

PLC 在真空预冷实验装置中的应用*

左志强, 陈儿同, 王艳, 张华
(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要: 食品工业的飞速发展带动了真空预冷技术的快速发展。以西子公司的 S7—200 型 PLC 为例, 介绍了 PLC 在真空预冷试验台中的应用。实验证明, PLC 在真空预冷实验装置中安全可靠、经济实用、操作维护方便、自动化程度高, 可满足试验要求。

关键词: 可编程序控制器; 通信; 真空预冷; 实验研究

中图分类号: TN102

文献标识码: B

The application of PLC in the vacuum precooling test device

ZUO Zhi Qiang, CHEN Er Tong, WANG Yan, ZHANG Hua

(School of Energy & Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The rapid development of food industry leads to the rapid development of the vacuum cooling technology. This article introduces the application of the PLC in the vacuum pre-cooling equipment and takes Siemens S7-200 type PLC as an example. Experimental result shows that PLC can meet the test requirements because it is safe, reliable, economical, convenient for operation, easy for maintenance and has a high degree of automation.

Key words: programmable logic controller; communication; vacuum pre-cooling; experimental investigation

真空预冷就是在真空条件下, 使水在真空室内以较低的温度迅速蒸发, 水在蒸发过程中需吸收大量的热量, 在没有外界热源的情况下, 便会在真空室内产生制冷效果。真空预冷实验装置根据此原理设计开发, 用于蔬菜、鲜花、瓜果保鲜的研究^[1-2]。

PLC 即可编程控制器, 是专为工业环境下的应用而设计的一种数字运算操作的电子装置, 它在制冷行业中被越来越广泛地应用。

1 PLC 的特点

PLC 是以嵌入式 CPU 为核心, 辅以输入、输出等模块, 可以方便地用于工业控制领域的装置。PLC 具有以下几个显著的特点:

(1) 可靠性好, 平均无故障时间可高达 5 万~10 万小时以上; (2) 功能完善, 目前的 PLC 几乎可以完成所有的工业控制任务; (3) 编程简单, 类似继电器控制系统图的梯形图语言, 非常容易被技术人员掌握; (4) 在线编程, 当 PLC 联网后, 可以在网络的任一位置对 PLC 编程; (5) 由于采用模块化的结构, 易安装。

另外 PLC 还有体积小、重量轻、功耗低、价格越来越便宜的优点。PLC 的用途主要有取代继电器控制、过程控制、位置、速度控制、数据监控、组成分散控制系统等。

西子公司的 S7-200 PLC 系统是紧凑型可编程控制器。系统的硬件构架由构成系统的 CPU 模块和丰富的扩展模块组成。S7-200 除具有 PLC 基本的控制功能外, 还具有功能强大的指令集、丰富强大的通信功能、编程软件的易用性等特点^[2]。

2 真空预冷试验装置控制要求

真空预冷试验装置主要由制冷系统、真空系统和测控系统组成, 食品降温在真空室内实现^[3]。实验台在启动时须先启动制冷系统, 当制冷系统中补水器盘管的温度达到实验要求的温度时, 便开启真空泵。实验过程中需要的实验数据有: 实验样品的温度、重量; 真空室的真空度、温度; 制冷系统盘管温度; 各个用电设备的电压、电流、功率等。实验过程中试验者能够对试验

* 基金项目: 上海市重点学科建设项目(S30503)

应用奇葩 Example of Application

样品实时监控。

3 PLC 在真空试验台中的应用

3.1 西门子 PLC 的 CPU 及模块的选型和控制系统设计

真空预冷试验台是一个单位控制系统，本系统没有特殊的控制功能，因此使用一台 PLC 就可以满足需要。食品真空冷却过程中，要检测温度（8 个）、压力（1 个）、重量（1 个）等信号，要对水泵、制冷机和真空泵进行控制。装置要求最少 10 个输入、3 个输出，要求 CPU 可连接扩展至少 3 个模块，因此，选定 CPU 型号为 CPU224。因为要控制真空泵和制冷机需要有较大的电压和电流进行驱动，而继电器能够承载所用设备。所以，CPU 的输出类型选用继电器输出。

测温元件为 T 型热电偶，本文采用 S7-200 系统的 EM231TC 测量模块进行测温过程的信号转换。EM231TC 是热电偶输入模块，4 输入通道。装置测温点位为 8 个，因此需要引入 2 个热电偶模块^[4]。

装置要进行压力和重量的检测，本试验台选用 EM235 模拟量混合模块 4 通道电流 / 电压输入、1 通道电流 / 电压输出。该模块能够实现信号转换和输出功能。

检测系统的功率和能耗等选用青岛青智仪器有限公司生产的 8775A 型数字电参量测量仪，该仪器利用数字采样技术对信号进行分析处理，并扩展了 RS485 串行口，还带有并行口，可以与计算机连接通信。

根据实验的控制要求，设计了系统的控制原理图，如图 1 所示，图中 K1、K2、K3 为继电器，PLC 通过继电器来控制水泵（M）、制冷机（N）、真空泵（P）。来自压力传感器的电流信号，通过并联一个 5 Ω 电阻分压将信号传至 EM235 模拟量扩展模块；来自重量传感器的电压信号，与 EM235 模拟量扩展模块连接。

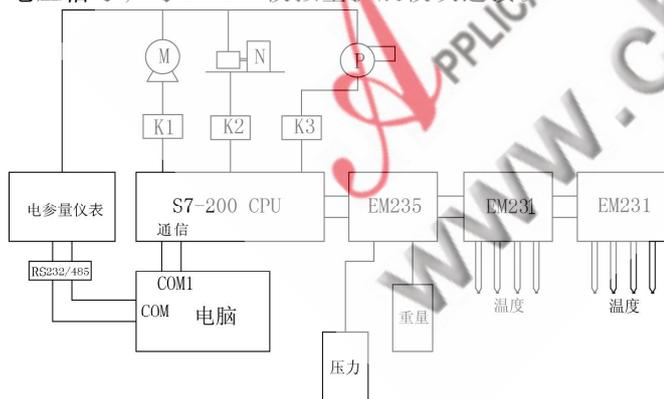


图 1 PLC 系统控制原理图

3.2 电源校核计算

所有的 S7-200CPU 都有内部电源，为 CPU 和扩展模块以及其他用电设备提供 5 V、24 V 直流电源。但是如果系统扩展模块和设备用电量超出了 CPU 所提供的 5 V 或 24 V 电源的供电能力，则需要增加一个外部电源进行供电。

根据上面所选的 CPU 及扩展模块，可以计算系统电源需求量如表 1 所示。

表 1 电源计算表

电压	5 VDC	24 VDC	
名称与数量			
耗	EM235×1	30 mA	60 mA
	EM231×2	87×2 mA	60×2 mA
电	合计	204 mA	180 mA
	差额	456 mA	100 mA

电源的供电能力为：5 VDC/660 mA 和 24 VDC/280 mA，通过计算可知，CPU 内部电源可以满足 CPU 及各模块的需求。

3.3 系统的软件设计

3.3.1 界面设计

试验台用西门子公司的 Step7 语言编写 PLC 端的通信和控制程序，在 PC 端用 VB6.0 实现串行通信的控制和监控界面的显示。图 2 所示为显示与控制界面。

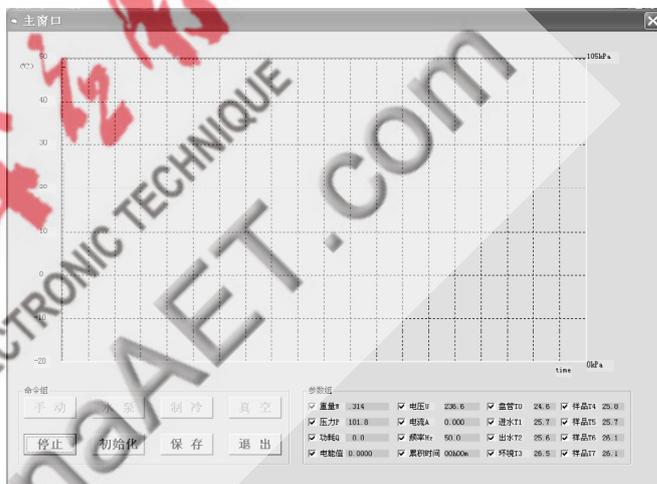


图 2 系统的软件界面

3.3.2 通信及通信协议设计

本试验台采用自由口(FreePort)通信方式，由用户定义通信协议，实现 PLC 与外设的通信。这种方式不需要增加投资，有较好的灵活性，适合小规模控制系统。西门子公司提供的 PC/PPI 电缆带有 RS232/RS485 电平转换器，可以很方便地将 PLC 和 PC 机互联^[5]。

自由口通信协议通过用户程序可以控制 S7-200CPU 通信口的操作模式。利用自由口模式，可以实现用户自定义的通信协议连接多种智能设备。在自由口模式下，通信完全由用户程序控制。计算机作为主站，可以实现对 PLC 从站寄存器的读写操作。计算机通过 COM 口发送指令到 PLC 的 PORT0 口，PLC 通过 RCV 接收指令，再对指令译码后实现指令要求的操作。用户程序通过使用接收中断、发送中断、发送指令(XMT)和接收指令(RCV)控制通信口的操作。

3.3.3 PLC 通信程序设计

根据装置和模块的特点，系统要检测 8 个温度值、1 个压力值和 1 个重量值。S7-200PLC 的 3 个模拟量扩

应用奇葩 Example of Application

展模块分别完成各传感器回送信号的预处理工作，然后由 CPU 将处理过的信号传到发送缓冲区，如图 3 所示。在先前进行的内存分配工作中，已经划定 VB199 以后的若干字节为发送缓冲区。

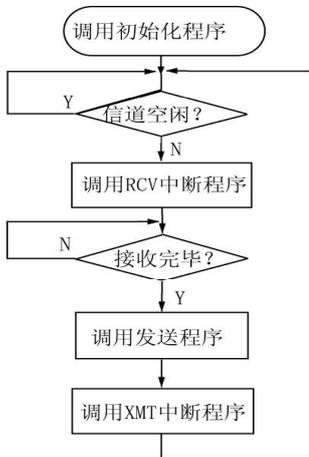


图 3 自由口通信程序工作流程图

程序下载后，利用上位机的串口调试软件，可以检测到 PLC 将送到上位机的信息，此时已初步实现了 PC - PLC 自由通信。但这些信息是以字节的形式反映出来的，还不能轻易识别，要将它们转化成易懂实用的数据，还需要进行上位机编程。

3.3.4 PC 通信程序编制

系统要实现温度、压力、重量等信号的实时采集，上位机必须实现与 PLC、电参量测量仪的通信。PC 机与各仪器的通信流程图如图 4 所示。



图 4 PC 机通信程序框图

在 VB 中，MScmm 控件是串行通信控件，它提供很多操作方便的属性和方法，可以很方便地实现通信。使用 MScmm 控件主要是通过事件来处理串行口的交互，即当数据到达时，控件的 OnComm 的事件就会来捕获或处理这些通信事件。而 OnComm 事件也可以用来捕获和处理通信错误。在实际应用中，一个 MScmm 控件就对应一个串行口，所以如果要处理多个串行口的话，必须

有相应数量的控件与之对应。在本系统中要用到 2 个串行口，与之对应的要有 2 个 MScmm 控件。

3.3.5 PLC 控制程序设计

本系统程序采用顺序功能图进行编制，而且西门子公司专为用户提供了功能图编程设计的指令。在 PLC 的程序编制过程中，还要充分考虑装置的控制特性：真空冷却过程中要先开启水泵 M0、开启制冷机 M1，然后是真空泵 M2，最后依照实验要求依次关闭真空泵、制冷机和水泵；另外从节能的角度考虑，当温度值达到足够低时可以关闭制冷机以减少装置能耗。本系统应能设置不同的工况，保证装置能按既定的方案运行。图 5 和图 6 所示为装置操作示意图和功能图。通过程序编制，装置能够在线检测温度、压力、功率、功率因数、能耗等相关模拟量。

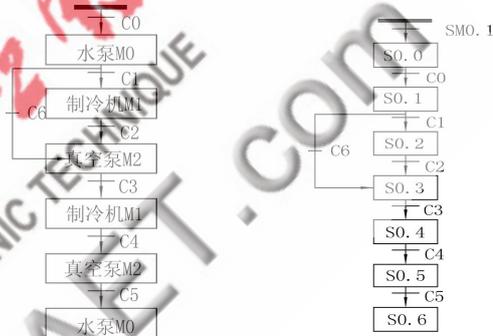


图 5 装置操作流程示意图

图 6 功能图

本文介绍了 PLC 在真空预冷试验台中的数据采集与控制，详细地介绍了 PLC 的选型计算和程序编写过程。首次将 PLC 用于真空预冷设备，在程序中设置了自动和手动操作、数据的自动保存、电脑的实时监控等功能。通过试验证明，将 PLC 用于真空预冷实验装置，具有抗干扰能力强及其安全可靠的特点，使整个真空预冷实验系统都得到了优化。

参考文献

- [1] 韩志, 谢晶. 真空预冷实验机的数据采集系统与实验研究[J]. 农产品加工报, 2006(3):17-19.
- [2] 殷洪义. 可编程控制器选择设计与维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004:174-233.
- [3] 周冰, 陈儿同, 徐波, 等. 真空冷却中的气体温度变化特性研究[J]. 制冷学报, 2006, 27(6):18-23.
- [4] 蔡军, 曹慧英. 基于 PLC 的温控系统设计与研究[J]. 微计算机信息, 2007(2-1):26-28.
- [5] 吴超群, 吴昌林. PC 机与 PLC 之间的通讯在工业控制中的应用[J]. 机床与液压, 2004(1).

(收稿日期: 2009-03-18)