

51 系列单片机程序跑飞问题探讨^{*}

孙频东

(南京师范大学电气与电子工程学院, 南京, 210042)

[摘要] 程序跑飞是由于外部干扰或内部程序编制错误引起的一种单片机运行故障. 文章探讨外部干扰引起的 51 系列单片机程序跑飞问题的产生, 程序跑飞的防范措施及发生程序跑飞后的几种恢复正常运行的方法.

[关键词] MCS51; 程序跑飞; 抗干扰

[中图分类号] TP368. 1; [文献标识码] B; [文章编号] 1008- 1925(2001)04- 0031- 03

MCS51 系列单片机作为 8 位工业用控制机的代表机型, 其应用领域十分广阔, 工作环境的变化也十分复杂. 许多 51 系列单片机系统工作在有较强电磁干扰或恶劣的环境下, 虽然在设计时可能针对特定环境采取了一些保护措施, 诸如外壳屏蔽、电磁隔离等方法, 但还是较难彻底解决程序运行中可能产生的跑飞现象. 因此, 探讨如何防止程序运行的跑飞, 以及如何使程序跑飞对整个控制系统产生的负影响达到最小是一个很有意义的工作.

1 程序运行跑飞现象

程序运行的跑飞现象指的是, 单片机中的程序计数器(PC) 的值发生了意外的变化, 使其脱离了预定的程序执行位置, 进入了原定程序以外的区域, 如进入了程序的空白区、程序存储器以外的空间或进入了某种死循环

中. 程序跑飞, 虽然不是一种硬件故障, 但它将引起死机, 使控制系统无法正常工作, 其后果是十分严重的. 例如, 我们在研制变电所自动装置时曾遇到此类问题. 变电所的一次接线图如图 1 所示, 接通自动装置电源时装置工作正常, 当改变供电方式时, 即外部的低压侧由原来的 1# 变压器供电改为 2# 变压器供电, 开关 K3 断开, K4 闭合时, 接在低压母线出线侧的自动装置中的单片机出现死机, 使整个装置无法正常工作, 但经复位后装置恢复正常工作. 类似的问题在工业控制现场时有发生, 以下从控制器设计的角度, 即从软、硬件的角度, 分别探讨解决程序跑飞问题的方法.

2 用硬件使跑飞程序回归

由于 51 系列单片机自身不带定时监视, 即通常所说的 Watchdog 功能, 因此在实际使用

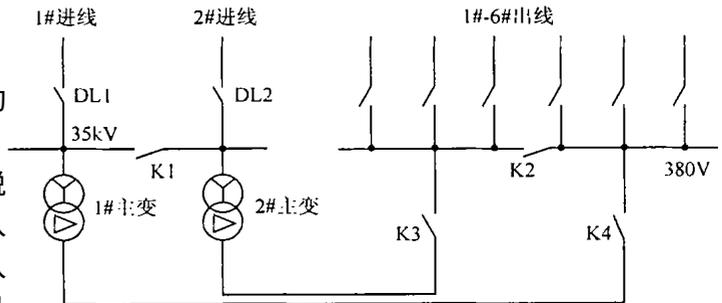


图 1 变电所一次主接线图

* 收稿日期: 2001- 06- 12

作者简介: 孙频东, 1957- , 硕士, 南京师范大学电气与电子工程学院副教授, 主要从事应用电子方面的教学与研究.

时,需外扩具有 Watchdog 功能的芯片.如 8XC51FX 可编程计数器阵列等使其具备定时监视功能,当程序运行出现跑飞时,用它来产生内部复位使程序从头开始执行,使单片机从故障状态恢复正常运行.以下介绍一种我们使用的由普通定时器构成的 Watchdog 电路,如图 2 所示.

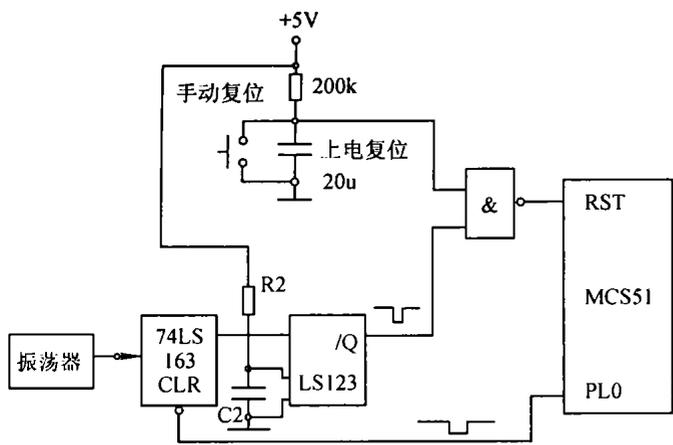


图 2 外置复位电路

因为使用的是外部的振荡器、计数器、单脉冲电路,所以即使单片机内部由于某种原因出现计数混乱或由于程序跑飞引起的运行中断,都不影响对其的定时监视作用.电路的工作过程如下:从振荡器中产生的计数脉冲的频率和计数器的位数相结合,使产生的计数溢出时间正好为定时监视器的监视时间,当运行程序发生跑飞时,因计数器得不到定时的清除信号使计数器 163 产生进位,进位信号经 123 单稳电路后,转变成负脉冲使单片机复位,程序从头开始执行.

3 用软件使跑飞程序回归

从软件的角度使跑飞程序回归的常用办法是设置软件陷阱,受到干扰后的 CPU,因其程序计数器(PC)的值被随机改变,有可能将操作数当成指令码来执行,也可能将程序存储器空余单元中的随机数当指令来执行.如果这个误码 CPU 不认识,程序运行将出现中断,引起死机.假如能在程序存储器中的非程序区消除误码,添入某些能使程序返回起始执行点的机器码,就能使跑飞程序回归.因此,可在程序的空白区添入 LJMP # 00 00H,这样的指令其代码为 020 000 020 000...,当 PC 值误入此区域时,就不会因有误码而产生程序执行中断现象,同时还能使程序返回起始地址执行.

另外,在程序的各个模块之间(即 RET 指令之后到下一个子程序开始之前的空间)、在未用的中断向量地址处、在数据表格之后,都应该设置软件陷阱.当程序误入陷阱时能够得到合理的处理.软件陷阱处可用如下形式的指令:

```
NOP
LJMP ERROR
```

4 冷、热启动的应用

在 51 系列单片机上加 Watchdog 定时器后,如果发生程序跑飞现象,一般都能从程序存储器的 00 00H 处重新开始程序的执行,但这不一定是最好的执行位置,有时希望能回到主循环中,跳过初始化部分或人机对话部分.因此,有必要将复位启动分成热启动和冷启动两种类型.所谓热启动就是使复位过程避开初始化过程,避开初始化过程中参数的输入及设定过程,而直接跳到程序的主循环中.热启动过程认为,初始化数据在跑飞时并未被破坏.如何判断初始化数据是否被破坏,一般可采用标识数的方法,在每个初始化数之间放入一个标识数,例如设置数 55H 作为标识数.复位时,检查标识数是否改变,如果未发生变化,则认为初始化数据

可用, 程序进入热启动. 热启动可以使程序跑飞现象给系统带来的影响减到最小. 假如初始化数据被破坏, 则系统就需要进行冷启动. 冷启动时, 对有些系统要解决人机对话问题, 可用这样的办法来解决: 在初次启动时将人机对话数据保存在内存的几个不同的区域, 例如作三个备份, 在程序跑飞时用表决法来决出正确的结果. 当表决不出正确结果时, 应转到程序出错处理, 并进行声光报警, 停机等待人工处理.

5 程序跑飞现象的防止

程序跑飞是一种控制器故障. 当单片机用于信号检测、数据记录、报警等一般性场合下, 不至于产生严重后果. 当单片机用于控制器时, 程序跑飞可能产生严重后果. 因此, 尽量避免单片机运行时产生程序跑飞应引起设计者的注意. 主要可以从以下几个方面进行防范:

- (1) 防止干扰从电源进入, 采用高稳定性的稳压电源即可解决问题.
- (2) 防止干扰从信号端口进入, 解决方法主要有光电隔离、对模拟量施加滤波、限幅等措施.
- (3) 防止电磁干扰, 一般应从屏蔽、隔离的角度来考虑.

6 结论

在工业生产的现场存在着各种强弱不同的电磁、电源、信号干扰, 这些都是产生程序跑飞的外在因素. 如何从单片机设计的角度, 来防止由于这些干扰的进入而产生的程序跑飞现象, 以及在跑飞发生后如何使跑飞程序回归、回归后使其产生的影响减到最小, 是一个值得探讨的问题. 程序跑飞直接影响用单片机作为控制器的机电产品的性能、可靠性及安全运行. 因此它也是一个必须解决的问题. 在这一问题上我们作了一些初步的研究, 并将其应用到了变电所监控装置中, 取得了成功.

[参考文献]

- [1] 骆德汉. 单片机测控系统的抗干扰技术[J]. 电气自动化, 1996, (4)
- [2] 方大寿. 8098 单片机应用中的抗干扰和光电隔离[J]. 电气自动化, 1996, (4)

Study On Program Running Out of Track in MCS51 System

Sun Pindong

(College of Electrical & Electronic Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing, 210042, PRC)

Abstract: Program running out of truck is a serious fault, which is usually caused by outside disturbance or program error. In this paper the cause of program running out of truck is discussed, the problem solving methods, the schemes of avoiding from program running out of truck and methods resume the out truck program are suggested.

Key words: MCS51, program running out of truck, Antidisturbance

[责任编辑: 严海琳]