

LonWorks 在氮气加热器控制中的应用

庞晓虹 新疆工业高等专科学校(830091)

Abstract

In this paper introduced LonWorks technique, total project of control system of nitrogen gas heater, design of network structure design and configure of node model, design of control circuit and control algorithm and software.

Keywords: LonWorks FCS, Neuron Chip, Node, PID algorithm of feedfront control

摘要

针对新疆独山子石化氮气加热器利用 LonWorks 现场总线控制技术构成网络,采用前馈控制 PID 算法,通过周波调整法对电加热管的加热功率进行控制,保证的规定时间内连续输出合乎温度要求的高温氮气。本控制网络的核心技术是神经元芯片(Neuron Chips)、智能网络节点和 LonTalk 通信协议。本文介绍了 LonWorks 技术以及氮气加热控制系统总体方案与网络结构设计,节点模块设计与配置,控制电路设计,控制算法设计与软件编程。

关键词: LonWorks 现场总线, Neuron 芯片, 节点, 前馈控制 PID 算法

1 控制要求和系统组成

新疆独山子石氮气加热器用于丙烯精制项目,给再生用氮气加热,总加热功率 72KW。其工作要求为:先将入口温度为 25℃或 150℃的氮气在 10~15 分钟内加热到出口温度为 150℃并保持连续输出该温度的氮气 4 小时;然后,再将氮气出口温度提高到 250℃,并保持连续输出 10 小时。控制精度要求为 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。此外,还要求将出口和入口温度模拟值送往控制中心进行监视,并且当出口温度超过 310℃或电加热管接线区压力低于 0.2MPa 时,系统应自动切断加热电源并报警。

本氮气加热器由两大部件组成:氮气加热罐和加热控制器。氮气加热罐是长圆柱型的压力容器,直径 0.6 米,高 3 米。其顶部约 0.5 米长的部分为电加热管连接区,为了保护和防爆,用正压氮气进行保护,下面长约 2.5 米的部分为氮气加热区。加热罐的电加热管由加热控制器进行控制,由于现场属于爆炸危险区,所以加热控制器的机柜采用正压防爆仪表盘。为了便于控制,将 18 根电加热管分成三组供电,每组三相,每相两根。控制系统采用 LonWorks 现场总线技术。根据加热管的分组情况和控制要求,设置三个节点,其中两个为控制节点,一个为显示节点,控制节点负责采集出口温度、入口温度,加热管接线区压力值,对三组加热管对应的固态继电器进行控制,超温报警,低压报警,并将出口、入口温度送回控制中心。显示节点负责参数设置和显示出口、入口温度及剩余加热时间。另外,控制系统中还设置了手动操作电路和手动显示方式。控制系统的总框图如图 1 所示。

2 节点模块设计与配置

(1) 控制节点

根据用户的要求,加热系统的控制节点采用美国

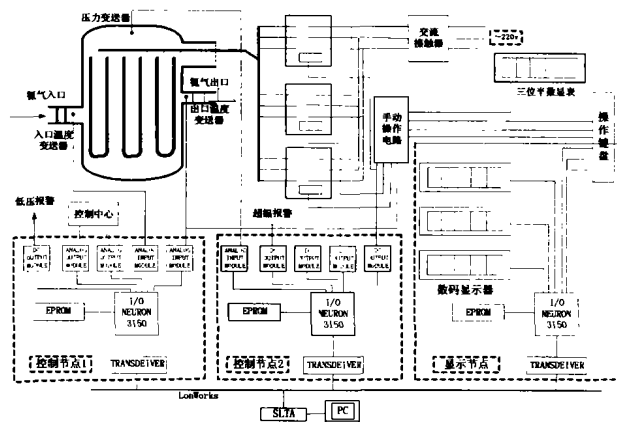


图 1 氮气加热系统结构

Grayhill 公司生产的 MicroLon 控制模块产品进行组合配置。Grayhill 公司是美国生产 LonWorks 产品的主要厂商之一, MicroLon 控制模块将 LonWorks 技术的优点与 Grayhill 公司的标准化 I/O 模块及其安装架很好地结合在一起。在 MicroLon 控制模块中安装有一套标准的应用程序,包含了所有 Grayhill I/O 模块进行连接所必须的全部内容。MicroLon 控制模块由三部分组成:控制板、I/O 模块和 I/O 模块安装架,控制板上的处理器采用 Neuron3150 芯片。这三部分由多种类型适合不同需要的产品,根据氮气加热器这个具体项目的实际需要,我们选用了 72LON8AD78P 型 MicroLon 控制板、70GRCK8 型 8 块安装架和 I/O 模块中的 70G—01420 电流模拟量输出模块 3 种共 10 个模块来构成两个控制节点。

(2) 显示节点

显示节点由自行设计的 TP78k 节点控制模块、数码显示模块和接口底板三部分组成。TP78k 控制模块上装有 Neuron 3150 芯片,由它驱动显示模块中的 MC14489 对 LED 数码管进行控制,MC14489 专门控

制共阴极 7 段 LED 数码管,最多可以控制 5 个,数码管本身不需要外接限流电阻和驱动晶体管。MC14489 设有一个串行外围接口(SPI),可以很容易地和 Neuron 芯片的 I/O 接口连接。在大多数模式下,用 Neuron 芯片的 I/O 接口相连,只要为它们设定各自的使能管脚即可,本模块即为驱动三块 MC14489,使能管脚为 IO_5~IO_7。

另外,显示节点还带有键盘操作电路。Neuron 芯片的 IO_0~IO_3 通过按键接口和仪表盘前面板操作键盘中的加、减、移位等四个按键相连。用户可以通过这四个按键对出口的温度设定值、入口温度设定值和加热时间等工艺参数进行修改,并在显示器上显示出来。

3 手动操作电路设计

为了以防万一,控制系统还设定了手动操作方式。手动方式的动作开关和自动方式的控制开关为并联驱动固态继电器,在自动控制时手动开关全部关闭,而手动操作时自动开关全部关闭。手动操作通过仪表盘前面操作键盘上的四个按键来进行,“手动”键将控制方式切换到手动状态,“组 I”、“组 II”、“组 III”键为三组加热管的控制开关。手动控制电路使用双精密单稳多谐振荡器 4538 稳定键盘输入,双 D 触发器 4013 和反向高压驱动器 MC1413 驱动固态继电器。控制板上还装有一个变换电路,在手动操作时能把出口温度的 4~20 毫安信号变换成 0~40mv 电压信号,有一块三位半数显表显示出口温度值。

4 控制算法和控制方式

加热控制系统是一个前馈与反馈相结合的复合调节系统。由于对本系统的控制对象——氮气出口温度来说,氮气入口温度的变化是一个主要扰动,而且补偿起来比较容易,所以将入口温度的变化作为前馈,以改善系统调节的及时性,提高控制质量。而对于其它一些干扰,如环境温度的变化、氮气流量不稳定等等,很难对它们进行精确的描述,所以对这些干扰采用通用性很强的反馈调节来克服。

对于温度控制系统来说,采用 PID 控制算法能得到较好的控制效果,并且调整方便,因此在系统的反馈调节部分,采用了增量式 PID 算法;而前馈调节部分,由于对温度变化的补偿比较简单,所以采用了比例调节。算法框图如图 2,图中 Y 表示输出功率满度(输出功率与最大功率的比值,在 0~1 之间),T1 和 T2 分别为氮气入口、入口温度,Ts 为出口设定温度,P、TI、TD 分别为比例、积分、微分系数,M 为前馈比例系数, ΔT 为控制周期。

将输出功率满度 Y 转为实际输出功率的具体操作方式采用周波调整法,即通过控制在一个控制周期内电加热管的周波数来调整输出电加热管的加热功率。本系统的控制周期为 1 秒,则输出的加热功率为 $P=72 \cdot (N/50)kW$ 。

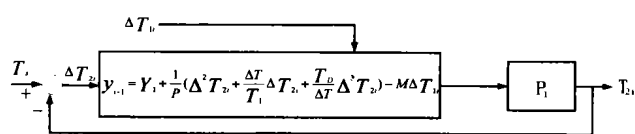


图 2 控制算法框图

两个阶段的加热控制过程如下:当设定温度-出口温度 $\geq 20^\circ C$ 时,18 根加热管全部持续导通,系统以最大功率全速加热,不进行 PID 及前馈控制;当设定温度-出口温度 $< 20^\circ C$ 时,进入加前馈的增量式 PID 控制,在控制过程的执行中,控制节点 1 计算实际的导通周波数,并根据计算结果发出固态继电器的控制信号;控制节点 2 根据收到的控制信号对固态继电器执行开关操作。

5 软件编程与调试

编写 Neuron 芯片应用程序的主要语言是由 C 语言发展而来的,称为 Neuron C。它在 ANSI C 的基础上进行了删减和增补,可以直接支持 Neuron 芯片的固件。Neuron C 的特点主要有:①定义了一种新的数据形式——网络变量,简化了节点之间共同使用的数据。除了使用关键字“Network”外,网络变量的说明与 C 语言的局部变量相似,关键字“Network”使网络上的其它节点可以使用该网络变量。在应用程序中,无论何时通过赋值操作改变网络变量,它的新值都能由 Neuron 芯片的固件使用 LonTalk 协议服务自动在网络上传播。②定义了一种新的语句类型——when 语句,用来描述事件、执行事件驱动的任务并确定事件执行的顺序。③通过对 I/O 对象的定义可直接控制 I/O 操作模式,将 Neuron 芯片特有的多功能输入输出标准化。

MC14489 有两个只写寄存器,一个是 24 位显示寄存器,用来定义 LED 数码管上字符与小数点的显示模式;另一个是 8 位配置寄存器,用来控制显示寄存器中数据的译码方式,有十六进制方式和特殊字符方式两种。应用程序利用 Neuron C 编程语言的 I/O 功能函数往 MC14489 的两个寄存器中写数据。

软件的调试在 LonBuilder 开发平台上进行。调试显示程序时将 TP78K 控制模块拆下,显示节点通过扁平电缆与开发平台上的 Neuron 仿真器相连,显示程序在 Neuron 仿真器中运行。调试控制程序时,Neuron 芯片固定在 Microlon 模块上,所以不使用 Neuron 仿真器,控制程序直接在 Neuron 芯片上运行。

参考文献

- 1 魏晓东.分散型控制系统[M].上海:上海科学技术文献出版社,1991
- 2 黄天戌,祁昶,向继东.基于并行方式的 LonWorks 串口适配器的实现[J].工业控制计算机,2002(7)

[收稿日期:2003.3.29]