

驱动与吸收电路对 IGBT 失效的影响

李宝成*

摘要 文章分析了驱动和吸收电路对功率器件 IGBT 开关过程的影响及其失效原因,提出了应采取的措施。

关键词 IGBT 驱动 吸收

中图分类号 TM133 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6429(2002)02-57-02

功率半导体器件是电能转换的关键器件,而 IGBT 又是功率器件中目前发展最快且很有发展前途的一种混合器件,由于其具有开关速度快、驱动功率小、电容量大、电压等级高且价格低等优点,使其应用范围越来越广泛,特别在开关电源、逆变焊机、UPS、变频调速器等领域中更是大量应用。

在功率较大的电力电子设备中,主电路的形式一般均采用桥式电路,而在桥式电路中,功率器件 IGBT 的驱动及吸收电路对其能否正常可靠使用起着至关重要的作用。驱动及吸收

电路的参数设计合理,可以大大延长 IGBT 的使用寿命,提高设备的可靠性。否则,将会使 IGBT 经常失效,甚至无法工作。

一、驱动及吸收电路对 IGBT 开关过程的影响

笔者在进行开关电源设计时,使用了如图 1 所示的主电路。

1. 不同参数对驱动波形的影响

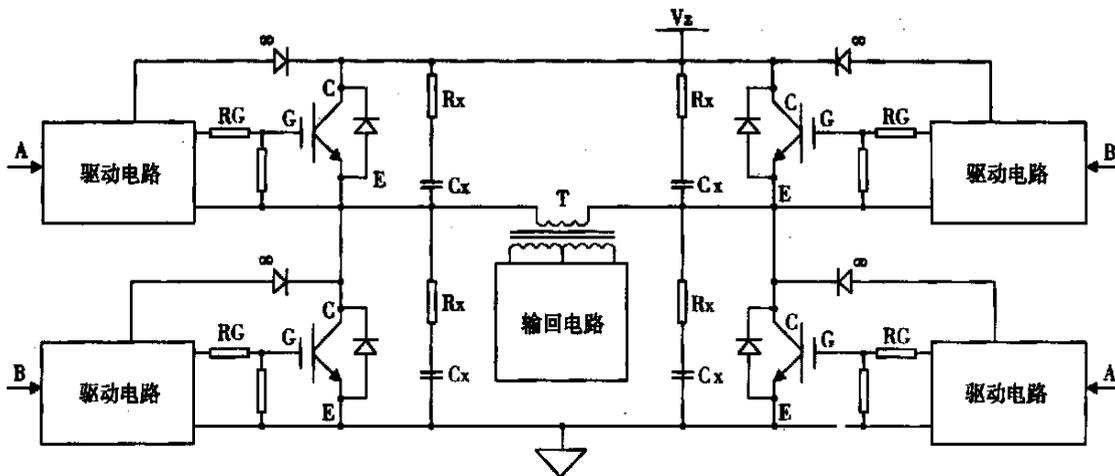


图 1 主电路

Influencing Factors of the Porosity in Welding of Chrome - Nickel Austenic Stainless Steel

Zhang Xinbao, et al.

ABSTRACT: This paper expounds the regulations of the influence of the moisture, crystallizing mode of weld joint, droplet transfer, nonmetallic inclusion and other factors in the welding agent of Chrome - Nickel Austenic stainless steel welding rod.

KEY WORDS: Chrome - Nickel Austenic stainless steel porosity influencing factor

* 工程师,太原市公共交通总公司汽车一公司,030012 太原

收稿日期:2002 - 01 - 28

在图 1 所示主电路中,对驱动及吸收参数进行了不同的选择试验,即对 R_G 、 R_X 、 C_X 的取值进行了不同的选择,以下对几种选择试验情况分别说明。

(1) 驱动较快,吸收较轻,驱动负压较小

取 R_G 值较小, R_X 值较大, C_X 值较小。试验过程中,先不加主电路中的 V_2 ,使控制及驱动电路正常输出,然后再使 V_2 从 0 逐渐升高,并随时观察 IGBT 的 GE 间波形,我们发现其 GE 间的波形随 V_2 的变化而有所变化。

IGBT 的 GE 间波形在其同一桥臂的另一管子开通时产生了较高的电压尖峰,且 V_2 值越高,其尖峰越高。在 V_2 升至一定值时,其尖峰值甚至高至使 IGBT 导通的程度,从而产生同一桥臂的共导,使 IGBT 失效,无法正常工作。值得注意的是,富士、三菱等公司的驱动厚膜电路,为防止保护误动作,均设有一定的保护盲区。所以在上述电路参数的试验中,由于尖峰较窄,共导时间很短,保护电路无法动作,使 IGBT 多次受过电流冲击而失效。

由于所选参数无法使 IGBT 正常工作,故此电路参数根本不能进入运行试验。

(2) 驱动较快,吸收较轻,驱动负压较大

R_G 、 R_X 、 C_X 的取值同(1),使 IGBT 的 GE 间波形的负电压增大。试验步骤同上。观察 IGBT 的 GE 间波形,其在另一管子开通时的尖峰值虽然绝对值未小,但由于驱动负压增大,使其值下降,不时出现较高的尖峰。虽然 IGBT 可工作,但长期运行仍很不可靠,故也未对其进行运行试验。

(3) 驱动较快,吸收较重,驱动负压较小

取 R_G 值较小, R_X 值较小, C_X 值较大,试验步骤同(1)。IGBT 的 GE 间波形在 V_2 升至额定值后,其同一桥臂的另一管子开通造成的尖峰很小,IGBT 可正常工作,对此电路参数进行了运行试验。

(4) 驱动较慢,吸收较轻,驱动负压较大

取 R_G 值较大, R_X 值较大, C_X 值较小。试验步骤同(1)。IGBT 的 GE 间波形在 V_2 增加至额定值后,其尖峰仍能保证在 0 V 以下,IGBT 可正常工作,对其进行了运行试验。

2. 不同参数对 IGBT 失效的影响

在上述所进行的各种参数的试验中,我们发现,(1)所用参数 IGBT 必然失效;(2)所用参数,虽然 IGBT 可以工作,但也存在使 IGBT 失效的危险;(3)所用参数在运行试验中发现其吸收电阻 R_X 非常热,且在运行期 IGBT 失效比较频繁;(4)所用参数

经运行试验,其吸收电阻损耗较小,IGBT 在运行期内未发现失效。

3. IGBT 失效的原因分析

在(1)所用参数的试验中,对 IGBT 的失效已作分析,即由于上、下桥臂共导造成对 IGBT 的重复过流使 IGBT 失效。(2)所用参数的失效原理同(1)。现只对(3)所用参数的失效原因进行分析。如图 2,以 IGBT1 开通为例分析,IGBT1 在开通过程中,由于其 GE 间电压下降,引起 C_{X1} 通过 R_{X1} 和 IGBT 的放电电流 I_1 及通过 IGBT1 和 R_{X2} 对 C_{X2} 的充电电流 I_2 。因为(3)新选参数中, R_{X1} 、 R_{X2} 较小, C_{X1} 、 C_{X2} 较大,所以, C_{X1} 、 C_{X2} 上贮存的电能较大,且充放电电阻较小,引起 IGBT 在开通过程中较大的电流尖峰 $I_1 + I_2$,对 IGBT 而言,由于开关电源负载呈感性,所以此时负载电流的影响还较小。由于开通时电流尖峰较大,造成较大的开通应力,久之使 IGBT 失效。

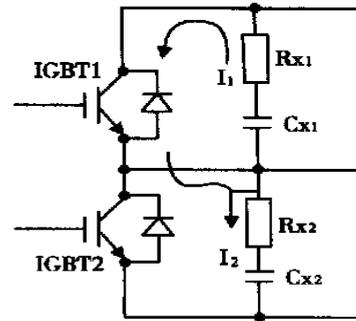


图 2 IGBT 失效原因分析电路图

由于(4)所选 R_X 值较大, C_X 值较小,故 C_X 上贮存电能较少,IGBT 开通过程中的电流尖峰较小,维持时间也较短,减少了开通应力,使 IGBT 可安全运行。

二、结论

IGBT 在应用时,其驱动电压上升不能太慢,但也不宜太快,驱动电压上升速率太高,需要较重的吸收电路才能使 IGBT 正常工作,但同时也增大了开关应力,使器件寿命缩短。所以选择适宜的驱动电压上升速率、较轻的吸收电路参数,能使器件长期可靠工作。如能采用零电压零电流开关技术,效果会更好。

Influence of Drive Circuit and Absorption Circuit on Failure of IGBT

Li Baocheng

ABSTRACT: This paper analyses on the influence of drive circuit and absorption circuit on switching process of power device of IGBT and on the causes of failures, and puts forward some countermeasures should be taken.

KEY WORDS: IGBT drive absorption