

总的死区时间约为  $T_{\text{dead}} = 2\text{--}10\mu\text{s}$ , 取决于晶体管的型号、具体的应用以及驱动器。

### 通过测量漏极或集电极电流以及漏源或集电极-发射极电压进行短路保护时所需的锁定时间

若晶体管因为以上某个参数的实测值超过其最大定额而被关断, 那么开通时所引起的峰值电流部分就必须被剔除于测量时间之外。在检测 IGBT 是否进入非饱和状态时, 还必须考虑其动态的饱和电压特性。在开通过程的最初几个微秒,  $V_{\text{CEsatdyn}}$  明显高于其最终值  $V_{\text{CEsat}}$  (图 3.42)。因此, 在一个设定的窗口时间内, 检测电路的响应值应跟随如图 3.42 所示出的  $V_{\text{CEsat}}$  曲线。从安全的短路保护角度来考虑, 这个锁定时间不得大于  $10\mu\text{s}$  (见 3.6)。

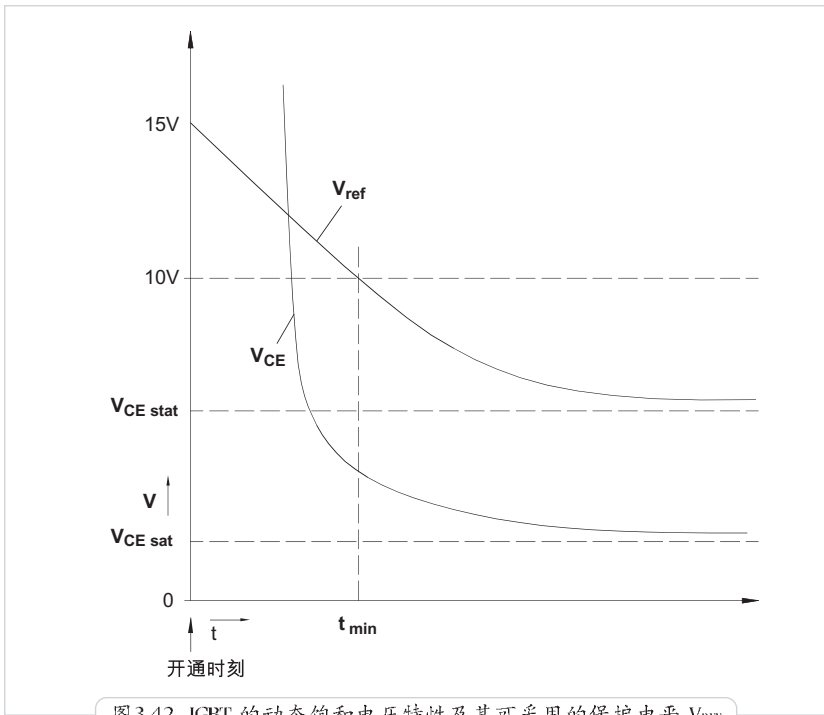


图 3.42 IGBT 的动态饱和电压特性及其可采用的保护电平  $V_{\text{REF}}$

### 3.5.6 控制信号和驱动能量的传输

控制信号和驱动能量必须从控制单元传送到驱动级。同样, 驱动的状态和故障信号、有时还有模拟的测量值(电流、温度、某些情况下还有直流母线电压), 必须被送回。

在大多数应用中, 信号是通过光电式或变压器式(感应式)的隔离单元或准隔离单元, 如自举电路或电平转移电路来传输的。

图 3.43 给出了信号和能量传输的几种重要形式。

图 3.43a 最为常用。图中每一个驱动电路的控制信号 (S) 和驱动能量 (P) 都相互隔离。由于此电路的抗干扰能力强, 开关之间的相互影响小, 因此它应被优先采用 (成本要求极低时除外)。

图 3.43b 对底部驱动电路的所有控制信号提供单独隔离, 但其驱动能量则共用一个电位隔离。它主要用于低功率的应用中, 也是 IPM 常常采用的解决方案。

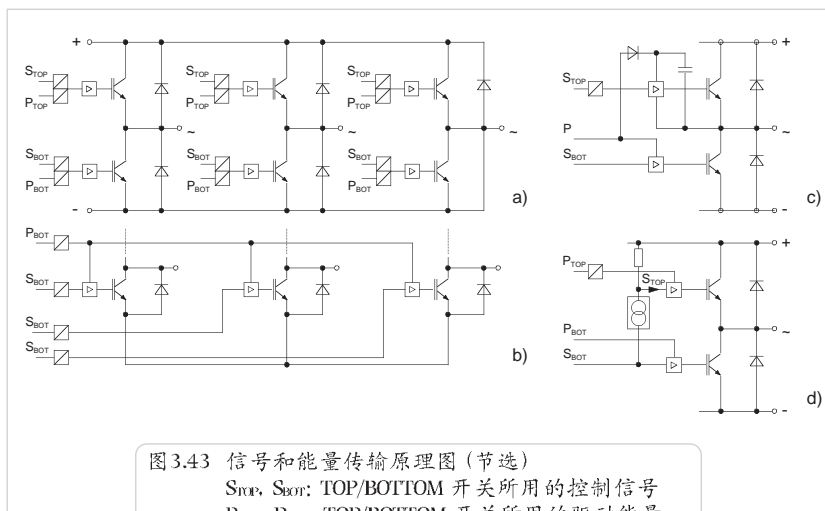


图 3.43 信号和能量传输原理图 (节选)

$S_{TOP}$ ,  $S_{BOT}$ : TOP/BOTTOM 开关所用的控制信号

$P_{TOP}$ ,  $P_{BOT}$ : TOP/BOTTOM 开关所用的驱动能量

a) 各开关采用独立电源 b) BOTTOM 共用电源

c) 自举线路

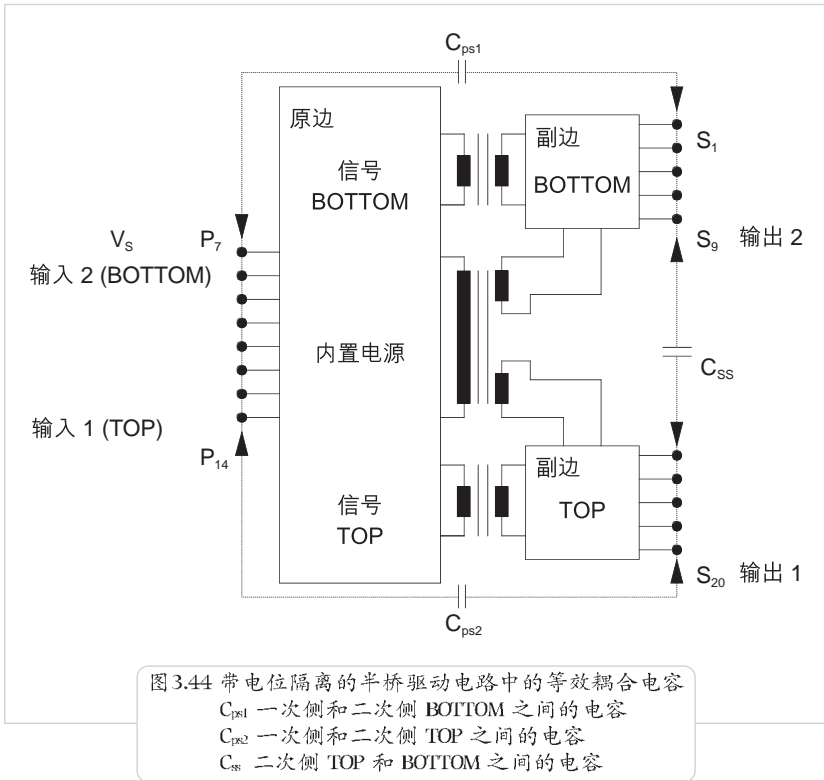
d) 电平转移线路

图 3.43c 表示了可向顶部开关提供驱动能量的自举电路的原理图。它不具备真正的电位隔离。图 3.43d 则表示了一个电平转移电路的原理图。这个电路没有绝缘的隔离, 控制信号  $S_{TOP}$  是通过一个高压电流源来传送的。

对于开关时间极短的应用而言, 最简单的解决办法是通过一个脉冲变压器来直接驱动栅极, 同时利用该脉冲变压器来传递调制过的驱动能量 [277]。

对于电位隔离而言, 最重要的要求是绝缘耐压高 ( $2.5 - 4.5kV_{eff}$ ) 和  $dv/dt$  承受度足够 ( $15 - 75 kV/\mu s$ )。

若一次侧与二次侧的耦合电容在  $\mu F$  范围内, 则可获得足够高的  $dv/dt$  承受度。由开关过程所引起的转移电流对信号传输的干扰可降至最低。



### 3.5.6.1 控制数据及其反馈

下表包含了目前最为常用的带或不带电位隔离的传输单元及其主要特性。

隔离方式	变压器式	光电式	光学式	无隔离
系统	脉冲变压器	光耦	光纤	电平转移电路
模块耐压至	>1700V	1700V	>1700V	1200V
传输方向	双向	单向	单/双向	单向
占空比限制	有	无	无	无
耦合电容	5—20pF	1—5pF	<1pF	>20pF
抗 dv/dt 能力	高	低	高	低
成本	中	低	高	低

在附加电路的支持下，脉冲变压器能在驱动电路的暂停期内反馈信号作为状态信息。具有双向传送与接收功能的光纤也可以按上述方式工作。