



国防军工计量检定规程

JJG (军工) 147—2017

50℃~400℃面源黑体 检定规程

Verification Regulation for
50℃~400℃ Extended Area Blackbody

2017-12-27 发布

2018-04-01 实施

国家国防科技工业局 发布

**50℃~400℃面源黑体
检定规程**

Verification Regulation for
50℃~400℃ Extended Area Blackbody

JJG (军工) 147—2017

主要起草单位：国防科技工业光学一级计量站

参加起草单位：国防科技工业 1111 二级计量站

中国计量科学研究院

本规程主要起草人：

胡铁力（国防科技工业光学一级计量站）

马世帮（国防科技工业光学一级计量站）

郭 羽（国防科技工业光学一级计量站）

参加起草人：

俞 兵（国防科技工业光学一级计量站）

李四维（国防科技工业光学一级计量站）

孙红胜（国防科技工业 1111 二级计量站）

王彦飞（中国计量科学研究院）

张 玫（国防科技工业光学一级计量站）

目 录

1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计量特性	1
5 通用技术要求	2
5.1 外观	2
5.2 工作正常性	2
6 计量器具控制	2
6.1 检定条件	2
6.2 检定项目	3
6.3 检定方法	3
7 检定结果的处理	7
8 检定周期	7
附录 A 原始记录格式	8
附录 B 检定证书内页格式	10

50℃~400 面源黑体检定规程

1 范围

本规程适用于 50℃~400℃ 预留测温插槽（孔）面源黑体的首次检定、后续检定和使用中检查，其它类型面源黑体检定可参照执行。

2 引用文件

GJB 1826-93 323K~1273K 黑体辐射源检定规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 概述

面源黑体主要由辐射体和黑体温度测控仪组成。其中辐射体包含辐射面、加热器/制冷器、温度传感器等部分，如图 1 所示。

黑体温度测控仪通过测温传感器实时测量辐射体温度，通过加热器/制冷器实现辐射体温度控制，产生特定温度的红外辐射。

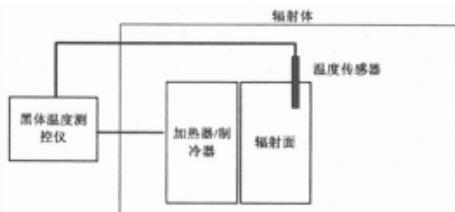


图 1 面源黑体组成图

面源黑体按温度可以分为：低温面源黑体、常温面源黑体、中温面源黑体和高温面源黑体。其中低温面源黑体的温度范围为-50℃~20℃，常温面源黑体的温度范围为 0℃~100℃，中温面源黑体的温度范围为 50℃~400℃，高温面源黑体的温度范围为 400℃~1000℃。

面源黑体主要用于红外焦平面阵列器件、红外热成像设备参数测试和标定，也用于星载红外扫描辐射计、各种分辨率的成像光谱仪、海水色扫描仪等航天红外遥感仪器的辐射标定以及红外测温仪等仪器设备的测试和标定。

4 计量特性

计量特性要求如表 1 所示。

表 1 计量特性

序号	参数	一等标准黑体	二等标准黑体	三等标准黑体
1	温度示值误差	0.06°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.06\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	0.2°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.2\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	0.5°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.5\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。
2	温度稳定性	0.06°C/h ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.06\% ^{\circ}\text{C/h}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	0.2°C/h ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.2\% ^{\circ}\text{C/h}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	0.5°C/h ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.5\% ^{\circ}\text{C/h}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。
3	辐射等效温度均匀性	0.2°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.2\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	0.5°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 0.5\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。	1.0°C ($t \leq 100^{\circ}\text{C}$ 时); $t \times 1\% ^{\circ}\text{C}$ ($t > 100^{\circ}\text{C}$ 时)。
4	发射率	≥ 0.93	≥ 0.90	≥ 0.85

注: t 为温度, 单位 $^{\circ}\text{C}$ 。

5 通用技术要求

5.1 外观

黑体的名称、规格型号、制造厂名、出厂编号应清晰。

5.2 工作正常性

黑体应无影响计量性能的电气、光学及机械故障和损伤。辐射面、腔体内表面涂料均匀, 表面无明显剥落、污染, 表面无划痕; 无漏水、漏电和其他异常现象。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

6.1.1 检定用设备

检定用设备应经过计量技术机构检定合格, 并在有效期内。

a) 精密测温仪

- 1) 温度测量范围: $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$;
- 2) 测量不确定度: $U=0.020^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

b) 铂电阻温度计

- 1) 温度测量范围: $100^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$;
- 2) 测量不确定度: $U=0.015^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

c) 标准点源黑体

- 1) 温度范围: $50^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$
- 2) 温度稳定性 0.2°C/h ;
- 3) 发射率 ≥ 0.99 。

d) 黑体辐射比对系统

- 1) 噪声等效温差: $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 环境条件

- a) 环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：20%~80%；
- c) 供电电源： $(220 \pm 10)\text{V}$ ， $50\text{Hz} \pm 2.5\text{Hz}$ ；
- d) 室内清洁，无腐蚀性气体。周围无影响仪器正常工作的电磁场，无杂散光干扰。

6.2 检定项目

面源黑体的检定项目见表 2。

表 2 检定项目

序号	检定项目名称	首次检定	后续检定	使用中检查
1	温度示值误差	+	+	+
2	温度稳定性	+	+	+
3	辐射等效温度均匀性	+	+	+
4	发射率	+	+	-
注：“+”为应检项目，“-”为可不检项目。				

6.3 检定方法

6.3.1 外观

采用目视方法检查，应符合 5.1 条规定。

6.3.2 工作正常性

手动和目视检查，应符合 5.2 条规定。

6.3.3 温度示值误差

a) 如图 2 所示，将被检面源黑体放置于光路中，选取其两端温度和中间温度为温度设置点。

b) 将被检面源黑体温度设置在其中一个温度设置点，将其温度稳定，并与标准点源黑体达到辐射平衡。

c) 将精密测温仪铂电阻测温探头插入面源黑体预留测温插槽（孔）。

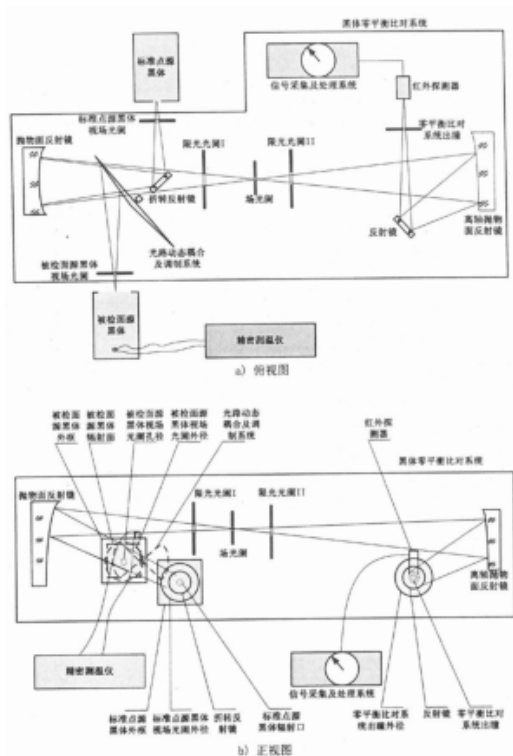


图2 面源黑体检定装置原理图

- d) 记录此时被检面源黑体的温度显示值 t_{dp-i} 和温度测量值 t_{g-i} 。
- e) 重复测量 10 次, 利用公式 (1) 计算温度示值误差 Δt 。

$$\Delta t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_{dp-i} - t_{g-i}) \quad (1)$$

式中:

t_{dp-i} ——被检面源黑体第 i 次温度显示值, $^{\circ}\text{C}$;

t_{g-i} ——被检面源黑体第 i 次温度测量值, $^{\circ}\text{C}$;

Δt ——温度示值误差, $^{\circ}\text{C}$;

N ——测量次数。

- f) 重复 6.3.3 b)~6.3.3 e) 步骤, 完成剩余温度设置点下的温度示值误差的检定。

6.3.4 温度稳定性

- a) 重复 6.3.3 a)~6.3.3 c) 步骤。
- b) 每隔 5 分钟测量一次温度, 测量 1 小时, 记录温度测量值。
- c) 利用公式 (2) 计算温度稳定性 t_{st} 。

$$t_{st} = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2} \quad (2)$$

式中:

t_{st} ——温度稳定性, $^{\circ}\text{C/h}$;

$t_{\max}$ ——1 小时内测量结果中最大温度值, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\min}$ ——1 小时内测量结果中最小温度值, $^{\circ}\text{C}$;

- d) 重复 6.3.4 a)~6.3.4 c) 步骤, 完成剩余温度设置点下的温度稳定性的检定。

6.3.5 辐射等效温度均匀性

- a) 如图 2 所示, 在检定面源黑体之前, 将黑体辐射比对系统调节到红外辐射零平衡状态 (引用 GJB 1826-93 323K~1273K 黑体辐射源检定规程中 5.2.4.2 条款)。

- b) 重复 6.3.3a)~6.3.3b) 步骤。

- c) 在被检面源黑体辐射面上选择 9 个或 9 个以上的辐射采样点, 在选择采样点之前, 先将面源黑体辐射面均分成 9 或 9 个以上相同大小的矩形区域, 取各个区域的中心作为采样点, 采样点选取示意图如图 3 所示。取其中一个采样点进行测试。

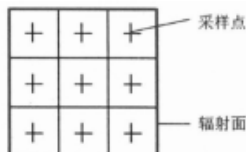


图 3 采样点选取示意图

d) 调节标准点源黑体温度, 直至被检面源黑体辐射面上这一采样点辐射与标准点源黑体辐射达到量值相等。记录此时的标准点源黑体温度 t_{0-i} , 得到下式:

$$t_{B-i} = (\epsilon_0 \cdot (t_{0-i} + 273.15)^4)^{\frac{1}{4}} - 273.15 \quad (3)$$

式中:

t_{B-i} ——测量某一采样点时被检面源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

ϵ_0 ——标准点源黑体发射率;

t_{0-i} ——某一采样点辐射量相等时标准点源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

通过(3)式计算得到 t_{B-i} 的值, 即为面源黑体辐射面上这一采样点的辐射等效温度 t_{e-i} 。

e) 依次完成被检面源黑体辐射面上所有采样点的辐射等效温度测试, 依据公式 (4) 计算面源黑体辐射等效温度均匀性的测量值 t_{UN} , 公式如下:

$$t_{UN} = \delta_{\max}(|t_{e-i} - \bar{t}_{e-i}|) \quad (4)$$

式中:

$i = 1, 2, \dots, n$;

t_{UN} ——面源黑体辐射等效温度均匀性, $^{\circ}\text{C}$;

t_{e-i} ——面源黑体辐射面上某一采样点的辐射等效温度, $^{\circ}\text{C}$;

$\bar{t}_{e-i}$ ——面源黑体的辐射面上所有采样点的辐射等效温度平均值, $^{\circ}\text{C}$;

n ——面源黑体辐射面上取样点数目。

f) 重复 6.3.5 a)~6.3.5 e) 步骤, 完成剩余温度设置点下的辐射等效温度均匀性检定。

6.3.6 发射率

a) 重复 6.3.5 a)~6.3.5 b) 步骤。

b) 重复 6.3.5 c) 步骤。

c) 如图 2 所示, 依次将被检面源黑体各采样点与标准点源黑体进行辐射比对, 分别记录辐射量相等时标准点源黑体温度 t_{0-i} 以及被检面源黑体温度 t_{B-i} 。

d) 测量所有采样点对应 t_{0-i} 和 t_{B-i} 。

e) 由公式 (5) 计算出被检面源黑体的温度 t_B :

$$t_B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{B-i} \quad (5)$$

式中:

$i = 1, 2, \dots, n$;

t_B ——被检面源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_{B-i} ——测量某一采样点时被检面源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

n ——面源黑体辐射面上取样点数目。

f) 由公式 (6) 计算出被检面源黑体的发射率 ε_B ;

$$\varepsilon_B = \varepsilon_0 \cdot \frac{1}{n} \cdot \left[\frac{\sum_{i=1}^n (t_{0-i} + 273.15)^4}{(t_B + 273.15)^4} \right] \quad (6)$$

式中:

$i=1, 2, \dots, n$;

ε_B ——被检面源黑体发射率;

ε_0 ——标准点源黑体发射率;

t_{0-i} ——与被检面源黑体辐射面某一采样点的辐射量相等时标准点源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_B ——被检面源黑体的温度, $^{\circ}\text{C}$;

n ——面源黑体辐射面上取样点数目。

g) 重复 6.3.6 a)~6.3.6 f) 步骤, 完成剩余温度设置点下的发射率检定。

7 检定结果的处理

检定合格的面源黑体出具检定证书; 检定不合格的面源黑体出具检定结果通知书, 并注明不合格项。

8 检定周期

面源黑体检定周期一般不超过 12 个月。

附录 A

原始记录格式

共 页 第 页

客 户 名 称		所用计量标准		环境条件									
被检(校)件		型 号/规 格		温 度									
型 号/规 格		证 书 编 号		相对湿度									
编 号		最大允差/准确度 等级/不确定度		其 它									
制 造 商				检定日期									
证 书 号		依据的技术文件											
1、外观：													
2、工作正常性：													
3、温度示值误差检定结果													
设置温度/℃													
测量序次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
显示温度/℃													
测量温度/℃													
温度示值误差/℃													
平均值/℃													
标准偏差/℃													
4、温度稳定性检定结果													
设置温度/℃													
测量序次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
温度/℃													
平均值/℃													
标准偏差/℃													
温度稳定性/℃/h													

5、辐射等效温度均匀性检定结果

设置温度/℃									
标准点源黑体发射率									
测量点位	1	2	3	4	5	6	7	8	9
标准点源黑体温度/℃									
辐射等效温度/℃									
辐射等效温度平均值/℃									
辐射等效温度均匀性/℃									

6、发射率检定结果

测量点位	1	2	3	4	5	6	7	8	9
发射率									
发射率平均值									
发射率标准偏差									

备 注	
-----	--

检定员_____

核验员_____

附录 B

检定证书内页格式

检定结果

Results of Verification				
1、外观:				
2、工作正常性:				
3、检定结果				
设置温度/℃				
实测温度/℃				
	参数			
	温度示值误差/ ℃	温度稳定性/℃/h	辐射等效温度均匀 性/℃	发射率
检定结果				
检定结论				
以下空白				

国防军工计量检定规程

50℃~400℃面源黑体

JJG (军工) 147—2017

国家国防科技工业局发布