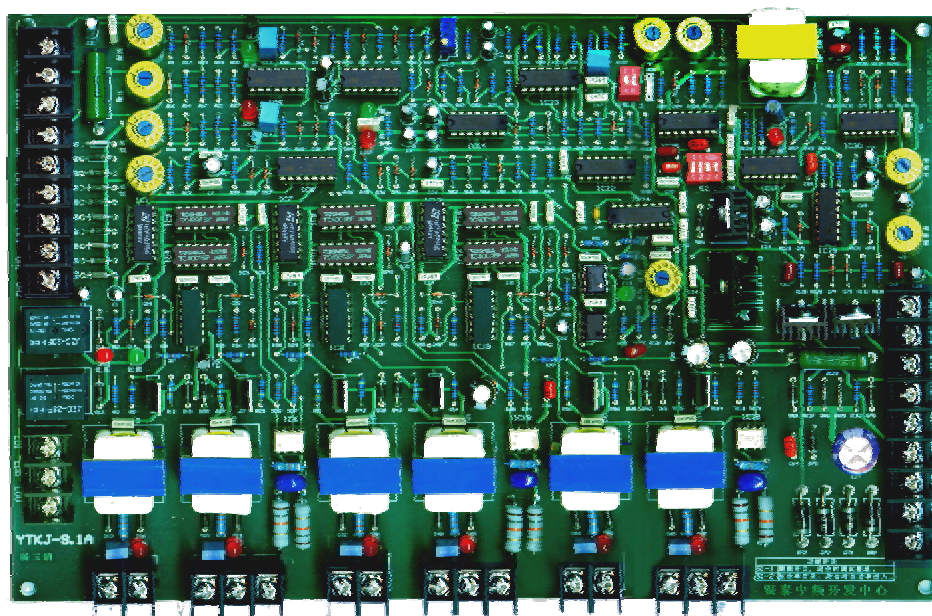


智能化恒功率控制板 使用说明书

YTKJ-9.2H

编写：杨玉清

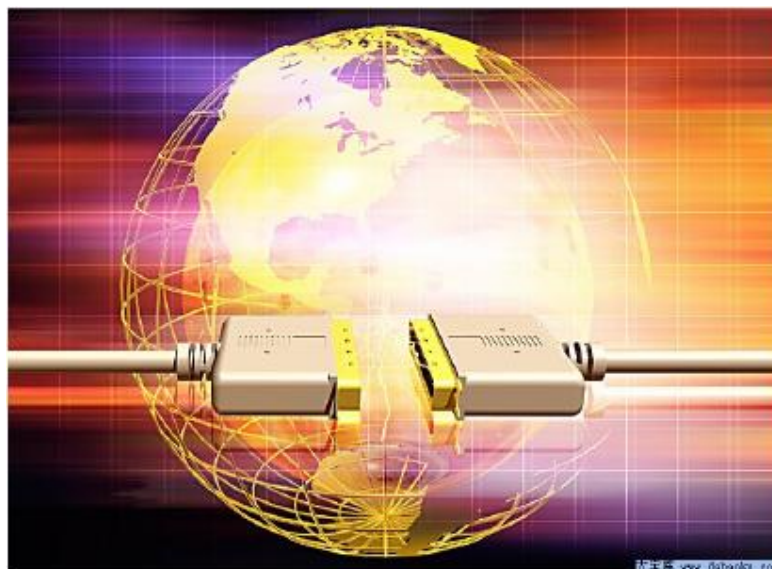


洛阳银泰开发中心

业务联系电话：13783151360

技术服务电话：0379-65175561

感谢贵厂(公司)使用 我中心 YT-JX 系列中频感应加热控制板，为了更好地使用、领会本线路，请在使用前仔细阅读本说明书。



[Email:ly-yintai@163.com](mailto:ly-yintai@163.com)

[Http: //yintaikeji.51.net](http://yintaikeji.51.net)

Tel: 013783151360

Fax: 0379-65175561

概 述

中频电源控制板相当于中频设备的核心。一台设备好用与否，很大程度受控制板的性能影响，这个比例约占 70%。因此中频电源控制板又称“主控板”、“中心板”

YTKJ-9.1A **智能型新型恒功率中频电源控制板**是我中心采用高新技术成果，本着**易用、可靠、稳定、节能**的原则，博取众家之长，面向中频行业推出的最新一代中频电源控制板，可应用于各种金属的熔炼、保温、烧结、焊接、淬火、回火、透热、金属液净化以及晶体生长等各种感应加热领域，

YTKJ-9.1A 主要技术参数：

- ✧ 板型规格：205×297(mm) *2.0，安装尺寸：195×287(mm)，安装孔Φ4.5mm。
- ✧ 整流同步电压：380~1250 (V) 直接输入，(针对不同的同步电压需修正同步输入电阻)
- ✧ 逆变同步方式：正极性中频电压信号 15~30 (V)，该信号又作过压限压反馈信号。
- ✧ 主控板交流供电：18V~0~18V，功耗<30W。
- ✧ 起动性能：100% (正常负荷)。
- ✧ 逆变对称度纠正能力：>6us。
- ✧ 整流移相范围：0~150°。
- ✧ 整流移相方式：过零同步，数字移相。
- ✧ 调功给定电压：0~15V (正逻辑)。
- ✧ 起动方式：智能零压扫频软起动。
- ✧ 调整方式：电流、电压双闭环调节。
- ✧ 逆变工作方式：平均值定角调频
- ✧ 电压电流调节能力：静态调整率 100%，动态调整率 97%。
- ✧ “RE” 端口：负逻辑、OC 输入 (15V，4mA)。
- ✧ 重复起动率：1~5 次 / S，扫频率 20 次 / S。
- ✧ 缓冲速率：30° / S。
- ✧ 逆变输出脉冲：幅度>6v，宽度>50us，前沿<1us。
- ✧ 适用功率范围：5KW~4000KW
- ✧ 适用频率范围：300~8000HZ

YTKJ-9.1A 主要特点

一、易用性强，适用范围广：

- ✧ YTKJ-9.1A 为全集成化单板，集整流、逆变、保护、起动控制于一体，具有可靠性高、精度高、调试容易、继电元件少等优点。
- ✧ 该板具有极强的通用性，适合控制功率 50KW~5000K W，频率 300~8000HZ 各种中频电源。
- ✧ 板载过压、过流，限压、限流、扫频、锁频、中频检测、重起、电源、系统等多种状态指示，调整直观，维修方便。
- ✧ 板载整流触发自诊断系统，能间接判断整流硅的触发状态。
- ✧ 板载相序自适应线路，采用三相电源直接同步，不需同步变压器。主回路进线可不分相序。
- ✧ 缓冲启动及完善的启动检测系统，使本线路可以实现满功率开机 (功率电位器任意位置开机)。
- ✧ “RE” 智能端口集合“起动”、“停止”、“复位”、“远控”等功能于一体，使设备操作简化、智能化。
- ✧ 除逆变末级驱动外，全部集成到一块印刷电路板，外围附件少，免继电组件，电路简单、调试简单、维修方便，控制系统一旦发生故障，只要换上备用板即可，不会影响正常生产。
- ✧ 调试维修简单易学，一把螺丝刀和电烙铁，一块万用表便可胜任所有调修工作，不需携带昂贵而笨重的示波器。

二、超强的稳定性:

- ✧ 整板全硬件控制，元件精心搭配、巧妙设计，不但具有硬件的稳定性，而且具有电脑板的多功能性。
- ✧ 所有元件均经高温老化，达标安装。
- ✧ 采用双电源供电，该电源采用先进控制技术，零点漂移小、具有极强的抗干扰能力。
- ✧ 自动跟随负载变化，在运行时具有非故障性的自动再启动能力以及阻抗自动调节功能。
- ✧ 具有理想的截流、截压、精确的关断时间或逆变角控制，保证设备可靠运行。
- ✧ 整流触发电路：采用过零同步、数字移相，不受电网波形畸变和频率漂移的影响，三相平衡度好，抗干扰能力极强。
- ✧ 频率跟踪电路采用的是平均值取样方式，提高了逆变电路的抗干扰能力。

三、效率高，节能效果好

- ✧ 逆变功率因数自动调整，实现负载最佳匹配，自动跟随负载变化达到恒功率输出，具有较高的变频效率、逆变效率可达 94%。在不增大用电负荷的前提下，熔炼周期缩短到原来的 2/3，电耗降低 10%以上
- ✧ 逆变对称度调整，可以纠正其它因素造成的逆变输出的不对称，提高逆变电效率，并能降低逆变元件及斜通电抗的损坏率。

四、启动成功率高:

- ✧ 先进的恒流扫频启动技术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。
- ✧ 在启动运行时具有非故障性的自动再启动能力以及功率自动调节功能。
- ✧ 具有理想的截流、截压、精确的关断时间或逆变角控制，保证设备可靠运行。
- ✧ 恒流启动专为特殊负载（如冻路，重炉）设计，解决重载下的启动难题。

五、保护可靠性高:

- ✧ 控制板有具有完善的多级保护系统（水压、缺相、欠压、过流、过压、关断时间、直通、操作连锁等）。
- ✧ 保护形式上采用双线程超速保护，保护动作敏捷，一旦电路出现故障，保护系统立刻动作，可靠地保护可控硅及电容免受过载冲击。
- ✧ 中频电源控制板采用零电压软启动——扫频启振、恒流起动、缓冲升降，并采用了先进的限压限流双闭环调节系统。设备在实际运行中，启动可靠，无冲击，负载变化较大的情况下仍能稳定。
- ✧ 该板具有完善的防误操作系统，启动电流检测系统、锁频检测系统、缓冲启动系统、恒流启动系统、可防止任何操作失误对元件造成冲击损坏。

YTKJ-9. 1A 主要功能详解

- ✧ **全动态限压、限流**——该线路有别于其它厂家，其他厂家的截止值是一个固定值，只有在设备运行值达到设定值时才启控。YTKJ-9. 1A 的限流、限压电路属于全动态跟踪，截止值和功率给定保持同步，在设备运行的任何阶段都具有恒流或恒压功能。
- ✧ **过压、过流超速双线程保护**——过压、过流动作后，保护信号分成两路：一路通过综合调节器处理，使整流移相回到零位；另一路直接送到移相电路内部，使整流桥迅速进入保护区，这样避免其它环节影响保护速度。这种非常规的处理方式使保护的可靠度大为提高。
- ✧ **恒流启动**——在零压启动线路中，启动初期逆变桥能否起振与电流有很大关系，电流过大容易使逆变桥直通，过小易使谐振不能正常维持，两种结果都不能使逆变可靠建立。特别对于恒功率零压扫频启动线路犹甚。故此，我中心在启动上引入恒流启动，在启动初期，把电流锁定在逆变桥的换流点上，使逆变桥起振几率提高。
- ✧ **启动电流预保护**——启动电流又称启动过流，YTKJ-9. 1A 在启动初期专门设置了一个电流检测线路，在中频电压信号没有建立的情况，启动过流阈值一般设定为额定电流的 1 / 4，一旦发现电流超过该阈值马上发出保护信号，把整流移相回零以再次重新启动，避免因启动失败造成设备过电流冲击。

- ✧ **恒流启动、重复启动、扫频启动**——等我公司独创技术，解决了并联谐振电路起动困难的难题，使设备起动成功率真正达到 100%。
- ✧ **缺相保护、欠压保护**——时刻监视设备运行状态，确保设备安全运行。
- ✧ **逆变脉冲对称度调整**——逆变桥元件参数的差异及控制回路产生的滞后差，均会导致逆变输出产生某种程度的直流成份，这种直流成分的存在，在不升压线路中，会使逆变效率低下，而在电容升压线路中，这种危害就表现得尤为突出：它不仅会造成逆变效率降低，而且在谐振电容上积累直流成分，该直流成分的存在不但影响元件的正常关断（造成设备起动困难），而且还会和中频电压叠加使可控硅和补偿电容产生过电压损坏（这也就是过去电容升压线路常烧可控硅和补偿电容的根本原因）。对称度调整这种独特的新功能，可消除这种直流偏差，彻底解决了升压电路变频元件、泄流电抗易损的难题，并且提高了逆变电路的变频效率。
- ✧ **tf 自动变换(恒功率功能)**——通过调节逆变引前角，可以实现功率因数自动调整、自动跟踪阻抗变化，使设备的电效率大大提高，减少用电损耗，缩短冶炼周期。
- ✧ **缓冲启动——即零压软起动**，升功率时速度恒定，不受人为因素影响，缓冲启动线路根据起动电流大小、负载性质、逆变工作状态自动调整功率上升速度，实现智能零压软起动。降功率时，速度迅捷，与操作者意志保持协调。这种缓升快降特性，完全符合可控硅变频装置的工作需求。以此可以实现功率电位器任意位置合闸、启机、复位等其它厂家认为是危险的操作，避免因操作工失误而损坏元件，使设备的可靠性和稳定性大为提高。
- ✧ **智能“RE”端口**——智能“RE”端口——集成起动、停止、复位等多项功能，配合“UKin”给定接口可与压力控制器、温控仪表、计算机等多种周边设备相连，可实现开机、停机、升降功率等远程操作，并可和其它检测设备配合进行自动化控制（例如保温、恒温）。
- ✧ **整流脉冲自诊断系统**——当整流硅控制极内部开路、外部引线断路或控制板输出缺脉冲时，相应整流脉冲灯将不能正常点亮。

YTKJ-9.14A 电路原理

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、逆变部分、保护控制部分。详细电路见《YTKJ-9.1A 原理图》。

1、整流触发工作原理

这部分电路包括三相同步、数字移相、脉冲分配、脉冲形成、末级驱动等电路。移相部分采用的是数字移相，具有可靠性高、精度高、调试容易等特点。数字移相的特征是用计数(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压控振荡器，输出脉冲频率受 α 移相控制电压 U_k 的控制， U_k 降低，则振荡频率升高，而计数器的计数量是固定的(512)，计数脉冲频率高，意味着计一定脉冲数所需时间短，也即延时时间短， α 角减小，反之 α 角增大。计数器开始计数时刻同样受同步信号控制，在 $\alpha = 0^\circ$ 时开始计数。现假设在某 U_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 100KHz，则在计数到 512 个脉冲所需的时间为 $(1/100) \times 512 = 5.12 \text{ (ms)}$ ，相当于控制角 $\alpha = (5.12\text{ms} \div 10\text{ms}) \times 180 - 30 \approx 62^\circ$ 。显然，有三套相同的触发电路，而压控振荡器和 U_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。

由于整流触发回路中 A、B、C 三相回路结构相同，功能一致，我们仅分析 A 相触发回路。

IC24 及其周围电路构成电压——频率转换器，其输出频率随调节器送来的输入电压 U_k 而线性变化。

三相同步信号由控制电源开关送来三相进线电压信号或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 RC 网路进行滤波及移相，再经 6 只光电耦合器进行电位隔离，获得 6 个相位互差 120° 、占空比略小于 50% 的矩梯波同步信号。

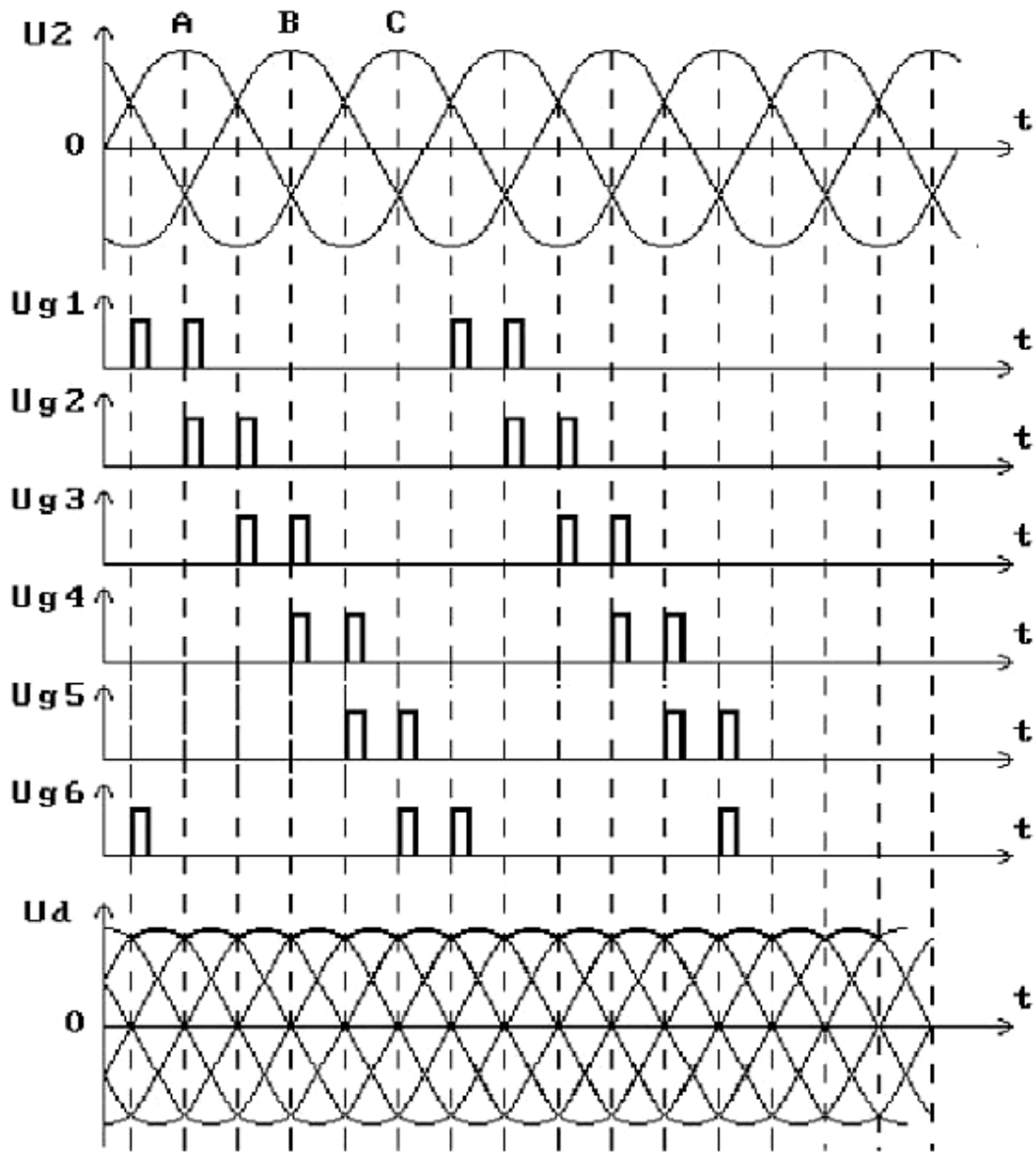
由光电耦合器 IC6 输出的梯形波同步信号，经 IC2A、IC2B 进行方波整形分成两路，一路进入 IC2D 进行或非比较，形成计数复位脉冲。另一路经 IC3D、IC3C 反相后送到 IC3A、IC3B 作为脉冲分配之用。

IC1 (4020 计数器) 构成数字延时器。由 IC2D 送来的计数复位脉冲对计数器进行复位后，开始对 IC24

的输出时钟脉冲计数，当计数到 512 个脉冲便输出一个延时脉冲，该脉冲的上升沿便是整流触发脉冲产生的位置。因计数脉冲的频率是受 U_k 控制的，换句话说， U_k 控制了触发脉冲的相位。

计数器输出的脉冲经 IC3A、IC3B 进行分配，形成 -A、+A 触发信号。该信号微分后，变成窄脉冲，送到后级的 LM556，它既有输出脉定宽的功能，又有一定的驱动能力（为后级功放电路提供前级驱动），输出的窄脉冲经电阻矩阵合成为双窄脉冲，再经晶体管放大，驱动脉冲变压器输出。

IC21 及相关元件组成脉冲列调制电路，调制频率为 5~10KHz。对整流脉冲进行调制，可以提高脉冲前沿陡度，有利于触发大功率可控硅，并且可以减小主控板电源功耗，缩小脉冲变压器体积。



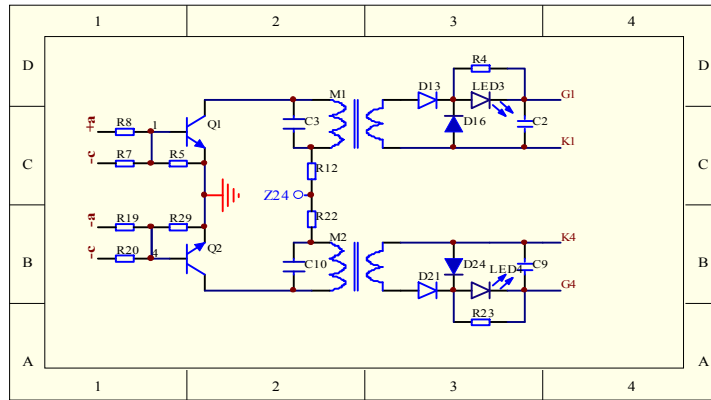
为了使控制电路能够更可靠准确的运行，整流触发回路还设置了上电延时、上电复位、欠压保护、缺相保护等检测线路。

缺相保护，当三相交流同步发生缺相时，由 D23、D40、D55 组成的缺相保护电路输出高电平，驱动 IC20 发出保护信号。

欠压保护由 R85、DW7、D58 等组成，当电源+15V 电压低于 12V 时 IC20 的高触发阈值电平将由原来的 10V 变为 8V 以下，而 D58 阴极电位受稳压二极管 DW7 稳压作用，被箝位于 8.0V 电位上，此时，IC20-6 电位大于 IC20-5 的阈值电平，IC20 发生反转，输出保护信号。

上电延时，在开机的瞬间，控制电路的工作是不稳定的，设置一个 1 秒钟左右的定时器（由 IC20，E19 构成），控制 IC21 的复位端。

缺相保护、欠压保护、上电延时、上电复位统称系统保护，一旦发生缺相和欠压故障 IC20 即发生发生反转，输出低电平，系统状态灯熄灭，通过 IC21 封锁直流脉冲，通过启动控制线路使移相回零。注意：为安全起见，本控制板，上电后必须通过手动复位解除上电复位功能，否则整流无脉冲输出。



整流触发自诊断系统：由上图可看出脉冲指示灯串联在输出回路上，当整流硅控制极内部开路，或控制极走线发生断路时，脉冲灯将不能正常点亮。当整流硅控制极内阻过大或过小脉冲灯亮度将发生变化。当然，当主控板发生故障时相应的脉冲灯也将作出相应指示。设置该灯有助于判断故障所在。

2、起动控制电路的工作原理

起动控制电路设有：限压限流电路、过流过压保护电路、缓冲起动电路、重复起动电路、起动检测电路、综合调节器。

其中限压、限流电路和综合调节器及逆变的阻抗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，电压、电流调节均处于启控状态;另一阻抗调节器，从输入上看,它与综合调节器 IC14B 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综合调节器的略大,再者就是综合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:一种是在直流电压没有达到最大值的时候,阻抗调节器和综合调节器的反馈基本上相同,限压限流对二者均起作用,由于阻抗调节器的反馈系数稍大于综合调节器,此时对应的为最小逆变 θ 角,系统完全是一个标准的电压、电流双闭环系统;另一种情况是直流电压已经达到最大值,由于数字移相的特点——在移相顶端($\alpha=0$ 处)存在一个移相死区,直流电压到到最大值后,再增大给定值 U_k 对整流移相已经不起作用,此时综合调节器开始限幅,不再起作用。对阻抗调节器来说,随着给定信号的增大,反馈系数进一步增大,调节逆变角调节器的 θ 角给定值,使输出的中频电压增加,直流电流也随之增加,达到新的平衡。此时,就只有阻抗调节器工作,直至到最大逆变 θ 角。逆变角调节器使逆变桥能在某一 θ 角下稳定的工作。

中频电压互感器过来的中频电压信号由 U_{H1} 和 U_{H2} 输入后,分为两路,一路送到逆变部分作为逆变同步信号,另一路经二极管整流后,分为三路,一路送到恒压线路;一路送到过电压保护;一路用于起动检测。

由主回路交流互感器取得的电流信号,从 $LK1$ 、 $LK2$ 、 $LK3$ 输入,经二极管三相整流桥整流后,再分为三路。一路作为电流保护信号,另一路作为恒流电路的反馈信号,还有一路作为起动电流检测的反馈信号。

限流、限压电路由 IC6 组成,其输出信号一路送往综合调节器 IC17C 调节整流移相角;另一路送往阻抗调节器。控制精度在 1% 以上。

IC23B 构成阻抗调节器,用于控制逆变桥的引前角。其作用可间接地达到恒功率输出,并可提高整流桥的输入功率因数。 $S1-2$ 可关掉此调节器。此时逆变将工作于最小引前角状态。调小角度时可将此开关断开。

过流、过压保护电路由 IC8 组成,其输出信号一路控制缓冲启动线路,使给定回零;另一路经极性转换电路 IC12B 转换成极性信号,分别送往综合调节器和整流触发电路的压控振荡器,实现快速保护。

IC12A 组成起动电流检测电路(重复起动电路),在逆变没有捕捉住槽路频率信号时,锁频电路 IC23D 输出低电平,将 IC12A 的阈值电平箝位于 2.5V 左右,从而改变启动电流的阈值。当反馈电流信号大于阈值电平时 IC12A 反转,输出的低电平信号和保护电路一样迅速使整流移相回零,准备再次重起。和保护电路不同之处在于该电路式自动定时复位,保护电路则不能自动复位,必须手动复位。定时复位时间由 $R52$ 和 $E8$ 时间常数决定。当逆变触发电路捕捉住负载槽路信号时,中频启动成功,锁频电路输出高电平,IC12A

的阈值电平恢复为 10V，电流信号被 DW4 箝位于 6V，起动电流检测电路开释。之后的保护工作将由 IC8 来完成。

恒流线路由锁频电路 IC23D 和 W10、及相应元件组成，在逆变没有建立时，IC23D 输出低电平，W10 中心电压头降低，经 D35 对给定电压进行箝位，进而控制限流电路的阈值电平，实现恒流起动功能；当扫频电路捕捉住槽路信号时，IC23D 输出高电平，箝位电路开释。

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励工作方式，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启动过程，因此，主回路得以简化，但随之带来的问题是控制电路稍为复杂。

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。自动调频电路一旦投入工作，便停止它激信号的频率扫描，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。

由 UH1 和 UH2 输入的中频电压信号，经隔离变压器送到 IC30D 进行方波转换，输出的信号送往压控振荡器 IC25 和它激信号进行相位比较。IC25-2 输出的相差信号经 IC22 缓冲倒相后，一路送往锁频检测电路，另一路送往逆变角调节器和阻抗调节器一起进行阻抗变换与频率跟踪。

压控振荡器 IC24-4 输出的它激信号经 IC30B、IC30C 分频、微分，最后由 IC29 变成窄脉冲输出，驱动逆变末级晶体管进行脉冲放大。

W7 用于整定频率表的读数。

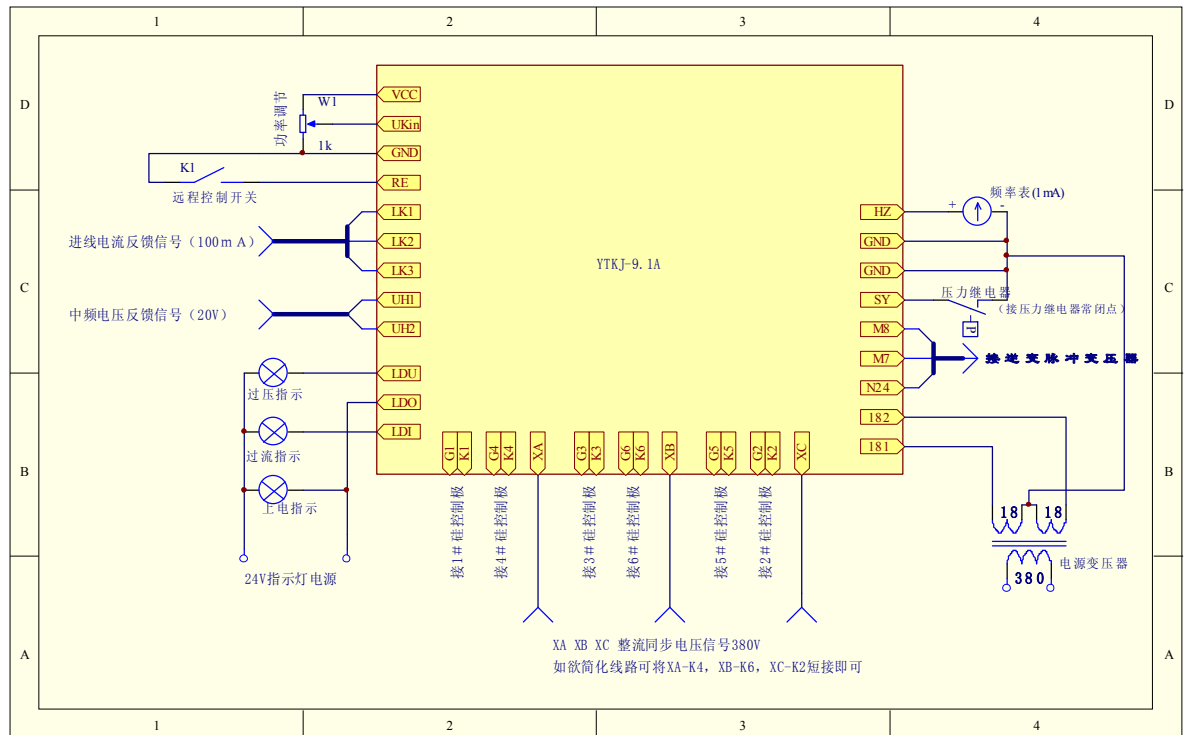
IC23A 为启动失败检测器，其输出控制扫频电路。

IC23D 为启动成功检测器（锁频电路）。

W6 为逆变输出脉冲对称度调整电位器。与 IC30B、IC30C、R126、C65 一起组成对称度调整环节，纠正逆变回路输出的不对称性。

主控板接线

- ✧ VCC、UKin、GND——功率电位器（1~10K / 5W）
- ✧ GND、RE——接复位按钮常开触点或起动继电器常开触点，也可作为自动化控制控制端口（如温控）。闭合时停机或复位。水压控制器也可接在此端口上实现水压保护。
- ✧ LK1、LK2、LK3——电流反馈输入端口，主电路进线电流互感器（X00 / 5）检测到的电流信号，经变比互感器（5 / 0.1）变为小于 100mA 反馈信号后由此馈入。主电路进线互感器配置应和直流电流额定值相适应。如果主电路进线电流互感器选用 X00/1 级互感器，则不需（5/0.1）变比互感器，但须在每个互感器二次并一个 10 欧 / 25W 的线绕电阻。
- ✧ UH1、UH2——电压反馈输入端，取自中频电压互感器二次 20V，该信号即作为过压保护和限压用，也作为逆变同步信号。该端口最高引入电压有效值不得超过 25V。
- ✧ LDI、LD0、LDU——保护输出端口，LDI、LD0 过流输出，LD0、LDU 过压输出。输出端口是接点输出，和主控板已有电气隔离。
- ✧ G1K1~G6K6——整流硅触发信号
- ✧ XA、XB、XC——三相同步电压输入端，也可只引用 K4，K2，K6，作为同步信号。
- ✧ 181、182、GND——主控板电源输入端：双 18V 电源，中心头接 GND（该 GND 不可和功率电位器地线公用）
- ✧ N24、M7、M8——接逆变脉冲变压器，N24 是公共电源端
- ✧ GND、SY——水压继电器接口（接常闭点），该端口功用和 RE 端口一样可直接替换使用。
- ✧ GND、Hz——频率表接口，频率表可用 1mA 表头改装。



主要元件功能

1、电位器功能:

W1——限流调整（顺小逆大）调试前置于 1/4 位置

W2——限压调整（顺小逆大）调试前置于 1/2 位置

W3——过流调整（顺小逆大）

W4——过压调整（顺小逆大）

W5——整流移相调整（顺小逆大）

W6——逆变最大引前角设定（顺小逆大）

W7——逆变最小引前角设定（顺小逆大）

W8——逆变脉冲对称度调整，用于改变逆变输出对称度。调试前置于 1/2 位置

W9——频率表校正（顺小逆大）

W10——恒流起动调节（顺小逆大）

2、功能开关

S1-1:恒流开关，闭合时（置“on”）时用于调调整流。（正常工作时处于关断状态）

S1-2:恒功率投入开关，闭合时（置“on”）恒功率起控，断开时（置“off”）可调节最小引前角。（正常工作时处于闭合状态）

S2: 频段开关，用于切逆变触发电路中心频率，以便和负载频率协调工作。

YTKJ9.1A 频段开关

频段	开关状态				Vco 对应频率 (HZ)				
Fn	S4	S2	S3	S4	Vco=4v	Vco=5v	Vco=6v	Vco=7v	Vco=10v
F1	0	0	0	0	1800	2000	2360	2600	3300
F2	0	0	0	1	1430	1640	1850	2000	2600
F3	0	0	1	0	1000	1250	1400	1550	1970
F4	0	0	1	1	930	1050	1200	1320	1700
F5	0	1	0	0	760	870	980	1100	1400
F6	0	1	0	1	680	780	870	970	1250
F7	0	1	1	0	590	680	760	850	1100
F8	0	1	1	1	540	620	700	770	980
F9	1	0	0	0	450	510	570	640	820
F10	1	0	0	1	420	480	540	600	760
F11	1	0	1	0	380	440	500	550	700
F12	1	0	1	1	360	420	470	520	660
F13	1	1	0	0	330	380	430	480	610
F14	1	1	0	1	320	380	410	450	580
F15	1	1	1	0	290	340	380	420	540
F16	1	1	1	1	280	320	365	400	520

上表中

“1”表示闭合，“0”表示断开。

Vco=6V：控制板中心频率，对应炉子空载调试参考点。

Vco=5~7V：对应炉子空载调试安全范围。

Vco=4~10V：对应炉子各种负载状况频率能可靠跟踪的范围。

说明：1、调试时以空炉为标准，先估算炉子频率，按上表 VCO=6V 中心频率设定频段开关 S2；2、等炉子启开后，将中频电压开到 200 V 左右（不可太高），用万用表直流 10 V 档测量 Vco 两端电压，如果 VCO>7v, 需降低 fn 值。如果 VCO<5V 需增大 fn 值；3、调整后，只要空载状态下 Vco=5~7v, 即可保证设备在负载变化时 Vco 电压不超出 4~10V 的安全范围（频率跟踪范围）。4、对于 Q 值高起动容易的设备，Vco 取小值：5~6V；对于 Q 值较低起动困难的设备，Vco 取值 6~7V；

YTKJ-9.1A 调试方法

一、整备工作

按接线图连接控制板所有连线。

将中频输出接到一个空载感应线圈上。

断开逆变脉冲电源线 N24，在整流输出接上一个功率大于 500W 的阻性负载。

二、整流调整

打开控制电源开关，合上主回路电源开关。

在该状态下闭合功能开关 S1-1，顺旋功率电位器值最大， 正常情况下，直流电压应以恒定速率上升至最大值 500V 左右（一般为进线电压的 1.35 倍）。如有误差，调 W5 纠正。

然后将 S1-1 重新断开，直流电压应能稳定在 120V 左右，如有误差，调恒流电位器 W10 纠正。

将功率电位器回零，断开主回路电源。

三、逆变电路调试

把逆变脉冲电源线 N24 恢复原位，去掉假负载。估算负载频率，将频段开关置于相应位置（参照频段开关对应频率表）。

合上主回路电源，打开启动开关。

将功率电位器升到 1/4 位置，应能正常起机。如不能正常启机， 对换一下逆变同步信 UH1/UH2 极性。

有中频声而逆变不能稳定建立，可适当增大小切角 W7。

中心频率调整：等逆变稳定建立（扫频灯、锁频、重起灯均灭）后，将中频电压升到 200V 左右，用万用表直流 10V 档测量 V_{co} 两端电压应为 5~7V（该项测量应以空炉为标准，对于比较难启动的炉子该值可以取高端），如果不在此范围，应切换频段开关 S2 使其达到要求。（ V_{co} 测试点在功能开关右侧）

三、保护及限压限流整定

1) 保护整定和限压限流整定应同步进行。调整原则是，先在空载下调电压，后在重载下调电流。

2) 在空炉状态下，闭合功能开关 S1-2，使恒功率投入。

3) 缓慢升高功率，随时观察中频电压和直流电流的变化，切勿使其超过元件允许工作值。

4) 限压调整：将功率电位器升至最高最大，调整限压电位器，使中频电压稳定在预设值，如果功率电位器已升至最大值，中频电压仍未达到设定值，并且限压灯没亮，应逆旋大切角电位器 W6 使中频电压达到设定值，并调限压电位器 W2，使限压灯刚亮。再把大切角电位器继续逆旋 2 小格即可。

5) 过压调整：限压调整好后，顺旋过压电位器 W9，使过压动作。而后回旋一小格即可。

6) 限流调整：在炉中塞满炉料启机，缓慢升高功率，同时观察中频电压和直流电流的变化，切勿使其超过元件允许工作值。如果功率电位器已升至最大值，直流电流仍未达到设定值，并且限压、限流等都不亮，应逆旋大切角电位器 W6 使直流电流达到设定值，调整限流电位器 W1，使电流稳定在设定值。

7) 过流调整：顺旋流电位器 W3，使过流动作。而后回旋 1.5 小格即可。

8) 如果在升功率过程中出现保护动作，可适当放大相应的保护值，切记每次不可放得过多。

9) 如果在升功率过程中设备出现不稳定现象，并且限压灯亮，一般是限压过激（限压过于灵敏），只需适当放大限压值即可。

四、起动电流调整

1) 起动前把 UH1 / UH2 去掉，人为使逆变不能建立，并把恒流起动开关 S1-1 暂时关掉，而后缓慢顺旋功率电位器至 1/3 位置，此时应当看到重启灯每隔一秒点亮一下，电流上升最大幅度为 $1/4 I_{dmax}$ 。把 UH1、UH2 重新接上，并把恒流起动开关 S1-3 恢复到断开状态。

五、恒流起动的调整

1) 如果在重炉状态下炉子有不好启动现象，把恒流起动开关 S1-1 断开使恒流起动投入，调整 W10 使起动时电流上升到 50A 左右时有明显减缓现象，并能看到频率表指针下摆最明显，且能听到电抗器有略微的“突突”声。此时启动效果最好。

六、对称度调整

1) 在不升压电路中， W8 一般处于中间位置即可。

2) 在电容升压电路中，如果发现泄流电感起热，可暂时去掉泄流电抗，并在逆变输出接一个功率大于 500W 的阻性负载，将中频电压开到 300V 左右，用万用表直流 50V 档，测量中频电压互感器输入端串联的隔直电容(CH)两端直流电压，调整 W8 使其达到最小值 (0~3V)，调整完毕后，将泄流电抗重新接入回路。

——至此整机调试完毕，祝君顺利！