

IGBT 应用中的过流保护

Overcurrent Protection of IGBT

北京有色金属研究院 张平 冯沛 (北京 100088) TN322.3

摘要:分析了应用中 IGBT 经常损坏的原因,提供了过流保护中的具体参数,并根据作者在实际应用中的体会和经验,对 IGBT 的质量及驱动过流保护电路设计的合理性提出了自己的看法。

Abstract: The paper analyzes the reason why IGBTs are often destroyed in their applications. Based on the experience got in their practical applications, the authors propose their opinions on the IGBT quality and the rationalization of the current protection design of the drive circuit.

叙词: IGBT, 驱动电路, 过电流 保护, 功率晶体管; 晶体管
Keywords: IGBT; drive circuit; over current; protection

1 前言

近年来,开关电源已被越来越多的用户所采用。作为开关电源用的大功率开关器件,IGBT 以其独特的优点受到众多厂家的青睐,并逐步应用于电焊机中。

然而,在应用过程中,由于对 IGBT 自身的性能和特点存在模糊认识,因而使一些应用者在实际使用过程中遇到了问题,从而开始怀疑 IGBT 的质量是否真正符合资料上所列出的各项参数。实际上在决定 IGBT 工作可靠性的各种因素中,过流保护电路起着关键性的作用。现在根据我们在 IGBT 切焊机的研制过程中,对 IGBT 过流保护电路的研究和实验,谈谈自己的一些体会。

2 IGBT 的特性及驱动保护电路

就自身的性能和特点而言,IGBT 的确是目前市场上一种理想的大功率开关器件,但在应用中需要特别注意的是以下几个方面:

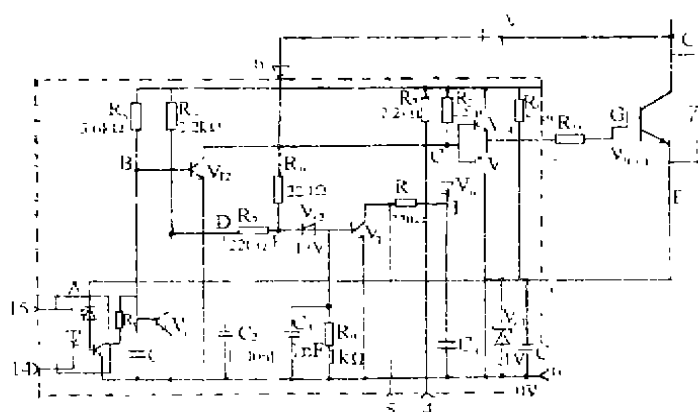
①由于是绝缘栅极,IGBT 的栅极有很高的输入阻抗,因此在无栅极放电回路的情况下,其栅极易积累电荷,并且栅极氧化层很脆弱,仅能承受 $\pm 20\text{V}$ 的耐压,这很容易造成栅源极间的击穿,使 IGBT 损坏。为了防止这类情况的发生,必须在 IGBT 的栅极与源极间并接一只 $50\sim 100\text{k}\Omega$ 的电阻。另外,由于各种原因,以及栅-漏电容的存在,很可能在栅-源之间产生正负过电压尖峰而损坏功率器件。为此,有必要在栅-源之间接入正正对接或负负对接的两个稳压二极

管(5V 和 15V),以有效地防止栅-源击穿而保护功率器件。

②对于 IGBT 的驱动保护电路,目前市场上已有的几种专用集成块,其工作原理均差不多,但各项具体参数却存在差异。许多使用者均反映日本富士公司的 IGBT 不好用,其专用驱动电路 EXB840、EXB841、EXB850、EXB851 无法实现过流保护,且常常容易损坏。这是因为使用者对 EXB84 和 EXB85 系列驱动电路的应用未完全按照原设计的要求引起的,很多人忽略了专用驱动电路的过流检测引出端对 IGBT 漏极间串接的快恢复整流二极管特性的影响。这种二极管的型号为 ERA34-10,反向击穿电压为 1000V,反向恢复时间为 150ns,正向导通压降为 3V。然而,目前国内市场上尚未见到这种整流二极管及其能替代的产品,而且国内市场上所销售的快恢复整流二极管也无法满足 3V 正向压降的要求。因此,若用常见的正向压降为 0.7~1.3V 的快恢复整流二极管代替的话,将会降低驱动电路过电流保护的速度,从而导致 IGBT 损坏。下面就具体电路进行分析。下图示出 EXB841 的内部电路图。

由下图可知,当控制电路输出触发信号使光耦 A 导通时, V_{T1} 和 V_{T2} 截止,使得 C 点的电位升至 +20V,EXB841 输出一个 +20V 的触发电压,加到 V_{GBT} 的栅极上。由于 EXB841 的脚 1 始终输出一个 +5V 的电压加在 V_{GBT} 的 E 极,因此触发时 G、E 间施加的是一个 +15V 的电

压信号。在维持触发脉冲时间内,由于 V_{T1} 的截止,使得 D 点上的电位上升,其上升值将分别取决于 R_4 、 R_7 和 R_8 的分压比,以及 V_{D1} 和 V_{IGBT} 的导通压降。100A 以上的 IGBT 饱和导通压降约为 3V,而 V_{D1} 的导通压降应有 3V,在加上 V_{IGBT} E 极上的 +15V 电位可知,EXB841 在 V_{IGBT} 正常导通时,脚 6 的电位维持在 +11V,13V 稳压管 V_{Z1} 不会被击穿, V_{T1} 的截止,也不会影响 V_{T4} 、 V_{T5} 的正常工作。



EXB841 内部电路

当过流发生时, V_{D1} 的 U_{CE} 随电流的升高而增大, 增至 5V 时, E 点的电位将达到 13V, 而使 V_{Z1} 反向击穿。由于 C_1 的作用, C 点电位由 +20V 逐步下降, 从而实现缓关断 V_{IGBT} 。由于 V_{IGBT} 的栅极电压降至 10V 以下时, 所承受的短路过流能力增加到 15 μ s, 因此, 当过流封锁电路在 EXB841 的脚 5 输出过流检测信号后, 应延时 8~10 μ s 封锁, 这样才能很好地实现过流保护。综上所述可见, 快恢复整流二极管 V_{D1} 是 EXB841 外接元件中很重要的一部分, 它的正向压降的大小直接关系到 EXB841 过流检测的响应速度。目前国内市场上出售的快恢复整流二极管的正向导通压降往往偏小, 这就使得在

正常工作时 E 点电位偏低, 一旦发生过流, V_{D1} 阻断, V_{Z1} 的反向击穿时间将延长, 因而超出 V_{IGBT} 短路的承受能力, 从而导致过流保护失败。但 V_{D1} 压降也不能过大, 否则将导致误过流检测的频繁出现, 使抗外界干扰的能力下降, 以致 V_{IGBT} 正常导通时, 栅极触发电压频繁下降, 而增加了 V_{IGBT} 的开通损耗, 导致 V_{IGBT} 发热。这同样不利于 V_{IGBT} 的正常工作。

在这里值得提出的是, 若驱动保护电路的关断电压远高于驱动电路, 为 -10V 时, 则可以保证 IGBT 能够更可靠地截止, 以防误导通, 但另一方面也提高了驱动保护电路的关断速度, 易产生较大的浪涌和尖峰, 从这一点来说, 不如关断电压为 -5V。富士公司生产的 EXB 系列驱动块输出的 -5V 电压是由电路内部一个 5.1V 稳压管产生的, 在应用中, 它常因功率不足而被外界干扰所产生的尖峰信号击穿损坏, 以致不能很好地抑制 IGBT 栅极的电压波动, 从而造成 IGBT 的损坏。因此, 有必要在电路外部并接一个功率为 1W 的 5.1V 稳压管。这样可有效地防止驱动块的损坏, 同时也能更可靠地驱动和关断 IGBT。

参考文献

- 1 卢红, 梁任秋, 戴忠达. IGBT 驱动保护与应用技术. 电力电子技术, 1993, 23(2): 1~5
- 2 赵冬林. 脉冲宽度调制式直流电焊机. 电力电子技术, 1993, 23(1): 6~9

收稿日期: 1995.07.07

作者简介

张平, 男, 1971 年生, 工程师。研究方向: 高频开关电源及电力电子技术。

冯沛, 男, 1947 年生, 高级工程师。研究方向: 逆变焊机、切割机、电力电子技术及工业自动化技术。