

进行过电流保护。

(3) 两片 IR2110 相结合控制 H 桥中的四个大功率 MOSFET (或 IGBT); 这种电路常用于可逆直流调速系统、不间断电源、VVVF 电源等领域。IR2110 用于这种电路中的原理见图 12-40。图中, 负载 Z 可以为直流电动机, 也可以为 VVVF 电源中的滤波器和变压器等。TA 为电流取样环节, 由此构成过电流保护, 而 V_f 为电压反馈信号, 它可以用来构成闭环调压网络。该电路的工作原理可简述如下: 在控制电路输出的上和下通道输入信号的作用下, VF_1 、 VF_2 和 VF_3 、 VF_4 交替轮流导通, 从而在负载 Z 上形成一个交替变化的交流电压和电流。

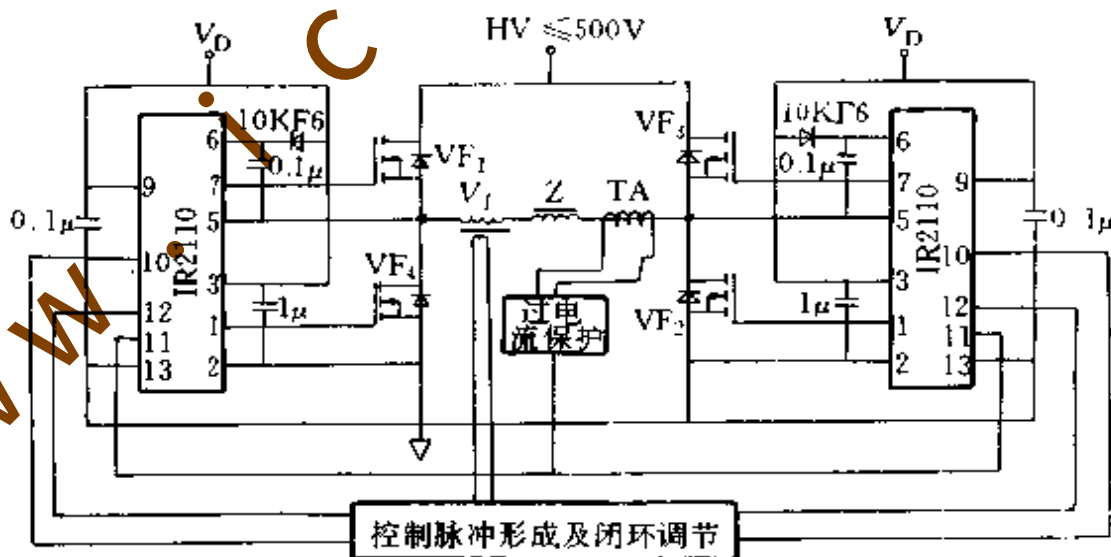


图 12-40 两片 IR2110 用于 H 型桥式逆变器系统时的原理图

12.9 IR2130 高性能集成六输出高压 MOS 栅极驱动器

IR2130 是美国国际整流器公司继 IR2110 之后于 1991 年推出并至今独家生产的 MOS 功率器件专用栅极驱动集成电路, 一片 IR2130 可取代三片 IR2110, 且仅需一个输入级电源。

1. 主要设计特点 IR2130 的工作结温范围为 $-55 \sim +150$ $^{\circ}\text{C}$, 工作频率从几十赫兹到上百千赫兹, 其独特的设计使它可用来

驱动工作在母线电压不高于 600V 的电路中的功率 MOS 器件。其可输出的最大正向峰值驱动电流为 250mA, 而反向峰值驱动电流为 500mA。它的内部设计有过电流、过电压及欠电压保护, 封锁和指示网络, 使用户可方便地用来保护被驱动的功率 MOS 管。加之, 内部自举技术的巧妙运用, 使它可用于高压系统, 它还可对同一桥臂上下两功率 MOS 器件的栅极驱动信号产生 $2\mu\text{s}$ 的互锁延时时间。它自身工作电源的电压范围较宽, 为 $3\sim 20\text{V}$, 在它的内部还设有与被驱动的功率器件所通过的电流成线性关系的电流放大器, 电路设计还保证了内部的三个通道中的高压侧驱动器与低压侧驱动器可单独使用, 使用户既可仅用其内部的三个高压侧驱动器, 亦可只用其内部的三个低压侧驱动器, 并且输入信号与 TTL 及 CMOS 电平兼容。

2. 引脚排列、名称、功能及用法和参数限制与推荐工作条件 IR2130 是一标准的双列直插式 28 引脚集成电路, 其引脚排列见图 12-41, 各引脚的名称、功能、用法及推荐工作条件如下。

(1) 输入端:

1) 引脚 28 (V_{B1})、引脚 24 (V_{B2})、引脚 20 (V_{B3}) 为悬浮电源连接端。该三端的作用表现在为集成于 IR2130 内部的驱动变流器中三个高压侧功率管的驱动器提供电源, 实用

中, 分别与三个阳极都接 IR2130 工作电源 V_{CC} (引脚 1) 的高反压快恢复二极管中的一个的阴极相连, 且该三个引脚分别通过一自举电容接对应的引脚 26 (V_{S1})、引脚 22 (V_{S2}) 或引脚 18 (V_{S3})。

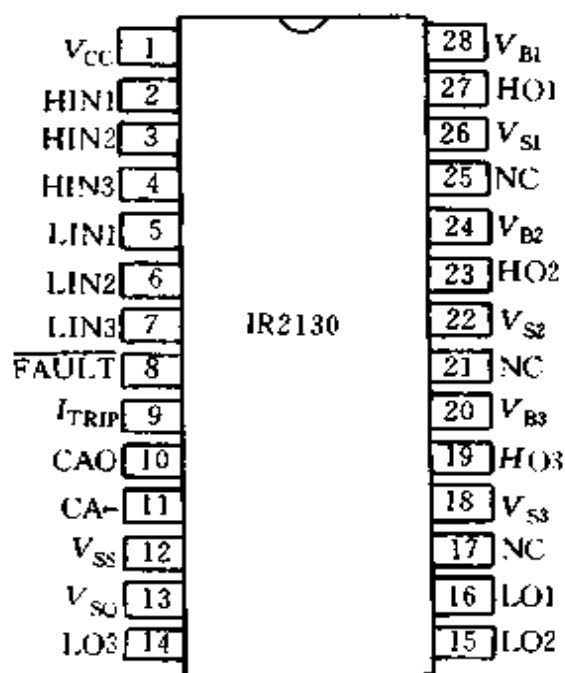


图 12-41 IR2130 引脚排列(腿朝下)

2) 引脚 2 (HIN1)、引脚 3 (HIN2)、引脚 4 (HIN3) 为驱动变流器中三个高压侧功率管的对应信号输入端, 实用中, 与六路脉冲形成电路中输出的三个高压侧功率管驱动信号相连接。

3) 引脚 5 (LIN1)、引脚 6 (LIN2)、引脚 7 (LIN3) 为驱动变流器中三个低压侧功率管的对应信号输入端, 实际应用中, 接六路脉冲形成电路中输出的三个低压侧功率管驱动信号。

4) 引脚 9 (I_{TRIP}) 为过电流信号检测输入端。该端的作用是通过输入电流信号来完成过电流或直通短路保护, 实用中, 接电流检测环节 (分流器或互感器) 的输出。

5) 引脚 11 (CA-)、引脚 13 (V_{SO}) 为电流放大器信号检测输入端。该两端可用来完成电流信号输入, 引脚 11 (CA-) 为反相端, 而引脚 13 (V_{SO}) 为同相端, 应用中分别接电流检测环节输出的负端及正端。

(2) 输出端:

1) 引脚 27 (HO1)、引脚 26 (V_{S1})、引脚 23 (HO2)、引脚 22 (V_{S2})、引脚 19 (HO3)、引脚 18 (V_{S3})、引脚 16 (LO1)、引脚 15 (LO2)、引脚 14 (LO3)、引脚 13 (V_{SO}) 为六路驱动器输出端。该几个端的作用是把经过 IR2130 内部逻辑处理过的六路驱动信号加到变流器中六个对应的功率管的栅射极 (或栅源极、栅阴极) 上, 应用中 HO1、HO2、HO3 接变流器高压侧三个功率管的栅极, 而对应的 V_{S1} 、 V_{S2} 、 V_{S3} 接高压侧三个功率管的射极 (或源极、阴极); LO1、LO2、LO3 分别接与 HO1、HO2、HO3 相对应的变流器中低压侧三个功率 MOS 功率器件的栅极, V_{SD} 同时接低压侧三个功率 MOS 管的射极 (或源极、阴极)。

2) 引脚 8 ($\overline{FAULT}$) 为过电流、直通短路及过电压、欠电压保护输出端, 该端提供一个过电流、直通或过电压、欠电压保护的指示信号, 应用中, 接指示用发光二极管或用户系统封锁端。

3) 引脚 10 (CAO) 为 IR2130 内部电流放大器的输出端, 该端可提供正比于负载电流的电压信号, 使用户可用来与引脚 11 (CA-) 端构成调节器, 应用中, 该端输出信号可接用户系统进行

显示,亦可构成调节器后接用户系统来实现输出稳流控制等功能。

(3) 电源端: 引脚 1 (V_{CC})、引脚 12 (V_{SS}) 分别为电源连接端, 该两端的作用是为 IR2130 提供一工作电源, 当 IR2130 选正电源工作时, 引脚 1 接正电源, 而引脚 12 接电源地。IR2130 在制作中因工艺原因, 它的引脚中还有三个空脚, 即引脚 17、21、25。

(4) 参数限制: IR2130 的输入、输出管脚及应用电源的参数限制见表 12-4。

表 12-4 IR2130 的参数限制

符 号	参数限制范围
V_{B1}, V_{B2}, V_{B3}	$V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} - 0.5V \sim V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} + 20V$
V_{S1}, V_{S2}, V_{S3}	$V_{SO} - 5V \sim V_{SO} + 600V$
$V_{HO1}, V_{HO2}, V_{HO3}$	$V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} - 0.5V \sim V_{B1}, V_{B2}, V_{B3} + 0.5V$
V_{CC}	$-0.5 \sim 20V$
V_{IN} (HIN-, LIN, I_{TRIP})	$-0.5V \sim V_{CC} + 0.5V$
dv_{DS}/dt	$50V/\mu s$
P_D	1.5W
V_{CA-}	$-0.5V \sim V_{CC} + 0.5V$
V_{CADO}	$-0.5V \sim V_{CC} + 0.5V$

(5) IR2130 的推荐工作参数见表 12-5。

表 12-5 IR2130 的推荐工作条件

管 牌 号	推荐工作条件
V_{B1}, V_{B2}, V_{B3}	$V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} + 10V \sim V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} + 20V$
V_{S1}, V_{S2}, V_{S3}	$V_{SO} - 5V \sim V_{SO} + 600V$
$V_{HO1}, V_{HO2}, V_{HO3}$	$V_{S1}, V_{S2}, V_{S3} \sim V_{B1}, V_{B2}, V_{B3}$
V_{CC}	10~20V
V_{CO1}	$V_{SO} \sim V_{CC}$
V_{IN}	$V_{SS} \sim 5V$

(续)

管脚号	推荐工作条件
V_{CA-}	$V_{SS} \sim 5V$
V_{CAO}	$V_{SS} \sim 5V$
V_{FAULT}	$V_{SS} \sim V_{CC}$

3. 工作原理 IR2130 的原理框图见图 12-42。从图可显见, 在它的内部集成有一个电流比较器 CC、一个电流放大器 CA、一个自身工作电源欠电压检测器 UVD、一个故障逻辑处理单元 FL、及一个封锁逻辑 CL, 除上述外, 它的内部还集成有三个输入信号处理器 ISG、三个脉冲处理和电平移位器 PGLS、三个高压侧驱动信号锁存器 LT、三个高压侧驱动信号的欠电压检测器 UVDR 及六个低阻抗输出驱动器 DR 和一个或门电路 OR。

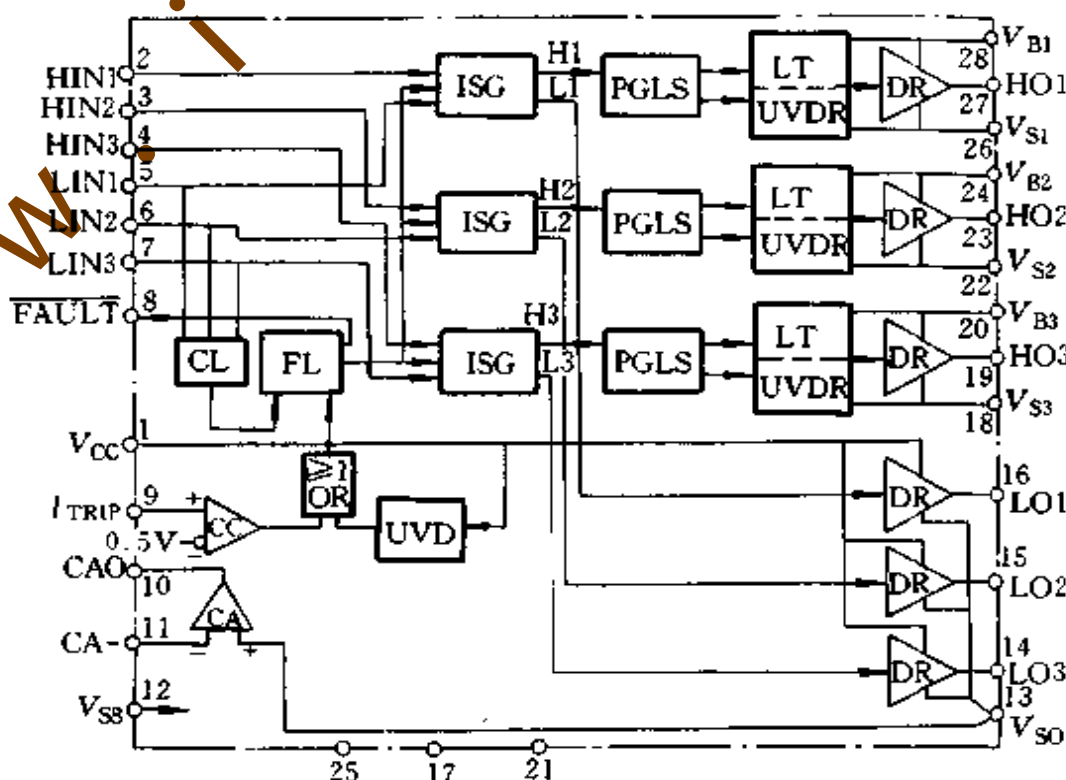


图 12-42 IR2130 原理框图

IR2130 的工作原理简析如下：正常工作时，当外部电路不发生电流、直通故障，且 IR2130 的工作电源 V_{CC} 不欠电压，以及

脉冲处理和电平移位器 PGLS 输出的高压侧栅极驱动信号不发生欠电压情况时, 则从封锁逻辑 CL 故障逻辑处理单元 FL 及欠电压检测器 UVD 和 UVDR 来的封锁信号均为无效。从脉冲形成部分来的六路脉冲信号, 经三个输入信号处理器, 按真值表处理之后, 变为六路输出脉冲, 其对应的驱动三路低压侧功率 MOS 管的信号, 经三路输出驱动器功率放大后, 直接送往被驱动功率 MOS 器件的栅源极。而另外三路高压侧驱动信号 H1、H2、H3 先经集成于 IR2130 内部的三个脉冲处理和电平移位器 PGLS 中的自举电路进行电位变换, 变为三路电位悬浮的驱动脉冲, 再经对应的三路输出锁存器锁存, 并经严格的驱动脉冲欠电压与否检验之后, 送到输出驱动器进行功率放大, 最后才加到被驱动的功率 MOS 器件的栅源极。一旦外电路发生过电流或直通, 即电流检测单元送出的信号高于 0.5V 时, 则 IR2130 内部的比较器 CC 迅速翻转, 促使故障逻辑处理单元 FL 输出低电平, 一则封锁三路输入脉冲处理器 ISG 的输出, 使 IR2130 的输出全为低电平, 保证六个被驱动的功率 MOS 器件的栅源极迅速反偏而全部截止, 保护功率管; 另一方面, 经 IR2130 的 8 脚输出信号, 封锁脉冲形成部分的输出或给出声光报警。若发生 IR2130 的工作电源欠电压, 则欠电压检测器 UVD 迅速翻转, 同以上的分析一样, 可得到被驱动 MOS 功率器件全部截止而得到可靠保护, 并从 8 脚得到故障信号的结果。

再有当 IR2130 因某种原因驱动高压侧功率管的某路自举电源工作电压不足时, 则该路的驱动信号检测器 UVDR 迅速动作, 封锁该路的输出, 保护该路所驱动的功率 MOS 器件不因驱动信号幅值不足而损坏。还有, 当用户脉冲形成环节输出发生故障, IR2130 接收到变流器中同一桥臂上、下主开关功率器件的栅极驱动信号都为高电平时, 则内部的巧妙设计可保证该通道实际输出的两路栅极驱动信号全为低电平, 从而可靠地保护该桥臂上的两个功率 MOS 器件, 防止驱动信号有误而引起的直通现象的发生。

4. 应用注意事项 IR2130 独特的设计使其可方便地用来驱动三相全桥或其他拓扑结构电路中的六个 N 沟道功率 MOSFET

或 IGBT, 由于应用场合多为高频领域, 加之 IR2130 的电源设计为单电源工作, 故在实际应用中应注意许多问题, 概括来讲有以下几点:

(1) 因 IR2130 内部的三路驱动高压侧功率 MOS 器件的输出驱动器的电源是通过自举技术来获得的, 所以连接到固定电源的二极管其反向耐压必须大于被驱动的功率 MOS 器件工作的主电路中的峰值母线电压, 且为了防止自举电容两端电压的放电, 二极管应选高频快恢复二极管。另一方面, 自举电容的容量取决于被驱动的功率 MOS 器件的开关频率、导通关断的占空比及栅极电容充电电流的需要。为防止自举电容放电造成其两端电压低于欠电压保护动作的门槛电压值, 电容的取值应充分大, 当被驱动的功率 MOS 器件的开关频率大于 5kHz 时, 该电容值应不小于 $0.1\mu\text{F}$, 且以瓷片电容为好。

(2) 为满足自举电容充电及电容负载接通与断开的需要, 通常应在 IR2130 的 V_{CC} 端与 V_{SS} 端并接其位置尽可能靠近 IR2130 的钽电容, 该电容的容量应为自举电容的 10 倍以上, 为减少栅极驱动回路中电感的影响, 每一个高压侧驱动器的自举电容应直接接于其相应的 V_{B} 与 V_{S} 端之间。

(3) IR2130 的静态功耗为 40mW, 在环境温度为 25°C 时, 它可承受 1W 的功耗。IR2130 的 8 脚是故障输出端, 内部电路结构使该脚连接在一个源极接于 V_{SS} (12 脚) 而漏极开路的 MOS 管上, 因该 MOS 管内部的二极管具有负的温度系数, 这相当于 IR2130 内部集成着一个温度计, 故可以向 8 脚输入 1mA 的电流来测试芯片的温度。

(4) 由于应用中, IR2130 是用户逻辑部分与功率变换部分的接口, 故应用中, 逻辑信号地线与主功率电源的地线应合理布置, 为减少交叉干扰, 既要避免因布线原因引起的负载电流在信号回路中流动引起的共模干扰, 还应使负载回路的引线尽可能的短, 以减少回路电感, 同时还应在大电流母线的开关点上增加必要的去耦来减少电感引起的尖峰电压, 再有还应在高 dv/dt 点与低压信

号电路间增加足够的屏蔽, 以及设计系统中的控制变压器、线圈之间与铁心之间的电压梯度应取尽量小的值, 以避免分布电容引起的耦合电流流入敏感的信号电路。

(5) 应用中还应注意的另一个问题是, 保持功率 MOS 开关器件集射极 (或漏源极、阳阴极) 间的电压上升率尽可能小, 这样既可减少主电路母线上的尖峰电压, 还可保持整个系统的效率。

(6) 当 IR2130 与被驱动功率 MOS 器件之间的距离较远 (如超过 150mm 时), IR2130 输出到被驱动功率 MOS 器件栅射极 (或栅源极、栅阴极) 之间的引线应采用绞线与同轴电缆屏蔽线。

(7) 由于 IR2130 内部的六个驱动器输出阻抗较低, 直接应用它来驱动功率 MOS 器件会引起被驱动功率 MOS 器件的快速开通和关断, 这有可能造成被驱动功率 MOS 器件漏源极间电压的振荡。这样, 一则会引起射频干扰; 二则有可能造成功率 MOS 器件遭受过高的 dv/dt 而击穿损坏。为避免此现象的发生, 通常可在被驱动功率 MOS 器件栅极与 IR2130 的输出之间串联一个 $15 \sim 22\Omega$ 、功率为 $1/4W$ 的无感电阻 (对电流容量较小的功率 MOS 器件, 该电阻值可增加到 $30 \sim 50\Omega$)。

(8) 在 IR2130 用于电动机调速系统中时, 由于负载电感较大, 当变流器中的某个主功率 MOS 开关器件关断时, 负载电流会通过逆变桥中与主功率开关器件并联的二极管续流, 若在这时与续流二极管同桥臂的另一个主功率 MOS 器件驱动导通, 则在该续流二极管反向恢复关断的时间内将会有一宽度很窄而幅值很大的短路电流通过该桥臂, 同样这将产生射频干扰, 并引起该桥臂两个功率 MOS 器件集射 (或漏源、阳阴) 极两端电压的振荡, 导致过高的 dv/dt 损坏该功率 MOS 器件。解决这一问题的方法, 同样是在被驱动功率 MOS 器件的栅极串联一合适的无感电阻。

5. 应用举例 IR2130 的上述优点使它可方便地用于直流斩波调速、直流伺服系统、三相变频电源、功率开关电源以及变频电源、不间断电源 (UPS) 和交流调速系统中, 限于篇幅仅举三例说明其应用。

(1) 在六阶梯波三相固定频率输出电源系统中应用: 图 12-43

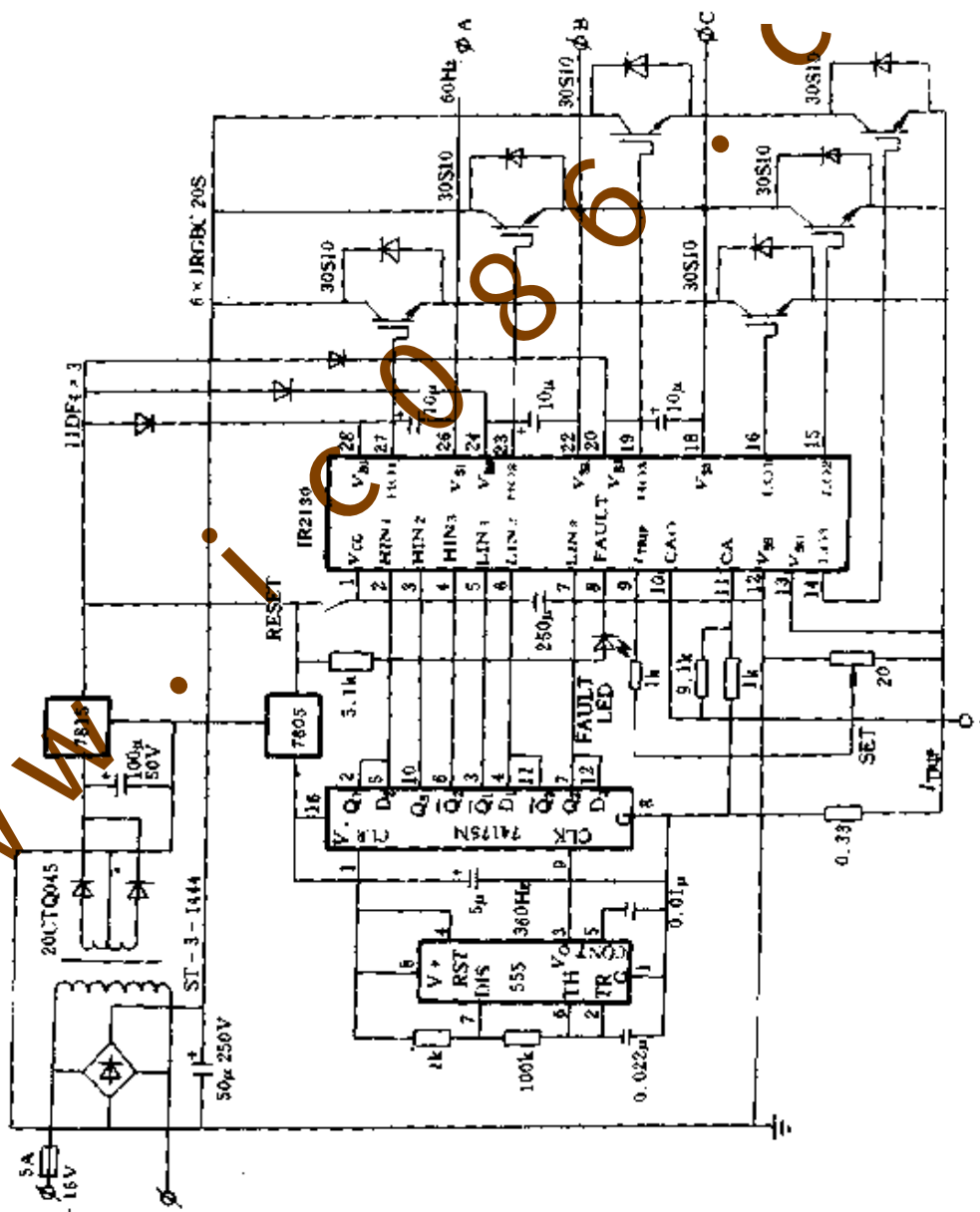


图 12-43 IR2130 在三相固定频率输出的电源系统中应用接线图

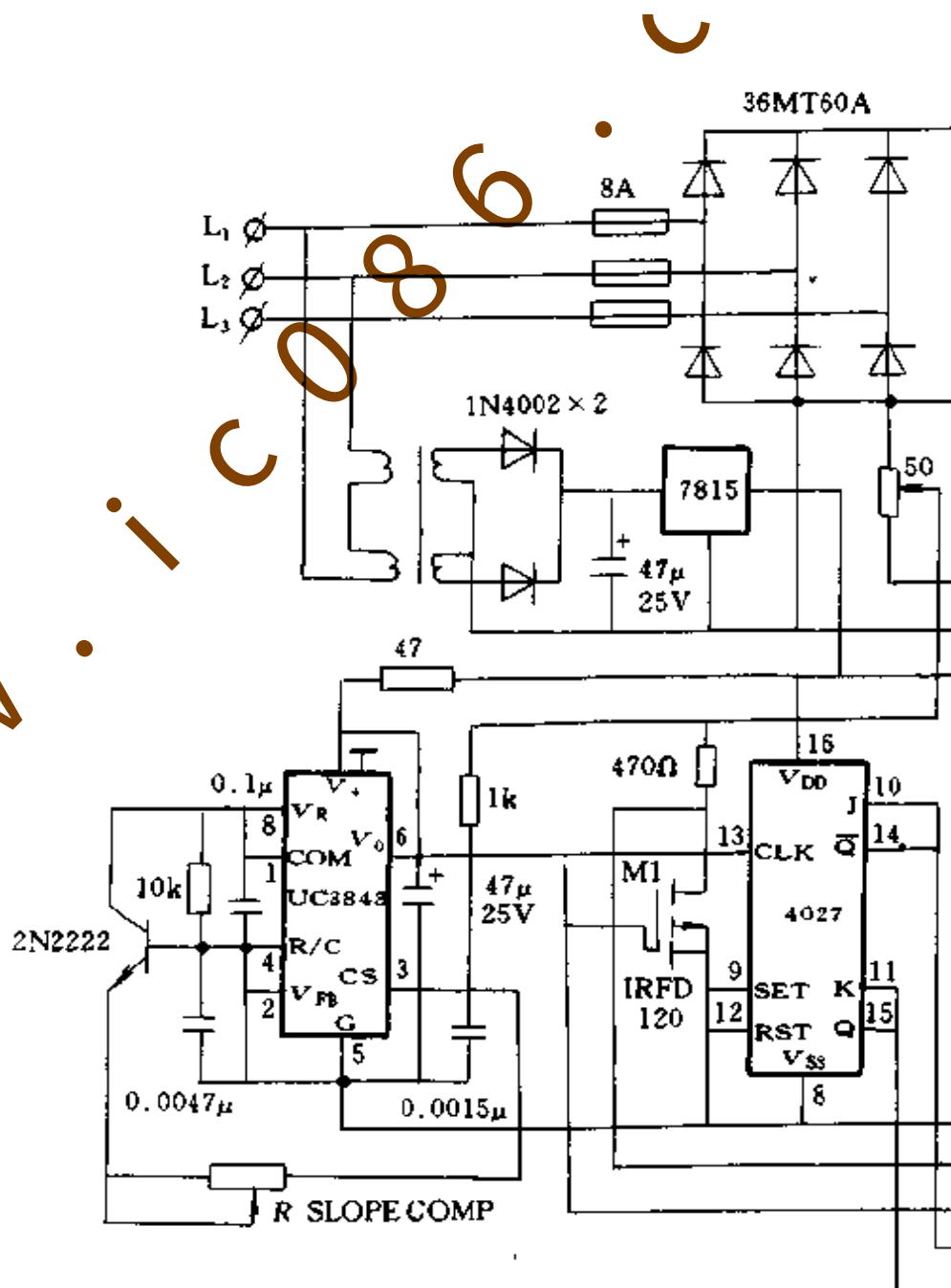
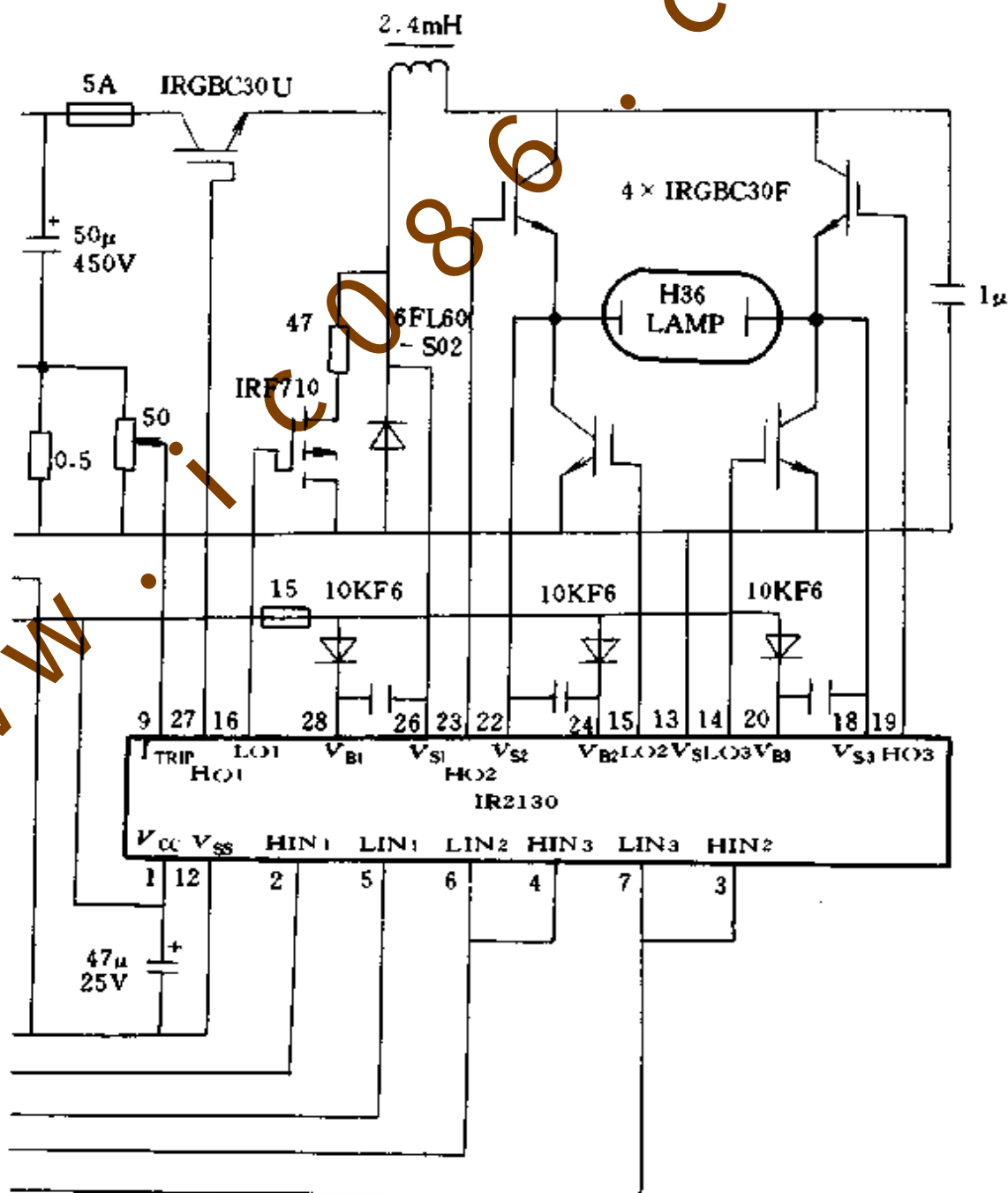


图 12-44 IR2130 用于 1kW 高



压汞灯镇流器系统的原理图

给出了一个典型的三相固定频率输出电源的原理图。图中, IR2130 自身工作的电源来自 7805 三端稳压器, 其输入脉冲来自 74175N 六分频器, 而 555 非稳态多谐振荡器用作固定频率发生器, 它输出六倍输出频率的固定频率。显而易见, 图中应用分流器来测取负载电流的大小, 且 IR2130 输出的故障信号直接用来驱动发光二极管进行故障显示。该电源可用来进行功率试验, 并可用来把工频交流电变为 60Hz 交流电作为兵工、航天系统实验室中的供电电源。

(2) 在 1kW 高压汞灯镇流器系统中应用: 图 12-44 给出了 IR2130 用于一个 1kW 高压汞灯镇流器系统的原理图。图中, IR2130 不仅用来驱动一个单相全桥逆变器中的四个 IGBT 管, 而且也用来驱动高压侧的斩波器, 三相交流输入经不控整流后变为 510V 直流电压, 经此斩波器斩波并滤波后提供给后续电路, 单相逆变器的输出直接驱动 1kW 灯泡。该系统中, IGBT 的工作频率均为 25kHz, 由于正常工作时高压汞灯需要恒流源, 故 UC3843 PWM 集成电路工作为电流型, 图中, 场效应晶体管 V_{F1} 是为了满足 IR2130 的负逻辑工作需要而添加的。该系统中, 因斩波后的滤波电容仅为 $1\mu\text{F}$, 所以全桥逆变器的输入电压实际的占空比为 50% 的方波。这样带来的一个很大优点在于, 虽然 IR2130 内部的最大互锁时间仅为 $2\mu\text{s}$, 即使发生瞬时负载短路, 也因主电路工作为恒流源而不致烧功率 IGBT。

(3) 与单片机及 SLE4520 相结合, 在三相电动机变频调速系统中的应用: 由于 SLE4520 可通过改变其内部的四位分频控制器的分频系数而改变其输出 SPWM 脉冲的频率, 因此其与 IR2130 相结合可方便地用于工频或中频及高频电动机变频调速系统中。在这些系统中, 主电路开关器件可为功率 MOSFET, 亦可为功率 IGBT、MCT 等。图 12-45 给出了以单片机最小系统作为 SLE4520 三相高频 SPWM 集成块的外围支持来产生六路 SPWM 脉冲波, 而由 IR2130 完成三相逆变器中六个主功率 IGBT 驱动的三相电动机变频调速系统的原理图, 图中, HL 为霍尔电流传感器, 它把

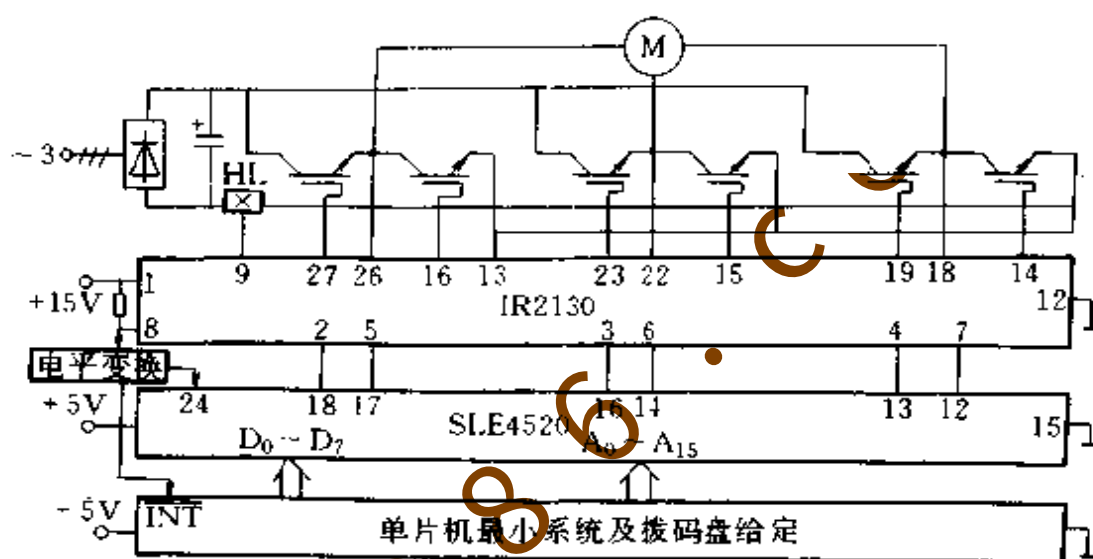


图 12-45 IR2130 与单片机及 SLE4520 相结合用于三相变频系统图

检测到的过电流或短路电流信号提供给 IR2130 内部的比较器使之翻转输出故障信号, 既可用于封锁 SLE4520 的输出, 又向单片机申请中断, 单片机响应后即进行中断处理, 并完成相应的操作。

12.10 HL402 具有自保护功能的 IGBT 驱动器集成电路

HL402 驱动器是国家“八五”攻关新成果、1995 年国家级新产品。它具有先降栅压、后软关断的双重短路保护功能, 其降栅压延迟时间、降栅压时间、软关断斜率均可通过外接电容器进行整定, 因而能适应不同饱和压降的 IGBT 的驱动和保护。它的研制成功, 填补了国内空白, 达到国际 90 年代的先进水平。

1. 基本设计特点和参数限制及电特性

(1) 基本设计特点 HL402 内置有静电屏蔽层的高速光耦合器实现信号隔离, 抗干扰能力强, 响应速度快, 隔离电压高。它具有对被驱动功率 IGBT 进行降栅压、软关断双重保护功能, 在软关断及降栅压的同时, 能输出报警信号, 实现封锁脉冲或分断主回路的保护; 它输出驱动电压幅值高, 正向驱动电压可达 15~17V, 负向驱动电压可达 10~12V, 因而可用来直接驱动容量为 150A/1200V 以下的功率 IGBT。