

微机在模拟量故障诊断中的应用

管小铭 (武汉水运工程学院)

摘要: 本文通过港口大型直流调速系统的实例,介绍 IBM-PC 机在模拟量故障诊断领域中的应用。阐述了对参数检测和故障诊断的策略,就动态参数可视化、分时工作模式以及外设速度较慢如何与实时程序配合等软件开发中的主要问题作了介绍。

一、概述

用于列车卸煤作业的新月型翻车机在港口煤炭转运流程中占有重要位置。该系统由国外引进,采用可编程程序控制器 PC584 控制操作,并具有开关量故障诊断能力,然而它的直流电机可控硅调速系统属模拟量控制,现场只有少量电表指示,缺乏相应的故障诊断功能。由于系统复杂,实际生产过程中经常出现故障,因而故障的诊断和排除成为生产流程中的“瓶颈”,直接影响生产效益。为此,山东日照港务局和武汉水运工程学院课题组联合开发了故障诊断课题。软件采用汇编语言编程。

二、计算机与系统联接图

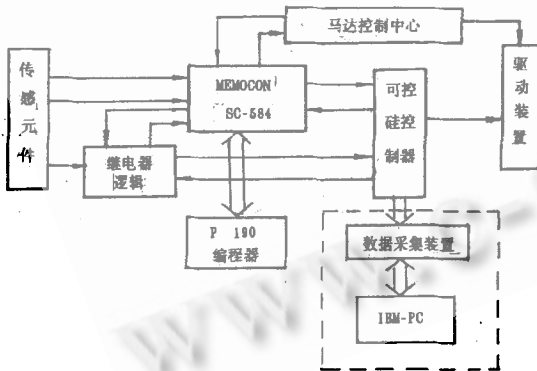


图 1 系统联接图

见图 1 所示。虚线框外为原系统,框内为课题增加的部分。要求诊断系统无论硬件或软件应有自检能力,不容发生因本身故障而造成对被测系统的误诊断。诊断

系统与被测系统应互不影响(如不因两者联接而使实际参数发生变化),计算机系统也不应受环境或其它干扰的影响。程序运行过程中当被测系统工作正常时,计算机屏幕显示模拟量参数的动态曲线,当诊断有故障时,屏显汉字故障信息,并记录于磁盘的数据文件内。

三、参数点的选择

翻车机系统可分为三大部分:定位车、推车机和翻车机。定位车由七台电机联轴工作,可牵引满载的整列车。推车机为两台电机联轴工作,能驱动两节满载的车皮或整列空车。翻车机也为两台电机联轴,对两节车皮作卸煤作业。

以定位车 1 号电机为例。其调速控制框图见图 2 所示。选择三档给定,以及 A6, A7 等 11 个参数点作为监测对象。与 1 号电机联轴的 2~7 号电机则各选择 6 个参数点。整个系统共选择 77 个参数点,见表 1。

参数点选择得越多,对故障诊断越有利。但是,一方面受现场生产条件限制,有些参数点实际不可测或虽可测但会影响原系统工作;另一方面,受计算机能力的限制,参数点太多将减慢实时运行速度。因此,参数点只能有限地选取。

四、参数检测和故障诊断策略

故障可分为三类:软故障,硬故障和间歇故障。(见参考资料[1])。

软故障又称渐变故障,是由元件参数值随时间,环境条件而缓慢变化,超出容差造成的。硬故障又称突变故障,是由元件参数值突变(如短路、开路)造成的。间歇故障由元件老化、接触不良等因素造成。从计算机诊断的角度来看,可把第三类故障归并于前两类中。以下只讨

论软故障和硬故障的诊断。由于具体系统复杂,所选参数点有限,故障诊断定位只能达到“环节”的级别,还不能达到元件级。

在每一检测周期内,判断参数是否超出正常工作范围。若超出,再判是否超出极限范围。若仍超出,可作硬故障类诊断。若超出正常范围但未超出极限范围,则作软故障诊断。

对硬故障诊断,可采用“测前模拟法”。事先假设某

元件或某环节状态突变,计算其对环节或系统各参数的影响,建立“故障字典”。实时诊断时,根据实测参数对照字典作出诊断。

对软故障诊断,可采用“网络分裂法”把故障定位于某个环节,然后采用“测后模拟法”,把实测数据代入数学模型实时运算,根据运算结果与实测结果的偏差程度作出诊断。

可控硅调速系统的动态结构图见图3。

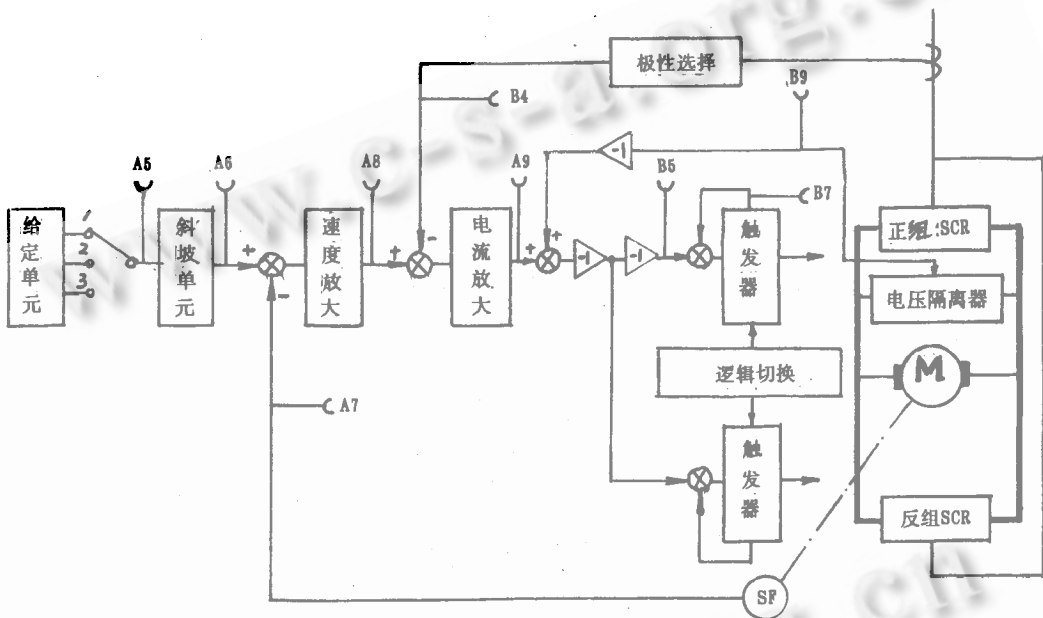


图2 调速系统图及参数点选择

表1 检测参数表(共77点)

类别	A5-1	A5-2	A5-3	A6	A7	A8	A9	B4	B9	B5	B7
定位车1#电机	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2-7#电机						6	6	6	6	6	6
推车机1#电机	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2#电机						1	1	1	1	1	1
翻车机1#电机		1		1	1	1	1	1	1		1
2#电机						1	1	1	1		1

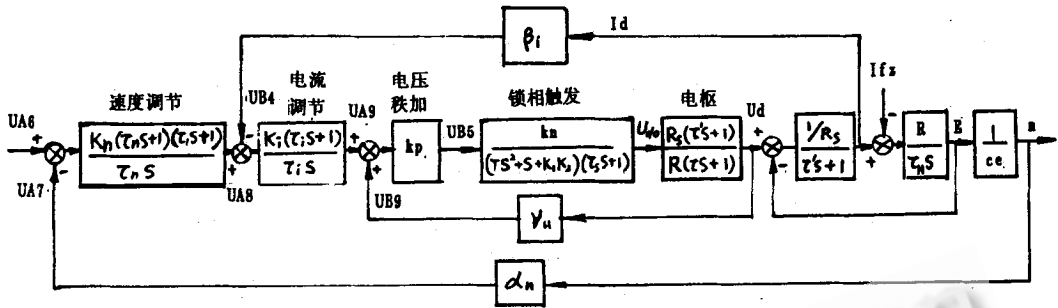


图3 可控硅调速系统动态结构图

五、动态曲线显示

上一节提到的正常工作范围，极限范围如何确定是本课题的关键问题之一。所用数学模型是否符合实际也必须得到检验。因此软件开发过程中首先完成参数动态图形显示模块的开发工作，使得动态参数的变化规律可视化。在实际生产过程中，运行本模块，可实时观察各参数的变化情况，并通过打印机把屏幕显示图形硬拷贝下来，获得了大量资料。这是数学模型仿真的比较依据。并进而可对模型作修正，以提高其精度。根据这些资料定出各参数的正常范围和极限范围。值得一提的是，该模块中对某一参数的调整，借助于参数的动态图形显示，可获得直观的及时的反馈信息，从而使调整过程快速省力。又如，可利用显示检验国产化备品（如集成电路插件板），同样大大提高了效率。图形硬拷贝示例见图4。

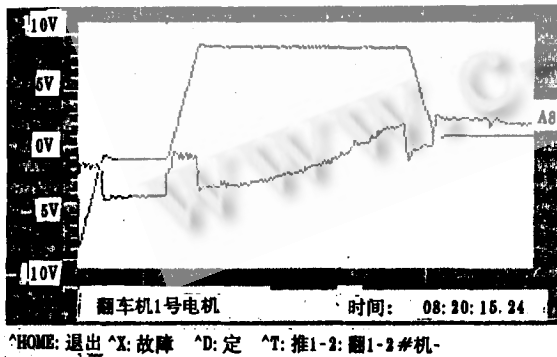


图4 动态曲线显示，两条曲线中A7曲线名缺失

要完成动态图形显示，有以下工作要做：

1.建立屏幕显示窗口及其坐标系。一般以水平轴代表时间，垂直轴代表模拟量参数的幅值。见图5所示。

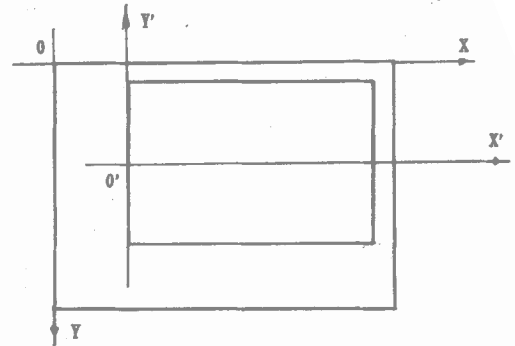


图5 屏幕物理坐标系 X-Y 与窗口坐标系 X'-Y' 的关系

- 2.获取采样数据后，转换为屏幕窗口坐标值。一般要乘一个比例系数。
 - 3.由窗口坐标再转为屏幕物理坐标。后者指与计算机视频 RAM 对应的偏移地址。
 - 4.根据物理坐标在屏幕上画点。
 - 5.根据所画各点在屏幕上离散的情况，添加必要的辅助点，从而使各点连成一条连续的曲线。
 - 6.以上得到的曲线还是静态的。随着时间变化和新的采样值的获得，需要不断地重新画线。具体地说，每一周期内，应先“擦除”旧线，然后再画新线。
- 实例中采用 CGA 显示器，图形方式 320×200 分辨率。视频 RAM 的段地址为 B800H，H 表示十六进制

数。偏移地址(OFFSET)的计算公式如下:

$$\text{OFFSET} = (y \text{ AND } 1) * 2000H + [y / z] * 50H + [x / 4]$$

其中 x, y 表示物理坐标值, AND 表示逻辑与运算, 方括号表示取整。可见, 画线的操作是很复杂的, 该模块是否实用的关键在于其运行的速度。实际开发中采取了以下加速措施:

1. 建立窗口行首址表。由于画线操作中有大量乘除运算, 且不利于用移位或加减运算替代, 若在实时过程中避免这些运算, 速度就可加快。建表的目的是把这些运算转移到程序初始化阶段去, 而实时过程中当采样数据转换为屏幕物理坐标后只要查表操作而不必按公式作复杂运算了。

2. 建立动态曲线地址缓存区。一般情况下, 擦除曲线比画曲线更费时, 因为画的是线而擦除的是整个窗口面积。如果只擦除所画的线, 就可加速。建立缓存区后, 在画点的同时把偏移地址保存于该区内, 因此要擦除时, 根据缓存区的地址进行, 即用屏幕底色画点。这样, 擦除比画点更快。

屏幕曲线硬拷贝见图 4, 一屏同时显示红、绿两条曲线。在 AT 机上运行时, 一次擦线和画线操作不大于 10 毫秒。77 条曲线可方便地选择显示, 图形切换迅速。

六、分时工作模式

为了使动态曲线符合实际情况, 诊断时运算正确, 必须定时采样, 利用 PC 机 BIOS 功能中的 ICH 中断可以实现定时采样。因 ICH 中断调用仅仅是一条返回指令 IRET, 所以要改写这个中断向量, 使它指向自行开发的采样和 A/D 转换程序。这样就实现了一种分时工作模式: 中断服务程序每 55ms 执行一次, 每次耗时约 10ms, 每个周期内剩余时间则交由主程序控制, 完成诸如动态曲线显示、数据检测与故障诊断、故障处理、人机交互时键入指令判断等多种任务。主流程图见图 6 所示。

每个周期内主程序所执行的路径不一定相同, 所需时间也不同, 有时会突破分时工作模式给定的时间限度, 这种现象可称之为“失步”。失步现象不可避免, 尤其是主程序中涉及对外设(如磁盘驱动器, 打印机)操作时。当出现失步后, 程序应能自动恢复到同步状态。

需要指出的是 ICH 中断执行周期约 55ms, 不一定符合实际系统中参数对采样的要求。如本例中电流反馈环节的时间常数较小, 要求较高的采样频率, 对这一类参数的采样要作一些特殊处理。从原理上也可采用对 PC 机 8254 芯片编程以改小中断周期(55ms), 但这会带来一些副作用, 处理也不简单, 而且使主程序获得的分时减小了。

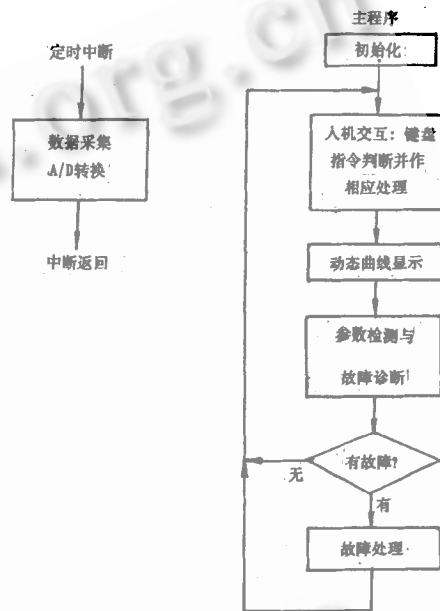


图 6 主流程图

另外, ICH 向量改写后, 常用调试工具 DEBUG 的单步跟踪调试手段失效, 使调试工作量加大了。

七、软件开发中的其它一些问题

当检出系统有故障时, 屏幕应自动切换到故障信息显示, 一个屏幕窗口显示一个故障参数点的信息, 称为“一页”。若不止一个故障时, 允许“换页”显示其它故障参数信息。这些故障信息同时又被记录到一个数据文件中。而操作者还可以随意返回到动态曲线显示状态, 以便对照图形来察看故障情况。

无论曲线之间转换显示还是曲线与信息之间的转换

显示,要求转换方便、正确、迅速。实例中共有 83 种状态可切换,一般使用单键或双键(使作 Ctrl 键)指令来实现。为记忆方便,操作简单,总共只使用 27 键,且屏幕下方有提示信息。

故障信息显示硬拷贝记录如图 7 所示。

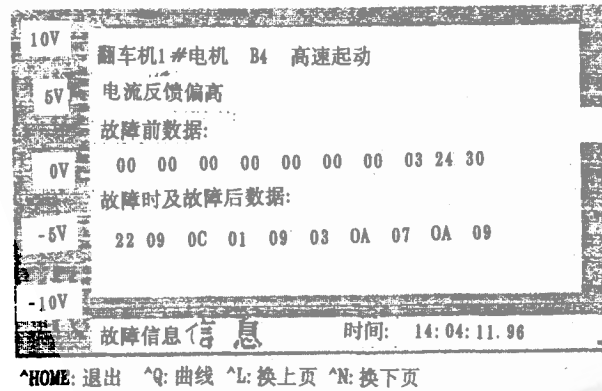
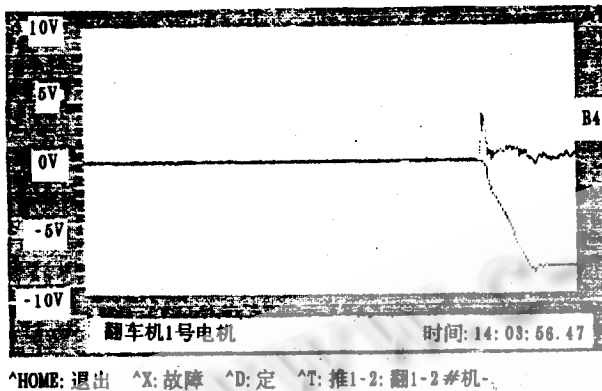


图 7 故障信息显示及对应的动态曲线

其中“故障后数据”的显示显然不是在检出故障的时刻(或检出故障的周期内)所能完成的,这要求故障处理模块除了在检出故障的周期内运行外,还将延续运行相当多个周期。

故障记录应保存于磁盘上。而一次磁盘的读写时间是以“秒”计的,与程序基本周期 55ms 相差两个数量级。为此在内存中设有一个缓存区,当有故障时,故障信息不直接存盘,而是存入该缓冲区中,直到程序结束运行之前,才把缓冲区内容一次性存入磁盘。另一方面,设计上应保证即使在实时运行过程中进行存盘操作引起失步现象后,程序也能够自动恢复同步。

使用打印机硬拷贝屏幕图形或信息时,同样会造成失步,不再赘述。若直接使用 PrtSC 键执行 5H 中断实现硬拷贝图形时,程序往往正处于执行动态曲线显示模块的状态,此时中断就不能得到完整的曲线硬拷贝。为此,要改写 5H 中断向量。新 5H 中断仅设置一个硬拷贝标志,而动态曲线模块后增加判该标志的环节,若有标志,则调用原 5H 中断程序。

为了防止键盘误操作,例如误按 Ctrl-C 键,造成程序执行异常,宜改写 9H 中断向量,对不用的按键加以屏蔽。

八、结束语

复杂生产系统的模拟量故障诊断可以迅速确定故障位置和性质,有利于尽快排除故障。对软故障诊断可以预警和防止重大故障的发生。配有参数可视化功能的故障诊断系统在被测系统正常生产过程中也能发挥出积极作用。因此,其经济效益是明显的。本课题经一年试运行后已经山东省科学技术委员会鉴定通过。

参考资料:

- [1]周玉芬,高锡俊 模拟电路故障诊断 国防工业出版社,1989 年
- [2]陈伯时 自动控制系统 机械工业出版社,1981 年 7 月
- [3]何克忠,郝忠恕 计算机控制系统分析与设计 清华大学出版社,1988 年 7 月
- [4]Robert Jourdain 高级程序员编程指南 北京·中科院希望电脑技术公司,1988 年
- [5]张福炎等 图形显示器及其程序设计 南京大学出版社,1991 年