

# 面向数控机床群的冷却液液位控制系统设计

任继国, 王钢明, 俞国强, 任 睿

(宁波大学 机械工程与力学学院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:** 利用虚拟仪器技术完成对整个数控机床群冷却液供给自动控制的工作, 解决人工添加冷却液容易过量造成污染环境和降低工作效率的难题. 实现根据冷却液液面的上下限进行自动加液, 并且使整个控制系统在计算机屏幕上显示和运行参数的设定.

**关键词:** NI LabVIEW; 虚拟仪器; 冷却液自控

中图分类号: TM921

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2011) 01-0075-05

冷却液是数控机床加工过程中必需的消耗品, 目前冷却液使用有不少难解决问题, 例如手工往机床冷却箱加注冷却液经常过量, 导致液体溢出, 而且溢出的冷却液有毒易挥发, 造成室内环境污染. 为克服上述问题, 笔者通过研制数控机床群冷却液液位自控系统, 自动控制冷却液的添加, 从而改善车间室内环境、提高工作效率、降低劳动成本.

## 1 自动控制系统的方案设计

传统的液位控制系统大多采用 PLC 和组态软件来实现, 也有用单片机控制的系统, 是所谓的实时测控系统. 本系统以数控机床群的水箱液位控制为研究对象, 采用基于 NI LabVIEW 虚拟仪器的控制技术, 使用 LabVIEW 软件设计上位机监控界面, 与 Visual C++ 等开发软件相比, 使用 LabVIEW 软件可更加方便地设计美观的监控界面, 并缩短系统的开发周期<sup>[1]</sup>. 虚拟仪器技术是近年来迅速发展起来的一种新型的、富有生命力的仪器种类, 它是通过应用程序将通用计算机与功能模块硬件结合起来的一种全新的测控仪器系统.

## 2 系统的硬件设计

### 2.1 电控硬件

数控机床群冷却液自控系统的电控硬件结构如图 1 所示. 机床水箱液面状态经液位开关传入数据采集卡, 在数据采集卡中完成 A/D 转换, 并传入

现场计算机分析处理<sup>[2]</sup>, 而控制信号由现场计算机发送给数据采集卡, 经 D/A 转换和信号调理后控制电磁阀向数控机床的水箱自动加液.

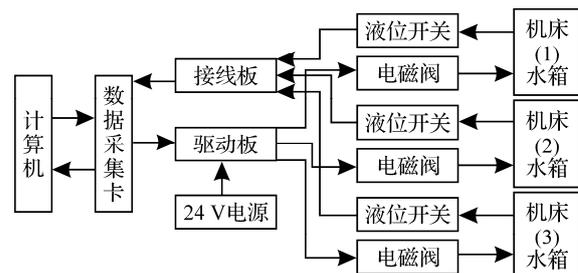


图 1 冷却液自控系统的电控硬件结构图

### 2.2 管路硬件

数控机床群冷却液液位自控系统的管路硬件结构如图 2 所示. 全部机床的水箱集中供冷却液水箱供液, 每台机床有单独的电磁阀控制通断供液, 由于集中供冷却液水箱安装位置较高, 其液面远高于机床水箱的液面, 所以无需增压装置, 利用液面落差即可形成水压, 实现液体自动从集中供水箱流向每台机床水箱.

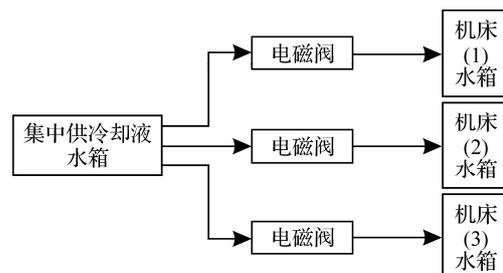


图 2 冷却液自控系统的管路硬件结构图

### 2.3 液位开关的设计

液位开关(小型浮球开关)主要由磁簧开关和浮子组成. 浮子内有磁性材料, 浮子随被测液位上下移动时, 触动磁簧开关而检出液位位置. 其没有复杂电路, 不会受到干扰, 只要材质选用正确, 在任何环境液体、压力或是温度下皆可使用.

假设液位开关触发位置在机床水箱中最高点(开关触发点与水箱液面溢出临界点等高), 液位开关动作输出信号(时间  $t_1$ ), 系统收到信号并驱动电磁阀使集中供冷却液水箱中的液体流入对应的机床水箱. 此时水位开始升高, 直至液位开关输出信号关闭(时间  $t_2$ ), 使得电磁阀闭合停止向机床水箱供水. 整个过程中, 集中供冷却液水箱中流入对应机床水箱的液体将会全部溢出, 溢出量可按以下公式参考. 机床水箱体积减去计算所得的体积流量值即液位开关的安装位置. 相关计算公式如下:

(1) 流量:  $W_s = V_s \rho$ , 质量流量  $W_s$  为单位时间内流经通道某截面的流体质量,  $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 体积流量  $V_s$  为单位时间内流经通道某截面的流体体积,  $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ;

(2) 流速: 平均流速  $u$  为单位时间内流体在流动方向上流过的距离,  $u = V_s / A$ ; 质量流速  $G_s$  为单位时间内流体流经通道单位径向截面积的质量,  $G_s = W_s / A$ .

(3) 流量、流速的关系为:

$$W_s = V_s \rho = uA\rho = \pi n d^2 \rho / 4 = G_s A.$$

### 3 系统的软件设计

系统选用 NI LabVIEW 作为开发语言, 以虚拟仪器为平台. 虚拟仪器是通过编制不同的软件来构成任何一种仪器, 而不是某几种仪器<sup>[3]</sup>. 例如激励信号可先由微机产生数字信号, 再经 D/A 变换产生所需的各种模拟信号, 1 块 DAQ 卡可以完成 A/D 转换、D/A 转换、数字输入输出、计数器/定时器等多种功能, 再配以相应的信号调理电路组件, 即可构成能生成各种虚拟仪器的硬件平台<sup>[3]</sup>, 虚拟仪器与传统仪器最大的不同之处, 在于应用的灵活性上. 虚拟仪器可有用户定义, 用户可将各种计算机平台、硬件、软件和附备件结合起来, 组装成所需要的应用设备.

LabVIEW 程序即虚拟仪器(VI)有前面板、流程图和图标/连接器组成<sup>[4]</sup>. 如果将虚拟仪器与传统

仪器作一类比, 前面板就像是仪器的操作和显示面板, 提供各种参数的设置和数据的显示; 框图就像仪器内部的印刷电路板, 是仪器的核心部分, 但对用户而言是透明的; 而图标和连接器可以比作电路板上的电子元器件和集成电路, 保证仪器正常的逻辑和运算功能.

#### 3.1 前面板

前面板为交互式用户界面(控制 4 台机床), 外观和功能都类似于传统仪面板, 具体表现有开关、旋钮、图形以及其他控制和显示对象. 用户的输入数据通过前面板传递给框图, 计算和分析结果也在前面板上以数字、图形、表格等各种不同方式显示出来(图 3)<sup>[5]</sup>.

软件采用模块化设计, 共分为 4 个模块: 数据采集模块、参数设置模块、工艺流程模块、数据保存模块. 主要完成以下功能: (1)显示水箱的液位实时变化(给水状态); (2)系统运行参数设置及修改; (3)液位开关状态监控显示; (4)数据保存及历史数据分析.

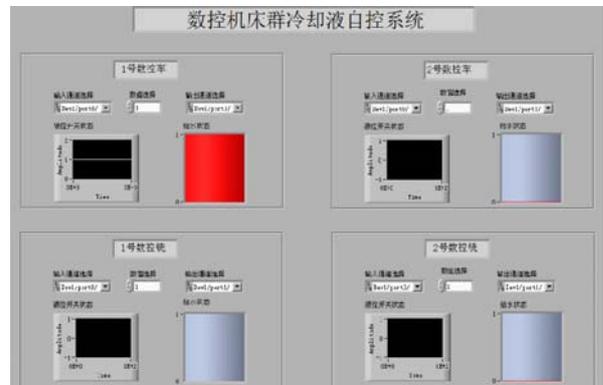


图 3 系统的前面板

#### 3.2 流程图

流程图包含 VI 所运行的图形化源代码(图 4). 前面板上的对象在流程图中显示为带有连线终端的图标, 以控制和操纵定义在前面板上的输入和

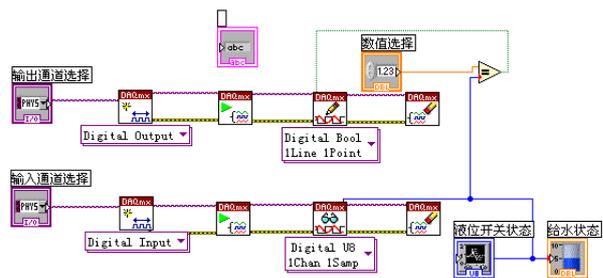


图 4 系统流程图

输出功能。流程图中包括前面板上的控件的连线端子, 还有一些前面板上没有但编程必须有的如函数、结构和连线等。连线连接控制和显示件的终端到 VI。通过连线, 数据从控制件流向 VI, 又从 VI 流向 VI, 最后从 VI 流向显示件。

### 3.3 数据采集卡的调用

系统选用北京中泰 PCI-8335B 数据采集卡, 该数据采集卡具有较高的性价比, 单端 32 路 A/D, 12 位分辨率, 最高采样频率 100 KHz, 4 路 12 位 D/A, 12 路 TTL 电平输入, 14 路 TTL 电平输出。由于该卡不是 NI 公司产品, 所以 LabVIEW 不支持该采集卡, 不能直接采用 Data Acquisition 提供的函数, 只能通过 LabVIEW 的 CLF(Call Library Function) 节点调用中泰公司提供的动态链接库 PCI8KA.dll。图 5 即为实现模拟量输入功能的程序, 函数 OpenDeviceAmcc 的功能是打开 PCI-8335B 数据采集卡; 函数 ZT8335AIInit 的功能是初始化数据采集卡的模拟量采集功能; 函数 ZT8355AI 的功能是通过某一通道进行模拟量采集。由于动态链接库中的参数是通过 C 语言的结构体传递的, 所以在 LabVIEW 中需要用簇来完成参数传递。

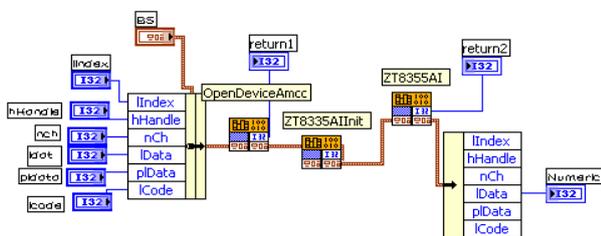


图 5 系统模拟量输入程序

## 4 结论

本系统投入相对较少的成本就实现对生产车间数控机床群冷却液供应网络的智能监控, 使数控机床群工作更加可靠、运行更加安全, 并通过科学管理来提高数控机床的利用率, 最大限度地发挥效益, 产生明显的技术经济效益。

目前, 控制系统已调试完毕投入运行, 系统运行情况良好, 但后续仍有许多内容需要作进一步的研究改进, 其中人机交互方式就是一项, 将系统状态信息以更加友好、快捷、方便的方式通知机床管理人员, 如在监控计算机上设计语音报警系统, 使管理人员不用时时盯着显示屏; 在监控系统中再增加短消息功能, 使管理人员在户外也能实时掌握机床运行状态。

### 参考文献:

- [1] 雷震山. LabVIEW Express 实用技术教程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004:101-105.
- [2] 秦永平, 裴斌, 卢胜. 基于 LabVIEW 检测系统设计与实现[J]. 微计算机信息: 测控自动化, 2005, 21(30):54-55.
- [3] 魏晨阳, 朱健强. 基于 LabVIEW 和声卡的数据采集系统[J]. 微计算机信息, 2005(1):45-46.
- [4] 杨乐平, 李海涛. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003:55-58.
- [5] Johnson G W, Jennings R. LabVIEW 图形编程[M]. 武嘉蓬, 陆劲昆, 译. 北京: 北京大学出版社 2002:4-72.

## Cooling Liquid Control System Designed for the Group of CNC Machine

REN Ji-guo, WANG Gang-ming, YU Guo-qiang, REN Rui

( Faculty of Mechanical Engineering and Mechanics, Ningbo University, Ningbo 315211, China )

**Abstract:** By making use of a virtual instrument technique, the control design for the work of the cooling liquid supplies for the whole group of CNC machines is presented in this paper; the problems with cooling liquid pollution is solved; and the work efficiency is improved. Within the upper and lower limits, the process of adding cooling liquid is automatically carried out, with the setting parameters available on the computer screen for the whole control systems.

**Key words:** NI LabVIEW; virtual instruments; coolant controls

( 责任编辑 章践立 )