

变送器现场校验仪的设计及应用

苏建伟，刘波

(深圳市胜利高电子科技有限公司 深圳 518029)

[摘要]本文较为详细的说明了变送器校验仪硬件及软件的设计方法，特别讨论了设计变送器现场校验仪所采用的低功耗设计和面板校准技术。

[关键词] 变送器校验仪、低功耗设计、面板校准

The Transmitter calibrator's design and application

Su Jian Wei, Liou Bo

(SHENZHEN VICTOR HI-TECH CO. LTD Shenzhen 518029, China)

Summary: In this article, the designing way of Transmitter calibrator's hardware and software is explained in details, especially the usage of low power consumption design and panel calibrating technique.

Key words: Transmitter calibrator, low power consumption designing, panel calibrating

1 引言

在生产过程自动化控制系统中，变送器的作用是将被测的物理量转化为标准的电信号，它的准确度直接影响整个生产过程的控制精度，所以世界各国的变送器生产厂商都在努力提高产品的精度，当今处于主流的变送器的精度已达 0.1%级，这对在生产现场使用的校验仪提出了更高的要求。针对这些要求，深圳市胜利高电子科技有限公司开发了 VC12 温度校验仪和 VC16 压力校验仪（以下简称校验仪），这两款产品精度均在 0.02%级，可输出温度或压力信号并可同时提供变送器的 24V 工作电压和测量输出电流，除此之外该产品还是有测量电压和开关量的功能。该产品采用双排 LCD 显示，可同时观察校验仪输出的温度或压力值和变送器的输出值。产品使用单节 9V 电池供电，体积如同普通的手持数字万用表。在生产过程现场，通过面板简单的按键操作可完成对温度和压力变送器、开关或控制器进行校准及维护，下面分别说明它们的设计方法及应用。

2 VC12 温度校验器的设计及应用

VC12 主要用途是对温度变送器控制器等温度仪表进行校验及检查。它的输出设计有 8 个分度号（R、S、J、K、E、T、N、B）热电偶和 2 个分度号（PT100、CU50）热电阻模拟功能，对于不是这些分度号的温度仪表，可使用它的 mV 和 功能。它的输入设计有可达 28V 的直流电压测量功能，0~22mA 直流电流的测量功能，给变送器提供 24V 电源并同时测量输出电流的功能，开关量测量功能。为达到较高的精度（0.02%量程）和分辨率（0.001%量程），输出和输入分别采用了 20 位的 DAC 和 ADC。为提高稳定性和降低外界环境的影响，机内去掉了电位器等可调整元件，由微处理器在规定的自动进行一次内部校准以消除各种影响。

VC12 温度校验仪硬件电路设计：

VC12 的输出和输入电路完全隔离。

工作原理如图 2-1

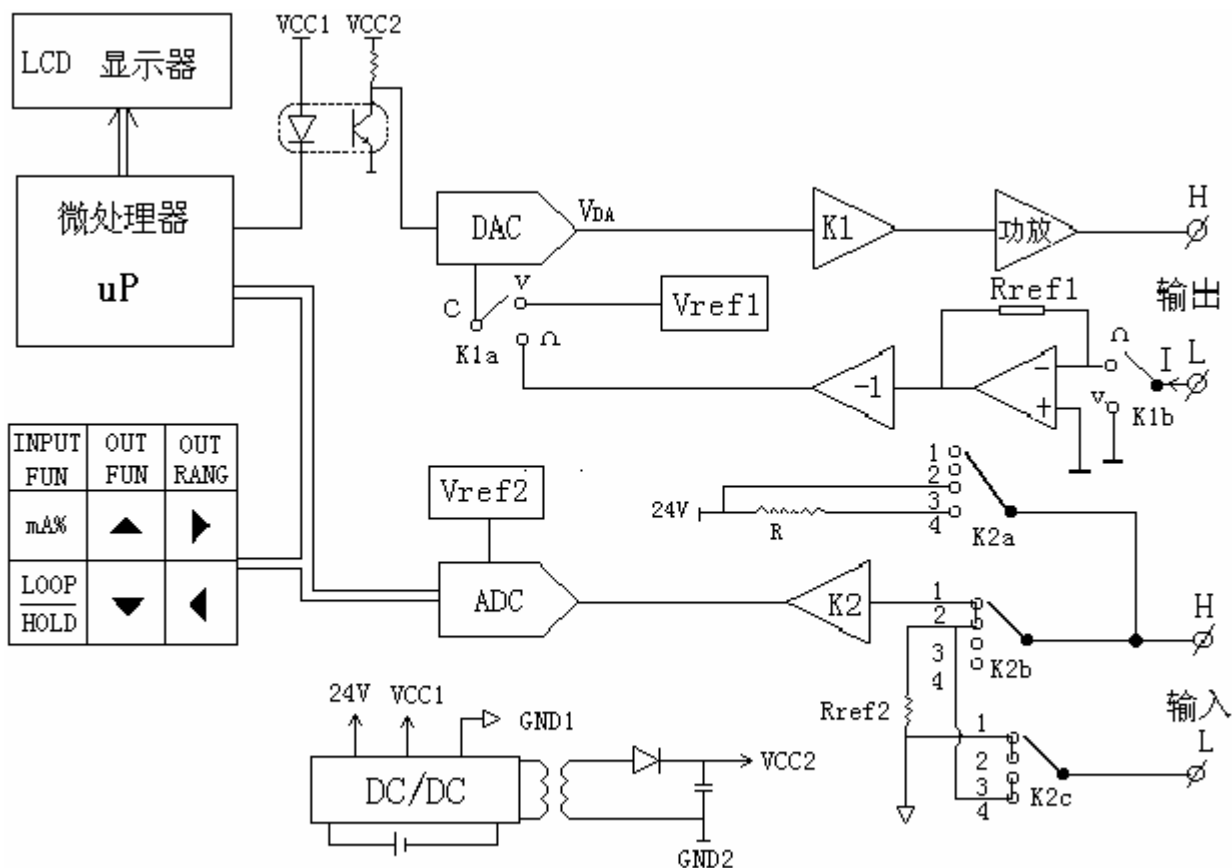


图2-1 VC12原理框图

电压和热电偶输出：操作者通过面板的（OUTFUN）功能键选定电压或热电偶输出功能，微处理器控制开关 K_1 使公共端 ‘C’ 与 ‘V’ 接通。此时 DAC 的参考输入为 V_{ref1} ，众所周知 DAC 输出 V_{DA} 与参考输入 V_{ref1} 的关系为： $V_{DA} = V_{ref1} \cdot \frac{D}{2^n}$ ($n=20$, D 为数字输入码, 从 $0 \sim 2^n$)，故

$$V_{OHL} = K_1 \cdot V_{DA} = K_1 \cdot V_{ref1} \cdot \frac{D}{2^n} \quad (1)$$

这时操作者通过面板设定的输出值由微处理器转换为 D 值，使仪表输出改变，由于 D 值范围为 $0 \sim 2^{20}$ ，所以仪表输出 V_{OH} 范围为 $0 \sim K_1 \cdot V_{ref}$ ，分辨率为 $\frac{1}{2^{20}}$ ，约 1PPm(百万分之一)。 K_1 值由用户操作面板的(OUTRANG)键改变，使仪表输出不同量程的信号。

电阻和热电阻输出：操作者通过面板的（OUTFUN）功能键选定电阻和热阻输出功能，微处理器控制开关 K_1 使公共端 ‘C’ 与 ‘ ’ 端接通，此时仪表外部必须有一个激励电流 I ，DAC 的参考输入 $V_{ref} = I \cdot R_{ref}$ ，代入 (1)，则 $V_H = K_1 \cdot I \cdot R_{ref} \cdot \frac{D}{2^n}$ ，所以输出 HL 两端的电阻 $R = \frac{V_{OHL}}{I} = K_1 \cdot R_{ref} \cdot \frac{D}{2^{20}}$ (2)

电阻输出的范围为 $0 \sim K_1 \cdot R_{ref}$ ，分辨率可达到 1PPm， K_1 值由用户操作面板的（OUTRAGE）键改变，使仪表输出不同量程的信号。

测量输入电压：操作者通过面板的（INPUTFUN）功能键选定输入电压测量，微处理器控制开关 K_2 使公共

端与 ‘1’ 端相连，此时 ADC 的转换数值 $D = \frac{V_{INHL}}{V_{REF2}} \cdot K_2$ (3)，调整 K_2 的放大倍数使 V_{INHL} 从 0 到 28V

变化时 D 为 $0 \sim 2^n$ ($n=20$) 变化，分辨率可达 1PPm。转换后的 D 值经微处理器变为相应的显示值送 LCD 进行

显示。

测量输入电流：操作者通过面板的（INPUTFUN）功能键选定输入电流测量，微处理器控制开关 K_2 使公共端与‘2’端相连，外部测量电流 I_x 流过 R_{ref2} ，此时 ADC 输出值 $D = \frac{I_x \cdot R_{ref2}}{V_{REF2}} \cdot K_2$ ，合理选择 K_2 使 $I_x = 0 \sim 22\text{mA}$ 时 $D = 0 \sim 2^n$ ($n=20$) 变化，分辨率达 1PPm。

操作者按“mA%”键使微处理器将当前输入值按 4~20mA 量程计算后送 LCD 进行相应的百分比显示。

提供 24V 回路电压同时测电流：在输入电流测量方式下，操作者按（LOOP/HOLD）键。使微处理器控制开关 K_2 打向‘3’校验仪在提供外部 24V 电压的同时测量外部的电流，测量原理同以上测量输入电流功能。

测量开关量输入：操作者通过仪表面板的（INPUTFUN）键选择输入开关量测量，微处理控制开关 K_2 打向‘4’。当输入开关量断开时。ADC 输出一个较大的值给微处理器，微处理器使 LCD 显示‘OPEN’。当输入开关量闭合时，ADC 输出一个较小值给微处理器，使 LCD 下排显示‘CLOSE’。当输入的开关量由断开变为闭合或由闭合变为断开时，微处理器都将锁定当前的输出显示值，操作者按仪表面板的 LOOP/HOLD 键可解除输出显示值的锁定，直到输入开关的状态重新发生变化，这使操作者可准确的观察到温度控制器或温度开关的动作值。

3 VC16 压力校验仪的设计与应用

VC16 主要针对压力变送器、压力控制器和压力开关等压力仪表的校验及检查。VC16 可与专用的智能数字压力模块及加压系统提供 -0.1MPa~100MPa 的压力源，压力的测量精度为 0.025%，5 为数字显示分辨率。智能数字压力模块内部代有对温度补偿和压力测量的电路，通过数字信号与 VC16 通讯，因此各个模块具有互换性。

VC16 压力校验仪的硬件电路设计

VC16 的电路与 VC12 大部分一样，工作原理见图 2-2

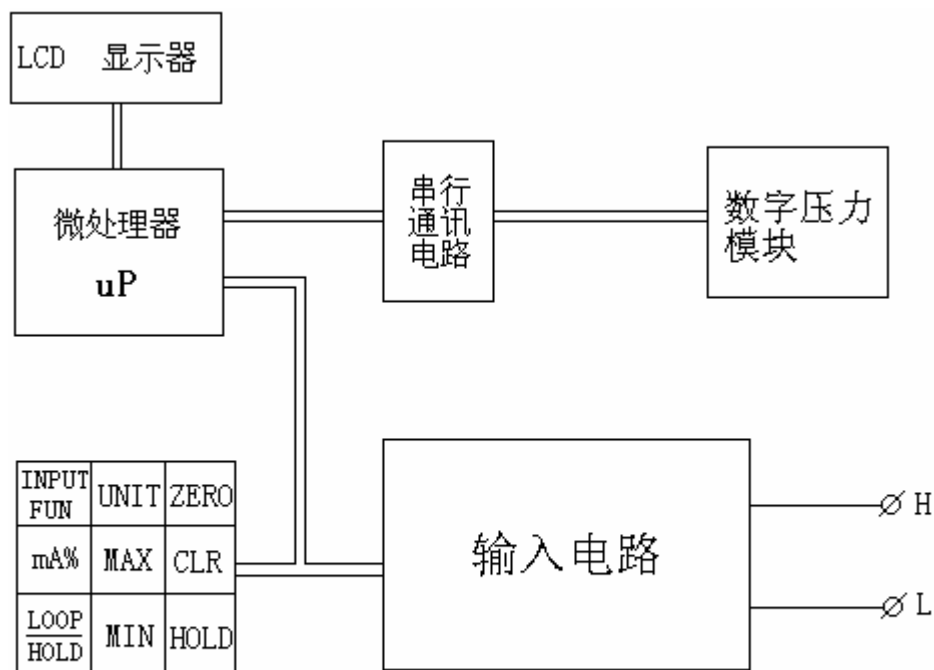


图 2-2 VC16 原理框图

压力测量：压力信号通过数字模块变为数字信号，按规定的通讯协议由串行通讯电路送入微处理器，微处理

器将压力值在校验仪的 LCD 上进行显示。用户可通过操作仪表面板的 (ZERO) 键将当前的压力值作为压力的零点值(此值要在压力测量范围的 $\pm 5\%$ 之内),可操作(UNIT)键选择 bar、mbar、pa、kpa、MPa、tmo、 kg/cm^2 、psi 等压力单位显示,可通过 (MAX) 或 (MIN) 显示最大或最小压力值,通过 (CLR) 键将以前的最大、最小值清为零。

输入测量:输入测量部分与 VC16 完全一样。

4、其它电路说明:

变送器校验仪除了它各自专有的电路形式有所不同外,其它的电路如微处理器、键盘控制、LCD 显示控制、DAC、ADC 及 DC-DC 的电源电路几乎完全一样,这有利于提高电路的统一性和可靠性。手持仪器的功耗设计是一个重要的指标,为了降低功耗,设计中尽量选用大规模和低功耗集成电路,微处理器采用高速低功耗的单片机。由于键的数量不多,采用直接由 I/O 口读键的方式,采用 128 段低功耗 LCD 显示驱动器,机内所有运算放大器、基准都采用低功耗的精密器件。对于耗电较大的 24V 升压 DC/DC 电源电路,采用在功能切换或更换量程时自动置为待机状态,为了节省电池无谓的损耗,设计了自动关机功能。如果用户 10 分钟之内不对仪表进行操作,它将自动关机,关机后机内的 MOS 开关管将电池与电路部分断开,此时电池输出电流不到 2uA,大大延长了电池的使用寿命。

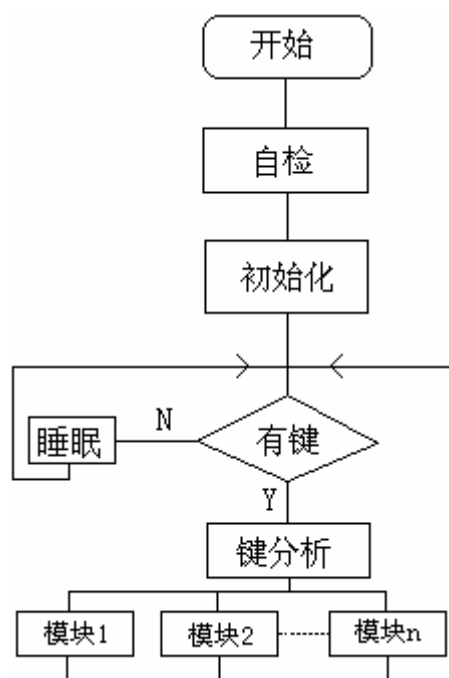
5、软件设计:

仪器的监控程序采用状态分析的键功能设计,主要分为两个状态,正常工作状态和校准状态,无论哪种状态都要考虑软件的可靠性。为了降低功耗,除了硬件采取的措施外,在软件上也要采取的措施,在软件设计时,采用微处理器在执行完当前任务后自动进入睡眠状态,由于微处理器工作期与睡眠期的时间比小于百分之一,所以

可大大减少功耗。同时由于在睡眠期微处理器对外部的干扰不敏感,这样可提高仪表的抗干扰性。下面结合图三说明程序设计的思想。

打开仪表电源开关,微处理器根据面板上的按键选择进入正常工作状态或校准状态,之后仪表进行自检和初始化,判断是否有键按下,如无键操作,处理器进入睡眠状态,如有键按下,唤醒处理器进行键分析,转入相应的键执行程序。

为保证仪表的精度指标,在规定的时间内要进行校准。在校准状态,所有量程校准由机内面板校准软件完成。校准时不用打开机壳,对照外部的高精度标准,通过面板按键操作将校准常数存入机内的 EEPROM 内,仪表在正常操作状态时,根据各量程的校准常数由微处理器计算出当前的输出或测量值。



图三 软件框图

6. 结束语

对 VC12、VC16 在校准室校准后,对输出和输入用福禄克 1281 数字表和 5520A 标准源进行测量,精度高于 0.005% 量程,24 小时稳定度高于 0.001% 量程,在温度实验箱做 0~50 温度试验,输出和输入各量程精度均在

0.02%量程以内，其温度影响最大不超过 0.001%量程/ 。

通过在现场使用，证明该系列校验仪稳定、可靠、功能全、精度高，完全满足在现场对变送器进行校准的要求。

参考文献：

[1]CA100 COMPACT CAL USER'S MANUAL

[2]FLUKE 716 Pr Calibrator Instruction Sheet

[3]与 8051 兼容的高性能、高速单片机 北京航空航天大学出版社 2002 年