

IR2110 驱动 IGBT 模块 中的栅极抗干扰技术

陶海敏, 何湘宁

(浙江大学电力电子研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 介绍了 IR2110 驱动芯片的特点, 对 IGBT 驱动电路的抗干扰技术作了具体分析, 提出了几种有效的抗干扰方法, 如栅极电平箝位、关断时负压等, 并在实际应用中验证了它们的有效性。

关键词: IR2110; 栅极驱动; 抗干扰; 电平箝位

Anti-interference Techniques of Driving IGBT Modules Using IR2110

TAO Hai-min, HE Xiang-ning

Abstract: The characteristics of IR2110 are introduced. The anti-interference techniques of gate-drive circuit for IGBT are analyzed. Some methods for anti-interference such as gate voltage clamp, negative bias voltage are proposed. The experiments verified the effectiveness of those circuits.

Keywords: IR2110; Gate drive; Anti-interference; Voltage clamp

中图分类号: TN492

文献标识码: A

文章编号: 0219-2713(2002)06-0268-03

1 引言

驱动 IGBT 电压型功率器件, 有多种带保护功能及隔离驱动的集成驱动芯片, 如 EXB841 系列, M57957 系列等, 但它们都只能驱动单个功率管。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, 具有自举浮动电源, 驱动电路非常简单, 只用一路电源可同时驱动上、下桥臂。但 IR2110 芯片有它本身的缺陷, 不能产生负压^[1], 在抗干扰方面比较薄弱。本文根据实践经验, 介绍了 IR2110 在驱动 IGBT 模块中的栅极抗干扰技术。

2 芯片功能简介

IR2110 驱动器的内部结构框图如图 1 所示。

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

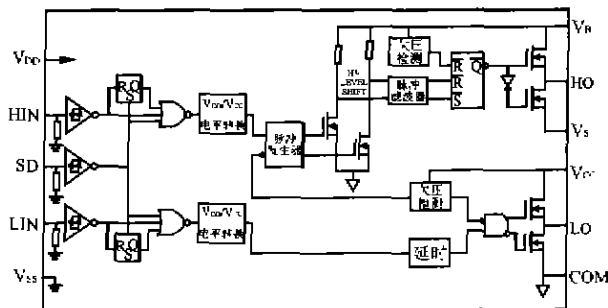


图1 IR2110 结构框图

合电路连接到各自的通道上, 容许逻辑电路参考地 (V_{DD}) 与功率电路参考地 (COM) 之间有 $-5V$ 到 $+5V$ 的偏移量, 并且能屏蔽小于 $50ns$ 的脉冲, 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 $2A$, 上桥臂通道可以承受 $500V$ 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 $120ns$, 关断传导延时为 $95ns$ 。电源 V_{DD} 典型值为 $15V$, 逻辑电源和模拟电源共用一个 $15V$ 电源, 逻辑地和模拟地接在一起。输出端设有对功率电源 V_{DD} 的欠压保护, 当小于 $8.2V$ 时, 封锁驱动输出。

收稿日期: 2002-03-07

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。

3 驱动电路的抗干扰技术

3.1 电平箝位

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 2 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

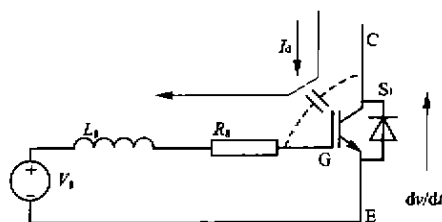


图2 dv/dt 对 IGBT 栅极电路的影响

L_g), 该电流令 V_{Gk} 增加, 趋向于 $V_{GE(th)}$ 。最恶劣的情况便是该电压达到阈值电压, 该 IGBT 将被开通, 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。

针对 IR2110 的不足, 对输出驱动电路进行了改进, 有人采用在栅极限流电阻上反并联一个二极管来解决, 但在大功率下效果不太明显。本文采用了如图 3 所示的电路。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 V_1 导通、 V_2 截止, 正常驱动。上管关断期间, V_1 截止, V_2 基极高电平, 导通, 将上管栅极电位拉到低

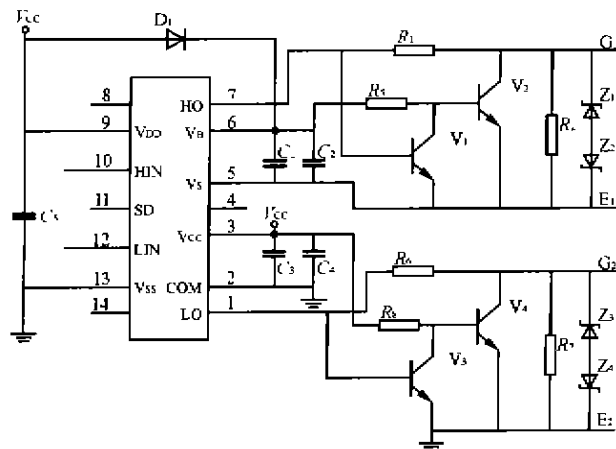


图3 带电平箝位的 2110 驱动电路

电平 (三极管的饱和压降)。这样, 由于密勒效应产生的电流从 V_2 中流过, 栅极驱动上的毛刺可以大大减小。下管同理。

3.2 负压电路

在大功率 IGBT 驱动场合, 各路驱动电源独立, 集成驱动芯片一般都有产生负压的功能, 如 EXB841 系列、M57957 系列等, 在 IGBT 关断期间在栅极上施加负电压, 一般为 -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误导通。IR2110 芯片内部虽然没有产生负压的功能, 但可以通过外加几个无源器件来实现产生负压的功能, 如图 4 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。其工作原理为: 电源电压 V_{cc} 为 20 V, 在上电期间, 电源通过 R_1 给 C_1 充电, C_1 上保持 5 V 的电压, 在 LIN 为高电平时, LO 输出高电平 20 V, 这时加在下管 S_2 栅极上的电压为 $20\text{ V} - 5\text{ V} = 15\text{ V}$, IGBT 正常导通。当 LIN 输

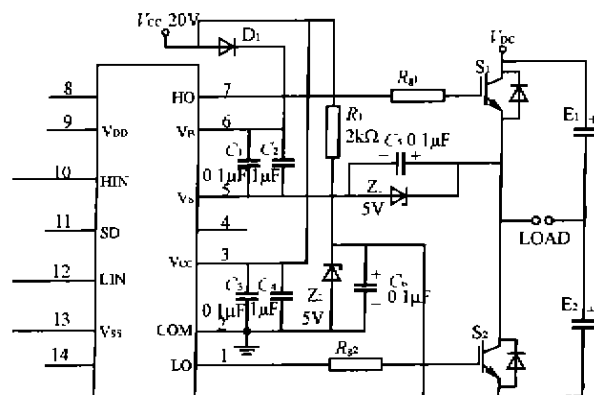


图4 IR2110 芯片负压产生电路

入为低电平时, LO 输出 0 V, 此时 S_2 栅极上的电压为 -5 V, 从而实现关断时负压。对于上管 S_1 , HIN 输入高电平时, HO 输出 20 V, 加在 S_1 栅极上的电压为 15 V。当 HIN 为低电平时, HO 输出 0 V, S_1 栅极为 -5 V。由于 IGBT 为电压型驱动器件, 所以负压电容 C_3 、 C_6 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 S_2 导通的瞬间有个短暂的充电过程。IGBT 的导通压降一般小于 3 V, 负压电容 C_3 的充电在 S_2 导通时完成。对于 C_3 、 C_6 的选择, 要求大于 IGBT 栅极输入寄生电容 C_{iss} 。自举电容充电电路中的二极管 D_1 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。

3.3 自举电容及栅极限流电阻选取

自举电容用一个大电容和一个小电容并联使用。在频率为 20 kHz 左右的工作状态下选用 1 μ F 和 0.1 μ F 并联。并联高频小电容用来吸收高频毛刺于扰电压。上管的驱动波形峰顶不应出现下降的现象, 驱动大容量的 IGBT, 在工作频率较低的情况下要注意自举电容电压稳定性问题, 故选用较大的电容。

选择适当的栅极限流电阻对 IGBT 驱动相当重要。IGBT 的开通和关断是通过栅极电路的充放电来实现的, 因此栅极将对 IGBT 的动态特性产生极大的影响。数值较小的栅极电阻使栅极电容的充放电较快, 从而减小开关时间和开关损耗。同时较小的栅极电阻增强了器件的耐固性, 避免 dv/dt 带来的误导通。但与此同时它只能承受较小的栅极噪声, 并导致栅极-发射极之间电容同驱动电路引线的寄生电感产生振荡问题。另外较小的栅极电阻还使得 IGBT 开通 di/dt 变大, 会导致较高的 dv/dt , 增加了反向恢复二极管的浪涌电压。在低频应用情况下, 开关损耗不成为一个重要的考虑因素, 栅极电阻增大可以提供较慢的开通速度, 这时应当考虑栅极的瞬态电压和驱动电流。对于不同电流容量的 IGBT, 其栅极限流电阻有不同的取值。一般是功率越大的管子栅极电阻越小, 同时对栅极驱动电路的布线也有严格要求, 引线电感应尽可能小。在实际应用中得根据具体的情况作调整, 选取最合适的值。

4 结语

IR2110 由于其驱动电路简单, 得到了广泛的应用。本文提出的几种 IR2110 驱动电路的抗干扰措施, 包括电平箝位电路、负压产生电路和栅极电阻的选取。在实际应用中, 应根据具体的应用情况采用不同的抗干扰措施。

参考文献

- [1] INTERNATIONAL RECTIFIER DATASHEET NO. PD6. 0113, HIGH AND LOW SIDE DRIVER IR2110[M].
- [2] Rahul S. Chokhawala, Jamie Catt, Laszlo Kiraly. A discussion on IGBT short-circuit behavior and fault protection schemes [J]. *IEEE Transactions on applications*, 1995, 31, (2): 256-262.
- [3] 张纯江, 赵清林, 张金泉. 带有“负偏压”的 2110 驱动器[J]. *电力电子技术*, 2000(2): 49-50.

作者简介

陶海敏(1976-), 男, 硕士, 研究方向为大功率电力电子及软开关技术。

何湘宁(1961-), 男, 教授, 博士生导师, 在国内外发表论文 80 余篇, 被 SCI、EI 收录 30 余篇。



上海尼麦西贸易有限公司
www.shKnitMesh.com

金属丝网屏蔽衬垫

程控交换机柜, 通讯基站压铸外壳, CATV 放大器压铸外壳等电子仪器机箱的缝隙, 可大大提高整体的屏蔽效果。

电缆屏蔽缠带

屏蔽电缆修复, 非屏蔽电缆的屏蔽

屏蔽通风板

各种屏蔽体的通风口

镀铜或不锈钢指形条

各种导电橡胶

英国制造 ISO9001 QS9000

诚征北京、深圳、成都、西安等地代理商

联系地址: 上海东阳路 185 弄 21 号 101 室 邮编: 200062
电话: 021-62573811 传真: 021-32240797 sales@shKnitMesh.com