

如何确定 IR2110 能驱动多大的 MOS 管啊？手册上 IR2110 的输出电压是 10-20V，电流是 2A，MOS 管是电压驱动型，要 2A 的电流有什么用啊？

IR2110的应用

摘要：介绍了IR2110 的内部结构和特点，高压侧悬浮驱动的原理和自举元件的设计。针对IR2110 的不足提出了几种扩展应用的方案，并给出了应用实例。

关键词：悬浮驱动；栅电荷；自举；绝缘门极

1 引言

在功率变换装置中，根据主电路的结构，其功率开关器件一般采用直接驱动和隔离驱动两种方式。采用隔离驱动方式时需要将多路驱动电路、控制电路、主电路互相隔离，以免引起灾难性的后果。隔离驱动可分为电磁隔离和光电隔离两种方式。

光电隔离具有体积小，结构简单等优点，但存在共模抑制能力差，传输速度慢的缺点。快速光耦的速度也仅几十kHz。

电磁隔离用脉冲变压器作为隔离元件，具有响应速度快（脉冲的前沿和后沿），原副边的绝缘强度高， dv/dt 共模干扰抑制能力强。但信号的最大传输宽度受磁饱和特性的限制，因而信号的顶部不易传输。而且最大占空比被限制在50%。而且信号的最小宽度又受磁化电流所限。脉冲变压器体积大，笨重，加工复杂。

凡是隔离驱动方式，每路驱动都要一组辅助电源，若是三相桥式变换器，则需要六组，而且还要互相悬浮，增加了电路的复杂性。随着驱动技术的不断成熟，已有多种集成厚膜驱动器推出。如EXB840/841、EXB850/851、M57959L/AL、M57962I/AL、HR065 等等。它们均采用的是光耦隔离，仍受上述缺点的限制。

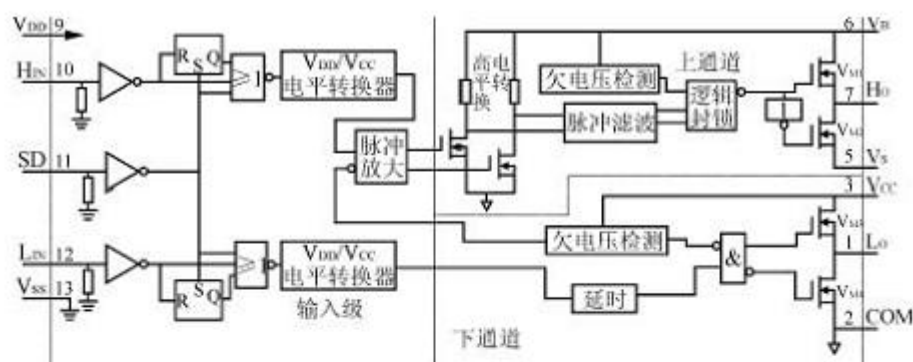


图1IR2110 的内部功能框图

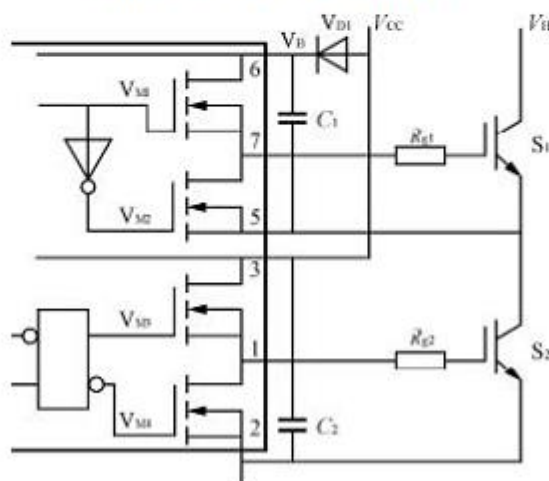


图2 半桥驱动电路

3 高压侧悬浮驱动的自举原理

IR2110 用于驱动半桥的电路如图2 所示。图中 C_1 、 VD_1 分别为自举电容和二极管， C_2 为 V_{CC} 的滤波电容。假定在 S_1 关断期间 C_1 已充到足够的电压（ $V_{C1} \approx V_{CC}$ ）。当 HIN 为高电平时 VM_1 开通， VM_2 关断， V_{C1} 加到 S_1 的门极和发射极之间， C_1 通过 VM_1 、 R_{g1} 和 S_1 门极栅极电容 C_{gc1} 放电， C_{gc1} 被充电。此时 V_{C1} 可等效为一个电压源。当 HIN 为低电平时， VM_2 开通， VM_1 断开， S_1 栅电荷经 R_{g1} 、 VM_2 迅速释放， S_1 关断。经短暂的死区时间（ t_d ）之后， LIN 为高电平， S_2 开通， V_{CC} 经 VD_1 、 S_2 给 C_1 充电，迅速为 C_1 补充能量。如此循环反复。

4 自举元器件的分析与设计

如图2 所示自举二极管（ VD_1 ）和电容（ C_1 ）是IR2110 在PWM 应用时需要严格挑选和设计的元器件，应根据一定的规则进行计算分析。在电路实验时进行一些调整，使电路工作在最佳状态。

4.1 自举电容的设计

IGBT 和PM（POWERMOSFET）具有相似的门极特性。开通时，需要在极短的时间内向门极提供足够的栅电荷。假定在器件开通后，自举电容两端电压比器件充分导通所需要的电压（10V，高压侧锁定电压为8.7/8.3V）要高；再假定在自举电

容充电路径上有1.5V 的压降（包括VD1 的正向压降）；最后假定有1/2 的栅电压（栅极门槛电压 V_{TH} 通常3~5V）因泄漏电流引起电压降。综合上述条件，此时对应的自举电容可用下式表示： $C_1 = (1)$

工程应用则取 $C_1 > 2Q_g / (V_{CC} - 10 - 1.5)$ 。

例如FUJI50A/600VIGBT 充分导通时所需要的栅电荷 $Q_g = 250\text{nC}$ （可由特性曲线查得）， $V_{CC} = 15\text{V}$ ，那么

$$C_1 = 2 \times 250 \times 10^{-9} / (15 - 10 - 1.5) = 1.4 \times 10^{-7} \text{F}$$

可取 $C_1 = 0.22 \mu\text{F}$ 或更大一点的，且耐压大于35V 的钽电容。

4.2 悬浮驱动的最宽导通时间 $t_{on(max)}$

当最长的导通时间结束时，功率器件的门极电压 V_{ge} 仍必须足够高，即必须满足式（1）的约束关系。不论PM 还是IGBT，因为绝缘门极输入阻抗比较高，假设栅电容（ C_{ge} ）充电后，在 $V_{CC} = 15\text{V}$ 时有 $15 \mu\text{A}$ 的漏电流（ I_{gQs} ）从 C_1 中抽取。仍以4.1 中设计的参数为例， $Q_g = 250\text{nC}$ ， $\Delta U = V_{CC} - 10 - 1.5 = 3.5\text{V}$ ， $Q_{avail} = \Delta U \times C = 3.5 \times 0.22 = 0.77 \mu\text{C}$ 。则过剩电荷 $\Delta Q = 0.77 - 0.25 = 0.52 \mu\text{C}$ ， $\Delta U_c = \Delta Q / C = 0.52 / 0.22 = 2.36\text{V}$ ，可得 $U_c = 10 + 2.36 = 12.36\text{V}$ 。由 $U = U_c$ 及栅极输入阻抗 $R_{in} = 1\text{M}\Omega$ 可求出 t （即 $t_{on(max)}$ ），由 $t = 1.236$ 可求出

$$t_{on(max)} = 106 \times 0.22 \times 10^{-6} \ln 1.236 = 46.6\text{ms}$$

4.3 悬浮驱动的最窄导通时间 $t_{on(min)}$

在自举电容的充电路径上，分布电感影响了充电的速率。下管的最窄导通时间应保证自举电容能够充足够的电荷，以满足 C_{ge} 所需要的电荷量再加上功率器件稳态导通时漏电流所失去的电荷量。因此从最窄导通时间 $t_{on(min)}$ 考虑，自举

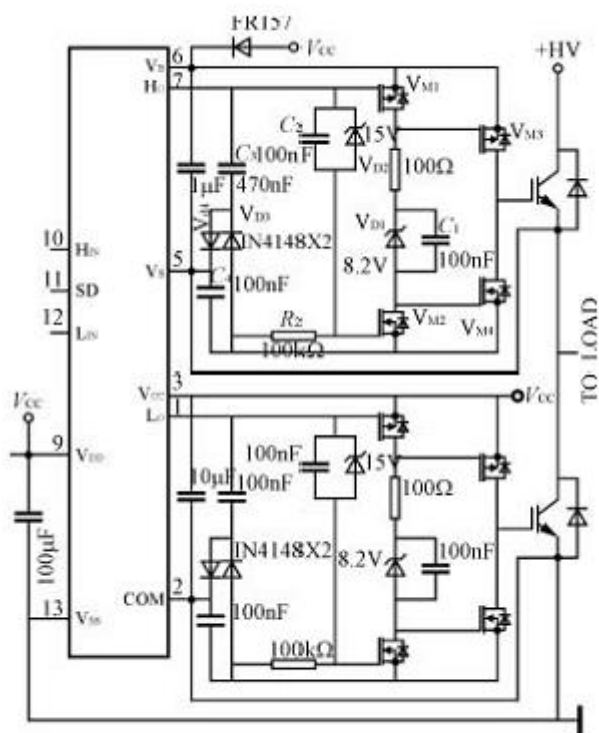
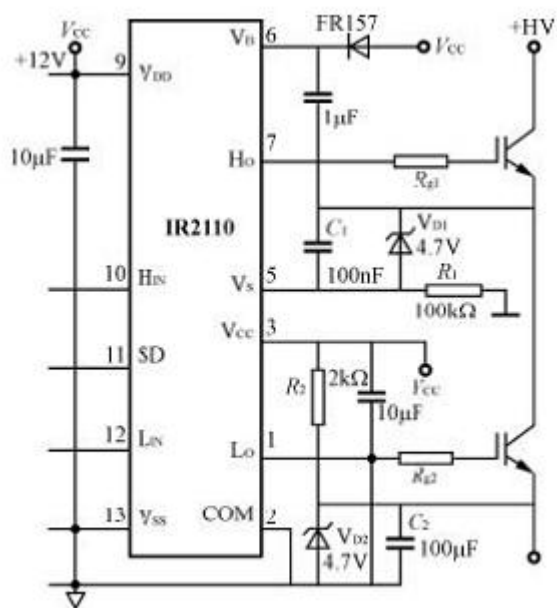
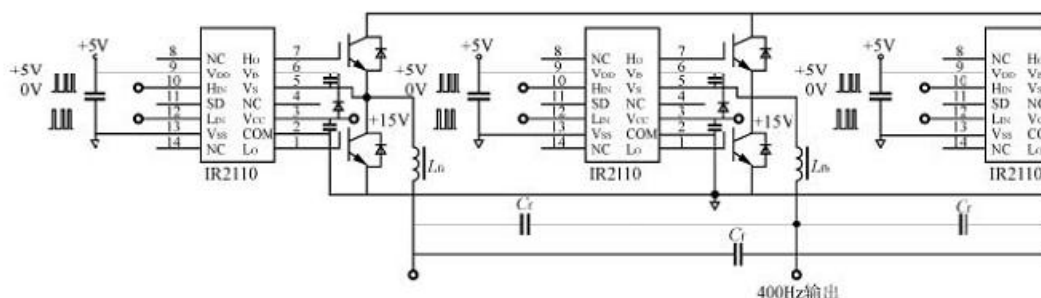


图3 具有负偏压的IR2110 驱动电路





美国IR 公司生产的IR2110 驱动器。它兼有光耦隔离（体积小）和电磁隔离（速度快）的优点，是中小功率变换装置中驱动器器件的首选品种。

2 IR2110 内部结构和特点

IR2110 采用HVIC 和闩锁抗干扰CMOS 制造工艺，DIP14 脚封装。具有独立的低端和高端输入通道；悬浮电源采用自举电路，其高端工作电压可达500V， $dv/dt = \pm 50V/ns$ ，15V 下静态功耗仅116mW；输出的电源端（脚3，即功率器件的栅极驱动电压）电压范围10~20V；逻辑电源电压范围（脚9）5~15V，可方便地与TTL，CMOS 电平相匹配，而且逻辑电源地和功率地之间允许有 $\pm 5V$ 的偏移量；工作频率高，可达500kHz；开通、关断延迟小，分别为120ns 和94ns；图腾柱输出峰值电流为2A。

IR2110 的内部功能框图如图1 所示。由三个部分组成：逻辑输入，电平平移及输出保护。如上所述IR2110 的特点，可以为装置的设计带来许多方便。尤其是高端悬浮自举电源的成功设计，可以大大减少驱动电源的数目，三相桥式变换器，仅用一组电源即可。

随着 PWM 技术在变频、逆变等领域运用越来越广泛，以及 IGBT、PowerMOSFET 等功率性开关器件的快速发展，使得 PWM 控制的高压大功率电源向着小型化、高频化、智能化、高效率方向发展。

本文采用电压脉宽型 PWM 控制芯片 SG3525A，以及高压悬浮驱动器 IR2110，用功率开关器件 IGBT 模块方案实现高频逆变器。另外，用单片机控制技术对此电源进行控制，使整个系统结构简单，并实现了系统的数字智能化。

SG3525A 性能和结构

SG3525A 是电压型 PWM 集成控制器，外接元器件少，性能好，包括开关稳压所需的全部控制电路。其主要特性包括：外同步、软启动功能；死区调节、欠压锁定功能；误差放大以及关闭输出驱动 信号等功能；输出级采用推挽式电路结构，关断速度快，输出电流 $\pm 400mA$ ；可提供精密度为 $5V \pm 1\%$ 的基准电压；开关频率范围 100Hz~400KHz。其内部结构主要包括基准电压源、欠压锁定电路、锯齿波振荡器、误差放大器，如图 1 所示。

IR2110 性能和结构

IR2110 是美国 IR 公司生产的高压、高速 PMOSFET 和 IGBT 的理想驱动器。该芯片采用 HVIC 和闩锁抗干扰制造工艺，集成 DIP、SOIC 封装。其主要特性包括：悬浮通道电源采用自举电路，其电压最高可达 500V；功率器件栅极驱动电压范围 10V~20V；输出电流峰值为 2A；逻辑电源范围 5V~20V，而且逻辑电源地和功率地之间允许 $\pm 5V$ 的偏移量；带有下拉电阻的 COMS 施密特输入端，可以方便地与 LSTTL 和 CMOS 电平匹配；独立的低端和高端输入通道，具有欠电压同时锁定两通道功能；两通道的匹配延时为

10ns；开关通断延时小，分别为 120ns 和 90ns；工作频率达 500kHz。其内部结构主要包括逻辑输入，电平转换及输出保护等，如图 2 所示。

设计原理

高压侧悬浮驱动自举原理

IR2110 用于驱动半桥的电路如图 3 所示。图中 C1、VD1 分别为自举电容和二极管，C2 为 VCC 的滤波电容。假定在 S1 关断期间，C1 已充到足够的电压 $VC1 \approx VCC$ 。当 HIN 为高电平时，VM1 开通，VM2 关断，VC1 加到 S1 的门极和发射极之间，C1 通过 VM1、Rg1 和 S1 门极栅极电容 Cgc1 放电，Cgc1 被充电。此时 VC1 可等效为一个电压源。当 HIN 为低电平时，VM2 开通，VM1 断开，S1 栅极电荷经 Rg1、VM2 迅速释放，S1 关断。经短暂的死区时间(td)之后，LIN 为高电平，S2 开通，VCC 经 VD1、S2 给 C1 充电，迅速为 C1 补充能量。如此循环反复。

自举元件设计

自举二极管(VD1)和电容(C1)是 IR2110 在 PWM 应用时需要严格挑选和设计的元器件，应根据一定的规则对其进行调整，使电路工作在最佳状态。

在工程应用中，取自举电容 $C1 > 2Qg / (VCC - 10 - 1.5)$ 。式中，Qg 为 IGBT 门极提供的栅电荷。假定自举电容充电路径上有 1.5V 的压降(包括 VD1 的正向压降)，则在器件开通后，自举电容两端电压比器件充分导通所需要的电压(10V)要高。

同时，在选择自举电容大小时，应综合考虑悬浮驱动的最宽导通时间 $ton(max)$ 和最窄导通时间 $ton(min)$ 。导通时间既不能太大影响窄脉冲的驱动性能，也不能太小而影响宽脉冲的驱动要求。根据功率器件的工作频率、开关速度、门极特性对导通时间进行选择，估算后经调试而定。

VD1 主要用于阻断直流干线上的高压，其承受的电流是栅极电荷与开关频率之积。为了减少电荷损失，应选择反向漏电流小的二极管。

运用 SG3525A 和 IR2110 构成的高频逆变主电路图

高频逆变主电路如图 4 所示，逆变高压电路由全桥驱动组成。功率开关 Q1~Q4 采用 IGBT 模块。逆变主电路把直流电压 V1 转换为 20kHz 的高频矩形波交流电压送到高频高压变压器 T1，经升压整流滤波后提供给负载供电。电路通过控制 PWM1 和 PWM2 的占空比，来得到脉宽可调的矩形波交流电压。VF 为高压采样反馈到控制系统的电压。

IR2110 内部功能由三部分组成：逻辑输入；电平平移及输出保护。如上所述 IR2110 的特点，可以为装置的设计带来许多方便。尤其是高端悬浮自举电源的设计，可以大大减少驱动电源的数目，即一组电源即可实现对上下端的控制。

高端侧悬浮驱动自举原理：

IR2110 驱动半桥的电路如图所示，其中 C1、VD1 分别为自举电容和自举二极管，C2 为 VCC 的滤波电容。假定在 S1 关断期间 C1 已经充到足够的电压($VC1 \approx VCC$)。当 HIN 为高电平时如图 4.19：VM1 开通，VM2 关断，VC1 加到 S1 的栅极和源极之间，C1 通过 VM1、Rg1 和栅极和源极形成回路放电，这时 C1 就相当于一个电压源，从而使 S1 导通。由于 LIN 与 HIN 是一对互补输入信号，所以此时 LIN 为低电平，VM3 关断，VM4 导通，这时聚集在 S2 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 Rg2 迅速对地放电，由于死区时间影响使 S2 在 S1 开通之前迅速关断。

当 HIN 为低电平时如图 4.20：VM1 关断，VM2 导通，这时聚集在 S1 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 Rg1 迅速放电使 S1 关断。经过短暂的死区时间 LIN 为高电平，VM3 导通，VM4 关断使 VCC 经过 Rg2 和 S2 的栅极和源极形成回路，

使 S2 开通。在此同时 VCC 经自举二极管, C1 和 S2 形成回路, 对 C1 进行充电, 迅速为 C1 补充能量, 如此循环反复。

摘 要: 针对 IGBT 的半桥或者全桥的驱动, 利用具有双通道集成驱动的 IR2110 来驱动 IGBT。对其自举工作原理进行了分析, 同时增加了栅极电平箝位电路, 克服了 IR2110 不能产生负偏压的缺点, 并在 2 kW、400 V 汽车直流充电器中以此驱动 IKW40N120T2 电路的试验中验证了其理论分析的正确性。

用于 IGBT 或功率 MOSFET 驱动集成芯片模块中, 应用技术比较成熟的有东芝 LP250、富士 EXB8 系列、三菱 M579 系列等, 但是这些模块都是单驱动, 如果要驱动全桥结构的逆变电源则需要 4 个隔离的驱动模块, 不但费用高、而且体积大。美国 IR 公司推出的高压浮动驱动集成模块 IR2110 是一种新型的功率 MOSFET 或 IGBT 驱动模块, 它本身允许驱动信号的电压上升率达 $\pm 50\text{ V}/\mu\text{s}$, 极大地减小了功率开关器件的开关损耗。此外, 由于 IR2110 采用自举法实现高压浮动栅极双通道驱动, 因此可以驱动 500 V 以内的同一相桥臂的上下两个开关管, 减小了装置体积, 节省了成本。

1 IR2110 自举电路工作原理分析

自举电路如图 1 所示, 其工作原理如下: Q2 导通期间将 Vs 的电位拉低到地, Vcc 通过自举电阻 Rbs 和自举二极管 Dbs 给自举电容 Cbs 充电, 通过电容 Cbs 在 Vb 和 Vs 之间形成一个悬浮电源给上桥臂主开关器件 Q1 供电。自举电路的存在使同一桥臂上、下主开关器件驱动电路只需一个外接电源。

2 IR2110 栅极电平箝位电路

由于 IR2110 不能产生负偏压, 将它用于驱动桥式电路时, 由于密勒效应的存在, 在开通与关断时刻, 集电极与栅极间的寄生电容有位移电流产生, 容易在栅极上产生干扰。特别是在大功率情况下, 关断电流较大, IR2110 驱动输出阻抗不够小, 沿栅极灌入的位移电流会在驱动电压上叠加形成比较严重的毛刺干扰。如果该干扰超过 IGBT 的最小开通电压, 将会造成桥臂瞬间短路。而本文设计的栅极电平箝位电路则解决了由于 IR2110 不能产生负偏压而引起的桥臂短路现象。栅极电平箝位电路如图 2 所示。

在上管开通期间, 驱动信号使 V1 导通, V2 截止, 正常驱动 IGBT; 上管关断期间, V1 截止, V2 导通, 将驱动输出拉到零电平。这样, 由于密勒效应产生的电流将从 V2 中流过, 栅极上的毛刺就可以大大减小, 从而避免了桥臂短路现象的出现。

3 应用 IR2110 驱动的 2 kW、400 V 汽车直流充电器

应用于 2 kW、400 V 汽车直流充电器中的 IR2110 驱动电路如图 3 所示。

由图 3 可见，用 1 片 IR2110 就可对半桥进行触发，并且实现了自举作用，同时通过设置栅极电平箝位电路，克服了由于 IR2110 不能产生负偏压而容易引起桥臂短路的缺点。

4 实验结果

在 2 kW、400 V 汽车直流充电器的全桥逆变电源中，采用 IR2110 驱动 IKW40N120T2 电路，开关工作频率为 38.3 kHz，交流输入为 125~250 V，直流输出 400 V，实验证明此驱动电路对 IGBT 全桥逆变电路的驱动是非常好的。IR2110 的双通道驱动输出如图 4 所示。

本文介绍了 IR2110 在桥式逆变电路驱动中的应用，通过改进后的带有栅极电平的箝位电路，在避免出现由于密勒效应而造成的 IGBT 短路中达到了很好的效果，并且通过在 2 kW、400 V 汽车直流充电器中的实际应用，验证了修改过的 IR2110 驱动电路的可行性，同时说明了该驱动电路具有体积小、成本低、电路简单、实用性和可靠性高等优点。

相关的资料：IR2110 中文资料 pdf,应用电路资料

随着各种用电设备的飞速发展，特别是通讯产业的突飞猛进，对电源不断地提出新的要求：电功率要求不断加大；电压调节范围要求越来越大；电流的稳定性要求越来越高；纹波与噪声要求越来越低；体积要求越来越小等。为了适应这种现状，开关电源的产生与发展成为了必然。

由于远程供电的需要，需研制一台高压大功率直流开关电源。采用开关电源主要是因为开关电源功率可以做大、电压可以做高、电压调节范围可以做广。但是在整个研制过程中发现驱动电路是比较困难且重要的环节。目前开关电源的国内外发展速度很快，技术非常成熟。20 世纪 90 年代以来，高频变换技术飞速地发展，不断涌现了新型电力电子器件，高智能化 IC 和新电路拓扑，创造出 10 年前意想不到的许多新型稳压电源。现代电源技术正以空前的规模改造着传统的旧式电器设备，广泛进入了国民经济和人类生活的各个领域。

I 驱动电路的功能与特点

开关电源的形式与种类很多，尽管各种不同的开关电源能达到的性能指标也各不相同，但总是由以下几个部分组成：

(1)控制单元

一般都是由专门的集成电路担当这部分工作，也有用单片机、DPS 作为控制单元核心的，视具体需要而定。

(2)功率元件

目前一般使用 IGBT 和 MOSFET；一般高频中小功率情况下用场效应管，大功率情况下用 IGBT，其电路结构上大同小异，栅极高电平(一般是 10~20 V，常用的是 15 V)导通，低电平(-5~0 V)截止。其作用是开关电源的核心。

(3)驱动电路

这部分是开关电源的灵魂，是连接控制单元与功率管的桥梁。控制单元出来的电平一般无法直接驱动功率管，需要有一个电平的转换及电流驱动；对于驱动电路而言，功率管的栅极即为负载，一般的功率管栅源之间有一个寄生电容，故驱动电路的负载是一个容性负载，若驱动电流不够，或提高频率，方波会产生畸变，无法达到设计目的。因此功率电子的驱动是整个设计的重点，也是难点。

开关稳压电源中的功率开关管要求在关断时能迅速关断，并能维持关断期间的漏电流近似等于零；在导通时要求能迅速导通，并且维持导通期间的管压降也近似等于零。开关管趋于关断时的下降时间和趋于导通时的上升时间的快慢是降低开关晶体管损耗功率，提高开关稳压电源效率的主要因素。要缩短这两个时间，除选择高反压、高速度、大功率开关管以外，主要还取决于加在开关管栅极的驱动信号。驱动波形的要求如下：

- ①驱动波形的正向边缘一定要陡，幅度要大，以便减小开关管趋于导通时的上升时间；
- ②在维持导通期间内，要能保证开关管处在饱和导通状态，以减小开关管的正向导通管压降，从而降低导通期间开关管的集电极功率损耗；
- ③当正向驱动结束时，驱动幅度要减小，以便使开关管能很快地脱离饱和区，以减小关闭储存时间；

④驱动波形的下降边缘也一定要陡，幅度要大，以便减小开关管趋于截止时的下降时间。理想的驱动波形如图 1 所示。其中图 1(a)是漏极电压和电流波形图，图 1(b)是栅极驱动信号波形图。

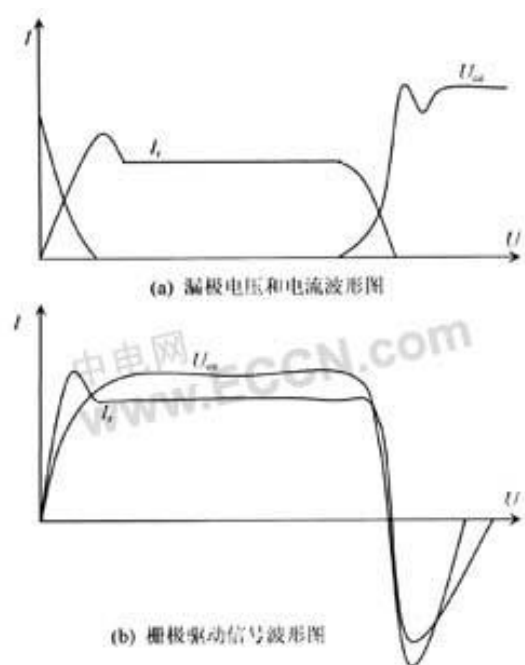


图 1 理想的栅极驱动信号波形图

2 IR2110 栅极驱动抗干扰技术

IR2110 是一种双通道高压、高速电压型功率开关器件栅极驱动器，具有自居浮动电源，驱动电路十分简单，只用一个电源可同时驱动上下桥臂。但是 IR2110 芯片有他本身的缺陷，不能产生负压，在抗扰方面比较薄弱，以下详细结合实验介绍抗干扰技术。

2. 1 芯片功能简介

IR2110 包括：逻辑输入、电平转换、保护、上桥臂侧输出和下桥臂侧输出。逻辑输入端采用施密特触发电路，提高抗干扰能力。输入逻辑电路与 TTL / COMS 电平兼容，其输入引脚阈值为电源电压 V_{dd} 的 10%，各通道相对独立。由于逻辑信号均通过电平耦合电路连接到各自的通道上，允许逻辑电路参考地(VSS)与功率电路参考地(COM)之间有一 5 V~+5 V 的偏移量，并且能屏蔽小于 50 ns 脉冲，这样便具有较理想的抗噪声效果。两个高压 MOS 管推挽驱动器的最大灌入或输出电流可达 2 A，上桥臂通道可以承受 500 V 的电压。输入与输出信号之间的传导延时较小，开通传导延时为 120 ns，关断传导延时为 95 ns。

电源 VCC 典型值为 15 V，逻辑电源和模拟电源共用一个 15 V 电源，逻辑地和模拟地接在一起。输出端设有对功率电源 VCC 的欠压保护，当小于 8.2 V 时，封锁驱动输出。

IR2110 具有很多优点：自举悬浮驱动电源可同时驱动同一桥臂的上、下两个开关器件，驱动 500 V 主电路系统，工作频率高，可以达到 500 kHz；具有电源欠压保护相关断逻辑；输出用图腾柱结构，驱动峰值电流为 2 A；两通道设有低压延时封锁(50 ns)。芯片还有一个封锁两路输出的保护端 SD，在 SD 输入高电平时，两路输出均被封锁。IR2110 的优点，给实际系统设计带来了极大方便，特别是自举悬浮驱动电源大大简化了驱动电源设计，只用一路电源即可完成上下桥臂两个功率开关器件的驱动。IR2110 的典型应用电路如图 2 所示。

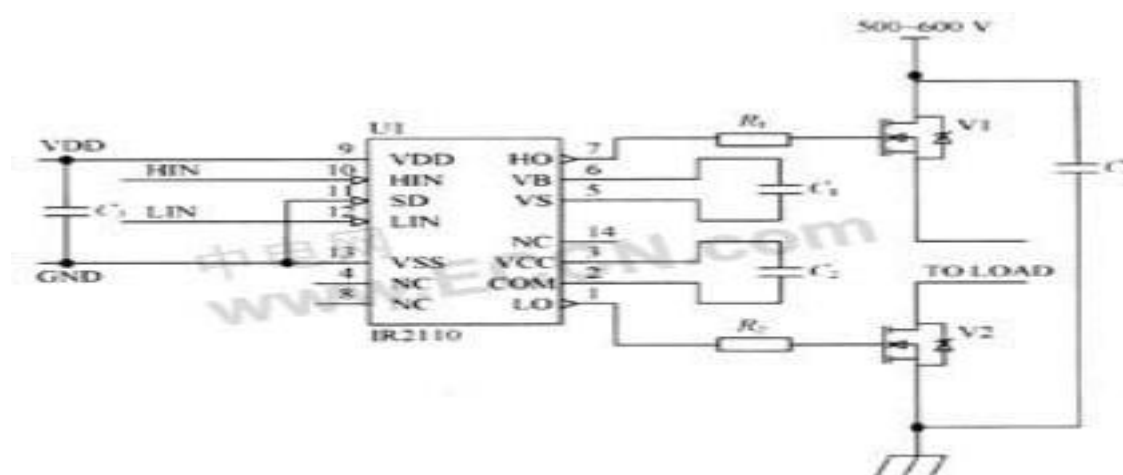
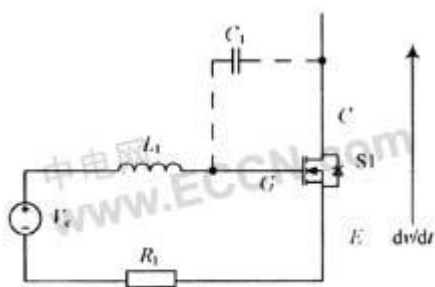


图 2 IR2110 典型应用电路

但是在这种电路的使用上存在很大的问题，当高压侧电压缓慢地往上升时可以清楚地看见毛刺越来越严重，电压很低时管子发热严重，芯片很容易烧掉。这些问题都是由于 2110 自身的一些不足产生的，IR2110 不能产生负偏压，如果用于驱动桥式电路，在半桥电感负载电路下运行，处于关断状态下的 IGBT，由于其反并联二极管的恢复过程，将承受 C-E 电压的急剧上升。此静态的 dv/dt 通常比 IGBT 关断时的上升率高。由于密勒效应，此 dv/dt 在集电极，栅极间电容内产生电流，流向栅极驱动电路，如图 3 所示。虽然在关断状态时栅极电压 V_g 为零，由于栅极电路的阻抗(栅极限流电阻 R_g ，引线电感 L_g)，该电流令 V_{GE} 增加，趋向于 $V_{GE(th)}$ 。最严重的情况是该电压达到阈值电压，使 IGBT 导通，导致桥臂短路。IR2110 驱动输出阻抗不够小，沿栅极的灌入电流会在驱动电压上加上比较严重的毛刺干扰。

图 3. dv/dt 对栅极电路的影响

2. 2 IR2110 改进抗干扰电路

2.2.1 带电平箝位的 IR2110 驱动电路

针对 **IR2110** 的不足, 对输出驱动电路进行了改进, 可以采用在栅极限流电阻上反并联一个二极管, 但在大功率的环境下不太明显。本文介绍的第一种方法就是下面如图 4 所示电路。在关断期间将栅极驱动电平箝位到零电平。在桥臂上管开通期间驱动信号使 **Q1** 导通、**Q2** 截止, 正常驱动。上管关断期间, **Q1** 截止, **Q2** 栅极高电平, 导通, 将上管栅极电位拉到低电平(三极管的饱和压降)。这样, 由于密勒效应产生的电流从 **Q2** 中流过, 栅极驱动上的毛刺可以大大的减小。下管工作原理与上管完全相同, 不再赘述。

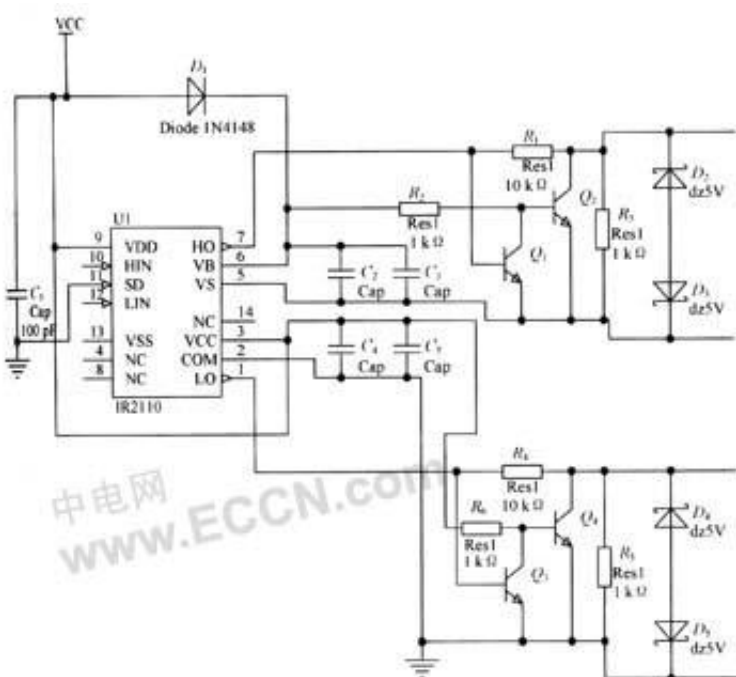


图4 带电平箝位的IR2110驱动电路

2. 2. 2 IR2110 负压产生电路

在大功率 IGBT 场合，各路驱动电源独立，集成驱动芯片一般都有产生负压得功能，如 EX B841 系列，M57957 系列等，在 IGBT 关断期间栅极上施加一个负电压，一般为-3~-5 V。其作用也是为了增强 IGBT 关断的可靠性。防止由于密勒效应而造成的误导通。IR2110 芯片内部虽然没有产生负压功能，但可以通过外加几个无源器件来实现产生负压得功能，如图 5 所示。在上下管驱动电路中均加上由电容和 5 V 稳压管组成的负压电路。

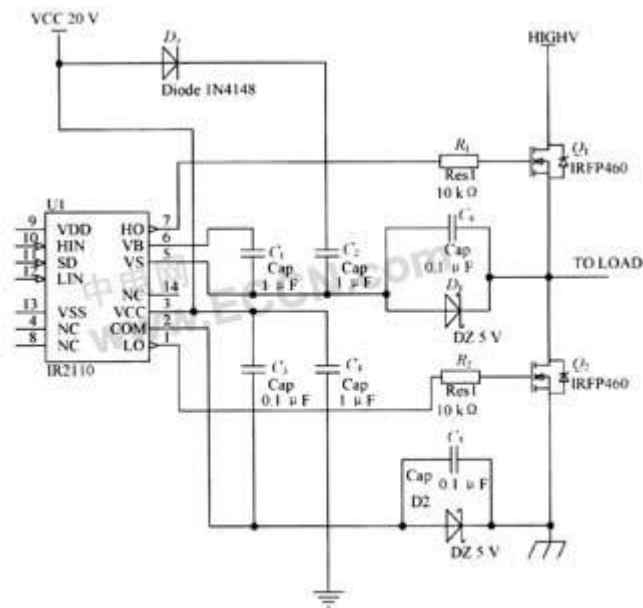


图 5 IR2110 负压产生电路

其工作原理为：电源电压为 20 V，在上电期间，电源通过 R_g 给 C_g 充电，C_g 保持 5 V 的电压，在 LIN 为高电平的时候，LO 输出 0 V，此时 S2 栅极上的电压为-5 V，从而实现了关断时负压。

对于上管 S1，HIN 为高电平时，H0 输出为 20 V，加在栅极上的电压为 15 V。当 HIN 为低电平时，H0 输出 0 V，S1 栅极为-5 V。

IGBT 为电压型驱动器件，所以负压电容 C₅、C₆ 上的电压波动较小，维持在 5 V，自举电容上的电压也维持在 20 V 左右，只在下管 S2 导通的瞬间有一个短暂的充电过程。

IGBT 的导通压降一般小于 3 V，负压电容 C₅ 的充电在 S2 导通时完成。对于 C₅、C₆ 的选择，要求大于 IGBT 栅极输入寄生电容 C_{iss}。自举电容电路中的二极管 D1 必须是快恢复二极管。

管，应留有足够的电流余量。此电路与一般的带负压驱动芯片产生负压原理相同，直流母线上叠加了 5 V 的电压。

2. 2. 3 IR2110 结合隔离变压器电路

上面 2 种方法已经得到了广泛的应用，但是也有他的缺点，首先电路比最简单的应用电路要复杂的多，其次所用的器件数目增多，成本增加，再次效果也并不是非常好，这主要是因为 IR2110 芯片本身很容易受到开关管的影响。

负载增大，电压升高，IR2110 的输出波形就会变得很混乱，所以用常规的变压器隔离和 IR2110 结合起来使用其电路图如 6 所示，这种电路结合了经典电路的部分内容，大大地减小了负载对驱动的影响，可以用于大功率场合，电路也比较简单，非常实用。

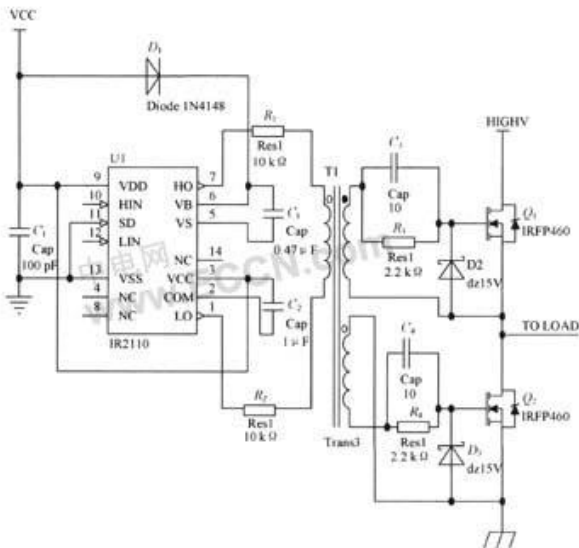


图 6 带变压器隔离的 IR2110 驱动电路

其工作原理为：电源电压为 20 V，在上电期间，电源通过 R_g 给 C_g 充电， C_g 保持 5 V 的电压，在 LIN 为高电平的时候，LO 输出 0 V，此时 S2 栅极上的电压为 -5 V，从而实现了关断时负压。

对于上管 S1，HIN 为高电平时，HO 输出为 20 V，加在栅极上的电压为 15 V。当 HIN 为低电平时，HO 输出 0 V，S1 栅极为 -5 V。

IGBT 为电压型驱动器件，所以负压电容 C5，C6 上的电压波动较小，维持在 5 V，自举电容上的电压也维持在 20 V 左右，只在下管 S2 导通的瞬间有一个短暂的充电过程。

IGBT 的导通压降一般小于 3 V，负压电容 C5 的充电在 S2 导通时完成。对于 C5，C6 的选择，要求大于 IGBT 栅极输入寄生电容 C_{iss} 。自举电容电路中的二极管 D1 必须是快恢复二极管，应留有足够的电流余量。此电路与一般的带负压驱动芯片产生负压原理相同，直流母线上叠加了 5 V 的电压。

2. 2. 3 IR2110 结合隔离变压器电路

上面 2 种方法已经得到了广泛的应用，但是也有他的缺点，首先电路比最简单的应用电路要复杂的多，其次所用的器件数目增多，成本增加，再次效果也并不是非常好，这主要是因为 IR2110 芯片本身很容易受到开关管的影响。

负载增大，电压升高，IR2110 的输出波形就会变得很混乱，所以用常规的变压器隔离和 IR2110 结合起来使用其电路图如 6 所示，这种电路结合了经典电路的部分内容，大大地减小了负载对驱动的影响，可以用于大功率场合，电路也比较简单，非常实用。

3 结 语

各种各样的 IGBT 驱动电路都有他们的优点和缺点，IR2110 具有轻型、占用资源少、高可靠性、成本低廉等优点而被广泛采用。本文所提供的几种抗干扰措施也应该根据具体情况进行分析，当然根据具体电路的不同应该按照实际情况选择电路，传统的驱动电路也有他的优点，光电耦合器也可以广泛使用。

本文所提供的几种抗干扰措施也应该根据具体情况进行分析，当然根据具体电路的不同应该按照实际情况选择电路，传统的驱动电路也有他优点，光电藕合器也可以广泛使用。

驱动芯片 IR2110 功能简介

您现在的位置是：[主页](#)>>>[电子元器件资料](#)>>>[正文](#)

在功率变换装置中，根据主电路的结构，起功率开关器件一般采用直接驱动和隔离驱动两种方式.美国 IR 公司生产的 IR2110 驱动器，兼有光耦隔离和电

磁隔离的优点，是中小功率变换装置中驱动器件的首选。

IR2110 引脚功能及特点简介

内部功能如图 4.18 所示:

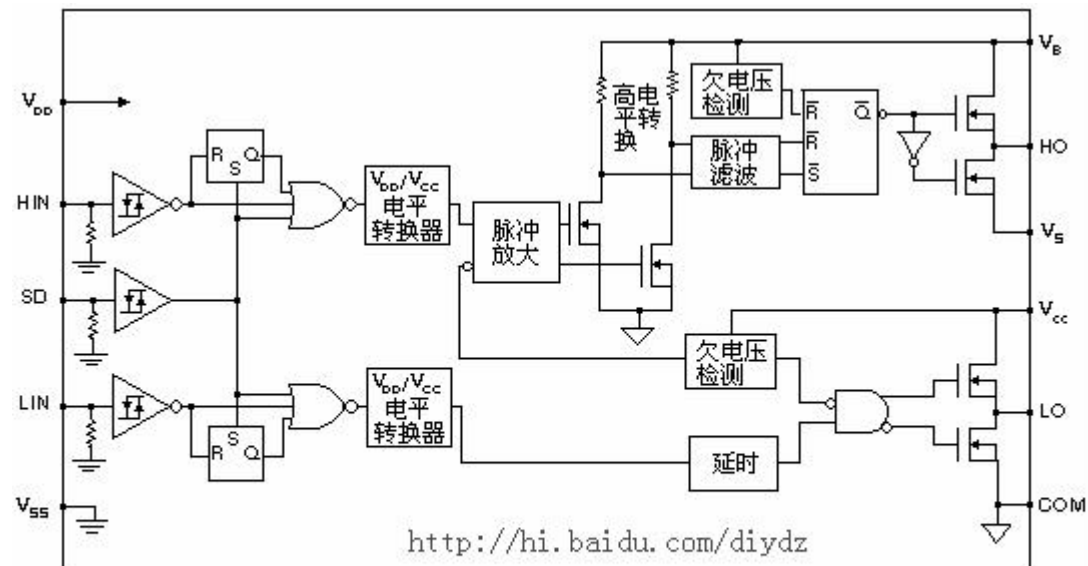


图 4.18 IR2110 内部框图

LO（引脚 1）:低端输出

COM（引脚 2）:公共端

Vcc（引脚 3）:低端固定电源电压

Nc（引脚 4）:空端

Vs（引脚 5）:高端浮置电源偏移电压

VB(引脚 6):高端浮置电源电压

HO（引脚 7）:高端输出

Nc（引脚 8）:空端

VDD（引脚 9）:逻辑电源电压

HIN（引脚 10）:逻辑高端输入

SD（引脚 11）:关断

LIN（引脚 12）:逻辑低端输入

Vss（引脚 13）:逻辑电路地电位端，其值可以为 0V

Nc（引脚 14）:空端

IR2110 的特点:

- （1）具有独立的低端和高端输入通道。
- （2）悬浮电源采用自举电路，其高端工作电压可达 500V。
- （3）输出的电源端（脚 3）的电压范围为 10—20V。
- （4）逻辑电源的输入范围（脚 9）5—15V，可方便的与 TTL，CMOS 电平相匹

配，而且逻辑电源地和功率电源地之间允许有 V 的偏移量。

(5) 工作频率高，可达 500KHz。

(6) 开通、关断延迟小，分别为 120ns 和 94ns。

(7) 图腾柱输出峰值电流 2A。

IR2110 的工作原理

IR2110 内部功能由三部分组成：逻辑输入；电平平移及输出保护。如上所述 IR2110 的特点，可以为装置的设计带来许多方便。尤其是高端悬浮自举电源的设计，可以大大减少驱动电源的数目，即一组电源即可实现对上下端的控制。

高端侧悬浮驱动的自举原理：

IR2110 驱动半桥的电路如图所示，其中 C_1 、 VD_1 分别为自举电容和自举二极管， C_2 为 VCC 的滤波电容。假定在 S_1 关断期间 C_1 已经充到足够的电压 ($V_{C1} = V_{CC}$)。当 HIN 为高电平时如图 4.19： VM_1 开通， VM_2 关断， V_{C1} 加到 S_1 的栅极和源极之间， C_1 通过 VM_1 、 R_{g1} 和栅极和源极形成回路放电，这时 C_1 就相当于一个电压源，从而使 S_1 导通。由于 LIN 与 HIN 是一对互补输入信号，所以此时 LIN 为低电平， VM_3 关断， VM_4 导通，这时聚集在 S_2 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 R_{g2} 迅速对地放电，由于死区时间影响使 S_2 在 S_1 开通之前迅速关断。

当 HIN 为低电平时如图 4.20： VM_1 关断， VM_2 导通，这时聚集在 S_1 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 R_{g1} 迅速放电使 S_1 关断。经过短暂的死区时间 LIN 为高电平， VM_3 导通， VM_4 关断使 V_{CC} 经过 R_{g2} 和 S_2 的栅极和源极形成回路，使 S_2 开通。在此同时 V_{CC} 经自举二极管， C_1 和 S_2 形成回路，对 C_1 进行充电，迅速为 C_1 补充能量，如此循环反复。

IGBT 的驱动与保护电路

本电源逆变桥 IGBT 的驱动与保护电路制成一块线路板，与逆变桥一起组成逆变单元模块。

M57959 是 IGBT 模块的专用驱动电路，最大可驱动 400A/600V 的元件。该电路内部具有快速光耦隔离，**适合 20kHz 左右的高频开关运行**，并且具有过流保护功能。驱动电路采用 +15V/-10V 双电源供电，以提高抗干扰能力。

驱动电路前级为 PWM 信号处理电路，它将控制电路传送来的单路 PWM 信号经电压比较器整形反相后，变为两路互差 180° 的信号，作为上下桥臂 IGBT 元件的控制信号。该信号经过死区电路，其上升沿被延时 $3 \sim 4 \mu s$ ，以保证上下桥臂导通具有不小于 $3 \mu s$ 的死区，然后才被送至驱动电路。

本电源驱动板设有 IGBT 过流、功率器件过热、直流母线欠压三种保护。IGBT 过流保护，由 **M57959** 内部保护电路，通过检测 IGBT 的导通饱和压降完成，过流保护阈值通过在检测回路串接稳压管来调整。单相桥电路四只 IGBT 元件的四路保护信号，经过与非门，变为一路高电平故障信号，送至故障逻辑电路。功率器件过热保护通过在散热器上安装温度继电器，过热时给出断开接点完成，温度继电器动作值为 $75^\circ C$ 。直流母线欠压保护电路当电压正常时，检测回路稳压管被击穿开通，从而使与之串联的光耦导通，副边输出低电平；当电压过低时，检测回路稳压管阻断，从而使串联的光耦关断，副边输出故障高电平；保护阈

值由稳压管稳压值决定。

驱动板上的故障逻辑电路先将过流、欠压信号通过 D 触发器锁存，然后将锁存后的信号与过热信号一起通过门电路综合后，封锁送至驱动模块的 PWM 脉冲，完成保护。同时，综合后的故障信号与过流、欠压、过热信号被送至控制电路，以完成电源系统*。

如图 3 所示，DC/AC 变换采用单相输出，全桥逆变形式，为减小逆变电源的体积，降低成本，输出使用工频 LC 滤波。由 4 个 IRF740 构成桥式逆变电路，IRF740 最高耐压 400V，电流 10A，功耗 125W，利用半桥驱动器 IR2110 提供驱动信号，其输入波形由 SG3524 提供，同理可调节该 SG3524 的输出驱动波形的 $D < 50\%$ ，保证逆变的驱动方波有共同的死区时间。

图 4

IR2110 是 IR 公司生产的大功率 MOSFET 和 IGBT 专用驱动集成电路，可以实现对 MOSFET 和 IGBT 的最优驱动，**同时还具有快速完整的保护功能**，因而它可以提高控制系统的可靠性，减少电路的复杂程度。

IR2110 的内部结构和工作原理框图如图 4 所示。图中 HIN 和 LIN 为逆变桥中同一桥臂上下两个功率 MOS 的驱动脉冲信号输入端。**SD 为保护信号输入端，当该脚接高电平时，IR2110 的输出信号全被封锁，其对应的输出端恒为低电平；而当该脚接低电平时，IR2110 的输出信号跟随 HIN 和 LIN 而变化，在实际电路里，该端接用户的保护电路的输出。HO 和 LO 是两路驱动信号输出端，驱动同一桥臂的 MOSFET。**

IR2110 的自举电容选择不好，容易造成芯片损坏或不能正常工作。VB 和 VS 之间的电容为自举电容。自举电容电压达到 8.3V 以上，才能够正常工作，要么采用小容量电容，以提高充电电压

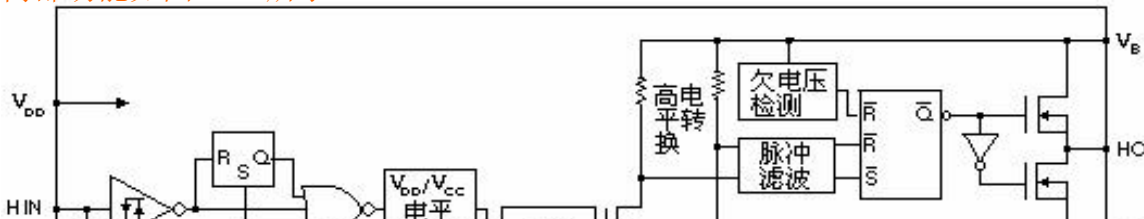
驱动芯片 IR2110 功能简介

您现在的位置是：[主页](#)>>>[电子元器件资料](#)>>>[正文](#)

在功率变换装置中，根据主电路的结构，起功率开关器件一般采用直接驱动和隔离驱动两种方式。美国 IR 公司生产的 IR2110 驱动器，兼有光耦隔离和电磁隔离的优点，是中小功率变换装置中驱动器件的首选。

IR2110 引脚功能及特点简介

内部功能如图 4.18 所示：



LO（引脚 1）:低端输出
COM（引脚 2）:公共端
Vcc（引脚 3）:低端固定电源电压
Nc（引脚 4）:空端
Vs（引脚 5）:高端浮置电源偏移电压
VB（引脚 6）:高端浮置电源电压
HO（引脚 7）:高端输出
Nc（引脚 8）:空端
VDD（引脚 9）:逻辑电源电压
HIN（引脚 10）:逻辑高端输入
SD（引脚 11）:关断
LIN（引脚 12）:逻辑低端输入
Vss（引脚 13）:逻辑电路地电位端，其值可以为 0V
Nc（引脚 14）:空端

IR2110 的特点:

- （1）具有独立的低端和高端输入通道。
- （2）悬浮电源采用自举电路，其高端工作电压可达 500V。
- （3）输出的电源端（脚 3）的电压范围为 10—20V。
- （4）逻辑电源的输入范围（脚 9）5—15V，可方便的与 TTL，CMOS 电平相匹配，而且逻辑电源地和功率电源地之间允许有 V 的偏移量。
- （5）工作频率高，可达 500KHz。
- （6）开通、关断延迟小，分别为 120ns 和 94ns。
- （7）图腾柱输出峰值电流 2A。

IR2110 的工作原理

IR2110 内部功能由三部分组成：逻辑输入；电平平移及输出保护。如上所述 IR2110 的特点，可以为装置的设计带来许多方便。尤其是高端悬浮自举电源的设计，可以大大减少驱动电源的数目，即一组电源即可实现对上下端的控制。

高端侧悬浮驱动自举原理：

IR2110 驱动半桥的电路如图所示，其中 C1, VD1 分别为自举电容和自举二极管，C2 为 VCC 的滤波电容。假定在 S1 关断期间 C1 已经充到足够的电压 ($V_{C1} = V_{CC}$)。

当 HIN 为低电平时如图 4.20：VM1 关断，VM2 导通，这时聚集在 S1 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 Rg1 迅速放电使 S1 关断。经过短暂的死区时间 LIN 为高电平，VM3 导通，VM4 关断使 VCC 经过 Rg2 和 S2 的栅极和源极形成回路，使 S2 开通。在此同时 VCC 经自举二极管，C1 和 S2 形成回路，对 C1 进行充电，迅速为 C1 补充能量，如此循环反复。

当 HIN 为高电平时如图 4.19：VM1 开通，VM2 关断，VC1 加到 S1 的栅极和源极之间，C1 通过 VM1, Rg1 和栅极和源极形成回路放电，这时 C1 就相当于一个电压源，从而使 S1 导通。由于 LIN 与 HIN 是一对互补输入信号，所以此时 LIN 为低电平，VM3 关断，VM4 导通，这时聚集在 S2 栅极和源极的电荷在芯片内部通过 Rg2 迅速对地放电，由于死区时间影响使 S2 在 S1 开通之前迅速关断。