

聚合物动态流变仪数据采集系统研制^{*}

吴上生 李群华

(华南理工大学聚合物新型成型装备国家工程研究中心, 广州 510640)

摘要 介绍聚物流变测量的目的和方法、聚合物动态流变仪的功能及应用计算机技术开发的聚合物动态流变仪数据采集系统的功能结构。详细论述了在 Delphi 环境下使用 16 路 12 位数据采集卡 PCL-1710L 组成的数据采集系统及高速数据采集技术。利用该仪器可以测量聚合物在稳态和动态挤出过程中的流动速率、压力降、离模膨胀和表观粘度等。

关键词 聚合物 动态流变仪 数据采集 工控机

随着高分子材料流变学的蓬勃发展, 流变测量的方法和仪器也日臻完善。流变测量的目的一般包括 3 个方面: ①物料的流变学表征; ②工程的流变学研究; ③检验和指导流变本构方程理论的发展。

根据材料的形变历史, 流变测量实验可分为稳态流变实验和动态流变实验。笔者所介绍的聚合物动态流变综合测试仪主要用于测量正弦脉动力场作用下的聚物流变特性、非线性行为(即动态流变实验)。该仪器具有毛细管动态挤出、动态注射充模、动态塑化混炼过程模拟测量等功能, 可对聚合物在正弦脉动力场作用下的行为与响应进行深入的定量分析。上述的聚合物动态流变仪中数据采集系统是该聚合物动态流变综合测试仪的部分工作, 主要研究正弦脉动力场作用下聚合物动态挤出过程中各种物理量(如压力、扭矩、转速、频率、线速度、流量、温度等)的在线实时测量、采集并进行数据处理以表征实验中材料内部的应力场、应变场、剪切速率场、压力场和温度场等之间的相互关系。

1 Delphi 环境中的数据采集系统

1.1 数据采集系统硬件结构

运用光电学、计算机科学、智能控制、人工神经网络、模式识别等知识研制的聚合物动态流变仪, 其数据采集处理系统必须保证各种参数在线测量的实时性和测量精度。该系统应对振动源的频率、振幅、速度、加速度进行检测和控制, 对振动塑化装置和密炼混合装置的转速、转矩进行测量与控制, 对物料的温度、压力也进行精确测量与控制, 对挤出及注射活塞的行程、挤出量和挤出胀大量也能精确测量, 具有数据综合分析、图形显示、数码输出等功能, 是整个仪器的关键部分之一。

数据采集和处理系统由硬件、软件两部分组成,

包括数据采集、信号处理、数据综合分析、图形显示、数据输出等。考虑到仪器需要快速地采集实验数据并动态地显示于显示器上, 采集速度非常高, 而在 Windows 操作系统下, 不允许用户像在 DOS 操作系统中一样直接对端口进行操作, 同时, 下位机发送信号的规律性不是很强, 为了及时响应下位机的信号, 必须保证采集数据在后台进行。因此采集系统以 Advantech 公司的 A/D-D/A 卡 PCL-1710L 作为硬件接口, 该卡提供 16 路 12 位的模拟量输入和 2 路 12 位的模拟量输出、16 路数字 I/O。系统总体结构如图 1 所示。

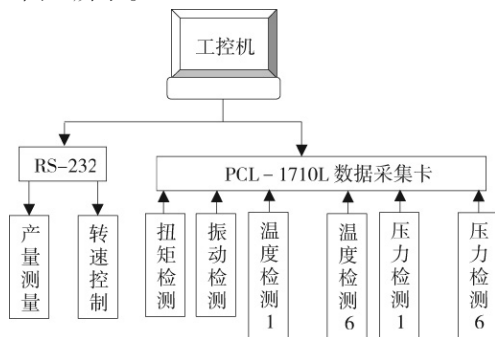


图 1 数据采集系统总体结构

1.2 高速数据采集技术

考虑到 Delphi 具有高效、最优化、可视化应用开发环境和扩展的数据库技术, 并可直接调用 Windows API 函数, 采集现场数据时采集速度高, 同时 Delphi 还具有强大的数据库管理功能, 其 BDE 数据引擎使应用程序在数据存储、查询方面速度更快, 操作更简单, 并可应用大型数据库如 Oracle、SQL 等。因此, 聚合物动态流变仪数据采集系统使用 Delphi 作为软件开发平台。为使采集的高速信号不失真,

^{*} 国家自然科学基金资助项目(20027002)

在数据采集系统中使用了 Advantech 公司的数据采集卡 PCL-1710L。

(1) 高速数据采集卡 PCL-1710L

高速数据采集卡 PCL-1710L 是与 PC 机总线兼容的数据采集卡,可直接插入 PC 机内的任一总线扩展槽中。PCL-1710L 提供 16 路 12 位的模拟量输入和 2 路 12 位的模拟量输出、16 路数字 I/O,输入信号幅度可以经程控增益放大到合适的范围,保证最佳转换精度。程控增益可选择 1、2、4、8 或 1、10、100、1000 倍。A/D 转换器输入信号范围为 $\pm 5\text{V}$ 或 $0 \sim +10\text{V}$ 。PCL-1710L 卡支持软件触发、定时触发和程控阈值电平触发 3 种 A/D 电路启动转换工作方式。支持软件查询、DMA(直接内存访问)、中断等数据传送方式。

(2) 高速数据采样及传送方式

为了快速地采集和传输数据,对聚合物动态流变仪中的一些信号数据如振动信号采取了 DMA 方式。DMA 方式是一种完全由硬件执行 I/O 交换的工作方式。在这种方式中,数据交换不经过 CPU,而是由 DMA 控制器(DMAC)完全接管对总线的控制,直接在内存和 I/O 设备(如 A/D 数据转换器)之间进行。

系统中采用双通道无间隙 DMA 数据传送,这里的通道不是指模拟信号采样通道而是指 DMA 数据传送通道,此时内存被分成多个 64 K 的区域,A/D 转换结束后,产生一个 DMA 请求信号送到 DMAC。当 DMAC 收到此请求信号后,经判优及屏蔽处理向总线仲裁器送出总线请求信号要求占用总线,经总线仲裁器裁决后,CPU 在它认为可能的情况下完成总线周期后进入总线保持状态,并且发出总线应答信号通知 DMAC,CPU 已交出系统总线控制权,此时 DMAC 由被动态进入主动工作状态,从而接管总线的控制。然后由它向 A/D 转换器发出应答信号和读信号,向存储器发出地址信号和写信号,开始 DMA 传送过程。当第一个 64 K 的内存区域被数据写完时,DMAC 产生一个中断请求信号。如果此时所需样本数尚未转换完毕,CPU 在接到该中断请求信号后,将指挥 DMAC 改变数据传送通道,使之使用第二个 DMA 通道将数据传送到第二个 64 K 的内存区。如此反复,直到所有数据传送完毕。

2 应用实例

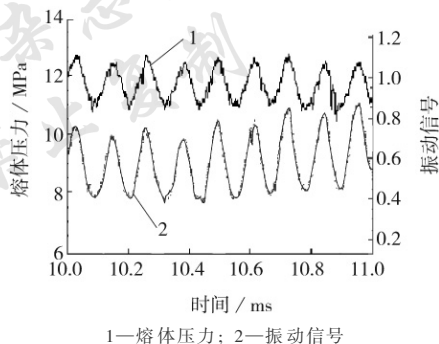
聚合物动态流变综合测试仪主要由机械本体(小型的挤出机、注塑机和吹膜机)、计算机控制部

分、数据采集与处理系统 3 大部分组成,如图 2 所示。



图2 聚合物动态流变综合测试仪

利用该仪器进行实验,主要实验参数为:螺杆转速 30 r/min,振幅 0.2 mm,振动频率 25 Hz,挤出口模直径 1 mm,材料是 LDPE。通过数据采集与处理系统得到塑料熔体在螺杆料筒中的振动变化曲线如图 3 所示。该曲线完全真实地反映了振动力场作用下聚合物熔体的流变特性。



1—熔体压力;2—振动信号

图3 振动对塑料熔体压力的影响

该聚合物动态流变综合测试仪采用先进的计算机测控技术,具有测量精度高、性能稳定、人机界面友好、文件处理功能丰富等特点。

3 结语

该数据采集系统基于 Window 98/2000/XP 下采用了最新面向对象技术,具有自动数据采集、信号处理和科学计算功能。在聚合物材料研究和加工领域使用该新型实验仪器可以进行的实验研究工作是:了解挤出和注塑中被填充的热塑性塑料在挤出机和注塑机中的流动状况,测量挤出中在线粘度和真实粘度,预测出口膨胀和取向及残留压力,创建新材料的结构方程等。因此该新型实验仪器是工业企业及教学科研机构理想的实验设备。

参考文献

- 刘胜平. 聚合物流变学. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- 谭超, 李将渊. 基于多线程技术实现高速数据采集. 计算机应用研究(精扩本下册), 2003, 216
- 郑建华. 聚合物振动力场强化单螺杆挤出流变行为测量及表征: [硕士论文]. 广州: 华南理工大学, 2003.

STUDY OF THE DATA ACQUISITION SYSTEM ON THE POLYMER DYNAMIC RHEOMETER

Wu Shangsheng, Li Qunhua

(National Engineering Research Center of Novel Equipment for Polymer Processing, South China

University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT The goal and method on polymer rheological measurement, function of the Polymer Dynamic Rheometer and the structure of the data acquisition system are presented. The data acquisition system composed of the data acquisition card— PCI – 1710L and the data acquisition technology under the environment of Delphi are discussed in detail. The flow rate, pressure drop, die swelling and apparent viscosity in dynamic and static extrusion can be measured by using this equipment.

KEYWORDS polymer, dynamic rheometer, data acquisition, industrial computer

欢迎订阅《工程塑料应用》及合订本光盘
《化学分析计量》及合订本光盘

邮发代号 24 - 42, 24 - 138 全国各地邮局均可订阅

欢迎读者直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅、购买《工程塑料应用》及合订本光盘,《化学分析计量》及合订本光盘,请注明订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》 国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大 16 开本,每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等 21 项国家、省部级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2005 年定价 7.5 元/期,全年 90 元。1986 年以来的期刊价目见表 1。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

《工程塑料应用》合订本光盘 我社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973 年)至 2004 年底共 32 卷 181 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。利用该合订本光盘,既可以按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可以根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。该套合订本光盘共 4 张,可分盘检索也可跨盘检索,全套光盘优惠价 500 元。

《化学分析计量》 国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版。本刊荣获 3 项省部级优秀期刊奖,被美国化学文摘(CA)收录。2005 年定价 7.5 元/期,全年 45 元。创刊号以来的期刊价目见表 2。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

《化学分析计量》合订本光盘 我社已将《化学分析计量》期刊自创刊号(1992 年)至 2004 年底共 13 卷 41 期的期刊电子化,并制成合订本光盘,现公开发售。利用该合订本光盘,既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅本刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文,又可根据读者自定义的关键词进行全文检索,非常方便、实用。该合订本光盘优惠价 150 元。

邮局汇款:

收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮编: 250031 传真: (0531) 85947355 85878224
电话: (0531) 85878223 85878278

表 1 《工程塑料应用》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
1986 ~1989	16	0.825	13.2	19
1990 ~1992	12	1.4	16.8	23
1993、1994	10	2.4	24	30
1995	6	2.8	16.8	23
1996	6	4	24	30
1997	6	5	30	36
1998	12	3.5	42	48
1999	12	4	48	54
2000	12	5	60	66
2001	12	5.5	66	78(两本)
2002	12	6	72	84(两本)
2003	12	6.5	78	90(两本)
2004	12	7	84	96(两本)
2005	12	7.5	90	102(两本)
合计	152		664.8	700(优惠)

表 2 《化学分析计量》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
创刊号 ~1998	9	4	36	42
1999	4	3.5	14	64
2000	4	5	20	
2001	6	4	24	
2002	6	5	30	72
2003	6	6	36	
2004	6	7	42	93
2005	6	7.5	45	
合计	47		247	260(优惠)

银行汇款:

户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行八一分理处
帐 号: 1602001209014424079