试验方法和要求，并在下述条件下进行试验：

将天线信号引入高低温试验箱，在试验箱内温度为室温时将接收机置于试验箱内，并开启接收机进入正常工作状态。将试验箱内温度设定为-25℃，待温度平衡后连续观测 16h 静态数据。

6.6.2.3 合格判据

外观及各部分作用正常，通讯功能正常。进行内部噪声水平测试，采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于 1mm。

6.6.3 湿热环境试验

6.6.3.1 试验目的

检验产品在湿热环境条件下的安全性。

6.6.3.2 试验方法

参照 GB/T 2423.4 规定的试验方法和要求，并在下述条件下进行试验：

将天线信号引入高低温试验箱，在高低温试验箱内温度为室温时将接收机置于试验箱内，并开启接收机进入正常工作状态。将试验箱内温度设定为 40℃，相对湿度设定为 95%，待温度和相对湿度平衡后连续观测 24h。

6.6.3.3 合格判据

外观及各部分作用正常，通讯功能正常。进行内部噪声水平测试，采用数据处理软件解算的基线分量和长度均不大于 1mm。

6.6.4 盐雾腐蚀试验

6.6.4.1 试验目的

检验产品外表面的耐腐蚀性能。

6.6.4.2 试验方法

参照 GB/T 10125 中规定的乙酸盐雾试验（AASS 试验）方法和要求，并在下述条件下进行试验：

箱内温度 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，溶液 pH 值 3.1-3.3，保持 72 小时。

6.6.4.3 合格判据

产品表面无腐蚀产物，不出现点蚀、气泡、裂纹等腐蚀缺陷。

6.6.5 老化性能试验

6.6.5.1 试验目的

检验产品外表面的耐老化性能。

6.6.5.2 试验方法

按照 GB/T 16422.3、GB/T 16422.2、GB/T 2423.24、GB/T 3512 中规定的荧光紫外老化、氙灯老化、热老化试验方法和要求，并在下述条件下进行试验：

产品在满足条件的试验箱内保持 168 小时。

6.6.5.3 合格判据

试验结束后，产品表面不出现发黏、变色、裂纹、龟裂、气泡、麻点、粉化或分离等现象。

6.7 机械性能

6.7.1 碰撞试验

6.7.1.1 试验目的

检验产品在碰撞/冲击试验条件下的安全性。

6.7.1.2 试验方法

碰撞试验参照 GB/T 2423.5 中的试验方法和要求，并在下述条件下进行：

将产品紧固在碰撞台上，加速度设置为 $100\text{m}/\text{S}^2$ ，脉冲持续时间 16ms，连续冲击 1000 次。

6.7.1.3 合格判据

- a) 试验结束后，产品各部件无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落。
- b) 产品通电后正常工作。

6.7.2 自由跌落试验

6.7.2.1 试验目的

检验产品在自由跌落条件下的安全性。

6.7.2.2 试验方法

自由跌落试验参照 GB/T 6587 的试验方法和要求，并在下述条件下进行：
产品不包装，不通电，跌落高度 50cm，结合产品形状每个方向自由跌落一次。

6.7.2.3 合格判据

- a) 试验结束后，产品各部件无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落。
- b) 产品通电后正常工作。

6.7.3 振动试验

6.7.3.1 试验目的

检验产品在振动试验条件下的安全性。

6.7.3.2 试验方法

参照 GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）规定的试验方法和要求，并在下述条件下开展试验：

将产品置于振动台，按照表 4 所示的条件进行正弦扫频振动 3 个循环，最高振动频率不低于 200Hz。对于天线和主机分别封装的产品线，接收机和天线分别进行测试。

表 4 振动参数表

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

6.7.3.3 合格判据

- a) 试验结束后，产品各部件无损坏，紧固件、连接件、模块及元器件无松动、脱落。
- b) 产品通电后正常工作。

6.8 电磁兼容试验

6.8.1 静电放电抗扰度试验

6.8.1.1 试验目的

检验产品在静电放电条件下的抗干扰性。

6.8.1.2 试验方法

按照 GB/T 17626.2 中规定，并在下述条件下进行：

- a) 产品在正常工作状态。
- b) 放电等级：接触放电 4kV，空气放电 8kV。
- c) 放电部位：在各部件接口处和工作人员可能接触的部位。
- d) 正负极性放电各 5 次，每次放电间隔至少 1s。

6.8.1.3 合格判据

在试验期间和试验后，产品应能正常工作。

6.8.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

6.8.2.1 试验目的

检验产品在射频电磁场环境下的抗干扰性。

6.8.2.2 试验方法

按照 GB/T 17626.3 中规定，并在下述条件下进行：

- a) 产品上电，处于工作状态。
- b) 频率范围：80MHz—1000MHz。
- c) 场强：10V/m。

6.8.2.3 合格判据

在试验期间和试验后，产品应能正常工作。

6.8.3 脉冲磁场抗扰度试验

6.8.3.1 试验目的

检验产品在脉冲磁场环境下的抗干扰性。

6.8.3.2 试验方法

按照 GB/T 17626.9 中规定，并在下述条件下进行：

- a) 产品上电，处于工作状态。
- b) 磁场强度：1000A/m。

6.8.3.3 合格判据

在试验期间和试验后，产品应能正常工作。

6.8.4 工频磁场抗扰度试验

6.8.4.1 试验目的

检验产品在工频磁场环境下的抗干扰性。

6.8.4.2 试验方法

按照 GB/T 17626.8 中规定，并在下述条件下进行：

- a) 产品上电，处于工作状态。
- b) 磁场强度：100A/m。

6.8.4.3 合格判据

在试验期间和试验后，产品应能正常工作。

6.8.5 辐射骚扰场强

6.8.5.1 试验目的

检验产品在辐射骚扰场强下的抗干扰性。

6.8.5.2 试验方法

产品上电，处于工作状态，按 GB 9254 等级 B ITE 所规定的的极限要求和 6.21GHz 以上的限制要求进行测试。

6.8.5.3 合格判据

在试验期间和试验后，产品应能正常工作。

7 质量评定程序

7.1 试验检测分类

试验检测包括：鉴定检验/型式试验、质量一致性检验。

7.2 鉴定检验/型式试验

7.2.1 概述

鉴定检验/型式试验的目的是验证产品是否符合其标准要求。有下列情况之一时应进行鉴定检验：

- a) 设计定型和生产定型时。
- b) 在设计有重大改进、重要的原材料和元器件及工艺有重大变化使原来的鉴定结论不再有效时。
- c) 长期停产后恢复生产时。
- d) 易地生产时。
- e) 产品设计与流程未作任何改变而提高产品标称的性能指标时。

7.2.2 样品数量

检验/检测样品从鉴定批中随机抽出2~4套进行，允许根据不同的检验项目采用不同的样品数量进行，具体由产品规范规定。

7.2.3 合格判据

当规定的检验/检测项目全部符合本文件时，判定鉴定检验合格。若其中任何一项不符合规定要求时，生产方应对不合格项目进行分析，找出缺陷原因，并采取纠正措施后再次检验，直至合格。

7.3 质量一致性检验

- a) 质量一致性检验分为逐批检验和周期检验。
- b) 检验批的形成与提出应符合GB/T 2828.1-2012中6.1和6.2规定。
- c) 按产品质量特性及与本文件不符合的严重程度分为A类、B类、C类不合格，参见附录A。具有一个或者一个以上不合格项目的产品称为不合格产品。按不合格类型可以分为A类、B类、C类不合格产品。

7.3.1 逐批检验

7.3.1.1 概述

逐批检验的目的为判断每个提交检查批的批质量是否符合规定的要求。

7.3.1.2 逐批检验分类

根据检查的对象，本文件规定的逐批检验分类如下：

- a) 全数检验。
- b) 抽样检验。

7.3.1.3 全数检验

全数检验方法如下：

- a) 抽样方案：对生产方提交检验批的产品百分之百进行检验。
- b) 合格判据：根据检验结果对全数检验做出如下判定：
 - 1) 当发现 A 类不合格时，应判定该批产品全数检验不合格。
 - 2) 当发现 B 类、C 类不合格项小于或等于规定值，判定该批产品全数检验合格，否则不合格。
- c) 样品处理：经全数检验合格的批中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为全数检验合格产品交付。

7.3.1.4 抽样检验

抽样检验方法如下：

- a) 抽样方案：从全数检验合格批中，随机抽取样本。除非另有规定，抽样方案按照 GB/T 2828.1 中规定的一般检验水平 II，正常检验一次抽样方案，其接收质量限（AQL）规定为：
 - 1) A 类不合格品：AQL 为 0.65。
 - 2) B 类不合格品：AQL 为 6.5。
 - 3) C 类不合格品：AQL 为 15。
- b) 合格判据：根据检验结果，若发现的三类不合格样品数均不大于规定的合格判定数，则判定抽样检验合格，否则判定抽样检验不合格。
- c) 重新检验：若抽样检验不合格，生产方应对该批产品进行分析，找出产生缺陷的原因并采取纠正措施后，可重新提交检验。重新提交检验批的抽样检验应按照 GB/T 2828.1 中 13.3 转移规则进行处理。若重新检验合格，应判定抽样检验合格；若重新检验不合格，应判定抽样检验不合格。
- d) 样品处理：经抽样检验合格的批次中，对发现有缺陷的产品，生产方应负责修复并达到规定要求后，可作为抽样检验合格产品交付。

7.3.2 周期检验

7.3.2.1 概述

周期检验是生产方周期性地从全数检验和抽样检验合格的某个批次或产品中随机抽取样本进行的检验，以判断在规定的周期内生产过程的稳定性是否符合规定的质量指标。在有下列情况之一时，应进行周期检验：

- a) 连续生产的产品，每年不少于一次周期检验，具体要求由产品规范规定。
- b) 产品主要设计、工艺及原材料、元器件发生重大改变的提交批。
- c) 停产半年后恢复生产时。

7.3.2.2 抽样方案

除非另有规定，抽样方案按照 GB/T 2829 中规定的一般检验水平 III，正常检验一次抽样方案进行，不合格质量水平（RQL）和判定数组见表 5。

表5 不合格质量水平（RQL）和判定数组表

不合格品	样本数量	RQL	判定数组
A类	6	40	Ac=0, Re=1
B类	6	65	Ac=1, Re=2
C类	6	80	Ac=2, Re=3
注：Ac——合格判定数，Re——不合格判定数。			

7.3.2.3 合格判据

- a) 检验的不合格品数，按抽样方案中的判定数组要求，判定周期检验合格或不合格。
- b) 若有一组不合格则应暂停交货，分析原因，采取改进措施，重新进行周期检验。
- c) 合格后，产品方可交货。
- d) 当周期检验不合格，对已生产的产品和已交付的产品由生产方采取纠正措施。

7.3.2.4 样品处理

经周期检验的样品不能作为正品出厂。

附录 A
(资料性附录)
产品不合格分类

产品不合格分类见表 A.1。

表 A.1 产品不合格分类

序号	检验/检测项目	不合格内容	不合格分类		
			A类	B类	C类
1	结构和外观	结构不完备			√
2		连接件、接插件松动			√
3		连接件、接插件无法连接		√	
4		设备外观轻微磨损			√
5		设备外观严重磨损、腐蚀、裂开		√	
6		按键不灵敏			√
7		按键功能异常		√	
8	电气性能	不具备自检功能	√		
9		自检功能出现故障		√	
10		电源不能保证最低工作时间		√	
11		无电源电压过低报警功能			√
12		无电源电压过高保护功能		√	
13		电压变化导致测量结果不稳定		√	
14		电压变化导致设备不能工作		√	
15	显示和设置	无法根据需要设置参数	√		
16		设备采样能力不达标		√	
17		显示功能不完备		√	
18		显示错误信息	√		
19		显示不清晰			√
20	接口与输出	接口不完备		√	
21		不能输出观测数据至外部设备	√		
22		输出数据错误	√		
23		输出数据不全			√
24		位置更新率不达标		√	
25	数据存储	不能存储数据	√		
26		存储空间不足			√
27		突然断电后记录数据丢失		√	
28	信号接收性能	不支持单北斗工作模式	√		
29		卫星数频点不达标	√		

30		捕获灵敏度不达标		√	
31		跟踪灵敏度不达标			√
32	内部噪声水平	不达标	√		
33	测量精度	单点定位精度不达标		√	
34		静态基线测量精度不达标	√		
35		RTK 测量精度不达标	√		
36	RTK 初始化时间	不达标		√	
37	天线相位中心误差	不达标	√		
38	天线多径效应值	不达标	√		
39	防护等级	防尘不达标		√	
40		防水不达标		√	
41	蓄电池电源系统性能试验	额定容量/能量不达标	√		
42		持续供电不达标		√	
43		高温能量保持率不达标		√	
44		低温能量保持率不达标		√	
45		过充电保护不达标		√	
46		过放电保护不达标		√	
47	环境可靠性	高温试验	√		
48		低温试验	√		
49		湿热环境		√	
50		盐雾腐蚀		√	
51		老化性能		√	
52	机械性能	碰撞		√	
53		自由跌落		√	
54		振动		√	
55	电磁兼容	静电放电抗扰度		√	
56		射频电磁场抗扰度		√	
57		脉冲磁场抗扰度		√	
58		工频磁场抗扰度		√	
59		辐射骚扰场强		√	