

中频电炉，铸造电炉，感应加热炉

产品名称	中频电炉，铸造电炉，感应加热炉
公司名称	宁国市宏新电炉厂
价格	面议
规格参数	加工定制:是 品牌:宏新 型号:KGPS
公司地址	中国 安徽 宁国市 西办大村
联系电话	86 0563 4152018 13965403697

产品详情

kgps-1型恒功率晶闸管中频加热

一概述

kgps-1恒功率晶闸管中频电源控制板主要由电源、调节器、移相控制电路、保护电路、启动演算电路、逆变频率跟踪、逆变脉冲形成、脉冲放大及脉冲变压器组成。电路除调节器外，其余均实现数字化，整流触发器部分不需要任何调整，具有可靠性高、脉冲对称度高、抗干扰能力强、反应速度快等特点，又由于有相序自适应电路，无需同步变压器，所以，现场调试中免去了调相序、对同步的工作，仅需把kp晶闸管的门极线接入控制板相应的接线端上，整流部分便能投入运行。

二技术要求

（一）正常使用条件

1海拔不超过2000米。

2环境温度不低于-10 ，不高于+40 。

3空气最大相对湿度不超过90%（20 ±5 时）。

4运行地点无导电及爆炸性尘埃，无腐蚀金属和破坏绝缘的气体或蒸汽。

5无剧烈振动和冲击。

（二）主要技术参数

1主电路进线额定电压：100v~660v（50hz）

2控制供电电源：单相17v/2a。

3中频电压反馈信号：ac 12v/15ma。

4电流反馈信号：ac 12v/5ma三相输入。

5整流触发脉冲移相范围： $\alpha=0\sim130^\circ$ 。

6整流触发脉冲不对称度：小于 1° 。

7整流触发脉冲信号宽度： $600\mu\text{s}$ 、双窄、间隔 60° 。

8整流触发脉冲特性：触发脉冲峰值电压： 12v

触发脉冲峰值电流： 1a

触发脉冲前沿陡度： $0.5\text{a}/\mu\text{s}$

9逆变频率： $400\text{hz}\sim10\text{khz}$ 。

10逆变触发脉冲信号宽度： $50\mu\text{s}$ 。

11逆变触发脉冲特性：触发脉峰值电压： 22v

触发脉峰值电流： 1.5a

触发脉冲前沿陡度： $2\text{a}/\mu\text{s}$

（逆变的触发脉冲变压器是外接的）

12最大外型尺寸： $295\times205\times40\text{mm}$ 。

13故障信号输出：

控制板在检测到故障信号时，输出一组接点信号，该接点容量为ac： $5\text{a}/220\text{v}$ ；dc： $10\text{a}/28\text{v}$ 。

三变频器工作原理

1主回路工作原理

可控硅中频电源的基本工作原理，就是通过一个三相桥式整流电路，把50hz的工频交流电流整流成直流，再经过一个滤波器（直流电抗器）进行滤波，最后经一逆变器将直流变为单相中频电流以供给负载，所以这种逆变器实际上是一只交流——直流——交流变换器。

2控制电路特点及原理

kgps-1恒功率中频电压控制板是我厂开发研制的第四代控制电路，它具有以下特点：

I 该控制板适合并联逆变。用于各种金属的熔炼，保温及感应加热设备的电压控制。

l 控制板为单板全集成化控制板，采用数字触发，具有可靠性高、精度高、调试容易、继电元件少。

l 先进的扫频启动方式使操作者无需选择启动电压和启动频率就能实现100%的成功启动。

l 自动跟随负载变化，在运行时具有非故障性的自动再启动功能以及功率自动调节功能。

l 具有理想的截流、截压、精确的关断时间和逆变控制角，保证设备可靠运行。

l 适合控制100kw~2000kw/400~8000hz中频电源。

整个控制电路除逆变末级触发电路板外，做成一块印刷电路板结构。从功能上分为整流触发部分、调节器部分、启动演算部分。（详细电路见附图）

1) 整流触发工作原理

这部分电路包括三相同步、数字触发、末级驱动等电路。触发部分采用的是数字触发，具有可靠性高，精度高，调试容易等特点，数字触发器的特点是用计数（时钟脉冲）的办法来实现移相，该数字触发器的时钟脉冲振荡器是一种电压控制振荡器，输出脉冲频率受移相控制电压 v_k 的控制， v_k 降低，则振荡频率升高，而计数器的计数量是固定的（256），计数器脉冲频率高，意味着计一定脉冲数所需时间短，也即延时时间短，角小，把之角大，计数器开始计数时同样受同步信号控制，在 $=0^\circ$ 时开始计数，现假设在某 v_k 值时，根据压控振荡器的控制电压与频率间的关系确定输出振荡频率为25khz，则在计数到256个脉冲所需的时间为 $(1/25000) \times 256=10.2(\text{ms})$ ，相当于约 180° 电角度，该触发器的计数清零脉冲在同步电压（线电压） 30° 处，这相当三相全控桥式整流电路的 $=30^\circ$ 位置，从清零脉冲起，延时10.2ms产生的输出触发脉冲，也即接近于三相桥式整流电路某一相晶闸管 $=150^\circ$ 位置，如果需要得到准确的 $=150^\circ$ 触发脉冲，可以略微调节一下电位器 w_4 。显然，有三套相同的触发电路，而压控振荡器和 v_k 控制电压为公用，这样在一个周期中产生6个相位差 60° 的触发脉冲。

数字触发器的优点是工作稳定，特别是用htl或cmos数字集成电路，则可以有很强的抗干扰能力。

ic16a及其周围电路构成电压—频率变换器 vfc ，其输出信号的频率随调节器的输出电压 v_k 而线性变化。这里 w_4 微调电位器是最低输出频率调节（相当于模拟电路锯齿波幅值调节）。

三相同步信号直接由晶闸管的门极引线 k_4 、 k_6 、 k_2 从主回路的三相进线上取得，由 r_{23} 、 c_1 、 r_{63} 、 c_{40} 、 r_{102} 、 c_{63} 进行滤波及移相，再经6只光电耦合器进行电位隔离，获得6个相位互差 60° 、占空比小于50%的矩形波同步信号（如 ic_{2c} 、 ic_{2d} ）的输出。

ic3、ic8、ic12（4、5、3、6）计数器构成三路数字延时器。三相同步信号对计数器进行复位后，对电压—频率变换器的输出脉冲每计数256个脉冲便输出一个延时脉冲，因计数脉冲的频率是受 v_k 控制的，换句话说， v_k 控制了延时脉冲。

计数器输出的脉冲经隔离、微分后，变成窄脉冲，送到后级的lm556，它即有同步分频器的功能，亦有定输出脉宽的功能。输出的窄脉冲经电阻合成为双窄脉冲，再经晶体管放大，驱动脉冲变压器输出。具体的时序图见附图。

2) 调节器工作原理

调节器部分共设有四个调节器：电压调节器、电流调节器、电阻调节器、逆变角调节器。

其中电压调节器、电流调节器组成常规的电流、电压双闭环系统，在启动和运行的整个阶段，电流环始终参与工作，而电压环仅工作于运行阶段；另一阻抗调节器，从输入上看，它与电流调节器 It_2 的输入完

全是并联的关系，区别仅在于阻抗调节器的负反馈系数较电流调节器的略大，再者就是电流调节器的输出控制的是整流桥的输出直流电压，而阻抗调节器的输出控制的是中频电压与直流电压的比例关系，即逆变功率因数角。

调节器电路的工作过程可以分为两种情况：一种是直流电压没有达到最大值的时候，由于阻抗调节器的反馈系数大，阻抗调节器的给定小于反馈，阻抗调节器便工作于限幅状态，对应的为最小逆变角，此时可以认为阻抗器不起作用，系统完全是一个标准电压、电流双闭环系统；另一种情况是直流电压已经达到最大值，是流调节器开发始限幅，不再起作用，电压调节器的输出增加，而反馈电流却不变化，对阻抗调节器来说，当反馈电流信号比给定电流略小时，阻抗调节器工作，若负载等效电阻 r_h 的继续增大，逆变角亦相应增大，直至最大逆变角。

逆变角调节器用于使逆变桥能在某一角稳定的工作。

中频电压互感器过来的中频电压信号由con2-1和con2-2输入后，分为两路，一路送到逆变部分，另一路经d7-d10整流后，又分为三路，一路送到电压调节器；一路送到过电压保护；一路用于电压闭环自动投入。

电压p1调节器由ic13a组成，其输出信号由ic13d进行钳位限幅。ic13c和ic21c组成电压闭环自动投入电路，dip-3开关用于电压开环调试，内环采用了电流pi调节器进行电流自动调节，控制精度在1%以上，由主回路交流互感器取得的电流信号，从con2-3、con2-4、con2-5输入，经二极管三相整流桥（d11~d16）整流后，再分为三路，一路作为过流保护信号，另一路作为电流调节器的反馈信号，还有一路作为阻抗调节器的反馈信号。由ic17b构成电流pi调节器，然后由ic17a隔离，控制触发电路的电压——频率变换器vfc。

ic17c构成阻抗调节器，它与电流调节器是并列的关系。用于控制逆变桥的引前角，其作用可间接地达到恒功率因数，dip-1可关掉此调节器。

3) 逆变部分工作原理

本电路逆变触发部分，采用的是扫频式零压软起动，由于自动调频的需要，虽然逆变电路采用的是自激方式，控制信号也是取自负载端，但是主回路上无需附加起动电路，不需要预充磁或预充电的起动过程，因此，主回路得以简化，但随之带来的问题是控制电路较为复杂。

启动过程大致是这样的：在逆变电路启动前，先以一个高于槽路谐振频率的它激信号去触发逆变晶闸管，当电路检测到主回路开始有直流电流时，便控制它激信号的频率从高向低扫描，当它激信号频率下降到接近槽路谐振频率时，中频电压便建立起来，并反馈到自动调频电路控制逆变引前角，使设备进入稳态运行。

若一次起动不成功，即自动调频电路没有抓住中频电压信号，此时，它激信号便会一直扫描到最低频段，便进行一次再起，把它激信号再推到最高频率，重新扫描一次，直至起动成功，重复起动的周期约为0.5秒，完成一次启动到满功率运行的时间不超过1分钟。

由con2-1和con2-2输入的中频电压信号，经变压器隔离送到中频启动电路，由启动电路输出的信号经微分后由ic18b和ic20b变成窄脉冲输出，驱动末级mos晶体管。ic20a构成频率电压变换器vfc，用于驱动频率表。w7用于整定频率表的度数，ic18a构成过电压保护震荡器，当逆变桥发生过电压时，震荡器起振，使逆变桥的晶闸管导通。

ic19d为启动失败检测器，其输出控制重复启动电路，ic19a为启动成功检测器，其输出控制中频电压调节器的输出限幅电平，即主回路的直流电流，w6为逆变它激信号的最高频率设定电位器。

4) 启动演算工作原理

过电流保护信号经ic13b倒相后，送到ic5a组成的过电流截止触发器，，封锁触发脉冲（或拉逆变）：驱动“过流”指示灯和驱动报警继电器。过电流触发器动作后，只有通过复位信号或通过关机后再开机进行“上电复位”，方可再启动。通过w2电位器可整定过流电平。

当三相交流输入缺相时，本控制板均能实现保护和指示。其原理是：由4#、6#、2#晶闸管的阴极（k）分别取a、b、c三相电压信号（通过门极引线），经过光电耦合器的隔离送到ic14及ic16进行检测和判别，一旦出现“缺相”故障时，除了封锁整流触发脉冲外，还驱动“缺相”指示灯以及报警继电器。

为了使控制电路能够更可靠准确的运行，控制电路上还设置了启动定时器和控制电源欠压检测保护。在开机的瞬间，控制电路的工作是不稳定的，设置一个3秒钟左右的定时器，待定时过后，才容许输出触发脉冲。这部分电路由ic11、r20等元件构成。若由于某种原因造成控制板上直流供电电压过低，稳压器不能稳压，亦会使控制出错。设置一个欠压检测电路（由dw4、ic9b等组成），当vcc电压低于12.5v时便封锁整流触发脉冲，防止不正确的触发，同时点亮“l.y”led批示灯和驱动报警继电器。

自动重复起动电路在ic9a组成。dip-2开关用于关闭自动重复起动电路。

ic5b组成电压截止触发器，封锁整流桥触发及脉冲（或拉逆变）；驱动“过压”指示灯和驱动报警继电器；通过q9使过压保护振荡器起振，ic18a起振。过电压触发器动作后，也像过流触发器一样，只有通过复位信号或通过关机后再开机进行“上电复位”，方可再次运行，调节w1微调电位器可整定过压电平。

q7及周围电路组成水压过低延时变换电路，延时时间约8秒。

复位开关信号由con2-6、con2-7输入，闭合状态为复位/暂停。

四调试

1整流部分的调试

调试前，应该使逆变桥不工作。例如：把平波电抗器的一端断开或断开逆变末级的输入线，使逆变桥的晶闸管无触发脉冲，再在整流桥直流口接入一个约1~2kw的电阻性负载。电路板上的if微调电位器w2顺时针旋至灵敏最高端（调试过程发生短路时，可以提供过流保护）。主控板上的dip开关拨在on位置；用示波器做好测量整流桥输出直流电压波形的准备；把面板上的“给定”电位器逆时针旋至最小。

送上三相供电（可以不分相序），检查是否有缺相报警批示，若有，可以检查进线快速熔断器是否损坏。

把面板上的“给定”电位器顺时针旋大，直流电压波形应该几乎全放开，再把面板上的“给定”电位器逆时针旋至最小，调节控制板上的w4微调电位器，使直流电压波形几乎全关闭，此时的角约为120度。输出直流波形在整个移相范围内应该是连续平滑的。

把逆变桥接入，使逆变触发脉冲投入，把电路板上的vf微调电位器w1顺时针旋至灵敏最高端，（调试过程中发生逆变过压时，可以提供过压保护）。把面板上的“给定”电位器顺时针稍微旋大，这时逆变桥便工作，当出现直通现象时，继续把面板上的“给定”电位器顺时针旋至一半，此时直流电流表应指到额定电流的25%，可调节控制板上的w2电流反馈微调电位器，使直流电流表指示以额定输出电流的25%左右。一旦逆变起振后，直流电流就可接近额定电流值，精确的额定电流整定，要在满负荷运行时才可进行。

若把面板上的“给定”电位器顺时针稍微旋大，逆变器起振，不出现直通现象，可调整中频电压互感器的相位，即把中频电压互感器20v绕组的输出线对调一下，就不会起振了。

这样整流桥的调试就基本完成，可以进行逆变桥的调试。

2、逆变部分的调试

(1) 校准频率表。有示波器测逆变触发脉冲的它激频率（它激频率可以通过w6来调节），调节w7微调电位器，使频率表的读数与示波器测得相一致。

(2) 启振逆变器，调节控制板上的w6微调电位器，使其略高于槽路的谐振频率，w3、w5微调电位器旋在中间位置。把面板上“给定”电位器顺时针稍微旋大，这时它激频率开始扫描，逆变桥进入工作状态，当启动成功后，控制板上“pp”指示灯会熄灭可以把面板“给定”电位器旋大、旋小反复操作，这样，它激信号也反复作扫频动作，若不起振，可调整中频电压互感器的相位，即把中频电压互感器20v绕组的输出线对调一下，此步骤的调试，亦可使dip-2和dip-3开关处在off位置，此时加入了重复起动能，电压环也投入工作。

(3) 逆变起振后，可做整定逆变引前角的工作，把dip-1开关打在off位置，调节w5微调电位器，使中频输出电纹与直流电压的比为1.2左右（若换相重叠角较大，可适当增大此比例值）；再把dip-1开关打在on位置调节w3微调电位器，使中频输出电压与直流电压的比为1.5左右（或更高）此项调试工作在较低的中频输出电压下进行。注意，必须先调1.2倍关系，再调1.5倍关系，否则顺序反了，会出现相互牵扯的问题。

(4) 下一步可以在轻负荷的情况下整定电压外环。主控板上的dip-3开关拨在off位置，w1微调电位器顺时针旋至最大，把面板上的“给定”电位器顺时针旋至最大，逆时针调节w1微调电位器，使输出的中频电压达到额定值，在这项调试中，可见到阻抗器起作用的现象，即直流电压不再上升，而中频输出电压却还能继续随“给定”电位器的旋大而上升。

3、过压保护

控制电路上已经把过压保护电平固定在额定输出电压的1.2倍上，当进行额定电压整定时，过压保护就自动整定好了，若觉得1.2倍不合适，可改变控制板上r13电阻值，增大r13，过压保护电平增高；反之减小。

4、额定电流整定

在满负荷下，调节控制板上的w2电流反馈微调电位器，使直流电流表达达到额定值。

五、控制电路板各故障显示灯

序号	代号	用途
1	d.v	过压指示
2	d.c	过流指示
3	l.v	欠压指示
4	w.p.l	水压不足
5	v.lop	电压环投入
6	d.p	缺相指示
7	p.p	启动成功
8	power	电源指示
9	clk	压控振荡器工作

注意：p.p指示灯在启动前为亮状态，启动成功后熄灭。

六、dip (s1) 开关工作状态

开关	工作状态
----	------

dip-1	逆变角度开关：打在off时，小角度；打在on时，大角度。
dip-2	重复起动开关：打在off时，重复起动开；打在on时，重复起动关。
dip-3	电压环控制：打在off时，电压环投入，打在on时，电压环断开。

七、电位器

w1 (vf) 最大中频输出电压设定电位器，当有电压反馈时可设定最大中频输出电压，顺时针方向为最小，最大调节范围约2倍。

w2 (if) 最大输出电流设定电位器，当有电流反馈时可设定最大输出电流，顺时针方向为最小，最大调节范围约2倍。

w3 (maxb) 最大逆变引前角设定电位器，顺时针方向为增大，最大调节范围约为 40° - 60° 。

w4 (偏移调整) 出厂时，已基本调好。

w5 (minb) 最小逆变引前角设定电位器，顺时针方向为增大，最大调节范围约为 20° - 40° 。

w6 (maxf) 最大它激逆变频率设定电位器，顺时针方向为增大，最大调节范围约2倍。

w7 (fp) 外界频率表校准。

本产品的加工定制是是，品牌是宏新，型号是KGPS，最大输出功率是250 (kw)，最大输入功率是250 (kw)，输出中频电压是750 (V)，输出中频电流是280 (A)，输出振荡频率是2000 (HZ)