



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 10066.9—2008/IEC 61308:2005  
代替 GB/T 14809—2000

## 电热装置的试验方法 第 9 部分：高频介质加热装置 输出功率的测定

Test methods for electroheat installations—  
Part 9: The determination of power output for high-frequency  
dielectric heating installation

(IEC 61308:2005, High-frequency dielectric heating installations—  
Test methods for the determination of power output, IDT)

2008-09-24 发布

2009-08-01 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 范围和目的 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验负载 .....	2
4.1 概述 .....	2
4.2 量热计负载 .....	2
4.3 白炽灯负载 .....	2
4.4 匹配阻性负载 .....	2
4.5 湿沙负载 .....	2
5 试验方法 .....	2
5.1 概述 .....	2
5.2 量热计负载法 .....	2
5.3 白炽灯负载温度法 .....	4
5.4 匹配阻性负载法 .....	5
5.5 湿沙负载法 .....	5
5.6 高频介质塑料热合机输出功率的估算 .....	6
5.7 对 B 型设备输出功率的估算 .....	7
附录 A (资料性附录) 白炽灯负载法的推荐试验电路 .....	8
图 1 量热计负载示例 .....	3
图 2 筒型量热计负载示例 .....	4
图 3 白炽灯负载电路 .....	4
图 4 白炽灯负载示例 .....	5
图 5 白炽灯负载结构 .....	5
图 6 塑料热合试验电极 .....	6
图 A.1 白炽灯负载法的推荐试验电路 .....	8

## 前 言

GB/T 10066《电热装置的试验方法》现有 13 个部分：

- 第 1 部分：通用部分(GB/T 10066.1—2004, IEC 60398:1999, MOD)；
- 第 2 部分：有心感应炉(GB/T 10066.2—2004, IEC 60396:1991, MOD)；
- 第 3 部分：无心感应炉(GB/T 10066.3—2004, IEC 60646:1992, MOD)；
- 第 31 部分：高频感应加热装置发生器输出功率的测定(GB/T 10066.31—2007, IEC 61922:2002, IDT)；
- 第 4 部分：间接电阻炉(GB/T 10066.4—2004, IEC 60397:1994, NEQ)；
- 第 5 部分：等离子装置(GB/T 13535—1992 电热用等离子设备试验方法, neq IEC 60680:1980)；
- 第 6 部分：工业微波加热装置输出功率的测定方法(GB/T 10066.6—2008, IEC 61307:2006, IDT)；
- 第 7 部分：具有电子枪的电热装置(GB/T 10066.7—2004, IEC 60703:1981, NEQ)；
- 第 8 部分：电渣重熔炉(GB/T 10066.8—2006, IEC 60779:2005, IDT)；
- 第 9 部分：高频介质加热装置输出功率的测定(GB/T 10066.9—2008, IEC 61308:2005, IDT)；
- 第 10 部分：直接电弧炉(GB/T 10066.10—2005, IEC 60676:2002, MOD)；
- 第 11 部分：埋弧炉(GB/T 10066.11—2005, IEC 60683:1980, MOD)；
- 第 12 部分：红外加热装置(GB/T 10066.12—2006)。

注：某些现有电热装置的试验方法未采用分部编号(如括号内所示)，在修订时将改为上述规定的分部编号。

本部分为 GB/T 10066 的第 9 部分，应与 GB 5959.9—2008《电热装置的安全 第 9 部分：对高频介质加热装置的特殊要求》配合使用。

本部分等同采用 IEC 61308:2005《高频介质加热装置 输出功率的测定方法》，后者采纳了我国多条意见，其中的附录 A 为我国提出的试验电路。

为便于使用，对于 IEC 61308:2005，本部分做了下列编辑性修改：

- “本标准”一词改为“本部分”；
- 删除国际标准的前言；
- 改《高频介质加热装置 输出功率的测定方法》为《电热装置的试验方法 第 9 部分：高频介质加热装置输出功率的测定》，英文名称对应修改；
- 增加“该装置包括高频发生器和用于加热材料的电容器，根据需要还可包括必要的机械装置”。

本部分代替 GB/T 14809—2000《高频介质加热设备输出功率的测量方法》，与后者相比的主要技术变化如下(部分仅列项目名称)：

- 全文“本标准”改为“本部分”，按 GB/T 1.1—2000 编排格式修改例如第 2 章、第 3 章等标题以及相应的引文；
- 适用范围增加“竹材”；
- 改原标准中“加热、热合、软化和干燥等热加工工艺”为“熔化、干燥、热合、灭虫和粘结等热加工的工业用高频介质加热装置”；
- 等同采标，增加“注”的全部内容；
- 删去“其输出端子是易连接的”；

- 按采标标准编写术语和其定义,增加“3.1 A型设备”、“3.2 B型设备”、“3.3 A型设备的有用输出功率”、“3.4 B型设备的有用输出功率”和“3.5 塑料热合试验电极”的术语和定义;
- 增加“4.1 概述”;
- 等同采标标准编号和标题,对应修改原标准中4.1~4.4;
- 增加“4.5 湿沙负载”;
- 增加“5.1 概述”;
- 等同采标标准编号和标题,对应修改原标准中5.5.1、5.2和5.4;
- 增加“5.5 湿沙负载法”、“5.6 高频介质塑料热合机输出功率的估算”、“5.7 对B型设备输出功率的估算”;
- 等同采标标准图号和标题,对应修改原标准中“图1a)、图1b)、图2”;
- 增加“图4 白炽灯负载示例”、“图5 白炽灯负载结构”、“图6 塑料热合试验电极”。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本部分起草单位:西安电炉研究所有限公司。

本部分主要起草人:刘西萍、葛华山。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB 14809—1993、GB/T 14809—2000。

# 电热装置的试验方法

## 第9部分：高频介质加热装置

### 输出功率的测定

#### 1 范围和目的

GB/T 10066 的本部分规定了高频介质加热装置输出功率的测定方法。

本部分适用于在自然气氛和保护气氛(例如惰性气体或真空中),对诸如塑料、木材、橡胶、织品、玻璃、陶瓷、纸张、竹材和食品等部分导电或非导电材料进行熔化、干燥、热合、灭虫和粘结等热加工的工业用高频介质加热装置。

本部分涉及标称频率为 1 MHz~300 MHz,额定有用输出功率大于 50 W 的高频介质加热装置。

本部分的主要目的是在对电热电源进行试验时,促使其符合 GB 5959.9—2008 中 6.4 规定的要求。它基本上不作高频加热的某种可能应用以满足用户的要求。介质加热的应用很广,因此,这些试验所获得的任何输出功率值总是不宜用来表示某一具体的介质加热装置能消耗的功率,但在某些情况下,该输出功率值会用来表示该装置的性能。

例如,加热炉料所需要的功率与其材质、加热温度、环境湿度以及电极系统的结构有关。

注:在加热其介质参数随时间和/或温度而显著变化的炉料时,用实际炉料所获得的输出功率值可与在标准试验条件下所获得的值不同。

对在国际电信联盟(ITU)指定频带外工作的装置,发生器的频率是跟随输出电路的谐振频率,这样,输出功率甚至在手动调谐输出电路的情况下,能在工作周期内保持相当的稳定。因此,按照本部分,试验很好地表示了在实际工作条件下的真实输出功率。

对在国际电信联盟(ITU)指定频带内工作的装置,发生器的频率保持稳定,但输出电路的谐振频率随负载介质参数的变化而变化。因此,工作周期内的平均输出功率值可比在试验条件下获得的值低得多。该值取决于自动调谐系统的时间响应。

本部分适用于在额定条件下连续正常运行的设备。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 10066 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 2900.23—2008 电工术语 工业电热装置(IEC 60050-841:2004, IDT)

GB 5959.9—2008 电热装置的安全 第9部分:对高频介质加热装置的特殊要求(IEC 60519-9:2005, IDT)

#### 3 术语和定义

GB/T 2900.23—2008 和 GB 5959.9—2008 确立的以及下列术语和定义适用于本部分。

##### 3.1

**A 型设备 type A equipment**

具有与施加器分离的介质加热发生器的设备,例如其高频功率可通过同轴电缆传输给该施加器。

### 3.2

#### **B 型设备 type B equipment**

具有直接与施加器耦合的介质加热发生器的设备,例如发生器位于塑料热合压机内。

注:在某些情况下,介质加热发生器直接与加热室相接且不能与它分离的设备能按 A 型设备处理。

### 3.3

#### **A 型设备的有用输出功率 useful output power-type A equipment**

在本部分所述的试验负载中测得的最大功率。

注:在 A 型设备中,发生器的输出端子是可接近的或加热电容器允许进行湿沙试验。在某些情况下,能拆开粘结压机或热合压机的部件以便接近输出端子。有用输出功率将等于或大于额定有用输出功率。

### 3.4

#### **B 型设备的有用输出功率 useful output power-type B equipment**

由测得的电压和电流计算而得的振荡功率。

注: B 型设备的设计不允许连接试验负载。因此,仅能规定估算的有用输出功率(见 5.7)。对个别的该类设备,可给出产量。例如每小时被加热的件数,或者输出功率能通过塑料热合试验电极来估算。有用输出功率将等于或大于额定有用输出功率。

### 3.5

#### **塑料热合试验电极 plastic welding test electrode**

由间距为 20 mm 的两个 2 mm 厚、20 mm 高和尽可能长的平行直条形件组成的刀刃热合电极。

## 4 试验负载

### 4.1 概述

高频介质加热装置所用的有用输出功率试验负载有四种不同的类型。这里只给出一些主要的,其具体结构应符合通用的工程技术要求。试验负载的结构宜尽可能反映工作负载的特性。

量热计负载、白炽灯负载和阻性负载可测量介质加热发生器的输出功率。湿沙负载可测量介质加热装置(如在 GB 5959.9—2008 中所定义的)的有用输出功率。

对塑料热合机,用 3.5 中定义的电极进行的试验可估算介质加热装置的输出功率。

### 4.2 量热计负载

量热计负载用于测定功率等于和大于 1 kW 呈阻容性负载的有用输出功率。

### 4.3 白炽灯负载

白炽灯负载用于测定功率小于和等于约 1 kW 的有用输出功率。可通过选择单个灯的功率大小以及采用多个灯串、并联连接来达到负载匹配。

### 4.4 匹配阻性负载

匹配阻性负载用于负载能与高频输出端子连接的场合。

### 4.5 湿沙负载

本负载由放入加热电容器内的湿沙组成,能用于发生器的高频输出端子不可接近的某些场合。

## 5 试验方法

### 5.1 概述

工作人员可接近处的电磁场值应符合国家的和/或国际的安全规范。

测量装置不宜受高频电磁场的影响。

对所有的量热计法,应注意在尽量靠近负载处测量出水口温度。

### 5.2 量热计负载法

本法典型例子如图 1 和图 2 所示,但允许对其他设计作某些改动。测量元件由玻璃或其他低功率损耗材料制成,并包括由非磁性金属材料(如铜或铝)制成的两个电极。

发生器的输出端与该两电极相接,作为功率吸收媒质的水历经该负载。电极间距可调,以匹配负

载。为了在发生器与负载之间取得最佳的阻抗匹配,有必要使用调谐电路以得到所需的输出功率。

水流量推荐为约 1 L/min · kW,但不得小于 0.5 L/min · kW。

水流应充分匀和,以免在负载中产生局部水温过热。

为了避免形成有可能导致喷发的水蒸气,宜对水流量进行监控,如采用流量联锁开关。

进水温度应不超过 35 °C。

出水温度应不超过 60 °C。

为了保证测量的准确度,进水温差应不低于 10 K。

水的单位电导率应在 200 μS/cm~600 μS/cm 之间。

测量应在负载处于热平衡时进行。

输出功率由式(1)计算:

$$P = \frac{4.1868 \times Q \times \Delta T}{60} \approx 0.07 \times Q \times \Delta T \dots\dots\dots(1)$$

式中:

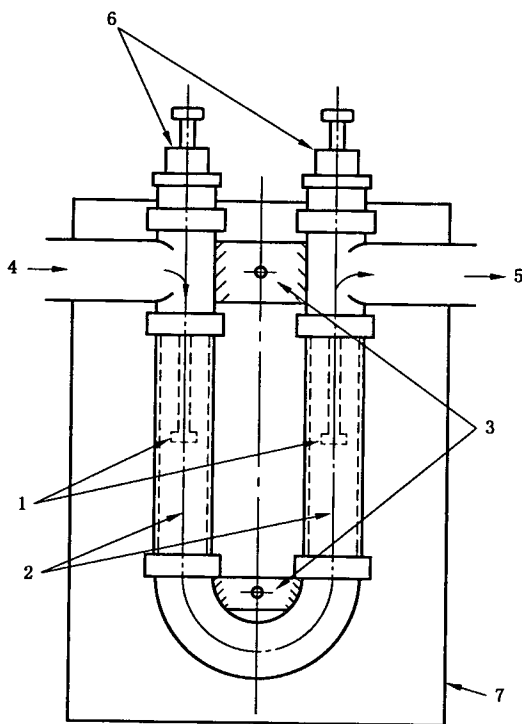
$P$ ——输出功率,单位为千瓦(kW);

$Q$ ——水流量,单位为升每分钟(L/min);

$\Delta T$ ——进水温差,单位为开尔文(K)。

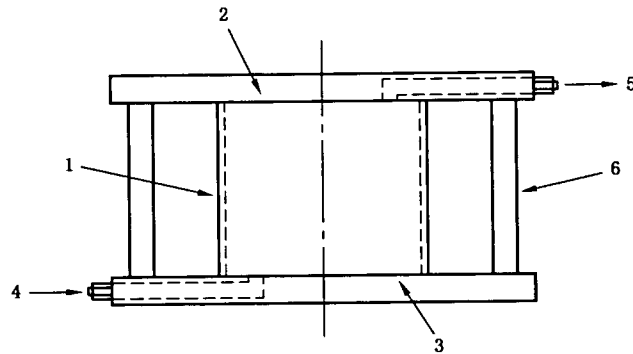
注: 1 cal=4.1868 J。

输出功率的测量准确度应在±5%以内。



- 1——电极;
- 2——玻璃管;
- 3——高频端子;
- 4——流自测温点的进水口;
- 5——流向测温点的出水口;
- 6——密封塞;
- 7——屏蔽箱。

图 1 量热计负载示例

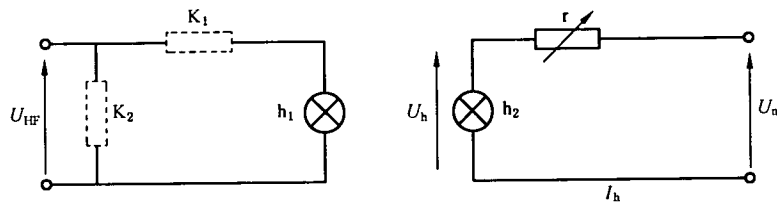


- 1—水密封绝缘筒；
- 2—铝制顶电极；
- 3—铝制底电极；
- 4—进水口；
- 5—出水口；
- 6—绝缘支柱。

图 2 筒型量热计负载示例

### 5.3 白炽灯负载温度法

图 3 为白炽灯负载温度法的典型电路。根据试验装置功率的大小,可把几个白炽灯并联成一组。把灯组  $h_1$  连接到发电机的输出端子上。该法能用于发电机的输出端子可接近的场合。白炽灯应该用尽可能短又等长的低电感导线连接。



- $K_1, K_2$ ——外加电抗；
- $r$ ——可调电阻器；
- $h_1$ ——白炽灯负载；
- $h_2$ ——比较用白炽灯；
- $U_n$ ——工频电源电压；
- $U_h$ ——灯电压；
- $U_{HF}$ ——发生器高频电压；
- $I_h$ ——灯电流。

图 3 白炽灯负载电路

所用白炽灯的数量取决于试验设备的额定输出功率。这些灯应能消耗该额定输出功率。推荐使用灯丝引线短的灯。

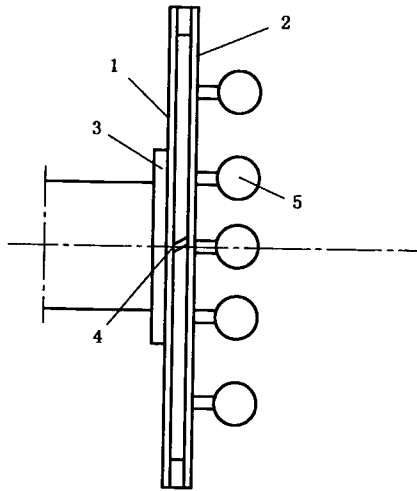
把相同灯丝的灯  $h_2$  接到电压可调的工频电源上,调节电压使其灯温与  $h_1$  相同。测量灯  $h_2$  的电压和电流,其乘积为  $h_2$  的消耗功率,即高频发生器的高频输出功率。

当频率高于 30 MHz 时,不推荐使用此法;当频率高于 100 MHz 时,此法实际上是不适用的。图 4 为白炽灯负载的示例。在该例中,集中布放白炽灯,以使各灯的连接电感相等。图 5 为白炽灯负载结构。

注:考虑到介质强度和较好的可比性,这些白炽灯所加最高电压宜为其额定电压的 70%。更大的负荷也是可以的,但某些灯丝可能会烧断。宜使用的白炽灯的最大标称功率为 100 W。最大功率为 200 W 的白炽灯能使用于较低的频率。

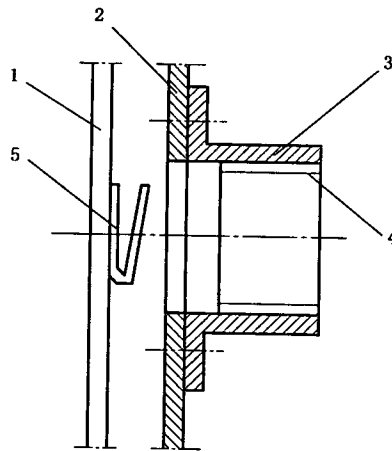
典型的温度测量装置可包括光电池(见附录 A)或高温计。输出功率测量的准确度应在  $\pm 5\%$  以内。





- 1——圆形接地板；
- 2——处于高频电压的板；
- 3——发生器的接地输出端；
- 4——与发生器“热”输出端的连接；
- 5——呈圆周排列的白炽灯。

图 4 白炽灯负载示例



- 1——局部的圆形接地板；
- 2——处于高频电压的板；
- 3——带法兰盘的黄铜管；
- 4——E27 螺紋；
- 5——硅青铜弹簧。

图 5 白炽灯负载结构

#### 5.4 匹配阻性负载法

匹配阻性负载为低电抗电阻器，采用空气自然对流冷却、强迫风冷或水冷。它通常用特性阻抗为  $50 \Omega$  的同轴电缆与发生器相连接，也可选用不同特性阻抗值的其他电缆。

测量仪表通过测量电阻器上的电流或电压直接以  $I^2 R$  或  $U^2/R$  指示功率。匹配阻性负载可选用功率等级为几十瓦到几百千瓦的市售产品。

典型的测量准确度在  $\pm 2.5\% \sim \pm 5\%$  之间，这取决于不同的设计。

#### 5.5 湿沙负载法

采用湿沙负载测量输出功率时，将扁平的玻璃或低损耗塑料容器或者金属盘放入加热电容器内的

接地电极上。

用任何方法对所需量的沙子进行干燥,例如在加热电容器中进行干燥,然后冷却到环境温度。

把适量的干沙子放在加热电容器中的盘内。每 1 kW 输出功率宜使用约 2 kg 沙子。然后将处于环境温度下的自来水加入沙内,每 1 kW 输出功率约加 1 kg 水。

给被试验装置通电,最好先送低功率并很快使其与负载匹配和输入最大功率,然后在水被完全蒸发前停电。

对仍保留一定水分的沙子再进行称重,求得试验结束时沙内的含水量。

高频输出功率按下式计算:

$$P = \frac{4.1868 \times Q_1 \times (100 - t_1)}{T} + \frac{2240 \times (Q_1 - Q_2)}{T} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- P——高频输出功率,单位为千瓦(kW);
- Q<sub>1</sub>——试验开始时沙内含水量,单位为千克(kg);
- Q<sub>2</sub>——试验结束时沙内含水量,单位为千克(kg);
- t<sub>1</sub>——试验开始时的环境温度,单位为开尔文(K);
- T——试验负载以最大功率的加热时间,单位为秒(s)。

本法功率测定的准确度为±10%~±20%的数量级。

注: 1 cal=4.1868 J;水的蒸发热=2240 kJ/kg。

### 5.6 高频介质塑料热合机输出功率的估算

对高频介质塑料热合机,当其发生器的输出端可接近时,应该用在 5.2、5.3 和 5.4 中所述方法之一对发生器的有用输出功率进行测定。在某些情况下,应移去压机的一些部件以便测量。

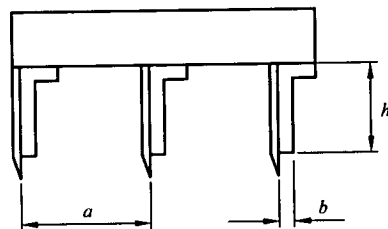
如果发生器的输出端不可接近,则可用在 3.5 中所定义的介质刀刃热合电极进行试验。图 6 为试验电极的尺寸。该电极的零件宜尽可能与热合压机的已知尺寸相符。

注 1: 下述试验得以对本装置的输出功率进行估算。除测定发生器本身的输出功率外,本试验甚至还能进行其他的测量。

按制造厂的技术要求,把两片要加热的材料连同合适的绝缘板(例如压板)放置在工作台上。如果需要的话,通电对电极进行附加升温。按制造厂说明书的要求,使输出电路与发生器的输出相匹配。在进行几次初步试验,最多十次试验后,确定加热时间和冷却时间。

应对热合缝进行肉眼检查。假定电极每平方厘米有效表面的功率为 30 W,则可确定装置(带压机的发生器)的输出功率。

注 2: 为了选择仍能得到完美热合的最大电极,有必要进行不同电极的试验。热合的材料(例如 PVC)和层厚宜由制造厂和用户商定。



- a——两电极的间距, a=20 mm;
- b——电极宽度, b=2 mm;
- h——电极高度, h=20 mm。

注: 电极的高度影响杂散电容并影响加热过程。

图 6 塑料热合试验电极

### 5.7 对 B 型设备输出功率的估算

对 B 型设备,不可能对输出功率进行直接测量。因此,应进行计算。对给定的阳极电压和所用电路(一个或多个电子管),振荡功率从制造厂有关电子管(或其他元件)的数据中取得。输出功率为振荡功率乘以高频电路的估计效率,后者通常为 0.8。

注:对特定种类的设备,可给出其产量,例如每小时的加热件数,或者能通过塑料热合试验电极估算输出功率。

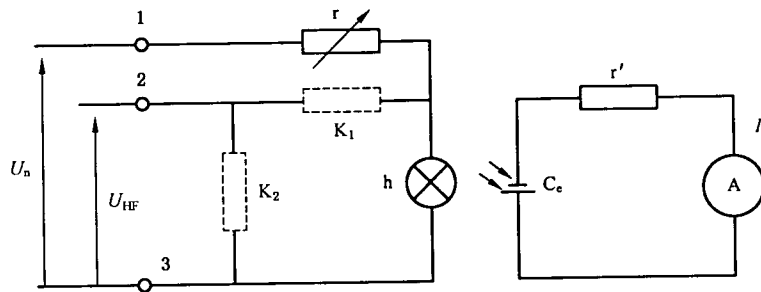
附录 A  
(资料性附录)

白炽灯负载法的推荐试验电路

图 A.1 中,  $C_e$  是硅光电池, 其在白炽灯 h 的照射下, 在由光电池  $C_e$ 、电阻器  $r'$  和直流电流表 A 组成的电路中产生直流电流  $I'$ 。

首先, 把白炽灯 h 通过端子 1 和 3 与工频电压  $U_n$  相接, 并调节电阻器  $r$  来改变白炽灯 h 的亮度。测量白炽灯 h 的电压和电流, 其乘积为功率  $P$ 。同时, 测量电流  $I'$ , 画出曲线  $P=f(I')$ 。

然后, 不接工频电压, 使白炽灯 h 通过端子 2 和 3 与高频电压  $U_{HF}$  相接, 测量电流  $I'$ , 则以曲线  $P=f(I')$  中可查得发生器的高频输出功率。



- A——直流电流表;
- $C_e$ ——硅光电池;
- $K_1$ 、 $K_2$ ——外加电抗器;
- $r$ ——可调电阻器;
- $r'$ ——电阻器;
- h——白炽灯;
- $I'$ ——直流电流;
- $U_n$ ——工频电压;
- $U_{HF}$ ——发生器的高频电压;
- 1、2、3——端子。

图 A.1 白炽灯负载法的推荐试验电路

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电 热 装 置 的 试 验 方 法  
第 9 部 分：高 频 介 质 加 热 装 置  
输 出 功 率 的 测 定

GB/T 10066.9—2008/IEC 61308:2005

\*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号  
邮 政 编 码：100045

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

电 话：68523946 68517548

中 国 标 准 出 版 社 秦 皇 岛 印 刷 厂 印 刷  
各 地 新 华 书 店 经 销

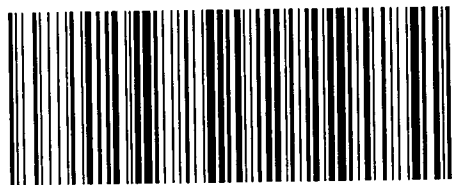
\*

开 本 880×1230 1/16 印 张 1 字 数 20 千 字  
2009 年 1 月 第 一 版 2009 年 1 月 第 一 次 印 刷

\*

书 号：155066·1-35237 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)68533533



GB/T 10066.9-2008