

干扰对微机控制系统的影响及其防治

刘德容 (温州师范学院物理系)

摘要:本文分析了干扰对微机控制系统中断服务的影响,并提出了有效的防治方法。

一、概述

随着微机在自动控制,测量仪表等领域的广泛应用,使得这些领域在高精度、高可靠性、高集成度方面获得了极大的发展。但是,随之而来的对计算机系统的干扰问题也一直困扰着人们。对此,人们采取了许多相应的抗干扰措施来提高系统的抗干扰能力。而系统在采取了诸多的抗干扰措施后,主程序通常都能正常运行,这时中断服务程序就成了薄弱环节,很容易受干扰影响。笔者在实际应用中摸索和总结出防治干扰对微机控制系统中断服务程序影响的方法,使整个微机系统工作的可靠性大大提高。

二、干扰对中断服务程序的影响

干扰使微机系统失控,最常见的情况是干扰使 CPU 的程序计数器 PC 的内容发生变化,这样 CPU 执行的下一条指令的首地址必定是错误的,由此一错再错,CPU 接下去执行的均是杂乱无章的毫无意义的指令,即程序“跑飞”。若干扰来时,CPU 正在执行中断服务程序,会出现两种情况:

一种是中断服务子程序还未执行开放中断的指令则干扰使程序“跑飞”后,CPU 将对其它中断申请不响应,此时凡采用中断技术发现程序故障的手段将不起作用。

另一种情况,若中断服务程序“跑飞”,必定没有执行最末一条中断返回指令 RETI。在微机中断逻辑中,常使用链形优先权中断排队电路,当某个外设的中断申请得到响应后,它的接受中断服务的触发器将此记忆下来,并屏蔽优先权低的外设,发出中断申请。在执行中断返回指令后,该触发器复位,允许优先权低的外设发中断申请。因此当干扰使中断服务程序“跑飞”没有执行中断返回指令 RETI 时,该触发器没有复位,优先权低的外设将

得不到响应,造成低级中断丢失。

另外,当干扰使程序“跑飞”,一旦 PC 内容跑到某随机数字单元,遇到的数字又恰好是禁止中断的操作码(如 Z80 系统的 F3H)CPU 就会禁止所有的中断,使中断服务程序停止运行,实时控制停顿。

三、抗干扰措施

在实际应用中,几乎所有的微机化仪器或设备的工作程序都是一个封闭的单元,而在这些微机控制系统中 CPU 与外部设备之间的联系又几乎无一例外地采用中断传送方式。针对干扰对中断服务程序影响的情况,可以采用如下对策。

1.反复置开中断

此办法是在主循环程序一开始就安排一条开中断指令,即系统在每一个工作循环开始时,都执行一次开中断指令,这样就可以尽量减少被误读为禁止中断的影响。

2.由主程序监视 CTC 中断运行情况

在微机控制程序中,常用 CTC 作定时器,利用它发中断可以定时作一系列的控制、管理操作。但在实际使用中,发现 CTC 对干扰很敏感,较突出的情况是干扰使 CTC 定时中断系统失效,即“中断丢失”,使正常的控制操作停止,引起系统控制失误。在系统软件中采取了多种抗干扰措施后,CPU 通常都能正常运行主程序,因此,可以利用较可靠的主程序来监视不可靠的 CTC 中断运行情况。办法如下:

在主程序中设置一个周期计数器 CNT,主程序每执行一次,计数器的内容加 1,在执行定时中断服务子程序时,每执行一次,将计数器 CNT 的内容清零一次。因此计数器 CNT 的内容是不会超过某值的。设主程序的执行周期为 T,控制系统定时用的 CTC 的周期为 T',如果主程序的执行周期比定时器的周期长,即 $T > T'$,则系统程序正常运行时,计数器 CNT 的内容是不会超过 1 的。但如果干扰使该定时器中断丢失,CNT 的内容便继续增大,当其达到 2 时,就可以判出中断服务子程序没有执行,即该中断丢失。如果主程序的执行周期比定时器的周期短,即 $T < T'$,则系统程序正常运行时,计数器 CNT 的内容是不会超过某值 n 的。这里 n 取 T' / T 的整数部分,即令 $n = \text{INT}(T' / T)$ 。如果干扰使定时器中断丢失,计数器 CNT 的内容就会不断增大。因此,只

要判得计数器 CNT 的内容为 $n+1$, 此时 $(n+1)T > T'$, 便可知中断服务子程序没有执行, 即定时器中断丢失。这时程序应及时进行中断恢复工作, 以便系统可靠运行。这一任务的完成如图 1 所示:

程序如下:

```
LD DE, CNT; BC CNT 内容
```

```
LD A, (DE)
```

```
INC A ;CNT 内容加 1 后与 n+1 比较
```

```
CP N
```

```
JP NC RSM ;大于 n, 则说明中断丢失, 转去执行中断恢复处理程序
```

```
LD (DE), A ;否则存 CNT 的内容。
```

首先判别 CNT 的内容是否大于 n, 若大于 n, 说明中断丢失, 应进行中断恢复工作。否则存 CNT 的内容。

应该指出, 由主程序监视 CTC 中断运行情况, 是检查中断链工作正常与否的手段之一。如果所有的中断服务子程序的执行时间都很短, 并且将该系统定时 CTC 放在最低级, (如图 2 所示) 则干扰引起的任何一级中断丢失, 均可使最后一级的系统定时 CTC 失效, 并由主程序及时查出, 然后做中断丢失的恢复工作。

3. 丢失中断的恢复

当干扰导致中断服务子程序“跑飞”时, 由于没有执行最末一条中断返回指令, 发中断的外设对下一级中断继续屏蔽, 同时外界干扰也可能使中断链中某些中断记忆触发器发生误动作, 这些都使中断链工作失误。所以做中断丢失的恢复工作, 主要是使各中断链复位。因为 RESET 信号和中断返回指令 RETI 可以使失误的中断链复位, 我们使用 RETI 指令实现软件复位。具体办法是: 若中断链个数是 m, 则执行 m 次 RETI 指令, 这样便可能去除 m 个中断链的可能的屏蔽, 使中断链开放, 防止各低级的中断链被屏蔽, 中断链全部恢复完毕后, 恢复用户的堆栈指针。

程序如下:

```
RSM: LD B, m ;置中断链个数
```

```
LD IX, RSM; 入口地址压入堆栈
```

```
PUSH IX
```

```
RSMI: RETI ;中断链复位
```

```
DJNZ RSM1
```

```
LD SP, mn ;恢复用户堆栈
```

```
JP BGN ;转出口地址 BGN
```

这里 mn 是用户堆栈指针。

四、结束语

本文提供的防治干扰对微机控制系统中中断服务程序影响的方法, 经在多种智能化仪器上运行, 证明可使系统的可靠性显著提高, 尤其是在较恶劣环境下的实时控制系统, 效果更加明显。当然本文给出的方法亦可与其它软件抗干扰措施相结合, 而不需改变原系统程序, 十分简便可靠。

参考文献:

- [1] 北京师范大学计算中心编《微型计算机实用手》 北京师范大学出版社
- [2] 张昆藏编著《IBM PC / XT 微型计算机接口技术》 清华大学出版社
- [3] D. 斯托尔主编《工业无线电干扰的理论与实践》 国防工业出版社
- [4] 刘德蓉著《微机控制系统的一种软件抗干扰方法》 计算机系统应用 1994

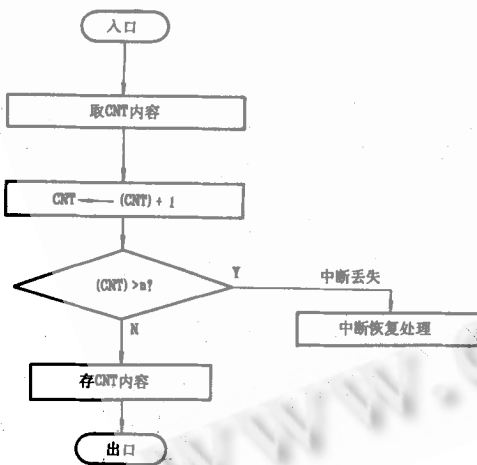


图 1



图 2 可以监视任何一级中断丢失的中断链