

# 冰箱微电脑控制系统抗干扰设计(下)

西南制冷家电研究所 陈跃 张洪志 任志华

针对前述问题,结合冰箱的实际使用情况并对各种抗干扰方法、措施进行优化筛选,我们提出了一系列解决干扰之方法,最后总结出几条经济实用、可靠之方法。现把我们解决干扰过程中所用的方法列举如下:

一开始,我们设计之控制系统电路板,电源与地线均未加粗,也未加旁路电容。在此基础上,我们做了如下一系列实验:

针对问题 A,我们在单片机电源端接上一 2000 $\mu\text{f}$  电容,其作用是充放电,使单片机电源在压缩机启/停时基本稳定,实验结果仍无明显改善;在电路稍加改动后,我们用一充电电池代替 2000 $\mu\text{f}$  的充放电电容,实验结果也不好,说明不一定是控制系统或单片机瞬时失电的原因。

接着,我们对复位电路进行改进,改变复位脉冲宽度,并在复位端加上一系列高频滤波电容,如 10pf、30pf、100pf、500pf 等。实验证明计算机受干扰的进程有所改善,但没彻底解决问题。为了进一步证实是否复位端受干扰,我们断开复位端,另用导线代替,在电脑正常复位后,使复位端接地,这样,即使有干扰,也因复位端不可能对地出现一高电平,单片机也不可能出现复位操作。但实验结果仍不理想,说明不全是复位端受干扰,还有其它原因。

针对问题 B,我们把控制系统放置于一金属屏蔽盒内,外壳接地,排出空间干扰,实验结果没有多少改善。

针对问题 C,因接开门检测开关的一根导线接的是 0 电平,另一根接入单片机  $P_1$  口,我们在  $P_1$  口相应端接高频滤波电容后,作用不大,最后取消开门报警功能,去掉导线重新试验,结果仅有一点点改善。

针对问题 D,我们把整个装置设计成三个

部分(电源,主控制器,编程显示三部分),把继电器放在电源部分,原先连接电源部分与主控制器部分的 4 根导线(包括电源线与地线在内)改用多芯屏蔽导线连接后,在主控制器上,还对连接端每一位分别加上高频滤波电容。但实验结果还是不明显。

针对问题 E,我们对软件进行改进,取 A/D 转换数据几次之平均值,并加大采样时间间隔;在冰箱压缩机启动 5 秒内或停止工作 5 秒内均不采样,在喇叭刚响时一直到响完后 5 秒内也不采样。用这种软件设计之方法,可靠地解决了压缩机频繁启停,温度示值跳动不定等种种现象。

针对问题 F,当时尚无好的解决办法。

由于问题 A、B、C、D、F 没有根本解决,我们又重新设计电路板,在每个芯片电源旁均加旁路电容,重作上述实验,结果有一定程度的改善;紧接着,我们把电源线与地线均加粗,试验结果改善较好。解决干扰的措施很多,如电源部分考虑用隔离变压器,电源部分与主板之连接导线每一位采用光电隔离以及电源部分采用  $\pi$  型滤波、有源滤波和电路板设计时注意元件排列的相对位置、注意走线方向,减少并尽量缩短连线等。但考虑到控制系统成本,除非确有必要,应尽量减少硬件电路成本,优化设计方案。并要求考虑能用软件解决的干扰问题,就不要用硬件解决。

根据前面的实验结果并进行理论分析,对电路进行了改进,重新设计制作了电路板(如缩短复位电路部分之晶振和与之相连的两个电容同单片机复位端的距离等)。进行的实验表明,控制系统可靠性大大改进。此时,我们做强迫干扰实验,让压缩机刚停机几秒又强迫启动,启动一会儿又强迫停机,然后又强迫启动。这样数次

后,又出现控制系统失常,与问题一类似,如果不强迫压缩机工作,让冰箱正常启停,但一、两天后,又出现类似的可靠性问题:压缩机不启动或不停机,数码管上出现乱字符。如果继电器同时接两台冰箱,增加负荷后,控制系统更易失控,说明没有彻底解决问题。此时再对整个系统加屏蔽盒,或者去掉开门检测开关导线等实验,均没有明显改善。

此时,我们又在电源部分采用 $\pi$ 型滤波,有源电子滤波,作用也不明显,只有重新检查分析电路板。检查时,我们发现,程序存储器之 $V_{PP}$ 端共用其电源 $V_{CC}$ 端,电源经旁路电源滤波后进入 $V_{CC}$ ,之后直接进入 $V_{PP}$ 。于是,我们在 $V_{PP}$ 与地之间又加了一高频滤波电容重做实验,结果有明显改善,说明单片机取出的指令因各种干扰发生了改变,单片机错位执行程序命令,造成控制系统失控。

总结前面之设计经验,我们在加旁路电容时,使电源先经电容后,才进入芯片电源端,程序存储器之 $V_{PP}$ 端也接上旁路电容,同时适当加粗电路板上各种导线(采用0.9mm绘图笔,绘图比例为2:1),主控制器,显示板,电源三部分间之连接导线尽量采用信号线与地线交错排列,每一根引出线尽量接上高频滤波电容,在220V电源输入端接上压敏电阻,以抑制压缩机启、停时产生火花放电,从而造成的电流浪涌(兼有防雷电损害之功能),尽量让高电压、大电流信号线与低电压、小电流信号线隔离等。重新设计电路板后,实验结果表明,我们已解决了冰箱这种电感性负载造成的自身干扰强的可靠性问题。这些设计方法也可供其它家电产品等在可靠性设计方面参考。如在插上电源插头时,整个系统得电的瞬间,因手的抖动,插头与插座的接触出现快速的接通与不接通以及供电系统的瞬时失电又来电而出现的使单片机不能可靠复位。加了开关二极管与不加时做对比实验,让手在插电源插头时有意识胡乱抖动,实验结果表明,改进效果非常明显,另外,电容 $C_1$ 、 $C_2$ 及复位信号前的或非门之作用也是为了提高复位电路的可靠性而设计的。

在软件设计上,我们也考虑了可靠性设计。在程序存储器空间末尾,加了一条能使程序跳到正常程序区的指令,使系统在某种原因出现失控,指令指针进入到没有指令之程序空间后,能最终重新引导到正常程序区,进一步提高系统可靠性;压缩机启动后,如果连续运行时间超过某一数值,说明可能是A/D转换器出了问题,或者是温度传感器失灵,均停止压缩机工作。以解决冰箱内温度过低以及压缩机连续工作时间过长等问题,提高压缩机使用寿命并减少其它事故的发生。

我们此时又把开门测检开关接上,并把其引出线与220V之冰箱压缩机输入线绕在一起试验,也没发现有任何干扰,该控制系统长期带动两台冰箱进行超载模拟试验并进行人为的干扰,已运行了10余月,仍工作良好,无干扰破坏系统正常运行的情况发生。

值得一提的是,我们目前的电路板,已对复位电路进行了如下改进(见图2):在A、B之间

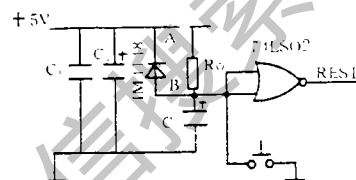


图2 改进后的复位电路

加了一个开关二极管,使得失电时,电解电容 $C_3$ 能通过此二极管快速放电,以便在瞬时来电时, $V_{CC}$ 通过 $R_0$ 向 $C_3$ 充电,使复位信号有一个良好的宽度足够的正向脉冲,这样,单片机才能更可靠的复位。因时间超过某一数值时,同样需要立即启动,以使冰箱内温度不致过高。总之,用软件设计提高系统可靠性的方法很多,在此不准备一一介绍了。

#### 参考文献

- 1 刘振安 《微型机应用系统抗干扰技术》,人民邮电出版社1991.8
- 2 何立民 《MCS-51系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术》,北京航空航天大学出版社1991.3 (编辑 韩力)

更正:上期刊出本文的上半部分,其中作者之一应为“任志华”,特向作者致歉。