



中华人民共和国国家标准

GB/T 29320—2024

代替 GB/T 29320—2012

光伏电站太阳跟踪系统技术要求

Technical requirements for solar tracking system
of photovoltaic power station

2024-08-23 发布

2024-08-23 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 4

5 正常工作条件 4

6 外观 4

7 结构 5

8 功能 5

9 性能 6

10 试验要求 10

11 外观检查 12

12 结构试验 12

13 功能试验 14

14 性能试验 15

15 能耗试验 20

16 环境适应性试验 20

17 检验规则 22

18 标志、包装、运输和储存 23

附录 A（规范性） 电气间隙和爬电距离 25

附录 B（规范性） 跟踪系统试验项目 28

附录 C（资料性） 跟踪系统主要技术参数记录表格 29

参考文献 30

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。

本文件代替 GB/T 29320—2012《光伏电站太阳跟踪系统技术要求》，与 GB/T 29320—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了文件的适用范围(见第 1 章,2012 年版的第 1 章)；
- 删除了跟踪系统型号编制方法的规定(见 2012 年版的附录 B)；
- 更改了跟踪系统自动进入避风状态的风速条件,增加了跟踪系统自动解除避风状态的风速条件(见 8.1.2、8.1.3,2012 年版的 4.2.1)；
- 删除了“在抗风状态下,跟踪系统应能经受 33 m/s 的风速;在 12 级风以上地区,应能经受 42 m/s 的风速”的要求(见 2012 年版的 4.2.1)；
- 删除了“在多雪地区,跟踪器系统应具有手动或自动避雪功能”的要求(见 2012 年版的 4.2.2)；
- 更改了跟踪系统的正常工作条件(见第 5 章,2012 年版的 4.2.3、4.2.4、4.2.5)；
- 更改了钢制支架的防腐要求(见 4.3,2012 年版的 4.2.7.1、4.2.7.2、4.2.7.3)；
- 删除了“当铝合金材料与除不锈钢以外的其他金属材料或与含酸性或碱性的非金属材料接触、紧固时,应采用隔离材料,防止与其直接接触”的要求(见 2012 年版的 4.2.7.4)；
- 删除了部分防雷接地的要求(见 2012 年版的 4.3.2、4.3.5、4.3.6、4.3.7、4.3.8)；
- 防雷接地要求中,接地电阻值由“不宜大于 10 Ω ”更改为“应小于 4 Ω ”(见 9.6.4.1,2012 年版的 4.3.9)；
- 增加了跟踪系统各电路应能承受的冲击耐受电压和暂时过电压的规定(见 9.6.1)；
- 增加了电气安全距离的要求(见 9.6.2)；
- 更改了电气介质强度的要求(见 9.6.5,2012 年版的 4.4.2)；
- 更改了绝缘电阻的要求(见 9.6.5.1,2012 年版的 4.4.4)；
- 更改了双轴跟踪系统的高度角范围的要求(见 9.1.2,2012 年版的 4.5.2)；
- 更改了跟踪精度的要求(见 9.1.3、9.1.4,2012 年版的 4.6)；
- 更改了能耗的要求(见 9.7,2012 年版的 4.7)；
- 将跟踪系统“可用率不小于 95%”更改为“恒定失效率不应大于 2%”(见 4.2,2012 年版的 4.8)；
- 在热浸锌外观要求中增加了“其主要表面应无可造成伤害的锌刺,无起皮,残留的溶剂渣”的要求(见 6.2.2,2012 年版的 4.9.2.2.1)；
- 删除了螺栓连接的相关要求(见 2012 年版的 4.9.2.4)；
- 删除了电气系统外观要求中“控制器箱体无锐角”的要求(见 2012 年版的 4.9.3.1)；
- 增加了支架结构计算的相关要求(见 7.1)；
- 增加了“支架变形不应影响跟踪系统正常运行”的要求(见 7.2)；
- 增加了“跟踪系统的固有频率应避开在风荷载作用下形成共振效应的频率”的要求(见 7.3)；
- 增加了“跟踪系统的转轴强度应满足轴承安装部位的承载力要求”(见 7.4)；
- 增加了“跟踪系统宜设置减振措施”的要求(见 7.5)；
- 增加了驱动装置驱动力和自锁力矩大小的要求(见 9.2.3)；
- 增加了驱动装置备用蓄电池容量的要求(见 9.2.6)；
- 增加了跟踪系统与光伏电站和外部设备通信与对时的要求(见 8.4)；

- 增加了跟踪系统网络校时或卫星授时功能的要求(见 8.4.3);
- 删除了控制系统宜具有自动复位功能的要求(见 2012 年版的 4.12.4.2);
- 增加了跟踪功能的要求(见 8.1);
- 删除了安装及运行维护的要求(见 2012 年版的 4.13、4.14);
- 增加了试验的要求(见第 10 章);
- 增加了外观检查、结构试验、保护与存储性能试验、跟踪性能试验、驱动装置性能试验、通信试验、防护等级试验、电磁兼容试验、电气安全试验、能耗试验以及环境适应性试验的试验步骤和结果判定要求(见第 11 章~第 16 章);
- 增加了铭牌标志标明“制造厂名、厂址”的要求(见 18.1.1);
- 更改了包装箱的相关要求(见 18.1.2, 2012 年版的 7.2.2);
- 装箱文件增加了“安装说明书”的要求(见 18.2.1);
- 增加了储存环境温度的要求(见 18.3.2, 2012 年版的 7.4.2);
- 增加了电气间隙和爬电距离的规定(见附录 A);
- 更改附录“跟踪……”为资料性附录(见附录 C)。

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。

本文件由中国电力企业联合会提出并归口。

本文件起草单位:上海摩昆新能源科技有限公司、中国电力科学研究院有限公司、无锡昊阳新能源科技有限公司、上海电力设计院有限公司、中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司、中广核太阳能开发有限公司、复旦大学、国家电投集团青海光伏产业创新中心有限公司、龙源(北京)太阳能技术有限公司、中国三峡新能源(集团)股份有限公司、中国大唐集团有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、浙江正泰新能源开发有限公司、中核汇能有限公司、华为数字能源技术有限公司、黄河鑫业有限公司、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、华电郑州机械设计研究院有限公司、楷德电子工程设计有限公司、国家电投集团云南国际电力投资有限公司。

本文件主要起草人:刘霄、吴福保、张海平、吕平洋、彭益成、靳志会、周承军、孙耀杰、庞秀岚、张军军、陈志磊、韩月涛、李爱武、柳典、张燕京、祁卫玺、张丽梅、蔡宁川、刘大千、潘德强、于立波、顾彩军、李红涛、段忠伟、盖起磊、晏华斌、柳典、敬国栋、陈兵、梁言、曾利华、张立英、罗易、孙务本、顾炳林、贾天锋、王伟、沈建永、张莉、邹克、吴宁徽、朱琳。

本文件于 2012 年首次发布,本次为第一次修订。



光伏电站太阳跟踪系统技术要求

1 范围

本文件规定了光伏电站太阳跟踪系统(以下简称“跟踪系统”)的正常工作条件、外观、结构、功能、性能等方面的技术要求,以及检验规则、标志、包装、运输和储存,描述了相应的试验方法。

本文件适用于光伏电站太阳跟踪系统的设计、制造、安装、调试、验收、试验和运行维护。

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 包装储运图示标志

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验

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(12 h+12 h 循环)

GB/T 2423.18 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)

GB/T 2424.6 环境试验 第3部分:支持文件及导则 温度/湿度试验箱性能确认

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB 4824 工业、科学和医疗设备 射频骚扰特性 限值和测量方法

GB/T 5237.2 铝合金建筑型材 第2部分:阳极氧化型材

GB/T 9254.1 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分:发射要求

GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 13912 金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法

GB/T 13955 剩余电流动作保护装置安装和运行

GB/T 16935.1 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验

GB/T 16895.23 低压电气装置 第6部分:检验

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 第3部分:射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

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 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分:对每相输入电流小于或等于16A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17627 低压电气设备的高电压试验技术 定义、试验和程序要求、试验设备

GB/T 18802.11 低压电涌保护器(SPD) 第11部分:低压电源系统的电涌保护器 性能要求和

试验方法

GB/T 18802.21 低压电涌保护器 第 21 部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD) 性能要求和试验方法

GB/T 31366 光伏电站监控系统技术要求

NB/T 10642 光伏电站支架技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

太阳跟踪系统 solar tracking system

通过支架系统的旋转对太阳入射方向进行实时跟踪,从而使光伏方阵受光面接收尽量多的太阳辐照量,以增加发电量的系统。

注 1:简称“跟踪系统”。

注 2:跟踪系统按跟踪维度分为单轴跟踪系统和双轴跟踪系统,按结构型式分为独立型和联动型。

3.2

单轴跟踪系统 single-axis tracking system

一维跟踪系统

绕一维轴旋转,使得光伏组件受光面在一维方向尽可能垂直于太阳光的入射角的跟踪系统。

3.3

平单轴跟踪系统 horizontal single-axis tracking system

水平单轴跟踪系统

绕平行于地表平面的跟踪轴旋转跟踪太阳运动轨迹的单轴跟踪系统。

3.4

斜单轴跟踪系统 inclined single-axis tracking system

倾斜单轴跟踪系统

绕介于平行于地表平面与垂直于地表平面之间的跟踪轴旋转跟踪太阳运动轨迹的单轴跟踪系统。

3.5

垂直单轴跟踪系统 vertical single-axis tracking system

绕垂直于地表平面的跟踪轴旋转跟踪太阳运动轨迹的单轴跟踪系统。

3.6

双轴跟踪系统 dual-axis tracking system

绕二维轴旋转,使得光伏组件受光面始终垂直于太阳光的入射角的跟踪系统。

注:双轴跟踪系统以水平面为参照系,跟踪的是太阳高度角和太阳方位角;以赤道平面为参照系,跟踪的是赤纬角和时角。

3.7

太阳入射角 angle of incidence

入射阳光射线与接收平面法线的夹角。

3.8

太阳方位角 azimuth angle

太阳中心到地面观测点的连线在当地水平面上的投影与正南方向(北半球)或正北方向(南半球)的夹角。

3.9

太阳高度角 solar elevation angle

入射阳光射线与地平面之间的夹角。

3.10

赤纬角 solar declination

地球中心与太阳中心的连线与赤道平面的夹角(北半球为正)。

3.11

时角 hour angle

某时刻太阳在赤道平面上的投影与正午时刻太阳在赤道平面上的投影之间的夹角。

3.12

跟踪精度 tracking accuracy

单轴跟踪系统的跟踪精度以入射阳光射线与接收平面法线在跟踪方向的夹角偏差来表示。

双轴跟踪系统的跟踪精度以太阳入射角与接收平面法线的夹角偏差来表示。

3.13

主动控制 active control**天文控制方式****程序控制方式**

根据地理位置和当地时间计算太阳光的理論入射角度,按照控制策略使光伏组件调整到指定角度的控制方式。

3.14

被动控制 passive control

通过感应器件判断太阳光的实时入射角度,跟踪入射太阳光从而控制光伏组件旋转的控制方式。

注:被动控制包括光感控制方式、重力平衡控制方式等。

3.15

复合控制 compound control

主动控制和被动控制相结合的控制方式。

3.16

跟踪误差 pointing error

执行转动指令后,跟踪系统旋转轴的实测角度与转动指令目标角度之间的偏差。

3.17

跟踪分辨率 tracking resolution

跟踪轴上人为设定的最小的跟踪角度变化量。

3.18

逆向跟踪 backtracking

在清晨和傍晚时,跟踪系统相对太阳运动轨迹反向旋转,以避免跟踪系统上光伏组件被相邻跟踪系统遮挡的过程。

3.19

避风状态 wind stow position

跟踪系统遭受超过最大允许运行风速的风荷载时,通过调节自身姿态以保证其结构安全的状态。

3.20

恒定失效率 constant failure rate

产品在单位时间内发生失效的概率。

4 总体要求

- 4.1 跟踪系统在正常维护情况下使用寿命应不小于 25 年。
- 4.2 跟踪系统的恒定失效率应不大于 2%。
- 4.3 跟踪系统支架部分的防腐应符合 GB/T 5237.2 和 NB/T 10642 的规定。

5 正常工作条件

跟踪系统的正常运行环境应符合下列要求。

- a) 环境温度：-40℃~55℃。
- b) 相对湿度：≤95%。
- c) 海拔高度：≤2 000 m；对于应用于 2 000 m 以上高海拔条件的跟踪系统，应满足高海拔要求。
- d) 对于应用在海洋性气候的跟踪系统，应满足耐盐雾要求。

6 外观

6.1 基本要求

- 6.1.1 跟踪系统的设备表面不应有划痕、裂纹、变形和损坏；金属部分不应有锈蚀；涂装表面不应误涂、漏涂；涂层应均匀，无明显皱皮、针眼、气泡、脱皮。
- 6.1.2 零件连接应牢固，标识应清楚无误。

6.2 钢结构外观要求

- 6.2.1 焊缝应外形均匀、成型良好，焊缝与焊缝、焊缝与金属间过渡平滑，焊渣和飞溅物应清理干净，无裂纹、夹渣、气孔、未焊满等缺陷。
- 6.2.2 跟踪系统的热浸锌应连续，其主要表面应无可造成伤害的锌刺，无起皮，无残留的溶剂渣，不应有反酸黄斑渗出锌层，可有暗灰色的铁锌合金。
- 6.2.3 热浸锌表面不应有集中的无锌区、凸瘤和波纹。分散的无锌区、凸瘤和波纹的总面积对于一般零件不应超过镀件总面积的 0.5%；对于表面积超过 $2 \times 10^5 \text{ mm}^2$ 的零件不应超过镀件总面积的 0.1%。热浸锌局部表面的漏锌斑点直径应小于 0.5 mm。

6.3 铝合金外观要求

铝合金支架应进行表面防腐处理，可采用阳极氧化处理措施，阳极氧化膜的最小厚度应符合表 1 的规定。

表 1 阳极氧化膜的最小厚度

腐蚀等级	最小平均膜厚 μm	最小局部膜厚 μm
弱腐蚀	15	12
中等腐蚀	20	16
强腐蚀	25	20

6.4 电气系统外观要求

- 6.4.1 跟踪系统的控制系统箱体表面应无明显划痕,在相应位置应有安全标识。
- 6.4.2 跟踪系统的电气设备连接线路应走线合理、美观,裸线外面宜采用套管等措施进行保护。

7 结构

- 7.1 跟踪系统的支架结构应满足以下工况条件的强度、刚度和稳定性要求：
 - a) 在最大允许运行风速状态下,跟踪系统处于最大跟踪角度；
 - b) 在避风状态下,跟踪系统处于重现期不小于 25 年的风压和 0.7 倍重现期不小于 25 年的雪压；
 - c) 在单轴跟踪系统跟踪角度为 0°或双轴跟踪系统光伏组件为水平状态下,跟踪系统处于重现期不小于 25 年的雪压和 0.6 倍重现期不小于 25 年的风压。
- 7.2 跟踪系统的支架结构中受弯构件的挠度计算值宜符合表 2 的规定,且不应影响跟踪系统的正常运行。

表 2 受弯构件挠度值

受弯构件		挠度允许值
主梁		$L/250$
次梁	无边框光伏组件	$L/250$
	其他	$L/200$
注 1: L 为受弯构件的跨度。		
注 2: 对悬臂梁,按悬臂长度的 2 倍计算受弯构件的跨度。		

- 7.3 跟踪系统的固有频率应避开在风荷载作用下形成共振效应的频率。
- 7.4 跟踪系统的转轴强度应满足轴承安装部位的承载力要求。
- 7.5 跟踪系统宜设置减振措施。

8 功能

8.1 跟踪功能

- 8.1.1 跟踪系统应能有效日照时间内的自动实时跟踪。
- 8.1.2 在当地风速达到避风条件时,跟踪系统应能自动进入避风状态,进入避风状态的响应时间应小于 5 s。避风状态的风速限值范围宜为 12 m/s~15 m/s,在当地风速达到恢复跟踪条件时,应能自动恢复跟踪,恢复自动跟踪风速宜小于避风风速 3 m/s~4 m/s,并持续 15 min~30 min。
- 8.1.3 跟踪系统复电后应能自动进入实时跟踪状态。
- 8.1.4 跟踪系统应具有逆向跟踪功能。

8.2 控制功能

- 8.2.1 跟踪系统控制方式应采用主动控制、被动控制或复合控制。
- 8.2.2 当跟踪系统采用主动控制时,宜采用具有实时运行姿态检测和反馈功能的闭环控制模式。
- 8.2.3 跟踪系统应具有手动控制模式。



8.3 保护与存储功能

8.3.1 跟踪系统应具有硬限位功能,硬限位触发时,跟踪系统应停机并触发故障报警。跟踪系统应具有断电保护功能,断电后数据不丢失,控制系统时钟继续工作时间应大于 7 d。运行数据应本地保存或上传,本地保存时间宜大于 1 年。

8.3.2 驱动装置应具有过载保护功能。

8.3.3 跟踪系统应具有故障报警功能。

8.4 通信与对时功能

8.4.1 跟踪系统应与光伏电站的监控系统直接连接或通过规约转换设备连接。跟踪系统与外部设备通信时,宜采用 GB/T 19582.1、DL/T 860(所有部分)、IEC 60870-5-104 等通信规约。

8.4.2 跟踪系统应具有上传数据功能,数据宜包括跟踪系统实时运行角度、实时运行状态、运行时间、自动状态、手动状态、当前风速等。

8.4.3 跟踪系统宜具有网络校时或卫星授时功能。

9 性能

9.1 跟踪范围与精度

9.1.1 水平单轴跟踪系统的跟踪范围应不小于 $-45^{\circ}\sim 45^{\circ}$,跟踪轴方向见图 1;垂直单轴跟踪系统的跟踪范围应不小于 $-100^{\circ}\sim 100^{\circ}$,跟踪轴方向见图 2;倾斜单轴跟踪系统的跟踪范围应不小于 $-45^{\circ}\sim 45^{\circ}$,跟踪轴方向见图 3。

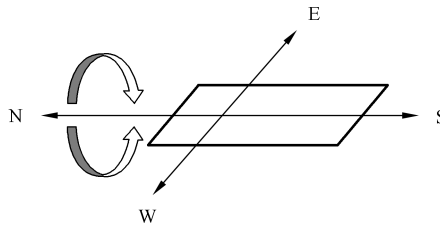


图 1 水平单轴跟踪系统

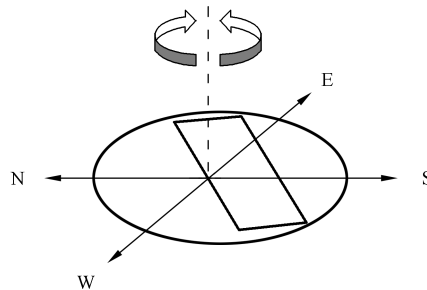


图 2 垂直单轴跟踪系统

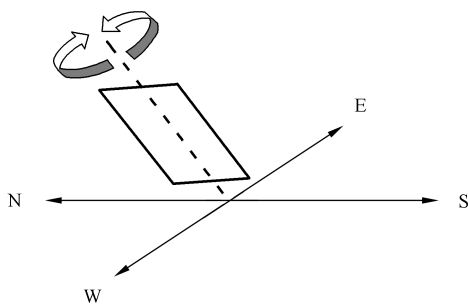


图 3 倾斜单轴跟踪系统

- 9.1.2 双轴跟踪系统,方位角范围宜为 $-100^{\circ}\sim 100^{\circ}$,高度角范围宜为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$;赤纬角范围宜为 $-23.45^{\circ}\sim 23.45^{\circ}$,时角范围宜为 $-100^{\circ}\sim 100^{\circ}$ 。
- 9.1.3 单轴跟踪系统跟踪精度应小于 3° 。
- 9.1.4 双轴跟踪系统跟踪精度应小于 2° 。

9.2 驱动装置



- 9.2.1 驱动装置的动力部分宜采用减速电机。
- 9.2.2 驱动装置的驱动力应大于跟踪系统在承受 18 m/s 风速状态下所产生最大扭转阻力,并满足跟踪系统支架进入避风状态所需要的动力。
- 9.2.3 驱动装置应具有自锁功能,驱动装置的保持力矩不应小于当地重现期为 50 年的风压作用下,支架在最大角度或最不利情况下传递至驱动机构产生的力矩。
- 9.2.4 驱动装置的传动部分应运转灵活、平稳、无卡滞、无异常振动和无噪声。密封部件不应有漏油、渗油现象,并满足防尘要求。
- 9.2.5 驱动装置应易于维护,方便更换。
- 9.2.6 驱动装置宜设置备用电源,当采用蓄电池作为备用电源时,蓄电池容量不应低于跟踪系统从最大跟踪角度与水平状态之间往返 5 次所需的电量。

9.3 通信

跟踪系统的通信应符合 GB/T 31366 的规定。

9.4 防护等级

跟踪系统电气设备外壳的防护等级不应低于 IP54。

9.5 电磁兼容

- 9.5.1 跟踪系统的射频骚扰特性应符合 GB 4824 中的规定。
- 9.5.2 跟踪系统的抗扰度应符合 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17626.8、GB/T 17626.11 的规定。

9.6 电气安全

9.6.1 冲击耐受电压和暂时过电压

跟踪系统各电路的绝缘应能承受附录 A 中表 A.1 规定的冲击耐受电压和暂时过电压。

9.6.2 电气安全距离

9.6.2.1 电气间隙

跟踪系统各电路绝缘的电气间隙要求如下。

- a) 跟踪系统应满足在污染等级 3 级的条件下正常使用,采用了 IP54 及以上防护等级外壳的跟踪系统,外壳内部环境可按照污染等级 2 级要求。
- b) 跟踪系统各电路之间以及带电部件、接地部件之间的功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘的最小电气间隙应符合表 A.2 的规定或符合 9.6.5.3 冲击耐受电压的规定。海拔 2 000 m 和以上使用的跟踪系统,电气间隙应根据表 A.3 规定的修正因子进行修正。
- c) 加强绝缘的电气间隙应根据基本绝缘更高一级的冲击耐受电压、1.6 倍的暂时过电压、1.6 倍的工作电压三者中最严酷的工况确定。

9.6.2.2 爬电距离

跟踪系统功能绝缘、基本绝缘和附加绝缘的爬电距离应符合表 A.4 的规定,加强绝缘的爬电距离应为基本绝缘爬电距离的 2 倍。

9.6.3 保护接地

9.6.3.1 跟踪系统的电机、变压器底座和外壳、控制电缆外皮,终端盒金属外壳应接地,任意接地点的接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

9.6.3.2 跟踪系统无法构成等电位的转动部分应采用软铜线联结。铜导线最小截面积见表 3。

表 3 保护接地铜导线最小截面积

设备供电相线最小的截面积 S mm^2	保护接地铜导线最小截面积 S_p mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

9.6.4 防雷接地

9.6.4.1 跟踪系统的钢结构支架、光伏组件和电控箱接地应连续、可靠,接地电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

9.6.4.2 跟踪系统电源端口应设置浪涌保护器,其性能要求应符合 GB/T 18802.11 的规定。浪涌保护器组合波(1.2/50 μs -8/20 μs)耐冲击电压应不小于 4 kV。

9.6.4.3 跟踪系统信号端口应设置浪涌保护器,其性能要求应符合 GB/T 18802.21 的规定。信号浪涌保护器传输速率、插入损耗等参数应满足控制和通信线路正常工作的要求。

9.6.4.4 跟踪系统金属芯控制和通信线路、供电线路应采取屏蔽措施。线路屏蔽层或屏蔽金属管应进行等电位连接并接地。

9.6.4.5 跟踪系统的电气装置应设置等电位接地端子,各金属部件之间应进行等电位连接。

9.6.5 电气介质强度

9.6.5.1 绝缘电阻

各独立电路与地(或外露的可导电部分)之间,以及各独立电路之间,应能承受表 4 规定的绝缘电阻

试验电压,持续 1 min,测得的绝缘电阻值应满足下列要求:

- a) 跟踪系统安装漏电保护装置时,各独立电路与地之间绝缘电阻不小于 0.5 MΩ;
- b) 跟踪系统未安装漏电保护装置时,各独立电路与地之间绝缘电阻不小于 1 MΩ。

表 4 绝缘电阻试验电压

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻试验电压 V
$U_i \leq 60$	250
$60 < U_i \leq 250$	500
$250 < U_i \leq 1\,000$	1\,000
$U_i > 1\,000$	2\,500
注: U_i 为被测电路工作电压的交流有效值或直流电压值。	

9.6.5.2 工频耐受电压

各独立电路与地(或外露的可导电部分)之间,以及各独立电路之间,应能承受频率为 50 Hz±5 Hz 的工频耐受电压试验,持续 1 min,试验电压值应符合表 5 的规定,电路绝缘不应产生击穿。

表 5 工频耐受电压试验电压

系统电压 V	基本绝缘电路进行型式试验 和所有出厂试验电压值 V		双重绝缘或加强绝缘电路 进行型式试验电压值 V	
	交流有效值	直流	交流有效值	直流
≤50	1 250	1 770	2 500	3 540
100	1 300	1 840	1 600	3 680
150	1 350	1 910	2 700	3 820
300	1 500	2 120	3 000	4 240
600	1 800	2 550	3 600	5 090
1 000	2 200	3 110	4 400	6 220
3 600	10 000	14 150	16 000	22 650
注 1: 系统电压为交流有效值,见表 A.1。				
注 2: 出厂试验时,试验持续时间为 1 s。				

9.6.5.3 冲击耐受电压

各电路的绝缘的电气间隙小于表 A.2 确定的电气间隙时,应能承受 1.2/50 μs 的冲击耐受电压试验,试验电压值应符合表 6 的规定,电路绝缘不应产生击穿。

表 6 冲击耐受电压试验电压

系统电压 V	直流端口过电压(等级Ⅱ) V		交流端口过电压(等级Ⅲ) V	
	基本绝缘或附加绝缘	加强绝缘	基本绝缘或附加绝缘	加强绝缘
50/75	500	800	800	1 500
100/150	800	1 500	1 500	2 500
150/225	1 500	2 500	2 500	4 000
300/450	2 500	4 000	4 000	6 000
600/900	4 000	6 000	6 000	8 000
1 000/1 500	6 000	8 000	8 000	12 000
3 600/5 400	16 000	20 000	20 000	40 000
注 1: 系统电压为交流有效值或直流电压值,见表 A.1。				
注 2: 直流端口允许插值,交流端口不允许插值。				

9.6.6 漏电保护

跟踪系统漏电保护应符合 GB/T 13955 的规定。

9.7 能耗

跟踪系统日平均能耗不应大于所承载光伏发电系统标准光照条件下日均发电量的 0.5%,跟踪系统标准日均发电量按每天工作时间 4 h 计算。



10 试验要求

10.1 一般规定

- 10.1.1 跟踪系统应进行外观检查、结构试验、功能试验、性能试验、能耗试验以及环境适应性试验,试验项目应符合附录 B 的规定,试验完成后应出具试验报告。
- 10.1.2 跟踪系统试验前,应编制试验方案,制定安全措施。
- 10.1.3 试验仪器设备应经过计量校准,并在有效期内。
- 10.1.4 试验过程中应记录环境条件和测试数据,跟踪系统的主要技术参数记录表格见附录 C。

10.2 试验条件

10.2.1 环境条件

10.2.1.1 除另有规定外,实验室试验环境应满足以下要求:

- a) 温度:0℃~40℃;
- b) 相对湿度:≤75%;
- c) 气压:75 kPa~106 kPa。

10.2.1.2 户外测试时不应有雨雪和大风。

10.2.2 电气安全条件

电气安全条件应符合 GB 4793.1 的规定。

10.3 试验仪器设备

10.3.1 测量仪器

测量仪器应满足被测参数预期取值范围的要求,精度要求应符合表 7 的规定。

表 7 测量仪器设备精度要求

测量仪器设备	精度要求
温度计	0.5 ℃
湿度计	3 %
测距尺	0.1 mm
镀层测厚仪	0.1 μm
位移传感器	0.1 mm
测力仪	0.5 级
应力传感器	0.5 级
电压传感器	0.2 级
电流传感器	0.2 级
角度测量仪	0.1°
数据记录仪	0.2 级
接地电阻测试仪	0.01 Ω
万用表	0.5 级
电能表	0.5s 级
注：温度计、湿度计用于检测环境条件。	

10.3.2 温湿度试验箱

温湿度试验箱应符合 GB/T 2424.6 的规定,并满足下列要求：

- a) 温度范围：-50 ℃~80 ℃；
- b) 温度波动：≤±1 ℃；
- c) 温度均匀度：≤2 ℃；
- d) 温度偏差：≤±2 ℃；
- e) 相对湿度偏差：≤±5 %。

10.3.3 盐雾试验箱

盐雾试验箱应符合 GB/T 2423.18 的规定。

10.3.4 绝缘强度测试仪

绝缘强度测试仪应符合 GB/T 17627 的规定。

10.3.5 电磁兼容试验设备

电磁兼容试验设备应满足下列要求：

- a) 传导骚扰试验设备符合 GB 4824 的规定；
- b) 通信端口试验设备符合 GB/T 9254.1 的规定；
- c) 静电放电抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.2 的规定；
- d) 射频电磁场辐射抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.3 的规定；
- e) 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.4 的规定；
- f) 浪涌(冲击)抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.5 的规定；
- g) 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.6 的规定；
- h) 工频磁场抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.8 的规定；
- i) 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验设备符合 GB/T 17626.11 的规定。

11 外观检查

11.1 检查步骤

外观检查按以下步骤进行。

- a) 设备表面、涂装表面和涂层。
- b) 检查零件连接的牢固性,标识的清晰准确性。
- c) 检查金属部分是否有锈蚀。
- d) 检查跟踪系统焊缝外形,焊缝过渡和焊接缺陷。
- e) 按照 GB/T 13912 规定的方法,对热浸镀锌钢制部件镀锌层的外观、厚度、附着强度进行试验;对于分散的无锌区、凸瘤、波纹,以及局部表面的漏锌斑点,采用测距尺测量其长度、宽度或直径。
- f) 用镀层测厚仪检测铝合金支架的阳极氧化膜厚度。
- g) 检查跟踪系统控制系统箱体有无明显划痕,相应位置有无安全标识。
- h) 检查电气设备连接线路走线以及裸线的线缆保护情况。

11.2 结果判定

检查结果满足第 6 章的要求,判定为合格。

12 结构试验

12.1 正常运行状态抗风试验

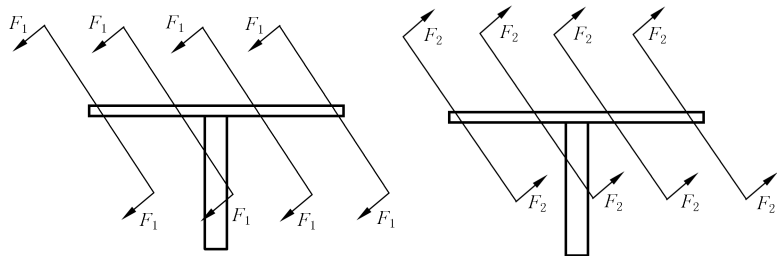
12.1.1 试验步骤

正常运行状态抗风试验按以下步骤进行。

- a) 单体跟踪系统应至少安装 1 排支架结构。联动型单轴跟踪系统应至少安装 2 排支架结构,其他未安装支架结构的荷载对驱动装置的影响可换算为等效的力施加到驱动连杆上。
- b) 手动调整跟踪系统至正常运行状态时迎风面积最大时的倾角。
- c) 采用测距尺对支架安装后的初始误差进行测量,初始误差应满足安装说明书要求。
- d) 在檩条、主梁和立柱位移及应力最大处分别安装位移传感器和应力传感器。
- e) 将光伏组件自重换算为等效的力施加在跟踪系统上。
- f) 按照 7.1 a) 的要求计算檩条与光伏组件安装点处的点荷载,并施加在跟踪系统上。点荷载加

载模式见图 4,应按迎风 and 背风情况分别加载。

- g) 荷载应分级加载,每级加载不超过总荷载的 20%,保持不少于 5 min,记录测点读数,并观察支架状态。
- h) 荷载应分级卸载,每级卸载不超过总荷载的 25%,保持不少于 1 min。
- i) 检查构件是否发生塑性变形,焊缝是否开裂,连接节点是否松动。



标引序号说明:

- F_1 ——迎风情况下檩条与光伏组件安装点处的点荷载;
- F_2 ——背风情况下檩条与光伏组件安装点处的点荷载。

图 4 正常运行状态抗风试验跟踪系统施加荷载示意图

12.1.2 结果判定

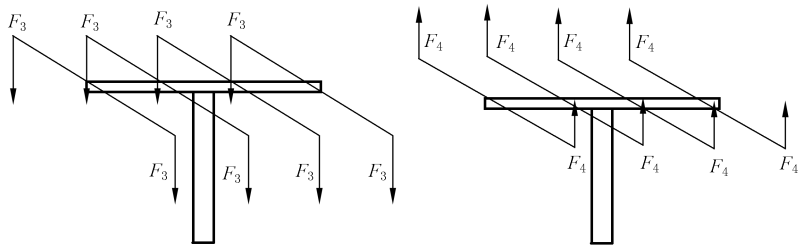
试验结果满足第 7 章的要求,判定为合格。

12.2 避风状态抗风试验

12.2.1 试验步骤

避风状态抗风试验按以下步骤进行:

- a) 按照 12.1.1 a)的要求完成跟踪系统安装;
- b) 手动控制跟踪系统至避风状态;
- c) 按照 12.1.1 c)、d)、e)的要求完成试验前准备;
- d) 按照 7.1 b)的要求,计算檩条与光伏组件安装点处的点荷载,并施加在跟踪系统上,点荷载加载模式如图 5 示意,应按迎风 and 背风情况分别加载;
- e) 按照 12.1.1 g)、h)和 i)的要求完成试验加载、卸载和检查。



标引序号说明:

- F_3 ——迎风情况下檩条与光伏组件安装点处的点荷载;
- F_4 ——背风情况下檩条与光伏组件安装点处的点荷载。

图 5 避风状态抗风试验跟踪系统施加荷载示意图

12.2.2 结果判定

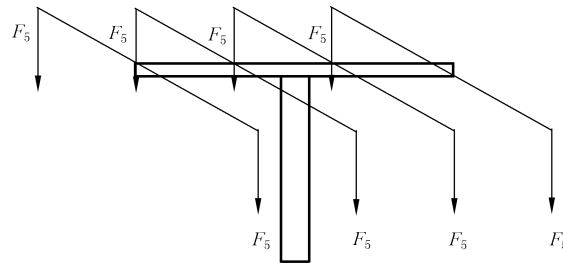
试验结果满足第 7 章的要求,判定为合格。

12.3 水平状态抗雪试验

12.3.1 试验步骤

水平状态抗雪试验按以下步骤进行:

- 按照 12.1.1 a)的要求完成跟踪系统安装;
- 手动调整跟踪系统至水平状态;
- 按照 12.1.1 c)、d)、e)的要求完成试验前准备;
- 根据 7.1 c)的要求,计算檩条与光伏组件安装点处的点荷载,并施加在跟踪系统上,点荷载加载模式见图 6;
- 按 12.1.1 g)、h)和 i)的要求完成试验加载、卸载和检查。



标引序号说明:

F_5 ——檩条与光伏组件安装点处的点荷载。

图 6 水平状态抗雪试验跟踪系统施加荷载示意图



12.3.2 结果判定

试验结果满足第 7 章的要求,判定为合格。

13 功能试验

13.1 硬限位保护试验

13.1.1 试验步骤

硬限位保护试验按以下步骤进行:

- 在控制系统正常运行时,手动触发限位开关;
- 向控制系统发出超过跟踪范围限值的角度控制指令;
- 观察跟踪系统的运行状态。

13.1.2 结果判定

试验结果满足 8.3.1 的要求,判定为合格。

13.2 断电保护试验

13.2.1 试验步骤

断电保护试验按以下步骤进行：

- a) 在控制系统正常运行时,断开供电电源；
- b) 断电 7 d 后恢复供电；
- c) 检查控制系统时钟工作情况；
- d) 查看运行数据。

13.2.2 结果判定

试验结果满足 8.3.1 的要求,判定为合格。

13.3 过载保护试验

13.3.1 试验步骤

按照 GB/T 16895.23 规定的方法,对控制系统进行过电流保护性能的试验。

13.3.2 结果判定

试验结果满足 8.3.2 的要求,判定为合格。

13.4 故障报警试验

13.4.1 试验步骤

故障报警试验按以下步骤进行：

- a) 向跟踪系统下发故障报警指令；
- b) 记录跟踪系统运行状态和报警信息。

13.4.2 结果判定

试验结果满足 8.3.3 的要求,判定为合格。

14 性能试验

14.1 跟踪范围试验

14.1.1 试验步骤

跟踪系统的跟踪范围试验按以下步骤进行：

- a) 将被测跟踪系统安装调试完成,系统设置为手动控制模式；
- b) 手动控制跟踪系统转动至跟踪范围的上限位置；
- c) 使用角度测量仪测量并记录跟踪系统转动角度；
- d) 手动调节跟踪系统转动至跟踪范围的下限位置；
- e) 重复步骤 c)；
- f) 重复步骤 b)～e) 2 次。

14.1.2 结果判定

按以下要求进行结果判定：

- a) 试验结果满足 9.1 中对跟踪范围的要求,判定为合格;
- b) 任一次试验结果不合格,则试验不通过。

14.2 跟踪精度试验

14.2.1 试验步骤

跟踪误差试验按以下步骤进行：

- a) 将被测跟踪系统安装调试完成,系统设置为手动控制模式;
- b) 手动控制跟踪系统转动至 0° ;
- c) 当跟踪系统完成转动后,采用角度测量仪测量并记录被测跟踪轴的跟踪角度;
- d) 角度增加 15° ,向控制系统发出被测旋转轴的控制指令,重复步骤 c);
- e) 重复步骤 d),直到角度达到跟踪范围限值;
- f) 完成跟踪系统所有跟踪轴的测量;
- g) 按照以上步骤重复测量 2 次。

14.2.2 结果判定

按以下要求进行结果判定：

- a) 试验结果满足 9.1 中对跟踪精度的要求,判定为合格;
- b) 任一次试验结果不合格,则试验不通过。

14.3 驱动装置性能试验

14.3.1 试验步骤

跟踪系统驱动装置性能试验按以下步骤进行：

- a) 对驱动装置进行自锁功能试验,施加不小于当地重现期为 50 年的风压作用下,支架在最大角度或最不利情况下传递至驱动装置的力矩,持续 5 min,观察驱动装置运行状态;
- b) 对传动装置施加不小于当地重现期为 25 年的风压作用下,支架在避风状态下传递至传动装置的力矩,持续 5 min,观察传动装置运行状态;
- c) 对传动装置施加 18 m/s 风速下跟踪系统进入避风状态所需要的力矩,持续 5 min,观察传动装置运行状态;
- d) 按照以上步骤重复测量 3 次。

14.3.2 结果判定

按以下要求进行结果判定：

- a) 试验结果满足 9.2 的要求,判定为合格;
- b) 任一次试验结果不合格,则试验不通过。

14.4 通信试验

14.4.1 试验步骤

通信试验按以下步骤进行：

- a) 使用上位机通过通信系统向跟踪系统下发开机及角度控制指令；
- b) 记录跟踪系统执行开机及角度控制指令的响应情况。

14.4.2 结果判定

试验结果满足 9.3 的要求,判定为合格。

14.5 防护等级试验

14.5.1 试验步骤

按照 GB/T 4208 规定的方法,对跟踪系统电气设备外壳进行防护等级试验。

注:不具备试验条件时,采用提供样柜的方法进行等效检测。

14.5.2 结果判定

试验结果满足 9.4 的要求,判定为合格。

14.6 电磁兼容试验

14.6.1 射频骚扰试验

14.6.1.1 试验步骤

按照 GB 4824 规定的方法,对跟踪系统的控制系统和驱动装置进行射频骚扰特性试验,试验过程中,跟踪系统应处于符合正常使用的使发射达到最大的工作方式。

14.6.1.2 结果判定

试验结果满足 9.5.1 的要求,判定为合格。

14.6.2 抗扰度试验

14.6.2.1 试验步骤

按照 GB/T 17626.2、GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5、GB/T 17626.6、GB/T 17626.8、GB/T 17626.11 规定的方法,对跟踪系统的控制系统和驱动装置进行抗扰度试验,试验过程中,跟踪系统应处于符合正常使用的最大敏感度的工作方式。

14.6.2.2 结果判定

试验结果满足 9.5.2 的要求,判定为合格。



14.7 电气安全试验

14.7.1 电气间隙和爬电距离试验

14.7.1.1 试验步骤

电气间隙和爬电距离试验按以下步骤进行:

- a) 将跟踪系统控制系统接地放电;
- b) 按照 GB/T 16935.1 规定的方法,使用测距尺测量跟踪系统各电路之间以及带电部件、接地部件之间功能绝缘、基本绝缘或附加绝缘和加强绝缘的电气间隙和爬电距离;
- c) 记录所有测得的电气间隙和爬电距离。

14.7.1.2 结果判定

试验结果满足 9.6.2 的要求,判定为合格。

14.7.2 保护接地试验

14.7.2.1 试验步骤

保护接地试验按以下步骤进行:

- a) 在跟踪系统不带电的工况下,断开接地端子与外部接地线之间的保护连接;
- b) 将接地电阻测试仪的两极分别接在保护接地端子和可接触导电部位,宜选取距离保护接地端子最远端的金属导体;
- c) 试验电流应为过电流保护值 2 倍和 32A 中的较大值;
- d) 试验电流持续时间见表 8;
- e) 测量记录保护连接的电阻值或压降,试验电流小于或等于 32 A 时,记录保护连接电阻,试验电流大于 32 A 时,记录保护连接压降。

表 8 保护连接试验持续时间

过电流保护装置 A	试验持续时间 min
<16	2
16~30	2
31~60	4
61~100	6
101~200	8
>200	10

14.7.2.2 结果判定

试验结果满足 9.6.3 的要求,判定为合格。

14.7.3 防雷接地试验

14.7.3.1 试验步骤

使用万用表测量浪涌保护器接地线、安全保护地线、电气柜或控制箱金属外壳等与接地端子板和跟踪系统各金属部件之间的电气连通性。

14.7.3.2 结果判定

试验结果满足 9.6.4 的要求,判定为合格。

14.7.4 电气介质强度试验

14.7.4.1 绝缘电阻试验

14.7.4.1.1 试验步骤

绝缘电阻试验按以下步骤进行：

- a) 将跟踪系统控制系统接地放电；
- b) 断开过电压保护器件；
- c) 在跟踪系统各独立电路与外露的可导电部分之间，以及与各独立电路之间施加试验电压并持续 1 min，试验电压应符合表 4 的规定；
- d) 记录绝缘电阻值。

14.7.4.1.2 结果判定

试验结果满足 9.6.5.1 的要求，判定为合格。

14.7.4.2 工频耐受电压试验

14.7.4.2.1 试验步骤

工频耐受电压试验按以下步骤进行：

- a) 将跟踪系统控制系统接地放电；
- b) 断开过电压保护器件；
- c) 在跟踪系统各独立电路与外露的可导电部分之间，以及与各独立电路之间施加试验电压；
- d) 试验电压的波形为 50 Hz 标准正弦波形，试验时间为 60 s，施加试验电压时可逐渐上升或下降，试验持续时间为达到规定试验电压后保持的时间，当试验路径中有电容器时，试验可采用直流电压，试验电压见表 5；
- e) 记录是否有击穿或者其他破坏性放电现象。

14.7.4.2.2 结果判定

试验结果满足 9.6.5.2 的要求，判定为合格。

14.7.4.3 冲击耐受电压试验

14.7.4.3.1 试验步骤

冲击耐受电压试验按以下步骤进行：

- a) 将跟踪系统控制系统接地放电；
- b) 断开过电压保护器件；
- c) 在跟踪系统各独立电路与外露的可导电部分之间，以及与各独立电路之间施加试验电压；
- d) 电压波形为 1.2/50 μ s 的脉冲电压波形，试验电压见表 6；
- e) 试验 3 次后更换试验电压正负极性，再次试验 3 次，每次试验电压的时间间隔不应小于 30 s；
- f) 记录是否击穿或者其他破坏性放电现象。

14.7.4.3.2 结果判定

试验结果满足 9.6.5.3 的要求，判定为合格。

14.7.5 漏电保护试验

14.7.5.1 试验步骤

按照 GB/T 13955 规定的方法进行漏电保护试验。

14.7.5.2 结果判定

试验结果满足 9.6.6 的要求,判定为合格。

15 能耗试验

15.1 试验步骤

跟踪系统能耗试验按以下步骤进行。



- a) 单体跟踪系统应至少安装 1 排支架结构。联动型单轴跟踪系统应至少安装 2 排支架结构,其他未安装支架结构的荷载对驱动装置的影响可换算为等效的力施加到驱动连杆上。
- b) 将光伏组件自重换算为檩条与光伏组件连接处的点荷载,并施加在跟踪系统上。
- c) 控制跟踪系统自动跟踪 3 d,采用电能表计量跟踪系统能耗。
- d) 计算日均能耗与标准光照条件下跟踪系统日均发电量的比值。
- e) 按照以上步骤重复测量 3 次。

15.2 结果判定

按以下要求进行结果判定:

- a) 试验结果满足 9.7 的要求,判定为合格;
- b) 任一次试验结果不合格,则试验不通过。

16 环境适应性试验

16.1 低温试验

16.1.1 试验步骤

低温试验按以下步骤进行:

- a) 将跟踪系统的驱动装置和控制系统不通电放置于温湿度试验箱中,调节温湿度试验箱温度至 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度条件下贮存 16 h;
- c) 温湿度试验箱的温度以不大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率恢复至 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$,在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境温度条件下静置 2 h;
- d) 通电工作 2 h,记录跟踪系统运行状态;
- e) 在室温下静置 2 h;
- f) 控制跟踪系统在自动状态和手动状态下运行,记录跟踪系统运行状态。

16.1.2 评判依据

试验结果符合第 5 章的规定,满足第 8 章和第 9 章的要求,判定为合格。

16.2 高温试验

16.2.1 试验步骤

高温试验按以下步骤进行：

- 将跟踪系统的驱动装置和控制系统不通电放置于温湿度试验箱中,调节温湿度试验箱温度至 70℃;
- 在 70℃ 温度条件下贮存 16 h;
- 温湿度试验箱的温度以不高于 1℃/min 的速率恢复至 55℃,在 55℃ 环境温度条件下静置 2 h;
- 通电工作 2 h,记录跟踪系统运行状态;
- 在室温下静置 2 h;
- 控制跟踪系统在自动状态和手动状态下运行,记录跟踪系统运行状态。

16.2.2 评判依据

试验结果符合第 5 章的规定,满足第 8 章和第 9 章的要求,判定为合格。

16.3 耐湿热试验

16.3.1 交变湿热试验

16.3.1.1 试验步骤

交变湿热试验按以下步骤进行：

- 将跟踪系统的驱动装置和控制系统不通电放置于温湿度试验箱中;
- 按照 GB/T 2423.4 规定的方法进行交变湿热试验,设置高温温度为 40℃,试验时间为 48 h;
- 在室温下静置 2 h;
- 按照 14.7.4.1 和 14.7.4.2 规定的方法,将试验电压调整为表 4 和表 5 中规定的试验电压值的 75%,进行绝缘电阻和工频耐受电压试验;
- 控制跟踪系统在自动状态和手动状态下运行,记录跟踪系统运行状态。

16.3.1.2 评判依据

试验结果符合第 5 章的规定,满足第 8 章和第 9 章的要求,判定为合格。

16.3.2 恒定湿热试验

16.3.2.1 试验步骤

恒定湿热试验按以下步骤进行：

- 将跟踪系统的驱动装置和控制系统不通电放置于温湿度试验箱中;
- 按照 GB/T 2423.3 规定的方法进行恒定湿热检测,温度为 40℃±2K,相对湿度 93%±3%,试验时间为 48 h;
- 在室温下静置 2 h;
- 按照 14.7.4.1 和 14.7.4.2 规定的方法,将试验电压调整为表 4 和表 5 中规定的试验电压值的 75%,进行绝缘电阻和工频耐受电压试验;
- 控制跟踪系统在自动状态和手动状态下运行,记录跟踪系统运行状态。

16.3.2.2 评判依据

试验结果符合第 5 章的规定,满足第 8 章和第 9 章的要求,判定为合格。

16.3.3 盐雾试验

16.3.3.1 试验步骤

盐雾试验按以下步骤进行:

- a) 将跟踪系统的驱动装置和控制系统不通电放置于盐雾试验箱中;
- b) 按照 GB/T 2423.18 规定的方法进行盐雾试验,先在 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ 条件下,用盐溶液喷洒试验样品 2 h,然后在 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ 、相对湿度 $93\% \pm 3\%$ 的湿热条件下贮存 22 h,重复 4 次,然后在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ 和相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的标准大气下贮存 3 d;
- c) 在室温下静置 2 h;
- d) 检查驱动装置和控制系统的外观以及其他金属制品的裂痕、脱落和锈蚀等损坏情况;
- e) 按照 14.7.4.1 和 14.7.4.2 规定的方法,将试验电压调整为表 4 和表 5 中规定的试验电压值的 75%,进行绝缘电阻和工频耐受电压试验;
- f) 控制跟踪系统在自动状态和手动状态下运行,记录跟踪系统运行状态。

注:不具备试验条件时,用提供样件的方法进行等效检测,样件符合 GB/T 9286 的规定。

16.3.3.2 评判依据

试验结果符合第 5 章的规定,满足第 8 章和第 9 章的要求,判定为合格。

17 检验规则

17.1 检验类型

跟踪系统检验类型分为型式试验和出厂试验。

17.2 型式试验

17.2.1 型式试验要求

有下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 新产品定型、鉴定时;
- b) 产品结构、材料、工艺有较大改变,可能影响其性能时;
- c) 停产半年以上,恢复生产时或正常生产时;
- d) 定期或累计一定产量时。

17.2.2 型式试验项目

型式试验的项目应符合表 B.1 的规定。

17.2.3 型式试验抽样

送样两套,随机抽取一套样品进行测试。

17.2.4 合格评定

当所有试验样品进行的试验项目全部满足要求时,判定为型式检验合格;当有任何一套试验样品的

任何一项试验项目不满足要求时,判定为型式检验不合格。

17.3 出厂试验

17.3.1 出厂试验要求

出厂试验应满足以下要求:

- a) 每套产品均应进行出厂检验;
- b) 出厂试验合格,并由企业质量管理部门出具合格证明,方可出厂。

17.3.2 出厂试验项目

出厂试验项目应符合表 B.1 的规定。

17.3.3 合格评定

出厂试验合格评定应满足以下要求:

- a) 当被检产品存在任何一项试验项目不满足要求时,判定为出厂检验不合格;
- b) 在出厂试验中,允许对不合格项进行修复或更换,直至合格。

18 标志、包装、运输和储存

18.1 标志

18.1.1 铭牌标志

跟踪系统应设置铭牌,铭牌应清晰、耐久,内容包括:

- a) 制造厂商标、名称;
- b) 跟踪系统名称和型号;
- c) 制造年、月及出厂编号;
- d) 产品执行标准编号;
- e) 制造厂名、厂址。

18.1.2 包装标志

跟踪系统的包装上应有包装储运标志和警示标志,且应符合 GB/T 191 的规定。

18.2 包装

18.2.1 装箱文件

装箱文件随跟踪系统装入包装箱的,应先将其装入防潮袋中。跟踪系统应有以下随同出厂的装箱文件:

- a) 装箱单;
- b) 产品合格证;
- c) 安装说明书;
- d) 使用说明书;
- e) 保修手册或保修单。

18.2.2 产品包装

18.2.2.1 包装箱应符合 GB/T 13384 的规定。

18.2.2.2 跟踪系统在包装箱内不应松动、碰撞或转动；对震动敏感的零部件应使用防震材料垫实后装入包装箱内。

18.2.3 装箱附件

随同产品供应的装箱附件可包括：

- a) 备品备件；
- b) 安装或吊装附件；
- c) 专用工具。

18.3 运输和储存

18.3.1 跟踪系统在运输过程中应按指示标志规定的方向放置，避免强烈振动、冲击和碰撞。

18.3.2 包装好的产品应储存在环境温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度不大于85%的通风环境中。



附 录 A
(规范性)
电气间隙和爬电距离

A.1 冲击耐受电压和暂时过电压

冲击耐受电压和暂时过电压的确定见表 A.1。

表 A.1 冲击耐受电压和暂时过电压

序号	系统电压 V		冲击耐受电压 V				暂时过电压 V	
			过电压等级					
	交流有效值	直流电压值	I	II	III	IV	峰值	有效值
1	50	75	330	500	800	1 500	1 770	1 250
2	100	150	500	800	1 500	2 500	1 840	1 300
3	150	225	800	1 500	2 500	4 000	1 910	1 350
4	300	450	1 500	2 500	4 000	6 000	2 120	1 500
5	600	900	2 500	4 000	6 000	8 000	2 550	1 800
6	1 000	1 500	4 000	6 000	8 000	12 000	3 110	2 200
7	3 600	5 400	9 000	16 000	20 000	40 000	14 150	10 000
注 1：直流端口按照过电压等级 II，交流端口按照过电压等级 III 判定。 注 2：直流端口系统电压指最大直流电压。 注 3：直接与电网连接的电路不允许插值，其他电路允许插值。 注 4：确定暂时过电压时，系统电压为额定线电压(相对相)有效值。								

A.2 电气间隙

电气间隙的确定见表 A.2。

表 A.2 电气间隙

冲击耐受电压 V	暂时过电压(峰值) V	工作电压(重复峰值) V	最小电气间隙 mm			
			污染等级			
			1	2	3	4
330	330	260	0.01	 0.20 ^a	0.80	1.6
500	500	400	0.04			
800	710	560	0.10			
1 500	1 270	1 010	0.50			
2 500	2 220	1 770	1.5			
注 1：按冲击耐受电压查表时，直接与电网连接的电路不允许插值，其他电路允许插值。 注 2：按暂时过电压和工作电压查表时允许使用插值。 注 3：根据冲击耐受电压、暂时过电压和工作电压的值查表，取电气间隙最大值。						
^a 印制电路板的限值应为 0.04 mm。						

A.3 电气间隙海拔修正

海拔在 2 000 m～20 000 m 的电气间隙修正因子见表 A.3。

表 A.3 海拔在 2 000 m～20 000 m 的电气间隙修正因子

海拔 m	标准大气压强 kPa	电气间隙的修正因子
2 000	80,0	1,00
3 000	70,0	1,14
4 000	62,0	1,29
5 000	54,0	1,48
6 000	47,0	1,70
7 000	41,0	1,95
8 000	35,5	2,25
9 000	30,5	2,62
10 000	26,5	3,02
15 000	12,0	6,67
20 000	5,5	14,50

A.4 爬电距离

爬电距离的确定见表 A.4。

表 A.4 爬电距离

工作电压 有效值 V	印制电路板 的 爬电距离 mm		其他绝缘部位的爬电距离 mm								
	污染 等级 1 ^b	污染 等级 2 ^c	污染 等级 1 ^b	污染等级 2				污染等级 3			
				绝缘 材料 I	绝缘 材料 II	绝缘 材料 III a	绝缘 材料 III b	绝缘 材料 I	绝缘 材料 II	绝缘 材料 III a	绝缘 材料 III b
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35		0.87	0.87	0.87	
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37		0.92	0.9	0.92	
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40		1.0	1.0	1.0	
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50		1.25	1.25	1.25	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1		1.4	1.6	1.8	
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20		1.5	1.7	1.9	
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25		1.6	1.8	2.0	
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1	
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.0	1.4		1.8	2.0	2.2	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5		1.9	2.1	2.4	
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6		2.0	2.2	2.5	
200	0.40	0.63	0.42	1.0	1.4	2.0		2.5	2.8	3.2	
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5		3.2	3.6	4.0	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2		4.0	4.5	5.0	
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0		5.0	5.6	6.3	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0		6.3	7.1	8.0	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3		8.0	9.0	10.0	
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0		10.0	11	12.5	—
1 000	3.2	5.0	3.2	5.0	7.1	10.0		12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	4.2	6.3	9	12.5		16	18	20	
注 1：允许使用插值法。 注 2：污染等级 3,630 V 以上,不推荐使用绝缘材料 III b。 注 3：1 250 V 以上印制电路板的爬电距离选取参照其他绝缘材料的爬电距离。 注 4：绝缘材料分为以下四组： ——对于绝缘材料组别 I ,相比电痕化指数≥600； ——对于绝缘材料组别 II ,600>相比电痕化指数≥400； ——对于绝缘材料组别 III a,400>相比电痕化指数≥175； ——对于绝缘材料组别 III b,175>相比电痕化指数≥100。											
^a 适用于印制电路板上的元器件和零部件。 ^b 适用于所有类型的绝缘材料。 ^c 适用于除 III b 以外的绝缘材料。											

附 录 B
(规范性)
跟踪系统试验项目

跟踪系统试验项目见表 B.1。

表 B.1 跟踪系统试验项目

序号	试验项目	要求	试验方法	型式试验	出厂试验
1	外观	第 6 章	第 11 章	√	√
2	结构	第 7 章	第 12 章	√	—
3	保护与存储功能	8.3	第 13 章	√	—
4	跟踪范围	9.1	14.1	√	—
5	跟踪精度	9.1	14.2	—	—
6	驱动装置	9.2	14.3	√	—
7	通信	9.3	14.4	√	√
8	防护等级	9.4	14.5	√	—
9	电磁兼容	9.5	14.6	√	—
10	电气安全	9.6	14.7	√	—
11	能耗	9.7	第 15 章	√	—
12	环境适应性	第 5 章 18.3.2	第 16 章	√	—
13	标志	18.1	—	—	√
14	装箱文件	18.2.1	—	—	√
15	产品包装	18.2.2	—	—	√
注：√ 表示在型式试验或出厂试验中应进行的试验项目；— 表示在型式试验或出厂试验中不需进行的试验项目。					



附 录 C
(资料性)

跟踪系统主要技术参数记录表格

跟踪系统主要技术参数记录表格见表 C.1。

表 C.1 跟踪系统主要技术参数记录表格

序号	项目		单位	参数
1	跟踪系统型号			
2	单套装机容量		kW	
3	安装的光伏组件数量		块	
4	安装的光伏组件规格			
5	外形结构尺寸(长×宽×高)		mm×mm×mm	
6	质量		kg	
7	跟踪范围		(°)	
8	跟踪精度		(°)	
9	跟踪系统 抗风载能力	a) 最大运行风速	m/s	
		b) 最大抵抗风速	m/s	
10	跟踪系统驱动 装置参数	a) 型号		
		b) 输入电压范围	V	
		c) 铭牌功率	W	
11	日平均能耗		W·h	
12	防护等级			
13	工作温度		℃	
14	适应高海拔			☐ 是 ☐ 否

参 考 文 献

- [1] GB/T 19582.1 基于 Modbus 协议的工业自动化网络规范 第 1 部分:Modbus 应用协议
 - [2] DL/T 860(所有部分) 变电站通信网络和系统
 - [3] IEC 60870-5-104 Telecontrol equipment and systems—Part 5-104: Transmission Protocols—Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles
-



