

基于 LonWorks 现场总线的油罐测控系统

刘长岭, 冯晓东, 邵惠鹤

(上海交通大学 自动化研究所, 上海 200030)

摘要: 介绍了基于 LonWorks 现场总线的油罐测控系统, 包括系统总体结构、现场总线测控节点硬件和软件设计及监控计算机的功能实现。相对于 DCS 和 PLC 构成的测控系统, 该系统具有可靠性高、实时性好、测量精度高、控制性能好、成本低、易于扩展等特点。

关键词: 现场总线; 测控系统; 油罐; LonWorks

中图分类号: TP27 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-3932(2001)04-0033-03

1 前言

精确检测油罐参数, 及时掌握库存对提高生产装置的安全性、增加经济效益以及生产过程的全局优化和调度具有重要意义。LonWorks 现场总线作为工厂数字通信网络的基础, 沟通了生产过程现场级控制设备之间及其与高级控制和管理层之间的联系, 是一种开放式、新型全分散测控系统。本文结合“九·五”重点科技攻关项目“现场总线网络控制系统的集成”, 设计和实现了基于 LonWorks 现场总线的油罐测控系统。该系统具有可靠性高、实时性好、测量精度高、控制性能好、成本低、易于扩展等特点。

2 静压法原理

测控系统采用静压法测量每个油罐的油水总高、油温、油品密度和油品净质量。在每个油罐的同一侧的顶部、中部和底部垂直安装 3 台静压传感器, 在油罐中部安装 RDT 温度传感器, 在油罐附近安装催化燃烧式检测探头, 将可燃性气体浓度转换成 4~20 mA 的电流信号。

静压法采用以下模型公式进行计算:

油品密度计算:

$$P_3 = P_2 + \rho \times gH_1$$

$$\rho = (P_3 - P_2) / (g \times H_1)$$

式中:

P_2 ——中部压力传感器得到的油品压力;

P_3 ——底部压力传感器得到的油品压力; ρ ——中部和底部传感器之间垂直线上的油品的平均密

度; g ——当地重力加速度; H_1 ——中部和底部传感器的取压孔之间垂直距离。

液位高度计算:

$$P_3 = P_1 + \rho \times g(H - H_0)$$

$$H = H_0 + (P_3 - P_1) / (\rho \times g)$$

式中:

P_1 ——顶部压力传感器接受的油蒸汽压力;

H ——从计量基准点到液面的垂直距离;

H_0 ——计量基准点到底部压力传感器的距离, 取压孔之间的垂直距离。

由上式得到液面高度后, 通过输入容积表, 即可得到液面高度所对应的油水总体积。入水位已知, 可得到净油体积。油品的净质量为:

$$m = \rho V$$

式中:

m ——净油质量; V ——净油体积, m^3 。

3 油罐现场总线测控系统的结构和功能

基于 LonWorks 现场总线的油罐测控系统分为基础控制层及测控和管理层, 结构如图 1 所示。

在基础控制层测控节点采集油罐传感器提供的 5 个模拟量, 节点为油罐提供一个数字量输入用于阀门开关控制。系统中所有节点接到同一 LonWorks 网段上, 各节点通过双绞线连接。现场总线节点的主要任务是采集信号、数字滤波、标度变换以及开关量控制。各个节点之间以及节点与

监控计算机之间以网络变量的形式实现数据交换。

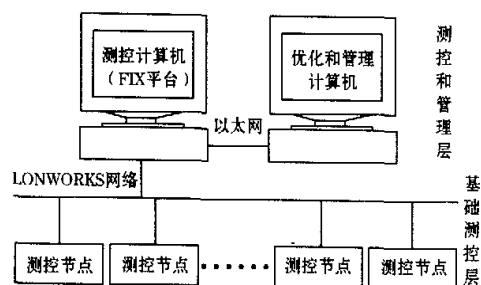


图1 油罐现场总线测控系统结构图

测控计算机通过 PCNSS LonTalk 网卡连接到 LonWorks 网络,其主要功能包括与现场总线测控节点的数据交换、显示、报警、操作、测控参数设定、手/自动切换等。网络变量保存在监控计算机的实时数据库中,供生产过程的优化、管理使用。优化和管理计算机的任务是参数优化,通过调整参数,使生产过程处于最优状态。

测控系统实现以下功能:

- (1) 油罐顶部、中部、底部的压力,油温和可燃性气体浓度等物理量的数据采集。
- (2) 油罐阀门开关状态的监控。
- (3) 根据要求调节进油和出油的速率。
- (4) 系统之间数据共享和交换。

(5)除了现场总线控制节点中基本算法外,系统还可通过测控和管理层实现组态、显示、报警操作等以及优化、软测量和调度等功能。

4 现场总线测控节点的硬件构成

设计 LonWorks 现场总线测控节点时,采用了基于控制模块的设计方法。LonWorks 控制模块是节点的核心部件,它采用 Echelon 公司生产的 FT-10,内含 3150 神经元芯片,时钟 10 MHz,带有 32 kb FLASH 存储器用于存储应用程序和通信固件,以双绞线作为网络传输介质。测控节点的硬件组成包括光隔继电器组、滤波电路、隔离放大电路、模数转换电路、通道选择控制电路、LonWorks 控制模块、数模转换及电流发送电路、继电器输出回路和电源电路。通道选择控制电路控制光隔继电器,选择所要测量的输入通道,滤波电路用于滤除模拟输入信号中的高频干扰,隔离放大电路用于内部模拟信号的隔离,使 Neuron 芯片电路与外部模拟输入信号不共地。数模转换电路及电流发送电路采用了 12 位串行数模转换器 MAX538 和电压/电流变换器 AD694,同时采用完善的隔离技术。电源电路的输入是直流 +24 V,它为节点内部提供所需的多组隔离电源,其中包括一路 +5 V 和两组 ± 12 V 电源,见图 2。

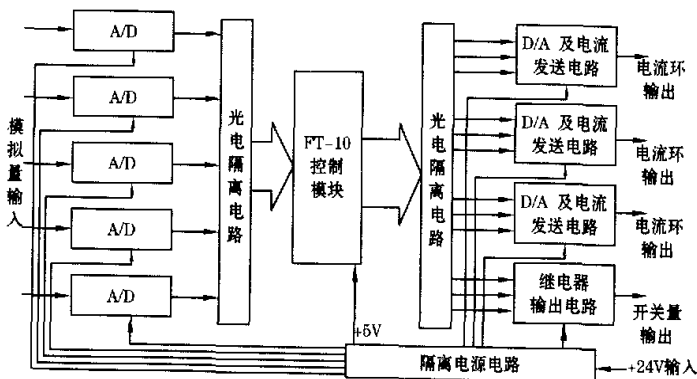


图2 现场总线测控节点硬件框图

5 系统控制节点功能和软件设计

测控节点的应用程序采用 Neuron C 语言编写,并使用 NodeBuilder 节点开发工具进行调试。

测控节点的功能是采集油罐的三个位置的压力、油温和可燃性气体浓度。首先将输入模拟量转换成数字量,然后将该数字量标度变换成温度

值,最后将温度值通过对应的网络变量送到控制网络,供其它节点或监控和优化计算机使用。在应用程序中设定采样周期定时器,实现周期性采样与更新输出网络变量。当采样周期到达,首先将多路开关切换到模拟通道 1(罐顶压力 P_1),然后启动 A/D 转换并读取转换结果,经标度变换后

更新本地变量 lv_P_1 , 然后再将多路开关切换到模拟通道 2 (罐中部压力 P_2), 进行类似处理并更新本地变量 lv_P_2 , 依次完成 5 个模拟通道的数据采集和本地变量的更新。根据静压法的模型公式, 计算油水高度、油品密度、液面高度和油品净质量, 经标度变换后以网络变量的形式送到 LonWorks 网段, 供其它节点或监控计算机使用。测控节点的软件框图如图 3 所示。

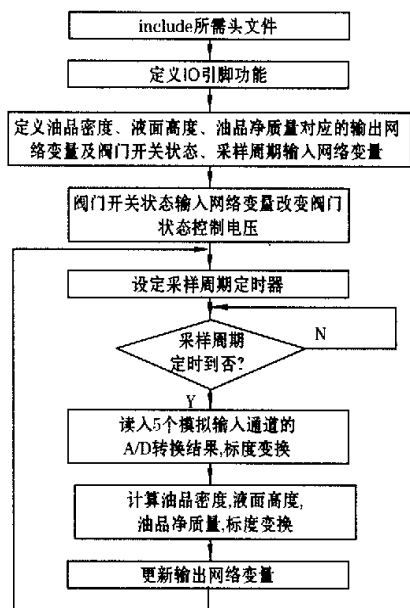


图3 测控节点软件框图

6 监控计算机功能的实现

监控计算机的主要功能如下:

(1) 与现场总线测控节点中的应用程序配合, 实现数据的测量和控制任务。

(2) 各个测控回路的参数、采样周期等的设定。

(3) 各个变量的实时或历史数据曲线。

(4) 与测控和管理层的计算机进行数据交换。

测控计算机实现信息采集与信息管理, 它通过 I/O 设备直接获得或通过网络变量间接获得现场实时数据, 并具有数据显示、报警显示、历史数据记录、趋势数据列表等管理功能。数据存储在过程数据库(PDB)之中, 为高级管理及优化软件提供实时输入、输出数据支持。测控计算机通过 FIX 工控平台网络接口驱动程序(LNI)与 LonWorks 现场总线进行数据交换, 实现与现场总线

测控节点之间的通讯。除已捆绑的输入网络变量外, 所有 LonWorks 网络变量都可通过监控计算机来访问, 例如, 参数的设置、油罐状态的监控等。

7 控制系统特点分析

将 LonWorks 现场总线技术引入油罐控制系统与传统的基于 DCS 和 PLC 的控制系统相比, 优点在于:

(1) 成本低、精度高、可靠性好、功能强、使用方便、可构成分布式冗余系统, 最大限度地发挥现场总线节点设备的处理功能。

(2) 现场总线测控节点能够实现许多基本控制功能。大量的过程检测参数与控制信息就地采集、就地处理、就地使用, 控制功能基本分布到现场, 减轻了通讯链路的负载, 提高了系统的实时性能、可靠性和灵活性。

(3) 可与多层网络共享网络数据库, 保证控制系统的各层次之间信息交换的实时性和数据的一致性, 便于构成异构的、支持多种平台和通讯协议的综合自动化测控系统。

(4) 采用统一的 LonWorks 现场总线标准, 系统具有开放性, 便于用户使用、操作、维修和扩展系统。

8 结束语

本文结合“九·五”重点科技攻关项目“现场总线网络控制系统的集成”, 设计和实现了基于 LonWorks 现场总线的油罐测控系统, 自行开发了现场总线测控节点, 通过监控计算机实现了显示、报警、操作等监视功能和管理优化计算机之间的信息交换。该系统在上海某大型石化企业的实际运行表明, 系统可靠性、实时性高, 控制性能好。

【参考文献】

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 清华大学出版社, 1998.
- [2] 杨育红. LON 网络控制技术及应用[M]. 西安电子科技大学出版社, 1999.
- [3] 邵惠鹤. 工业过程高级控制[M]. 上海交通大学出版社, 1995.
- [4] 汤同奎. 隔离多通道 LONWORKS 数据采集节点的设计[J]. 化工自动化及仪表, 1999, 26(2).
- [5] 郑德忠, 汤同奎, 戴自祥. 基于 LONWORKS 现场总线的 PID 控制节点的开发[J]. 微计算机信息, 1999, 15(5).
- [6] 汤同奎, 郑之开, 邵惠鹤. 基于 LONWORKS 现场总线的 CIPS 计算机网络[J]. 化工自动化及仪表, 1999, 26(6).
- [7] 刘伟华. 油罐测量系统现状及发展趋势[J]. 自动化仪表, 1992, 13(13).
- [8] 李兴华. 密度浓度测量[M]. 中国计量出版社, 1991.