

# 汽轮机轴向位移监视仪的研制

曹国华, 程继红

(南京师范大学 电气与自动化工程学院, 江苏 南京 210042)

[摘要] 介绍了一种利用单片机技术研制的智能化轴向位移监视仪, 阐述了其基本工作原理, 包括传感器输出信号测量及输入采样电路、标准信号的输出、键盘显示系统等部分, 并给出了部分电路原理图及软件流程图。

[关键词] 轴向位移, 监视仪, 汽轮机, 转子

[中图分类号] TK 478 TP 277, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292-(2005) 01-0028-03

## Development of Steam Turbine Axial Movement Monitor

CAO Guohua CHENG Jihong

(School of Electrical and Automation Engineering, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210042, China)

**Abstract** This article introduces an Intelligent axial movement monitor developed by single chip technology, expounds its basic working principle, including measurement of the output signal of the sensor, input sampling circuit, output of the standard signal, keyboard displaying system and etc, and in the end gives a principle drawing of the partial circuit and software flow drawing.

**Key words** axial movement monitor, steam turbine, rotor

## 0 引言

汽轮机等旋转和往复式机器, 当其处于运行时, 由于转子质量大, 运动能量高, 作用力强, 一旦机器发生故障, 将会产生严重后果, 因此必须密切监视机器的运转状态, 及时掌握机器的各种参数。对起重要作用的关键设备进行密切监视, 对厂家而言不仅可以不必定时停机检修, 而且可以根据监视机内运转情况显示, 即时了解汽轮机的运转情况, 出现问题及时报警, 进行停机检修, 并通过对转轴位置进行适当分析, 确定保养程序。

本文研制了一种结构紧凑、测量精度高、性能稳定的轴向位移监视仪, 该仪器用于测定大型旋转机械转子与静止部分的相对轴向位置, 可以连续测量并监视轴向位移, 接受趋近式唯一传感器的信号, 并在显示器上显示出轴向位移的大小、方向。该仪器还可以发出警告和危险信号, 如果转子继续轴向位移而超过危险值, 该仪器就会发出危险信号, 输出自动停机的控制信号。

## 1 轴向位移监视仪的硬件设计原理

监视仪的硬件结构如图 1 所示, 主要由输入、输出、键盘显示、声光报警、串行 E<sup>2</sup> PROM、串行通信、系统监控等部分组成。

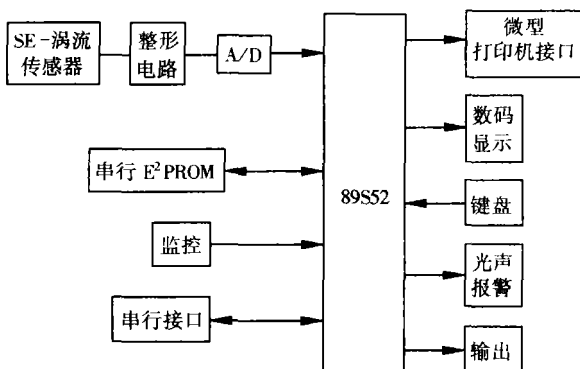


图 1 轴向位移监视仪的原理框图

### 1.1 传感器输出信号测量及输入采样电路

本仪器传感器选用近年来得到迅速发展的一种新型涡流传感器, 它有如下一些优点: 非接触式、灵敏度高、线性范围大、频率响应好、工作寿命长、

收稿日期: 2004-09-07

作者简介: 曹国华 (1963 - ), 副教授, 主要从事计算机测控技术等方面的教学与研究. E-mail: cgh@nsgk.net

对周围介质不敏感、结构尺寸小.这种传感器能测量探头顶端和被测体之间的空隙,将所测间隙通过前置放大器转换成与之成正比的负直流电压,输出特性曲线:  $u = k_0 s - u_0$

式中,  $s$  为测量位移 /mm;  $u$  为传感器的输出电压 /V;  $k_0$  为特性曲线的灵敏度 /(V/mm);  $u_0$  为零位电压 /V.

在实际安装时,传感器安装位置会产生微小偏差,从而导致传感器零位电压和灵敏度偏离实验室

的标称值,使测量产生误差,为了清除这个误差,一般可采用硬件调节和软件补偿的方法,本仪器设计中,采用了软件补偿的方法,即在现场安装好传感器后,根据现场测试参数,计算出实际的灵敏度和零位电压,然后通过仪器的键盘系统改变设定参数,从而达到消除误差的目的.

涡流传感器的输出信号经转换电路到 A/D 转换接口电路 TLC1543 连接到单片机 89S52 其电路原理图如图 2 所示.

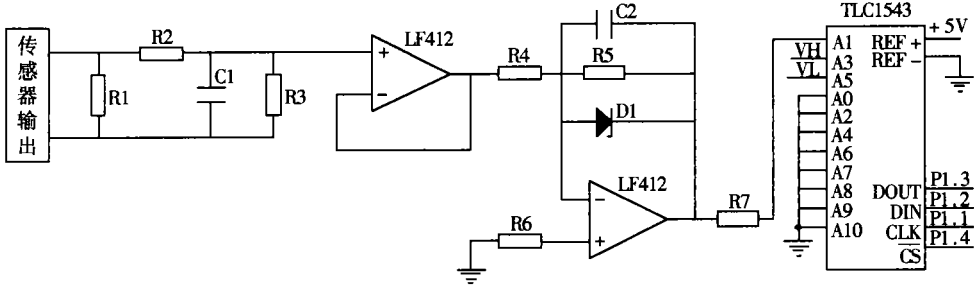


图 2 轴向位移监视仪输入部分电路原理

TLC1543 是美国 TI 公司生产的串行 10 位开关电容逐次逼近 A/D 转换器,它通过线接口与微处理器相连接.片选 (CS),输入/输出时钟 (I/O clock),地址输入 (ADDRESS) 和数据输出 (DATAOUT) 分别连接到单片机 89S52 的 P1.4, P1.1, P1.2, P1.3 对输入信号的采集就是通过这 4 个 I/O 接口来完成.

### 1.2 标准信号的输出

输入位移信号经滤波和标度变换后,由 AD7524 数模转换器输出,模拟电压输出经电压电流转换得到 0~10mA 或 4~20mA 的标准信号输出,标准信号输出可以直接连接外部仪表,以指示汽轮机工作时实时的轴向位移变化.

AD7524 是 8 位乘法型 D/A 转换器,CD4053 是一个二选一的集成模拟开关,AD7542 的 8 位输入数据缓冲器与 89S52 的 P0 口相连接,由 P1.5 控制 AD7524 的读写及片选,由采集的轴向位移变化信号,直接写入该端口的数据口, P1.6 控制输出标准信号的类型,是 0~10mA 还是 4~20mA 的标准信号输出.

### 1.3 报警输出

报警输出设计了声音报警、发光管报警以及输出报警和危险继电器,当位移量达到警告设定值时,发出声光报警,同时警告继电器动作,当位移继续增大时,达到危险设定值时,危险继电器动作,可以立即停机.

### 1.4 键盘显示系统

键盘系统采用 4×2 扫描式键盘,分别接至

89S52 的 I/O 引脚 P2.0~P2.3, P3.2, P3.3 定义了 7 个键:

测量: 此键使仪器切换到“测量”状态,同时点亮测量指示灯,此时显示器显示测量结果,动态监视位移变化情况.

编程: 此键使仪器切换到“编程”状态,同时熄灭测量指示灯,最左边的显示器显示参数序号,右面 3 个显示对应内容,在此状态下按“参数选择”键可选择显示参数,并按 , , , + /- 键进行参数修改.

参数选择: 在“编程”状态下,通过按此键,用于设定参数,序号显示器显示参数种类,按一次序号显示器变一个号码,同时后 3 位显示相应的参数.

: 设定值个位增加键,每按一次设定值个位增 1,仅在编程允许状态有效.

: 设定值左移键,每按一次设定值向左移一次,个位由 0 补充,仅在编程允许状态有效.

+ /-: 为设定值正负号变换键,每按一次设定值符号变一次,仅在编程允许状态有效.

间隙电压: 每按一次仪表显示传感器的间隙电压,延时 3 s 后恢复到测量状态.

当参数设定完成后,第二次按编程键可将选择的各个参数保存在串行 E<sup>2</sup>PROM 中,除非重新设置,否则它将一直维持该参数运行.

显示器系统采用 4 位 7 段 LED 显示器,各段码由 89S52 的 P0 口经锁存器 74LS574 驱动,而 4 个 LED 的位码由 89S52 的 P2.0~P2.3 经 4 个三

极管 9013 驱动. 显示动态扫描时间为 1ms 该部分打破原来用软件延时的传统方法, 而是采用 89S52 中的定时器 2 做中断定时扫描, 这样可以提高采样轴向位移的速率.

1 5 微型打印机接口和串行接口

仪表预留了微型打印机接口和串行接口电路, 可外接通用微型打印机, 实时打印各参数及轴向位移、测量值. 外接了一片 MAX232 可以将数据送到 PC 机做进一步的处理.

1 6 串行 E<sup>2</sup>PROM

本仪表中连接了一片串行 E<sup>2</sup>PROM 93C46 它具有数据在线改写和掉电保存的能力, 用它保存各种设定参数, 包括零位电压、灵敏度、警告上限、警告下限、危险上限、危险下限等参数.

2 轴向位移监视仪的软件设计

2 1 系统监控程序设计

系统监控程序设计是控制单片机系统按预定操作方式运行的程序. 本系统的监控程序实际上是单片机不断地对键盘扫描来获取键盘信息, 然后执行对应功能, 系统的主程序如图 3 所示.

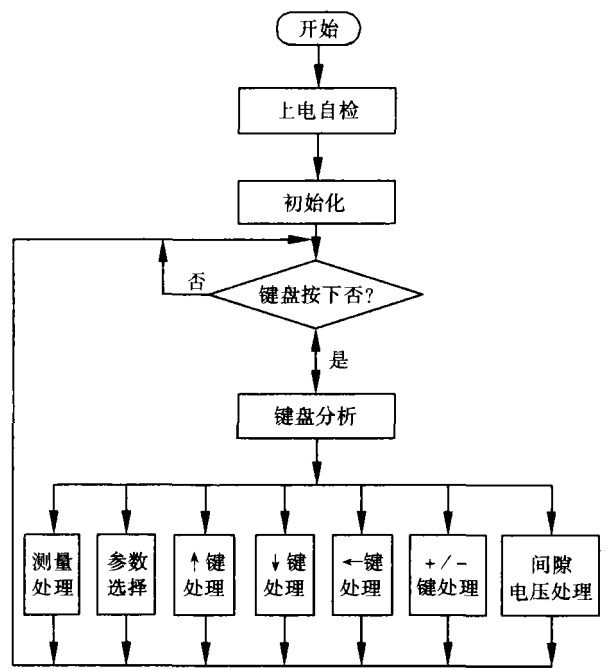


图 3 轴向位移监视仪的主程序流程图

2 2 键盘分析程序

本系统是通过不断扫描键盘来获取操作信息的, 因此键盘分析程序是关键, 在键盘分析中对每一个键定义有键值, 当每一个键按下以后还要有状态. 每次扫描键盘过程中还要分析当前各键的状态, 当测量键按下以后, 要进入实时测量和数据处理过程, 处理完以后又要回到读键状态, 若无键按下, 此时就要分析是否是测量键的状态, 若已经按下过, 就再进入实时测量和数据处理过程, 同样的只有在参数选择键按下以后, 各参数设置键才起作用, 当然这里还要考虑键盘的去抖动及读键的可靠性问题.

2 3 显示程序

本系统显示动态扫描时间, 由 89S52 中的定时器 2 来控制, 设置定时时间为 1ms 每次进入定时器中断驱动显示一位 LED 的数据, 这里要注意的是显示位置的控制和显示缓冲区的不断刷新.

3 结束语

本监视仪经过在实验室振动测试台上的试验, 在轴向位移 ±4mm 的范围内, 具有很好的灵敏度, 测量精度较高, 由于设置了上下限警告报警和危险值报警, 当轴向位移达到设定值时, 能及时进行声光报警. 另外, 考虑到运行环境是汽轮机等旋转和往复式机器, 在仪器中设计了看门狗电路, 可以保证仪表从“陷阱”和混乱中自动恢复, 在振动测试台上试验使用过程中没有出现死机现象, 且具有功能强、性能可靠、操作方便、安全等多项特点, 为汽轮机等旋转和往复式机器的正常可靠工作, 提供了可实时监控的动态检测数据.

[参考文献]

[1] 周航慈. 单片机应用程序设计技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002  
[2] 余锡存, 曹国华. 单片机应用技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002  
[3] 楼然苗, 李光飞. 51 系列单片机设计实例 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003  
[4] 程继红. TLC2453 在传感器实验台测试系统中的应用 [J]. 南京师范大学学报 (工程技术版), 2003, 3 (1): 65- 69.

[责任编辑: 刘健]