

# GRLM

## 国家太阳能光热产业技术创新战略联盟标准

T/GRLM 01-2014

---

### 定日镜质量试验方法

Test Methods for Quality of Heliostat

2014-08-21 发布

2014-08-28 实施

---

国家太阳能光热产业技术创新战略联盟 发布

# 目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验项目.....	3
5 试验方法.....	3

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国科学院电工研究所提出。

本标准由国家太阳能光热产业技术创新战略联盟标准化技术专家组归口。

本标准起草单位：中国科学院电工研究所、皇明太阳能股份有限公司、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国标准化研究院。

本标准主要起草人：王志峰、臧春城、闫忠、付向东、张剑寒、刘晓冰、宫博、卢振武、王赓、于家伍、赵玉磊。

本标准为首次发布。

# 定日镜质量试验方法

## 1 范围

本标准规定了太阳能塔式电站用定日镜的质量试验方法。  
本标准适用于对定日镜整机及其核心部件的质量检测。

## 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。凡是注明日期的引用文件，仅所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 1733 漆膜耐水性测定法
- 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 低温试验方法
- 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 高温试验方法
- 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
- GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- 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和导则：振动
- GB/T 2423.11 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fd：宽频带随机振动--一般要求
- GB/T 2423.12 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fda：宽频带随机振动--高再现性
- GB/T 2423.37 电工电子产品基本环境试验规程 试验 L：砂尘试验方法
- GB/T 2423.51 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ke：流动混合气体腐蚀试验
- GB/T 4208 外壳防护等级
- GB/T 4796 电工电子产品环境条件分类 第1部分：环境参数及其严酷程度
- GB/T 4797.6 电子电工产品自然环境条件 尘、沙、盐雾
- GB/T 4942.2 低压电器外壳防护等级
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 12936-2007 太阳能热利用术语
- GB/T 26972-2011 聚光型太阳能热发电术语

## 3 术语和定义

下列术语及其定义适用于本文件。

### 3.1

塔式太阳能热发电 solar power tower

太阳能集热场由定日镜和位于高塔上的吸热器组成的太阳能热发电方式，与GB/T26972-2011《聚光型太阳能热发电术语》条文5.2的含义相同。

### 3.2

#### **定日镜 heliostat**

以机械驱动方式使太阳辐射恒定地朝一个方向反射的反射器，等同采用GB/T 12936-2007《太阳能热利用术语》条文8.9的表述。包括反射镜、支撑结构、传动装置和控制装置，传动装置包括传动机构和电机。

### 3.3

#### **定日镜采光口 heliostat aperture**

允许非汇聚太阳辐射进入的定日镜开口，等同采用GB/T 12936-2007《太阳能热利用术语》条文8.17的表述。

### 3.4

#### **定日镜对日跟踪 sun-tracking of heliostats**

定日镜通过旋转运动实现跟踪太阳视运动并将太阳辐射会聚到目标靶。

### 3.5

#### **定日镜姿态 heliostat orientation**

定日镜旋转运动时反射镜采光口所在平面的法线方向，由高度角和方位角描述。

### 3.6

#### **定日镜保护姿态 stow position of heliostats**

定日镜在大风或其它恶劣气象条件下，避免被破坏所处的姿态。

### 3.7

#### **工作风速 operational wind speed**

不影响定日镜保持设计跟踪准确度而正常工作的最大风速。由定日镜提供者依据定日镜所处地理环境和气象条件确定。没有明确规定时，工作风速推荐值为14m/s（距离地面10m高度处的平均风速测试值）。

### 3.8

#### **第一抗风强度设计条件 first strength design condition for wind-resistance**

保证定日镜在任何姿态下不被破坏的风荷载条件。由定日镜提供者依据定日镜所处地理环境和气象条件确定。没有明确规定时，风速推荐值为20m/s（距离地面10m高度处的平均风速测试值）。

### 3.9

#### **第二抗风强度设计条件 second strength design condition for wind-resistance**

保证定日镜在保护姿态下不被破坏的最大风荷载条件。由定日镜提供者依据定日镜所处地理环境和气象条件确定，没有明确规定时，风速推荐值为30m/s（距离地面10m高度处的平均风速测试值）。

## 4 试验项目

### 4.1 定日镜整机主要试验项目

- 定日镜整机抗风能力；
- 运行速度；
- 应急能力；
- 工作瞬时最大功率及全天耗电量。

### 4.2 定日镜传动装置和控制装置主要试验项目

- 耐候性；
- 电机功率。

### 4.3 定日镜用玻璃银镜的主要试验项目

- 耐候性；
- 耐机械冲击特性；
- 耐振动特性。

## 5 试验方法

### 5.1 定日镜整机抗风能力试验

#### 5.1.1 试验目的

在设计风速条件下，通过测试定日镜对日跟踪工作状态和抗风载能力，评价定日镜工作的可靠性。

#### 5.1.2 试验仪器

本试验所采用的试验仪器及其技术要求如下：

- 风速风向测试仪：风速量程0-100m/s，测量精度 $\pm 0.3$  m/s，风向量程360°，测量精度 $\pm 3^\circ$ ；
- 应变传感器：电阻值120 $\Omega$ ，应变率系数约2.1；
- 法向直射辐照表：辐照度范围0-2000W/m<sup>2</sup>，灵敏度 $\sim 10\mu\text{V}/\text{Wm}^2$ ，响应时间 $< 1\text{s}$ ，零点漂移 $< \pm 1\text{W}/\text{m}^2$ ；
- 环境温度测试仪：测量范围-20℃ $\sim$ 80℃，测量精度0.1℃；
- 环境湿度测试仪：测量范围0% $\sim$ 100%RH，测量精度0.1%；
- 数据采集装置：具有系统状态、校准设置和数据存储等功能。

#### 5.1.3 试验条件及要求

定日镜需同时满足下列三种试验工况下的抗风测试：

- a) 工况1，在工作风速条件下不出现以下故障为合格：
  - 1) 反射面变形或脱落；
  - 2) 联接件或结构件变形；
  - 3) 传动装置不能正常运转；
  - 4) 就地通讯控制装置出现故障。
- b) 工况2，在第一抗风强度设计条件下不出现以下故障为合格：

- 1) 反射镜玻璃破碎或脱落;
  - 2) 整机发生抖动;
  - 3) 联接件和结构件塑性变形;
  - 4) 传动装置不能正常运转;
  - 5) 就地通讯控制装置出现故障;
  - 6) 定日镜整机倒塌。
- c) 工况3, 在第二抗风强度设计条件下, 调节定日镜到保护姿态, 合格条件同工况2。

#### 5.1.4 试验方法

##### 5.1.4.1 总则

将风速风向传感器安装于待测定日镜50米范围内的上风向, 二者间无障碍物。随时监测风速风向变化情况。

鉴于第二抗风强度设计条件中规定的风速条件不易达到, 因此第二抗风强度条件下定日镜故障测试项是可选的。

##### 5.1.4.2 工作风速条件下定日镜故障测试

- a) 在工作风速条件下, 定日镜对日跟踪运行, 每2小时观察一次定日镜情况, 总运行时间累计不少于3个日历天, 每天不少于8小时;
- b) 测试结束后依据5.1.3工况1的要求检查定日镜, 填写表1, 对定日镜作出是否合格评价。

##### 5.1.4.3 第一抗风强度设计条件下定日镜故障测试

- a) 根据定日镜结构特征, 将应变传感器固定于定日镜主要结构杆件上, 开始执行本部分内容的测试;
- b) 在不低于该风速的条件下, 调节定日镜采光口法线与风向平行, 偏差 $\pm 15^\circ$ 。总运行时间累计不少于5个日历天, 每天不少于8小时;
- c) 每4小时观察一次定日镜, 通过杆件应变数据判断是否发生塑性变形, 测试结束后依据5.1.3工况2的要求检查定日镜, 填写表1, 对定日镜作出是否合格评价。

##### 5.1.4.4 第二抗风强度条件下定日镜故障测试

- a) 根据定日镜结构特征, 将应变传感器固定于定日镜主要结构杆件上, 开始执行本部分内容的测试;
- b) 在不低于该风速的条件下, 调节定日镜到保护姿态, 总运行时间累计不少于8小时;
- c) 测试结束后依据5.1.3工况3的要求检查定日镜, 填写表1, 对定日镜作出是否合格评价。

表1 定日镜测试故障记录表

检测人: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_

时间	累计运行小时	故障描述	故障时定日镜姿态		故障时气象条件					
			高度角 (°)	方位角 (°)	风速 (m/s)	风向 (°)	法向直射 辐照度	温度 (°C)	湿度 (%)	

							(W/m <sup>2</sup> )		

## 5.2 传动装置与控制装置的耐候性试验

### 5.2.1 耐雨淋特性

#### 5.2.1.1 试验目的

对定日镜传动装置和控制装置进行耐雨淋特性试验，评价其是否达到防水质量要求。

#### 5.2.1.2 试验设备

淋雨试验箱：符合GB/T 4208和GB/T 4942.2的要求。

#### 5.2.1.3 试验条件及要求

环境条件应符合：

- a) 温度：15~35℃；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 气压：86~106kPa；
- d) 其它条件需符合GB/T 4796，GB/T 4208和GB/T 4942.2的规定。

#### 5.2.1.4 试验方法

a) 按照GB/T 4796，GB/T 4208和GB/T 4942.2的相关规定，对传动装置和控制装置进行淋雨试验，淋雨强度40±5mm/h，持续淋雨30分钟；

b) 淋雨后要求传动装置和控制装置能正常工作。打开传动装置和控制装置，进行防水检测。试验完毕后填写表2。

表2 定日镜传动及控制装置耐雨淋特性检测表

检测人： 日期：

	检查项目	是否符合要求
外观	传动装置和控制装置是否有损坏	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	传动装置和控制装置是否符合 IP65 要求	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
传动装置性能	正常，并达到所要求的传动精度	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
控制装置性能	保证定日镜对日跟踪正常无误	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

### 5.2.2 耐沙尘特性

#### 5.2.2.1 试验目的

对定日镜传动装置和控制装置进行耐沙尘特性试验，评价其是否达到防尘质量要求。

#### 5.2.2.2 试验设备

沙尘试验箱应符合 GB/T 2423.37 和 GB/T4208 的规定。



### 5.2.2.3 试验条件及要求

环境条件应满足：

- a) 温度：15~35℃；
- b) 相对湿度：25%以下；
- c) 气压：86~106kPa；
- d) 其它条件需符合GB/T 2423.37，GB/T 4796,GB/T 4797.6，GB/T 4208和GB/T 4942.2的规定。

### 5.2.2.4 试验方法

- a) 按照GB/T 2423.37，GB/T 4796和GB/T 4797.6的相关规定，调制细粒尘土，用沙尘试验箱对传动装置和控制装置进行耐沙尘特性试验，试验时间连续30分钟；
- b) 检查传动装置和控制装置的工作性能，填写表3。

表3 定日镜传动及控制装置耐沙尘特性检测表

检测人：                  日期：

	检查项目	是否符合要求
外观	传动装置和控制装置是否有损坏	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
	传动装置和控制装置是否符合 IP65 要求	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
传动装置性能	正常，并达到所要求的传动精度	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
控制装置性能	保证定日镜对日跟踪正常无误	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

### 5.2.3 耐高低温特性

#### 5.2.3.1 试验目的

对传动装置和控制装置进行耐温特性试验，以保证定日镜可以在沙漠严酷的环境中工作。

#### 5.2.3.2 试验设备

高低温试验箱，其技术要求应符合：温度范围-40℃~150℃；温度均匀度±2℃；温度波动度±0.5℃；升温速率1.0℃~3.0℃/min；降温速率0.7℃~1.0℃/min。

#### 5.2.3.3 试验条件及要求

需符合GB/T 2423.1和GB/T 2423.2的规定。

#### 5.2.3.4 试验方法

##### 5.2.3.4.1 耐低温试验

- a) 试验温度为-40℃±3℃；持续时间为16小时。
- b) 将试验部件放入试验箱内，此时试验箱的温度也为室温。然后对试验箱进行降温，试验箱内温度以不大于1℃/min的速率下降到试验温度，并且等待试验部件达到稳定温度。试验部件在达到稳定温度后持续暴露16小时。
- c) 按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2的规定，对试验部件进行恢复。检查试验件，测试其是否能够正常工作。填写表4。

### 5.2.3.4.2 耐高温试验

- a) 试验温度为 $65^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；持续时间为16小时。
- b) 将试验部件放入试验箱内，此时传动箱内温度定为室温。然后对试验部件进行升温，试验箱内温度变化平均不能超过 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速率上升到试验温度，并且等待试验部件达到稳定温度。试验部件在达到稳定温度后持续暴露16小时。
- c) 按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2的规定，对试验部件进行恢复。检查试验部件，测试其是否能够正常工作。填写表4。

表 4 定日镜传动装置和控制装置耐高低温特性检测表

检测人：            日期：

	检查项目	是否符合要求
外观	传动装置和控制装置是否有损坏	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
传动装置性能	正常，并达到所要求的传动精度	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
控制装置性能	保证定日镜对日跟踪正常无误	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

### 5.3 玻璃反射镜耐候性

#### 5.3.1 耐腐蚀性大气试验

##### 5.3.1.1 试验目的

主要考察玻璃反射镜在具有腐蚀性气体的大气环境下使用时的耐久性及其适用性，评价定日镜反射镜抵抗腐蚀性大气的能力。

##### 5.3.1.2 试验设备

大气腐蚀试验箱：包括气候系统、样品室、气体输送系统和气体浓度检测装置；符合GB/T 2423.51 的要求。

##### 5.3.1.3 试验条件及要求

- a) 样片准备：将厚度为4mm的玻璃镜切成 $67\text{mm}\times 44\text{mm}$ 的样片3片，样片四周边缘密封，其中一片作为原始样片与试验样片进行比较。
- b) 腐蚀性气体准备：根据不同的试验方法有不同种类的混合气体，参见表5。

表 5 混合气体组成

试验参数	数值
$\text{H}_2\text{S}$ ( $10^{-9}\text{vol/vol}$ )	10±5
$\text{NO}_2$ ( $10^{-9}\text{vol/vol}$ )	200±20
$\text{Cl}_2$ ( $10^{-9}\text{vol/vol}$ )	10±5
$\text{SO}_2$ ( $10^{-9}\text{vol/vol}$ )	200±20
温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	25±1
相对湿度 (%)	75±3
试验气体每小时体积更换数	3~10
铜片试样的增重 ( $\text{mg}/(\text{dm}^2\cdot\text{d})$ )	1.2~2.4

c)其它要求:

- 1) 水滴或悬浮颗粒不应进入样品室;
- 2) 所用的空气和水应足够洁净, 以免影响实验效果;
- 3) 试验气体通过样品室时, 应确保试验空间内实验条件的一致;
- 4) 气体分析用的气体采样点应在样品室的工作空间内;
- 5) 所排放的气体应按相关的法律条款处理。
- 6) 试验持续时间为240小时;
- 7) 试验前, 玻璃镜样片的反射率不低于93%; 试验后反射率不低于92.5%;
- 8) 未注明的试验要求按照GB/T 2423.51执行。

#### 5.3.1.4 试验方法

- a) 开始注入湿空气, 按照GB/T 2423.51规定, 调整温度和湿度并保持稳定;
- b) 向湿空气流中导入氯气, 使其稳定;
- c) 测量和调节氯气的浓度, 使其稳定;
- d) 按要求放入试验样片和腐蚀检测材料, 在整个试验期间, 铜片试样应该与试验样片同时进行暴露, 试验样片和腐蚀检测材料应均匀分布于工作空间内。它们之间不能相互接触, 也不能相互遮挡试验气体;
- e) 待温度、湿度和氯的能读稳定, 这可能需相当长的一段时间, 如有必要, 测量和调解氯的浓度, 在调解过程中应避免气体浓度的任何超标, 氯的浓度应保持稳定至少2小时, 达到规定值所需要的调解和稳定的最长持续时间应限定为24小时;
- f) 通入其它气体使其稳定, 如有必要, 测量和调解温度、湿度和气体的浓度(氯除外)。在调解过程中应避免气体浓度的任何超标, 达到规定值所需要的调解和稳定的最长持续时间应限定为24小时, 试验持续时间从试验气体中包含的所有气体全部导入的时刻开始计算;
- g) 试验结束时, 停止通入除氯气以外的其他任何气体, 氯气仍保持流动。等待足够的时间让其他气体排出试验箱, 足够达到不影响氯的分析的程度;
- h) 测量氯的浓度, 该浓度必须在规定的限度内, 以保证试验的有效性;
- i) 试验结束时, 取出试验样片和腐蚀监测材料。

#### 5.3.1.5 试验结果分析

- a) 用目测法观察玻璃反射镜表面的变化, 与原始样片进行比较;
- b) 测量其法向反射率, 与试验前的样片法向反射率对比, 分析衰减率。

### 5.3.2 耐沙尘特性

#### 5.3.2.1 试验目的

主要考察玻璃反射镜在沙尘环境下使用时的适用性及耐久性, 观察玻璃反射镜及其保护涂层的物理损伤等现象。

#### 5.3.2.2 试验设备

沙尘试验箱应符合 GB/T 2423.37 的要求。

#### 5.3.2.3 试验条件及要求

- a) 样片准备：将玻璃反射镜切成67mm×44mm的样片4片，样片四周边缘密封，其中一片作为原始样片与试验样片进行比较；
- b) 试验用尘：按质量计，由70%石英（SiO<sub>2</sub>含量为90%以上）、15%石灰石和15%高岭土组成。混合后按质量计的粒度分布为：<250 μ<sup>2</sup>为100%；<200 μ<sup>2</sup>为93%；
- c) 沙尘浓度：10 g/m<sup>3</sup>±3 g/m<sup>3</sup>；
- d) 气流速度：15 m/s±1.5 m/s，与镜面中心法线夹角分别为0° 和90° ；
- e) 温度和相对湿度：试验期间试验箱内温度为两类：15℃~40℃，-20℃~-5℃；相对湿度为25%以下；
- f) 气压类型为大气压；
- g) 测试周期为4小时；
- h) 试验前，玻璃反射镜样片的法向反射率不低于93%；试验后法向反射率不低于92.5%。
- i) 其它要求符合GB/T 2423.37的规定。

#### 5.3.2.4 试验方法

- a) 将试验样片放入试验箱内，其体积总和不得超过试验箱有效容积的1/3，垂直于风向的试验样片横截面积之和不得超过有效面积的1/2，试验样片之间及与试验箱内壁之间的距离不应小于100mm；
- b) 关好试验箱门后，开启吹风开关并持续4小时；
- c) 停止吹风后，待沙尘完全沉降后取出样片。

#### 5.3.2.5 试验结果分析

- a) 将样片表面的灰尘清理干净，用目测法观察玻璃反射镜表面及保护涂层是否有划伤；
- b) 测量样片试验后法向反射率，分析其衰减情况，符合5.3.2.3 h), i)等条款规定的为合格。

### 5.3.3 耐水特性

#### 5.3.3.1 试验目的

主要考察玻璃反射镜在潮湿、雨水等环境下的适应性；观察玻璃反射镜在水的浸蚀下，膨胀、软化及化学反应等现象。

#### 5.3.3.2 试验设备

玻璃水槽应符合 GB/T 1733 的规定。

#### 5.3.3.3 试验条件及要求

- a) 样片准备：将玻璃反射镜切成67mm×44mm的样片4片，样片四周边缘密封，其中一片作为原始样片与试验样片进行比较；
- b) 采用浸泡法进行玻璃银镜耐水性试验，时间不短于168小时；
- c) 试验用水应是符合GB/T 6682要求的三级水；
- d) 初始水温一般应与试验样片温度一致，但不得低于5℃；
- e) 试验前，玻璃反射镜样片的法向反射率不低于93%；试验后法向反射率不低于92.5%。

#### 5.3.3.4 试验方法

- a) 按GB/T 1733中规定的甲法进行试验，在玻璃水槽中加入符合GB/T 6682要求的三级水。调节水温为 $(60\pm 2)$ ℃，并在整个试验过程中保持该温度；
- b) 将三块玻璃反射镜样片放入其中，并使每块样片长度的2/3浸泡于水中进行168小时试验；
- c) 将样片从水槽中取出，用滤纸吸干，立即以目视检查样片。

#### 5.3.3.5 试验结果分析

- a) 用目测法观察玻璃反射镜表面的变化，与未经过耐水试验的样品原片进行比较，并记录是否有失光、变色、起泡、起皱、脱落、等现象和恢复时间；
- b) 测量玻璃反射镜样片法向反射率，与试验前的反射率对比，分析衰减率。

#### 5.3.4 耐盐雾特性

##### 5.3.4.1 试验目的

通过中性盐雾（NSS）和铜加速乙酸盐雾（CASS），主要考察玻璃反射镜在盐雾环境下的适应性和耐久性；观察玻璃反射镜在盐雾的侵蚀下发生的形貌破坏及化学反应等现象。

##### 5.3.4.2 试验设备

盐雾试验箱应符合GB/T10125中性盐雾（NSS）和铜加速乙酸盐雾（CASS）关于试验设备的规定。

##### 5.3.4.3 试验条件及要求

- a) 样片准备：将玻璃反射镜切成67mm×44mm的样片7片，样片四周边缘密封，其中一片作为原始样片与试验样片进行比较，3片用于中性盐雾试验，另外3片用于铜加速乙酸盐雾试验；
- b) 采用连续喷雾方式，中性盐雾试验周期不短于480小时，铜加速乙酸盐雾试验周期不短于120小时；
- c) 试验前，玻璃反射镜样片的法向反射率不低于93%，试验后法向反射率不低于92.5%；
- d) 试验溶液及其它试验条件需符合GB/T 10125的规定。

##### 5.3.4.4 试验方法及步骤

- a) 将试验样片按照GB/T 10125相关规定放置在试验箱内；
- b) 试验样片不得相互接触，它们的间隔距离应是不影响盐雾能自由降落在试验样片上，以及一个试验样片上的盐溶液不得滴落在其他试验样品上；
- c) 本试验采用连续喷雾方式，在规定的试验周期内喷雾不得中断，只有当需要短暂观察试样时才能打开盐雾箱；
- d) 试验结束后取出试样，放在室内自然干燥0.5-1小时，然后用温度不高于35℃的清洁流动水轻轻清洗，以除去试样表面残留的盐雾溶液，再立即用吹风机吹干。

##### 5.3.4.5 试验结果分析

- a) 用目测法观察玻璃反射镜表面的变化，与未经过盐雾试验的样品原片进行比较，观察是否有腐蚀缺陷，如：点蚀、裂纹、气泡等；
- b) 测量玻璃反射镜样片的法向反射率，与试验前的样片法向反射率对比，分析衰减率。

#### 5.3.5 耐高低温交变湿热特性

### 5.3.5.1 试验目的

通过高低温交变和湿热交变试验,主要考察玻璃反射镜在高低温交变和湿热交变环境下贮存、运输、使用时的适应性。

### 5.3.5.2 试验设备

高低温交变湿热试验箱,其技术要求应符合:温度范围  $-40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ;温度均匀度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;温度波动度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ;升温速率 $1.0\sim 3.0^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ;降温速率 $0.7\sim 1.0^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ;控制精度 $0.1^{\circ}\text{C}$ ;湿度范围 $25\%\sim 98\%\text{RH}$ ;湿度精度 $\pm$ 湿度精度;其它符合GB/T2423.4的规定。

### 5.3.5.3 试验条件及要求

- a) 样片准备:将玻璃反射镜切成 $67\times 44\text{mm}$ 的样片7片,样片四周边缘密封,其中一片作为原始样片与试验样片进行比较,3片用于高低温交变试验,另外3片用于湿热交变试验;
- b) 试验周期:高低温交变试验为10个循环,湿热交变试验为6个循环;
- c) 试验前玻璃反射镜样片的法向反射率不低于93%;试验后法向反射率不低于91%;
- d) 其它试验条件需符合GB/T 2423.4的规定。

### 5.3.5.4 试验方法

按照GB/T2423.4 进行本部分试验。

#### a) 高低温交变试验

- 1) 将试验箱温度稳定在 $+25^{\circ}\text{C}$ ,将试验样片放入,在3小时 $\pm$ 时样分钟内升温到 $+90^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,待试验样片温度稳定后保持4小时;
- 2) 高温阶段结束后,在8小时 $\pm$ 时温分钟内降温到 $-40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,待试验样片温度稳定后保持4小时。
- 3) 低温阶段结束后,在8小时 $\pm$ 时阶分钟内升温到 $+90^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,重复步骤1)-2)。
- 4) 重复上述试验方法,完成十个循环周期。

#### b) 湿热交变试验

- 1) 将试验箱温度稳定在 $+25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,此时,箱内的相对湿度应不低于95%,环境温度保持在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 将试验样片放入,在3小时 $\pm$ 时验分钟内升温到 $+55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,该阶段相对湿度应不小于95%;待试验样片温度稳定后保持6小时,本阶段的最初和最后15min内,相对湿度应在90%-100%,其余时间相对湿度应在 $(93\pm 3)\%$ ;
- 3) 然后在6小时 $\pm$ 时在分钟内降温到 $+25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,此过程相对湿度应不小于80%;待试验样片温度稳定后保持6小时,此阶段相对湿度不应小于95%。
- 4) 然后在6小时 $\pm$ 时在分钟内升温到 $+55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,重复步骤2)-4)。
- 5) 重复上述试验方法,完成六个循环周期。

### 5.3.5.5 试验结果分析

- a) 用目测法观察玻璃反射镜表面的变化,与未经过高低温交变湿热试验的样品原片进行比较;
- b) 测量样片的法向反射率,与试验前的样片法向反射率对比,分析衰减率;
- c) 以上测试在30min之内完成。

### 5.3.6 耐机械冲击特性

### 5.3.6.1 试验目的

主要考察玻璃反射镜在受到冲击时的机械破损与掉漆等现象。

### 5.3.6.2 试验设备

加速度冲击试验台：符合GB/T 2423.5规定的试验要求。

### 5.3.6.3 试验条件及要求

- 样片准备：根据玻璃反射镜在环境中的实际使用情况，准备3片待测玻璃反射镜样片；
- 峰值加速度为 $150\text{m/s}^2$ ； $g_n=15$ ；
- 持续时间为：11ms；
- 脉冲波形为：半正弦波形，见图1；
- 其它未注明的试验条件按照GB/T 2423.5执行。

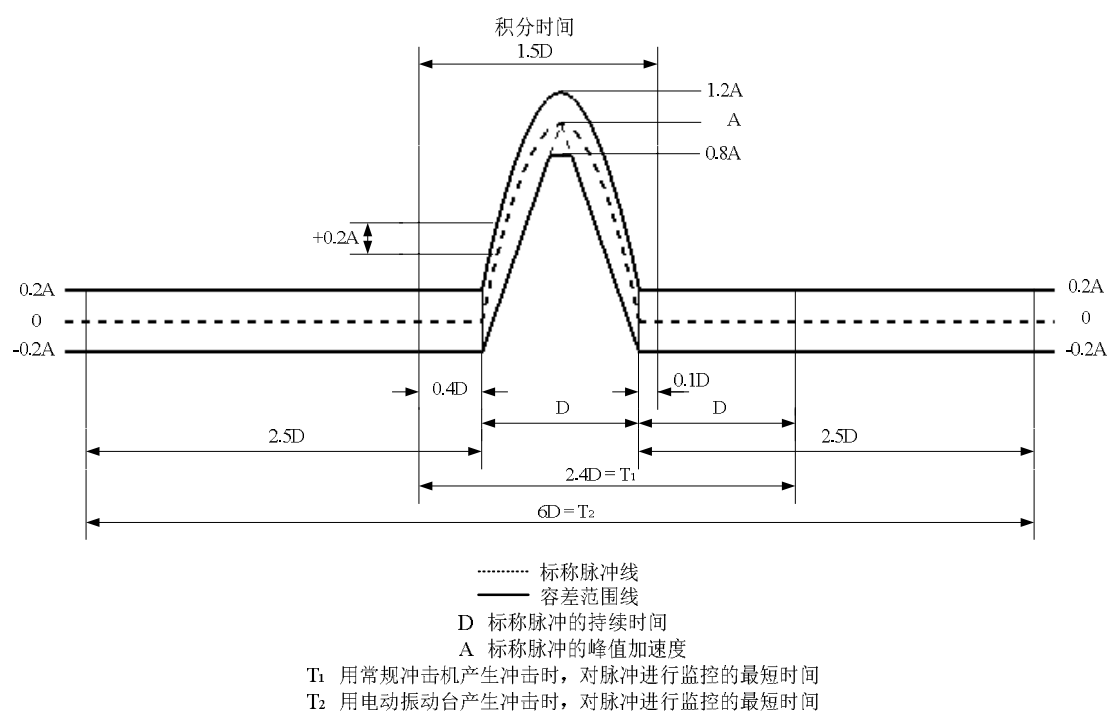


图 1 冲击实验的半正弦脉冲波形

### 5.3.6.4 试验方法

- 按要求将试验样片装卡在冲击试验台上；
- 按试验条件设定好各试验参数；
- 沿着垂直于玻璃表面的方向分别连续施加三次冲击，参考标准GB/T 2423.5；
- 根据以上步骤依次对三个试验样片进行冲击试验。

### 5.3.6.5 试验结果分析

用目测法观察试验样片表面及整体在冲击试验过程中是否出现裂纹或破损等。

### 5.3.7 耐振动特性

#### 5.3.7.1 试验目的

考察玻璃反射镜在运输过程中及使用过程中抵抗振动的能力,评价玻璃反射镜的适用性。

#### 5.3.7.2 试验设备

振动试验机,其技术要求应符合:频率范围 1-550Hz 可调;扫频范围 1-550Hz 可调;振幅 5mm;振动方向 XYZ 三轴振动;振动波形为正弦波。

#### 5.3.7.3 试验条件

- a) 样片准备:根据玻璃反射镜的实际运输和使用环境,准备3片试验样片;
- b) 频率范围:10~500Hz;
- c) 振动幅值:5mm;
- d) 耐久试验的持续时间:在每一轴线每一危险频率上,耐久试验的典型时间为:30min;
- e) 参考标准GB/T 2423.10, GB/T 2423.11, GB/T 2423.12。

#### 5.3.7.4 试验方法及步骤

- a) 将试验样片固定在振动试验机的实验台上;
- b) 根据试验条件设置好各有关试验参数;
- c) 准备试验,按照标准GB/T 2423.10, GB/T 2423.11和GB/T 2423.12相关要求,分别在前后、左右、上下三个方向轴上对三个试验样片进行振动试验。

#### 5.3.7.5 试验结果分析

用目测法观察样片在试验过程中以及试验完成后是否有裂纹及破碎等现象。

### 5.4 定日镜整机最高及正常工作运行速度

#### 5.4.1 试验目的

通过测试定日镜整机运行速度,考察定日镜是否具备应急能力。

#### 5.4.2 试验仪器

本试验所采用的试验仪器及其技术要求如下:

风速风向测试仪:风速量程0-100m/s,测量精度 $\pm 0.3$  m/s,风向量程360°,测量精度 $\pm 3^\circ$ ;

倾角传感器:分辨率 $0.05^\circ$ ;线性度 $\pm 0.4^\circ$ ;工作温度 $-40^\circ\text{C}\sim +80^\circ\text{C}$ ;

编码器:分辨率2500脉冲/转。

#### 5.4.3 试验条件及要求

风速3-14m/s,任何方向来风。

#### 5.4.4 试验方法

控制定日镜高度角及方位角方向分别以最快速度及正常工作速度模式运行,测试在一定时间内定日镜旋转的角度。

- a) 控制定日镜从反射面垂直地面开始,以最快速度在高度角方向运行2分钟后,利用倾角传感器测量定日镜高度角方向旋转的角度;控制定日镜从反射面朝正南方向开始,以最快速度在方位角方向运行2分钟后,利用编码器测量定日镜方位角方向旋转的角度;将测试数据记录在表6中;



- b) 从定日镜设计起动位置开始，控制定日镜分别在高度角和方位角方向以正常工作速度运行，运行60分钟后，用倾角传感器和编码器分别测量定日镜在高度角和方位角方向旋转的角度，记录在表6中；
- c) 计算定日镜最快及正常工作运行速度。

## 5.5 电机功率

### 5.5.1 试验目的

测试定日镜在高度角和方位角方向上最高速度及正常工作速度模式下运行时的电机功率，考察电机的适用性。

表 6 定日镜最高/正常运行速度检测表

检测人： 日期：

定日镜编号：	试验时平均风速 (m/s)		试验时平均风向 (°)	
	最高速度		正常运行速度	
	2min 旋转角度 (°)	速 度 (rad/min)	60min 旋转角度 (°)	速度 (rad/min)
高度角方向				
方位角方向				

表 7 定日镜运行时电机功率

检测人： 日期：

定日镜编号：					
		方位角方向旋转		高度角方向旋转	
		顺时针功率 (W)	逆时针功率 (W)	顺时针功率 (W)	逆时针功率 (W)
微风	1				
	2				
	3				
平均功率 (W)					
大风	1				
	2				
	3				
平均功率 (W)					

### 5.5.2 试验仪器

本试验所采用的试验仪器及其技术要求如下：

功率表：测试精度0.2%；

风速风向测试仪：风速量程0-100m/s,测量精度±0.3 m/s，风向量程360°，测量精度±3°。

### 5.5.3 试验条件及要求

两种风速条件:

- a) 微风, 风速 $\leq 3\text{m/s}$ ;
- b) 大风, 风速为 $12\sim 16\text{m/s}$ 。

#### 5.5.4 试验方法

控制定日镜方位角方向及高度角方向以最快及正常工作速度模式运行, 检测电机功率。分别在两种风速条件下, 执行以下试验步骤。

- a) 控制定日镜以最快速度运行, 用功率表测量电机输入功率, 记录在表7中, 测量3次, 求平均值;
- b) 控制定日镜以正常跟踪速度运行, 用功率表测量电机输入功率, 记录在表7中, 测量3次, 求平均值;
- c) 计算定日镜最快及正常工作运行速度下电机的平均输入功率, 记录在表7中, 测量3次, 求平均值。

#### 5.6 定日镜耗电量

##### 5.6.1 试验目的

测试定日镜的瞬时最大功率和全天耗电量, 评价定日镜对塔式太阳能电站的适用性。

##### 5.6.2 试验仪器

本试验所采用的试验仪器及其技术要求如下:

- a) 功率表: 测量精度 $0.2\%$ ;
- b) 电度表:  $0.2\text{S}$ 级, 量程 $10\text{A}$ ;
- c) 风速风向测试仪: 风速量程 $0\sim 100\text{m/s}$ , 测量精度 $\pm 0.3\text{ m/s}$ , 风向量程 $360^\circ$ , 测量精度 $\pm 3^\circ$ 。

##### 5.6.3 试验条件及要求

两种风速条件:

- a) 微风, 风速 $\leq 3\text{m/s}$ ;
- b) 大风, 风速为 $12\sim 16\text{m/s}$ 。

##### 5.6.4 试验方法

在正常工作状态下, 测得定日镜从待机、启动、工作、停机等全过程的耗电量和瞬时最大功率。分别在规定的两种风速条件下, 执行以下试验步骤:

- a) 定日镜处于待机状态, 通过自动控制投入启动及运行, 直到全天工作结束;
- b) 测试定日镜24小时的耗电量和最大瞬时输入功率。功率采样周期 $60\text{秒}$ , 将数据分析结果记录在表8中;
- c) 计算全天耗电量与总反射面积之比, 得到定日镜平均每平米耗电量, 将计算结果记录在表8中;
- d) 以上测试内容至少进行3次, 分别在3日内进行。

表 8 瞬时最大功率及全天耗电量测试记录表

检测人: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_

定日镜采光口面积 ( $\text{m}^2$ )	测试期间平均风速 ( $\text{m/s}$ )	测试期间平均风向 ( $^\circ$ )
---------------------------	---------------------------	-----------------------

测试序号	全天耗电量 (kWh)	全天瞬时最大功率 (kW)
1		
2		
3		
平均电耗 (kWh)		
单位面积平均电耗 (kWh/m <sup>2</sup> )		

## 5.7 定日镜大风条件下的应急能力

### 5.7.1. 试验目的

通过检测定日镜是否具有风速检测功能和能否在一定时间内旋转到大风保护姿态,来评价定日镜在恶劣的风载环境下的应急处理能力。

### 5.7.2 试验仪器

本试验所采用的试验仪器及其技术要求如下:

风速风向测试仪: 风速量程0-100m/s,测量精度±0.3 m/s, 风向量程360°, 测量精度±3°;

数据采集装置: 具有系统状态、校准设置和数据存储等功能。

### 5.7.3 试验条件

在平均风速14m/s以上进行试验。

### 5.7.4 试验方法

- 检查控制程序中是否具有监测大风天气状况功能模块;
- 利用风速风向仪测试定日镜所处风载环境条件, 将风速峰值作为定日镜执行保护姿态的参考风速, 据此修改控制程序相关参数;
- 启动定日镜控制装置, 使定日镜执行对日跟踪的正常工作;
- 观察数据采集装置实时显示的风速测试数据, 当风速达到峰值时, 考察定日镜是否及时作出反应并调整到保护姿态, 同时记录定日镜反应时的高度角和方位角, 以及到达保护姿态时所需要的时间, 填写表9;
- 在多种风速条件下, 重复上述测试步骤。

表 9 定日镜大风天气应急能力测试记录表

检测人: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_

序号	风速 (m/s)	风向 (°)	启动应急功能时的高度角 (°)	启动应急功能时的方位角 (°)	到达保护姿态所需时间 (s)
1					
2					
3					
4					