

# 中华人民共和国机械行业标准

JB 5267—91

---

## 真空管式高频感应加热电源装置

1991—06—28发布

1992—07—01实施

---

中华人民共和国机械电子工业部 发布

## 真空管式高频感应加热电源装置

### 1 主要内容与适用范围

本标准规定了对真空管式高频感应加热电源装置的各项要求,包括产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、等级划分、标志、包装、运输、贮存、订购和供货等。

本标准适用于真空管式高频感应加热电源装置(以下简称装置),该装置可作为表面与局部加热淬火、透热、熔炼和焊接等高频感应加热设备的电源。

### 2 引用标准

GB 2900	电工名词术语
国标	高频感应加热电源装置输出功率的测量方法
GB 10067.1	电热设备基本技术条件 第一部分 通用部分
GB 3797	电控设备 第二部分 装有电子器件的电控设备
GB 3859	半导体电力变流器
GB 8702	电磁辐射防护规定
GB 10066.1	电热设备的试验方法 第一部分 通用部分

### 3 术语

除以下补充条文外,其余按 GB 2900 相应各篇的规定以及国标《高频感应加热电源装置输出功率的测量方法》第 3 章的规定。

#### 3.1 真空管振荡器

把直流电流转变为高频电流的真空管振荡电路。

#### 3.2 总效率

装置输出功率与输入功率之比。

### 4 产品分类

#### 4.1 产品用途

装置按用途可分为:表面与局部加热淬火用(C)、透热用(T)、熔炼用(R)、焊接用(H)、真空加热用(Z)、等离子体用(D)等类产品。

#### 4.2 工作频率

装置按工作频率范围分为:30~40kHz、80~100kHz、200~250kHz、350~450kHz 四档。

#### 4.3 输出功率

装置按额定输出功率分为:0.5、1、2、3、5、7、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、150、200、250、300、400、500、600、800、1000kW 25 种规格。

#### 4.4 型号

装置的型号由以下几部分组成:

GG 12-34-5-6

其中:GG——高频感应加热电源装置系列代号;

①——装置的用途代号;

②——额定输出功率,以 kW 为单位;

③——工作频率代码

0.3: 30~40kHz

1: 80~100kHz

2: 200~250kHz

4: 350~450kHz

双频用双代码表示,代码间用“/”号分隔,多频的表示方法类推。

④——改型代号,用字母 A、B、C……表示;

⑤——技术级别代号,用字母 A、B、C……表示;

⑥——企业代号。

#### 4.5 产品型号举例

例 1 企业代号为 WL 的厂所生产的额定输出功率 60kW,工作频率为 30~40kHz、200~250kHz,技术级别为 A 级,表面和局部加热淬火用装置的型号为:

GGC60—0.3/2—A—WL

例 2 企业代号为 LPS 的厂所生产的额定输出功率 200kW,工作频率为 350~450kHz,改型三次,技术级别为 B 级,焊接用装置的型号为:

GGH200—4C—B—LPS

#### 4.6 主要参数

在企业产品标准中应对各个型号的装置列出以下各项:

- a. 电源电压, V;
- b. 电源频率, Hz;
- c. 电源相数;
- d. 额定输入容量, kVA;
- e. 额定输出功率, kW;
- f. 工作频率, kHz;
- g. 总效率, %;
- h. 冷却水耗量, L/min;
- i. 水压, Pa;
- j. 重量, t;
- k. 外型尺寸, mm。

### 5 技术要求

#### 5.1 一般要求

装置应符合 GB 3797 第 3 章、GB 10067.1 第 5 章中有关条文的规定。当该两项的标准规定有差异时以 GB 3797 为准,当该两项标准的规定与本标准有差异时以本标准为准。

#### 5.2 对设计和制造的补充要求

##### 5.2.1 总体设计

5.2.1.1 装置通常为落地式,额定输出功率小于 5kW 的装置也可为台式。

5.2.1.2 装置主要由整流电路、振荡电路和控制电路三部分组成。

5.2.1.3 装置中各部分装用的元、器件应符合 GB 3797 第 3 章第 3.2 条中相应内容的规定。

5.2.1.4 装置中各部位之间的电气间隙和爬电距离,从安全考虑,设计时可参照表 1 的要求

表 1

mm

峰值电压 V	电气间隙	爬电距离
≤250	5	10
>250~500	10	20
>500~1000	15	30
>1000~1500	20	40
>1500~2000	25	45
>2000~3000	30	50
>3000~6000	40	60
>6000~10000	50	75
>10000~15000	55	85
>15000~20000	60	100
>20000~30000	70	120

5.2.1.5 装置通常采用三相 380V 电源。对额定输出功率小于 5kW 的装置,允许采用单项 220V 电源。如有不同要求,可在第 9.2 条中提出。

5.2.1.6 装置应有欠压保护,防止因三相系统中任一相欠压而损坏器件。

5.2.1.7 对操作人员能接触到柜内工作电压 50V 以上(即第二和第三电压带)部件的开口以及所有的柜门和活动面板,均应装有电气联锁安全开关。但用螺钉紧固的面板除外。如有特殊要求可在第 9.2 条中提出。

5.2.1.8 全部机柜和底架组合件必须有可靠的接地端子。

5.2.1.9 装置应提供接地棒或一个自动接地系统。当提供接地棒时应标出接地点。

5.2.1.10 装置中电器元件的安装位置,应避免水冷系统中可能引起的漏水或“结露”的影响。

5.2.1.11 装置的绝缘电阻与介电试验应符合 GB 3797 第 3.7 条的要求外,其强电线路的各导线与机壳之间,强电线路与控制线路之间以及控制线路与机壳之间的绝缘电阻,均不应低于  $1\text{k}\Omega/\text{V}$  与线路额定电压的乘积。

5.2.1.12 装置在正常工作时所产生的噪声应符合 GB 3797 第 3.4 条的规定。

5.2.1.13 装置在规定的条件下工作时,其零、部件均不得过载。但有保护措施的瞬间过载除外。

5.2.1.14 A 级装置应配置多抽头的灯丝电源变压器和阳极高压整流变压器,B、C 级装置应配置灯丝电源稳压器、阳极高压整流变压器和阳极电压调节装置。

5.2.1.15 装置应采用电源滤波器和其他适当的措施,以尽量减小装置运行中所产生的对电网和其他设备的无线电干扰。

## 5.2.2 整流电路

5.2.2.1 装置中的硅整流电源应符合 GB 3859 的有关规定。

5.2.2.2 高压整流变压器每相应并接浪涌抑制器,以防止浪涌电压损坏装置。

5.2.2.3 当整流电源采用电容滤波时,在其输出电路中,必须配置泄漏电阻。

## 5.2.3 振荡电路

5.2.3.1 应配有调节范围足够大的可调槽路元件,以适应不同负载并能在较大的变化范围内迅速调谐到所需的工作频率及感应加热工况。

5.2.3.2 必要时还应配备相应的匝比可调节的高频输出变压器,以使负载能匹配到最佳值。

## 5.2.4 控制和保护电路

5.2.4.1 装置应配备主电路断路器、阳极电源接触器以及可变栅极激励控制、阳极过载复位控制和高频输出功率控制等器件。

5.2.4.2 装置应配置延时机构。在高压整流器电压加到振荡管阳极之前确保振荡管有足够的预热时间。

5.2.4.3 装置应有无级功率调节控制器。A、B级产品采用手动控制方式，C级产品采用自动控制方式，并应能接受来自温度控制器的标准直流输入信号，其值为0~5或4~9mA，也可以为0~10V。

5.2.4.4 除非另有要求(见第9.2条)，对淬火用装置还应配有每分钟内间隔刻度为1s，重复精确度为±0.25%的计时控制器。

5.2.4.5 除主电路断路器外，所有操作机构均应装在机柜正面易操作的部位。

5.2.4.6 如需方要求提供控制输出功率的脚踏“通—断”开关(见第9.2条)，可与供方商定。

## 5.2.5 机柜和结构

5.2.5.1 装置机柜的设计应考虑使外泄的高频辐射减到最小。在操作人员工作场所内的杂散电磁场的强度应符合GB 8702的规定。

5.2.5.2 装置中使用的钢制紧固件应有防腐层。

5.2.5.3 如需方要求全封闭的自冷机柜(见第9.2条)，可与供方商定。

## 5.2.6 加热工作台(屏)

每台装置一般应配置一个加热工作台(屏)，高频输出端子应位于加热工作台(屏)的前方，使负载线圈能方便地装卸更换和可靠地连接。

## 5.2.7 冷却系统

装置应配有水冷系统或具有过滤器的风冷系统。

5.2.7.1 水冷系统应符合GB 10067.1第5.1.3条的相应要求。

5.2.7.2 冷却水的电导率应不大于50 $\mu$ s/cm。

5.2.7.3 水冷系统的设计应避免产生“结露”现象。

5.2.7.4 在最高进水温度为35 $^{\circ}$ C的情况下，水流量应足以使开路冷却系统各支路的出水温度不超过55 $^{\circ}$ C，闭路冷却系统各支路的出水温度不超过65 $^{\circ}$ C。

5.2.7.5 需方要求装有热交换器的封闭水冷系统时(见第9.2条)，可在订货时与供方商定。

5.2.7.6 装置应配置温度继电器，以便当水温超过规定的安全上限前能预先报警，而在超过时能及时切断振荡管阳极电源。

5.2.7.7 装置应设有差动水压或水流继电器，以确保当水流中断或对装置有关元件供水量不足时，使装置停止工作。

5.2.7.8 风冷系统应保持柜内为正压力，但全封闭自冷系统除外。

5.2.7.9 配备风冷系统的装置应装有环境温度上限继电器和空气流量继电器。当气流温度接近或超过允许运行温度上限值时，应能预先报警和及时切断振荡管的灯丝电源和阳极电源。

## 5.2.8 仪表

5.2.8.1 装置应装有指示振荡管的灯丝电压、直流阳极电压、阳极电流、栅极电流的指示仪表，直流仪表的精确度等级应不低于1.5级，交流仪表的精确度等级应不低于2.5级。

5.2.8.2 所有仪表应设置在机柜上操作者易观察的位置。

## 5.2.9 电气装配

5.2.9.1 装置的电气装配应符合设计图样和有关技术文件的要求，所有外购电气元器件、配套件必须经检验部门复测验收后方可使用。

5.2.9.2 印刷线路板、插件、抽屉及小盒等控制单元的装配不得有脱焊、虚焊和紧固件松动的现象，并且在装配完后应能承受高温和高低温循环的试验。

## 5.3 性能要求

- 5.3.1 在正常工作条件下,装置应能在规定的频限和输出功率之内对黑色金属和有色金属等导电材料的感应加热进行正常供电。
- 5.3.2 装置的输出功率应不低于该装置的额定值。
- 5.3.3 装置的工作频率应符合本标准规定的频率范围。
- 5.3.4 装置在满载运行时,其功率因数应不低于 0.86。
- 5.3.5 装置的总效率,A 级产品应不低于 45%,B 级产品应不低于 55%,C 级产品应不低于 65%。
- 5.3.6 振荡管的灯丝电压及其偏差应符合企业产品标准的规定。当电网电压波动为 $\pm 10\%$ 时,灯丝电压波动应不大于 $\pm 2\%$ 。
- 5.3.7 B、C 级产品应配备电源电压或振荡管阳极电压的调节装置。在电网电压波动 $\pm 10\%$ 的情况下,阳极直流高压的波动范围,对 B 级产品应不大于 $\pm 2\%$ ,对 C 级产品应不大于 $\pm 1\%$ 。
- 5.3.8 3kW 以上的装置应配备阳流过流保护环节,10kW 以上的装置还应配备栅流过流保护环节。当输出电流超过整定电流值时,过流保护环节应立即动作,使装置自动停止工作,并发出过流指示信号。
- 5.3.9 装置在额定输出功率下连续运行至温升稳定后,各零、部件极限温升应符合表 2 规定。

表 2

装置内的各部位	材料及工作条件	极限温升 K
低压电器连接母线	裸紫铜	50
	镀锡或镀镉紫铜	60
	镀银紫铜	80
半导体器件的连接母线	裸紫铜	45
	镀锡或镀镉紫铜	55
	镀银紫铜	70
远离接点的母线	裸紫铜	35
槽路线圈	自然冷却时的线圈表面	80
变压器铁心	A 级绝缘	65
	E 级绝缘	80
	B 级绝缘	90
电阻元件	水平距离不小于 30mm 处的空气	25
	被釉表面	135
机 柜	外 表 面	35
真空管、半导体器件及其他元件		符合元器件的各自标准

5.3.10 装置在输出额定功率的情况下应能承受连续三次高压通断的试验,而无异常现象。

#### 5.4 可靠性要求

- 5.4.1 装置在正常使用和维护条件下的平均无故障工作时间,对 A、B、C 级产品应分别不小于 1000、2000、3000h,熔炼用装置除外。
- 5.4.2 熔炼用装置的工业运行试验应至少进行 100 炉次而无异常现象。
- 5.4.3 装置的平均使用寿命应不少于 10 年。

#### 5.5 成套要求

5.5.1 在企业产品标准中应列出供方规定的装置成套范围。一般应包括下列各项:

- a. 高频电源装置包括真空管振荡器、高压整流器、电源电控柜(台)以及电源滤波器等;
- b. 机柜间的连接电线、电缆、输出馈管;

- c. 备件;
- d. 产品说明书,包括必要的图样。

在企业产品标准中应列出上述各项的具体内容,包括型号、规格和数量,需方如不需要某些供方规定的供应项目时,应按第 9.2 条提出。

5.5.2 当要求提供下列配件或装置时,可按第 9.2 条提出。

- a. 温度控制器、温度记录仪;
- b. 电压调整装置;
- c. 脚踏“通—断”开关;
- d. 带有微机的程序控制器;
- e. 封闭水冷系统的热交换装置;
- f. 感应器或熔炉以及高频输出变压器。

## 6 试验方法

装置的试验方法应按 GB 10066.1 和 GB 3797 中的有关条文及以下的补充条文进行,当三个标准的规定有差异时应以本标准为准。

### 6.1 试验条件

装置的试验环境条件、电源电压和测量仪表应按 GB 10066.1 中的第 4.3、4.4、4.5 条规定。

### 6.2 试验方法

#### 6.2.1 外观检查

按 GB 3797 第 4.2 条规定。

#### 6.2.2 安全检查

按 GB 10066.1 第 7.1.2 条规定。

#### 6.2.3 标牌字迹的耐久性试验

按 GB 10066.1 第 7.1.3 条规定。

#### 6.2.4 绝缘电阻检验和介电试验

按 GB 3797 第 4.3 和 4.4 条规定。

#### 6.2.5 过流保护试验

设定过流环节整定值,改变装置输出负载,使阳流或栅流过流,保护环节动作,此时装置应停止工作并发出过流信号。该试验应重复三次。

#### 6.2.6 水压欠压或气流欠流保护试验

设定水压或气流量继电器的整定值,人为地降低水流量或气流量达一定值使继电器动作,此时装置应停止工作并发出欠压或欠流信号。该试验应重复三次。

#### 6.2.7 机电联锁试验

打乱开、停机操作次序,进行三次误操作动作,装置不得出现任何危害人身安全和损坏零、部件的现象。

#### 6.2.8 温升试验

使装置在额定输出功率下连续运行至温升稳定(机柜温度变化小于 1℃/h),用精度不低于 2.5 级的表面热电温度计或其他温度测量仪器直接测量机柜外表面,线圈冷却水进、出口处的温度,装置其余部位的温升应在停机断电将柜门打开后立即测量。

#### 6.2.9 高低温循环试验

按 GB 3797 第 4.11 条规定。

#### 6.2.10 高温存放试验

按 GB 3797 第 4.12 条规定。

### 6.2.11 负荷试验及主要技术参数的测量

按国标《高频感应加热电源装置输出功率的测量方法》，选用适当的测量方法及相应的等效负载，使装置工作在额定输出功率，对型式检验应连续运行 8h，对出厂检验，每批首台应连续运行 4h，其余各台应至少连续运行 2h，在温升稳定后，记录下列数据：

- a. 振荡管灯丝电压  $U_i$ ，V；
- b. 阳极直流电压  $E_a$ ，kV；
- c. 阳极直流电流  $I_{a0}$ ，A；
- d. 栅极直流电流  $I_{g0}$ ，A；
- e. 槽路高频电压  $U_T$ ，kV；
- f. 振荡管阳极冷却水流量  $Q_1$ ，L/min；
- g. 振荡管阳极冷却水在加高压前的出水温度  $T_1$ ，℃；
- h. 振荡管阳极冷却水在加热工作时的出水温度  $T_2$ ，℃；
- i. 等效负载量热器的水流量  $Q_2$ ，L/min；
- j. 等效负载量热器的进水温度  $T_3$ ，℃；
- k. 等效负载量热器的出水温度  $T_4$ ，℃；
- l. 电源输入电流  $I_{\sim}$ ，A；
- m. 电源输入电压  $U_{\sim}$ ，V；
- n. 电源的功率因数  $\cos\varphi$ ；

由此根据下列计算公式求得装置的功率、效率。

- o. 电源输入功率

$$P_2 = \sqrt{3} \cdot U_{\sim} \cdot I_{\sim} \cos\varphi \cdot 10^{-3} \quad \text{kW} \quad \dots\dots\dots (1)$$

- p. 振荡管阳极直流输入功率

$$P_0 = E_a \cdot I_{a0} \quad \text{kW} \quad \dots\dots\dots (2)$$

- q. 振荡管阳极损耗功率

$$P_a = 0.07 Q_1 \cdot (T_2 - T_1) \quad \text{kW} \quad \dots\dots\dots (3)$$

- r. 振荡功率

$$P_{\sim} = P_0 - P_a \quad \text{kW} \quad \dots\dots\dots (4)$$

- s. 高频输出功率

$$P_{\text{HF}} = 0.07 Q_2 \cdot (T_4 - T_3) \quad \text{kW} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- t. 真空管振荡效率

$$\eta_a = \frac{P_{\sim}}{P_0} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

- u. 装置的总效率

$$\eta_z = \frac{P_{\text{HF}}}{P_2} \cdot 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

### 6.2.12 装置输出工作频率的测量

用电子计数式频率计在负荷状态下测量。

### 6.2.13 电源干扰试验

按 GB 3797 第 4.14.1 条规定。

### 6.2.14 高频杂散辐射电磁场强度的测量

在距装置面板或高频辐射源 1 m 远，距地面 1.5 m 处，用电磁场强度测试仪进行测量。

### 6.2.15 噪声测量

按 GB 3797 第 4.16 条规定。

### 6.2.16 电冲击试验



装置在额定输出功率下,进行三次间隔为 1 min,突然关停和开通振荡电路阳极供电的循环电冲击试验,这时振荡器及高压整流器均应稳定工作,不发生火花放电等异常现象。

#### 6.2.17 运输试验

当有必要时按 GB 3797 第 4.18 条规定。

#### 6.2.18 工业运行检验

熔炼用装置的工业运行和其他用途装置的平均无故障工作时间和平均使用寿命试验应在装置正常工作条件下,以需方记录和提供数据的方法进行。如需要以其他方式进行检验时,可在第 9.2 条中提出。

### 7 检验规则和等级划分

装置的检验规则和等级划分应按 GB 10067.1 第 7 章和以下补充条文进行。在检验中,装置应工作稳定,不允许有打火、放电等异常现象(对由于电源电压突变等非故障原因引起的过载跳闸应能立即重新合闸恢复正常运行)。

#### 7.1 装置的出厂检验项目规定如下:

- a. 外观检查;
- b. 安全检查;
- c. 标牌字迹耐久性试验;
- d. 绝缘电阻检验;
- e. 配套件的检查,包括型号、规格、出厂合格证件的检查;
- f. 介电试验;
- g. 过流保护试验;
- h. 水压欠压或气流欠流保护试验;
- i. 机电联锁试验;
- j. 温升试验;
- k. 高低温循环试验;
- l. 高温存放试验;
- m. 负荷试验及主要技术参数的测量;
- n. 装置输出工作频率的测量;
- o. 电冲击试验;
- p. 供货范围,包括出厂技术文件完整性的检查;
- q. 包装检查。

#### 7.2 装置的型式检验项目规定如下:

- a. 全部的出厂检验项目(在型式试验条件下);
- b. 电源干扰试验;
- c. 高频杂散辐射电磁场强度的测量;
- d. 噪声测量。

#### 7.3 工业运行检验

当有要求时(见第 9.2 条),装置应进行工业运行检验。

#### 7.4 如需方对检验有特殊要求(见第 9.2 条)可在订货时与供方商定。

#### 7.5 装置的技术分级应按表 3 规定。各个技术级别的装置应全面满足表中所列各项要求和本标准的其他规定。

表 3

技术级别	A	B	C
灯丝电压和阳极电压调节装置	按第 5.2.1.14 条要求		
无级功率调节方式	按第 5.2.4.3 条要求		
总效率	按第 5.3.5 条要求		
阳极电压波动范围	按第 5.3.7 条要求		
可靠性	按第 5.4.1 条要求		
成套性	能按第 5.5.1 条要求提供成套设备。	能按第 5.5.1 和第 5.2.2 条中的 a、b、c 三项要求提供成套设备。	能按第 5.5.1 和 5.5.2 条全部要求提供成套设备。

7.6 装置的国家级优等品在技术上应符合以上 C 级的要求。

## 8 标志、包装、运输和贮存

装置的标志、包装、运输和贮存应符合 GB 10067.1 第 8 章的规定及以下补充条文。

8.1 除非另有要求(见第 9.2 条),装置的铭牌应标出下列各项内容:

- a. 产品型号和名称;
- b. 输入电源参数(相数、频率,Hz 和电压,V);
- c. 工作频率,kHz;
- d. 额定输出功率,kW;
- e. 重量,kg;
- f. 产品编号;
- g. 制造日期;
- h. 制造厂名称(对出口产品应标明国名)。

8.2 制造厂自制的配套件,主要的零、部件和整件都应有各自的铭牌,内容可参照 8.1 条的规定。对小型件允许设计简化小铭牌,内容为注册商标、产品代号、产品编号。

8.3 大型真空管、真空电容器等贵重易损元器件应使用原包装箱、盒。

8.4 装置在运输过程中,应防止雨雪侵袭,并应注意轻放,不得有剧烈冲击震动,在三级公路的中级路面上汽车行驶速度应不超过 25km/h。

8.5 真空管、真空电容器等贵重易损元器件以及仪器仪表,必须存放在温度低于 +40℃,高于 -30℃,温度无剧烈变化、通风良好、无腐蚀性气体和无明显震动的库房内。

## 9 订购和供货

9.1 装置的订购和供货应按 GB 10067.1 第 9 章的规定。

9.2 需方有下列要求时,可向供方提出。

- a. 对单位制、电源电压、电源频率等的不同要求(见第 GB 10067.1 第 5.1.1.1 和本标准第 5.2.1.5 条);
- b. 对使用环境的不同要求(见 GB 10067.1 第 5.1.2 和 GB 3797 第 3.1 条);
- c. 对安全和环境保护的附加要求(见 GB 10067.1 第 5.1.5.1 和本标准第 5.2.1.7 条);
- d. 对涂漆的不同要求(见 GB 10067.1 第 5.2.7 条);
- e. 对计时控制器的特殊要求(见第 5.2.4.4 条);
- f. 要求提供控制输出功率的脚踏“通—断”开关(见第 5.2.4.6 条);
- g. 要求提供全封闭的自冷机柜(见第 5.2.5.3 条);

- h. 要求提供装有热交换器的封闭水冷系统(见第 5.2.7.5 条);
- i. 对成套供应项目的不同要求(见第 5.5 条);
- j. 对工业运行检验的不同要求(见第 6.2.18 条);
- k. 要求进行工业运行检验(见第 7.3 条);
- l. 对检验的特殊要求(见第 7.4 条);
- m. 对铭牌的不同要求(见第 8.1 条);
- n. 对包装的特殊要求(见 GB 10067.1 第 8.2.5 条)。

供方应尽可能满足需方的各项特殊要求,但实际可供需方选择的特殊要求项目,由供方参照本标准而根据各自的条件决定。其中一部分可列在企业产品标准中,其他部分由供需双方商定。

---

**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等单位负责起草。

本标准主要起草人钟瑞璋、刘西萍、李景方。