

基于虚拟仪器中空吹塑机壁厚控制系统的开发

陆倩倩 魏建华 赖振宇

(浙江大学机械电子控制工程研究所, 杭州 310027)

摘要 设计并开发了集工控机、虚拟仪器、比例伺服阀和传感器为一体的中空吹塑机壁厚控制系统。利用工控机功能强大、可靠性高的特点, 结合虚拟仪器人机界面友好、编程灵活等优点, 以及带位置反馈的比例伺服阀高频响、高精度的特点, 采用 LabVIEW 中的模糊控制工具包设计模糊 PID 控制器, 实现了高性能的型坯壁厚控制。试验表明, 该系统不仅精度高、抗干扰能力强, 且加工出的产品壁厚均匀, 操作灵活, 生产效率高。

关键词 虚拟仪器 比例伺服阀 模糊 PID 控制器 壁厚控制

挤出吹塑机中型坯的壁厚控制是保证产品质量、提高产品性能以及节省能源的关键技术之一^[1]。目前国内外先进塑料机械的控制系统普遍以可编程逻辑控制器等为核心, 辅助一些控制算法来实现控制要求。这种方式的控制系统加工对象单一, 人机交互灵活性不好。笔者提出并开发了一种以虚拟仪器、工控机和比例伺服阀为主体, 应用模糊 PID 控制算法实现中空吹塑机壁厚控制的系统。利用 LabVIEW 软件编程结合数据采集卡和工控机, 不仅实现了控制系统参数的自定义、匹配过程的可视化、高效的故障诊断与处理等功能, 且人机交互界面友好, 编程简单、抗干扰能力强。配合模糊 PID 的智能控制方式, 大大提高了系统的控制效率和精度。

1 控制系统的基本构成及工作原理

型坯壁厚控制系统由工控机、电液比例伺服放大器、电液比例伺服阀、位移传感器和伺服油缸等组成, 是一个位置反馈的比例伺服控制系统。其结构组成如图 1 所示。其工作原理为由 LabVIEW 程序发出信号控制型芯 4 移动, 将口模 3 关闭, 进行储料, 当储料缸缸位移传感器 2 检测到料位达到设定值, 储料结束。由 LabVIEW 程序将整个行程分成若干等份, 然后由工控机经过数据采集卡将由 LabVIEW 程序设定型芯位置点的信号经过处理后作用在电液比例伺服阀 9 上, 驱动料口缸按照给定的信号来改变口模 3 和型芯 4 间的间隙大小, 型芯的位移由料口传感器进行检测, 该信号作为反馈信号与设定的指令信号进行比较, 按照事先制定好的规则控制口模开关。

2 控制系统的软硬件设计

2.1 系统硬件组成

工控机: IPC-610, 台湾省研华公司;

比例伺服放大器: 0811 405 060, 德国 Bosch 公

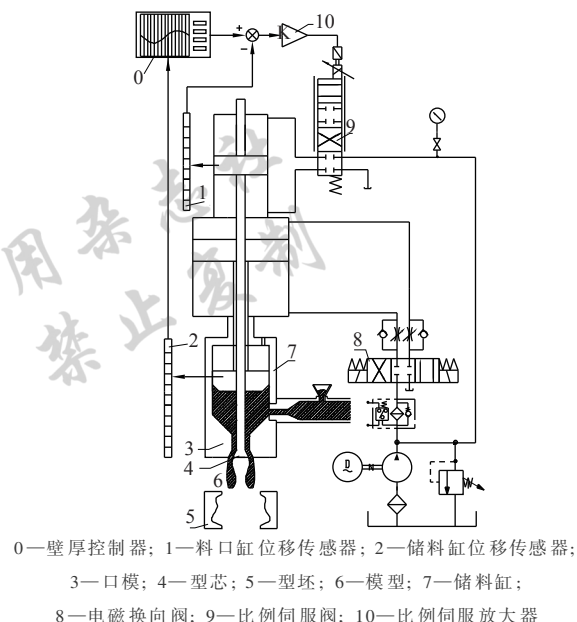


图 1 中空吹塑机壁厚控制系统结构图

司;

比例伺服阀: 0811 404 036, 德国 Bosch 公司;

数据采集卡: PCI-1710, 台湾省研华公司;

位移传感器: LWF-VA-150, LWF-VA-300, 上海江晶翔电子有限公司;

信号调理电路: 自制。

系统硬件结构如图 2 所示。由 LabVIEW 通过工控机发出指令到数据采集系统 (DAQ), 再经过比例伺服放大器对信号进行放大, 将放大后的信号控制壁厚控制系统的比例伺服阀, 进而控制料口缸运动; 位移传感器将采集到的位移信号经过信号调理电路传送给数据采集卡, 通过 LabVIEW 程序将采集卡上的数据读到工控机内, 将采集信号与设定的信号进行比较来实现壁厚控制。

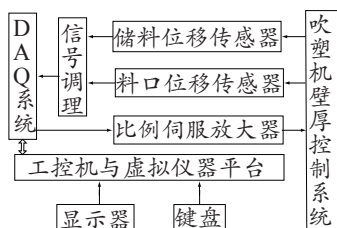


图2 系统硬件结构图

2.2 系统软件设计

中空吹塑机壁厚控制系统软件程序是基于LabVIEW8.2版本进行设计的。程序的前面板如图3所示,由状态监视区、运行与设置区域、控件操作区三部分组成。状态监视区显示储料缸和料口缸位移和速度的实时值;运行与设置区域可以设置储料缸中储料量、PID参数、料口缸型芯位移随储料缸位移变化值以及吹塑过程中匹配位移点数;控件操作区用于控制整个程序进行参数设置、开始运行、连续运行和停止。

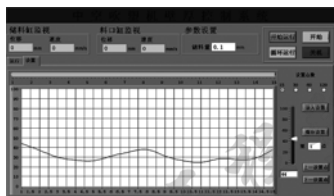


图3 壁厚控制系统前面板

虚拟仪器的程序面板是整个系统的重要部分,它主要包括:数据采集和处理模块、参数设置与保存模块、模糊PID控制模块。

(1) 数据采集和处理模块

数据采集和处理模块用于将位移信号转化为数字量信号传递到工控机中并进行数据处理。该模块中的数据采集功能由台湾省研华公司针对LabVIEW软件所开发函数库搭建而成。数据处理是将采集得到的位移电压信号进行滤波和平均处理,并将电压值换算成对应位移量,作为前面板显示以及模糊PID控制的反馈量。

(2) 参数设置与保存模块

参数设置包括匹配点数的设置、匹配点位移的设置、模糊控制规则的设置、储料缸中储料量的设置。对匹配点位移值和匹配点数的设置完毕后,经过样条插值可以在XY图中得到对应的拟合曲线。实际控制过程中,数据采集卡上AO0端口按照拟合后的曲线对应电压信号来控制比例伺服阀,进而控制型芯的位移。设置好的数据以及经采集卡采集的型芯实际位移均可以保存在用户指定路径下的Ex-

cel表格里,以便后续的数据处理和分析。

(3) 模糊PID控制模块

PID控制器是控制系统中应用最广泛的一种线性控制器^[2]。基于虚拟仪器的控制是一种采样控制,它只能根据采样时刻的偏差值计算控制量,所以其PID控制算法为:

$$u(k) = K_p e(k) + \frac{T}{T_i} \sum_{i=0}^k e(i) + T_d \frac{e(k) - e(k-1)}{T}$$

$$= K_p e(k) + K_i \sum_{i=0}^k e(i) + K_d [e(k) - e(k-1)]$$

式中: $u(k)$ ——控制器的输出量;

K_p ——比例系数;

$e(k)$ ——第 k 点设定值与控制过程返回量之间的偏差;

T ——时间常数;

T_i ——积分时间常数;

T_d ——微分时间常数;

K_i —— $K_i = K_p T / T_i$, 积分系数;

K_d —— $K_d = K_p T_d / T$, 微分系数。

传统的PID控制器具有原理简单、设计调整方便以及稳定性好的特点,对线性或有确定模型的系统控制效果很好。本研究涉及到的液压系统具有时变性、非线性、大惯性以及滞后性的特点。其中壁厚控制系统可以简单地看作比例伺服阀控制伺服油缸的系统,被控油缸位移与比例伺服阀加载电压的关系显然是非线性的,故传统的PID就无法有效灵活地对该系统进行实时控制。而模糊PID控制不需要被控对象的数学模型,它是利用模糊逻辑算法并按照一定的模糊规则对PID控制的比例、积分、微分系数进行实时修正,使控制器可以适应被控对象各参数随时间的变化,以达到较为理想的控制效果^[3],其结构如图4所示。

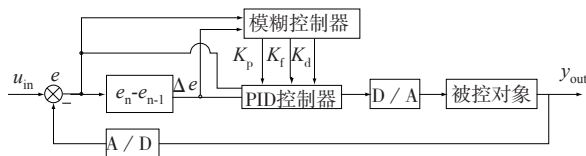


图4 模糊PID控制器结构图

LabVIEW中的Fuzzy Logic工具箱提供了一个完整的模糊控制器设计系统。包括模糊集合编辑器、模糊规则库编辑器和输入输出性能测试三部分。其中,LabVIEW面板的工具菜单中的fuzzy logic controller design可以方便地设计和修改模糊控制器的隶属函数、规则库和推理规则等。设计的结果以.fc

的文件格式保存在指定的路径, 以被 Load fuzzy controller .vi 调用。该子程序将 .fc 文件调入到应用程序并将文件里设定的 PID 参数加载到 Fuzzy controller .vi 里实现模糊控制算法。所以在初步设计本系统时, 要做大量试验, 即在电液比例伺服阀的放大板两端施加不同电压信号, 测定料口缸活塞的位移, 应用模糊集合论, 建立参数 K_p 、 K_i 和 K_d 与系统误差和误差变化率之间的函数关系; 然后将料口缸设定位置与实际采集位置信号的差值和差值变化率送入模糊控制器, 进行在线自整定 PID 参数; 最后将整定后的 PID 参数送入 PID 控制器, 将输出的信号控制比例伺服阀动作, 从而实现壁厚的控制^[4-5]。

图 5 为模糊 PID 控制器的部分程序框图, 由当前设定的位置与采集卡采集到的位置计算得到 e 和 Δe , 3 个模糊控制器分别计算出 PID 控制器的 3 个参数 K_p 、 K_i 和 K_d , 经过 PID.vi 输出相关的控制量, 通过采集卡 AO0 端口输出给比例伺服阀。

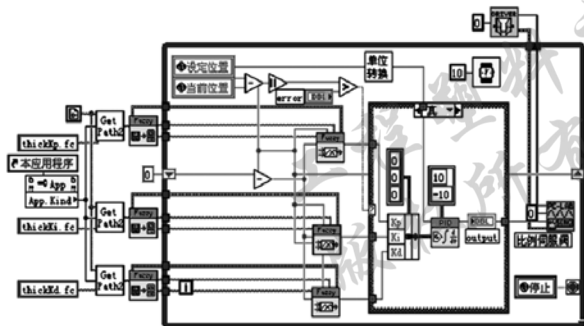


图 5 模糊 PID 控制器程序框图

3 试验结果与分析

图 6 为某一吹塑过程料口缸实际位置曲线与设置位移曲线图, 其中曲线 1 为料口缸的实际位移随时间 (或设置点) 变化的曲线; 曲线 2 为料口缸设置位移点的拟合曲线。该系统采用的 NI 软件和采集设备实现了 20 ms 的控制周期。经多次试验后统计得: 料口缸实际位移线与设置位移曲线时间上滞后小于 50 ms, 位置阶跃响应测试稳定时间小于 80

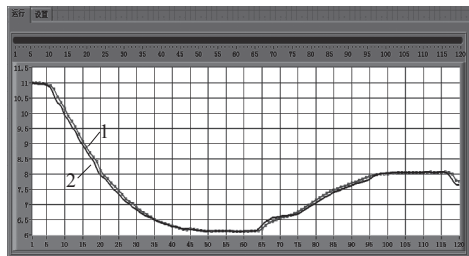


图 6 料口缸实际位移曲线与设置位移曲线

ms, 重复性试验误差小于 1.5%。

笔者所述的壁厚系统控制方法是无论设置点位移的多少, 都将由设置位移点按样条插值拟合的曲线均等地分成 120 份。在整个出料过程中, 料口设定位移就以拟合曲线被均分后的位移值为被控信号。由于拟合曲线的细化使得实际料口位移曲线与设定料口位移曲线重复性非常好。

样条插值保证了设定的壁厚曲线在各设定点连续可导, 但是在大幅度调整曲线上某一点的位置时, 会出现离该点较远处的点的斜率发生改变, 这样就会改变已设定好的曲线, 无法得到想要的曲线。为了防止这种情况的发生, 系统在软件上进行了曲线斜率的限定。当被调整点处的斜率超过限定值, 则会弹出错误提示。从而实现了设定曲线的圆滑拟合, 为加工的产品壁厚均匀奠定了基础。

该系统是由带位置反馈比例伺服阀的控制油缸通过位移反馈实现位置的精确控制, 是典型的阀控缸系统。比例伺服阀具有响应非常快 (信号从 0 变化到 100% 时, 响应时间小于 10 ms)、整体精确度高等优点。且以模糊 PID 控制器作为控制算法, 可以实现在不同偏差和偏差变化率下对 PID 参数进行调整, 从而提高系统的精度和系统的稳定性。

4 结语

使用 NI 公司的 LabVIEW 及其提供的工具包和台湾省研华公司硬件产品开发的挤出吹塑机壁厚控制系统, 不但能提高系统的自动化程度和可维护性, 还具有结构灵活、功能全、精度高、功能扩展性强、人机界面多样灵活、易于操作等特点。实际结果表明, 该系统在壁厚控制的快速性、准确性和效率方面均有提高。

参考文献

- [1] 乔文刚. 大中型吹塑机微机电液比例型坯壁厚控制系统研究 [J]. 塑料科技, 1997(1): 39-44.
- [2] 文生平, 杨帆. 精密注塑机的闭环控制技术 [J]. 塑料工业, 2006, 34(3): 37-39.
- [3] 赵宝纯, 骆宗安, 刘相华. 基于 LabVIEW 的模糊控制器设计与仿真 [J]. 控制工程, 2006, 13(增刊): 49-52.
- [4] 宋智望, 郁其祥, 王益明, 等. 基于 LabVIEW 的 PID 参数自适应模糊控制器设计 [J]. 机械设计与制造, 2003(4): 11-13.
- [5] Renn J C, Tsai C. Development of an unconventional electro-hydraulic proportional valve with fuzzy-logic controller for hydraulic presses [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2005(2): 10-16.

DEVELOPMENT OF WALL THICKNESS CONTROLLING SYSTEM IN BLOW MOLDING MACHINE BASED ON LABVIEW

Lu Qianqian, Wei Jianhua, Lai Zhenyu

(The Institute of Mechatronic Control Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

ABSTRACT A control system of wall thickness in Extrusion Blow Molding, which includes industry PC, virtual instrument, proportional-servo valve and sensor technology was designed and developed. By using the powerful function of industry PC and fuzzy PID controller design on fuzzy logic toolbox in LabVIEW, combining friendly man-machine interface and flexible programming of virtual instrument and high frequency response and high precision of proportional servo valve with position feedback, the system realized high performance wall thickness control. The tests indicated that this system not only had high precision and strong anti-interference ability, but also owned good evenness of product's wall thickness and more flexible and productive than those used at present.

KEYWORDS virtual instrument, proportional-servo valve, fuzzy PID controller, wall thickness control

LG 化学和中海油联手将在华南建 30 万 t ABS 工厂

日前, 韩国 LG 化学公司将与中国海洋石油总公司(中海油)联手在中国南部地区兴建一座年产 30 万 t(丙烯腈/苯乙烯/丁二烯)共聚物(ABS)的工厂。

该厂位于广东省惠州市, 将于 2010 年上半年开始建设。工厂初期产能为 15 万 t, 将于 2011 年下半年开始商业化生产; 产能为 15 万 t 的另一批设施将于 2013 年建设。

计划在 2012 年前将位于中国宁波的 ABS 工厂产能从现有的 58 万 t 提高至 70 万 t。最新计划将使该公司 ABS 工厂年均总产能提高到 160 万 t, 其中包括韩国工厂的 60 万 t。

预计到 2011 年, 全球 ABS 消费年均增长率为 4.5%。其中需求增长最快的仍是亚洲为 7%。(上证网)

全球塑料添加剂市场将继续增长

美国 BCC 公司研究预测, 尽管目前经济处于衰退期, 全球塑料添加剂市场仍将呈现增长趋势, 长时期内该行业将经历结构调整。塑料添加剂行业在 2007 年走出谷底, 此前该行业经历了 5 年多艰难的结构性市场变化, 包括利润减少,

原料价格快速上涨, 产品生命周期缩短, 市场向新兴市场快速转移, 以及行业规范等压力。BCC 研究报告称, 2008 年全球塑料添加剂市场值为 362 亿美元, 预计 2009 年市场值会略有增长, 估计为 374 亿美元。预计在未来五年内年复合增长率可达 4.1%, 到 2014 年全球塑料添加剂市场规模将达到 458 亿美元。该市场细分为改性剂、稳定剂、增强剂和加工助剂。其中, 改性剂将拥有最大的市场份额, 2008 年市场总值 182 亿美元, 2009 年预计将增加至 187 亿美元, 2014 年将达到 229 亿美元, 平均年增长率为 4.1%。第二大板块是稳定剂, 2008 年产生市场值为 121 亿美元, 估计 2009 年为 126 亿美元。未来 5 年平均增速为 4.2%。(中化)

透明高强度热塑性弹性体

Elastocon TPE 技术公司推出一新系列的透明、无油型热塑性弹性体, 可去除木材和其它表面油的荧光。Elastocon CLR65(邵 A 65)和 CLR75(邵 A 75)不含增塑剂, 可替代有机硅和聚氯乙烯(PVC)用于医用制品和儿童玩具。该系列材料不需干燥, 可与 PP 材料进行重叠注塑。(中化)

鞍山君利工程塑料有限公司

鞍山君利工程塑料有限公司是股份制企业, 生产以工程塑料为主的改性材料。由教授级高级工程师、中国塑料加工工业协会专家委员会专家赵文聘负责生产技术。可为用户提供增强、增韧、复合、阻燃、环保阻燃、抗静电、耐磨、塑料合金类系列改性工程塑料。公司竭诚为用户“量身订做个性化需求的产品, 为客户创造价值”。公司通过 ISO9001:2000 国际质量管理体系认证。公司宗旨: 信誉第一; 质量第一。

欢迎新老客户前来指导、合作!

- 改性品种: PA66、PA6、PP、PE、ABS、AS、HIPS、POM、PC、PC/ABS、PBT、PET、PVC 等系列改性塑料。
- 适用行业: 家电、汽车、机械、铁路、纺织、石油化工、煤矿、农业等。

经理: 徐长旭 13604228259, xuchangxu315@163.com

总工: 赵文聘 13804910274, zhaowenpin315@163.com

地址: 辽宁省鞍山市腾鳌镇黄县 邮编: 114225

电话: 0412 - 8935903 传真: 0412 - 8935803