



江苏大学测控系

# 《机电光仪一体化技术》



## 第1章 机电光仪一体化系统概述

2014年7月17日星期四





## 课程简介

**课程性质：专业特色课**

**学 分：2**

**学 时：30（22学时讲课+8学时实验）**

**先修课程：传感器（测试技术）、工程光学、电子电路等**

**使用教材：《光机电一体化系统设计》[范宁军](#)等编著，机械工业出版社**

**参考书目：**《光机电一体化系统典型实例》\_\_\_\_\_ 机械工业出版社  
《机电系统集成技术》董景新、刘桂雄等编著,机械工业出版社  
《测控仪器设计》浦昭绑、王宝光主编,机械工业出版社  
《光电检测技术与应用》徐熙平等编著，机械工业出版社  
《机电一体化设计基础》朱喜林等主编,科学出版社



## 学时分配

第 1 章 机电光仪一体化系统概述 :	2学时
第 2 章 机械系统设计技术 :	2学时
第 3 章 传感与光电检测技术 :	4学时
第 4 章 接口设计技术 :	2学时
第 5 章 控制系统设计技术 :	2学时
第 6 章 执行与驱动技术 :	2学时
第 7 章 多机与网络通信技术 :	2学时
第 8 章 测控仪器设计技术 :	2学时
第 9 章 系统总体设计技术 :	2学时
第 10 章 系统设计指导 :	2学时

《机电光仪一体化技术》是一门跨学科的边缘科学，它是光学与激光技术、微电子技术、现代仪器技术、信息技术与机械技术结合而成的综合性高技术。这种多种技术的综合及多个部分的组合，使得机电光仪系统集成技术及产品更具有系统性、完整性和科学性。



知识点：

机电光仪一体化的基本概念

机电光仪一体化的功能构成和组成要素

机电光仪一体化的共性关键技术

机电光仪一体化的应用与发展前景





## 1.1 机电光仪一体化的基本概念

### 1.1.1 机电光仪一体化的产生

机电光仪一体化首先是来自于机电一体化。

**机电一体化** (Mechatronics)，亦称**机械电子学**，是随着生产和技术的发展，在以机械技术、电子技术、计算机技术为主的多门学科相互渗透、互相结合的过程中逐渐形成和发展起来的一门新兴边缘技术学科。

“机电一体化”一词 (Mechatronics) 在20世纪70年代起源于日本。它取英语Mechanics (机械学) 的前半部和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。

机电一体化产生发展的原因：社会的发展和科学技术

---



## 1.1 机电光仪一体化的基本概念

**“机电一体化”是机械技术、微电子技术相互交叉、融合的产物**

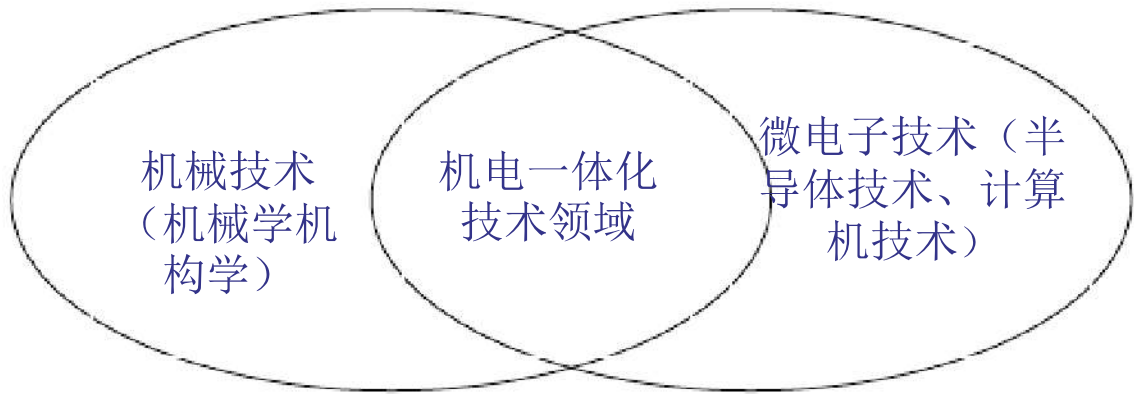


图1-1

**机电光仪一体化系统是在机电一体化系统的基础上与工学工程和仪器科学与工程集成。**



# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

## 1.1.2 机电光仪一体化的含义

◆ 迄今为止，机电光仪一体化尚没有公认统一的定义。这是由于：首先，人们看问题的角度不同，对其理解也就各异；其次，随着生产活动和科学技术的迅猛发展，机电光仪一体化的具体内容和含义在不断发展与更新。

◆ 日本机械振兴协会经济研究所于1981年提出的定义是：**机**

---

---

---





## 1.1 机电光仪一体化的基本概念

- ◆ 美国机械工程师协会 (ASME) 的一个专家组于1984年在给美国国家科学基金会的报告中则提出：**机电一体化系统是由**

---

---

---



---

---

**机电光仪一体化技术**是一门跨学科的边缘科学，它是光学与激光技术、微电子技术、现代仪器技术、信息技术与机械技术结合而成的综合性高技术。







# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

## 1.1.3 机电光仪一体化的特点

1. 机电光仪一体化的**灵魂**是机械技术与工学工程、微电子技术、计算机技术、仪器科学与技术等高新技术的有机结合。这种结合，不是简单的组合、拼凑，而是相互融合。
2. 机电光仪一体化在**技术**上体现为机械技术与工学工程、微电子技术、计算机技术、仪器科学与技术等高新技术的横向交叉、渗透和综合集成，从而产生了一种新的学术思想和技术手段，达到各自单独所不能达到的境界。
3. 机电光仪一体化在**产品**结构上体现为机械装置与光电子设备、计算机硬件与软件合理配置，形成一个互相联系的有机整体，协调一致地实现其目的功能。
4. 机电光仪一体化的**目的**在于设计和开发性能优良、功能完善、效率高、柔性自动化的工程系统，为人类的生产和生活领域的自动化服务。



# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

综上所述，我们可以概括出以下几点基本认识：

①机电光仪一体化是以实践，即产品和过程为基础的技

②: \_\_\_\_\_

③: \_\_\_\_\_

④: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

⑤: \_\_\_\_\_





# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

## 1.1.4 机电光仪一体化的原理

机电光仪一体化技术应用系统工程的观点

---

---

---

---

---

**机电光仪一体化**是多种技术的综合及多个部分的组合，使得机电光仪系统集成技术及产品更具有系统性、完整性和科学性。





# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

## 1.1.5 机电光仪一体化的研究内容

### 1. 机电光仪一体化的基本支撑技术：

- ◆ **微型计算机** (包括LSI)

通过计算与控制实现智能功能，相当于人的





# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

2.4

(1)

---

---

---

---

---

---

---

---

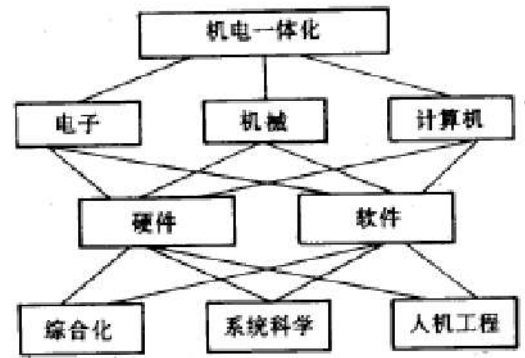


图 1.2

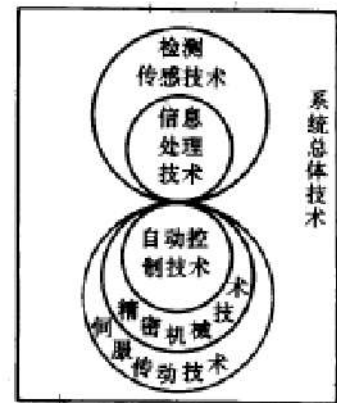


图 1.3



## 1.1 机电光仪一体化的基本概念

(2) 机电光仪一体化**产品**是指采用机电光仪一体化技术在

---

---

---

---





# 1.1 机电光仪一体化的基本概念

## 3. 机电光仪一体化设计

机电光仪一体化设计是按照机电光仪一体化

---

---





## 1.1 机电光仪一体化的基本概念

(1) **设计理论**体现在两个方面：一方面，当产品的某一功能单

(2)

机电光仪一体化的原理、技术、设计理论和方法，构成了机电光仪一体化的研究内容。





## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

### 1.2.1 机电光仪一体化系统的功能构成

机电光仪一体化系统是由若干具有特定功能的机械与微电子要素组成的有机整体，具有满足人们使用要求的功能(目的功能)。根据不同的使用目的，要求系统能对输入的物质、能量和信息(即工业三大要素)进行某一处理，输出所需要的物质、能量和信息。





## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

因此，系统必须具有以下三大“目的功能”：**变换**(加工、处理)功能、**传递**(移动、输送)功能和**储存**(保持、积累、记录)功能。

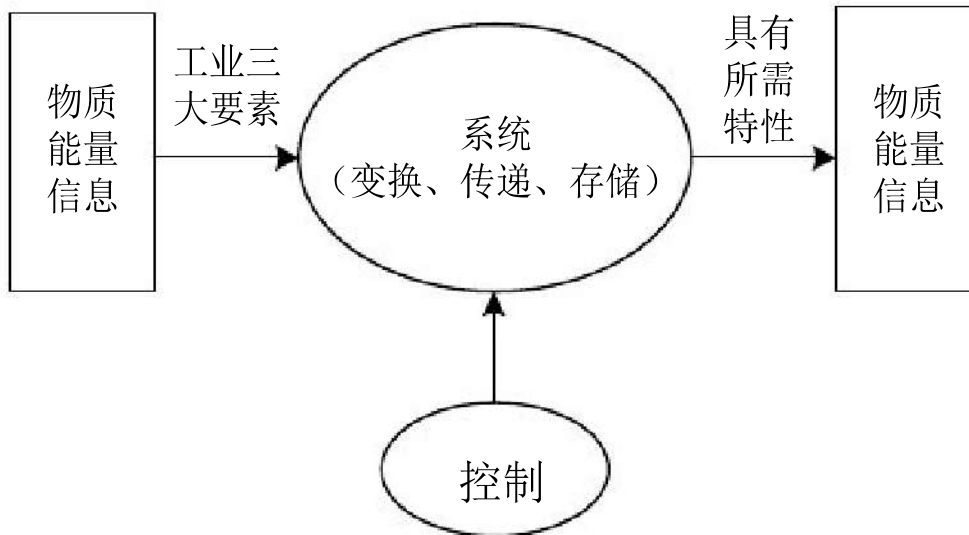


图1-4



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

不管那类系统（或产品），其系统内部必须具备如所示的**五种内部功能**，即**主动能、动力功能、检测功能、控制功能、构造功能**。

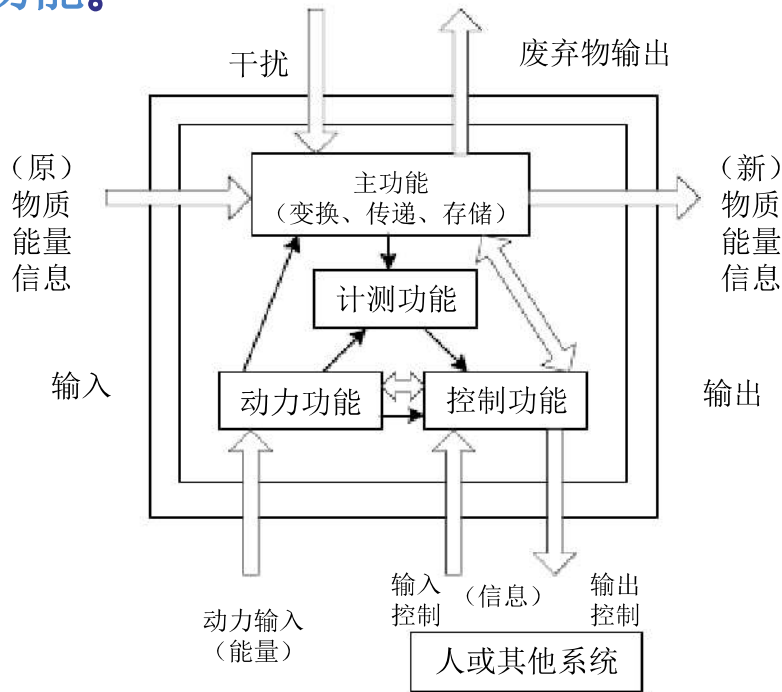


图1-5



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

机电光仪一体化系统要实现其目的功能，一般需要具备**五种**内部功能，即**主功能、动力功能、计测功能、控制功能**

**主功能**是实现系统目的功能直接必需的功能，它表明了系统的主要特征；

**动力功能**是向系统提供动力、让系统得以运转的功能；

**计测功能**和**控制功能**的作用是根据系统内部信息和外部信息对整个系统进行控制，使系统正常运转；

**结构功能**则将系统各要素组合起来，进行空间配置，形成一个统一的整体。



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

机电光仪一体化系统由**机械本体（机构）、信息处理与控制部分（计算机）、能源部分（动力源）、检测部分（传感器）、执行元件部分（如电动机）**等五个子系统组成

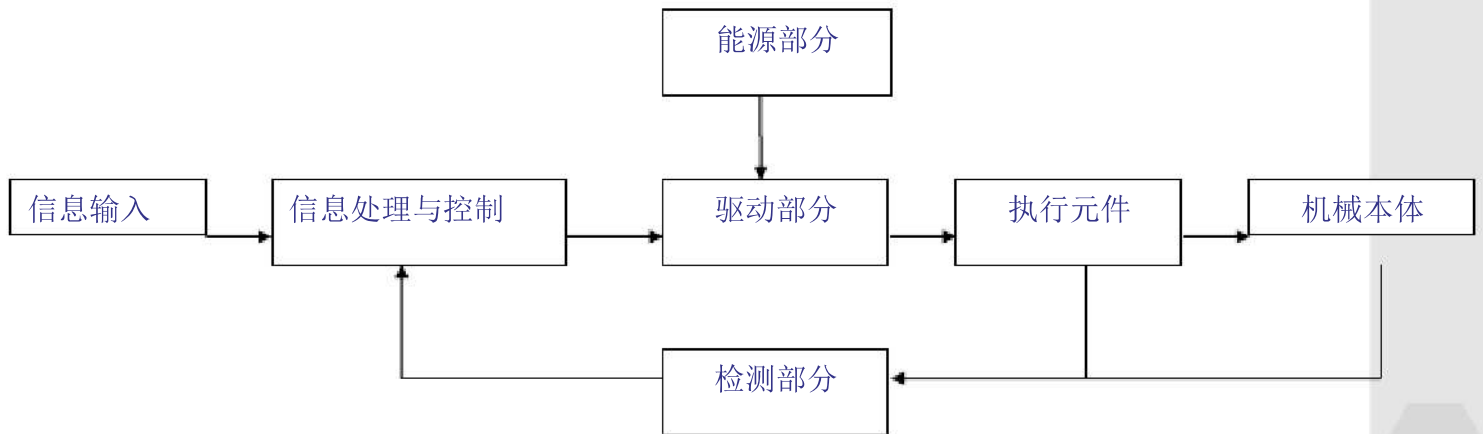


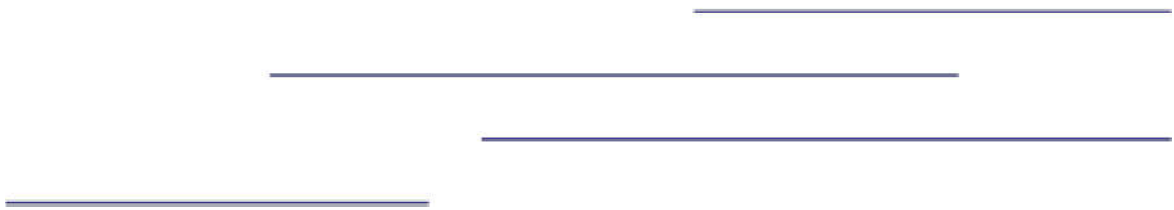
图1-6



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

### 1.2.2 机电光仪一体化系统的组成要素

- ◆ **机电光仪一体化系统与其五种内部功能相对应，则由动力源、机械本体、执行机构、传感器、计算机五部分组成，各部分之间通过接口相联系。**
- ◆ **机械本体** 系统所有功能元素的机械支持结构，包括





## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

- ◆ **动力源** 向系统提供能量，并将输入的能量转换成需要

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

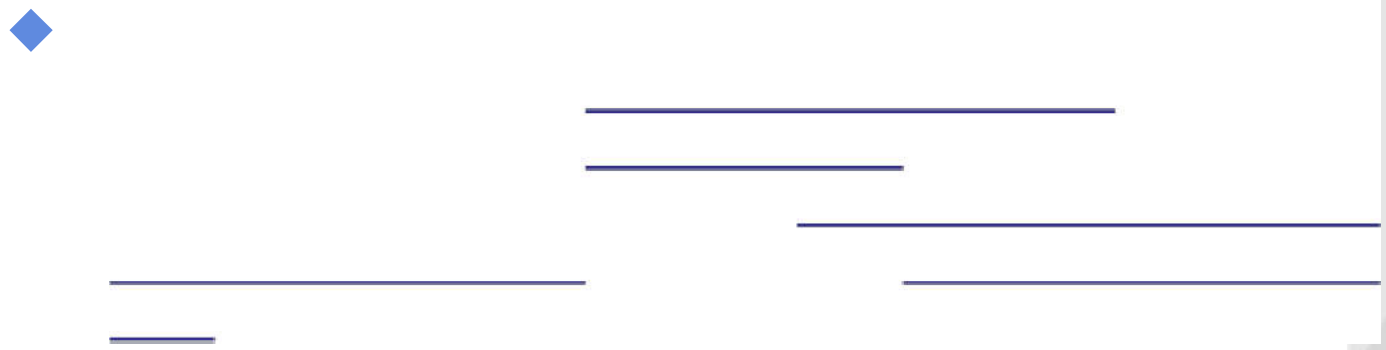
\_\_\_\_\_





## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

- ◆ **检测与传感装置** 包括各种传感器及其信号检测电路，







# 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

## CNC机床内部功能构成实例

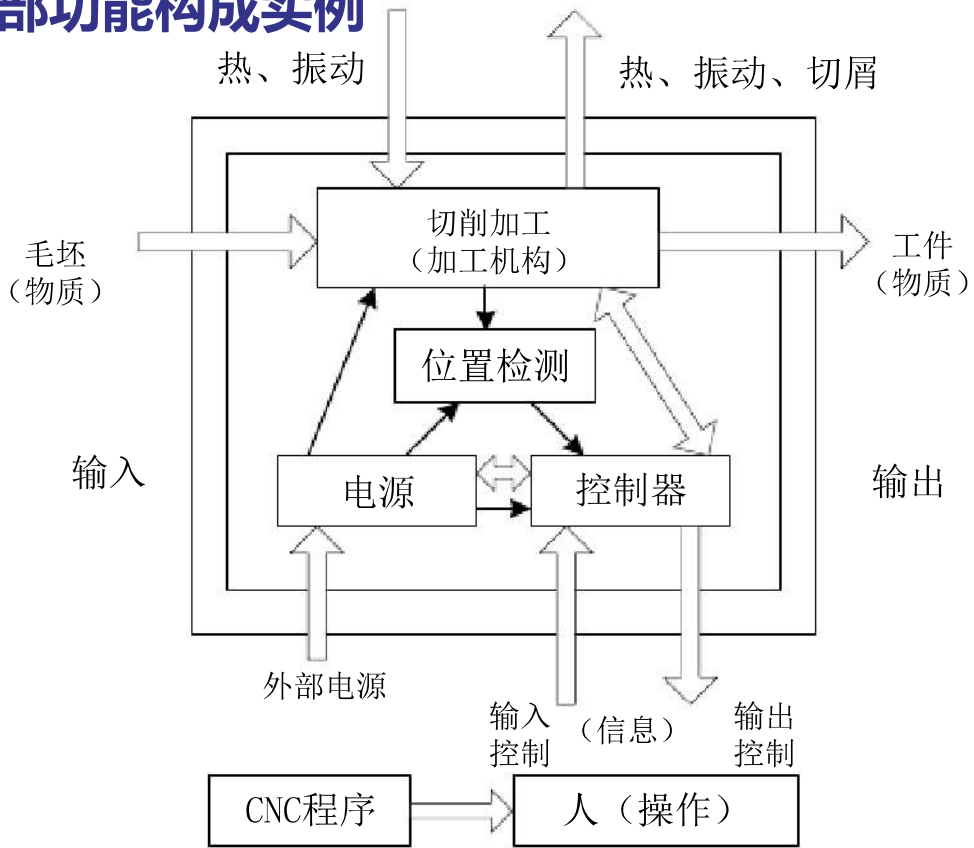


图1-7



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

### 典型闭环控制系统

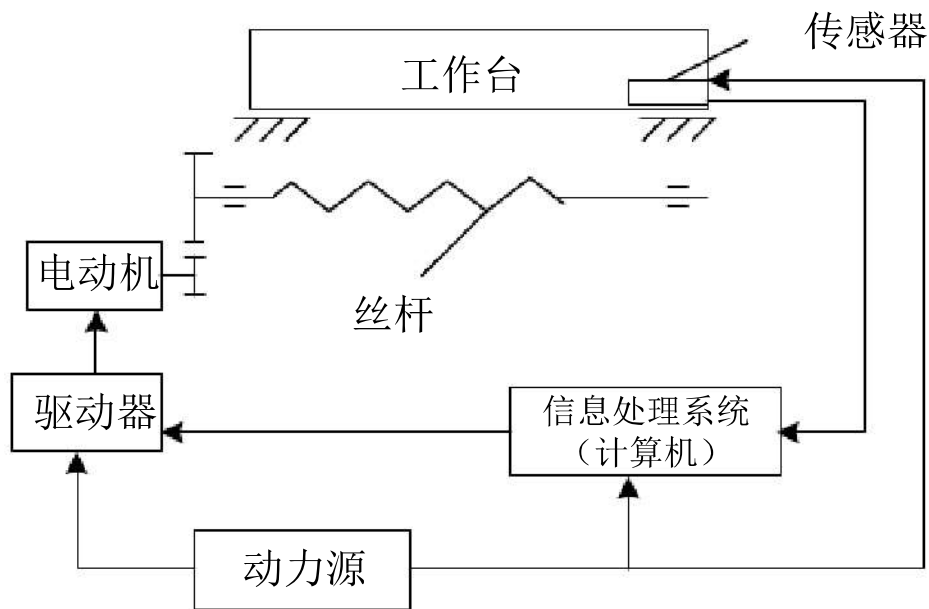


图1-8



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

### 机电光仪一体化系统（产品）的五大要素及其对应的五大功能

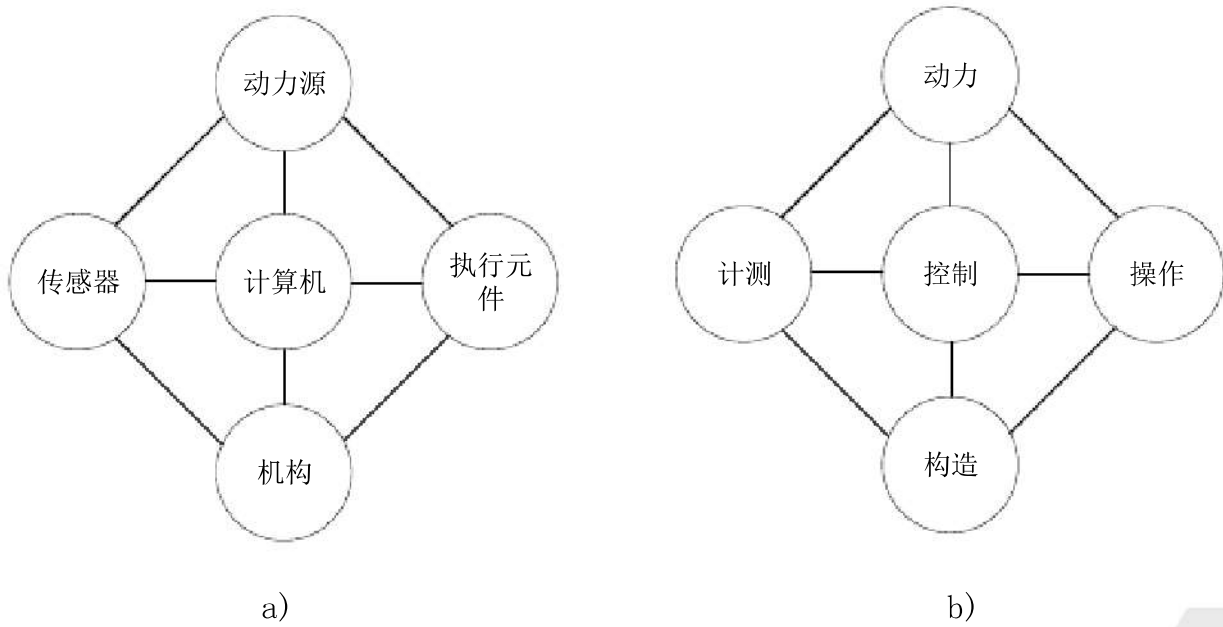


图1-9



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

机电光仪一体化系统（产品）的五大要素与人体要素的比较如下所示。

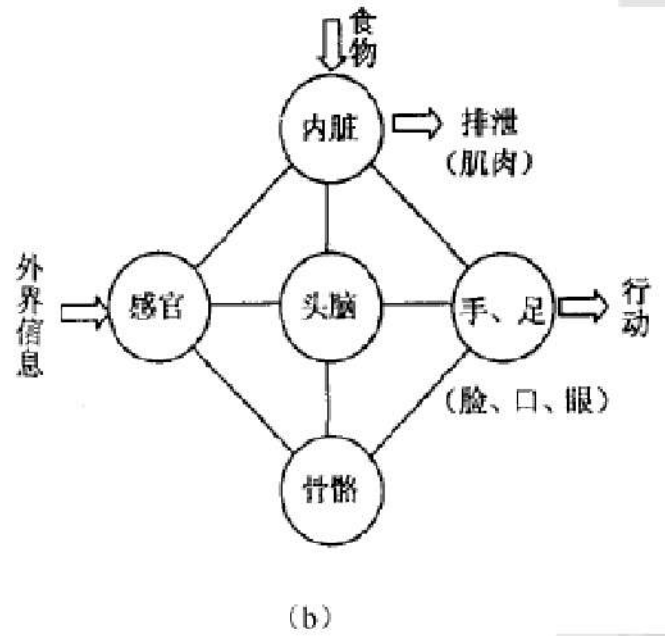
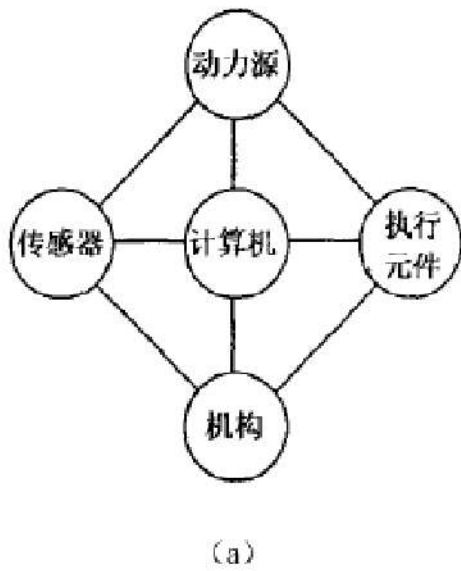


图1-10



## 1.2 机电光仪一体化系统的功能构成和组成要素

### 1.2.3 机电光仪一体化系统接口概述

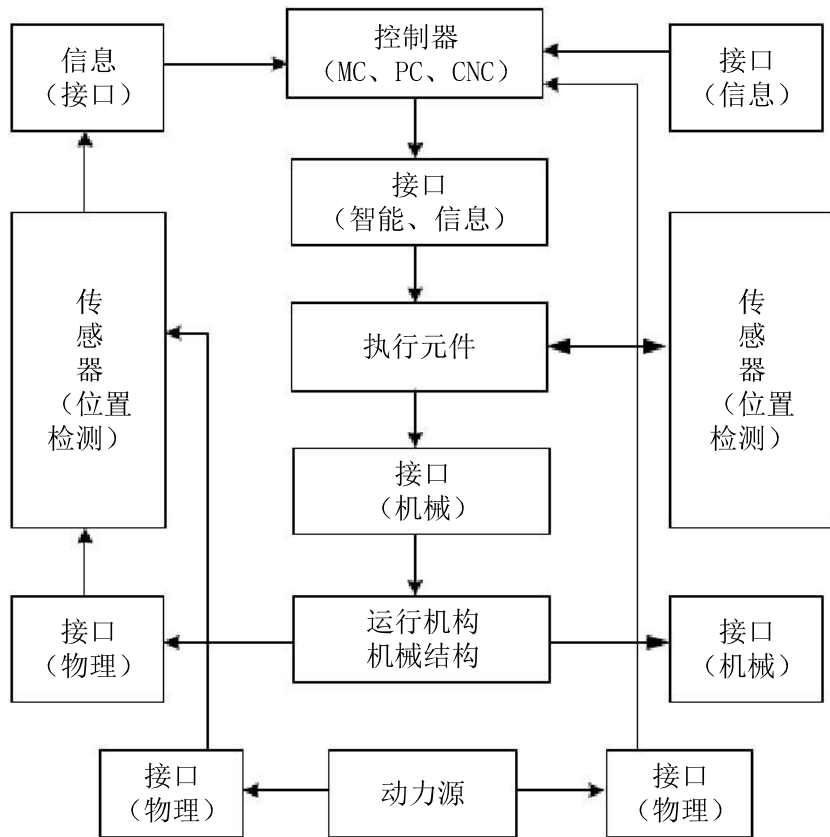


图1-11



## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.1 机械技术

机械技术是机电光仪一体化的基础。机电光仪一体化产品中的主功能和构造功能，往往是以机械技术为主实现的。特别是关键部件，如导轨、滚珠丝杠、轴承、传动部件等的材料、精度对机电一体化产品的性能、控制精度等多方向的要求。新材料、新工艺、新原理、新机构等不断

---

---

---





## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.2 计算机与信息处理技术

**计算机技术包括计算机硬件技术和软件技术、网络与通信技术、数据库技术等。**

**信息处理技术包括信息的输入、交换、存取、运算、识别、变换、判断和决策等，实现信息处理的主要工具是计算机。因此计算机技术与信息处理技术是密切相关的。**

**在机电光仪一体化产品中，计算机与信息处理装置指挥整个产品的运行。信息处理是否正确、及时，直接影响到系统工作的质量和效率。因此，计算机应用和信息处理技术已成为促进机电光仪一体化技术和产品发展的最活跃的因素。人工智能、专家系统、神经网络技术等都属于计算机与信息处理技术。**



## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.3 自动控制技术

**自动控制技术就是通过控制器使被控对象或过程自动地按照预定的规律运行。自动控制技术范围很广，包括自动控制理论、控制系统设计、系统仿真、现场调试、可靠运行等从理论到实践的整个过程。由于被控对象种类繁多，所以控制技术的内容极其丰富，包括高精度定位控制、速度控制、自适应控制、自诊断、校正、补偿、示教再现、检索等控制技术。**

**由于微型机的广泛应用，自动控制技术越来越多地与计算机控制技术联系在一起，成为机电光仪一体化中十分重要的关键技术。**







## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.4 传感与检测技术

**检测传感技术是机电光仪一体化的关键技术，研究对**

**位移、位置、速度、加速度、力、温度、酸度和其他形式的信号等转换为统一规格的电信号输入到信息处理系统中，并由此产生出相应的控制信号以决定执行机构的运动形式和动作幅度。传感器检测的精度、灵敏度和可靠性将直接影响到机电一体化性能。**

**由于目前检测与传感技术还不能与机电光仪一体化的发展相适应，使得不少机电一体化产品不能达到满意的效果或无法实现设计，因此，大力开展检测与传感技术的研究对发展机电光仪一体化具有十分重要的意义。**



## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.5 执行与驱动技术

**伺服驱动技术的主要研究对象是伺服驱动单元及其驱动**

执行元件分为电动、气动、液压等多种类型，机电光仪一体化产品中多采用电动式执行元件。驱动装置主要是指各种电动机的驱动电源电路，目前多采用电力电子器件及集成化的功能电路构成。

伺服驱动技术是直接执行操作的技术，对机电光仪一体化产品的动态性能、稳态精度、控制质量等具有决定性的影响。实际上，机电光仪一体化系统与非机电光仪一体化机械系统的区别，核心是其是否具有计算机控制的伺服驱动系统。

。





## 1.3 机电光仪一体化系统的共性关键技术

### 1.3.6 总体设计技术

**系统总体技术是一种从整体目标出发，用系统的观点和力法，将系统总体分解成相互有机联系的若干功能单元，并以功能单元为子系统继续分解，直至找到可实现的技术方案，然后再把功能和技术方案组合成方案指进行分析、评价和优选的综合应用技术。**

**系统总体技术包含的内容很多，接口技术是其重要内容之一，机电光仪一体化产品的各功能单元通过接口联接成一个有机的整体。系统总体技术是最能体现机电光仪一体化设计特点的技术，其原理和方法还在不断发展和完善。**





## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

### 1.4.1 机电光仪一体化发展现状

机电光仪一体化技术的发展大体上可分为三个阶段。

(1) 20世纪60年代以前为第一阶段，也可称其为“萌芽阶段”。

(2) 70年代至90年代为第二阶段。称其为“蓬勃发展阶段”。

(3) 从上世纪90年代后期开始为第三阶段，称其为“智能化阶段”，机电光仪一体化技术向智能化新阶段迈进。



## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

### 1.4.2 机电光仪一体化发展趋势

机电光仪一体化的发展趋势可以概括为以下三个方面：

**性能上**向高精度、高效率、智能化方向发展：

**功能上**向小型化、轻型化、多功能方向发展；

**层次上**向系统化、复合集成化方向发展。

因此，机电光仪一体化的主要发展方向如下：

- (1) 智能化
- (2) 模块化
- (3) 网络化
- (4) 微型化
- (5) 绿色化
- (6) 人性化





## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

### 1.4.3 数控技术与机器人技术

#### 一、数控机床

**数控技术，简称数控（Numerical Control）。它是利用数字化的信息对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。**

**数控系统包括：数控装置、可编程控制器、主轴驱动器及进给装置等部分。数控机床是机、电、液、气、光高度一体化的产品。**



## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

### 二、工业机器人

机器人技术是综合了计算机、控制论、机构学、信息和传感技术、人工智能、仿生学等多学科而形成的高新技术，是当代研究十分活跃，应用日益广泛的领域。机器人应用情况，是一个国家工业自动化水平的重要标志。

工业机器人由操作机（机械本体）、控制器、伺服驱动系统和检测传感装置构成，是一种仿人操作、自动控制、可重复编程、能在三维空间完成各种作业的机电光仪一体化自动化生产设备。





## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

### 1.4.4 新型的MEMS系统

**微机电系统MEMS(Micro Electronic Mechanical Systems)是一种全新的必须同时考虑多种物理场混合作用的研发领域，相对于传统的机械，它们的尺寸更小，最大的不超过一个厘米，甚至仅仅为几个微米，其厚度就更加微小。**







## 1.4 机电光仪一体化的应用与发展前景

**MEMS特点可以总结如下：**

**（1）微型化：**MEMS器件体积小、重量轻、耗能低、惯性小、谐振频率高、响应时间短。

**（2）集成化：**微传感器、微执行器和IC集成在一起可以制造出高可靠性和高稳定性的智能化MEMS。

**（3）多学科交叉：**MEMS的制造涉及电子、机械、材料、信息与自动控制、物理、化学和生物等多种学科。





## 本章小结

**机电光仪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、提高生产率和降低成本、节约能源和降低消耗、减轻劳动强度和改善劳动条件、提高安全性和可靠性、简化结构和减轻重量、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经济效益和社会效益，促使社会和科学技术又向前大大迈进了一步。**





## 思考练习

- 1、什么是机电光仪一体化？机电光仪一体化系统的功能构成和定义是什么？
- 2、简要叙述机电光仪一体化系统的共性关键技术。
- 3、什么是数控技术、机器人技术、MEMS系统，简要介绍各自定义及特点。



# 再见!

