

IGBT 驱动器驱

王映波, 李海
(武汉新瑞科电气技术有限)

摘要: 大功率 IGBT 在使用中驱动器至关重要, 本文经验公式及有关 CONCEPT 驱动板的选型标准。

关键字: IGBT; 驱动器; 门极电荷

LIMA

劉 成
Sales Engineer
S.Z.Mobile:136-8239-6505
MSN:szlima@hotmail.com
QQ:778174600

AVAGO 光耦一级代理商

利瑪電子(新加坡)有限公司
Add:深圳市華強北電子科技大廈A座3908室
Tel:0755-8250 8350 Fax:0755-8836 4656
E-mail:lima@limaic.com
Website:www.limaic.com

Optocoupler
World



IGBT Drivers Correctly Calculated

Wang Yingbo Li Haijin Chen Shijun

(Wuhan Newrock Electric Technology co.,ltd, Wuhan,Hubei 430072,China)

Abstract: The drivers of high power rate IGBT is important in power electronics. This paper introduces what you must know when dimensioning an IGBT driver, and choices about concept driver.

Keywords: IGBT; driver; the gate charge

0 引言

我们在选择和设计 IGBT 驱动器时经常会碰到一些问题和不确定因素。部分原因是厂家对 IGBT 描述的不够充分; 另一方面是由于 IGBT 手册中所给的输入结电容 C_{iss} 值与在应用中的实际的输入结电容值相差甚远。依据手册中的 C_{iss} 值作设计, 令许多开发人员走入歧途。下面给出了不同功率等级的驱动电路选择和设计的正确计算的步骤。

1 确定 IGBT 门极电荷以及门极电容

对于设计一个驱动器来讲, 最重要的参数是门极电荷, 在很多情况下, IGBT 数据手册中这个参数没有给出, 另外, 门极电压在上升过程中的充电过程也未被描述。

无论如何, 门极的充电过程相对而言能够简单地通过测量得到。因而要驱动一个 IGBT, 我们最好使用一个专用的驱动器。除此之外, 在设计中至少我们知道在应用中所需的门极电压 (例如 $\pm 15V$)。

首先, 在负载端没有输出电压的情况下, 我们可以作如下计算。门极电荷可以利用公式计算:

$$Q = \int i dt = C \Delta U$$

确定了 Q , 我们可以用示波器观测门极电压, 同时电压的上升 ΔU 在测量中也能在示波器上清楚的观测到。(见图 1)

利用公式 $C_{IN} = Q / \Delta U$ 。实际的输入电容能够通过计算得到。

尤其要注意的是, 在应用中, 实际的输入结电容 C_{IN} 在设计中是具有很大意义的。

2 C_{iss} 在折算中的经验公式

在 IGBT 手册中的电容值 C_{iss} , 在实际电路应用中不是一个特别有用的参数, 因为它通过电桥测得的, 由于测量电压太小而不能到达门极门槛电压, 在实际开关中增加的内部回馈效应 (Miller 效应) 在测量中未被包括在内。在测量电路中, 一个 25V 的电压加在集电极 “C” 上, 在这种测量构架下, 所测结电容要比 $V_{ce}=0V$ 时要小一些。因此, C_{iss} 仅仅只能在 IGBT 互相作比较时使用。

对于 SIEMENS 和 EUPEC 的 IGBT 而言, 下面的经验公式经过验证是较为准确可信的。

$$C_{IN} = 5C_{iss} \quad (C_{iss} \text{ 可从 IGBT 手册中得到})$$

3 驱动功率的计算

在输入结电容中存贮的能量可通过如下计算：

$$W = \frac{1}{2} C_{IN} \Delta U^2$$

这里， ΔU 是门极上上升的整个电压。比如，在 $\pm 15V$ 驱动电压下， ΔU 是 $30V$ 。
在每个工作周期，门极被充电二次。一个 IGBT 所需的驱动功率计算如下：

$$P = f \cdot C_{IN} \cdot \Delta U^2$$

如门极电荷先前已通过测量得到，则

$$P = f \cdot Q \cdot \Delta U$$

这个功率是每个 IGBT 驱动时必须的，但门极的充放电是没有能量损失的，这个功率实际上损失在驱动电阻及外部电路中。

注意：这个功率是表示在电路中实际需要的，而在驱动电路中的其它损耗（包括供电电源损耗）不包含在内。

驱动器中 DC/DC 变换器的总输出功率在 concept 公司智能驱动板说明书中被标明了，对于半桥电路驱动器，由于总变换器功率被标明了，因此总输出功率的一半即是每个通道的功率。另外，还有一部分功率损失在驱动电路元件中。总功率损耗通常是由一个静态的、固定的损耗加上最终驱动损耗组成。

Concept 驱动板静态损耗描述如下：

IHD215/280/680	每个通道	0.4W
IHD580FX	每个通道	0.8W
IGD608/615AX	整个板	0.5W
IGD508/515EX（无光藕元件）		0.5W

在 IGD508/515 中，光藕的发送及接收所损失的功率应被计算在内。光藕接收器所用的 $5V$ 电源是由外部 $16V$ 供电电源线性变换得来，这部分的损耗应该用 $+16V$ 乘以电流计算，而不是用 $+5V$ 计算。

每个通道的静态损耗也可通过测量得到，具体如下：

断开输入侧的电压供应（DC/DC 变换器的逆流）， $16V$ 的电压直接加在 C_s ，COM 脚两端（等效副边电容）。驱动板在静态时的消耗电流（没有输入脉冲时）同有脉冲工作时一样，能够直接从电路中的电流表读出。

4 门极驱动电流的计算

驱动器的最大输出电流必须大于等于实际所需的门极驱动电流。计算公式如下：

$$I_{Gmax} = \frac{\Delta U}{R_{G(min)}}$$

ΔU 是整个门极上升电压，例如 $\pm 15V$ 驱动， $\Delta U = 30V$ 。而 $R_{G(min)}$ 则是电路中选择的最小驱动电阻。

5 驱动板的选择

选择一个功率等级的驱动板，必须注意以下几点：

- 1) 驱动板必须提供所需的功率；
- 2) 最大的输出电流必须大于等于实际所需的 IGBT 门极电流。

驱动板输入电流不能超过手册中所标注的最大电流，至少不能重复出超，特别在高门极电容（并联电路）情形和较低工作频率下，这一点尤其需要校核。对间隙性的脉冲同样如此。在这两种情况下，尽管平均电流（通过电流表测得）低于手册中的规定值，但输入电流的实

际最大值仍有可能超过 DC/DC 变换器的额定功率，为了作这种校核，我们可以在驱动板的输入电源与输入电容之间加分流器或探针，用示波器进行观察测试。

注意：由于内部有 DC/DC 变换器，驱动板的输入电流纹波，可以通过在副边加低电感电容和选择低 ESR 方式就近驱动 IGBT 以减少引线长度来降低。

6 计算实例

对于一个 200A 的 IGBT 模块，选择 EUPEC 公司的 BSM200GB120DN2，工作频率在 8KHZ. 第一个参数门极电荷测量波形如图一所示：

Q 及 ΔU 值通过示波器可测得：

$$Q = 2150 \text{ nAs} \quad \Delta U = 30 \text{ V}$$

$$\text{门极电容 } C_{\text{IN}} = \frac{Q}{\Delta U} = \frac{2150 \text{ As}}{30 \text{ V}} = 71.6 \text{ nF}$$

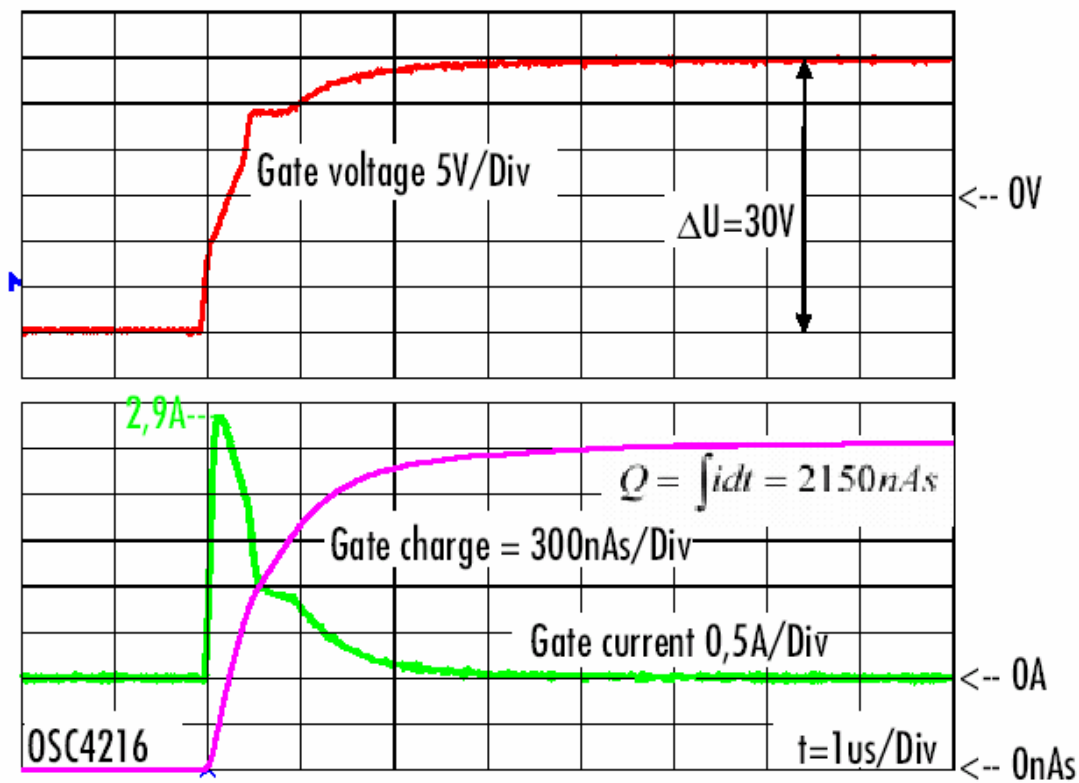


Fig. 1 Gate voltage, gate current and gate charge with BSM200GB120DN2

所需的驱动功率：

$$P = f \cdot Q \cdot \Delta U = 8 \cdot 2150 \cdot 30 = 0.516 \text{ W}$$

接下来，加上 0.4W 的内部功耗

$$0.516 \text{ W} + 0.4 \text{ W} = 0.916 \text{ W}$$

8K 频率下驱动器的内部开关损耗可以忽略不计。当门极电压低于 $\pm 14 \text{ V}$ 而不是 $\pm 15 \text{ V}$ 时，同样依据以上计算。这样在设计中留有一定的余量也是十分有益的。。

如 $R_G = 4.7 \Omega$ ，那么

$$I_{G\text{max}} = \frac{\Delta U}{R_G} = \frac{30}{4.7} = 6.4 \text{ A}$$

在这种情况下，我们最终选择了 IHD280 半桥电路驱动板，其典型参数是：内部 DC/DC 变换器功率为 2W，每个通道 1W，最大的驱动能力是 8A.。

7 结语

依据以上所述的分析计算方法，我们可以设计和选择一个能满足我们实际需要的 IGBT 驱动器。