

浅谈纺织测试仪器机电一体化

孙 文 秋

(中国纺织工程学会)

纺织测试仪器作为检测纺织原料、半成品和成品质量指标的重要手段和工具,随着纺织原料品种的增加,纺织工艺水平的提高和多样化,测试机理的开拓;机械和自动化技术的进步,特别是微电子技术和计算机技术的发展,在最近三十年,纺织测试仪器不论在测试机理、机电一体化水平、微型计算机应用、测试指标和仪器的品种方面都有了长足的进步。80年代中期以来,涌现出一批大容量、自动化、智能化、多功能的机电一体化水平很高的新型仪器。纺织测试仪器走过了机械式、机械电气、机械电子式直到今天机电一体化的发展道路。下面从几个典型仪器的发展概况,可清晰的看到纺织测试仪器机电一体化的发展进程。

一、典型仪器系统机电一体化进程的分析

(一) 大容量、多指标、快速测试系统的诞生和发展 (High Volume Fiber Testing Installation 缩写 HVI)

纺织工业应用现代化机器纺纱织布,已有二百年历史,为了适应大规模生产需要,对棉花进行分级检验也近两个世纪。但分级检验直到60年代,还是沿用手感目测的感官方法,把棉花分成不同品级和长度,按级定价进行贸易,按质加工生产不同品种和质量

的纺织品。
60年代,美国德州棉农对当时美国农业部实行的感官检测分级方法深为不满,迫切要求用更好更快的方法评定原棉质量,解决棉花贸易中产生的矛盾。这些呼声引起了美国农业部的重视。从1966年开始,对用快速仪器检验原棉取代当时的人工分级方法,进行了一系列试验研究工作,在试验的基础上,提出了测试系统的功能和具体测试指标。要求系统必须能快速的测量棉花的下列指标:

色泽——亮度(Ra)和黄色深度(+b);

杂质——以重量或面积表示的百分比;

长度——上半部平均长度和平均长度,或2.5%

和50%跨距长度;

整齐度——平均长度和上半部平均长度之比或均匀度——50%跨距长度对跨距长度之比;

强力——在1/8英寸隔距下的比强度(gf/tex或cN/tex);

细度——马克隆数。

美国思彬莱公司(Spinlab)和动力控制公司(Motion Control, INC)同时承担了系统的研制任务。下面以Motion Control公司的仪器为例,进行分析。

1968年第一套HVI测试系统诞生。该系统实际上是将棉花色泽仪、气流细度仪和气流长度—强力仪组合在一起形成的,其中大部分仪器为机械式,棉样中杂质含量仍由人工目测。这套系统需8个操作人员,每小时测20个试样。

两年以后,动力控制公司制造了第一套比较完整的HVI测试系统。该系统最大特点是将人工传送棉样,改进为由电子控制的传送带输送。因此,操作人员也由8人减少为6人,每小时约测50个试样。1973年又改进为应用小型电子计算机进行数据处理与打印,操作人员减为4个,每小时测60个试样。

随着微电子技术和计算机技术的发展,HVI系统机电一体化的水平也不断提高,设备也日臻完善。80年代,动力控制公司完成了HVI3000型系统的批量生产。HVI3000型中气流细度仪、色泽仪和长度—强力仪的三个测试台都有单独的微处理机、数字显示板和数据处理终端。3个操作员7小时可测800~1000个试样。现在国际上大量应用的是HVI4000系统。HVI4000型除了增加了电子称外,样夹采用自动控制,用CCD摄像扫描测量杂质含量,并装有废弃试样和散失的棉绒收集系统。这套系统结构更紧凑,机电一体化水平更高,除了每台装有单独的微处理机控制外,系统上还配有一台IBM-286微型计算机,用于操作、标定、数据查询和存储。动力控制公司还提供配棉软件包进行成纱质量和成本预测。系统只需

二个操作人员, 15秒钟即可测出试样的马克隆值、成熟度、细度、色泽、含杂、长度、长度整齐度、短纤维含量、强力 and 伸长度。

最近动力控制公司又推出 HVI-5200 和 5500 型(由于动力控制公司已并入瑞士派雅(Peyer)公司系统改为 Peyer-MCIHVI)。5200 型系统是在 HVI4000 型基础上改进提高的, 其气流仪试样不需称重, 棉样重约在 2.5~10 克之间即可。对测长度和强力部分机构结构作了较大改进, 增加了自动取样部分。气动夹头从抓取棉样、梳理、测长、测强力和伸长度是在转动的 5 个工位上由计算机控制, 按程序自动进行的, 测试数据由计算机处理和打印输出。HVI5500 型增加了采用近红外光测量棉纤维的成熟度和含糖量。

总之, 该公司从 60 年代中期开始, 经过了 30 年的不断改进与完善, 系统从机械式、机械电子式和以计算机为核心的机电一体化的改造过程。

在高容量、多指标、快速纤维测试系统行列中还有乌斯特-恩彬莱公司的 HVI980 系统, AFIS (Advanced Fiber Information System) 单纤维检测系统, 这里就不再赘述了。

(二) 乌斯特纱线条干均匀度仪(Evenness Testing Installation USTER)计算机化的演变

瑞士蔡尔维格乌斯特(Zellweger Uster)公司研制的纱线条干均匀度仪从 1948 年第一台问世以来, 经历了 GGP 型、UT-II、UT-I 型和 UT-III 型三种系列仪器。乌斯特条干均匀度测试仪 40 多年来随着微电子技术的发展, 在不断完善和更新过程中, 形成了完整的测试指标和高度计算机化的设备。乌斯特条干均匀度仪机电一体化过程大约可分成三个阶段。

1. 系统的形成和 GGP 系列

(1) 系统的形成

1948 年 Uster 公司首先研制成测试纱线不均匀度的主机和计算纱线条干线性不均匀率 $u\%$ 的积分仪 L_1 。1953 年生产了第一台波谱仪, 1959 年推出了疵点仪。经过 10 年的研制, 在 1959 年才形成了包括主机、积分仪、波谱仪和疵点仪的完整的乌斯特纱线(条子)条干均匀度测试装置。这种结构一直维持到 1987 年。

(2) GGP 系列

① 1948 年至 1950 年, 条干均匀度仪首批产品的型号为 GGP-A₁, 后改为 GGP-A₂, A₂ 型又改为 A₃ 型。50 年以后, A 型停产改为 GGP-B 型。

② 1950 年至 1977 年, 从 GGP-B₁ 型一直改型至 GGP-B₄₆。1978 年 UT-IB 型取代了 GGP-B_{39~46} 型。

GGP 系列从诞生到 GGP-B₄₆ 经历了 30 年, 每次改型在型号下角改变一次数字, 可以说 A 型 B 型共经过了 49 次的改进。这些改进包括仪器配套, 局部电路和元器件的变化和提高仪器的线性度、(GGP-A 型的线性偏离度为 10%, GGP-B₃₉ 型提高到 2%), 但在电路工作原理方面基本上没有变更。

2. UT-II 型和 UT-I 型

1974 年 Uster 公司就研制成全自动纱线条干均匀度仪, 这台仪器后来定型为 UT-II B。UT-IB 型是在 IIB 的基础上加以简化和改进电路设计的, 1978 年正式大量生产。为了便于推广应用, 将 IIB 型的自动换纱改为人工换纱, 但提高了线路的集成度, IB 型价格比 IIB 型便宜 1/3。UT-IB 型、IIB 型同时存在, 根据用户的需要进行选择。

UT-I 型和 II 型与 GGP 系列相比, 在电路方面作了非常大的变革, 所有器件几乎全部采用集成数字电路。测试速度(细纱)从 GGP-B 的 25—50 米/分, 提高到 100 米/分, 仪器的操作更简单和方便。UT-II 型和 I 型现已停产, 由 UT-III 型取代。

3. UT-III 型

1988 年 10 月在巴黎国际纺机展览会上, 乌斯特公司展出了换代产品 UT-III 型。UT-III 型与 I 型 II 型相比, 除了检测器简化外, 三个箱体全部取消了, 换成了一台专用微型计算机, 屏幕显示器和打印机。UT-III 型可测短纤维产品, 也可测长丝, 加上一定部件还可测毛羽和支数。

至此, 乌斯特纱线条干均匀度仪从 50 年代的电子管开始, 经历了半导体器件, 集成电路、大规模集成电路; 到 80 年代末形成了以计算机为核心的高度机电一体化的装置, 完整的测试系统和测试软件。

另外条干均匀度波谱仪的演变过程也是非常典型的机电一体化的例子。Uster 公司 1953 年推出的第一代波谱仪是采用回转机械开关构成 35 个余弦函数与 35 个正弦函数发生器。由于信号变化缓慢, 用一套电路完成 35 个频道信号的转换与运转。70 年代与 UT-I 型配套的波谱仪已采用滤波器(线性集成电路)方法取代了机械开关, 大大简化了线路, 并扩为 54 个频道。UT-III 型已没有单独的波谱仪了, 完全由计算机和配套软件实现了波谱仪的全部功能。

(三) 电容式羊毛长度测定仪不断改进

瑞士塞格瑞德——派雅(Siegfried Peyer AG)公司的 AL-100 型羊毛长度测量仪是 60 年代, 由欧州共同体纺织测试中心研究成功的, 应用电容测试原

理,为电子管式仪器。仪器能自动划出羊毛长度根数分布曲线。根据曲线由人工积分求出其它指标。80年代初,派雅公司接产后,用PDP11/03微型机进行控制和数据处理,大大的提高了仪器的准确性和自动化程度,可自动计算和打印出多项指标和曲线。1988年又改用P810微机,增加了CRT显示器和人机对话功能,仪器的水平有了一定的提高。1992年北京国际纺机展览会上展出了AL-100和FDA-200羊毛细度仪联机系统。它能快速测出羊毛的多种品质指标。

国产YG081型纤维长度测定仪是在消化吸收国外产品的基础上,研制成功的。在测量电容和计算机应用方面作了大量研究工作,使长度仪成为完全依托于计算机技术的机电一体化的仪器。

二、计算机技术是纺织测试仪器机

电一体化的核心技术

“机电一体化”此名词起源日本,是将英文字机械学(Mechanics)的前半部和电子学(Electronics)的后半部拼合成为“Mechatronics”。在欧美国家中尚没有类似机电一体化的名称,而一般用计算机化(Computerization)来表示。从前面的分析,清楚的看到纺织仪器机电一体化的发展是与微型计算机技术的发展密切结合的,有一些仪器确实实现了计算机化,达到了很高的技术水平。今天谈论纺织仪器的机电一体化,不可能不涉及微型机在纺织仪器上的应用问题。下面简单介绍一下计算机在纺织仪器中的应用情况。

(一) 微型计算机的应用

从70年代中期国外纺织仪器厂就开始应用计算机技术开发新仪器,改造老产品。由于每个公司的仪器水平不同,生产厂家具体条件各异,因此,各家应用计算机的发展道路也不同。归纳起来有下面几种情况。

1. 高起点,一开始就采用16位微型计算机对仪器进行控制和数据处理。如Peyer公司生产的FDA-200型激光纤维细度分析仪、AL-100羊毛长度测定仪。在80年代初期就采用了PDP-11/03型微机。因此,Peyer公司的产品在世界仪器行业中占有一席之地。当然随着计算机技术的发展该公司也不断改变机型,最近推出的OFDA纤维细度测试仪采用了PC-386微型机。

2. 从采用可编程序计算器开始,然后紧跟微机的发展步伐,不断提高,也从单纯的数据处理,发展

为控制与数据处理相结合。美国思彬莱(Spinlab)公司就是从应用TI-59可编程序计算器开始的。然后采用惠普HP-97S、HP-85、IBM-PC机,一直到IBM-PS/2系统及相应的软件和接口。Spinlab公司几十年来,在纤维测试仪器方面一直保持了较高的水平。

3. 在计算机应用的大潮中,迎头赶上。乌斯特公司的纱线条干均匀度仪一直到1987年才正式采用计算机。由于该公司作了多年的技术准备工作,另外微机的发展也为条干均匀度仪的改造提供了有利条件。因此,UT-Ⅲ型计算机化的水平与同类仪器比还是比较高的。

我国纺织仪器应用计算机起步于80年代初期,虽然限于当时的条件,大多数以TP-801单板机为主。但一开始就采取了一条充分发挥计算机和软件功能,控制与数据处理相结合,实现仪器智能化的技术路线。绕过了国外大多数仪器厂开始只用计算机进行数据处理的作法,使研究者一开始就考虑机电一体化的问题。最近几年,我国纺织仪器应用计算机的水平有了很大提高,如YG081型纤维长度测定仪采用了微机系统,YG-131型条干均匀度测试仪采用了多微机并行处理系统。

(二) 单片机在纺织测试仪器上得到了广泛应用

80年代中期以来,由于单片机体积小,一个单片机仅1cm³左右,很容易组装在仪器内,与仪器形成一个整体,实现机电一体化。所以它一出现很快就被纺织仪器行业广泛采用了。特别是对现有的仪器技术改造起到了促进作用。例如,太仓纺织仪器厂生产的YG362A型卷曲弹性仪、YG003A型单纤维电子强力仪,YG171A型纱线毛羽测试仪都是在原来的仪器上用单片机代替了原来的大部分数字电路,减少了大量的元器件,提高了仪器的测量精度,稳定性与功能。随着单片机技术的发展,纺织仪器技术水平的提高,单片机将会更广泛的应用于纺织仪器上。

(三) 高档微型计算机进入了纺织仪器行业

由于纺织试验数据处理数学模型比较简单,数据量相对来说不大,需要的控制功能也不太复杂,因此纺织仪器上多采用单板机、8位或准16位机,操作系统以MS-DOS为主。但进入80年代末,国外不少公司开发了以计算机技术为核心的试验室测试系统和多台仪器联网,特别是开发了一些大型仪器,使计算机技术全面进入了纺织仪器行业。如Peyer公司的OFDA纤维细度测试仪就充分应用了计算机技术。在硬件上采用了PC-80386(486)微型机,高分辨率图

形显示器, 标准键盘、数字化仪和鼠标器, 并应用了图象识别软件。将计算机技术中现有成果比较好的应用于纺织仪器上了, 因此, 仪器的开发周期短, 技术水平高, 这些作法很值得我们借鉴。

三、以计算机、光学、信息技术为基础的机

电一体化的新型纺织测试仪器

1992年第三届中国国际纺织机械展览会上, OFDA纤维细度测试仪集计算机技术、激光技术、CCD成像技术、图象识别技术于一身, 实现了较高水平的机电一体化。仪器可以检测4~150微米的圆形截面的纤维细度, 50秒可测量3000根纤维。应用数字化仪和鼠标器在屏幕上实现静态定标与较验, 并可连续地显示检测过程和单根测量。

美国劳森-亨普希尔(Lawson-Hemphill)公司的TYT加弹丝测试仪可动态的测试加弹丝的膨松度, 收缩率和网络结点。也采用CCD成像技术测试网络结点, 并有RS-232接口与DAS-TYT数据系统相联, 用LOTUS1-2-3软件制成各种报表。

又如, 美国X-RITE公司的968型便携式分光光度计, 仅重1kg, 但具备了分光光度计的全部功能。测量重复性为 $0.05\text{Max}\Delta E^*ab$ 以内(对白色标准板), 测量时间仅为2秒。仪器采用了单片机, 可以存储500个色样的数据, 通过RS-232接口与IBM-PC机, 打印机相接。

类似的例子还很多, 限于篇幅就不再赘述。

四、纺织测试仪器机电一体化的发展展望

纵观当前纺织仪器机电一体化情况, 概括起来基本上是按下列三种类型发展的。

(一) 高档大型纺织仪器

采用新型传感器技术, 比较高档的微型计算机系统 and 现代检测控制技术, 实现信息采集、处理和自适

应控制, 通过软件实现仪器的智能化、多功能化和网络通讯并可对成纱质量、织物质量进行预测等。国际上著名的仪器生产公司兼并后加强了仪器厂的技术实力, 都在积极开拓新型、大型仪器。如法国萨泊贝(Superba)公司的RTF多功能纱线测试仪, 美国Lawson公司TYT加弹丝测试系统, Uster公司的AFIS单纤维检测系统, OFDA纤维细度测试仪和各种HVI系统, 各种试验室测试系统。

(二) 中档产品

采用传感器和微机实现信息采集、处理、控制和数字显示, 非线性校正, 信息存取和打印制表等。如YG022型自动单纱强力机、YG081和思彬莱的630型纤维长度测试仪等。

(三) 仪器比较简单, 多为老仪器改造

采用线性集成电路、数字集成电路和单片机, 实现运算、放大、转换器件的集成化和小型化, 提高仪器性能、缩小体积和降低造价。

以上仅是简单的概括, 随着微电子技术和计算机技术的更进一步的发展, 将会出现更多更好的纺织测试仪器。

姚穆教授对文章进行了审阅, 谨表示感谢。

参考资料

- [1] 孙文秋: “纺织测试仪器应用计算机技术的十年”《山东纺织科技》, 1990年, 第1期。
- [2] 《CITME'92第三届中国国际纺织机械展览会专辑》, 第十章实验室仪器, 纺织部纺织技术组织开发中心、纺织工业部科学技术委员会、中国纺织工程学会, 1993年。
- [3] 《中国纺织仪器要览》, 中国纺织机械工业总公司, 1990年。
- [4] HARVIN R. SMITH HVI仪器的发展与现状, 台湾《电脑配棉技术》资料集, 1991年。
- [5] 张任骏: 《乌斯特均匀度测试仪》, 1980年。