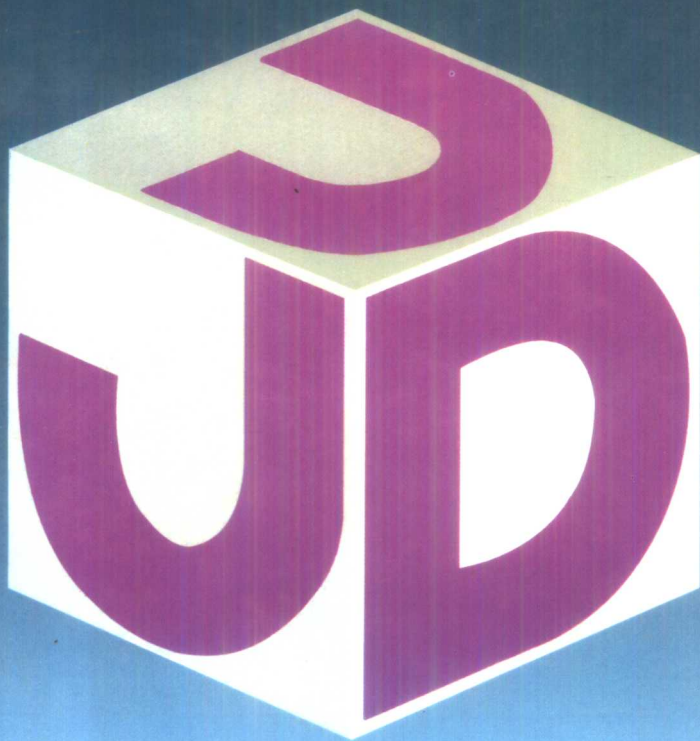


纺织设备机电一体化丛书

纺纱设备 机电一体化

杨公源 马会英 主编



中国纺织出版社

方
少
设
备
机
电
一
体
化

MC403-54/A702/01

纺织设备机电一体化丛书

纺纱设备机电一体化

杨公源 马会英 主编

中国纺织出版社

图书在版编目(CIP)数据

纺纱设备机电一体化/杨公源,马会英主编. —北京:中国纺织出版社,1998

(纺织设备机电一体化丛书)

ISBN 7-5064-1414-7/TS·1195

I. 纺… II. ①杨…②马… III. 纺纱-设备-机电一体化 IV. TS103.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 01407 号

中国纺织出版社出版发行

北京东直门南大街4号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

北京市迪鑫印刷厂印刷 各地新华书店经销

1998年3月第一版 1998年3月第一次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:7.125

字数:186千字 印数:1--3000

定价:15.00元

前 言

机电一体化是一场深刻的技术革命,它正冲击着各行各业,对纺织设备的制造和纺织品的生产也受益匪浅。但是与世界上发达国家相比,我国机电一体化技术在纺织行业中应用的深度和广度尚有相当大的距离。为了提高纺织部门及企业各级领导对机电一体化的认识和理解,并使纺织企业中的机械设计、管理和维修人员了解与掌握机电一体化的基础技术和典型设备,培养“机”“电”复合人才,推动纺织工业实现机电一体化的进程,中国纺织出版社组织编写了《纺织设备机电一体化丛书》,并由国家新闻出版署批准为国家“九五”重点图书。本丛书由《纺织设备机电一体化基础》、《纺织产品 CAD》、《印染 CAD》、《纺织测试仪器机电一体化》、《纺纱设备机电一体化》、《机织设备机电一体化》、《染整设备机电一体化》、《针织设备机电一体化》、《服装设备机电一体化》九个分册组成,并将陆续出版。

中国纺织出版社

编者的话

《纺纱设备机电一体化》是“纺织设备机电一体化丛书”的一个分册。本书旨在普及纺纱设备机电一体化基本知识,介绍纺纱设备机电一体化含义、机电一体化基本要素及功能、关键技术、机电一体化设计方法以及纺纱设备机电一体化课题等。

本书对我们掌握的国内外机电一体化水平较高、具有代表性的纺纱设备进行较为详细的分析,希望读者从实例分析中了解各种技术有机结合所产生的效果,以便做到举一反三,作出创造性的工作。

在编写过程中参阅了国内外厂商的技术资料、国内外有关期刊和有关著作,在此,特向提供资料的同仁及原作者表示感谢。

参加本书编写的有杨公源、马会英、郭兴峰、刘新佳、吴关臣。由杨公源、马会英主编。

由于编者水平有限,书中定有不妥之处,望读者指正。

编者

1997年8月

纺织设备机电一体化丛书
编写委员会

(以姓氏笔划为序)

毛毓琴	白正爱	孙文秋	吕渭贤
邵世煌	沈洪勋	陆宗源	龚明德
蒋文惠			

纺织设备机电一体化丛书

纺织设备机电一体化基础

纺织测试仪器机电一体化

染整设备机电一体化

纺纱设备机电一体化

机织设备机电一体化

针织设备机电一体化

服装设备机电一体化

印染CAD

纺织产品CAD

ISBN 7-5064-1414-7



9 787506 414142 >

定价: 15.00 元

目	录
---	---

绪论	(1)
一、纺纱设备机电一体化的含义	(1)
二、机电一体化的五大要素和五大功能	(1)
三、根据系统整体最佳目标选择五大要素	(3)
四、机电一体化的设计方法.....	(11)
五、机电一体化在纺纱自动化中的地位.....	(13)
第一章 纤维测试	(17)
一、纤维长度测试.....	(17)
二、HVI900 系统的纤维强力仪	(22)
三、HVI900 系统的纤维细度仪	(27)
四、HVI900 系统棉花测色仪和杂质仪	(27)
五、单根纤维测试仪器.....	(31)
六、乌斯特快速试纺系统.....	(34)
七、计算机配棉系统与网络.....	(35)
第二章 开清棉	(46)
一、开清棉工序概述.....	(46)
二、开清棉设备的机电一体化课题.....	(48)
三、自动抓棉机的“精细抓棉”.....	(51)
四、自动抓棉机的自动平整棉包功能.....	(52)
五、FA022 型多仓混棉机棉流换仓控制及气动 控制系统.....	(53)
六、原料开松度在线检测.....	(54)
七、SYH 301 型自调匀整装置	(56)
八、开清棉机组的联动控制与故障监控排除.....	(57)

第三章 梳棉	(60)
一、梳棉工序概述	(60)
二、梳棉设备机电一体化课题	(65)
三、梳棉机动态分析及棉层波长	(68)
四、锡林—盖板工作区作用实验	(72)
五、梳棉机微机控制系统与自调匀整	(76)
六、清梳联	(88)
第四章 并条	(93)
一、并条工序概述及机电一体化课题	(93)
二、并条机微机控制系统	(100)
三、并条机自动换筒	(102)
四、并条机罗拉隔距的在线控制	(106)
五、并条机自调匀整	(110)
第五章 粗纱	(120)
一、粗纱工序概述	(120)
二、粗纱机的机电一体化课题	(123)
三、FA—401 电气控制系统	(126)
四、新型调速系统的开发	(133)
五、控制系统软件设计	(142)
第六章 细纱	(154)
一、细纱工序的基本任务	(154)
二、细纱机的机电一体化课题	(154)
三、细纱机逻辑控制系统	(159)
四、环形数据产、质量监控系统	(162)
五、纺纱张力测试与仪器	(163)
六、自动落纱程控系统	(165)
第七章 转杯纺纱	(171)
一、转杯纺纱工序概述	(171)
二、转杯纺纱机机电一体化课题	(173)

三、转杯纺纱机电气控制	(178)
第八章 络筒	(184)
一、自动络筒工序概述	(184)
二、自动络筒机的机电一体化课题	(184)
三、自动络筒机的计算机监控与管理	(139)
四、纱线的检测与清洁	(194)
五、高性能卷绕系统	(202)
六、气动捻接技术	(207)
七、自动化生产装置	(208)
参考文献	(215)

绪 论

一、纺纱设备机电一体化的含义

随着科学技术的进步,特别是计算机技术的迅速发展,促进了电子技术与机械技术的有机结合,生产出单靠机械技术或电子技术都难以达到优良功能的设备。在这种背景下,日本在 1971 年首次提出 Mechatronics,即机械电子学,在我国,通常称之为“机电一体化”。

伴随着科学技术的进步和人们的大量实践活动,人们对机电一体化的认识和理解不断地深入;机电一体化也在不断地被赋予新的内容。机电一体化应是微电子技术、电力电子技术、计算机技术、信息处理技术、检测传感技术、伺服传动技术、精密机械技术、自动控制理论以及系统整体技术等多种技术的有机结合——融合而成的综合性技术。就学科而言,它是一门边缘学科。

就纺纱工业而言,纺纱设备机电一体化除了包含上述机电一体化化的基本内容外,更全面的含义是“以纺纱工艺为主线、控制理论为指导、电子技术为手段、系统整体最佳为目标”。简言之,它是“工艺、机械、控制一体化”。在自动控制理论的指导下,根据系统整体最佳目标,综合运用各种新技术,设计并选择机电一体化的五大要素,不但要求每个要素本身性能好、功能强,还要求各要素之间实现最佳匹配,从而制造出高性能、高功能的机电一体化产品。

机电一体化的出现是人们思维方式的一次变革,因为它打破了过去那种“机械+电气”的拼合模式,把机械与电子有机地结合起来,是一种“融合”模式。

二、机电一体化的五大要素和五大功能

应用机电一体化技术生产出的设备才能称为机电一体化设

备。机电一体化设备遍及各个领域,结构也各不相同,但它们都有共同的特点,即它们都是由五大要素(部分)组成,见图 0-1。它是由机械部件、动力部件、传感器、执行器和控制器组成。与五大要素对应的是机电一体化的五大功能。

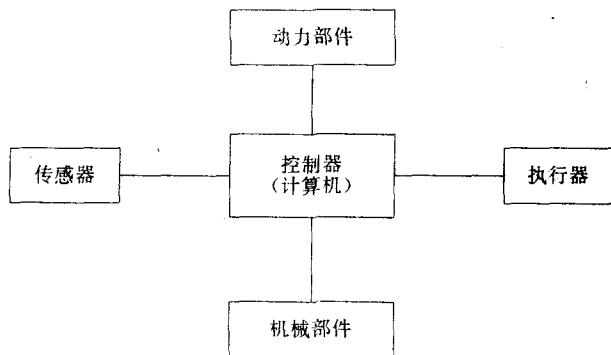


图0-1 机电一体化的五大要素

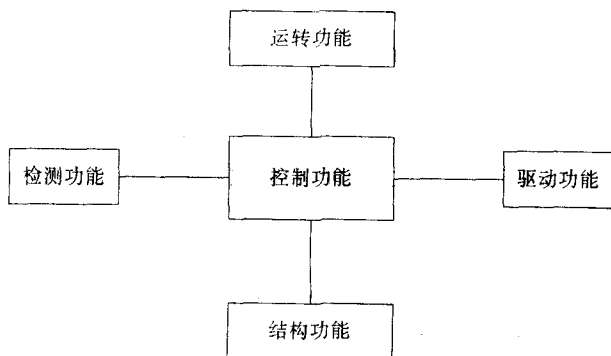


图0-2 机电一体化的五大功能

机电一体化的五大功能见图 0-2,五大功能是结构功能、运转功能、检测功能、驱动(传动)功能和控制功能。

从系统的角度来看,这五大要素相互联系又相互制约,从而构

成一个有机的整体——闭环控制系统,要应用自动控制理论对各个要素进行分析和设计,进而对系统进行分析和设计,不但要求各要素本身性能好,还要求各要素之间协调好、配合好,即实现最佳匹配,从而达到系统整体最佳的目标。

三、根据系统整体最佳目标选择五大要素

系统整体最佳就是使设备(或工艺过程)处于最佳工况。以开清棉联合机为例,某公司遵循“多松、少打、早落、少碎及少回花”的原则,采用机电一体化整体设计法,对多项新技术进行综合应用,如联合机中的除杂机使用 15 只传感器构成微机控制系统,在该除杂机上同时高效完成开松、除尘、除杂工作,除杂率高、落棉含纤率低、纤维损伤小。与一般的开清棉设备相比较,该联合机电力消耗减少 54%,除杂风量减少 70%,占地面积减少 50%,可见,该联合机处于最佳工况。

又如,某公司生产的开清梳联合机,采用计算机分布控制系统。其中的高产梳棉机,可以对 1m 内的超短片段进行匀整。该联合机的另一特点是应变能力强,它借助设在梳棉机上的传感器检测棉条的马克隆尼值,将该信号送往主计算机,主计算机向混合机发送指令,控制的结果是几乎全部消除棉条特性的变异,可见,该联合机处于最佳工况。

下面,从系统整体的角度分析机电一体化的五大要素。

(一)控制器

机电一体化纺纱设备的核心部件是控制器。控制器的任务是对来自各种传感检测装置的信息进行存储和处理,根据设定值与实际值的比较结果进行计算处理,适时地发出各种指令,控制各种执行器按照要求动作,传动相应的机械部件,完成各项工艺操作,使工艺参数稳定在设定值上。控制器(及周边设备)还应具有显示、打印和与上位机进行信息交换的功能。

在机电一体化的初期,往往用可编程控制器(PLC)取代原来的继电器——接触器控制箱或模拟式控制器,但这种取代法往往

达不到系统整体最佳的目的,就这一点而言,应用 PLC 的纺纱设备还不能算是机电一体化设备。

应用机电一体化整体设计法时,一般是采用微机化控制器,该微机控制器可采用定做或半定做的方式制造,其特点是面向纺纱工艺,便于和纺纱参数检测传感器、各种测试仪器接口。

例如,乌斯特梳棉机控制器可以加装到几乎所有型号的梳棉机上,并且有乌斯特 FP 型传感器与之配套。还可以增加乌斯特条子数据系统,在线连续地测定条子的支数变异、条干不匀率、波谱图和粗节。再增加少许投资,加装乌斯特数据通讯网,为乌斯特系统的集成提供了一个平台。兼容的标准模块化组件,允许逐步地、低成本地建成全厂范围内的互连信息数据系统。在向经营管理者提供生产管理的全貌的同时,也为工程部、销售部和财务部门查询信息数据提供了有效工具。显然,选用乌斯特控制器本身就是具有远见的最佳选择。

对于生产线,如开清梳联合机,可以选用乌斯特系列设备。有的公司自行设计计算机分布控制系统;有的公司采用迷你型集散系统;有的公司以工业计算机(IPC)为管理级,以智能数字调节器和可编程控制器(PLC)为过程级,再配上 RS485 通讯接口卡/转换适配器,组成性能价格比极优的集散控制系统,这种方案比较适合用于现有设备技术改造。以上三种方案都是两级计算机控制,不但要考虑联合机中每个单元机的最佳化,还要考虑各单元之间的协调控制,达到联合机整体最佳的目的。

以清梳联合机为例,当梳棉机的自调匀整系统改变喂棉罗拉速度时,清梳联棉箱的控制系统协同改变棉箱喂棉罗拉速度,开清棉机的控制系统也要协同改变打手喂棉罗拉速度。这三个过程级微机控制器的运作由管理级计算机加以协调,使联合机处于最佳工况。

再以混和应变能力强的清梳联合机为例,该联合机除了具有上述联合机的功能外,还借助设在梳棉机的传感器检测棉条的马

克隆尼值,将该信号送往管理级计算机,再由管理级计算机向混合机发出指令,在混合机的微机控制器的控制下,通过称量成分配比单的调整,可以直接进行混和变化,控制的结果是几乎全部消除棉条特性的变异。

由上述例子可知,在清梳联合机上,每个单机都有由微机控制器构成的闭环控制系统。此外,还存在梳棉机输出量到清梳联棉箱、清棉机、混棉机的多个反馈通道,形成多回路控制系统,这种协调控制任务由管理级计算机来完成。

精梳工序的条卷——精梳——并条联合机,也是由两级计算机进行控制。过程级(设备级)有条卷机微机控制器、精梳机微机控制器、无人驾驶运货车微机控制器、并条机微机控制器等。管理级为中央站。条卷机的微机控制系统以毫米级精度控制牵伸,使整卷均匀度 CV 值为 0.3~0.5。精梳机微机控制系统用电子编码器定位上钳板,大大简化了罗拉中心距的调整工作量。微机控制的接头调整十分精确,可使接头调整保持在毫米级的精度。此外还可实时显示基准长度为 1、3、5、10 和 100m 的条子均匀度 U 和 CV,作出波谱图。该微机控制器还与乌斯特条子数据系统兼容。并条机微机控制器使得自调匀整实现了毫米级的长度修正。

纺纱生产过程的发展方向是实现各种设备的自动联结,减少中间环节,缩短工艺流程,提高劳动生产率和产品质量,同时还应具备应变能力强的特点,以适应多变的市场需求。目前,已经实现的有开清梳联合机,条卷—精梳—并条联合机,梳—并联合机,并条—粗纱联合机,并条—气流纺联合机,开清梳并联合机,细纱—络筒联合机等连续化生产设备。

德国特吕茨勒公司生产的 HS900 型并条机,可以用“Canny One”系统,以自由编程的方法,将并条机与开清梳联合机及气流纺纱机连接起来,实现“棉包—细纱”一步法纺纱。

在各种纺纱设备上,一般都有数个工艺参数需要在线检测和控制。对于联合机而言,则有十几个甚至数十个工艺参数需要在线

检测与控制,存在十几个或数十个闭环控制回路,还存在前馈控制(扰动补偿控制)通道。面对越来越复杂的控制系统,要实现最优控制,应该通过理论分析和实验研究来建立环节和单机的数学模型,进而建立联合机的整体数学模型。应用控制理论分析环节和系统的稳定性、稳态特性和动态特性,如稳定裕量、稳态误差、调整时间、超调量以及振荡次数等。

当理论建模较为困难时,可以采用系统辨识的方法建立数学模型。目前,在产品设备中应用的控制理论有 PID 控制、2 自由度 PID 控制、扰动补偿控制以及模糊控制等。正在试验应用的有预报控制、模型参考自适应控制、自校正控制、 H^∞ 控制、最优控制、观测器理论、神经网络以及专家系统等。

(二)传感器

在机电一体化纺纱设备上使用着多种类型的传感器,用于在线检测各种工艺参数,以便构成闭环控制系统、扰动补偿控制系统和自动显示、记录、报警系统。

传感器本身的稳定性、耐环境性、灵敏度、精度以及时间常数等直接关系到控制系统的性能。以棉条线密度传感器为例,目前有机械—电气式、光电式、电容式、同位素式、超声式、感应式、气动式、微波式等 10 余种,但由于种种原因,实际使用的大多数还是机械—电气式和气动式传感检测装置。

随着生产技术和工艺的发展,传感器的使用量越来越大,例如,HERGETE(赫格特)公司制造的开清棉联合机,其中 MAC 型主除杂设备就使用了 15 只传感器,以便实现速度自动控制和除杂自动控制等功能。同时,对传感器的要求也越来越高。例如,FL100 型粗纱机,为了控制粗纱最佳卷绕张力,该机使用 CCD 传感器,能够以 0.1mm 的精度检测粗纱的位置,大大提高了粗纱张力调节精度。

传感器的发展方向是频率化、数字化、集成化、复合化和智能化。纤维测试仪器的发展方向是由离线到在线,形成在线传感检测

自动化系统。因此在选择传感检测装置时应考虑与控制器的匹配，例如前面介绍过的乌斯特系列装置。

(三) 执行器

执行器用于传动各种机械部件，完成要求的工艺操作。执行器包括以电、气压、油压作为动力源的各种器件。以往在纺纱设备上使用的执行器有通用交流电动机、电磁调速电动机、整流子电动机、直流电动机、带伺服电机的机械无级变速器(PIV)以及电磁粉末离合器等。气动执行器有气缸、气囊和气碗等，例如，称量式混给棉机称量斗由气缸来开闭；多仓混棉机的仓顶门由气缸来开闭；成卷机的卷棉罗拉由气缸加压；条卷机升降机构由气缸传动；并卷机牵伸机构中使用气囊；精梳机分离皮辊机构中使用气碗。气动传动系统本身也朝着机电一体化方向发展，例如，现在有一种一体化气缸，它将电磁气阀、传感器、控制器以及气缸本体等做成一个整体，成为气动单元，供不同的设备选用，从而使气压传动系统的设计、安装等工作量大为简化。

在纺纱设备上，广泛使用的执行器是电动机，而且，使用变频器和交流电动机的交流变频调速系统是主流。开关磁阻电动机以其本身的特点，已开始应用于纺纱设备上。

在选用执行器时，应考虑它与控制器的匹配。以自调匀整系统为例，在 $600\text{m}/\text{min}$ 的速度下，若要对 30mm 的超短片段起作用，电动机的时间常数应为 1ms 左右，这只有特种超低惯量电动机才能胜任。目前，有的公司生产的并条机的自调匀整实现了毫米级的长度修正，对执行器及控制系统提出了极高的要求。

以电动机为执行器的电气传动系统本身也存在机电一体化课题，其发展方向是将电动机、专用芯片、功率模块、传感器及减速器合为一体，成为模块式单元，供各种设备选用，从而大大简化了传动系统设计及安装工作量。

(四) 动力装置

它的任务是为执行器提供动力。由于执行器分为电气、气压和