

关于稳压二极管和 TVS 二极管特性对比研究

文 / 冯体艳

摘要:在空调系统中,变频空调需要对压缩机的供电电源做逆向变换,就需要有智能控制芯片实现其逻辑控制。但智能芯片的抗静电和耐电冲击能力较弱,一直是生产过程中较为头疼的问题,为此,在该芯片电源电路中也增加了较多的保护性元件,其中较为常见的就是稳压二极管,但仍有很大一部分失效。因此,对稳压二极管在电路中的作用进行了分析研究,并通过实际的测试波形,发现 TVS 二极管在这方面起到的保护作用要优于稳压二极管,为后续电路的改善提供参考的方向。

关键词:稳压二极管;TVS 二极管;脉冲冲击

在统计过程和售后失效数据时发现,空调用控制器外机控制主板主芯片失效较为突出,但是相关保护电路中的元件失效的却很少,特别是稳压二极管,基本没有过电损伤失效的,所以,针对该问题,本文研究了在电压波动情况下稳压二极管特性,同时,对比 TVS 二极管在同种工况下的响应情况。

一、事件背景

空调用控制器外机控制主板主芯片供电电压为 3.3V,在该电路中包含 3.3V 低压差稳压器、去耦电容、旁路电容、磁珠、稳压二极管元件。

稳压二极管:正向导通,反向电压在小于其击穿电压时,处于截止状态,当大于其稳压值时,二极管被击穿,且电压可以稳定地保持在其击穿电压值,一般将其用于稳压和保护电路中。稳压二极管在该电路中起的就是保护作用^[1]。

从售后反馈数据看,不良主要是主芯片电源脚失效,保护电路元件未失效,说明电源部分保护元件稳压二极管未起作用,所以判断可能是它响应时间较长,当电压波动到来时,它来不及响应,芯片就烧了。故,需要对比 TVS 二极管和稳压二极管

的特性情况。

TVS 二极管:原理和作用与稳压二极管相似,但它具有更快的相应速度,也就是它比稳压二极管导通速度更快,钳位时间仅为 1 ps,能承受的瞬时脉冲功率可达上千瓦,所以它一般应用在信号及电源线上,防止微处理器或单片机因瞬间的静电、电源浪涌及开关噪声导致的失效。

二、验证方法及验证结果

对芯片的 3.3V 电源电路进行脉冲冲击,使用的脉冲周期 $T=158\text{ns}$,因使用的为继电器施加电压,有一定的回跳次数,每个小脉冲的时间大约 $15\mu\text{s}$,最长的脉冲时间 $494\mu\text{s}$,总体脉冲时间 1 ms 左右,如图 1。

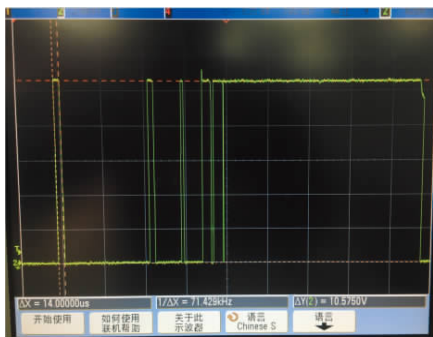


图 1 脉冲波形图

验证稳压管的保护特性,通过高于稳压管稳压值的脉冲或方波进行模拟验证,具体方法:

一是制造一定周期的方波信号。

二是在主板 3.3V 电路中直接施加高于 3.3V,一定宽度的方波或者脉冲,对 3.3V 电路进行冲击。

三是测试芯片 3.3V 引脚处电压情况。

验证结果:

第一,电路中保护用稳压二极管,使用的是 3.6V 稳压二极管。

使用 12V 的脉冲电压,对主芯片 3.3V 电源元电路进行冲击,测得主芯片电源引脚最高峰值电压为 5.4V,上升时间 1 ms,4.2V 电压以上持续时间 2.8ms。

对比电压波动时电源引脚上电压差异性,使用脉冲冲击电压 10.5V。

使用 3.6V 稳压二极管,芯片电源引脚电压 4.7V 以上,持续时间 2.98ms,芯片烧毁,最高峰值电压 7.4V。

对比使用型号为 SMB6.8CA 的 TVS 管,芯片电源引脚测试电压 4.07V 以上,持续时间 8.78ms,最高峰值电压 5.6V。

电压波动时,经过多次波动,芯片正常,未被烧毁。

第二,主芯片电源电路中使用 5.6V 稳

压管,使用脉冲冲击电压 14.6V。

使用 5.6V 稳压管,冲击电压为 14.6V 时,芯片被击穿烧毁。芯片引脚测试电压 5.3V 以上,上升时间 2.45ms。

对比使用型号为 SMB6.8CA 的 TVS 二极管,冲击电压达 14.9V,多次芯片未有损伤。芯片引脚测试电压 8V,持续时间 2.7ms。

第三,保护电路中无稳压二极管,上电烧毁。

电路中增加 5.6V 的稳压二极管,上电后,脉冲最高电压 7.7V,持续时间 220 μ s,经过二次冲击后烧毁,如图 2。

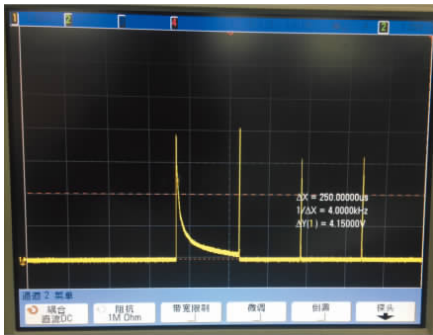


图 2 电路中增加稳压二极管上电冲击二次烧毁

对比增加型号 SMB6.8CA 的 TVS 二极管,脉冲最高电压 7.8V,持续时间 900 μ s,经过长时间冲击,性能良好,如图 3。

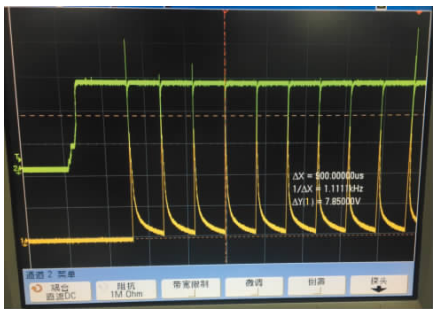


图 3 电路中增加 TVS 二极管上电冲击多次无损伤

三、稳压二极管和 TVS 二极管特性测试

第一,对稳压二极管进行脉冲冲击,电路如图 4 所示。

有限流电阻的情况下,脉冲电压加在

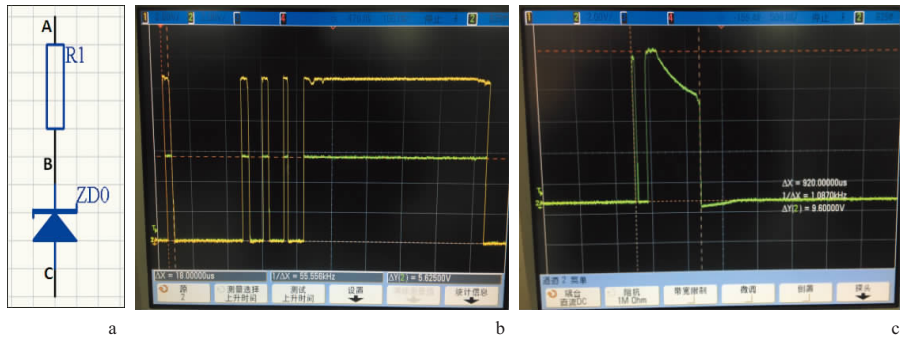


图 4 稳压二极管脉冲冲击电路图

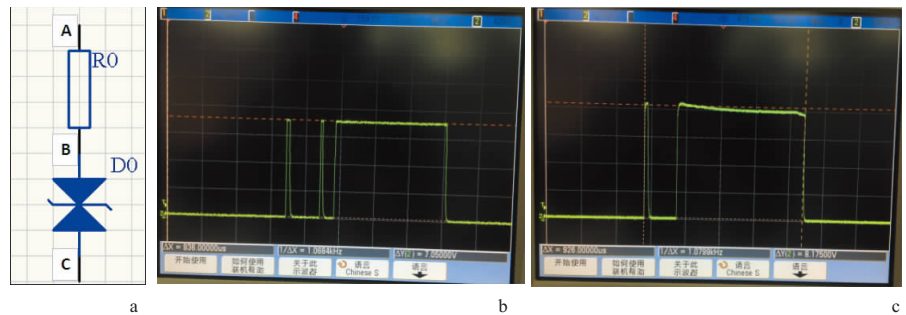


图 5 TVS 二极管脉冲冲击电路图

图 4- a 的 AC 之间,测量稳压二极管两端电压 5.6V,波形如上图 4- b。

直接将脉冲加在稳压二极管两端,也就是图 4- a 的 BC 之间,测得二极管两端电压结果为:电压最高值 9.6V,持续时间 214 μ s。稳压二极管冲击几次后失效。

第二,对比使用型号 SMB6.8CA 的 TVS 二极管测试,反向工作峰值电压为 5.8V。

正常有限流电阻的情况下,脉冲电压加在电阻和 TVS 二极管上,也就是图 5- a 的 AC 之间,二极管两端电压为 7V,波形如图 5- b。

没有有限流电阻的情况下,脉冲电压直接加在 TVS 二极管上,就是图 5- a 的 BC 之间,测试到 BC 之间波形,如图 5- c,电压 8.17V,比较平稳,持续时间 738 μ s。TVS 二极管进行多次冲击,性能正常。

总而言之,从以上对比情况看,电路中使用限流电阻与不使用限流电阻,测试结果有很大的差异,有限流电阻的情况下,测试结果差距并不大。单独冲击的情况下,TVS 二极管的耐电流冲击的承受能

力要远高于稳压二极管,并且稳压二极管对比较窄的脉冲没有滤除能力,而 TVS 二极管对很窄的脉冲都能正常滤除。

四、结语

在单独使用保护性二极管时,稳压二极管在电路中起到一定的作用,电压有一定程度下降,但对较窄的脉冲没有滤除能力;TVS 二极管,对较窄的脉冲都有比较强的滤除能力,响应速度远高于稳压二极管,耐电冲击能力也远高于稳压二极管。因此,在保护电路中,建议使用 TVS 二极管,以提高 3.3V 电路的耐电冲击能力,提高电路整体可靠性。

参考文献:

- [1] 华成英,童诗白.模拟电子技术基础[M].3 版.北京:高等教育出版社,2005:17-37.

作者单位:

格力电器(郑州)有限公司