

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB 5778—91

**高频感应加热电源装置输出功率
测量方法**

1991—10—17发布

1992—10—01实施

中华人民共和国机械电子工业部 发布

高频感应加热电源装置输出功率测量方法

1 主题内容与适用范围

本标准规定了高频感应加热电源装置(简称电源装置)输出功率的测量方法。

本标准适用于高频振荡器的输出频率高于 10kHz 用于表面与局部加热淬火、透热、熔炼和焊接等各种感应加热电源装置输出功率的测量。

2 引用标准

- | | |
|------------|--------------------|
| GB 1800 | 公差与配合 总论 标准公差与基本偏差 |
| GB 2900.23 | 电工名词术语 工业电热设备 |
| GB 5959.1 | 电热设备的安全 第一部分 通用要求 |
| ZB Y270 | 工业玻璃温度计和实验玻璃温度计 |

3 术语

除下列术语外,本标准中所用名词术语的定义可参见 GB 2900.23 和 GB 5959.1 第 2 章。

3.1 高频振荡器

指工作频率在 10kHz 以上的一种电子变频器,它是电源装置的重要组成部分。常用频率在 25kHz 和 5MHz 之间,输出功率从几瓦特起至几兆瓦。

3.2 输入功率

指电源装置从电源网络中取得的功率,它与高频振荡器输出端子上连接的负载有关。

3.3 额定输入容量

指电源装置在额定电压、额定电流和额定输出功率条件下的视在功率。

3.4 输出功率

指电源装置运行时连接在高频振荡器输出端子上负荷所吸收的功率。

3.5 额定输出功率

指电源装置在额定工作条件下运行时,其振荡器的输出端子处于最佳匹配状态下持续不断给出的功率。

3.6 振荡器输出端子

指高频振荡器与感应器直接连接或通过一个变换环节(或一个中继线)与感应器相连接的端子。该变换环节(或中继线)是高频振荡器的组成部分。

3.7 测头

量热计的一个组成部分,它具有一定的测量特性和材料特性,被测的高频电能通过它而转换成热量。

3.8 电极

指供电用的,置于作为测量用的高频电阻的电解槽里的导电零件。电极一般由金属制成,视情况也可由石墨制做。

3.9 混合室

指一注满水的小室,经过混合使室内各处的水温均匀一致。

4 测量方法及其原理

进行感应加热时,当电源装置的输出频率高于 10kHz 或者其功率因数 $\cos\varphi$ 低于 0.5 时,就无法直接测定输出功率。电源装置的负荷是通过一个复数阻抗(电抗和电阻)来表征的。在确定电源装置输出功率时必须采用等效方法,等效方法考虑了电抗和电阻等元件(例如感应器和 U 形管的电感器)。测量方法分为光电法和量热法。

4.1 光电法

光电法用于测量 5kW 以下的输出功率。

测量时,在振荡器输出端子上按图 1 连接适当的白炽灯 H_1 作为假负荷,并把附加电抗元件(X_1 和 X_2)调谐到最佳的阻抗匹配,以取得所需的输出功率。然后在振荡器工作稳定后测量白炽灯的温度,同时在电压可调的工频电源两端连接一组同样规格型号的灯泡 H_2 ,并将电压调到使 H_2 的亮度与 H_1 相同,测得流经灯泡 H_2 的电流和电压,其乘积所给出的消耗功率也就是电源装置的输出功率。对于较大的功率,可以用多个白炽灯来并串联,但必须注意避免各灯泡的温度色调可能出现的不一致,尤其是在工作频率较高时,这将影响到测量的准确性。

考虑到绝缘强度和较好的可比性,这些灯泡所加最大电压应取其额定电压的 70%。

温度测量仪表不得受高频电磁场的干扰影响,典型的测温仪表可选用比色高温计,测量误差应不大于 5%。

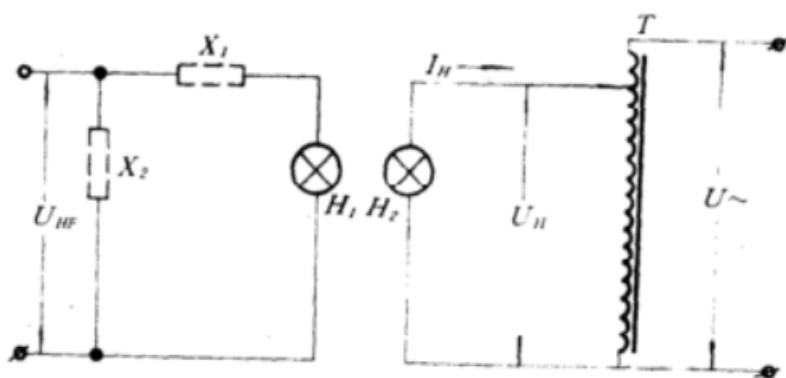


图 1 光电法原理图

X_1, X_2 ——附加电抗;

T——调压自耦变压器;

U——电源电压, 220V, 50Hz;

I_H ——灯电流, A;

H_1, H_2 ——作比较用的白炽灯;

U_{HF} ——振荡器高频电压;

U_H ——灯电压, V;

4.2 量热法

量热法用于测量 1.5kW 以上的输出功率。

4.2.1 锥形量热计法

锥形量热计法的原理及测头结构如图 2、图 3 所示。

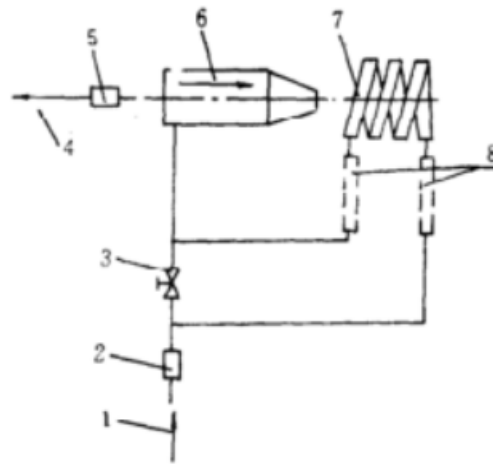


图2 锥形量热计法功率测量原理图

- 1——进水口； 2——温度传感器； 3——旁通阀； 4——出水口；
5——温度传感器； 6——测头； 7——感应器； 8——绝缘水管(至少60cm长)。

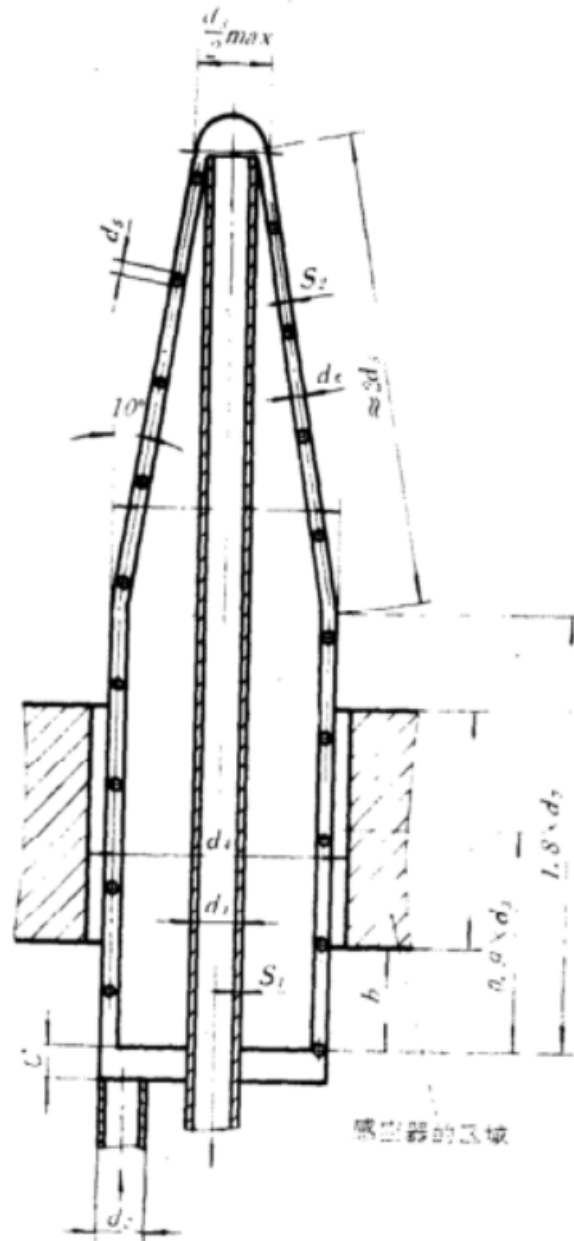


图3 锥形量热计测头结构

用于加热温度低于居里点的量热计，其测头可用碳素钢板制做；而用于加热温度超过居里点的量热计，则其测头可用黄铜或奥氏体钢制做。

测头由一锥度为 10° 的圆锥体和一圆柱体构成。圆柱体的长度为感应线圈长度的 1.8 倍，其直径根据每平方厘米承受 500W 最大允许负荷而定。测头的尺寸参数按表 1 规定。

表 1 锥形量热计的结构尺寸及技术参数 mm

规 格	额定输出功率 kW	b	c	d_1	d_2	d_3	d_4 max	d_5	s_1	s_2
1	9	16	6	10	17	57	67	3	1.5	15
2	20	25	10	15	21	81	91	4.5	1.5	
3	100	55	20	30	34	159	169	10	3	
4	350	100	40	48	48	276	286	20	3	

注：公差按 GB 1800 中 IT14 的规定。

感应器由一匝或数匝电解铜管绕制。感应器的内径比测头中圆柱体的直径最多能大 10mm，感应器和测头之间应可相互移动，以便调节功率的大小。感应器和测头应串联在同一水循环系统中，必要时对感应器可附加一旁通阀(见图 2)。

4.2.2 水电阻法

该方法是将两个电极安置在流水经过的一个绝缘容器中，并在电流直接通过水传递时测量输出功率。测量时把水电阻装置和可调电感器并接于振荡器的输出端子上。

水电阻装置的结构如图 4 所示。

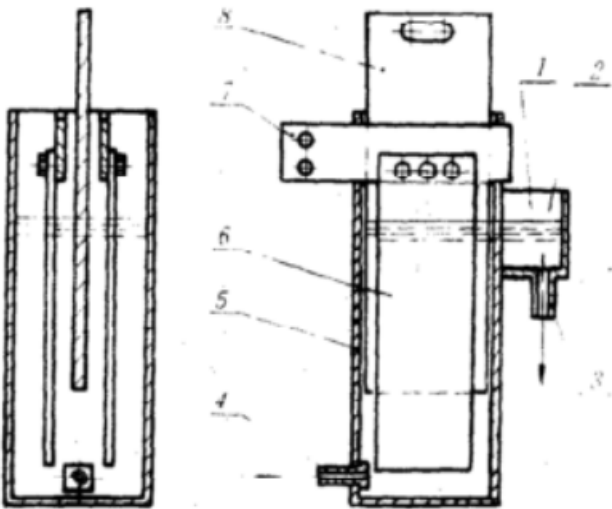


图 4 高频功率测量用水电阻装置

1——混合室； 2——水位； 3——出水口； 4——进水口； 5——绝缘容器 6——非磁性导体电极；
7——与振荡器输出端子相连接的接线端子； 8——绝缘调节板。

为避免形成气泡，电极的最大负荷为 $200\text{W}/\text{cm}^2$ ，电极的最小间距为 10mm，电极间距越大，端接电阻就越大。为便于进行功率调节，可通过改变电极在水中的插入深度来取得合适的电阻参数。考虑电极能承受的最大负荷情况，变化可达到 1:4。

电极应采用非磁性材料，如铜或奥氏体钢。

水的电导率应在 $300\sim 500\mu\text{S}/\text{cm}$ 之间，混合室的容量应不小于每分钟水流量容积的 1/10。

可调电感器为用一个 U 形电解铜管，起负荷阻抗无功分量的作用。铜管外径最小为 8mm，电感可通

过一滑块来进行调节(见图 5)。电感和水电阻从供水角度来看应是串联的,从电的角度看应为并联。必要时电感可附加一旁通阀,电感的标称值为 400nH。U 形可调电感的标称尺寸与功率 P 的关系按表 2 规定。在测量时要确定使用的有效导体的长度 l(见图 5)

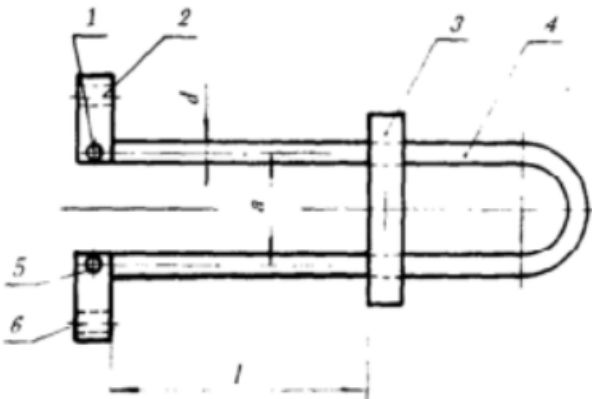


图 5 可调电感器

1——出水口; 2——与振荡器输出端子相连接的接线端子; 3——铜制可调滑块; 4——铜制管状导体;
5——进水口; 6——与振荡器输出端子相连接的接线端子。

表 2 可调电感的标称尺寸与功率 P 的关系

功 率 P kW	导体中间距离 a mm	导 体 直 径 d mm	电感量与有效导体长度之比 L/l nH/cm
<8	15	8	5
5~60	30	15	
40~200	90	24	8

4.3 极限值

4.3.1 光电法

白炽灯加的最大电压不应超过其额定电压的 70%。

4.3.2 锥形量热计法

- a. 锥形测头的最大负荷不应超过 500W/cm²;
- b. 水流量 Q 由量热计的允许功率来决定,并应至少达到 32L/min · kW;
- c. 进水温度不应超过 35℃;
- d. 出水温度不应超过 60℃;
- e. 进出水温差不应低于 10℃。

4.3.3 水电阻法

- a. 电极的最小间距为 10mm;
- b. 水的电导率应在 300~500μs/cm 之间;
- c. 有关进、出水的流量和温度的规定与第 4.3.2 条 b~e 项相同。

4.4 温度测量

温度用热电偶、热敏电阻或者选用符合 ZBY270 标准的普通用玻璃棒形酒精温度计来测量,并应采取适当的措施,使其不受高频电磁场干扰的影响。测温点与感应器间的距离应是感应器直径 d₁ 的 3 倍(见图

3), 但最大不得超过 1m。

5 测量

5.1 测头、电极或白炽灯必须根据所测输出功率的大小来适当地选择(见表 1 和表 2)。

5.2 测量必须在测试设备处于稳定工作状态下进行。测量时水压和水流量必须保持稳定, 测量仪表不允许受到高频电磁场的干扰。

5.3 测量点为高频振荡器的输出端子。

6 测量计算

6.1 功率计算公式

$$P_{HF} = 0.06978 \cdot Q \cdot (T_2 - T_1) \approx 0.072Q \cdot (T_2 - T_1) \dots\dots\dots (1)$$

式中: P_{HF} —— 高频输出功率, kW;

Q —— 水流量, L/min;

T_1 —— 进水温度, °C;

T_2 —— 出水温度, °C。

6.2 量热计的精确度

测量误差 δ 按(2)式计算:

$$\delta = \sqrt{q^2 + \tau^2 + \tau^2 \cdot q^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中: q —— 水流量实测值的偏差;

τ —— 温度实测值的偏差。

量热计的测量误差不应大于 $\pm 5\%$ 。

附加说明:

本标准由全国工业电热设备标准化技术委员会提出并归口。

本标准由辽宁电子设备厂和西安电炉研究所负责起草。

本标准主要起草人钟瑞章、刘西萍、李景方。

中 华 人 民 共 和 国
机械行业标准

高频感应加热电源装置输出功率测量方法
JB 5778—91

•
机械电子工业部机械标准化研究所
机械电子工业部第一装备司标准化研究室
编 辑 出 版 发 行
(湖南湘潭市下摄司)
湘潭电机厂印刷厂印刷

•
开本880×1230 1/16 印张 5/8 字数 10 800
1992年6月第一版 1992年6月第一次印刷
印数 1—500

•
印刷号 DB 712 定价 1.30元