

此外,在设计栅极电压发生器时,还应考虑以下方面:

- 1) 尽量使栅极回路寄生电感为最小。例如在驱动器—栅极或驱动器—发射极间采用短绞线,减小电路的几何尺寸。
- 2) 消除负载电流对栅极电压的反馈。这个反馈由功率模块内发射极的寄生电感所引起。方法是将驱动器的地连接到功率模块的控制发射极端子。
- 3) 避免环地。
- 4) 避免栅极和集电极之间的变压器式或容性耦合(尽量不设置平行导线;引入屏蔽区域)。

当然,这些要求也同样适用于提供驱动能量的隔离电源(例如,驱动电路内置的开关电源)以及其它与功率晶体管等势的功能单元。

在信号传输途中,用于噪音抑制的低通滤波器、脉冲整形器、脉宽发生器都需要考虑其延迟时间对最小驱动脉宽以及故障响应时间的影响。

### 3.5.4 驱动器内置的保护和监视功能

为了在故障状态下能够快速有效地保护 MOSFET 和 IGBT,需要在驱动器中引入各种保护功能。例如,过流或短路保护、漏源或集电极—发射极过压保护、栅极过压保护、过温保护以及对栅极驱动电压  $V_{GG+}$  和  $V_{GG-}$  的监视。

这一节将对就图 3.40 所示的驱动器中如何引入保护功能进行阐述,其电路的实现和参数的计算将在 3.6 章中涉及。

#### 过流和短路保护

用于保护的电流信号可以是一个模拟信号(例如,通过分流器、电流变换器、受控 MOSFET 的  $R_{DS(on)}$  或源极以及发射极的镜像电流单元来得到)或某个最大定额的突破(IGBT 离开饱和状态)。通过比较实测值与设定的最大值,一旦检测到一个故障信号,就用它来直接在高压边——或在采用隔离传感器的情况下在驱动器的低压边——触发一个故障记忆电路,进而关闭功率晶体管,直至复位信号到达为止。

如果故障记忆电路设在低压侧,则它的状态信号可以通过一个电位隔离单元来传递给高压侧。如果采用高精度的隔离型电流传感器,例如在 SKiPPACK 和某些 MiniSKiP 单元中,则它的输出还可以被用作控制环的电流实测值,或被用于对地短路电流的检测。

#### 栅极过压保护

栅极保护与前述的过流保护不同。无论是否直接检测到要求关断功率晶体管的故障信号,它必须能够周期性地限制栅极电压。因此,栅极保护并没有连接到故障记忆电路,详情请见 3.6.1 节和 3.6.3 节。

### 漏源或集电极—发射极间过压保护

在功率晶体管的主电路端子上,电压的限制可以通过晶体管本身(MOSFET的雪崩吸收)、通过无源网络或有源电路来实现。这些方法的作用是,使晶体管在过压时依照事先的设定有限地导通(见3.6.3节)。

在SKiiPACK驱动器内有一个选项(Option-U)。它是一个简单的保护装置,可以检测静态的直流母线电压,但不能检测开关时的过电压和它的快速过电压尖峰。在这个装置里,采用一个“准”隔离式的网络来检测直流母线电压的实际值,并将其传递给控制环。一旦设定的最大定额被超过,就触发故障记忆电路。若负载为回馈型,就可以通过启用制动斩波电路来保护直流母线电容。

### 过温保护

功率晶体管的芯片温度或接近芯片处的散热器温度可以用3.6.3.3所述的计算方法来确定。如果传感器是隔离式的,则可以将温度信号(例如电压)传递到控制环。一旦某个最大定额被超过,一次侧的一个触发电路就会把故障记忆电路设置成故障状态。

### 栅极电源电压 $V_{GG+}$ 和 $|V_{GG-}|$ 的欠压保护

如果栅极控制电压有明显的降低,则可能危及到二次侧控制、保护和传输单元的正常工作的。另一方面,功率晶体管则不能充分地导通或截止。

为了及时地监测到此状态,驱动电压之一或内置的驱动电源的工作方式将被监测。在失效状态时,故障记忆电路被设置为故障状态。

## 3.5.5 时间常数和内部互锁功能

### 短脉冲抑制

尤其在采用脉冲变压器或光耦来隔离控制信号时,应注意防止驱动器受过低或过短的控制信号的作用(干扰信号)而出现误动作。

例如,采用在电位隔离处串联一个施密特触发器的方法,可以抑制所有的低于逻辑电平(CMOS, TTL)或短于 $0.2-0.5\mu\text{s}$ 的开关信号。类似的方法可用于光耦的二次侧。

### 桥臂控制的死区时间和防直通互锁

采用电压型变流电路时,为避免直通短路,位于同一桥臂的两个MOSFET或IGBT不能同时开通。

在静态时,这一状态可以通过两个驱动器之间的互锁来避免。即使在驱动器的输入信号受到干扰时,这一方法也同样适用(因为电流型变流电路要求驱动电路能够重叠动作,所以这一方法不适用于电流型变流电路)。