

机电一体化技术

JIDIAN YITIHUA JISHU

刘宏新◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机电一体化技术

刘宏新 主编



机械工业出版社

机电一体化是微电子技术向机械工业渗透过程中逐渐形成并发展起来的一门新兴的综合性技术学科，正日益得到普遍重视和广泛应用，已成为现代工业化生产和经济发展中不可或缺的一项高新技术。本书以机电一体化共性关键技术为基础，围绕各种技术的融合与综合应用撰写知识体系，使读者了解和掌握机电一体化的实质及机电一体化设计的理论和基本方法，从而能够综合运用共性关键技术进行机电一体化产品乃至机电一体化系统的分析、设计与开发。强调机电一体化的技术体系认知、机电一体化思维以及知识结构和能力的同步发展。本书以机电一体化共性关键技术为基本框架，结合教材宜学宜教的一般结构体系设置了总论、精密机械技术、电子技术应用基础、传感与检测技术、计算机控制基础、伺服控制、接口技术、系统总体设计和应用实例9章，力求系统和全面地表述机电一体化技术的精髓与工程实践。

全书的结构体系和内容设置既可作为高等教育教材，适于读者系统地学习机电一体化技术，又可满足工程技术人员在对机电一体化技术实施过程中经常遇到的技术规范与难点问题的求证和查询需要。

图书在版编目 (CIP) 数据

机电一体化技术/刘宏新主编. —北京: 机械工业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-111-51028-4

I. ①机… II. ①刘… III. ①机电一体化-教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 176190 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 曲彩云 责任编辑: 曲彩云 版式设计: 霍永明

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 马精明 责任印制: 乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 23.5 印张 · 526 千字

0001—3000册

标准书号: ISBN 978-7-111-51028-4

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

策划编辑: 010-88379782

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

机电一体化技术

主 编：刘宏新

副 主 编：马瑞峻 魏东辉 辛丽丽

参 编：(按姓氏笔划排序)

王 熙 田素博 刘立意

李跃峰 钟博文 侯国安

参编院校：东北农业大学

哈尔滨工业大学

华南农业大学

黑龙江八一农垦大学

苏州大学

沈阳农业大学

前 言

机电一体化是微电子技术向机械工业渗透过程中逐渐形成并发展起来的一门新兴的综合性技术学科，正日益得到普遍重视和广泛应用，已成为现代工业化生产和经济发展中不可或缺的一项高新技术。机电一体化技术系统理论的形成最早起源于20世纪60年代，经过几十年的发展，已经由早期的机械产品与电子技术的简单组合过渡至高度融合且智能化的阶段。机电一体化将机械、电工、电子、信息处理、伺服驱动、传感检测、自动控制等技术进行有机结合，用系统的观点在工程的构思、规划、设计等方面优化组织“物质、能量、信息”现代工业三要素，从而制造出具有多种集成功能、高性能、高可靠性并在市场中具有竞争力的产品。目前机电一体化产品已遍及人们日常生活和国民经济的各个领域。

随着科学技术的发展，机电一体化产品的概念不再局限于某一具体产品的范围，已扩大到控制系统和被控系统相结合的产品制造和过程控制。为了在当今国际范围内激烈的技术、经济竞争中占据优势，世界各国纷纷将机电一体化的研究和发 展作为一项重要内容而列入本国的发展计划，而我国也正处于由“制造大国”向“制造强国”的转变过程中，需要能够掌握核心与关键技术的人才进行自主创新，增强核心竞争力。目前，我国很多高校和高职高专院校在机械工程类专业中设立了机电一体化技术方向；企业及研究院所也有相当多的工程技术人员从事机电一体化技术方面的研究与开发工作。

本书以机电一体化共性关键技术为基础，围绕各种技术的融合与综合应用撰写知识体系，使读者了解和掌握机电一体化的实质、理论和基本方法，从而能够综合运用共性关键技术进行机电一体化产品乃至系统的分析、设计与开发。

作为规范教材，我们在编写过程中着重考虑了以下几点：一是着重体现机电一体化领域中多学科的融合与交叉，避免相关知识的简单堆砌；二是在保证教材内容丰富的同时，突出侧重点，帮助读者有针对性地阅读与学习；三是注重读者动手能力的培养，从不同的层面和角度介绍、讲解了大量的技术示例和工程实例，锻炼与培养其实践能力；四是强调机电一体化的技术体系认知、机电一体化思维以及知识结构和相关能力的同步发展。

本书以机电一体化共性关键技术为基本框架，结合教材宜学宜教的一般结构体系设置了总论、精密机械技术、电子技术应用基础、传感与检测技术、计算机控制基础、伺服控制、接口技术、系统总体设计和应用实例9章，力求系统和全面地表述机电一体化技术精髓与工程实践。

由于时间及水平所限，编者虽认真谨慎，但书中纰漏与不当之处在所难免，恳请读者能够谅解并予以指正。

读者信箱：T3D_home@hotmail.com

编 者

目 录

前言

第 1 章 总论	1
1.1 机电一体化的基本概念	1
1.1.1 机电一体化的定义	1
1.1.2 机电一体化产品的分类	2
1.1.3 机电一体化的技术特点	3
1.2 机电一体化的发展历程	4
1.2.1 理论形成阶段	4
1.2.2 技术现状	5
1.2.3 发展趋势	9
1.3 机电一体化系统要素与组成	10
1.4 机电一体化共性关键技术	12
1.5 机电一体化技术的运用流程	14
1.5.1 可行性研究	14
1.5.2 技术设计	15
1.5.3 试验运行	15
思考题	18
第 2 章 精密机械技术	19
2.1 概述	19
2.2 传动机构	19
2.2.1 传动机构的性能要求	19
2.2.2 丝杠螺母传动	20
2.2.3 齿轮传动	24
2.2.4 挠性传动	29
2.2.5 间歇传动	30
2.3 导向机构	31
2.3.1 导向机构的性能要求与分类	31
2.3.2 滚动直线导轨	32
2.3.3 塑料导轨	34
2.3.4 流体静压导轨	35
2.4 执行机构	36
2.4.1 执行机构的基本要求	36
2.4.2 电磁执行机构	36
2.4.3 微动执行机构	38

2.4.4	工业机械手末端执行器	40
2.5	轴系	42
2.5.1	轴系的性能要求与分类	42
2.5.2	滚动轴承	43
2.5.3	流体静压轴承	44
2.5.4	磁悬浮轴承	45
2.6	机座和机架	46
2.7	机构简图的绘制	47
	思考题	48
第3章	电子技术应用基础	49
3.1	集成运算放大器	49
3.1.1	基本知识	49
3.1.2	信号运算	52
3.1.3	信号处理	57
3.2	直流稳压电源	62
3.2.1	工作原理	63
3.2.2	串联型稳压电路	64
3.2.3	辅助电源电路	65
3.2.4	串联型稳压电路的保护电路	66
3.3	组合逻辑电路	67
3.3.1	组合逻辑电路的分析与设计	67
3.3.2	编码器	69
3.3.3	译码器	71
3.3.4	加法器	73
3.4	时序逻辑电路	75
3.4.1	时序逻辑电路的分析	77
3.4.2	时序逻辑电路的设计	81
3.4.3	移位寄存器	90
	思考题	93
第4章	传感与检测技术	95
4.1	概述	95
4.2	传感器分类及特性	96
4.2.1	传感器的定义及作用	96
4.2.2	传感器的构成与分类	96
4.2.3	传感器的静态特性	98
4.2.4	传感器的动态特性	99
4.3	常用传感器与传感元件	100
4.3.1	位移传感器	100
4.3.2	力传感器	105

4.3.3	速度和加速度传感器	107
4.3.4	其他工程量检测	108
4.3.5	其他重要传感元件	110
4.3.6	传感器的选用原则	111
4.4	信号预处理	112
4.4.1	信号放大	112
4.4.2	调制与解调	114
4.4.3	滤波	115
4.4.4	信号的采样与保持	118
4.5	传感器的非线性补偿	119
4.5.1	算法	119
4.5.2	查表法	119
4.5.3	插值法	119
	思考题	120
第5章	计算机控制基础	121
5.1	概述	121
5.1.1	计算机控制系统的组成	121
5.1.2	计算机控制系统的特点	122
5.1.3	计算机控制系统的分类	123
5.1.4	计算机控制系统的发展	126
5.2	被控对象数学模型	128
5.2.1	机械移动系统	128
5.2.2	机械转动系统	131
5.2.3	电路网络	133
5.2.4	机械系统与电系统的模型相似	138
5.3	单片机	143
5.3.1	单片机基本知识	144
5.3.2	MCS-51 系列单片机硬件和原理	145
5.3.3	C51 语言的编程基础	152
5.3.4	单片机应用系统开发的基本方法	177
5.4	可程序控制器 (PLC)	185
5.4.1	PLC 的硬件系统组成	186
5.4.2	PLC 的输入/输出模块	187
5.4.3	PLC 的编程语言	189
5.4.4	PLC 的基本指令	190
5.4.5	状态转移图及编程方法	194
	思考题	202
第6章	伺服控制	205
6.1	概述	205

101	6.1.1 伺服控制的基本概念	205
801	6.1.2 伺服系统的分类	206
601	6.1.3 伺服系统的总体要求	208
11	6.2 执行元件	209
241	6.2.1 执行元件的分类	209
231	6.2.2 电气式执行元件	211
41	6.3 控制与驱动	225
241	6.3.1 步进电动机的控制驱动	225
231	6.3.2 直流伺服电动机的控制驱动	231
811	6.3.3 交流伺服电动机的控制驱动	235
91	6.4 技术示例	238
871	6.4.1 天线控制系统的构成	238
811	6.4.2 组成环节的单元	239
051	6.4.3 系统的数学模型	239
151	6.4.4 方框图和传递函数	240
151	6.4.5 控制指标	241
101	6.4.6 速度控制系统的设计	242
51	6.4.7 天线位置控制系统的设计	244
25	思考题	250
	第7章 接口技术	251
85	7.1 概述	251
85	7.2 地址译码器与 CPU 接口	252
141	7.2.1 地址译码器的结构和工作原理	252
51	7.2.2 输出接口	254
801	7.2.3 输入接口	255
24	7.3 人机接口	255
441	7.3.1 人机接口的特点	255
241	7.3.2 人机输入接口设计	255
521	7.3.3 人机交互输出设备工作原理及接口设计	258
371	7.3.4 输出接口电路示例	260
22	7.4 机电接口	263
021	7.4.1 机电接口类型及特点	263
581	7.4.2 D/A 转换	264
891	7.4.3 A/D 转换	268
001	7.4.4 功率接口	277
40	7.5 总线接口	283
501	7.5.1 串行通信	283
200	7.5.2 串行通信标准总线	285
20	思考题	288

第 8 章 系统总体设计	290
8.1 总体设计的概念及内容	290
8.1.1 总体设计的概念	290
8.1.2 总体设计的主要内容	290
8.2 性能指标与优化方法	295
8.2.1 产品的使用要求	295
8.2.2 系统的性能指标	297
8.2.3 系统的优化指标	298
8.2.4 系统优化方法	301
8.3 产品结构优化设计	301
8.3.1 结构方案的确定	302
8.3.2 优化指标的处理	304
8.3.3 精度指标分配	305
8.3.4 功能指标分配	307
8.3.5 优化设计示例	310
8.4 系统干扰与抑制	312
8.4.1 干扰源	313
8.4.2 电源抗干扰设计	314
8.4.3 地线干扰抑制	315
8.4.4 屏蔽技术	318
8.4.5 感性负载瞬态噪声抑制及触点保护	318
8.4.6 软件抗干扰	320
思考题	321
第 9 章 应用实例	323
9.1 工业机器人	323
9.1.1 工业机器人的发展历程	323
9.1.2 技术特点与性能要素	324
9.1.3 工业机器人的组成	325
9.1.4 机械本体常见构型	326
9.1.5 控制系统	328
9.1.6 工业机器人的应用	330
9.1.7 技术示例	332
9.2 数控机床	335
9.2.1 概述	335
9.2.2 数控机床的构成	336
9.2.3 应用及分类	338
9.2.4 加工中心 (MC)	339
9.2.5 电火花数控机床	343
9.3 微机电系统	346

9.3.1	概述	346
9.3.2	MEMS 基础研究内容	347
9.3.3	MEMS 的基本组成	349
9.3.4	微机电系统热点应用	349
9.3.5	工程示例	351
9.4	智能农业装备	356
9.4.1	智能施药机器人	356
9.4.2	田间锄草机器人	357
9.4.3	果蔬采摘机器人	358
9.4.4	技术示例	360
	思考题	364
	参考文献	365

第1章 总 论

1.1 机电一体化基本概念

机电一体化又称机械电子学，英文名称为 Mechatronics，它是由英文机械学 Mechanics 的前半部分与电子学 Electronics 的后半部分组合而成。机电一体化一词最早出现在1971年日本《机械设计》杂志的副刊上，随着机电一体化技术的快速发展，机电一体化的概念被人们广泛地接受和使用。1996年出版的 WEBSTER 大词典收录了“Mechatronics”这个日本造的英文单词，这不仅意味着这个单词得到了世界各国学术界和企业界的认可，而且还意味着“机电一体化”的优势和思想为世人所接受。

1.1.1 机电一体化的定义

那么，什么是机电一体化呢？

到目前为止，就机电一体化这一概念的内涵国内外学术界还没有一个完全统一的表述。一般认为，机电一体化是一门利用微电子技术来控制机械装置的学科，属交叉学科，它的技术基础来自机械制造、微电子控制以及相关计算机软件知识。因此，机电一体化是整合了机械学、电子学、信息科学和计算机技术等相关领域的一种多学科融合的技术，现今已经从机械工程的附属学科，独立成为了前沿科学，并在一定程度上代表了一个国家科学技术的发展水平。

这里面包含了三重含义：首先，机电一体化是机械学、电子学、信息科学和计算机技术等学科相互融合而形成的学科。图 1-1 所示形象地表述了机电一体化与机械学、电子学、信息科学和计算机等技术之间的相互关系；其次，机电一体化是一个发展中的概念，早期的机电一体化就像其字面所表述的那样，主要强调机械与电子的结合，即将电子技术融入到机械技术中而形成新的技术与产品。随着机电一体化技术的发展，以计算机技术、通信技术和控制技术为特征的信息技术，即所谓的“3C”技术（Computer、Communication & Control Technology）渗透到机械技术中，丰富了机电一体化的含义。现代的机电一体化不仅

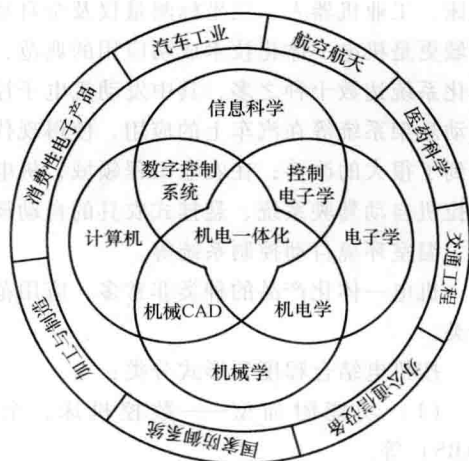


图 1-1 机电一体化的技术领域

仅指机械、电子与信息技术的结合，还包括光（光学）机电一体化、机电气（气压）一体化、机电液（液压）一体化、机电仪（仪器仪表）一体化等；最后，机电一体化表达了技术之间相互结合的学术思想，强调各种技术在机电产品中的相互协调，以达到系统总体最优。换句话说，机电一体化是多种技术学科有机结合的产物，而不是它们的简单叠加。

从概念的外延来看，机电一体化包括机电一体化技术和机电一体化产品（或系统）两个方面。机电一体化技术是从系统的观点出发，将机械、电子和信息等有关技术有机结合起来，以实现系统或产品整体最优的综合性技术。机电一体化技术主要包括技术原理和使机电一体化产品得以实现、使用和发展技术两个方面。机电一体化技术是一个技术群组的总称，包括机械技术、检测传感技术、信息处理技术、自动控制技术、伺服驱动技术、接口技术、系统总体技术等。机电一体化产品与机电一体化系统是两个相近的概念，通常机电一体化产品指独立存在的机电结合产品，而机电一体化系统主要指依附于主产品的部件系统，这样的系统实际上也是机电一体化产品。机电一体化产品是由机械系统与电子系统及信息处理单元有机结合从而被赋予新功能和高性能的高科技产品。由于在机械本体中融入了电子技术和信息技术，与纯粹的机械产品相比，机电一体化产品的性能得到了根本性的提高，具有满足人们使用要求的最佳功能。

基于以上论述，我们可以这样定义机电一体化：在机械的主功能上以引入电子组件作为传感、信息及控制单元为特征，并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而形成的技术或所构成的系统。该概念也可简单理解为机械工程与电子工程相结合的技术，以及应用这些技术的机械电子装置。

1.1.2 机电一体化产品的分类

现代社会中的机电一体化产品比比皆是。我们日常生活中使用的智能洗衣机、空调及全自动照相机，都是典型的机电一体化产品；在机械制造领域中广泛使用的各种数控机床、工业机器人、三坐标测量仪及全自动仓储，也是典型的机电一体化产品；而汽车领域更是机电一体化技术成功应用的典范，目前汽车上已成功应用和正在开发的机电一体化系统达数十种之多，其中发动机电子控制系统、汽车防抱死制动系统、全主动和半主动悬架系统等在汽车上的应用，使得现代汽车的乘坐舒适性、行驶安全性及环保性都得到了很大的改善；在农业工程领域，机电一体化技术也获得了越来越广泛的应用，如拖拉机自动驾驶系统、悬挂式农具的自动调节系统、联合收获机脱粒清选装置的监控系统、温室环境自动控制系统等。

机电一体化产品的种类非常多，应用范围也十分广泛，我们可以按照以下标准进行分类。

按机电结合程度和形式分类：

(1) 功能附加型——数控机床、全自动洗衣机、电子秤、防抱死制动系统（ABS）等。

(2) 功能替代性——电子缝纫机、电子照相机、石英钟等。

(3) 机电融合型——传真机、磁盘驱动器、机器人、数控机床 (CNC) 等。

按照产品的主功能实现形式分类:

(1) 数控机械类——以机械装置为执行装置, 例如数控机床、机器人、全自动洗衣机等。

(2) 电子设备类——以电子装置为执行机构, 如电火花加工机床、线切割机床、超声波加工机床以及激光测量仪等。

(3) 机电组合类——电子与机械有机结合, 如 CT 扫描仪、自动售货机等。

(4) 电液伺服类——以液压为执行装置, 如万能材料试验机等。

(5) 信息控制类——用于镜像信息, 如传真机, 磁盘内存、录音机、复印机等。

按所属技术与应用领域分类:

工业生产类、运输包装类、储存销售类、社会服务类、家庭日常类、科研仪器类、国防武器类。

1.1.3 机电一体化的技术特点

机电一体化的灵魂是突出强调技术间的相互渗透和有机结合, 从而形成某一项技术所无法达到的优势, 并将这种优势通过性能优异的机电一体化产品体现出来, 转化成强大的生产力。

机电一体化产品的典型特征可以概括为“两小四高”, 具体为: 体积小、质量轻、高速度、高精度、高可靠性、高柔性。

(1) 体积小、质量轻

机电一体化产品常用于精密产品的加工与制造, 在机械与电子相互结合的实践中, 对结构的不断优化设计, 采用新型的复合材料使得机电一体化产品既能缩小体积、减轻质量、减小惯性, 又不降低机械的静、动刚度。

(2) 高速度、高精度

研究高精度导轨、精密滚珠丝杠、高性能主轴轴承和高精度齿轮, 以保证关键部件的精度, 提高机构运行速度。机电一体化产品在工作过程中, 会通过预先输入的相关算法对生产过程中出现的误差进行不同程度的补偿, 使机构在高速运转的同时也保证了精度。

(3) 高可靠性

高可靠性体现在机电一体化技术使用简单、故障率低、寿命长和高安全性等方面。

1) 使用简单

机电一体化系统操作简单, 可以通过触摸屏技术, 使人员经过简单的培训就可以进行熟练操作, 并且机电一体化系统中, 可以通过程序的互锁避免人员的误操作, 提高设备的可靠性。

2) 故障率低、寿命长

机电一体化系统中, 基本上不会出现机械磨损的情况, 经过定期的保养, 可以大大减小产品故障率, 提高系统的寿命。

3) 高安全性

机电一体化设备一般都可以进行自我保护,在出现过压、过载、过流、气压不足等情况时,会出现报警并采取保护措施,减少和避免人员与设备的损失。对于一些特殊的机电一体化系统,也可以在恶劣和危险的环境中进行无人操作的自动工作。

(4) 高柔性

高柔性体现在在实际生产中,同一套机电一体化设备可能需要满足多品种的生产需求,这时就可以利用机电一体化技术,对机电一体化系统中的程序进行切换,在不改装或局部改装机构的前提下满足不同品种产品的生产需求。因此,机电一体化技术是解决多品种、小批量生产的重要途径。

1.2 机电一体化的发展历程

1.2.1 理论形成阶段

与其他科学技术一样,机电一体化技术的发展也经历了一个较长期的孕育过程。有学者将整个发展过程划分为萌芽阶段、快速发展阶段和智能化阶段三个时期,这种划分方法真实客观地反映了机电一体化技术的发展历程。

“萌芽阶段”指20世纪70年代以前的时期。在这一时期,尽管机电一体化的概念没有正式提出来,但人们在机械产品的设计与制造过程中总是自觉或不自觉地将电子技术的初步成果来改善机械产品的性能,特别是在第二次世界大战期间,战争刺激了机械产品与电子技术的结合,出现了许多性能优良的军用机电产品,如雷达的锁定与追踪系统,坦克炮塔的行进间瞄准系统等。这些机电结合的军用技术在战后转为民用,对战后经济的恢复和技术的进步起到了积极的作用。

20世纪70年代到80年代为第二阶段,称之为“快速发展阶段”。在这一时期,人们自觉地、主动地利用3C技术的成果创造新的机电一体化产品。在这一阶段,日本在推动机电一体化技术的发展方面起了主导作用。日本政府于1971年3月颁布了《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》,要求企业界“应特别注意为机械配备电子计算机和其他电子设备,从而实现控制的自动化和机械产品的其他功能”。经过几年的努力,日本在机电一体化技术方面取得了巨大的成就,这在一定程度上推动了日本经济的快速发展。其他西方发达国家对机电一体化技术的发展也给予了极大的重视,纷纷制定了有关的发展战略、政策和法规。我国机电一体化技术的发展也始于这一阶段,从20世纪80年代开始,原国家科委和原机械电子工业部分别组织专家根据我国国情对发展机电一体化的原则、目标、层次和途径等进行了深入而广泛的研究,制定了一系列有利于机电一体化技术发展的政策和法规,确定了数控机床、工业自动化控制仪表、工业机器人、汽车电子化等15个优先发展领域及6项共性关键技术的研究方向和课题,并明确提出要在2000年使我国的机电一体化产品产值比率,即机电一体化产品总产值占当年机械工业总产值的比值达到15%~20%的发展目标。

从 20 世纪 90 年代开始的第三阶段,称之为“智能化阶段”。在这一阶段,机电一体化技术向智能化方向迈进,其主要标志是模糊逻辑、神经网络和光纤通信等领域的研究成果应用到机电一体化技术中。模糊逻辑与人的思维过程相类似,用模糊逻辑工具编写的模糊控制软件与微处理器构成的模糊控制器,广泛地应用于机电一体化产品中,进一步提高了产品的性能。例如采用模糊逻辑的自动变速器控制器,可使汽车性能与驾驶人的感觉相适应,用发动机的噪声、道路的坡度、速度和加速度等作为输入量,控制器可以根据这些输入数据找出汽车行驶的最佳方案。除了模糊逻辑理论外,人工神经网络(Artificial Neural Network,简称“ANN”)也开始应用于机电一体化系统中。“ANN”是研究生物神经网络(Biological Neural Network)的产物,是对人脑的部分抽象、简化和模拟,反映了人脑学习和思维的一些特点。同时,“ANN”是一种信息处理系统,它可以完成一些计算机难以完成的工作,如模式识别、人工智能、优化等;也可以用于各种工程技术,特别适用于过程控制、诊断、监控、生产管理、质量管理等方面。因此,“ANN”在机电一体化产品设计中也十分重要。可以说,智能化将是 21 世纪机电一体化技术发展的重要方向。

1.2.2 技术现状

机电一体化技术是工业三要素,即物质、能量、信息的高度融合,它代表了现代工业的发展水平和方向。机电一体化占据主导地位是制造产业发展的必然趋势,而制造业是整个科学技术和国家经济发展的基础工业,因而机电一体化在当前激烈的国际政治、军事、经济竞争中起着举足轻重的作用,受到各工业国家的极大重视。

(1) 国外的发展现状

日本“科技振兴政策大纲”将智能传感器,计算机芯片制造技术,具有视频、触觉和人机对话能力的人工智能工业机器人,柔性制造系统等,列为高技术领域的重大研究课题。

西欧高技术发展规划“尤里卡”计划,提出将五大关键技术领域、24 个重点攻项目作为欧洲高技术发展战略目标,其中包括研制可自由行动、决策并易于人机对话的欧洲第三代安全民用机器人,广泛合作研究计算机辅助设计、制造、生产、管理的柔性系统,实现工厂全面自动化等机电一体化研究方向。

1991 年 3 月,美国国家关键技术委员会在向总统提交的首份双年度报告“国家关键技术”中,列举了 22 项对于美国国家经济繁荣和国防安全至为关键的技术,并对各项入选技术的内容范围,选择依据和国际发展趋势进行了评述,着重强调了技术的有效利用。其中包括机器人、传感器、控制技术和 CIMS 及与 CIMS 相关的其他工具和技术,如仿真系统、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、成组技术(GT)、计算机辅助工艺规程编制(CAPP)、工厂调度工具等。报告指出:在制造业方面,目前的发展趋势是加速产品推广,缩短产品生产周期,增加柔性以及实现设计—生产—质量控制一体化技术,那些未朝这一方向努力的公司将变得越加缺乏竞争力。要实现合理的生产经营活动,制造厂家必须在整个生产经营中实施先进的制造技术及管理策略。

鉴于资金、技术密集型的高技术在发展初期投资大、回收少的特点，多数国家政府给予资金支持和必要的政策优惠。

如前西德 1984 ~ 1988 年的五年计划确定，提供 5.3 亿马克用于资助计算机辅助设计和制造的应用，扩大工业机器人、软件操作系统和外围设备的工业基础等先进生产技术的应用。

日本政府早在 1971 年制定的《特定电子工业和特定机械工业振兴临时措施法》中，已把数控机床作为重点扶植对象。1978 年颁布的《特定的机械信息产业振兴临时措施法》又提出促进高精度、高性能机器人的工业化和实用化，开展特殊环境作业用的机器人研究。为此，日本政府于 1978 ~ 1984 年间拨款 90 亿日元开发数控技术；1983 年组织了机器人、计算机、机械等行业 10 家制造厂参加极限作业环境机器人的开发研制，总投资 300 亿日元，其中 1/2 由政府资助。号称“数控王国”的日本，2000 年金属切削机床的产值数控化率为 88.5%，产量数控化率为 59.4%。

美国 1983 年制定的“星球大战 (SDI)”计划投资 1000 亿美元以发展高技术，其中也包括发展空间机器人、核能机器人、军事机器人及工业机器人等相关技术。美国国家科学基金会 (NST) 每年投资 100 万美元，国家标准局 (NBS) 每年投资 150 万美元用于发展相关技术。1985 ~ 1995 年间，美国用于研制军用机器人和智能机器人的经费从 1.86 亿美元增至 9.75 亿美元。国家规划和支持对美国机器人技术的发展起了很大的推动作用。

近年来，随着人工智能技术、数字化制造技术与移动互联网之间创新融合的步伐不断加快，发达国家纷纷做出战略部署，抢占机器人产业制高点。

美国 2011 年开始推行的“先进制造业伙伴计划”中明确要求，通过发展工业机器人重振美国制造业，并凭借信息网络技术的优势，投资 28 亿美元开发基于移动互联技术的新一代智能机器人。日本制定了机器人技术长期发展战略，将机器人产业作为“新产业发展战略”中 7 个重点扶持的产业之一，仅在类人机器人领域，就计划 10 年共投资 3.5 亿美元。韩国制定了“智能机器人基本计划”，2012 年 10 月发布了“机器人未来战略展望 2022”，将政策焦点放在了扩大韩国机器人产业并支持国内机器人企业进军海外市场等方面。2014 年自动化与机电一体化国际贸易博览会在德国慕尼黑举行。欧盟委员会副主席、数字与电信政策专员内莉·克勒斯在博览会开幕式上宣布，将启动“火花”计划，计划投入 28 亿欧元用于研发民用机器人，这是目前全球最大的民用机器人研发计划。

总体来说，机电一体化的产品在制造领域中分布广泛，在工业发达的国家，机床的数控化程度十分惊人。工业机器人也越来越向着智能化和智能系统的方向发展，其数量的增速也是惊人的。计算机集成制造系统在全球制造业范围内也表现出它的优势，它是全局动态实现的最优综合，是未来制造业发展的趋势。自激光技术进入机电一体化体系以来，大大促进了机械、电子和激光技术的结合，更加促进了信息业和制造业的巧妙结合。此外微电子技术的日益精密化和设备的迅猛发展，使得电子产业发展向微机械的过程加速发展。