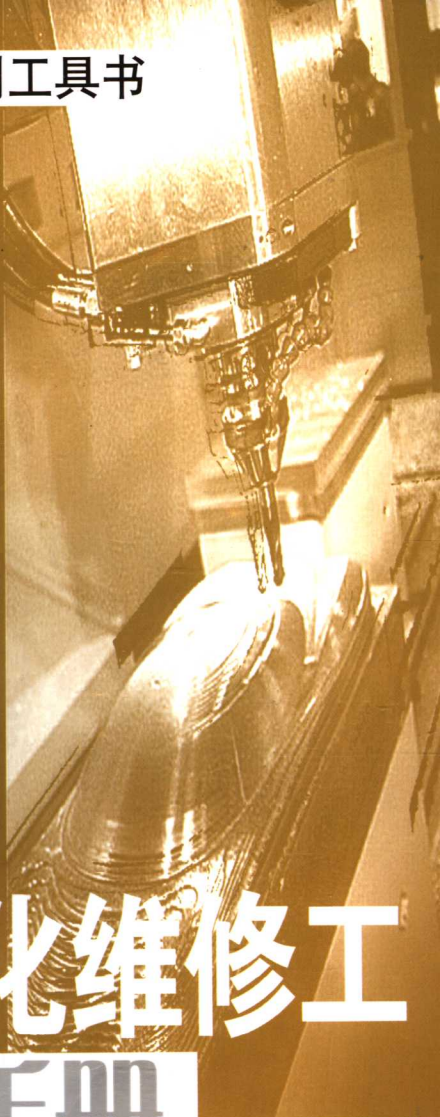




技工系列工具书

主编 / 薛建彬 楼佩煌



机电一体化维修工 实用技术手册

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工系列工具书

机电一体化维修工实用技术手册

薛建彬 楼佩煌 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化维修工实用技术手册 / 薛建彬, 楼佩煌
主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2007. 1

(机电系列工具书)

ISBN 978-7-5345-5241-0

I. 机... II. ①薛... ②楼... III. 机电一体化—
维修—技术手册 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 149063 号

技工系列工具书

机电一体化维修工实用技术手册

主 编 薛建彬 楼佩煌
责任编辑 宋 平
责任校对 苏 科
责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 高淳印刷有限公司

开 本	850mm×1168mm	1/32	印 张	16.625
插 页	4		字 数	400 000
版 次	2007 年 1 月第 1 版		印 次	2007 年 1 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5241-0
定 价 33.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内 容 简 介

本书阐述了机电一体化系统,包括总体技术、机械系统、传感器检测系统、自动控制系统、伺服系统和计算机信息处理系统六大关键组成部分,介绍了机电一体化设备维修的有关内容以及机电一体化故障模式与诊断,并结合生产实践讲述典型机电一体化产品的结构、原理、系统故障诊断方法、维修程序、维修注意事项,力求在掌握机电一体化知识的基础上结合实际,扩展相关实践经验。

本书突出实用性、系统性和简明性,不仅方便机电一体化设备中、高级维修技术人员阅读与使用,也可以作为大中专院校、技校学生课程设计和机械工艺设计的技术资料,特别适合用作机电一体化技术人员的职业技术培训教材。

前 言

机电一体化技术作为典型的复合型技术,是建立在机械技术、微电子技术、信息处理技术、自动控制理论、传感器与检测技术、伺服驱动技术、电力电子技术、计算机控制技术以及系统总体技术等多种现代高新技术群体基础上的一种高新技术。其突出特点是在机械产品中注入了过去所没有的新技术,把电子技术、信息处理技术和自动控制技术集成到机械装置中,从而获得了过去依靠某单一技术无法实现的功能和效果。

随着机电一体化技术的发展,对机电一体化设备维修技术也提出了相应的要求。因为机电一体化设备应用了微电子计算机控制、智能传感检测系统和伺服驱动装置,使设备操作起来非常容易,同时也使设备故障的诊断与维修比较困难,设备一旦发生故障,就需要以整套设备为研究对象,寻找故障产生的原因。

机电一体化设备维修技术是在机电一体化技术的基础上,融合了设备维修工程学、机械故障诊断学等新兴边缘学科。因此,机电一体化设备维修技术人员还必须掌握设备维修工程学的相关内容,如设备故障理论、维修技术和维修管理等,并通过机电故障诊断技术来研究机电设备状态监测与故障诊断,熟悉故障诊断的基本原理、主要技术应用和方法。

与机电一体化技术与设备飞速发展不相适应的,是机电一体化维修专门技术人才的匮乏,当前,我国的机电一体化设备维修的培养模式主要是师傅带徒弟的方法,院校教学多与实际脱节,不适应当前机电一体化维修行业的需要。为了满足机电一体化设备维

修技术人员的实际需要,特编此手册,向广大读者介绍机电一体化技术、设备维护、故障诊断、检测及排除的方法及相应的技术。

在编写过程中,力求突出三大特点:

1. 实用性 系统介绍机电一体化技术的基本知识、机电一体化设备的故障诊断和维修技术,通过解剖应用实例讲述分析问题、解决问题的方法,让理论密切联系实际。

2. 系统性 不偏重于某项关键技术,从内容上顾全大局,深入浅出,结构缜密。系统介绍机电一体化系统共性的六大关键技术,结合具体实例来学习机电一体化产品维修中的具体实践。对各种关键技术的介绍,侧重于各种基本机构、各类电子传感器、PID 控制器、单片机系统、工业控制计算机和 PLC 系统、伺服驱动系统等。

3. 简明性 图文并茂,深入浅出。收集了许多产品的实用技术资料,方便查阅。

本书共十一章,结构上分三大块。第一~七章阐述了机电一体化系统,包括总体技术、机械系统、传感器检测系统、自动控制系统、伺服系统和计算机信息处理系统六大关键组成部分。第八、九章介绍了机电一体化设备维修的有关内容,以及机电一体化故障模式与诊断。第十、十一章结合生产实践介绍典型机电一体化产品的结构、原理、系统故障诊断方法、维修程序、维修注意事项,力求在掌握机电一体化知识的基础上结合实际,扩展相关实践经验。

本书由南京航空航天大学机电学院薛建彬、楼佩煌主编。在编写过程中,钱晓明、王晓勇、胡荣华、沈宇榄、刘清波、李艳芳等帮助收集了部分资料。

因编者水平有限,错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2006 年 11 月

目 录

第一章 机电一体化概述.....	1
第一节 机电一体化的基本概念.....	1
一、机电一体化的产生和发展	1
二、机电一体化的概念	4
第二节 机电一体化系统的基本构成.....	7
一、机电一体化系统的功能构成	7
二、机电一体化系统的组成要素	9
第三节 机电一体化共性关键技术	11
一、机械技术	11
二、检测与传感技术	11
三、自动控制技术	11
四、伺服驱动技术	12
五、计算机与信息处理技术	12
六、系统总体技术	13
第四节 机电一体化产品	13
一、数控机床	15
二、自动机械与自动生产线	16
第五节 机电一体化的效益	17
第六节 机电一体化的发展前景	19
一、机电一体化国内外现状	19
二、机电一体化的发展趋势	21
三、机电一体化发展的方向	22

第七节 机电一体化维修	23
第二章 机电一体化总体设计	26
第一节 总体设计概述	26
一、机电一体化产品的开发过程	27
二、机电一体化系统总体技术	28
三、机电一体化总体设计的机遇与挑战	28
第二节 总体设计的主要内容	29
一、技术资料准备	29
二、性能指标确定	29
三、总体方案拟定	30
四、总体方案的评审	31
第三节 产品使用要求与性能指标的分析与确定	31
一、功能性要求	31
二、经济性要求	34
三、安全性要求	35
第四节 等效互补环节预选	35
第五节 总体方案的评价和优选	37
一、总体方案的评价方法	38
二、评价函数法	39
第六节 功能及性能指标的分配	41
一、功能分配	41
二、性能指标分配	42
第七节 案例：定量电子秤总体设计	42
第三章 机械技术	52
第一节 概述	52
第二节 机械系统的基本构成	53
第三节 机械系统的传动机构	54

一、连杆传动机构	54
二、凸轮传动机构	57
三、齿轮机构	59
四、滚珠丝杠螺母副传动机构	66
五、摩擦传动机构	73
六、链传动机构	76
七、带传动机构	76
八、其他传动机构	79
第四节 机械系统的导向机构	87
一、导轨副的基本要求	88
二、导轨的分类和特点	89
三、滚动导轨	90
四、塑料导轨	91
第五节 执行机构	93
一、手动执行装置	93
二、电动执行装置	93
三、液压执行装置	94
四、气动执行装置	97
五、其他执行机构	99
第六节 传动、导向和执行机构的联合作用	100
第四章 传感器与检测技术	102
第一节 概述	102
第二节 对传感器的基本要求	103
第三节 传感器的分类与选用	104
第四节 检测系统设计的任务、方法和步骤	105
第五节 常用传感器工作原理	107
一、位移、角度、距离的测量	107

二、速度和加速度的测量	118
三、力和扭矩的测量	125
四、其他传感器	127
第六节 数控机床检测装置	136
一、编码器	137
二、光栅尺	139
三、旋转变压器	144
四、全闭环位置检测装置	145
第七节 检测信息的处理方法	146
一、模拟信号处理	146
二、数字信号处理	150
第八节 传感器与检测系统应用实例	151
一、位置检测装置	151
二、机床或机器人的碰撞检测	152
三、切削过程中的力传感器	154
第五章 自动控制技术	156
第一节 自动控制概述	156
一、控制系统的基本概念	157
二、自动控制系统的组成	158
三、控制系统的分类	159
四、自动控制系统的性能	162
第二节 自动控制系统的数学模型	163
一、系统的微分方程	164
二、系统的传递函数	165
三、时间响应	168
四、频率特性	169
第三节 控制器原理和操作	170

一、开关控制	171
二、比例控制	174
三、比例-积分控制	178
四、比例-积分-微分控制	180
第四节 PID 控制器的使用	185
一、PID 控制器模型	185
二、PID 控制器的优缺点	186
三、PID 控制器的参数整定	187
四、PID 控制器参数自整定	188
第六章 伺服驱动技术	189
第一节 概述	189
一、伺服系统的一般组成	189
二、伺服系统分类	190
三、机电一体化伺服驱动系统的基本要求	192
第二节 步进伺服驱动系统	193
一、步进电机的结构和工作原理	193
二、步进电机的开环控制	205
三、步进电机的闭环控制	210
四、步进电机的选择与使用	211
五、步进电机的常见故障与维修	212
第三节 交直流伺服驱动系统	214
一、伺服系统的概述	214
二、直流伺服驱动系统	216
三、交流伺服驱动系统	221
四、伺服系统的发展前景	227
第四节 变频器原理、应用和维修	230
一、变频器的分类	231

二、变频器的工作原理	231
三、变频器控制方式	231
四、常用变频器的介绍	234
五、变频器的常见故障处理	240
第五节 直线进给伺服驱动技术	243
一、直线进给伺服驱动技术概述	244
二、直线进给伺服驱动技术的优点	245
三、直线进给伺服驱动的应用现状	246
四、直线进给伺服驱动系统的控制模式	246
第六节 其他伺服驱动系统	249
一、直接驱动(DD)伺服系统	250
二、微进给装置	250
第七节 伺服系统应用实例——工业机器人驱动系统	251
第七章 计算机控制与信息处理技术	257
第一节 概述	257
第二节 单片机控制系统	258
一、单片机的结构特点	258
二、常用单片机及其性能	259
三、单片机的系统扩展	260
四、单片机控制系统	262
五、单片机的应用	266
六、单片机控制系统设计	268
七、嵌入式系统	272
八、单片机系统的维修	281
第三节 工业控制计算机	282
一、总线式工控机的结构和特点	282
二、各类总线嵌入式工控机的发展	284

三、STD 总线概述	292
四、STD 总线工业控制计算机	296
五、STD 总线工控机的功能模块	297
六、工业控制机的系统设计	298
第四节 可编程控制器(PLC)	301
一、可编程控制器的定义和特点	301
二、PLC 的基本结构和工作原理	305
三、PLC 的编程语言和编程方法	310
四、PLC 控制系统设计	315
五、PLC 控制系统设计举例	323
六、常用 PLC 的品牌、型号、参数及编程软件	326
第五节 组态软件	377
一、组态软件产生的背景	377
二、组态软件主要特点	378
三、组态软件的系统构成	379
四、组态软件的基本能力	381
五、国内外组态软件介绍	381
第八章 机电一体化设备故障分析与诊断	390
第一节 故障和故障模式	390
一、故障定义	390
二、故障模式	391
三、故障后果	393
四、故障的危害度分类	396
五、故障的分类	397
第二节 机电设备的可靠性、维修性和有效性	399
一、机电设备的可靠性	399
二、机械设备的维修性	404

三、机电设备的有效性	408
第三节 机电设备故障产生的原因	410
一、机电设备故障发生过程	410
二、形成故障的结构因素	412
三、维持设备的工作能力,减少故障的发生	414
第四节 设备故障诊断技术	415
一、故障诊断的内容	415
二、设备故障诊断方法	416
第九章 机电一体化设备的维修	418
第一节 机电一体化设备维修方式	418
一、维修方式	418
二、维修方式的选择	420
第二节 机电一体化设备维修制度	421
一、计划预防维修制	422
二、以状态监测为基础的维修制	423
三、针对性维修制	424
四、操作维护制度	425
第三节 面向数控机床的维修制度	425
一、维修内容	425
二、建立维修制度	426
三、数控设备维修实例	430
第十章 数控机床的维修技术	433
第一节 概述	433
第二节 数控机床开机调试	433
一、通电前的外观检查	434
二、接通机床总电源后的检查	435
三、CNC 电箱通电后的检查	435

四、MDI 试验	436
第三节 数控机床维修的基本要求	437
一、对维修人员的要求	437
二、技术资料的要求	438
三、工具及备件的要求	441
第四节 数控机床维修的基本方法	444
一、维修前的检查	444
二、故障分析的基本方法	447
三、CNC 的故障自诊断	449
第五节 数控机床的机械故障诊断与排除	451
一、数控车床机械故障类型	452
二、加工中心机械故障诊断和排除	460
第六节 数控系统的故障诊断与维修	465
一、数控系统的故障诊断	467
二、数控系统的常见故障分析	470
三、故障排除方法	472
四、维修中应注意的事项	474
第七节 维修调试后的技术处理	475
第十一章 自动装配生产线的结构原理与维修	476
第一节 自动装配生产线的发展概况	476
一、装配生产线的三个阶段	476
二、柔性装配生产线	478
第二节 自动装配生产线的结构	480
一、移置机构	481
二、传送机构	485
第三节 装配工作头	496
一、轴孔类零件自动装配的柔顺手腕	496
二、螺钉自动装配工作头	501

三、垫圈自动装入工作头	505
四、螺母自动装入工作头	506
第四节 自动装配生产线的检测装置	507
一、自动检测工作头	508
二、自动检测项目和检测方法	509
第五节 自动装配生产线的故障诊断	511
一、故障诊断的内容与方法	511
二、装配子单元的作业故障诊断实施步骤	512
主要参考文献	515

第一章 机电一体化概述

随着微电子技术、信息技术、生物工程技术、新材料、新能源、核能技术、航空航天技术和海洋技术等世界高新技术的迅猛发展,不同学科间的交叉与渗透日益增强。当前日新月异的科学技术,各种新技术、新工艺、新材料、新设备的出现,不可能是单纯某一门学科的发展,而是多学科、多种先进技术的互相渗透和相辅相成的结果。多学科综合、边缘学科交叉已成为当代科学技术发展的一大特点。在机械工程领域内,由于微电子技术、计算机技术、智能传感检测技术和伺服驱动技术的迅速发展,这些高科技不断向机械工业渗透,机械工业的技术结构、产品机构、功能构成、生产方式及管理模式均发生了巨大变化。当前,以“机电一体化”为特征的机械工业,创造出了许多新产品与新装备。机电一体化的发展,使机械工业步入了智能化、柔性化、信息化、多功能化、全自动化、数字化和网络化控制的新时代,不仅极大地解放了人类的体力劳动,在某种程度上也解放了人类的部分脑力劳动。如今,机电一体化已经成为一门具有自身体系的新兴学科,随着科学技术的不断发展,还将被赋予新的内容。

第一节 机电一体化的基本概念

一、机电一体化的产生和发展

“机电一体化”这个词是日本安川电机公司在1969年申请登记“机电一体化”商标时最先创用的,1971年正式出现在日本《机