



中华人民共和国国家标准

GB/T 37468—2019

直接辐射表

Pyrheliometer

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

订单号: 0113191024185651 防伪编号: 2019-1024-0158-2792-5173 购买单位: 客户单位: 中国气象局

客户单位: 中国气象局 专用

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	3
5 测试方法	4
6 检验规则	11
7 标志、包装、运输和贮存	13
8 产品的成套性	14
附录 A (规范性附录) 直接辐射表环境适应性要求和试验方法	15
附录 B (规范性附录) 直接辐射表电磁兼容性要求和试验方法	19
附录 C (规范性附录) 测试用标准仪器与设备的主要技术指标要求	20
参考文献	21

客户单位：
中国气象局

订单号: 0113191024185651 防伪编号: 2019-1024-0158-2792-5173 购买单位: 客户单位: 中国气象局

客户单位: 中国气象局 专用

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:中国气象局气象探测中心、江苏省无线电科学研究所有限公司。

本标准主要起草人:崇伟、吕文华、边泽强、丁蕾、闫加俊、杨科三、徐毅刚。

客户单位: 中国气象局 专用

引 言

太阳直接辐射是来源于太阳表面(视角约为 0.5°)的辐射和太阳周围很窄的环形天空的散射辐射。直接辐射对气象学研究和太阳能资源利用具有重要作用。

直接辐射表是用于测量太阳直接辐射的仪器,目前我国直接辐射表型式多样,与世界气象组织和国际标准文件之间仍存在不一致的地方,不利于观测量值的统一,特制定本标准,规范直接辐射表的生产与检验。

本标准中的直接辐射表为模拟量输出的仪器,它与电测仪表相连,安装在自动太阳跟踪器上,可测量直接辐射。

中国气象局
客户单位:
购买单位:
防伪编号: 2019-1024-0158-2792-5173
订单号: 0113191024185651

客户单位:
中国气象局

直接辐射表

1 范围

本标准规定了热电式直接辐射表的技术要求、测试方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和产品的成套性等。

本标准适用于热电式直接辐射表的设计、生产和检验。

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 191—2008 包装储运图示标志
- 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(12 h+12 h 循环)
- 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 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾
- GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验M:低气压
- GB/T 2423.37 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验
- GB/T 2828.1—2012 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 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)
- 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 17626.4 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 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分:通用要求
- GB/T 33706—2017 标准直接辐射表
- QX/T 290—2015 太阳辐射计量实验室技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直接辐射 direct radiation

直接日射 direct solar radiation; beam solar radiation

从日面及其周围一小立体角内发出的辐射。

注:一般来说,直接日射是由视场角约为 5° 的仪器测定的。因此,它包括日面周围的部分散射辐射,即环日辐射,而日面本身的视场角仅约 0.5° 。

[GB/T 31163—2014,定义 5.11]

3.2

辐[射]照度 irradiance

物体在单位时间、单位面积上接收到的辐射能。

注：辐[射]照度的测量单位为瓦[特]每平方米($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)。

[GB/T 19565—2017,定义 3.2]

3.3

直接辐射表 pyrhelimeter

直接日射表 pyrhelimeter

测量规定立体角内法向直接辐照度的辐射表。

注 1：直接辐射表开敞角通常介于 $5^\circ \sim 10^\circ$ ，世界气象组织建议业务用直接辐射表开敞角的典型值为 5° 。

注 2：与不加玻璃窗的仪器不同，业务用直接辐射表的光谱响应范围限定在约 $0.3 \mu\text{m} \sim 3 \mu\text{m}$ 之间。

注 3：按计量性能的不同，分为一级直接辐射表和二级直接辐射表。

注 4：改写 GB/T 12936—2007,定义 4.6。

3.4

太阳高度角 solar altitude angle; solar elevation angle

日面中心的高度角。

[GB/T 33706—2017,定义 3.3]

3.5

灵敏度 sensitivity

仪器达到稳定后，输出的电信号与直接辐射的比值。

注 1：单位为微伏平方米每瓦($\mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$)。

注 2：改写 GB/T 19565—2017,定义 3.4。

3.6

响应时间 response time

当仪器输入有阶跃变化时，仪器输出从一个稳态值到另一个稳态值所需的时间。

注：单位为秒(s)。

[GB/T 19565—2017,定义 3.5]

3.7

非线性 non-linearity

不同辐照度下灵敏度变化的百分率。

注：改写 GB/T 19565—2017,定义 3.7。

3.8

年稳定性 annual stability

灵敏度一年内随时间变化的百分率。

3.9

温度响应 temperature response

环境温度变化引起灵敏度变化的百分率。

注：改写 GB/T 19565—2017,定义 3.9。

3.10

倾斜响应 tilt response

仪器倾斜角度变化引起灵敏度变化的百分率。

注：改写 GB/T 33706—2017，定义 3.2。

3.11

零点偏移 zero offset

环境温度变化引起的零点变化。

[GB/T 33706—2017，定义 3.1]

4 技术要求

4.1 组成和结构

4.1.1 组成

由感应元件、准直光筒、信号输出接口件及结构部件等组成：

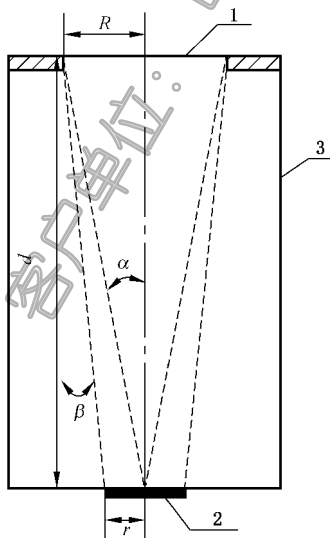
- 感应器件由感应面和热电感应元件组成；
- 准直光筒由入射窗口、内筒、外筒、瞄准器和消杂光光阑组成；
- 信号输出接口件包括接线插座和线缆；
- 结构部件包括干燥器、遮光罩等。

4.1.2 准直光筒结构

准直光筒孔径由半开敞角 α 和斜角 β 确定，如图 1 所示。

半开敞角 α 和斜角 β 应符合下列要求：

- 半开敞角 α ： $2.5^\circ \pm 0.1^\circ$ ；
- 斜角 β ： $1^\circ \pm 0.1^\circ$ 。



说明：

- 1——入射窗口；
- 2——感应面；
- 3——准直光筒。

图 1 直接辐射表准直光筒几何形状示意图

4.2 外观

- 4.2.1 产品表面应色泽均匀,无划痕、污迹、锈蚀和剥落等缺陷。
- 4.2.2 入射窗口应透明、厚薄均匀,无可见气泡、气丝、斑点、划痕、水纹、结石等缺陷,窗口应粘贴牢固、密封,窗口的内表面不应有异物附着和水汽凝结。
- 4.2.3 瞄准器的光靶应清晰。
- 4.2.4 产品引出线应有固定的正、负极标记。
- 4.2.5 产品应有永久性铭牌,标志和字符应清晰、完整、醒目。
- 4.2.6 干燥剂应能指示干湿状态,且安装牢固、密封,便于更换。

4.3 性能指标

直接辐射表的性能技术指标应符合表 1 的要求。

表 1 直接辐射表的性能指标

序号	性能	一级直接辐射表	二级直接辐射表
1	响应时间(95%响应)	<20 s	<30 s
2	灵敏度	$\geq 7 \mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$	$\geq 7 \mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$
3	零点偏移(对环境温度 $5 \text{ K} \cdot \text{h}^{-1}$ 变化的响应)	$\pm 4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$\pm 6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
4	年稳定性	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$
5	温度响应($-10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 40 \text{ }^\circ\text{C}$, 相对于 $20 \text{ }^\circ\text{C}$)	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$
6	非线性($200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \sim 1\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$)	$\pm 0.5\%$	$\pm 2\%$
7	倾斜响应($0^\circ \sim 90^\circ$)	$\pm 0.5\%$	$\pm 2\%$
8	绝缘电阻	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	$\geq 1 \text{ M}\Omega$

4.4 外壳防护等级

应不低于 GB/T 4208—2017 规定的 IP67。

4.5 环境适应性

环境适应性指标应从附录 A 的环境适应性要求中选取,至少应符合下列指标项目:

- 气候条件中的温度、湿度;
- 机械条件中的正弦稳态振动。

4.6 电磁兼容性

电磁兼容性指标应从附录 B 的电磁兼容性要求中选取,至少应符合静电放电抗扰度要求。

5 测试方法

5.1 测试环境条件

5.1.1 概述

直接辐射表的测量性能指标中,响应时间、零点偏移、年稳定性、非线性、温度响应、倾斜响应及绝缘

电阻等指标的测试应在室内进行；灵敏度测试宜在室外进行。

5.1.2 室内测试环境条件

应符合下列条件：

- a) 测试设备安装在暗室中,并用黑色幕布遮挡,测试人员着深色工作服,暗室符合 QX/T 290—2015 技术要求；
- b) 人工光源的入射光线与仪器感应面垂直时,辐照度在 $200 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \sim 1\,100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 范围内可调；
- c) 室温 $15 \text{ }^\circ\text{C} \sim 25 \text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度小于或等于 80%。

5.1.3 室外测试环境条件

应符合下列条件：

- a) 天空晴朗,太阳高度角大于或等于 15° ,以太阳为中心视场角为 15° 的范围内无云、烟或其他遮挡物；
- b) 测试时,太阳直接辐照度大于或等于 $500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ；
- c) 空气温度 $5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$,风速小于或等于 $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,相对湿度小于或等于 80%。

5.2 测试仪器和设备

5.2.1 绝对腔体直接辐射表,自动太阳跟踪器,多功能辐射仪器性能测试设备,辐射仪器温度试验箱,主要技术指标见附录 C。

5.2.2 标准直接辐射表,应符合 GB/T 33706—2017 的技术要求。

5.2.3 数字多用表或数据采集器:准确度等级 0.05 级、分辨力为 $1 \mu\text{V}$ 。

5.2.4 绝缘电阻测试仪:电阻测量范围 $\geq 500 \text{ k}\Omega$,测试电压范围 $\geq 50 \text{ V}$ 。

5.2.5 数字示波器:采样率 $\geq 1 \text{ GSa/s}$,带宽 $\geq 100 \text{ MHz}$,存储深度 $\geq 100 \text{ kpts}$ 。

5.3 组成和结构检查

按照式(1)和式(2)计算半开敞角 α 和斜角 β ,结合产品实物和设计资料进行组成和结构检查。

$$\alpha = \arctan(R/d) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\beta = \arctan[(R-r)/d] \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

R ——入射窗口半径,单位为毫米(mm)；

r ——感应面半径,单位为毫米(mm)；

d ——入射窗口到感应面的距离,单位为毫米(mm)。

5.4 外观检查

用目测结合手动检查。

5.5 性能测试

5.5.1 响应时间

5.5.1.1 测试方法

按下列步骤进行：

- a) 将被测直接辐射表安装在多功能辐射仪器性能测试设备的工作台上,并与数字示波器连接,光

源垂直于感应面入射,调整光源辐照度为 $(1\ 000 \pm 10)\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$,预热 30 min;

- b) 以小于或等于 0.1 s 的采样周期读取被测直接辐射表的测量值,读数稳定后,记录此时的测量值 E ;
- c) 盖上被测直接辐射表遮光罩,待测量值稳定后,记录此时的测量值为零位值 E_0 ;
- d) 计算 95%测点值 P ;
- e) 移开遮光罩,待测量值达到 P 时,统计从 E_0 到 P 的测量值个数 N 。

5.5.1.2 数据处理

按式(3)计算 95%的测点值 P :

$$P = 0.95 \times (E - E_0) + E_0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

按式(4)计算响应时间 t :

$$t = N \times \Delta t \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

Δt ——采样周期,单位为秒(s)。

按照上述方法重复测量 3 次,取其平均值作为响应时间(95%)。

5.5.2 灵敏度

5.5.2.1 测试方法

灵敏度测试应使用绝对腔体直接辐射表或标准直接辐射表作为标准器。测试一般在地方时 10 时至 14 时之间进行,同时满足室外测试环境条件,记录下测量过程中的环境温度范围,并计算平均气温。测试期间,应避免人员靠近或遮挡光线,以减少对测试结果造成影响。测试方法如下:

- a) 将标准器和被测直接辐射表安装在室外平台的自动太阳跟踪器上(标准器和被测直接辐射表之间的距离不大于 20 m),并与数字多用表或数据采集器正确连接(若标准器为绝对腔体直接辐射表,则应与其配套设备相连接)。数字多用表或数据采集器放在室外阴凉处,以免阳光直接照射。
- b) 调整自动太阳跟踪器,使标准器和被测直接辐射表对准太阳,取下辐射表遮光罩,清洁入射窗口,打开数据采集设备,预热 30 min 以上,同时检查标准器和被测直接辐射表输出信号的大小和稳定性。
- c) 当标准器为绝对腔体直接辐射表,直接辐射参考值按照其技术手册要求进行测量。对被测直接辐射表,盖上遮光罩,2 min 后,读取零位值,然后取下遮光罩,对准太阳并稳定运行 3 min 后,读取被测直接辐射表的测量值,采样时间间隔小于或等于 1 min,测量次数不少于 40 次,被测直接辐射表和标准器的测量时间应同步。
- d) 当标准器为标准直接辐射表,同时盖上标准器和被测直接辐射表遮光罩,2 min 后,测量标准器和被测直接辐射表的零位值,然后取下标准器和被测直接辐射表遮光罩,对准太阳并稳定运行 3 min 后,对标准器和被测直接辐射表同时进行太阳直接辐射的测量,采样时间间隔小于或等于 1 min,测量次数不少于 40 次,被测直接辐射表和标准器的测量时间应同步。
- e) 太阳辐射测量完毕后,盖上标准器和被测直接辐射表的遮光罩,2 min 后,复测标准器和被测直接辐射表的零位值,完成第一组测量。
- f) 打开辐射表遮光罩,对准太阳并稳定 3 min 以上,按照步骤 c)~e)完成下一组测量。

5.5.2.2 数据处理

数据处理步骤如下:

- a) 根据标准器和被测直接辐射表同时采集的瞬时值,按式(5)计算被测直接辐射表每次测量的灵敏度值 $K_{(i,j)}$ (修约到小数点后 3 位):

$$K_{(i,j)} = \frac{V_{(i,j)}}{E_{(i,j)}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$V_{(i,j)}$ ——被测直接辐射表的第 j 组第 i 个输出值减去两次零位的平均值,单位为微伏(μV);
 $E_{(i,j)}$ ——标准器的第 j 组第 i 个辐照度值减去两次零位的平均值,单位为瓦每平方米($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)。

- b) 按式(6)计算第 j 组灵敏度的平均值 $K_{(j)}$:

$$K_{(j)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{(i,j)} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

n ——测量次数。

- c) 按式(7)计算每组测量的标准偏差 s :

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [K_{(i,j)} - K_{(j)}]^2} \dots\dots\dots (7)$$

如果 $K_{(i,j)}$ 与 $K_{(j)}$ 之差的绝对值大于 $3s$ 时,剔除差值绝对值最大时对应的 $K_{(i,j)}$,重新计算 $K_{(j)}$ 和 s 值,直至所有 $K_{(i,j)}$ 与 $K_{(j)}$ 之差的绝对值小于或等于 $3s$ 。

- d) 对于具有 m 组的测量序列来说,按式(8)计算最后灵敏度的平均值 K (修约到小数点后 2 位):

$$K = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m K_{(j)} \dots\dots\dots (8)$$

5.5.3 零点偏移

5.5.3.1 测试方法

将被测直接辐射表放置在温度试验箱内,并与数字多用表或数据采集器连接。遮蔽温度试验箱的入射窗口,保持无光线照射到仪器感应面上。将温度试验箱初始温度控制在 $20\text{ }^\circ\text{C}$,稳定后,以 $5\text{ K} \cdot \text{h}^{-1}$ 的变化速率,按 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 的顺序改变温度,每个温度点上稳定 1 h 。以 1 s 的采样周期,测量温度开始变化后直接辐射表的输出电压值。

5.5.3.2 数据处理

按式(9)计算被测直接辐射表的零点偏移 P_i :

$$P_i = \frac{V_{(i,j)} - V_{(i,0)}}{K} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$V_{(i,j)}$ ——被测直接辐射表从第 i 个温度点以 $5\text{ K} \cdot \text{h}^{-1}$ 的变化速率向第 $i+1$ 个温度点变温过程中第 j 个输出电压值,单位为微伏(μV);

$V_{(i,0)}$ ——被测直接辐射表在第 i 个温度点稳定时输出的电压平均值,单位为微伏(μV);

K ——被测直接辐射表的灵敏度,单位为微伏平方米每瓦($\mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$)。

取 $|P_i|$ 最大的 P_i 值作为被测直接辐射表的零点偏移。

5.5.4 年稳定性

5.5.4.1 测试方法

将被测直接辐射表按 7.4 的规定贮存。一年内每隔三个月在室内测试环境下,采用相同的条件和

方法对被测直接辐射表进行一次测试。测试方法如下：

- a) 打开多功能辐射仪器性能测试设备光源,调节光源输出辐照度为 $(800 \pm 10) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$;
- b) 用标准直接辐射表在多功能辐射仪器性能测试设备工作台上寻找两个辐照度之差小于或等于 $10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的位置,将标准直接辐射表与被测直接辐射表分别安装在这两个位置,调节使辐射表感应面与光源入射方向垂直,并与数字多用表或数据采集器连接,预热 30 min;
- c) 以 10 s~15 s 的采样周期同时记录标准直接辐射表和被测直接辐射表的输出值,采样 10 次,完成一组测试,并分别计算二者各自的平均值,同时盖上遮光罩,待辐射表输出达到稳定后,记录二者零位输出值;
- d) 将两只表的位置互换,稳定 5 min,重复步骤 c),完成下一组测试。

5.5.4.2 数据处理

按式(10)计算标准直接辐射表和被测直接辐射表各自两组测量数据的平均值 V ：

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

V_1 ——第一组经零位修正后 10 次读数的平均值,单位为微伏(μV)；

V_2 ——第二组经零位修正后 10 次读数的平均值,单位为微伏(μV)。

按式(11)计算被测直接辐射表灵敏度 K_c ：

$$K_c = K_s \frac{V_c}{V_s} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

K_s ——标准直接辐射表的灵敏度,单位为微伏平方米每瓦($\mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$)；

V_c ——按式(10)计算的被测直接辐射表两次测量数据的平均值,单位为微伏(μV)；

V_s ——按式(10)计算的标准直接辐射表两次测量数据的平均值,单位为微伏(μV)。

一年内,每三个月用相同方法在室内对被测直接辐射表测试一次,共获得四个灵敏度值,按式(12)计算年稳定性 δ_K ：

$$\delta_K = \left(\frac{K_{c,i}}{\overline{K_c}} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$K_{c,i}$ ——四次测试中第 i 次测试获得的灵敏度值,单位为微伏平方米每瓦($\mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$)；

$\overline{K_c}$ ——四次测试的灵敏度平均值,单位为微伏平方米每瓦($\mu\text{V} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$)。

取 $|\delta_K|$ 最大的 δ_K 值作为被测直接辐射表的年稳定性。

5.5.5 温度响应

5.5.5.1 测试方法

按下列步骤进行：

- a) 将被测直接辐射表置于辐射仪器温度测试箱内,一只标准直接辐射表安装在温度试验箱外作为监测表,确保光源能够同时照射到被测直接辐射表和监测表感应面,将被测直接辐射表和监测表与数字多用表或数据采集器连接；
- b) 打开多功能辐射仪器性能测试设备光源,调节使辐照度大于或等于 $600 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ；
- c) 温度试验箱内应放置干燥剂以保持干燥,在整个温度测试范围内,测试区及进光窗口玻璃上不应出现(雾气、凝霜或结露等)现象。温度箱内放置仪器的支撑面不应随温度的变化引起位置

的改变；

- d) 选取温度测试点为-10℃、0℃、+10℃、+20℃、+30℃、+40℃，先将温度箱调节到一个测试点，稳定1h；
- e) 同步采集被测直接辐射表和监测表输出电压值，共采集10次，采样间隔10s~15s；
- f) 遮盖温度试验箱进光口和监测表入射窗口，待零位稳定，采集被测直接辐射表和监测表零位值，采集10次，采样间隔10s~15s；
- g) 将温度调节到下一个测试点，稳定1h，重复步骤e)~g)，完成其余测试点的测试。

5.5.5.2 数据处理

按照下列步骤进行：

- a) 按照式(13)计算监测表在20℃时的输出值相对于其在各温度测试点上输出值的比值：

$$K_i = \frac{n_{20}}{n_i} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

n_{20} ——监测表在20℃时经零位修正后的输出平均值，单位为微伏(μV)；
 n_i ——监测表在第*i*个温度测试点上经零位修正后的输出平均值，单位为微伏(μV)。

- b) 按式(14)计算被测直接辐射表各测试点的温度特性 F_i ：

$$F_i = \frac{N_i}{N_{20}} \cdot K_i \dots\dots\dots (14)$$

式中：

N_i ——被测直接辐射表在第*i*个测试点上经零位修正后的输出平均值，单位为微伏(μV)；
 N_{20} ——被测直接辐射表在20℃时经零位修正后的输出平均值，单位为微伏(μV)。

- c) 按照式(15)计算被测直接辐射表各温度测试点相对于20℃时温度响应 δ_i ：

$$\delta_i = (F_i - 1) \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

取 $|\delta_i|$ 最大的 δ_i 值作为被测直接辐射表的温度响应。

5.5.6 非线性

5.5.6.1 测试方法

按下列步骤进行：

- a) 打开多功能辐射仪器性能测试设备光源，用标准直接辐射表在多功能辐射仪器性能测试设备工作台上寻找两个辐照度之差小于或等于10 W·m⁻²的位置，将标准直接辐射表与被测直接辐射表分别安装在这两个位置，调节使辐射表感应面与光源入射方向垂直，并与数字多用表或数据采集器连接；
- b) 调节多功能辐射仪器性能测试设备输出辐照度，测试点分别为250 W·m⁻²、500 W·m⁻²、750 W·m⁻²、1 000 W·m⁻²，每个测试点稳定30 min后，以10s~15s的采样周期同时记录标准直接辐射表和被测直接辐射表的输出值，采样10次；
- c) 读取结束后盖上遮光罩，待仪器输出达到稳定后，以10s~15s的采样周期同时记录标准直接辐射表和被测直接辐射表的零位输出值，采样10次。

5.5.6.2 数据处理

以500 W·m⁻²辐照度时仪器输出为参考点，按式(16)计算各辐照度下被测直接辐射表的非线性 δ_i ：

中国气象局 购买单位： 2019-1024-0158-2792-5173 防伪编号： 0113191024185651 订单号：

$$\delta_i = \left(\frac{V_{c,i}/V_{s,i}}{V_{c,500}/V_{s,500}} - 1 \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$V_{c,i}$ ——被测直接辐射表在第 i 个测试点上 10 次采样值经零位修正后的平均值，单位为微伏 (μV)；

$V_{c,500}$ ——被测直接辐射表在 $500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 测试点上 10 次采样值经零位修正后的平均值，单位为微伏 (μV)；

$V_{s,i}$ ——标准直接辐射表在第 i 个测试点上 10 次采样值经零位修正后的平均值，单位为微伏 (μV)；

$V_{s,500}$ ——标准直接辐射表在 $500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 测试点上 10 次采样值经零位修正后的平均值，单位为微伏 (μV)。

取 $|\delta_i|$ 最大的 δ_i 值作为被测直接辐射表的非线性。

5.5.7 倾斜响应

5.5.7.1 测试方法

按下列步骤进行：

- a) 将被测直接辐射表对准光源固定在多功能辐射仪器性能测试设备工作台上，并与数字多用表或数据采集器连接，调节光源使入射光与仪器感应面垂直时的辐照度为 $(1\ 000 \pm 10) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ，预热 30 min，以 10 s~15 s 的采样周期连续测量被测直接辐射表输出值 10 次，计算测量值的平均值 V_{01} ，即 0° 倾斜(水平位置)的数据；
- b) 保持入射光线与感应面垂直，转动多功能辐射仪器性能测试设备的多维工作台，将直接辐射表依次倾斜 θ (30° 、 45° 、 60° 、 90°)，每个倾斜角度上稳定 10 min 后，以 10 s~15 s 的采样周期连续测量被测直接辐射表输出值 10 次，计算每个倾斜角度上测量值的平均值 V_θ ；
- c) 转动多维工作台，将被测直接辐射表返回初始位置，仍保持入射光线与感应面垂直，稳定 10 min 后，以 10 s~15 s 的采样周期连续测量被测直接辐射表输出值 10 次，计算测量值的平均值 V_{02} 。

5.5.7.2 数据处理

按式(17)计算倾斜 0° (水平位置)时的测量平均值 V_0 ：

$$V_0 = \frac{V_{01} + V_{02}}{2} \quad \dots\dots\dots (17)$$

按式(18)计算倾斜 θ 时的误差 δ_θ ：

$$\delta_\theta = \left(\frac{V_\theta}{V_0} - 1 \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (18)$$

取 $|\delta_\theta|$ 最大的 δ_θ 值作为被测直接辐射表的倾斜响应。

5.5.8 绝缘电阻

将被测直接辐射表外壳接地，用绝缘电阻测试仪测量辐射表一个信号输出端与地之间的绝缘电阻。

5.6 外壳防护等级

按照 GB/T 4208—2017 规定的试验方法进行试验。

5.7 环境适应性

按照附录 A 的试验方法对产品选取的环境适应性指标进行试验。

订购号：0113191024185651 防伪编号：2019-1024-0158-2792-5173 购买单位：客户单位：中国气象局

5.8 电磁兼容性

按照附录 B 的试验方法对产品选取的电磁兼容性指标进行试验。

6 检验规则

6.1 一般规定

6.1.1 检验分类

检验分为：

- a) 鉴定检验；
- b) 质量一致性检验。

注 1：鉴定检验的目的是确定承制方是否有能力生产符合本文件要求的产品。

注 2：质量一致性检验是对成批生产的产品进行的一系列试验，以判定所提交的检验批是否符合产品标准的要求。

6.1.2 检验设备

所使用的试验与检验设备，应具有检定、校准或检测确认。

6.2 检验项目

见表 2。

表 2 检验项目

项目 序号	检验项目	鉴定检验	质量一致性检验			技术要求 章条编号	试验方法 章条编号
			A 组	B 组	C 组		
1	组成和结构	●	●	—	—	4.1	5.3
2	外观	●	●	—	—	4.2	5.4
3	性能指标要求						
3	响应时间	●	●	—	—	4.3	5.5.1
4	灵敏度	●	●	—	—	4.3	5.5.2
5	零点偏移	●	—	●	—	4.3	5.5.3
6	年稳定性	●	—	○	—	4.3	5.5.4
7	温度响应	●	○	—	—	4.3	5.5.5
8	非线性	●	●	—	—	4.3	5.5.6
9	倾斜响应	●	—	●	—	4.3	5.5.7
10	绝缘电阻	●	—	—	●	4.3	5.5.8
11	外壳防护等级	●	—	—	●	4.4	5.6
12	环境适应性	●	—	—	●	4.5	5.7
13	电磁兼容性	●	—	—	○	4.6	5.8

注：●表示应进行检验的项目；○表示需要时进行检验的项目；—表示不进行检验的项目。

6.3 缺陷的判定

6.3.1 重缺陷

检测的测量性能误差超过规定的范围。

6.3.2 轻缺陷

只有外观有缺陷,但不影响仪器的性能。

6.4 鉴定检验

6.4.1 检验条件

鉴定检验在下列情况下进行:

- a) 新产品定型时;
- b) 主要设计、工艺、材料及元器件有重大变更时;
- c) 停产 2 年以上再生产时。

6.4.2 检验项目

按 6.2 进行。

6.4.3 抽样方案

在表 2 鉴定检验项目栏中,应按下列台数抽取检验样本:

- a) 项目 1~2,随机抽取 5 台样本进行。其中:
 - 小于 10 台的产品全部完成后抽取;
 - 大于 10 台的产品完成 10 台后抽取。
- b) 项目 3~10 由 a) 中检验合格的样本中随机抽取 2 台进行。
- c) 项目 11、12,由 a) 中检验合格的样本中随机抽取 1 台进行。
- d) 项目 13,由 a) 中检验合格的样本中随机抽取 1 台进行。

6.4.4 鉴定检验合格判据

表 2 中的项目 1~13 的检验过程中,允许出现 1 次~2 次轻缺陷,但不允许出现重缺陷,超过则判为不合格。

6.5 质量一致性检验

6.5.1 A 组检验

6.5.1.1 A 组检验应按表 2 中规定的检验项目逐台进行。

6.5.1.2 A 组检验中不允许出现重缺陷,若出现则判 A 组检验不合格。

6.5.1.3 对照检验项目规定的要求,分别累计缺陷数 and 不合格品数,并计算每百单位产品缺陷数 and 不合格品数,缺陷数应不大于 20,并且不合格品数应不大于 5,判断该批为合格,否则为不合格。

6.5.1.4 判为合格批,剔除批中出现的不合格品,修复成合格品,整批接收;判为不合格批,整批拒收,应经修复合格后重新交验。

6.5.2 B 组检验

6.5.2.1 B 组检验是抽样检验。

6.5.2.2 在 A 组检验合格的产品中,按 GB/T 2828.1—2012 检查水平 S-3 确定 B 组检验的样本数。当 C 组检验同时进行, B 组样本大小应增加,以提供 C 组检验所需的样本。

6.5.2.3 对照检验项目规定的要求检验样本,按重缺陷数的 AQL 不大于 6.5 的要求判定合格或不合格。

6.5.2.4 判为合格的批,剔除批中发现的不合格品,修复成为合格品,整批接收;判为不合格的批,则逐台检查,查明原因,将不合格品修复成合格品,按 GB/T 2828.1—2012 的加严检验一次抽样方案再交验。若仍不合格,则查明原因,全部返工,重新从 A 组开始检验。

6.5.3 C 组检验

6.5.3.1 连续生产的产品每两年进行一次 C 组检验;生产间断时间大于 6 个月时,每批都应进行 C 组检验;改变主要设计、工艺、元器件及材料时应进行 C 组检验。

6.5.3.2 样本抽取应在完成生产计划(大于 50 台)的 25% 后进行。在 A 组和 B 组检验合格的产品中,按 GB/T 2828.1—2012 的检查水平 S-1 确定样本数。

6.5.3.3 试验过程中出现故障允许修复,在不超过规定缺陷数的情况下,按下述要求继续进行试验:气候类环境试验,由发生故障的前一个测试阶梯继续进行试验;若修复故障时进行了重新调整,则应重新进行该项试验;机械类环境试验重做该项试验。

6.5.3.4 对照检验要求检验样本,按缺陷数的 AQL 不大于 25 的要求判定合格或不合格。若不合格应分析原因采取改进措施后重新进行 C 组检查。

6.5.3.5 C 组检验的结果所作的判定对该周期内所生产的产品有效。

6.5.4 合格判定

各组检验全部合格的产品批才能判定为质量一致性检验合格。

质量一致性检验中任一组检验不合格时,应中止检验,查明原因,整批采取改正措施。

再次抽样进行该组试验时仍不合格的仪器,则应停止检验。

6.5.5 受试样本的处置

6.5.5.1 经 A、B 组非破坏试验检验判为合格的检验批中发现的有缺陷的单位产品经返修和校正,并经再次检验合格后可以交付。

6.5.5.2 经 C 组环境试验的样本不应作为合格品交付。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

产品应包含下列标志:

- a) 制造厂名;
- b) 产品名称和型号;
- c) 出厂编号;
- d) 出厂日期;
- e) 出厂灵敏度。

7.1.2 包装标志

产品包装应包含下列标志:

- a) 产品名称、型号和数量；
- b) 制造厂名；
- c) 包装箱编号；
- d) 外形尺寸；
- e) 毛重；
- f) “小心轻放”“向上”“怕湿”“堆码”等，且符合 GB/T 191—2008 规定的标志。

7.2 包装

7.2.1 包装箱应牢固，内有防振动等措施。

7.2.2 每个包装箱内都有装箱单。

7.3 运输

包装后的产品无特殊要求时，应适合各种运输工具运输。

7.4 贮存

包装好的产品应贮存在环境温度 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度小于 80% 的室内，且周围无腐蚀性挥发物。

8 产品的成套性

应包含以下内容：

- a) 直接辐射表一台；
- b) 信号输出线；
- c) 使用说明书一份；
- d) 测试证书一份；
- e) 合格证一张；
- f) 保修单一份；
- g) 装箱清单一份。

附录 A

(规范性附录)

直接辐射表环境适应性要求和试验方法

A.1 环境适应性要求

A.1.1 气候条件

适用气候条件及其试验参数见表 A.1。

表 A.1 适用气候条件及试验参数

序号	环境参数	单位	试验参数
1	最低温度	℃	-40
2	最高温度		60
3	最低相对湿度	%	5
4	最高相对湿度		100
5	大气压力	hPa	700~1 060 (海拔高度<3 050 m) 450~700(海拔高度≥3 050 m)

A.1.2 机械条件

应符合以下正弦稳态振动的要求：

- a) 位移:1.5 mm;
- b) 加速度:5 m/s²;
- c) 频率范围:2 Hz~9 Hz;9 Hz~200 Hz。

A.1.3 化学活性物质

预定用于正常大气条件下的产品,应在材料、表面涂覆和工艺上采取必要的措施,使其具有一定的抗化学活性物质危害的能力。

预定工作在含盐大气条件下(如沿海)的产品,应在材料、表面涂覆和工艺上采取相应的措施,使其具有足够的抗化学活性物质危害的能力,在产品寿命期内不致因腐蚀而引起产品的失效。

A.1.4 机械活性物质

应满足以下机械活性物质条件：

- a) 沙:4 000 mg/m³;
- b) 尘(飘浮):20 mg/m³;
- c) 尘(沉积):2 000 mg/(m²·d)。

A.2 环境适应性试验

A.2.1 温度试验

A.2.1.1 试验条件

根据本标准规定的温度范围进行试验,试验时产品应处于非包装状态。

A.2.1.2 试验方法

A.2.1.2.1 总则

试验按 GB/T 2423.1 和 GB/T 2423.2 的有关规定进行。

A.2.1.2.2 常温试验

在常温条件下进行功能性测试。

A.2.1.2.3 低温/高温试验

降升温速率:应为 $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$,最大不超过 $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

恒温区允许温差: $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.2 交变湿热试验

A.2.2.1 试验条件

根据本标准规定的温湿度范围进行试验,试验时产品应处于非包装状态。

试验时,高温温度取环境温度上限加 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,试验周期为 2 d。降温阶段,相对湿度的下限为 85%。

A.2.2.2 试验方法

试验按 GB/T 2423.4 的有关规定进行。

A.2.2.3 试验过程中的控制

A.2.2.3.1 初始检测

试验前按本标准的规定进行外观、性能和电气性能检查。

A.2.2.3.2 中间测量

按本标准规定进行电气性能检测,检测次数不应少于 3 次,检测分布在试验过程的前、中、后阶段。

A.2.2.3.3 恢复

试验结束后,先停止加湿,然后取出受试样品在正常大气条件下恢复 24 h。

A.2.2.3.4 最后检测

试验结束并恢复后应对受试样品进行最后检测:

- 目测检查外观应无锈蚀、裂纹、涂覆层剥落等损伤,文字标志应清晰;电气接点无锈蚀;
- 性能测试结果应符合本标准之规定;
- 绝缘电阻、输出电信号等电气性能应符合本标准的规定。

A.2.3 低气压试验

A.2.3.1 试验条件

低气压试验条件应符合 GB/T 2423.21 的有关规定。

A.2.3.2 试验方法

按 GB/T 2423.21 进行,试验等级为 450 hPa,试验持续时间 4 h。

A.2.3.3 试验过程中的控制

A.2.3.3.1 初始测量

在正常大气条件下,按本标准规定进行外观检查及电气性能、机械性能的检测,受试样品处于正常工作状态。

A.2.3.3.2 最后检测

受试样品在试验过程中和结束后应一直保持正常工作状态,各种性能参数应在正常范围内。

A.2.4 喷水试验

A.2.4.1 试验条件

喷水试验条件应符合 GB/T 4208—2017 第 13 章的有关规定。

A.2.4.2 试验方法

按 GB/T 4208—2017 第 13 章的有关规定进行。

A.2.4.3 试验过程中的控制

A.2.4.3.1 初始测量

在正常大气条件下,按本细标准的规定进行外观检查及电气性能、机械性能的检测。

A.2.4.3.2 最后检测

受试样品在试验过程中应一直保持正常工作状态。

试验结束后,外观检查应文字标志清晰,表面无损伤;打开机壳后,内部应无渗水;电气性能及机械性能检测结果应符合本标准的规定。

A.2.5 正弦稳态振动试验

A.2.5.1 试验条件

根据 GB/T 2423.10 规定的振动试验参数进行试验,试验在包装状态下进行。

A.2.5.2 试验方法

试验按 GB/T 2423.10 的有关条件进行。

受试样品应经受三个轴向上的振动试验。若因振动设备限制,不能实现三个轴向上的振动试验时,对于允许改变正常放置位置的产品,可借助于改变放置位置予以实现;对于不允许改变正常放置位置的产

品,则延长一倍振动时间。

检查固定支架自身应无共振,然后固定受试样品,应模拟产品正常工作时的位置并紧固在振动台上,受试样品的重心应位于振动台面的中心区域。

应避免紧固受试样品的装置(螺栓、压板、压条等)在振动试验中产生自身共振。

A.2.6 盐雾试验

A.2.6.1 试验条件

试验条件应符合 GB/T 2423.17—2008 第 3 章、第 6 章的有关规定。

A.2.6.2 试验方法

试验样品数量一般为 3 件~5 件,特殊情况按 GB/T 2423.17—2008 规定进行。

试验采用连续喷雾法,持续时间不应少于 48 h。具体按 GB/T 2423.17—2008 的有关规定进行。

A.2.6.3 试验过程中的控制

A.2.6.3.1 初始检测

除去样品表面灰尘和油污,进行外观检查及其他项目的性能测定。

A.2.6.3.2 恢复

试验结束后,用流动水轻轻洗掉试验样品表面盐沉积物,再用蒸馏水漂洗,并放入 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中干燥 2 h,然后在正常大气条件下恢复 1 h~2 h。

A.2.6.3.3 最后检测

对恢复后的试验样品进行外观检查及电性能检测,结果应符合本标准的规定。

A.2.7 沙尘试验

A.2.7.1 试验条件

沙尘试验条件应符合 GB/T 2423.37 中试验 L 的有关规定。试验过程中受试样品处于非工作状态。

A.2.7.2 试验方法

按 GB/T 2423.37 中试验 L 的有关规定进行。

A.2.7.3 试验过程中的控制

A.2.7.3.1 初始测量

在正常大气条件下,按本标准的规定进行外观检查及电气性能、机械性能的检测。

A.2.7.3.2 最后检测

试验结束后进行最后检测,机箱内应无肉眼可见的明显积尘,电气性能及机械性能检测结果应符合本标准之规定。

附录 B

(规范性附录)

直接辐射表电磁兼容性要求和试验方法

B.1 电磁兼容性要求

B.1.1 静电放电抗扰度

信号端口、外壳端口的静电放电抗扰度至少应符合下列要求：

- 接触放电：GB/T 17626.2 1级，2 kV；
- 空气放电：GB/T 17626.2 2级，4 kV；
- 性能判据：GB/T 18268.1—2010，性能判据 B。

B.1.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度至少应符合下列要求：

- 信号端口：GB/T 17626.4 I/O 端口 2级，0.5 kV(5/50 ns, 5 kHz)；
- 性能判据：GB/T 18268.1—2010，性能判据 B。

B.1.3 浪涌(冲击)抗扰度

浪涌(冲击)抗扰度应符合下列要求：

- GB/T 17626.5 1级，0.5 kV(线对地，1.2/50 μ s、8/20 μ s 组合波)；
- 性能判据：GB/T 18268.1—2010，性能判据 B。

B.2 电磁兼容性试验

B.2.1 静电放电抗扰度试验

按 GB/T 17626.2 的试验方法，对信号端口实施接触放电 2 kV、空气放电 4 kV 的静电放电。

B.2.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

按 GB/T 17626.4 的试验方法，对信号端口实施 0.5 kV(5/50 ns, 5 kHz)电快速瞬变脉冲群。

B.2.3 浪涌(冲击)抗扰度试验

按 GB/T 17626.5 的试验方法，对信号端口施加 0.5 kV 浪涌冲击，试验位置为线对地，试验波形为 1.2/50 μ s、8/20 μ s 组合波。

中国气象局 专用

客户单位：

中国气象局 购买单位：客户单位： 2019-1024-0158-2792-5173 防伪编号： 0113191024185651 订单号：

附录 C
(规范性附录)

测试用标准仪器与设备的主要技术指标要求

C.1 绝对腔体直接辐射表技术指标

应符合下列要求：

- a) 开敞角： 5° ；
- b) 斜角： 1° ；
- c) 溯源到世界辐射中心(WRR)，不确定度： $\leq 0.3\%$ ($k=2$)。

C.2 自动太阳跟踪器主要技术指标要求

指标如下：

- a) 跟踪误差： $\pm 0.2^{\circ}$ ；
- b) 旋转天顶角： 90° ；
- c) 旋转方位角： 330° ；
- d) 工作模式：日历计算模式和光电传感器反馈模式，根据光照条件，可在两种模式之间自由切换；
- e) 防护等级：IP65；
- f) 转矩： $40\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

C.3 多功能辐射仪器性能测试设备主要技术指标要求

指标如下：

- a) 有效辐照面积： $\geq 60\text{ mm}\times 60\text{ mm}$ ；
- b) 辐照度在 $200\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\sim 1\ 100\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ 范围内可调；
- c) 辐照不均匀度 ($\phi\leq 60\text{ mm}$)： $\pm 1\%$ ；
- d) 辐照不稳定性 (2 h)： $\pm 1\%$ ；
- e) 光束准直角： $\leq 2^{\circ}$ ；
- f) 光谱辐照度分布按国际 A 级 AM1.5 太阳光谱匹配；
- g) 高度角和方位角的角度转动误差： $\pm 0.1^{\circ}$ 。

C.4 辐射仪器温度试验箱主要技术指标要求

指标如下：

- a) 温度范围： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 温度波动度： $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- c) 温度场均匀性： $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12936—2007 太阳能热利用术语
- [2] GB/T 19565—2017 总辐射表
- [3] GB/T 31163—2014 太阳能资源术语
- [4] ISO 9060:1990 Solar energy—Specification and classification of instruments for measuring hemispherical solar and direct solar radiation
- [5] World Meteorological Organization (WMO)-No.8 Guide to meteorological instruments and methods of observation,2014 edition
-

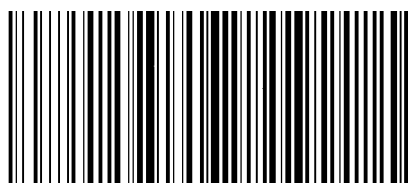
客户单位：中国气象局 专用

 **版权声明**

中国标准在线服务网(www.spc.org.cn)是中国标准出版社委托北京标科网络技术有限公司负责运营销售正版标准资源的网络服务平台,本网站所有标准资源均已获得国内外相关版权方的合法授权。未经授权,严禁任何单位、组织及个人对标准文本进行复制、发行、销售、传播和翻译出版等违法行为。版权所有,违者必究!

中国标准在线服务网
<http://www.spc.org.cn>

标准号: GB/T 37468-2019
购买者: 客户单位: 中国气象局
订单号: 0113191024185651
防伪号: 2019-1024-0158-2792-5173
时 间: 2019-10-24
定 价: 36元



GB/T 37468-2019

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
直 接 辐 射 表
GB/T 37468—2019

*

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.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年6月第一版

*

书号: 155066·1-62541

版权专有 侵权必究