

KGPS 系列中频晶闸管变频装置

使 用 说 明 书

公司名称：西安德昌机电科技有限公司

公司地址：陕西西安市蔺高工业园沣惠路 17 号

TEL/ FAX: 029-84527288

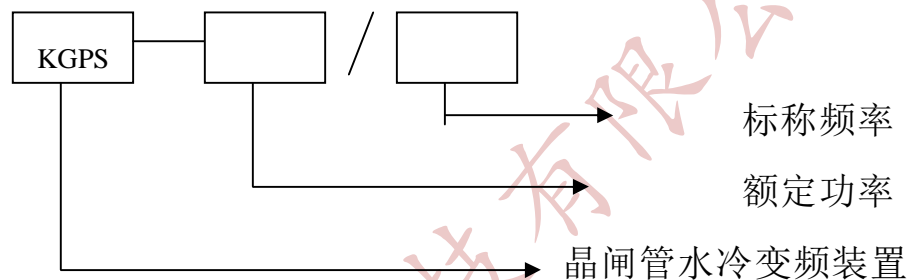
[HTTP://www.dczpl.com](http://www.dczpl.com)

[E-mail:15091099983@163.com](mailto:15091099983@163.com)

感谢贵厂(公司)使用西安德昌机电科技有限公司生产的 KGPS 系列中频感应局部加热设备，为了更好地使用、维护此设备，请在使用前仔细阅读本说明书。

一、型号含义：

晶闸管变频装置，是将三相工频交流电能转变为单相中频电能的静止变频装置。本装置采用并联逆变电路，因此负载适应能力较强，可以作为淬火、透热、熔炼以及其它感应加热设备的供电电源。



二、使用条件：

- 2.1 海拔高度不超过 1000 米。特殊情况，设计时要做必要说明。
- 2.2 环境温度不超过+5℃~+35℃。
- 2.3 电源电压波动不大于±10%，波形畸变小于 5%。
- 2.4 环境无易燃、易爆粉尘、无腐蚀性气体，无强烈振动。
- 2.5 安装于通风良好、无剧烈振动和冲击的工作场地；安放电源柜时垂直倾斜度不超过 5 度。
- 2.6 装置工作水压 0.2~0.3MPa；进水温度不高于+30℃；水质 $6 \leq \text{PH} \leq 9$ ；装置不可在凝露情况下使用。

三.技术数据：

功率参数 (KW)	100	160	250	500	750	1000
输入电压 (V)	三相 380V+5%/-10%					50Hz
输入电流 (A)	165	260	420	820	1250	1650
最大输出电压 (V)	750	750	750	750	750	750
最大输出电流 (A)	220	350	550	1100	1600	2200

输出频率 (KHz)	1	1	1	1	1	1
	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	4	4	4	4	4	4
	8	8	8			
工作制	额定连续					
冷却水压	0.2~0.3MPa					

四、安装维护：

- 4.1 设备拆箱后，首先检查各电器元件在运输过程中是否有损坏，所有紧固零件是否有松动或脱落，如果有上述情况发生应及时修复和紧固。
- 4.2 设备应安装在通风良好，不受雨水侵袭的室内。机体与墙壁应保持一定的距离，以便机体前后左右门能正常开启。
- 4.3 进出水路由用户连接或按技术协议执行。
- 4.4 用户选择操作方便的位置安装与外操作台,机体与外操作台气缸之间均对号连接。
- 4.5 用户应自备气源，管路各压力 $\geq 6\text{Kg/cm}^2$ ，用于设备日常维护。
- 4.6 冷却水质应比较纯净；电阻率不小于 $2.5\text{K}\Omega \cdot \text{CM}$ (在温度 25°C 左右测量);PH 值在 6~9 之间。
- 4.7 本装置应每周检查一次，清除机内尘埃，如发现螺栓损蚀、松动等现象应予以修复后再使用。尤其注意水路有无松动、漏水，及时需处理，避免造成重大事故。
- 4.8 若本装置需停用一段时间，则应清除冷却水路中的积水，并加强通风干燥，以免装置受潮引起元件损坏。

五、电路原理：

5.1.主电路原理：

本系列中频电源装置是采用晶闸管元件，将三相工频交流电整流为直流，经电抗器平波后，成为一个恒定的直流电流源，再经单相逆变桥，把直流电流逆变成一定频率的单相中频电流。负载是由感应线

圈和补偿电容器组成的。联接成并联谐振电路。三相工频交流电(380V、三相四线制)送至本装置隔离开关的三个进线端，自动空气开关 ZK 作为主回路的电源开关。电流检测采用电流互感器，该电流信号被电流互感器及 5/0.1A 电流变换器二次转换后送到控制电路板作为电流闭环信号和过电流保护信号。快速熔断器作为控制电路失控时的短路保护。为了减少开关操作过电压及由 SCR 换相时产生的"毛刺"，在进线处设置了阻容滤波电路及压敏过电压吸收电路。

本装置采用三相桥式全控整流电路，可以获得较为平滑的电流波形，并且通过脉冲移相，可实现拉逆变工作状态。三相全控桥式整流电路的工作原理从略。

5.2.控制电路原理

整个控制电路除逆变末级触发单元外，做成一块印刷电路板结构。功能上包括电源、整流触发、调节器、逆变触发、启动演算等，除调节器为模拟运算电路外，其余为数字电路。

组成该控制板的核心集成电路为U10，型号为DLJ它是一块专用大规模数字集成电路，有3路时钟输入口，35路输入/输出口，内部功能包括整流移相触发、相序自适应、逆变触发、逆变触发、逆变引前角锁定、逆变重复起动、过流保护、过压保护、缺相保护、水压低保护、水温高保护控制板欠压保护，另外还有二个外部故障输入保护。

5.2.1整流触发工作原理：

这部分电路包括三相同步、相序自适应、压控时钟、数字触发、末级驱动等电路。

三相同步信号直接由晶闸管的门极引线K4、K6、K2从主回路的三相进线上取得，由R8、C5、R9、C6、R10、C7进行滤波，再经6只光电耦合器进行电位隔离，获得6个相位互差60度的矩形波同步信号，输入到U10的输入口。

在U10的内部有相序自适应电路，确保了中频电源的三相交流输入

可以不分相序。

5.2.2 逆变部分工作原理：

本电路逆变触发部分，采用的是特殊扫频式零压软起动，只需取一路中频电流反馈信号，其本质上相当于它激转自激电路，属于平均值反馈电路。由于主回路上无需附加任何起动电路，不需要预充磁或预充电的起动过程，因此，主回路得以简化，调试过程简单。

起动过程大致是这样的，在逆变电路起动前，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，同时继续加大主回路的直流电流，当它少许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。自动调频电路一旦投入工作，便停止它激信号的频率往低扫描动作，转由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反馈信号，此时，它激信号便会一直扫描到最低频率，重复起动电路一旦检测到它激信号进入到最低频段，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。

六、 维护与保养

晶闸管变频装置与中频发电机组比较，有省电、无噪声、调节方便等许多优点，但是，由于半导体器件的过载能力较差，因此，合理使用，正确操作与精心维护，是晶闸管变频电源安全运行避免故障的重要保证。在连续运行的生产线上搞好装置的维护保养尤为重要。

6.1 经常清除电源柜内积尘，尤其是可控硅管芯外部，要用酒精擦除干净。运行中的变频装置一般都有专用机房，但实际作业环境并不理想。在熔炼锻压工序，粉尘很大振动强烈；在透热淬火工序，装置常靠近酸洗、磷化等作业设备，有较多腐蚀性气体，这些都会对装置的元件起到破坏作用，降低装置的绝缘强度。在积尘较多时，往往会发

生元件表面放电现象，因此必须注意经常清洗工作，防止故障发生。

6.2 经常检查水管接头扎结是否牢固，清理冷却水管内壁水垢，在使用自来水、井水作为装置的冷却水源时，更易积存水垢，影响冷却效果。在塑料水管老化产生裂纹时，应及时更换。装置在夏天运行时采用自来水、井水冷却往往容易发生凝露现象。应该考虑使用循环水系统，凝露严重时应该停止运行。

6.3 定时对装置进行检修，对装置各部的螺栓、螺母、压接进行检查和紧固。接触器、继电器的触头有松动或接触不良，均应及时修理更换，不要勉强使用，防止引起更大事故。定期校验装置的过流、过压等保护系统，防止保护失灵。

6.4 经常检查负载的接线是否良好，绝缘是否可靠，透热感应圈内积存的氧化皮要及时清理；隔热炉衬有裂纹时，要及时更换；熔炼炉在更换新炉衬后，应注意检查绝缘。变频装置的负载都设在工作现场，故障比较高，而往往被人忽视，因此，加强对负载的维护，防止故障波及变频电源是保证装置正常运行的重要一环。

七、操作规程

7.1 中频电源开机操作程序：

7.1.1 开启水泵，检查各支路流水应畅通无阻。

7.1.2 合断路器开关，并将功率电位器旋至零位。

7.1.3 依次将“控制电源”开关搬向“合”的位置，“控制电源指示”灯亮。中频启动开关搬向“启动”的位置，“中频指示”灯亮。

7.1.4 以上动作完成后，缓慢旋动功率电位器，观察直流电压和中频电压，当听到中频叫声后，说明已经启动，继续旋动功率电位器，调至所需的电压和功率，装置进入正常运行状态。

7.2 中频电源关机操作程序：

7.2.1 先将功率电位器旋至零位。

7.2.2 按顺序将“中频”开关搬向“停”位置，“控制电源”开关搬向

“分”的位置，再分断主供电开关,此时装置完全停止工作。

7.2.3 用冷工件将感应器中已加热的工件置换出来，然后驱除炉中所有工件，同时关闭推料开关和气源。

7.2.4 冷却水应在中频电源停止工作一小时后再关闭。

感谢选用本公司产品，在设备使用过程中，如有疑问请致电 24 小时售后服务电话 15091099983，希望能为您排忧解难。

西安德昌机电科技有限公司

2012-2-18

附件一、

中频电源加热操作程序

一、设备工作前检查：

- 1、中频电源加热必须配备专业人员进行操作。
- 2、掌握所要加热的工件规格型号，以便调整感应线圈和炉前定位装置压轮间的间隙。
- 3、检查轨道线无杂物及废工件，确保畅通。
- 4、检查电源是否供电正常。
- 5、检查内外循环系统，确保有足够的冷却水。
- 6、检查中频电源和电容器柜，确保水路、电路均为正常。
- 7、检查内循环水及外循环水的各个进出水阀门是否全部打开。

二、通电操作：

- 1、打开三套内循环系统水泵。
- 2、打开外循环系统水泵。
- 3、打开三台中频电源的总送电柜电源。
- 4、打开三套中频电源（打开控制电源，合上主电开关，检查调功电位器和操作台的调功电位器向左复位至零，再打开中频启动开关）。
- 5、操作外操作台中频电源启动。
- 6、将操作台说明完成 1、2 项后，再依次检查 1#、2#、3#调功电位器，向左复位到零，分别打开 1#、2#、3#中频启动开关，再轻缓地向右旋动调功电位器，直到操作台上 1#、2#、3#直流电压表都升到 200V 左右。
- 7、再分别将 1#、2#调功电位器右旋直到直流电压升到 460V（小

于 $\phi 32$ 的工件可适当减小)左右即可。

- 8、接下来按中频感应加热操作台说明操作(第3项)。
- 9、操作完成后,即可按所要求的节拍、温度进行加热。

三、设备关闭操作:

- 1、工作结束时,先让上料电机停止上料。
- 2、待感应器内工件全部被送出后,方可关闭三台中频电源。方法是,将自动切换至手动,再分别将操作台上三个保温用调功电位器左旋至零位,最后关掉三个中频启动开关。
- 3、关掉输送电机。
- 4、依次关掉三台中频电源柜。(先关中频启动开关,再分开主电路,最后关掉控制电源。)
- 5、关操作台电源。
- 6、在停止加热 10~20 分钟后,再关闭冷却水。(先关外循环水泵,后关三套内循环水泵。)
- 7、最后关掉三台总送电柜的供电电源。

四、注意事项:

- 1、在设备正常运行时,出现任何故障,需要检查维修时,必须关闭电源,再进行处理。
- 2、设备运行前,三台内循环冷却水水箱内水量必须能使液位计浮子浮起来。
- 3、若在工作中发现异常情况,可迅速按下进、出料机和操作台上的急停按钮,使设备停止工作。
- 4、更换感应器时,务必将所连接的铜排连接坚固,将感应器冷却水进、出水连接正确。
- 5、在更换感应器前,先关闭冷却水阀门,更换完后,一定要打

开这些阀门。

- 6、 在更换感应器后，应调整好位置，使工件能顺利通过感应器，并且间隙均匀。
- 7、 在更换加热工件后，应调整脉冲发生压轮，确保工件在通过压轮时能准确发出脉冲信号。
- 8、 在更换感应器拆装螺丝时，切不可将螺杆或螺母掉入感应器铜管内，否则会造成匝间短路，影响设备正常工作。

西安德昌机电科技有限公司

2012-2-18

附件二、

数字化中频电源 调试技术

1、数字化中频电源控制电路简介

本公司以提高中频电源的性能，减少中频电源的安装调试工作量为宗旨，设计制造了该中频电源。采用本控制电路板组装的中频电源，不仅性能好，而且无需同步变压器，无需快熔损坏指示器，无需中频电流信号互感器，无需任何中间继电器，连线极少。更由于三相交流输入线不分相序，中频输出线不必区别相位的优点，免去在用户现场进行调试成为可能。在电路功能上可以分为整流触发电路，逆变电路，调节器电路，操作保护电路四部分，各部分特点如下：

I 整流触发电路

采用脉冲一致性好，抗干扰能力强的数字触发电路，无需同步变压器，同步信号直接取自与整流晶闸管相连的主电路（无单独连线），自动实现与电网同步，而且具备相序自动适应能力，三相交流输入线不分相序，从而使其在主电路与触发板的连线上变得异常简单，可靠。免去调相序，对同步，整流 α 限定的工作，只需把晶闸管的门极线接入在控制板的接线端子上，无需任何整流部分即可投入使用。

整流触发脉冲变压器已包含在控制板上，整流触发脉冲强度： $I_p=1.5A$, $dA/dT \geq 0.5\mu S$, 脉冲宽度约 1Ms, 绝缘耐压 4KV。

I 逆变电路部分

逆变采用零压软启动方式，并设有自动重复启动电路，可防止中频电源偶尔启动失败，提高了启动的可靠性，只要负载品质因数 $\theta \geq 2.5$ ，启动成功率便可达 100%。更有特色的是频率跟踪电路仅需采样中频电压信号，而无需槽路电容器的电流信号，免去了外接中频电流互感器，确定取样电流相位的烦恼。因此，在调试和现场中，也不会由于中频输出线或取样电流

互感器的相位接反，而产生中频电源不能启动的问题。

逆变电路中还加有逆变 Φ 角调节电路，由逆变 Φ 角调节器控制，可以自动调节负载阻抗的匹配，达到恒功率输出，可以制成‘快速熔炼’的中频电源（原理参见论文《恒功率输出中频感应熔炼炉》），达到节电，节时，提高电网功率因数的目的。此功能也可被关掉。逆变的脉冲变压器（提供）是外接的，其脉冲触发强度： $I_p=3A$ ，前沿： $dA/dT \geq 2A/\mu S$ ，脉冲宽度：10—50 μs 。绝缘耐压 4KV。如此强的触发，对提高快速晶闸管的电流扩散能力，延长快速晶闸管的使用寿命十分有效。

I 调节器电路部分

采用中频电压，直流电流双闭环 PI 调节器，在启动过程中双闭环也始终参与工作，系统工作稳定，而且在系统调试过程中和逆变失败时，也很难发生过电流跳闸的现象。

另外还有一个逆变功率因数 Φ 角调节器，保证槽路负载阻抗与电源的自动匹配。当用作熔炼电源时，尽管负载变化很大，仍能保证最大功率输出和高功率因数整流输入。当用于透热电源时，在中频电压为 600V—750V 时，可保证整流输入的功率因数 ≥ 0.9 。

调节器的参数适应范围宽，一般的中频电源系统均能适应，无需再对调节器的参数进行调整。

I 操作保护电路部分

在控制电路中设有各种操作，保护电路，主电路与控制电路的上电掉电先后次序，以及使用人员的误操作等，均不会对系统产生任何影响。具体的保护功能有：

缺相（快熔断）——检测三相交流输入是否有缺相，可省去快速熔断器故障指示器的检测电路。

过电流——系统过电流截止保护，过流电平无需单独整定，控制电路自定整定在额定输出电流的 1、5 倍上。

过电压——中频输出过电压保护，过电压平亦需单独整定，控制电路自

动整定在额定输出中频电压的 1、15 倍。过电压保护动作一方面截止整流桥，另一方面直通逆变桥，能有效的防止因输出电缆开路引起逆变晶闸管的损坏。

水压低—冷却水压力保护，具有 8 秒钟的延时动作，可防止水压瞬时波动引起系统的跳闸。

控制电源欠压—控制电路供电电压偏低保护，可防止控制电路掉电时，对主电路的乱触发。所有的保护具有声光报警功能。

2、数字化中频电源优点：

- 丨 平均输出功率可以提高 10--20%。
- 丨 熔炼周期减少到原来的 70-90%，单产提高 1.5 倍，节电 10%以上。
- 丨 输入功率因数高，可达 0.90 以上。
- 丨 调整简单，控制柜调节钮少，到用户场地只半小时即可调好。
- 丨 线路简单，只有国内同类产品的 1/2~2/3 体积大，而且没有任何外用辅助线路，没有继电器，接触器，同步变压器，只有 2 个 100VA 控制变压器，故障检测方便。

3、控制电路板静态调试

- 丨 准备工作：万用表一块、20M 示波器一台、电工维修工具一套、220V/18V 变压器一台、三相电源、3W/1~10K 电位器一个、5W / 6.8Ω 电阻六只等。
- 丨 将三相电源接入 K4、K6、K2；18V 供电电源接入 3-1、3-2；电位器接入 2-7、2-8、2-9；六只电阻分别接入 G1、K1~G6、K6。
- 丨 用万用表测量线路板供电电源电压为+15V。
- 丨 用示波器观察 R77 任意一端的振荡频率，将 DIP-2 拨在 ON 位置，调节 3W / 1~10K 电位器（以下均简称为电位器），振荡频率应在 5~31μS 范围内变化，如果变化范围不够，可用 W4 进行调节。
- 丨 将 DIP-2 拨在 OFF 位置，调节电位器至某一位置，振荡频率应在

一定范围内反复重复变化。

- I 用示波器观察逆变脉冲，脉冲宽度为 30 μ S 左右，脉冲频率在负载实际振荡频率的 50%~140% 范围内进行扫频。
- I 将三相电源断掉任意一相，P.O.W 显示灯亮，（缺相保护动作）用示波器观察整流脉冲信号应封锁；短接 D22 两端，O.V 显示灯亮（电压保护动作），整流脉冲封锁，同时逆变脉冲产生倍频频率脉冲；将 IC5 的 2 脚同+15V 短接，O.C 显示灯亮（电流保护动作），同时整流脉冲封锁；短接 3-6、3-7，待八秒钟后，W.P.L 显示灯亮（水压保护动作），同时整流脉冲封锁；用 -3V 左右直流信号分别加到 2-3、2-4、2-5 处，用示波器观察 IC13 的 7 脚是否有变化，如果有，则说明电流信号可正常工作。

4、动态运行调试：

线路板静态调试完成后可上机进行动态调试。

- I 将 3-3 号线与端子断开，以便使去掉逆变脉冲。打开控制电源，合上主电路，将调功电位器放在最小位置，打开起动开关此时，整流电压波形处于半关闭状态。若不处于半关闭状态可调整 W4 来达到。给整流输出端接一 100 Ω 500W 的负载，顺时针调节调功电位器使之全开放，用示波器观察整流电压波形，为连续的馒头波。（整流调试）
- I 接上 3-3 号线，使逆变管加上逆变脉冲，将 DIP-2 开关打至 ON 位置，起动设备。会出现两种情况，一种逆变桥起振，另一种是逆变桥直通。此时需要的是逆变桥直通，若逆变桥为起振状态可将中频电压信号相位进行调整，就不会起振了，缓慢旋转调功电位器，注意电流表的指示，若电流迅速增大，则说明电流信号取样电路有问题，系统处于电流开环状态，应对其进行检查。正常的表现是随着给定电位器的缓慢加大，电流表的指示也跟着增大，当停止旋转给定电位器时，电流表的指示能稳定的停在某一刻度上。
- I 将中频电压互感器的极性对调，把 DIP 开关均打在 OFF 位置，起动设备，

起动成功后，将中频电压升到 300V 左右，调节 W5 电位器使逆变换相角在 22° 左右，再把 DIP-1 开关打在 ON 位置，调节 W3 使逆变换相角在 42° 左右。所必须注意的问题是，必须先调最小逆变角，在调最大逆变角，否则顺序反了回出现互相牵扯问题。

- I 在轻负荷情况下整定输出电压。在这相调试中可见到阻抗调节器起作用的现象，即直流电压不在上升，而中频输出电压却还能继续随给定电位器的旋大而继续上升。上升到最大后，调节 W2 电位器使输出电压达到要求电压，过压保护值为该电压的 1.2 倍。
- I 在重负荷情况下整定输出电流。此相调试的负载越重越好，设备起动后，将电流升到超过额定电流，调节 W1 使电流达到额定电流，继续提升调功电位器到最大，调节 W1 使电流达到额定电流。过电流保护值为额定电流的 1.5 倍
- I 当调试设备场地的电源供不出装置的额定电流时，额定电流的整定可在满负荷下进行。这与一般的中频电源的电流整定是一样的但是，应先在较小电流的情况下，判定电流取样回路的工作是否正常。
- I 在调试中若出现逆变角调不小的情况下，在排除了槽路谐振频率过低的情况后，应检查逆变管是否都工作了，当三只晶闸管工作时就回出现逆变引前角过大现象。
- I 对熔炼负载来说，恒功率输出是很重要的，要想使恒功率区的范围大，就要使逆变引前角从最小变到最大的范围仅可能的大，同时阻抗匹配也很重要。即使不是熔炼负载，这样做也有利于整流的功率因素。

5、数字化中频电源使用说明

I 设备使用的技术条件

① 环境温度：

+5—40℃，24h 内周期使用，平均温度不超过 35℃，储存最低温度不低于-35℃并除去冷却水。

② 环境条件：

空气中不含有导电尘埃、酸、盐、腐蚀性及爆炸性气体、有可靠的排水通风装置。最高相对湿度：环境温度 40℃时不超过 50%，20℃时不超过 90%。

③海拔：

海拔高度不超过 3000m。

④安装倾斜度：

倾斜度不超 5°。

⑤电网质量：

电压波形应为正弦波，电网电压波动不大于 5%，波形畸变小于 5%，频率变化不超过±2%。

⑥冷却水：

装置工作水压 1.5-2Kg/cm²，进水温度为 5—35℃，水质 PH<8，装置在凝露下不能使用。

I 安装方法

- 1、本装置对安装基础无特殊要求，但安装环境得参照本装置的使用条件，应安装在通风良好，不受雨水侵袭的室内，柜体与周围墙壁应保持 1 米以上距离，保证柜门能方便开启。
- 2、装置在出厂前均按其技术条件经过出厂实验，但在运输中因震动，可能有线头松脱、螺丝松动和受潮等现象，应对上述现象进行检查、维护。
- 3、三相电源进线和中频输出线均从柜底电缆沟出入，有导线连接处应保持良好的接触。
- 4、本装置柜底内设有接地螺栓，安装时必须良好接地。

I 维护与保养

合理的使用、正确的操作和精心维护，是电源安全运行，避免故障的重要保证。在连续运行的生产线上搞好电源的维护与保养尤为重要。

- 1、经常清除配电柜内的积尘，运行中的变频装置要设立专用机房，必

须经常注意清洁工作，防止绝缘降低发生故障。

- 2、定期对电源进行检查维修，对各部的螺栓、螺母压接件进行定期检查紧固。定期对装置的额定电压、电流进行校验，以防止保护失灵。
- 3、经常检查负载连线是否完好，绝缘是否可靠。
- 4、经常检查各冷却水路有无断水或水压不足等现象。

I 操作方法及注意事项

1、起动过程：

- ◆ 拨合控制电源合开头
- ◆ 按主电路合按钮
- ◆ 拨合中频起动开关
- ◆ 顺时针旋转调功电位器，可以看到直流电压表上下摆动，这是逆变器在进行自动扫频工作，当扫频频率接近槽路谐振率时便可自动起动成功。（扫频的一个周期为 0.5S）

2、停机过程：

- ◆ 逆时针旋转调功电位器至终端
- ◆ 分断中频起动开关
- ◆ 分主电路分按钮
- ◆ 分断控制电源开关

3、注意事项：

- ◆ 设备在每次起动前应首先检查各冷却水是否畅通，是否有不安全因素存在，调功电位器中否返回。
- ◆ 在运行中发生过流、过压等现象时不要忙于重新起动设备，应对设备进行检查，是否存在短路、打火现象。
- ◆ 设备发生故障后，应及时与本公司技术部取得联系排除故障，以免故障范围扩大。

附 1：控制电路板各故障显示灯用途

序号	代号	用途
1	D. C	过电流指示
2	D. V	过电压指示
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	起动成功
8	PONER	电源指示

注意:P. P 指示灯在起动前为亮灯状态, 起动成功后熄灭。

附 2、产品结构示意图

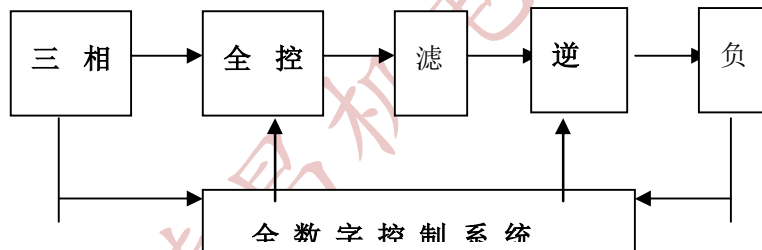


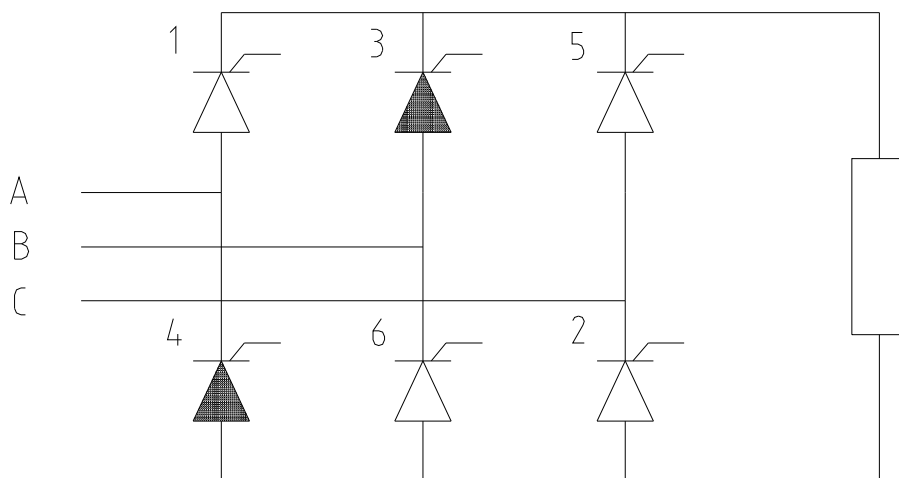
图 (1) 中频电源结构框图

附 3、主电路原理

(1) 整流电路原理

整流电路主要是将 50HZ 的交流电整流成直流。由六个晶闸管组成的三相全控整流电路，输入工频电网电压 380V，控制可控硅的导通，实现输出 0~500V 连续可调的直流电压。(如图 2)

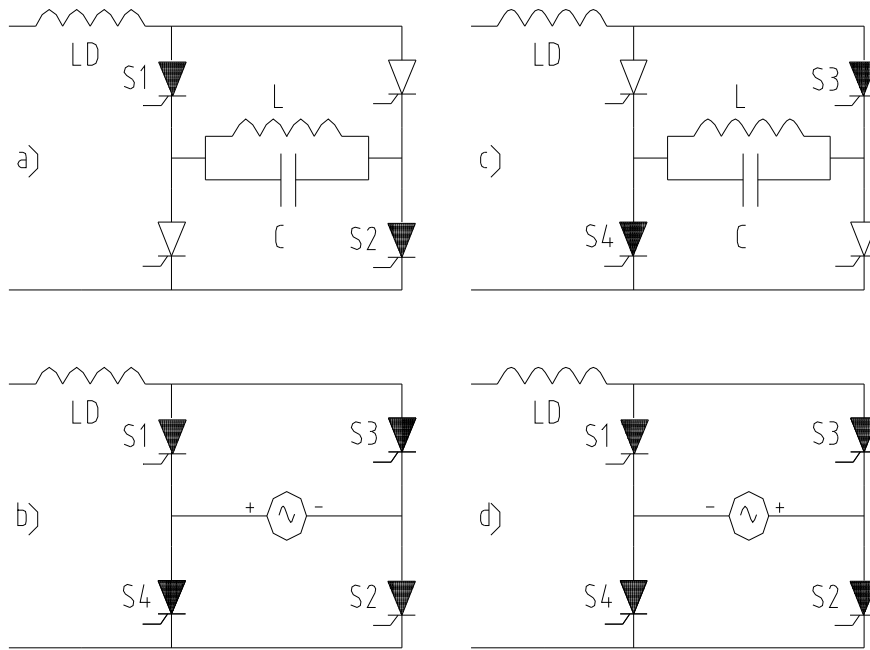
图(2)三相全控整流桥工作原理



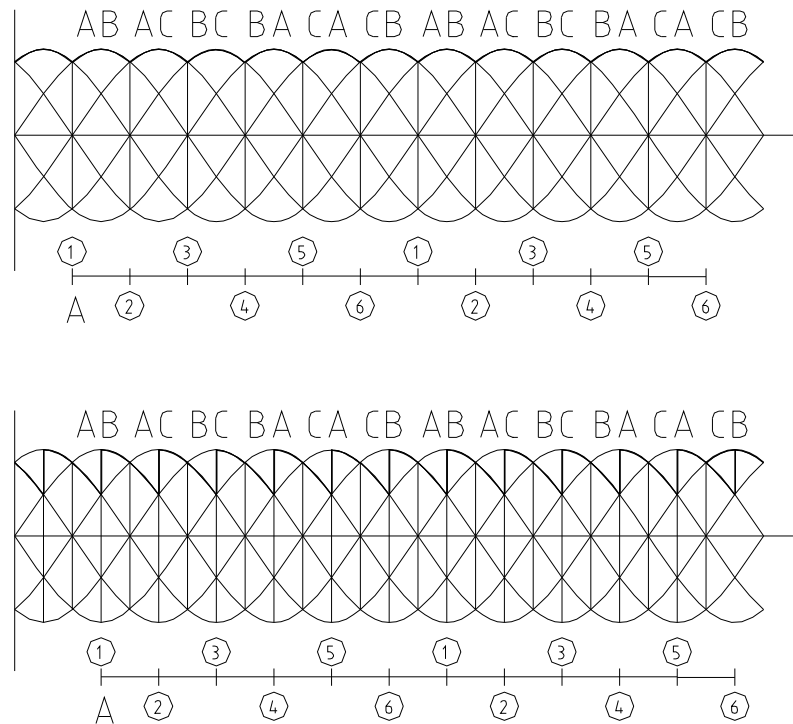
现以 $\alpha = 30^\circ$ 为例分析整流回路的工作过程。可控硅 TH1 在 θ_1 时刻触发如图 (3)，开始 A 相处在最高电位，同时 B 相处在最底电位，因而 TH1 和 TH6 同时导电，到 θ_2 时刻之后 A 相仍处于最高电位，TH1 可继续导电，但此时 C 相变成了最底电位，因此只要在 θ_2 时刻触发 TH2，TH1 和 TH2 既可构成导电回路，TH2 一旦导电就把 C 相电位移到 TH6 的阳极，同时 TH6 的阴极是 B 相电位，并非最底，既 TH6 承受反压由原来的导通变为截止，这相便从 TH6 换相到 TH2， θ_2 是换相时刻。共阳极的换相过程也是一样的。

当触发脉冲在任意 α 角时，其输出直流电压为：

$$U_d = 1.35U_a \cos\alpha$$



图(3)三相全控整流桥电路在 $\alpha=0^\circ$ 、 $\alpha=30^\circ$ 角时输出波形



图(4)逆变主电路的工作过程

(2) 逆变电路原理:

该产品采用了并联逆变器，这种逆变器对负载变化适应能力强，见图(4)所示。它的主要作用是将三相整流电压 U_d 逆变成单相 400-10KC 的中频交流电。逆变器的设计采用了单管技术（即：逆变器采用四只控硅），以使逆变器具有简洁、可靠的特点。

下面分析一下逆变器的工作过程，假设图（4）中，先是①②导通③④截止，则直流电流 I_d 经电抗器 L_d ，可控硅①②流向 L_c 谐振回路， L_c 产生谐振，振荡电压正弦波。此时电容器两端的电压极性为左正右负，如果在电容器两端电压尚未过零时之前的某一时刻产生脉冲去触发可控硅③④，此时形成可控硅①②③④同时导通状态，由于可控硅③④的导通，电容器两端的电压通过可控硅③④加在可控硅①②上使可控硅①②两端承受反压而关断，也就是说可控硅①②将电流换给了③④。换流以后，直流电流 I_d 经电抗器 L_d 、可控硅③④反向流向 L_c 谐振回路。电容器两端的电压继续按正弦规律变化，而电容器两端电压极性为左负右正，负载回路中的电流也改变了方向。当电容器右端的正电压要在过零前的某一时刻再将可控硅①②触发导通，再次形成可控硅①②③④同时导通状态。可控硅③④承受反压关断，可控硅①②继续导通，这样就完成了一个工作循环。从上述工作过程可以看出，当可控硅①②导通时电流由一个方向流入负载，可控硅①②和③④相互轮流导通和关断，就把一个直流变成了交流，可控硅①②与③④每秒钟交替工作的次数也就决定了交流电输出的频率。

西安德昌机电科技有限公司

2012-2-18