A/C、D/C 变换器的上电、输入浪涌电流抑制模块

The Power On of The A/C and D/C Converter and The Restraining Module of Input Surging Current

李刚　锦州瑞德电子厂　　李雪　辽宁工学院

Li Gang Jin Zhou Rade Electronics Manufactory Li Xue Liao Ning Institute of Technology

摘　要:本文分析了电容输入式滤波整流器上电时对电源的浪涌电流冲击及危害;介绍了常规解决办法及存在的问题;提出一种实用解决方案。

叙　词:浪涌电流　抑制

Abstract: In this paper the impact and harmfulness about the line surging current was analysed which was arosed by the rectifier with bulk storage capacitor when it power on; the normal solution and the question of it was also introduced ; at last the solution was put forward.

Keywords: surging current　restrain

1　上电浪涌电流

目前考虑体积、成本等因素,大多数 AC/DC 变换器输入整流

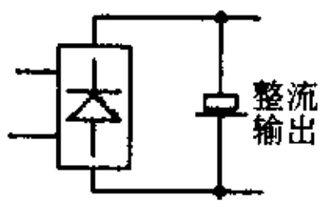


图 1　电容输入式滤波电路

滤波采用电容输入式、滤波公式,电路原理如图 1。由于电容器上电压不能跃变,在整流器上电之初,滤波电容电压几乎为零,等效为整流输出端短路,上电后,如在最不利的情况(上电时的电压瞬时值为电源电压峰值),则会产生远高于整流器正常工作电

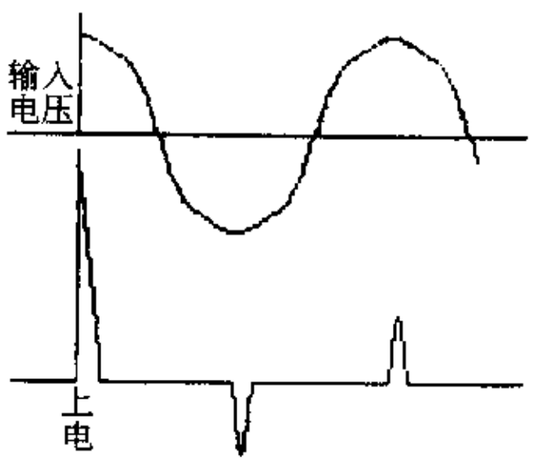


图 2　上电后输入浪涌电路

流的输入浪涌电流,如图 2。当滤波电容为 470μf 并且电源内阻较小时。第一个电流峰值将超过 100A! 为正常工作电流峰值的 10 倍! 即值在电源电压过零时上电仍有约十倍的浪涌电流。上电浪涌电流的危害:出现浪涌电流时造成电源电压波形塌波,造成供电质量变差,甚至会影响其它用电设备的工作以及供电电流的保护电路动作;由于浪涌电流的冲击整流器的输入熔断器在若干次上电过程的浪涌电流冲击而非过载/短路熔断。为避免这类现象发生,而不得不选用更高额定电流的熔断器,但将出现过载时熔断器不能熔断,起不到保护整流器及用电电路的作用;过高的上电浪涌电流对整流器和滤波电容器造成不可逆的损坏。因此必须对带有电容滤波的整流器输入浪涌电流加以限制。

2　上电浪涌电流的限制

限制上电浪涌电流的最有效的方法是在整流器与滤波电容器之间或在整流器的输入侧加一负温度系数热敏电阻(NTC)如图 3 利用负温度系数热敏电阻的上电前的常温状态下的较高阻值限制上电浪涌电流,上电后由于 NTC 上流过电流并消耗电能

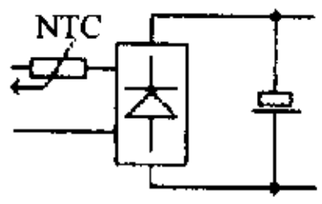


图 3　利用 NTC 抑制上电浪涌电流

发热使其电阻值降低以减小 NTC 上的损耗。这种方法虽然简单,但存在的问题是限制上电浪涌电流性能受环境温度和 NTC 的初始温度影响,因此在环境温度较高或并机,在上电时间间隔很短时 NTC 起不到限制上电浪涌电流的作用,因此这种限制上电浪涌电流方式仅用于价格低廉的微机电源或其它低成本电源。而在彩色电视机和显示器上,限制上电浪涌电流则采用串一限流电阻,电路入图 4 最常见的应用是彩色电视机,这种方法的优点是简单,可靠性高,允许在宽环境温度范围内电视在内最高温度可达 60℃以上正常工作,其缺点是:限流电阻上有损耗,降低了电源效率。事实上整流器上电处于稳态工作后,这一限流电阻的限流作用已完成,仅起到消耗功率、发热的负作用,因此在功率

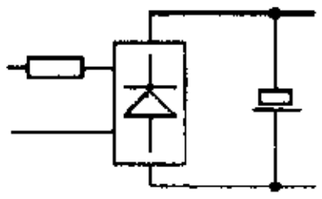
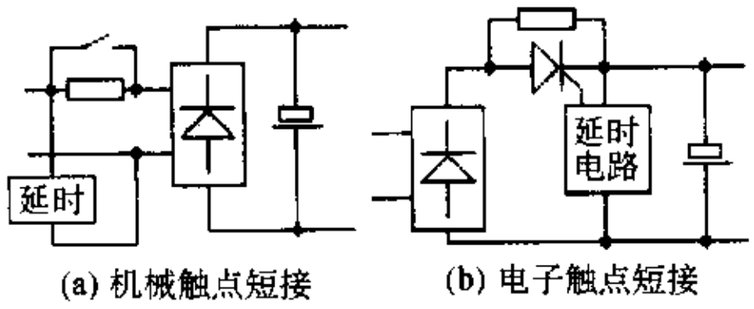


图 4　用电阻抑制
上电浪涌电流

较大的开关电源中采用上电后经一个延时后用一机械触点或电



(a) 机械触点短接　(b) 电子触点短接

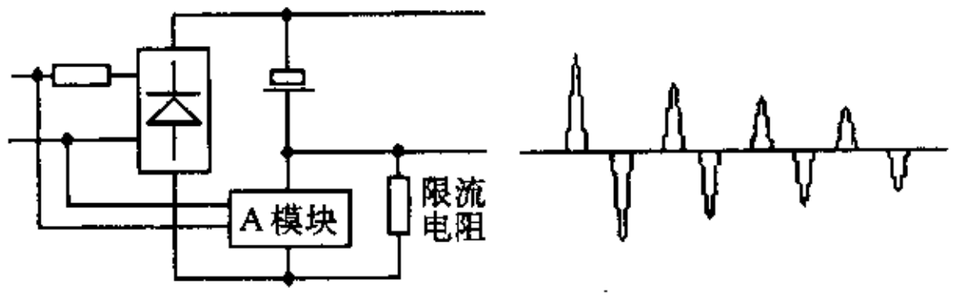
图 5　短接电阻的方式

子触点将限流电阻短路，电路如图 5，这种限制上电浪涌电流方式性能好，但电路复杂、占用体积较大。为使应用这种抑制上电浪涌电流方式，像仅串限流电阻一样方便，本文作者推出开关电源上电浪涌电流抑制模块.

3　上电浪涌抑制模块

3.1　带有限流电阻的上电浪涌电流抑制模块

将功率电子开关(可以是 MOSFET 或 SCR)与控制电路封装在一个相对很小的封装(如 400W 以下为 25 * 20 * 11mm)引出三～四个引脚，外接电路如图 6(a)，整流器上电后的最出的一段时间内，模块不参与导电.外接限流电阻对滤波电容充电，以抑制上电浪涌电流，上电浪涌电流结束，模块导通将限流电阻短路，限流电阻在这一上电过程完成使命.这样的上电过程的输入电流波形如图 6(b)，很显然上电浪涌电流峰值被有效抑制.这种上电浪涌电流抑制模块需外接一限流电阻。用起来很不方便，如何将外接电阻省掉将是电源设计者所希望的。

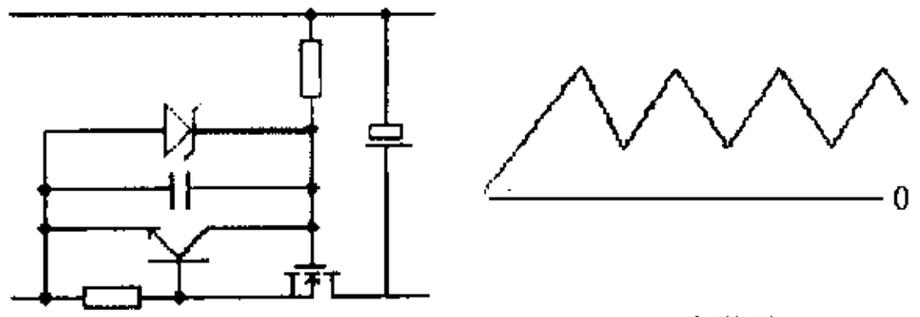


(a) 电路图　(b) 输入电流波形

图 6　上电浪涌电流抑制模块

3.2　无限流电阻的上电浪涌电流抑制模块

有人提出一种无限流电阻上电浪涌电流抑制电路如图 7(a)及上电电流波形如图 7(b)其思路是：将电路设计成线形恒流电路。实际电路会由于两极放大的高增益而出现自激振荡现象，但不影响电路工作，从原理上这种电路是可行的，但在使用时则有如下问题难以解决：如 220V 输入的 400W 开关电源的上电电流至少需要达到 4A，如上电时刚好是电网电压峰值，则电路将承

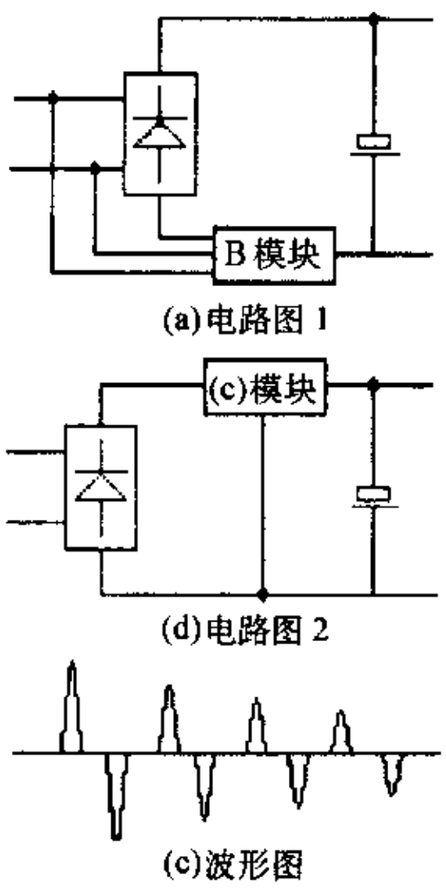


(a) 电路图　(b) 波形图

图 7　一种上电浪涌电流抑制电路

受 $4 * 220 * \sqrt{2}V = 1248W$。不仅远超出 IRF840 的 125W 额定耗散功率，也远超出 IRFP450 、IRFP460 的 150W 额定耗散功率，即使是 APT 的线性 MOSFET 也只 450W 的额定耗散功率。因此如采用 IRF840 或 IRFP450 的结果是 MOSFET 仅能承受数十，至多数百次的上电过程变会热击穿。而且从成本上看，IRF840 可以接受而 IRFP450，IRFP460 则不可接受，APT 的线性 MOSFET 更不可能接受。

欲真正实现无限流电阻的上电浪涌电流抑制模块，需解决功率元件在上电过程的功率损耗问题。作者推出的另一种上电浪涌电流抑制模块的基本思想是将功率元件工作在开关状态解决了功率元件的上电过程中的高功率损耗问题。而且接线电路简单，电路如图 8(a)、图 8(b)，上电电流波形如图 8(c)。



(a)电路图 1　(d)电路图 2　(c)波形图

图 8　新型上电浪涌电流抑制电路

3.3　测试结果

A 模块在 400W 开关电源中应用外壳温升不大于 40℃，允许间隔 20ms 的频繁重复上电，最大峰值电流不大于 20A 外形尺寸 25 * 20 * 11mm 或 35 * 25 * 11mm。

B 模块、C 模块用于 800W 及以上(额定功率)的额定温升不大于 40℃ ，重复上电时间间隔不限上电峰值电流为正常工作时

(下转第 453 页)

(7)共电源干扰

为防止探测设备的强电辅助部分对弱电探测部分通过共一个电源产生的干扰,最好对这两部分的供电增加隔离措施。

(8)辅助部分的驱动电源采用线性纯正弦波电源

该电源是将纯正弦波信号经过多级放大后,供电给辅助部分驱动的。在探测元件无输入信号时,测量放大器的输出信号。图 5 为放大器的输出信号示波图,此时在放大器输出端最大探测信号电压峰峰值为 4.4mv。而具有随机性质的噪声电压,其峰峰值最大为 3.0mv。说明原来的干扰信号已被极大地消除,但仍有超过噪声电压峰峰值 1.4mv 的干扰信号存在。对此,一种处理是可以放宽要求该探测设备在放大器输出端最小探测信号电压峰峰值为 5.0mv。另一种处理是采用其它电磁兼容性措施加以解决。

用图 3 直流斩波式方波交流电源驱动时放大器的输出信号示波图和图 5 的线性纯正弦波电源驱动时放大器的输出信号示波图加以对比,充分证明前述辅助部分的驱动电源采用线性纯正弦波电源的理论正确性和解决电磁兼容性要从干扰源头抓起的重要性。

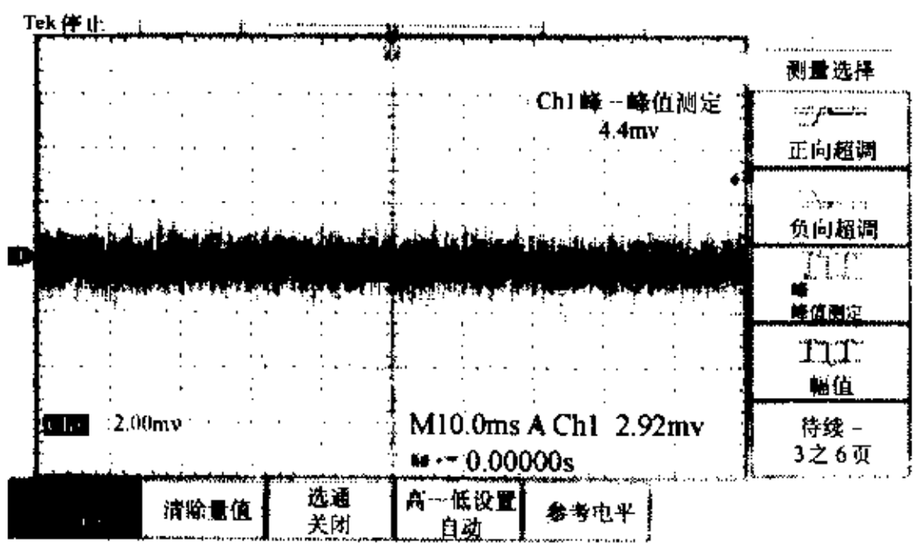


图 6 采用线性纯正弦波电源
驱动时放大器的输出信号示波图

4 结语

由于该探测设备对电磁兼容性工作重视不够,试验中发现:当探测元件无输入信号时,放大器就有较强的输出信号。致使整个设备无法正常工作。为此,对探测设备的电磁干扰信号进行了测量,并分析了产生电磁干扰的原因,拟采取以下针对性的电磁兼容性措施:

① 加装功率因数校正环节,抑制由于工频电流波形的畸变而产生大量的谐波在电源线上传导发射。

② 在供电进线处采取抑制电源线传导干扰的主要措施 — 开关电源滤波器。

③ 辅助部分的驱动电源采用电流过零时变化率较小的电源,比如线性纯正弦波电源。

④ 为防止探测设备的强电辅助部分对弱电探测部分通过共一个电源产生的干扰,对这两部分的供电增加隔离措施。

⑤ 对该台探测设备的接地进行重新设计,应当特别注意低电平电路、信号检测电路、传感器输入电路和前级放大电路的接地设计。

⑥ 加强该探测设备的电磁屏蔽,并注意屏蔽的完整性和良好的接地措施。

文中难免有疏忽和错误之处,敬请有关专家批评指正。

参考文献

[1] (美)B·E· 凯瑟 . 电磁兼容原理 . 电子工业出版社,1985

[2] (德)D·斯托尔 . 工业抗干扰的理论与实践 . 国防工业出版社,1985

[3] 蔡仁钢 . 电磁兼容原理、设计和预测技术 . 北京航空航天大学出版社,1997

[4] 曾永林 . 接地技术 . 水利电力出版社,1979

作者简介

阎秀生,男,副总工程师 研究员级高工。1986 年毕业于哈尔滨工业大学激光专业,现从事电子工程总体等工作。

张英远,男,副总设计师 博士。1988 年毕业于西安电子科技大学电子技术专业,现从事电子工程和电磁兼容性等工作。

保 石,男,助理工程师。1997 年毕业于中央民族学院物理专业,在信息产业部属研究所从事红外探测等工作。

郭祥玉,男,研究员级高工。1967 年毕业于哈尔滨工业大学电机系电器专业,先后在国防科委、中国科学院和信息产业部属研究所从事特种电器、特种电源和电磁兼容性等工作。

(上接第 461 页)

峰值电流的 3 ~ 5 倍,外形尺寸 35 * 30 * 11mm 50 * 30 * 12mm 。

模块的铝基板面贴在散热器上,模块温度不高于散热器 5℃以下。

4 结论

开关电源上电浪涌电流一直模块的问世,由于其外接电路简单,体积小给开关电源设计者在设计时带来极大方便,特别是无限流电阻方案,国内外尚未见到。同样作者也将推出其它冲击负载(如交流电机、各种灯类等)的上电浪涌电流抑制模块。

作者简介

李刚,锦州瑞德电子厂厂长,主要从事电力电子部件及电力电子电路板的研发生产。

李雪,辽宁工学院电子信息工程 2000 级在校本科生,系统地学习了电力电子系列课程。