

智能数据检测管理系统的硬件应用研究

张 勇¹, 王冀超²

(1. 河北省广播电视技术中心, 河北 石家庄 050012;

2. 河北科技大学 信息学院, 河北 石家庄 050012)

摘 要:“智能数据检测管理系统”以微型计算机为基础,在恶劣的工作条件下可能会由于长时间运行而产生不稳定情况,影响数据采集精度。使用 ICL7107A/D 转换器单独建立一个由纯硬件集成的电路,两套系统并行使用提高了采集稳定度;采用三线制电桥技术,解决了导线过长对测量结果的影响。通过对两种方法的介绍,着重针对实际工程中电路的组建和外围器件参数的选择进行了论述,实际使用结果表明上述方法解决了工作出现的问题,降低了系统成本,使测量更加稳定、准确。

关键词:智能数据检测;三线制;电桥

中图分类号:TM930

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)02-0230-04

Applications of Intelligence Data Test Management System

ZHANG Yong¹, WANG Ji-chao²

(1. Radio & Tv Technology Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050012, China;

2. Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050012, China)

Abstract: “Intelligent Data Test Management System” based on microcomputer system, in bad working conditions will be unstable and influence data acquisition accuracy for the long time running. This article introduces two applications of “Intelligence Data Test Management System”. First it was used ICL7107 that made by Intersil. Its a high performance, low power, $3^{1/2}$ digit A/D converters. It contains seven segment decoders, display drivers, a reference, and a clock circuit. Second three-wire electricity bridge in the “Intelligence Data Test Management System”, it solved the effect of the measure result from the resistance with wire, it made the measure precise and accurate.

Key words: intelligence data test; three-wire; electricity bridge

0 引 言

我们在样机调试过程中,遇到了这样两个问题。该智能仪器是以微机为基础的,而在化工厂这种恶劣的环境下工作,势必有可能会由于仪器长时间的使用而产生微机运行不稳定的情况,给它并上一个由纯硬件集成的电路,两套系统并行使用,微机为主可以显示,报警等数据处理工作,另一套由纯硬件集成的电路只起显示作用^[1],经过大量的比较和试验最终选择了 ICL7107。另外,在取信号点和样机离的较近,导线电阻对测量结果没有太大影响,可忽略不计。但在现场时发现测量与实际偏差太大,原因是取信号点和系统离的较远(50米以上),这样导线电阻对测量结果就有了影响,用三线制电桥法解决了该问题。

1 智能数据检测管理系统介绍

智能数据检测管理系统^[2]主要应用于工业化工、油田、环境保护等行业,可以对生产现场的环境温度、湿度、灰尘、压力等数据进行实时采集,并实现数据的检测、显示、存储及报警打印功能。整个系统以计算机网络为基础,是将数据采集硬件和软件相结合的智能化管理系统,可以通过现有的电话网络对整个系统的运行状态和检测结果进行远程查询,减少了许多人为造成的伪数据,提高了数据的精确度。该系统具有超长历史数据记录功能,在现有资源条件下,若设置为每小时记录 120 次可连续保存记录数据 25 年以上。同时,系统采用了“快速定位技术”解决了超长历史数据记录的快速查询问题。

系统的数据采集硬件由现场传感器、常规检测仪、参数变送器、系统控制器、数据存储器、显示屏和人机联系部件组成,结构如图 1 所示。现场传感器将生产现场的某种非电量参数变换成相应的电信号传送给采集系统的参数变送器和常规检测仪表,再变换为相应

收稿日期:2010-06-15;修回日期:2010-09-02

基金项目:河北省科技重点攻关项目(02213543)

作者简介:张 勇(1981-),男,河北石家庄人,硕士研究生,工程师,从事信号处理、自动控制等的研究。

的数字信号。系统控制器对该数字信号进行各种数据处理,实现对该非电量参数的显示、存储、报警、查询、打印等功能。

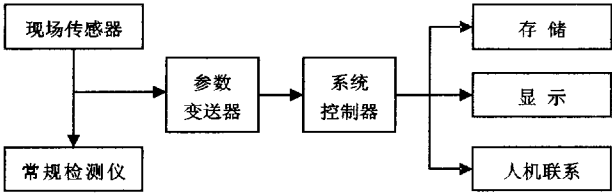


图 1 系统硬件框图

系统软件设计充分利用了可视化用户界面的设计方法及相关特殊功能,数据存储采用 Oracle 数据库,较好地实现了数据检测管理系统的设计方案。软件平台采用了自上而下的模块化设计,用户可参与到软件中,当底层硬件发生变化时可以根据实际需要调整软件工作流程,整个软件系统分为主模块、检测与存储模块、浏览与查询模块、报警设置模块、打印模块等五个模块。

目前,由计算机实现的智能数据检测管理设备^[3]大部分采用数据和柱状图方式显示测量结果。由于采用了“数据移动技术”智能数据检测管理系统,不仅能够将检测数据以数据和柱状图方式显示,而且能够以曲线动态显示方式表示检测数据。通过这种显示方式,操作员可以直观地观察到数据的动态变化趋势,并了解到在某一时段内数据的变化过程,在设备启动初期这种检测数据显示方式显得尤为重要。

随着计算机存储设备的快速发展,只要采用大容量硬盘即可很方便地实现检测数据的超长记录^[4]。但是,由于快速查询问题难以得到解决,一些智能化仪表最长仅能存储 30 天左右的检测数据记录。所以必须解决数据超长记录与快速查询之间的矛盾,否则数据超长记录就失去了意义,使用“快速定位技术”可以简单地解决上述问题。快速定位技术的关键是将记录数据进行多级分块并加以相应标记,而后按照标记进行按块存储。当需要进行数据快速查询时,首先将查询条件转换成相应的标记,由标记快速定位到某块记录集,最后在记录集中按照最初的条件进行查询或打印。使用这种方法查询速度很快,而且与查询时间无关,与整个系统的数据存储长度无关,很好地解决了数据超长记录与快速查询之间的矛盾。

智能数据检测管理系统可以与任何数字式常规仪表并联运行,保证了该系统在现场出现问题故障时,不至于影响整个生产检测工作的进行,提高了整个系统的安全性、可靠性、实用性。另外,该系统采用网络远程连接方式,不仅使主要设备能够远离操作现场的恶劣环境,同时,这种设计可以实现多个车间检测数据的集中采集,保证了该系统的扩展性和检测数据的可靠

性。

2 ICL7107 系统组成

下面以温度测量为例说明 ICL7107,电桥与该系统的连接框图^[5],如图 2 所示。

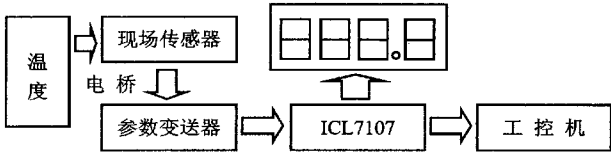


图 2 系统框图

其中,传感器取出的信号送到参数变送器,生成模拟信号的结构即为电桥测量结构,连接参数变送器和检测控制仪^[6]的部分是将 A/D 转换、译码、显示等功能集为一体的纯硬件电路芯片 ICL7107。

其信号流程为:温度信号经现场传感器和参数变送器变换成相应的电信号。此电信号经 ICL7107 进行 A/D 转换后并驱动 LED 数码管显示温度值;同时 ICL7107 将 A/D 转换后生成的数字信号传送到检测控制仪中进行各种数据处理,完成存储、显示、人机联系等功能。

3 ICL7107 结构说明

ICL7107 是由 Intersil 生产商生产的 CMOS 构造的自动稳零二重积分型,内含时钟振荡器(外附 R、C)并带有 3 位半数码显示功能的 A/D 转换电路^[7],它由一个 A/D 转换器、译码显示驱动器、显示电路和一个时钟电路组成,具有高品质差分输入、高共模抑制比的大规模集成电路优点,同时具有低功耗的优点,结构如图 3 所示。

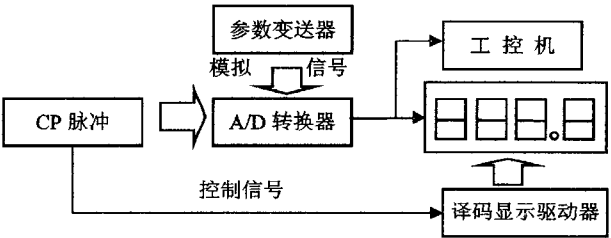


图 3 ICL7107 示意图

ICL7107 外围器件参数的选择与计算:

(1) 振荡频率 f_{osc}

$$f_{osc} = 0.45/RC$$

对于数据采集系统取 $C = 100\text{pF}$, 双积分型 A/D 转换器第一次积分阶段的时间 T_{IN} 为电网工作频率周期 20ms ($f = 50\text{Hz}$) 的整数倍时,具有较强的抑制串模干扰的能力。所以输入脉冲频率必须满足下式:

$$1000 \times T_{osc} \times 4 = 20\text{ms} \times N$$

取 $N = 5$ 时,可求出 $T_{osc} = 0.025\text{ms}$,故频率 $f_{osc} =$

40kHz, 采样速率 SR 为

$$SR = 40\text{kHz}/4000 \times 4 = 2.5/\text{s}$$

在 40kHz 时外接电阻 R 值为 112.5k Ω 。

(2) 积分电阻 R_{INT}

为保证在输入电压范围内的线性工作, 数据采集系统外接积分电阻要选择适当大。当积分电流取 4 μA 时, 积分电阻的取值可用下式计算

$$R_{\text{INT}} = V_{\text{FS}}/4\mu\text{A} = 2\text{V}/4\mu\text{A} = 500\text{k}\Omega$$

(3) 积分电容 C_{INT}

数据采集系统积分电容的取值用下式计算

$$C_{\text{INT}} = 4000 \times I_{\text{INT}}/f_{\text{OSC}} \times V_{\text{IS}} \quad V_{\text{IS}} \text{——积分电路输出幅度}$$

数据采集系统转换速率为 2.5/s 时, 积分电流为 4 μA , 输出幅度为 3V, C_{INT} 取 0.1 μF 。

(4) 自动稳零电容 C_{AZ}

系统允许引入的噪声决定了自动稳零电容 C_{AZ} 大小的选择。当系统 A/D 转换器具有较高分辨率时, 则引入较小的噪声, 这时自动稳零电容的取值相对较大。因此, 数据采集系统满度输入 $V_{\text{FS}} = 2\text{V}$ (分辨率为 1 字/1mV) 时, C_{AZ} 取 0.047 μF 比较合理。

(5) 参考电容 C_{REF}

按照数据采集系统要求, 参考电容 C_{REF} 的选取应保证 A/D 转换器的翻转误差限制在 1 个字以内, 所以取值选 0.1 μF 。

由传感器和参数变送器将温度信号转换成模拟信号 (-5V 到 +5V)。模拟信号传送到 ICL7107 的 A/D 转换器中转换成相应的数字信号, 如果是 +5V 的模拟信号则对应的是 +200 $^{\circ}\text{C}$, 若为 0V 则对应的是 0 $^{\circ}\text{C}$, 由于参数变送器可产生负电位, 所以也可显示负值, 即 -5V 对应 -200 $^{\circ}\text{C}$ [8]。该智能仪器可以显示 -200 $^{\circ}\text{C}$ 到 +200 $^{\circ}\text{C}$, 实际环境中很难出现 -200 $^{\circ}\text{C}$, 但是实验过程中可以用 -5V 的电位代替, 来检测该仪器的性能, 测试结果表明当显示为 -200 $^{\circ}\text{C}$ 时仍相当稳定。工业要求测量温度范围为 -50 $^{\circ}\text{C}$ 到 200 $^{\circ}\text{C}$, 该硬件集成的电路完全满足工业要求。由时钟电路产生控制信号控制译码显示驱动器将数字信号译码成 BCD 码后驱动 LED 显示, 显示驱动器中包括数据锁存器用于短暂的保存数据, 该硬件集成的电路的驱动能力为 3 $\frac{1}{2}$ 即三位半, 即它只能显示 -199.9 到 199.9。该数字信号同时送到检测控制仪中进行各种数据处理, 完成存储、显示、人机联系等功能。

试验证明该硬件集成的电路与智能系统显示数据始终一致, 且智能仪器可以显示到 0.01 上下浮动范围不到 0.03 在测量一固定温度时其 0.1 位即 LED 显示时没有上下浮动现象, 相当稳定, 而工业要求为上下误差不得超过 0.2。

4 三线制电桥结构说明

热电阻传感器是用导体或半导体的电阻率随温度的变化而变化的原理制成的 [9]。铂属于贵金属, 具有耐高温、温度特性好、使用寿命长等特点, 因而得到广泛应用, 铂电阻与温度之间的关系是非线性的, 即

$$R_t = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2)$$

式中 R_t 为铂电阻在 t 温度下的电阻值, R_0 为铂电阻在 0 $^{\circ}\text{C}$ 下的电阻值, 一般为 100 Ω , α 为一阶温度系数, $\alpha = 3.908 \times 10^{-3} (^{\circ}\text{C})$; β 为二阶温度系数, $\beta = 5.802 \times 10^{-7} (^{\circ}\text{C})$ 。在实际测量时, 测量的是铂电阻两端的电压量, 推导出相应的电压值与温度之间的关系, $U_t = f(R_t) = f[\gamma(t)]$ 而计算出实际温度。

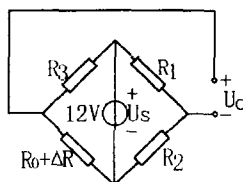


图 4 普通电桥

基本电桥电路如图 4 所示 [10], 其中 R_1, R_2, R_3 为已知电阻, $R_0 + \Delta R$ 为被测电阻, 为使电桥在零度时达到平衡, 则 $R_1 = R_2 = R, R_3 = R_0$ (R_0 为铂电阻在 0 $^{\circ}\text{C}$ 下的电阻值), $U_0 = 0$ 。当铂电阻在温度的影响下增加 ΔR 时, 电桥不再平衡, U_0 将不再为零, 而是有一定数值:

$$U_0 = \frac{1}{2} U_s \times \Delta R / (2R_0 + \Delta R)$$

这样就可以得到电压与温度的关系, 算出实际温度。这是不考虑导线电阻影响的情况下, 但在现场调试时, 取信号点与测试系统离的较远 (50 米以上), 导线电阻则不可忽略 [11], 如图 5 所示。

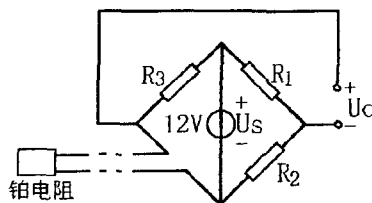


图 5 普通测试电桥

若考虑单路导线电阻大小 R_L , U_0 应为:

$$U_0 = \frac{1}{2} U_s \times \frac{(\Delta R + 2R_L)}{(2R_0 + \Delta R)}$$

在测量过程中铂电阻接入电桥的导线过长, 就会导致读数有较大的偏差, 为补偿其偏差, 应在 R_3 电阻上串一个同导线电阻相等的电阻, 这个电阻的阻值是不容易确定的, 所以选择了给 R_3 电阻串一个同铂电阻接入电桥的导线等长的导线, 用三线法解决了该问题。另外, 四线制式接线方法也可用于精确检测温度,

四线制和桥式以及三线制不同,它不构成电桥电路。这种电路在测量电压时漏电流较少,它的高阻抗电压计是不可缺少的部分。测量误差远小于热电阻测量温度计电压降引起的误差可忽略不计。在工业现场中,热电阻通常为三线制输出,所以四线制通常应用极少。

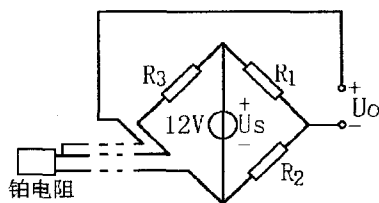


图6 三线制测试电桥

三线制电桥连接方法如图6所示^[12],一根导线连接铂电阻桥臂,一根导线连接平衡电桥桥臂 R_3 ,第三根导线连接输出。这样当零度时, U_o 输出就会为零,在测量温度时,电桥不再平衡,产生输出电压 U_o :

$$U_o = \frac{1}{2} U_s \times \frac{\Delta R}{(2R_0 + \Delta R + 2R_L)}$$

在测量温度不超过200℃时,误差不超过0.01,这完全满足工业上要求。

5 结束语

在智能数据检测管理系统中采用芯片ICL7107后,由于它有测量精度高,集成性强且价格适中等特点,使智能数据检测管理系统在总的造价中降低了成本,同时在生产线上发生意外的情况下,可以通过人为读取LED显示的数据,保证了该系统的长时间正常运行。在智能数据检测管理系统中采用三线制电桥法后,使测量结果不再受导线电阻的影响,使测量更加精

密、准确,这样大大提高了生产效率。

参考文献:

- [1] 李志全. 智能仪表设计原理及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,1995.
- [2] 焦 阳,王德奎,王亚芳. 智能数据检测管理系统的研制[J]. 河北科技大学学报,2005(6):153-155.
- [3] 张辉宜,陶 陶,赵海军. S3C44BOX 嵌入式处理器与ADS7864的接口技术[J]. 计算机技术与发展,2007,17(8):84-86.
- [4] Stock S. High-speed data recording and playback with PXI [C]//Autotestcon,2007. [s. l.]:IEEE,2007:455-461.
- [5] 王金长. 采用ICL7107的小型数字温控表[J]. 电测与仪表,1998(4):33-36.
- [6] 焦 阳,王德奎,孙玉杰. 智能油压监测系统的研制[J]. 电工技术杂志,2001(10):49-50.
- [7] ICL7106, ICL7107, ICL7107S Data Sheet[M]. Intersil Instruments Corporation,2001.
- [8] 王永青,陈明霞. ICL7106/7107型ADC量程迁移与零点迁移功能的开发应用[J]. 河北大学学报(自然科学版),2005(3):326-328.
- [9] Barthelemy H, Koudobine I, Van Landeghem D. Bipolar low-power operational transresistance amplifier based on first generation current conveyor [M]//Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing, IEEE Transactions on, 2001:620-625.
- [10] 徐振斌,朱大奇,衣承斌. 智能热电偶温度测试仪研制[J]. 电子测量技术,1999(1):44-46.
- [11] 姚爱琴,马忠亮,孙运强. 热敏电阻测量法的比较研究[J]. 测试技术学报,2002(1):61-63.
- [12] 段晓杰. 基于虚拟仪器技术的远程多路温度检测系统的开发与研究[D]. 天津:河北工业大学,2006.

(上接第225页)

- [J]. 科学通报,1999,44(22):961-969.
- [11] Wagsta K, Cardie C. Clustering with instance-level constraints[C]//Proceedings of the Seventeenth International Conference on Machine Learning. Palo Alto, CA: Morgan

Kaufmann,2000:1103-1110.

- [12] 张 敏,于 剑. 基于划分的模糊聚类算法[J]. 软件学报,2004,15(6):858-868.

(上接第229页)

- [9] 班艳丽,柴乔林,王 芳. 改进的 ZigBee 网络路由算法[J]. 计算机工程与应用,2009,45(5):95-97.
- [10] Chakeres I D, Klein - Berndt. AODVjr, AODV simplified[J]. Mobile Computing and Communication Review,2002,6(3):100-101.
- [11] Kim T, Kim D, Park N, et al. Shortcut tree routing in ZigBee network[EB/OL]. [2008-02-16]. http://resl.icu.ac.kr/~damiano/proc/iswpc2007_1.pdf.

- [12] Ran Peng, Sun Maoheng, Zou Youmin. ZigBee routing selection strategy based on data services and energy-balanced zigbee routing[C]//Proceedings of the 2006 IEEE Asia-Pacific Conference on Services Computing. Washington DC: IEEE Computer Society,2006:400-404.