



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33869—2017

---

## 绝对直接辐射表比对方法

Comparison method for absolute pyrhelimeter

2017-07-12 发布

2018-02-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 术语和定义 .....	1
3 比对条件 .....	1
4 比对方法 .....	2
5 数据处理 .....	2
6 比对结果 .....	4
7 比对时间间隔 .....	4
参考文献 .....	5



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出。

本标准由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)归口。

本标准起草单位：国家气象计量站、云南省大气探测保障中心、江苏省无线电科学研究所有限公司。

本标准主要起草人：杨云、丁蕾、权继梅、崇伟、林冰、王云昆、胡梅、王欣、朱涯、徐毅刚、闫加俊。



# 绝对直接辐射表比对方法

## 1 范围

本标准规定了绝对直接辐射表的比对条件、比对方法、数据处理、比对结果及比对时间间隔。  
本标准适用于绝对直接辐射表的比对。

## 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 2.1

**腔体式绝对直接辐射表** absolute cavity pyr heliometer  
具有腔体接收器并使用电替代法进行自校准的直接辐照度测量仪器。  
注：分为主动式和被动式两种。

### 2.2

**补偿式绝对直接辐射表** compensated pyr heliometer  
**埃斯屈郎直接辐射表** Ångström pyr heliometer  
具有两个平行感应片的接收器并使用电替代法进行自校准的直接辐照度测量仪器。

### 2.3

**比对** comparison  
在规定条件下,对相同准确度等级或指定不确定度范围的同种测量仪器复现的量值之间比较的过程。

## 3 比对条件

### 3.1 环境条件

- 3.1.1 四周空旷,仪器感应面以上没有任何障碍物。  
3.1.2 天空晴朗,太阳直接辐照度不小于  $700 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ,宜在地方时 10 时~14 时之间进行。  
3.1.3 空气温度在  $10 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  范围内,相对湿度应不大于 80%,风速应小于  $3 \text{ m/s}$ 。

### 3.2 标准器及配套设备

技术指标应符合下列要求:

- 太阳辐射测量标准组:至少包括 3 台及以上直接溯源到世界辐射基准(WRR)的不同类型的腔体式绝对直接辐射表,不确定度应不大于 0.3%。
- 数字仪表:0.05 级、分辨力应不大于  $1 \mu\text{V}$ 。
- 太阳跟踪器:跟踪误差应不大于  $0.25^{\circ}$ 。
- 环境测量仪器:技术指标见表 1。

表 1 环境测量仪器技术指标

气象要素	气温 ℃	相对湿度 %	风速 m/s
测量范围	0~50	0~100	0~10
分辨力	0.1	1	0.1
最大允许误差	±0.5	±5	±0.5

## 4 比对方法

### 4.1 方法概述

在满足 3.1 的环境条件下,从太阳辐射测量标准组中至少选择一台腔体式绝对直接辐射表,与被比对绝对直接辐射表进行同步平行比对,用标准表与被比对表获取的直接辐照度值,计算比值。

### 4.2 具体要求

4.2.1 将标准表和被比对表安装在太阳跟踪器上,相互间距离应小于 20 m。数字仪表放在室外阴凉处,以免阳光直接照射。按照仪器操作使用说明书规定开机预热 30 min 以上。

4.2.2 标准和被比对表应同时对准太阳(光点应对准靶心),按照仪器说明书要求完成仪器自校准。

4.2.3 对标准和被比对表的辐照度值按照规定时间进行同步测量,采样时间间隔为 1 min。同时记录下测量期间的气温、相对湿度和风速。

时序设置应满足下列要求:

- a) 主动腔体式绝对直接辐射表交替进行闭光测量和曝光测量,每组测量的辐照度值不应少于 10 个;
- b) 被动腔体式绝对直接辐射表连续进行曝光测量,每组测量的辐照度值不应少于 20 个;
- c) 补偿式绝对直接辐射表左侧或右侧接收器交替进行闭光测量或曝光测量,每组测量的辐照度值不应少于 10 个。

4.2.4 测量系列不应少于 25 组,所有数据采集系统的时间应同步。

4.2.5 比对期间操作人员应从北面靠近仪器。

### 4.3 气象参数测量

气象参数(空气温度、相对湿度和风速)通过环境测量仪器测量,为 10 min 平均值。

## 5 数据处理

### 5.1 辐照度计算

#### 5.1.1 主动腔体式绝对直接辐射表

按式(1)计算辐照度值:

$$E = C(U_c \cdot I_c - U_o \cdot I_o) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$E$  ——辐照度,单位为瓦特每平方米( $W \cdot m^{-2}$ );



- $C$  ——校准系数,单位为每平方米( $\text{m}^{-2}$ );
- $U_c$  ——闭光状态下的电压输出值(取曝光状态前后两次闭光测量值的平均值),单位为伏特(V);
- $I_c$  ——闭光状态下的电流输出值(取曝光状态前后两次闭光测量值的平均值),单位为安培(A);
- $U_o$  ——曝光状态下的电压输出值,单位为伏特(V);
- $I_o$  ——曝光状态下的电流输出值,单位为安培(A)。

5.1.2 被动腔体式绝对直接辐射表

按式(2)计算辐照度:

$$E = C_1 \frac{V_{\text{th,irrad}} - V_{\text{th,zero}}}{V_{\text{th,cal}} - V_{\text{th,zero}}} \frac{U_i}{R_n} \left( U_h - \frac{U_i}{R_n} C_2 \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $C_1$  ——校准系数,单位为每平方米( $\text{m}^{-2}$ );
- $V_{\text{th,irrad}}$  ——辐照时热电堆的输出值,单位为伏特(V);
- $V_{\text{th,zero}}$  ——热电堆的零位输出值,单位为伏特(V);
- $V_{\text{th,cal}}$  ——校准时热电堆的输出值,单位为伏特(V);
- $U_i$  ——通过标准电阻  $i$  的电压,单位为伏特(V);
- $R_n$  ——标准电阻,单位为欧姆( $\Omega$ );
- $U_h$  ——通过加热器  $h$  的电压,单位为伏特(V);
- $C_2$  ——导线加热导致误差的订正因子,单位为欧姆( $\Omega$ )。

5.1.3 补偿式绝对直接辐射表

按式(3)计算辐照度值:

$$E = C \frac{U_{i,\text{left}} \cdot U_{i,\text{right}}}{R_n^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $U_{i,\text{left}}$  ——左侧接收器受辐照时,通过标准电阻  $i$  的电压,单位为伏特(V);
- $U_{i,\text{right}}$  ——右侧接收器受辐照时,通过标准电阻  $i$  的电压,单位为伏特(V)。

5.2 比值计算

5.2.1 按式(4)计算标准表与被比对表的比值:

$$B_{(i,j)} = \frac{E_{b(i,j)}}{E_{(i,j)}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $B_{(i,j)}$  ——标准表与被比对表第  $j$  组测量序列第  $i$  个太阳直接辐照度的比值;
- $E_{b(i,j)}$  ——标准表第  $j$  组测量序列第  $i$  个太阳直接辐照度测量值,单位为瓦特每平方米( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ );
- $E_{(i,j)}$  ——被比对表第  $j$  组测量序列第  $i$  个太阳直接辐照度测量值,单位为瓦特每平方米( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )。

5.2.2 按式(5)计算第  $j$  组测量序列比值的平均值:

$$\bar{B}_{(j)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{(i,j)} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- $\bar{B}_{(j)}$  ——第  $j$  组测量序列比值的平均值;
- $n$  ——测量次数。

5.2.3 按式(6)计算每组测量系列中单个测量值的标准偏差,当任一单个测量值  $B_{(i,j)}$  与平均值  $\bar{B}_{(j)}$  的

差的绝对值大于 3 倍标准偏差时,应将该单个测量值删除并重新计算  $\overline{B}_{(j)}$  和  $s$ ;

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B_{(i,j)} - \overline{B}_{(j)})^2} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$s$ ——每组测量系列中单个测量值的标准偏差。

5.2.4 按式(7)计算  $m$  组测量系列比值的平均值(保留到小数后四位):

$$\overline{B} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{B}_{(j)} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\overline{B}$ —— $m$  组测量系列比值的平均值;

$m$ ——测量系列。

## 6 比对结果

比对后出具比对结果报告,应至少包括以下内容:

- a) 实验室名称和地址;
- b) 比对地点(如果与实验室的地址不同);
- c) 比对日期;
- d) 比对所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- e) 比对所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- f) 比对环境条件;
- g) 比对结果说明(如比对数据,比值和标准偏差等);
- h) 比对报告签发人签名。

## 7 比对时间间隔

7.1 比对时间间隔宜为 2 年,最长不超过 5 年。

7.2 更换重要部件、涉及测量性能的维修或对仪器性能有怀疑时,应及时比对。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12936—2007 太阳能热利用术语
  - [2] JJG 456—1992 直接辐射表检定规程
  - [3] JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则
  - [4] ISO 9060-1990 Solar Energy—Specification and classification of instrument for measuring hemispherical solar and direct solar radiation
  - [5] World Meteorological Organization. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (Seventh edition), No.8, 2008
  - [6] World Climate Research Programme. Baseline Surface Radiation Network (BSRN), operations manual, version 2.1
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
绝对直接辐射表比对方法  
GB/T 33869—2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 12 千字  
2017年7月第一版 2017年7月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-56332 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 33869-2017