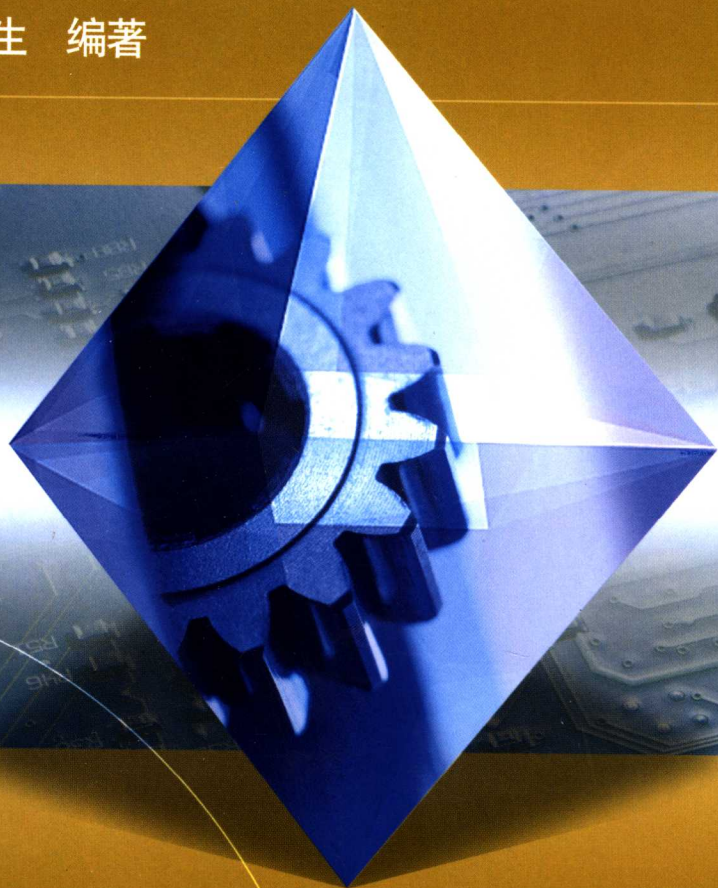


机电一体化 检测与控制技术

王俊峰 张玉生 编著



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

机电一体化检测与控制技术

王俊峰 张玉生 编 著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机电一体化检测与控制技术/王俊峰等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 1

ISBN 7-115-14155-X

I. 机... II. 王... III. ①机电一体化—检测—基本知识②机电一体化—控制系统—基本知识 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 133045 号

内 容 提 要

本书系统介绍了机电一体化检测与控制的相关内容, 主要包括机电一体化概述、误差测量分析与处理、电量测量仪器仪表、电量的测量、非电量检测传感器技术、现代检测技术、机电一体化接口技术、电动机控制技术、机电一体化控制技术、机电一体化检测与控制技术应用举例、机电一体化机器人技术等内容。

本书可作为从事机电一体化产品开发、设计、生产的科技人员的技术参考书, 也可作为高等院校机电一体化、电子技术、自动化等专业的教材, 同时也可供广大爱好者自学使用。

机电一体化检测与控制技术

◆ 编 著 王俊峰 张玉生

责任编辑 张 伟

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京艺辉印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 22.5

字数: 550 千字

2006 年 1 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14155-X/TN · 2632

定价: 31.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

科学技术的迅猛发展使当今世界进入信息化时代,把信息技术融入机电设备中,产生了机电一体化技术。机电一体化是从系统的观点出发,将机械技术、微电子技术、信息技术、控制技术、计算机技术、传感器技术、接口技术等 in 系统工程的基础上有机地加以综合,实现整个系统最优化而建立起来的一种新的科学技术。

《机电一体化检测与控制技术》是针对当前多学科交叉的状况,以多门课程的整合、拓宽、更新、培养多样化模式为原则,以构造现代化人才的知识结构、能力结构和素质结构,培养复合型人才、实用型人才为目的而编写的。

检测技术是研究自动检测系统的信息提取、转换与处理,把已经获取的信息进行加工、运算、分析,对系统出现的非正常工作状态及时报警,以防止设备发生事故。检测技术有利于实时测量、分析系统的性能,进行有效的实时控制。因此,它又是提高劳动生产率、改善和提高产品质量的有效方法。

控制技术是由一些电气元件连接成控制线路所组成的,它可以完成一定的工作顺序,或实现一定的工作状态。自动控制所用的技术手段是多种多样的,可以用电气技术、计算机控制、可编程序控制,也可用机械方法、液压方法、电气液压方法、射流控制方法以及气动的方法。

机电一体化检测与控制是不可分割的,检测是对控制系统的工作状态参数进行量化的一种科学手段,控制系统根据检测的结果不断调整,进行实时控制,使之与设计的技术指标和要求参数相吻合。检测是为了更好地控制,它们之间相辅相成。

《机电一体化检测与控制技术》共十二章,主要包括机电一体化概述、误差测量分析与处理、电量测量仪器仪表、电量的测量、非电量检测常用传感器、非电量参数的测量、现代检测技术、机电一体化接口技术、电动机控制技术、机电一体化控制技术、机电一体化检测与控制技术应用举例、机电一体化机器人技术等内容。

本书除适用于机电一体化专业外,同样适用于自动化、电子技术、电气技术等专业。

本书可作为从事机电一体化产品开发、设计、生产的科技人员的技术参考用书,也可作为高等院校机电一体化、电子技术、自动化等专业的教材(书后有习题与思考题,建议100学时,两学期课程)以及广大电子技术爱好者的自学用书。

本书在编写过程中得到裴炳南、吴慎山、李传光、薛鸿德等许多专家、教授和任课老师的支持与帮助,在此表示感谢。

本书由王俊峰编写第三、五、十一章;张玉生编写第一、六、十章;黄俊杰编写第四、八章;李晓媛编写第三、十二章;任慧编写第七、九章;时爱菊编写第二章。王娟、杨红文等帮助文字输入与绘图。

由于时间仓促,编者水平有限,问题和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

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、机电一体化的定义	1
二、机电一体化的产生	1
三、机电一体化的内容	2
四、机电一体化产品的特点	2
五、机电一体化的组成	2
第二节 机电一体化的相关技术.....	3
一、机械技术	3
二、检测与传感器技术	3
三、信息处理技术	3
四、自动控制技术	4
五、伺服驱动技术	4
六、接口技术	4
七、监控与诊断技术	5
八、柔性制造系统 (FMS)	5
九、系统总体技术	5
第三节 机电一体化产品.....	5
一、数控机床类	6
二、电子设备类	6
三、机电结合类	6
四、电液伺服类	6
五、信息控制类	6
第四节 机电一体化产品的开发设计.....	6
一、开发新产品的意义	6
二、机电一体化产品的基本设计思路	7
三、方案的市场调查与论证	7
四、机电一体化产品的设计原则与方法	8
五、整机与部件的设计	15
六、样机试制与试验	16
七、设计定型	16
第五节 机电一体化的现状与发展	16
一、机电一体化的现状	16
二、机电一体化的发展前景	17

第二章 误差测量分析处理	20
第一节 测量误差	20
一、误差测量中的基本概念	20
二、测量误差分类	22
三、误差的表示方法	24
四、容许误差	26
第二节 测量误差产生的原因	27
一、仪器误差	27
二、使用误差	28
三、环境误差	28
四、人身误差	28
五、方法误差	28
第三节 测量数据处理	29
一、有效数字	29
二、数字舍入原则	30
三、测量结果的表示法	30
四、有效数字运算	30
第四节 随机误差分析	31
一、随机误差测量数据的有关计算公式	32
二、随机误差的正态分布	33
三、随机误差的特性	33
四、置信区间与置信概率	33
第五节 系统误差分析	34
一、系统误差的分类及产生原因	34
二、系统误差的判断	35
三、系统误差的消除方法	36
四、消除系统误差的典型测量电路	37
第六节 系统误差合成	38
一、随机误差的合成	38
二、系统误差的合成	38
三、随机误差与系统误差的合成	40
四、误差结果表示法	40
第三章 电量测量仪器仪表	42
第一节 电量测量仪器仪表的基础知识	42
一、电量测量仪表的分类	42
二、指示仪表	42
第二节 磁电系仪表	45
一、磁电系测量机构的一般结构	45

二、磁电系测量机构的工作原理	46
三、磁电系电压表与电流表	46
第三节 电磁系仪表	47
一、电磁系测量机构的结构	47
二、电磁系测量机构的工作原理	48
第四节 电动系仪表	49
一、电动系测量机构的结构	49
二、电动系测量机构的工作原理	49
三、电动系电压表、电流表和功率表	50
第五节 万用表	52
一、500 型指针式万用表	53
二、HT2008 型数字万用表	58
第六节 低频信号发生器	60
一、低频信号发生器	60
二、信号源参考电路	61
第七节 毫伏表	62
一、概述	62
二、主要技术性能	63
三、使用说明	64
第四章 电量的测量	66
第一节 概述	66
一、测量的概念	66
二、测量的内容与特点	66
三、测量的方法与选择原则	67
第二节 时间的测量	68
一、时间的定义与标准	68
二、时间的测量	69
第三节 频率与周期的测量	70
一、频率的定义与标准频率	70
二、频率测量	70
第四节 电压与电流的测量	74
一、电压测量	74
二、电流测量	77
第五节 相位差的测量	78
一、测量原理与方法	78
二、示波器测量相位差	79
第六节 功率的测量	79
一、单相功率的测量	79
二、三相功率的测量	80

三、负载的功率因数测量	81
第七节 阻抗的测量	81
一、伏安法测量阻抗	81
二、电桥法测量阻抗	82
三、谐振法测量阻抗	83
第五章 非电量检测常用传感器	85
第一节 传感器的组成与分类	85
一、传感器的组成	85
二、传感器的分类	86
第二节 热电式传感器	87
一、热电阻	87
二、铂电阻	88
三、铜电阻	89
四、其他热电阻	89
五、热敏电阻	89
六、热电偶	92
第三节 压力传感器	96
一、电阻应变式传感器	96
二、电容式传感器	98
三、压电式传感器	100
四、电感式传感器	104
第四节 气敏传感器	108
一、气敏传感器分类与特点	108
二、气敏传感器的转换机理	110
三、气敏传感器的主要参数	111
四、气敏传感器检测应用举例——有害气体检测报警器	112
五、气敏元件应用注意事项	113
第五节 湿敏传感器	113
一、概述	113
二、半导体陶瓷湿敏传感器	114
三、高分子湿敏传感器	116
四、湿敏传感器的应用举例	117
第六节 机械式传感器	118
一、机械式传感器的类型及作用	118
二、压力位移机械式传感器	118
三、微型探测开关传感器	119
四、接近开关传感器及在工业检测控制中的应用	119
第七节 智能传感器	121
一、智能传感器概述	121

二、智能传感器的功能与特点	123
三、智能传感器实现的途径与发展研究方向	123
四、智能传感器的应用	126
第六章 非电量参数的测量	128
第一节 压力的测量	128
一、概述	128
二、压力敏感元件	129
三、压力的测量	130
第二节 流量的测量	131
一、概述	131
二、差压式流量计测量	131
三、转子流量计测量	132
四、涡轮流量计测量	133
五、核辐射流量计	134
第三节 物位的测量	134
一、概述	134
二、浮力式液位测量仪表	135
三、沉筒式液位变送器	135
四、电学式物位检测仪	135
第四节 温度的测量	137
一、温度测量基础	137
二、测温仪表与测温方式	138
三、温度测量举例	138
第五节 湿度的测量	139
一、湿度检测器	139
二、粮食湿度检测器	139
三、湿度测量报警器	140
第六节 气体烟雾检测器	141
一、工作原理	141
二、元器件选择	142
三、安装调试	142
第七章 现代检测技术	143
第一节 现代检测技术概述	143
一、概述	143
二、测量方法	144
三、测量系统	147
第二节 核辐射检测技术	149
一、核辐射源	149

二、核辐射的特性	150
三、核辐射传感器	152
四、应用举例——核辐射测厚仪	154
第三节 超声波检测技术	154
一、超声波的传播特性	155
二、超声波的物理特性	156
三、超声波传感器	157
四、超声波传感器的基本特性	159
五、超声波检测举例	160
第四节 红外辐射检测技术	161
一、红外线	161
二、红外辐射的三大定律	162
三、红外线探测器	163
四、人体红外探测器	164
第五节 激光检测技术	164
一、激光产生的机理	164
二、激光的特性	165
三、激光器的类型	166
四、激光的用途	166
五、激光探测器的应用举例	167
六、激光测云仪	169
第六节 光导纤维检测技术	169
一、光导纤维的结构和分类	169
二、光纤传感器类型与原理	171
三、光纤传感器调制原理	172
四、光纤传感器的特点	173
五、光导纤维传感器检测技术应用	174
第八章 机电一体化接口技术	176
第一节 机电一体化接口的分类特点	176
一、接口的分类	176
二、接口的功能	177
三、接口的特点	177
第二节 常用接口电路	178
一、纸带阅读机接口	178
二、键盘及其接口	179
三、LED 显示器及其接口	180
四、机床 I/O 接口	182
五、异步通信接口	183
第三节 计算机与接口技术	184

一、MCS-51 单片机	185
二、MCS-51 单片机的系统总线及接口技术	187
第四节 A/D 转换与计算机接口	188
一、A/D 转换	188
二、A/D 转换与计算机接口	191
第五节 D/A 转换与计算机接口	193
一、D/A 转换	193
二、D/A 转换器与计算机接口	195
第六节 开关量 I/O 接口	198
一、开关信号输入接口	198
二、开关信号输出接口	199
第九章 电动机控制技术	201
第一节 三相交流异步电动机	201
一、三相异步电动机的结构	201
二、三相异步电动机的工作原理	201
三、三相异步电动机的使用	202
第二节 元器件选择与参数计算	203
一、熔断器的选择	203
二、三相交流电动机的选择	204
三、交流接触器的选择	205
四、热继电器的选择	205
五、按钮的选择	205
六、时间继电器的选择	206
七、行程开关的选择	206
第三节 三相异步电动机点动与连续运行控制	206
一、电路中常用元器件介绍	206
二、电路控制原理	207
第四节 三相异步电动机顺序控制	208
一、电路组成	208
二、顺序控制原理	208
第五节 三相异步电动机的正反转控制电路	209
一、电路组成	209
二、正、反转控制原理	210
三、双重互锁控制电路	210
第六节 三相异步电动机行程控制	210
一、行程开关	211
二、行程控制电路原理	211
第七节 三相异步电动机时间控制	211
一、单台电动机时间控制电路	212

二、两台电动机延时控制电路	212
第八节 三相异步电动机降压启动控制	213
一、定子串电阻降压启动控制	213
二、Y- Δ 降压启动控制电路	214
第九节 三相异步电动机制动控制	215
一、电动机制动控制的分类	215
二、制动控制电路	215
第十节 交流电动机的调速控制	217
一、交流调速原理	217
二、交流调速方法	217
三、交流调速应用举例	219
第十一节 直流电动机	220
一、直流电动机的结构	220
二、直流电动机的工作原理	220
第十二节 直流电动机的正反转控制	221
一、控制原理	221
二、直流电动机的正反转控制	221
第十三节 直流电动机的调速控制	222
一、调速原理	222
二、调速指标	223
三、直流电动机调速控制	223
四、直流电动机调速举例	225
第十四节 步进电动机及其控制	226
一、步进电动机的工作原理	226
二、步进电动机的控制举例	228
三、控制过程原理	229
第十章 机电一体化控制技术	230
第一节 机电一体化控制技术概述	230
一、电气自动控制	230
二、PID 控制技术	231
三、计算机控制技术	232
四、可编程序控制	232
第二节 PID 控制技术	233
一、比例 (P) 控制	233
二、比例、积分 (PI) 控制	234
三、比例、积分、微分 (PID) 控制	234
四、PID 控制应用举例	235
第三节 计算机控制技术	237
一、计算机控制的一般概念	237

二、计算机控制系统的组成	238
三、计算机控制系统的特点	239
四、计算机控制系统的类型	240
第四节 工业控制计算机	241
一、工业控制计算机的特点	241
二、工业控制计算机的分类	242
三、STD 总线控制及应用举例	243
四、PC/AT 总线工业控制计算机	247
第五节 可编程序控制器	251
一、可编程序控制器组成	252
二、可编程序控制器的主要功能	253
三、性能指标	254
四、可编程序控制器的特点	254
五、可编程序控制器的基本原理	256
六、编程原则	256
七、编程语言	258
八、编程方法	260
九、应用举例	261
第十一章 机电一体化检测与控制技术应用举例	264
第一节 具有语音功能的气敏传感器测试系统	264
一、气敏传感器	264
二、测量原理	264
三、系统硬件设计	265
四、系统软件设计	265
五、语音功能的实现	267
第二节 红外光火灾探测器	267
一、探测器的外形结构	267
二、发射电路	268
三、接收电路	268
四、探测器的参数	269
第三节 10 路温度巡回检测控制电路	269
一、电路组成	269
二、检测控制原理	270
第四节 食物腐败变质的检测	270
一、食物腐败变质的机理	271
二、检测仪电路	271
三、检测方法 with 检测结果	273
第五节 台板套色印花机	273
一、产品用途	273

二、主要规格及技术特征	274
三、主要组成部分	274
四、电动机规格容量	274
五、机器操作与运行	274
六、电路工作原理分析	276
第六节 简易数控车床	279
一、数控机床概述	280
二、C620 型简易数控车床简介	283
三、C620 型数控车床编程	284
四、C620 型数控车床的进给系统	290
五、本进给系统的优点	298
第七节 工业生产装配自动线	298
一、自动生产线概述	298
二、SMT 表面贴装工艺生产自动线组成与特点	299
三、表面组装技术的工艺流程	300
四、SMT 的装配与焊接工艺	303
五、污染物的清洗技术	308
六、焊接检测环节	310
第十二章 机电一体化机器人技术	312
第一节 机器人概述	312
一、机器人的类型	312
二、机器人的特征	313
三、机器人的进化过程	313
第二节 机器人传感器	317
一、视觉传感器	317
二、听觉传感器	317
三、接触觉传感器	319
四、压觉传感器	319
五、力觉传感器	320
六、接近觉传感器	321
七、滑觉传感器	322
八、感觉传感器	323
九、半导体彩色传感器	323
十、陀螺传感器	324
第三节 机器人的驱动与控制	324
一、控制系统	325
二、有线控制	325
三、无线遥控	326
四、机器人驱动	326

五、电源	327
第四节 机器人的应用	328
一、机器人给社会、生活、工作带来了革命性的变化	328
二、用于服务行业	329
三、防盗防火机器人	329
四、家政服务机器人	329
五、医疗福利机器人	330
六、消防灭火机器人	330
七、捕鱼机器人	330
八、摘果机器人	331
九、游戏机器人	331
第五节 工业机器人	331
一、工业机器人的结构与动作原理	331
二、机器人与自动化设备	332
三、工业机器人类型	333
第六节 工业机器人的应用	334
一、从繁重的体力劳动中把人解放出来	334
二、取件机器人	334
三、高温作业机器人	335
四、冲压机器人	335
五、焊接机器人	335
六、喷漆机器人	336
七、切削加工机器人	336
八、装配机器人	336
九、检查、测定机器人	337
十、测距机器人	338
习题与思考题	339
主要参考文献	343

第一章 机电一体化概述

第一节 机电一体化的基本概念

现代科学技术的飞速发展，推动不同学科的相互交叉与渗透，并引发了工程领域的一场技术革命。纵向分化、横向综合已成为当代科学技术发展的重要特点。在机械工程领域，微电子技术的飞速发展及其向机械工业的渗透所形成的机电一体化技术，使机械工业的技术结构、产品结构、功能、生产方式及管理体系均发生了巨大变化，也使得工业生产由“机械化”迈入了以“机电一体化”为特征的新的发展阶段。

一、机电一体化的定义

“机电一体化”（Mechatronics）一词在 20 世纪 70 年代起源于日本。它取英语 Mechanics（机械学）的前半部分和 Electronics（电子学）的后半部分拼成一个新词，即机械电子学或机电一体化。但是，“机电一体化”并非是机械技术与电子技术的简单罗列或相加，而是把电子技术、信息技术、自动控制功能“揉合”到机械装置中去，通过各种技术的有机结合，使产品各部分的合理性和外部整机的效果最佳。由此看来，机电一体化技术发展至今，已成为一门自成体系的新型学科。

关于“机电一体化”概念的提法，最早起源于日本，如“日本机械振兴协会”经济研究所对机电一体化概念所作的解释：“机电一体化是在机械主功能、动力功能、信息功能和控制功能上引进微电子技术，并将机械装置与电子装置用相关软件有机结合而构成系统的总称。”日经产业新闻把机电一体化称为：“机电一体化是指机械装置和电子技术的电子学组合起来的技术进步的总称。”我国习惯地称之为机电一体化。由于各自的理解不同，出发点和着眼点不同，所作的解释也不尽相同。到目前为止，虽然国内外对机电一体化这一概念还没有准确、统一的定论，但各方都对机械与电子技术有机结合的思路和认识达成了共识。

随着科学技术的发展，“机电一体化”还将不断被赋予新的内涵。但其基本概念的含义可概括为：机电一体化是从系统的观点出发，将机械技术、微电子技术、信息技术、控制技术、计算机技术、传感器技术、接口技术等系统工程的基础上有机地加以综合，实现整个系统最优化而建立起来的一种新的科学技术。

二、机电一体化的产生

任何事物的产生和发展，都离不开科技进步和社会需求这两大前提。科技进步是新事物产生的基础，社会需求则是其产生的诱因和发展动力。机电一体化的产生和发展也不例外，机械

技术、计算机技术、微电子技术等的发展为机电一体化的产生奠定了良好的基础；人们对生产和生活产品在质量和品种上的要求不断提高是机电一体化蓬勃发展的动力。与所有科学技术一样，机电一体化也经历了长期的产生和发展过程。早在机电一体化这一概念形成之前，世界各国的科学技术工作者已为机械与电子技术的有机结合做了许多工作，研究和开发了不少机电一体化产品，如电子工业领域内通信电台的自动调谐系统、雷达伺服系统，机械工业领域内的数控机床、工业机器人等，这一切都为机电一体化这一概念的形成奠定了基础。

三、机电一体化的内容

机电一体化包含了技术和产品两方面内容。首先是指机电一体化技术，其次是指机电一体化产品。机电一体化技术是指包括技术基础、技术原理在内的使机电一体化产品得以实现、使用 and 发展的技术。机电一体化产品是指随着机械系统和微电子系统的有机结合，被赋予新的功能和性能的新产品。随着科学技术的发展，机电一体化已由原来以机械为主的领域拓展到目前的汽车、电站、仪表、化工、通信、冶金等领域，而且机电一体化产品的概念不再局限在某一具体产品的范围，而是已扩大到控制系统和被控制系统相结合的产品制造和过程控制的大系统，例如柔性制造系统（FMS）、计算机辅助设计/制造系统（CAD/CAM）、计算机辅助设计工艺（CAPP）和计算机集成制造系统（CIMS）以及各种工业过程控制系统。此外，对传统的机电设备作智能化改造等工作也属于机电一体化的范围。

四、机电一体化产品的特点

机电一体化产品的显著特点是多功能、高效率、高智能、高可靠性，同时又具有轻、薄、细、小、巧的优点，其目的是为了不断满足人们生活的多样化要求和生产的省力、省时及自动化等方面的需要。机电一体化通过综合利用现代高新技术的优势，在提高精度、增强功能、改善操作性和使用性、提高生产率、降低成本、节约能源、降低消耗、减轻劳动强度、改善劳动条件、提高安全性和可靠性、简化结构、减轻重量、增强柔性和智能化程度、降低价格等诸多方面都取得了显著的技术效益、经济效益和社会效益，促使社会和科学技术又向前大大地迈进了一步。

五、机电一体化的组成

机电一体化系统一般由机械、传感检测、执行、控制及信息处理、动力等五部分组成，如图 1-1 所示。

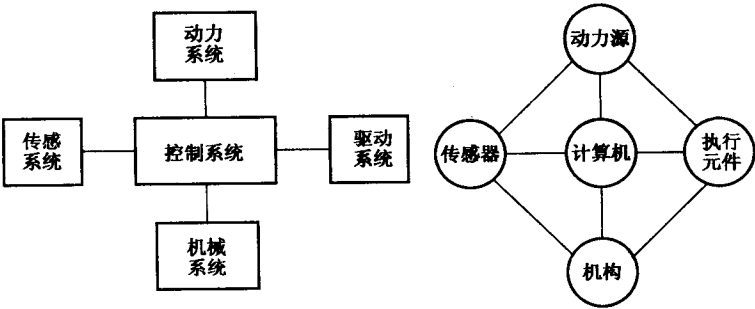


图 1-1 机电一体化的组成