

一种全数字式油罐的计量与监测装置

王惠庆¹, 尹 斌¹, 刘惠义²

(1. 河海大学电气工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学计算机及信息工程学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 全数字式油罐计量、监测装置可同时对多个油罐内液体的压力、温度、液位及质量等进行实时监测、显示和报警, 并可与上位机通信联网。其关键技术是通过高精度的智能压力(或液位等)变送器输出的 HART 信号等进行数据采集和通信, 同时可利用 HART 通信接口协议, 对智能变送器进行常规的在线维护。由于系统工作在全数字方式下, 从而使得系统结构得以简化和避免了采样误差、零点漂移及电源波动、线路噪声、空间电磁干扰等因素的影响, 数据结果完全由变送器的精度和计量算法决定。装置已投入多处现场使用, 效果良好。

关键词: 油罐计量; 监测装置; 现场总线; 单片机应用

中图分类号: TP23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-198X(2003)03-0338-04

油库是接卸、储存、供应石油成品油的基地, 油罐计量结果的准确与否将直接影响油库的经济效益和信誉。目前, 国外一些发达国家如美、英、日等都在油罐静态自动计量方面实现了计算机联网管理。近年来国内一些部门和单位, 吸取国外先进经验, 引进并研制了多种油罐静态自动计量仪表和系统, 以实现油罐的自动计量和监测^[1]。但多数产品在性能上特别是测量精度和稳定性等方面仍有许多不足之处。笔者研制开发的油罐计量、监测装置, 采用了高精度的智能变送器、数字温度传感器及相应的软硬件设计, 具有全数字式采集和通信以及调试简单、结果准确、稳定性好等特点, 现场运行效果良好。

油罐计量、监测装置(以下简称装置)属油罐计量、监测分布系统(又属油库综合自动化及信息管理系统的子系统)的前置监测和报警单元, 负责对有关油罐内液体介质的温度、压力及液位和质量等进行实时监测、显示和报警, 并可与上位机通信。装置主要具有以下功能:

- a. 通过 RS-485 串行接口和多个数字式温度传感器(自主开发)进行数据通信, 可对多个油罐内液体介质的温度进行实时监测, 精度为 0.2%, 精度完全由相应数字式传感器的精度决定, 无需标定。
- b. 通过智能压力(或液位等)变送器输出的 HART 信号, 对多至 32 个油罐内液体介质的压力(或液位等)等进行实时监测和实时报警, 精度完全由相应变送器的精度决定, 无需标定。
- c. 利用 HART 通信接口协议^[2], 对智能变送器进行常规的在线维护。
- d. 以 RS-485 通信方式与上位机通信, 实现系统的遥测、遥信等。
- e. 具有良好的汉化显示界面, 操作简单方便。
- f. 装置采用 CMOS 器件, 具有功耗低、温度宽和抗干扰性强等特点, 可用于户外。
- g. 能在线标定装置的地址号和对相应油罐的罐号等参数进行设定和修改, 扩展性强。
- h. 装置的输入/输出采用光电隔离方式, 具有抗干扰、防雷击、防爆等措施。

1 油罐计量、监测分布系统的组成

系统的组成原理如图 1 所示, 该系统既可用于静压法, 也适用于混合法等方案。由图 1 可见, 系统主要由压力(差)变送器、液位变送器(可选)、温度变送器、油罐计量、监测装置、监控、管理微机系统和系统应用软件等组成。多个油罐中的压力(液位)和温度等信号被油罐计量、监测装置采样处理后, 传输给监控、管理微机系统。其主要任务有: 油罐液体质量的自动计量; 油罐液位安全动态监测; 罐区仓储管理; 对计量数据进行分析、

统计、制表等事物性处理 ;对油罐设备数据进行管理 ;提供扩展能力 ,与其它信息管理系统集成 ,供上级公司远程访问 .其中油罐计量、监测装置由 HART 数据采集模块 ,MPU 主控模块 ,显示、报警和键入模块等组成 .可对固定罐区内的多个油罐的压力、温度等信号进行实时采集 ,处理后再传输给监控、管理微机系统 .这种设计比较灵活 ,油罐数量的增加对系统的软件和硬件设计影响较小 .而且便于就地集中监视 ,减少数据通讯线路 ,降低了系统成本 .

2 油罐计量、监测装置的硬件设计

2.1 HART 数据采集接口模块(简称 HART 采集模板)

该模板采用的调制解调器是 Smar 公司生产的 HART 调制解调器芯片 HT2012 .该片与微控制器和传输介质接口较简单 ,3~5V 的单工作电源 ,功耗低为 40 μ A ;CMOS 和 TTL 兼容的电平 ,温度范围 -40~85℃ .

a. HT2012 的组成和引脚功能 .HT2012 主要由 4 部分组成 ,它们是时钟 ,解调器 ,调制器和载体检测 .其构成原理如图 2 所示 ,接口原理如图 3 所示 .

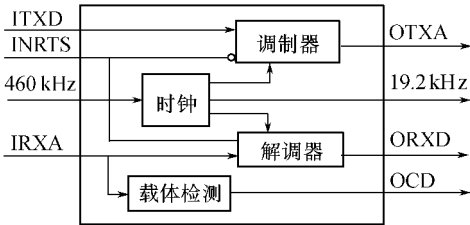


图 2 HT2012 的构成原理
Fig.2 Constitution of HT2012

HT2012 各引脚功能如下 :VDD——+5 V 电源 ;O19-2K——输出 ,用户时钟 19.2 kHz ;OCD——输出 ,载体检测 ;IRXA——输入 ,解调器输入 ;NC——空脚 ;ITEST1——测试输入 1 ,正常使用时接 VSS ;ORXD——输出 ,解调器输出 ;VSS——电源地 ;OTXA——输出 ,调制器输出 ;INRTS——输入 ,请求发送 ;ITEST0——测试输入 0 ;ITXD——输入 ,调制器输入 ;I460K——输入 ,输入时钟 460.8 kHz .

b. HART 采集模板的接口电路 .接口电路如图 4 所示 .其中 ,HT2012 的 17 脚受 80C196KC 的 P1.6 控制 ,决定是输入或输出 ;HI3 接 80C196KC 的 HSI.3 ,为软件串行口输入 ;H03 接 80C196KC 的

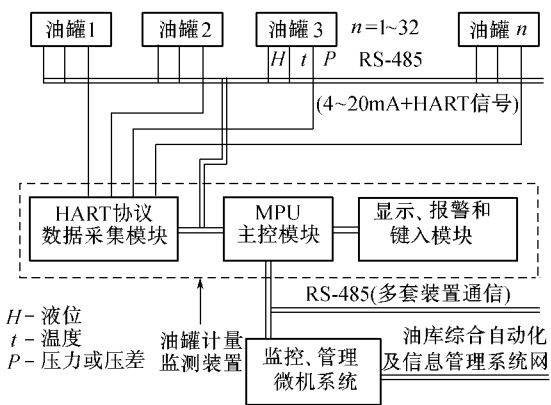


图 1 系统组成原理
Fig.1 System composition

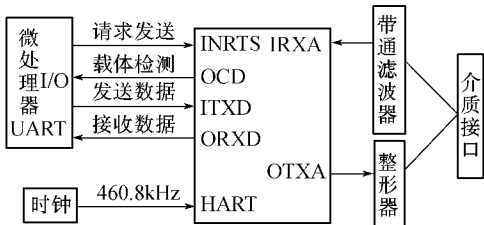


图 3 HART 接口原理
Fig.3 HART interface

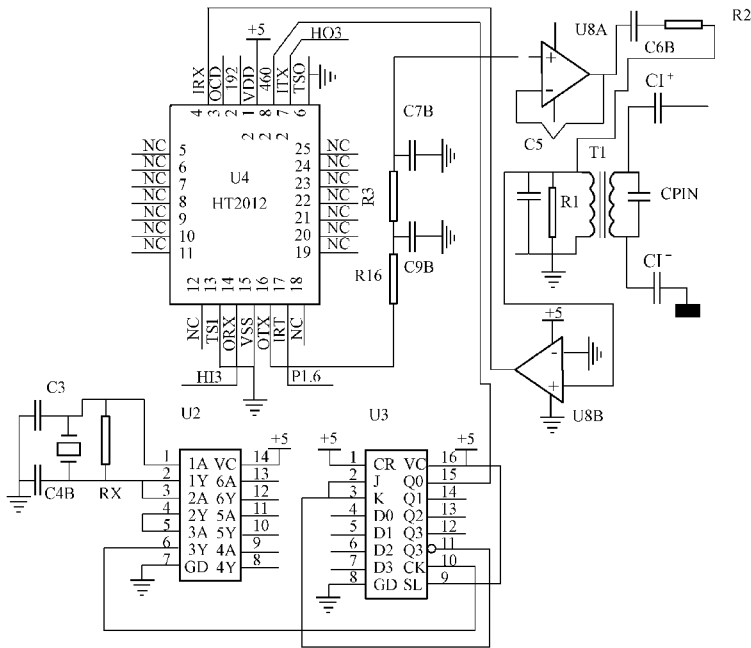


图 4 HART 采集模板的接口电路
Fig.4 Interface circuit of HART collection module

HSO.3^[2]为软件串行口输出;U2、U3和晶振等器件组成高精度时钟输出电路,使输入HT2012芯片的时钟频率为460.8kHz。

c. HART采集模板的组成原理. HART采集模板的作用,可对多至32个智能变送器进行“HART”数据采集;也可利用HART通信接口协议^[3]对智能变送器进行常规的在线维护;还可通过该模板的串行接口经光电隔离后,以RS-485通信方式与MPU主控模板进行数据通信等. HART采集模板的组成原理如图5所示。

2.2 油罐计量、监测装置的硬件设计

装置的硬件主要由MPU主机模板、HART采集模板、信号转换、防雷击抗干扰模板和显示、报警和键入模板、进出线端子和防爆机壳等组成. MPU主机模板的硬件构成原理类似与图5所示,不同的是扩展有LCD液晶显示器和接口、定值保存区、键入和LED指示、取消HART采集部分等. 主要设计思路是:

- a. 要求装置能长期连续运行,实时性较好,性能稳定,测量结果准确可靠,整机功耗较低,工作电源为24V,且数据处理、计算工作量不大,显示要求不高,采用80C196KC单片机应用系统。
- b. 程序存储器扩展用27C256,数据存储器扩展用62C64,为在线整定和保存参数需要,扩展了一片28C64A,并具有禁止、允许写入控制。
- c. 利用80C196KC^[2]的16位监视定时器WDT、非操作码执行中断、数据总线并上拉电阻、软件陷阱和复位等,使得计算机出现硬件或软件干扰故障时,能自动重新运行程序.同时还采用电源监视及复位控制电路,以防掉电误操作、上电死机,同时有按键复位功能等。
- d. 温度的采样过程是通过对数字式温度变送器(DS18B20)的多点数据通信实现。
- e. 为满足与上位机通信需要,本装置扩展有光隔的RS-485串行通信接口,其通信协议简单和规范,符合实际应用要求。

3 油罐计量、监测装置的软件设计

装置的软件设计采用模块化设计思路.由于装置中的MPU主机模板、HART采集模板以及数字式温度变送器均由80C196KC、89C2051等单片机应用系统构成,因此软件是分别设计。

由于80C196KC单片机仅含有一个全双工串行口^[2],而装置中的MPU主机模板和HART采集模板上均需要至少两个串行口,因此用软件串行口进行了扩展(即用芯片的高速输入HSI3作为串行口输入,高速输出HSO3作为串行口输出).具体在HART采集模板上,用软件串行口与调制解调器芯片HT2012通信,用硬件串行口与MPU主机模板通信;在MPU主机模板上,用软件串行口与HART采集模板、数字式温度变送器通信,用硬件串行口与监控、管理微机系统通信。

3.1 HART采集模板的软件设计思路

HART采集模板由主程序、通信中断服务程序、HART采样子程序、数据处理、保存子程序等构成。

3.1.1 主程序的具体内容和思路

(a)系统初始化.包括设置堆栈,有关寄存器和内存单元清零,接口初始化,开放中断等。(b)采样通道控制及指示.通过光隔电路控制多路开关的选通,采样通道号的LED指示及延迟等。(c)HART通信采样子程序的调用.适时控制HT2012为发送或接收状态,通过调制解调器向对应智能变送器进行HART握手通信并读取数据,数据校验和判断,简单浮点运算和数据处理等。(d)数据检验和保存.数据量程范围和有效性判断,浮点数据和电流计算值在对应位置保存等。(e)通道号修改或重置.采样通道号选择开关,通道号修改或重置后转b。

3.1.2 通信中断服务程序的具体内容和思路

(a)中断服务程序入口处理.现场保护和压栈,中断有效性判断,异常转出到g。(b)开放部分中断,命令地址检查,异常转出到g。(c)命令数据帧检查,异常转出到g。(d)置RS-485接口为发送状态,延迟少许。(e)根据命令发送数据或模板信息等。(f)置RS-485接口为接收状态。(g)现场恢复和出栈,中断返回。

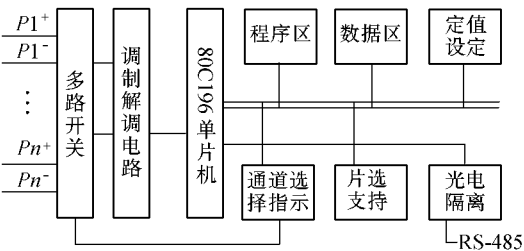


图5 HART采集模板的组成原理
Fig.5 Composition of HART collection module

3.1.3 HART 采集模板与 MPU 主机模板通信接口约定

接口标准 :RS-485 ;数据格式 :串行异步 ,1 位起始位 ,8 位数据位 ,1 位控制位 ,1 位停止位 ,共 11 位 ;通信速率 :4800 bps ;联络方式 :MPU 主机模板对采集模板发 Mode2 方式(第 9 位 = 1)命令 ,采集模板利用 Mode3 方式(第 9 位 = 0)返送数据或状态 .

3.2 MPU 主机模板(即装置)的软件设计思路

MPU 主机模板由主程序 ,通信中断服务程序 ,LCD 显示子程序 ,显示器清屏子程序 ,温度采样子程序 ,与 HART 采集模板数据通信子程序 ,与监控、管理微机系统数据通信子程序 ,数据转换与处理子程序 ,数据保存子程序 ,键盘中断服务程序 ,装置自检子程序 ,采样数据显示刷新子程序 ,上位机计算值显示刷新子程序等构成 .

主程序的具体内容和思路 (a)系统初始化 .设置堆栈 ,有关寄存器和内存单元清零 ,显示缓冲区建立及赋初值 ,接口初始化 ,显示器清屏 ,开放中断等 .(b)显示画面及采样通道控制 .根据显示缓冲区进行点阵及字符显示 ,根据标志决定是巡检还是定检 .(c)温度采样 .与数字式温度变送器数据通信 ,采样相应油罐的温度值 ,数据转换与处理并送内存缓冲区 ,温度报警判断等 .(d)液位采样 .与数字式液位变送器数据通信 ,采样相应油罐的液位值 ,数据转换与处理并送内存缓冲区 ,液位报警判断等 .(e)压力采样 .与 HART 采集模板数据通信 ,采样相应油罐的压力值 ,数据转换与处理并送内存缓冲区 ,压力报警判断等 .(f)上位机计算值的接收处理并送内存缓冲区 ,报警判断及显示缓冲区刷新 .(g)装置自检及处理 .(h)采样数据的显示缓冲区刷新 .(i)通道号修改或重置后转 b .其余诸多软件模块 ,由于篇幅有限略去 .

4 结 语

油罐计量、监测装置与油罐计量、监测分布系统配套使用 ,已在许多现场运行数年 ,效果良好 .装置的关键技术是数字式传感器和 HART 接口技术的开发与应用 .因为系统工作在全数字式工作方式下 ,使系统结构得以简化 ,避免了采样误差、零点漂移及电源波动等因素的影响 ,数据结果完全由变送器的精度和计量算法决定 .当然 ,其它如软件串行口的稳定可靠 ,对智能变送器进行常规的在线维护 ,抗干扰设计等也很重要 .

随着科学技术的发展和用户的实际需要 ,该装置与配套系统及方案可进一步地完善和提高 .

参考文献 :

[1] 中国石油化工总公司销售公司 .石油库管理手册 [M] .北京 :中国石化出版社 ,1990 .72—73 .
[2] 孙涵芳 .Intel 16 位单片机 [M] .北京 :北京航空航天大学出版社 ,1995 .286—296 .
[3] 阳宪惠 .现场总线技术及其应用 [M] .北京 :清华大学出版社 ,1999 .348—387 .

Full digital oil tank measurement and monitoring device

WANG Hui-qing¹ , YIN Bin¹ , LIU Hui-yi²

(1 . College of Electrical Engineering , Hohai Univ . , Nanjing 210098 , China ;

2 . College of Computer and Information Engineering , Hohai Univ . , Nanjing 210098 , China)

Abstract : The full digital measurement and monitoring device realizes real-time supervision , display and warning of the pressure and temperature of several oil tanks at the same time , and communicates with the central computer through network . The key technology is that the system collects the HART signal from highly accurate intelligent pressure sensors (or liquid position sensors , etc .) , and implements the routine online maintenance according to the HART interface communication agreement . With a full digital operation mode , the structure of the device is simplified , and the device can avoid impacts of many disturbance factors , such as sampling error , zero point shift , power fluctuation , line noise , spatial electric and magnetic disturbance , and so on . The data measured by the device are mainly determined by the accuracy of sensors and measurement algorithms . The device has been put in on-the-spot use , and produced good effect .

Key words : oil tank measurement system ; monitoring device ; field bus ; application of micro-controller single chip