



《机电一体化系统设计与应用》

“机电一体化技术”课程组
周建平、祁文军、姜宏、阿曼

联系电话：13579208817，18999862456

Email: linkzhou@163.com, wenjuntsi@163.com

教材及主要参考书

📖 祁文军 《机电一体化系统设计及应用》

华东师范大学出版社，2017年

📖 郑堤，唐可洪 《机电一体化设计基础》

机械工业出版社，2004年

📖 梁景凯，盖玉先 《机电一体化技术与系统》

机械工业出版社， 2012年，“十一五规划教材”

📖 姜培刚，盖玉先 《机电一体化系统设计》

机械工业出版社， 2010年

祁文军 《机电一体化系统设计与应用》

华东师范大学出版社，**2017**年

电话： 18999862456

Email: 498548169@qq.com

课程改革方式：

课程实施方式：

- 线上大班授课线下小班辅导，课程内容对标课程设计

4位主讲老师线上授课：上课时间少（每节课**45分钟**，**17: 20-19:45**），要讲精华，让学生学过会用，每章节都有一个明确目标对标到课程设计。

做到这要求：知识点梳理，课堂问题设计，课程设计结合线下老师辅导**1小时**，解答学生对课堂问题的各种问题。（王笛博士、董行博士、班友博士）

课程内容安排：

学习情境一 概述（**1-3节**）：周建平

学习情境二 机电一体化机械系统设计（**4-6节**）：祁文军，**7-12节**：阿曼

学习情境三 机电一体化检测系统设计（**13-18节**）：姜宏

学习情境四 机电一体化接口设计（**19-26节**）：周建平

学习情境五 机电一体化伺服系统设计（**27-32节**）：祁文军

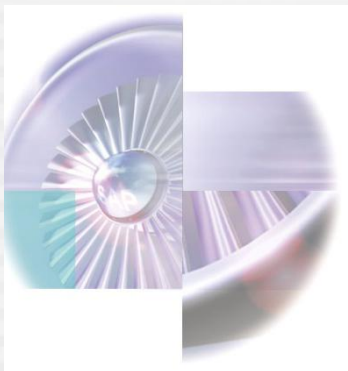


学习情景一 概论

目 录

1

任务一 了解机电一体化系统



2

任务二 了解机电一体化系统设计

3

任务三 了解机电一体化的发展趋势

4

综合训练 机电一体化产品拆装

目 录

情境导入

机电一体化产品无处不在，从家用全自动洗衣机到数控机床，从医疗设备到航天航空领域...机电一体化产品正朝着高性能、智能化、系统化以及轻量、微型化方向发展。

情境剖析

知识目标

了解机电一体化系统的构成和主要特征。

了解机电一体化系统的共性关键技术和设计方法。

技能目标

分析机电一体化系统的功能构成。

拆装简单的机电一体化产品。

任务一 了解机电一体化系统

1.1 认识典型的机电一体化产品

1. 概念

机电一体化系统（**Mechatronics**）：由计算机信息网络协调与控制的，用于完成包括机械力、运动和能量流等动力学任务的机械及机电部件相互联系的系统。

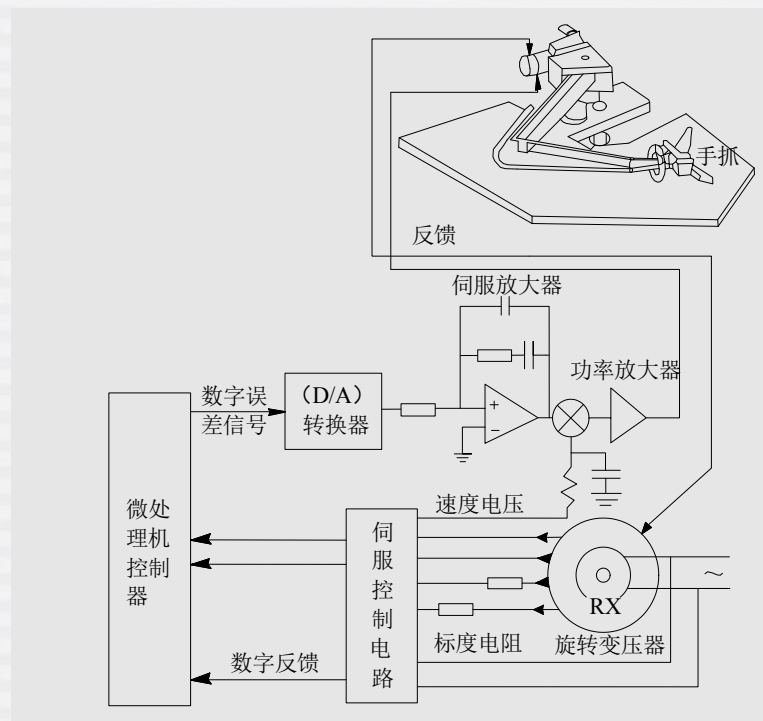
它的**核心**由计算机控制，包括**机械、电力、电子、液压、光学**等技术的伺服系统。**功能**是完成一系列**机械运动**，每一个机械运动可单独由控制**电动机、传动机构和执行机构**组成的子系统来完成。

任务一 了解机电一体化系统

2. 典型的机电一体化产品

(1) 机械手关节伺服系统

关节伺服系统采用微处理器作为**控制器**，关节轴的实际位置由**旋转变压器**测量，转换为电的数字信号后，反馈给**微处理器控制器**。微处理器经过控制算法运算后，输出控制命令，再经过**数/模（D/A）**转换和伺服功率放大，供给关节轴上的**伺服电机**。



任务一 了解机电一体化系统

2. 典型的机电一体化产品

(1) 机械手关节伺服系统

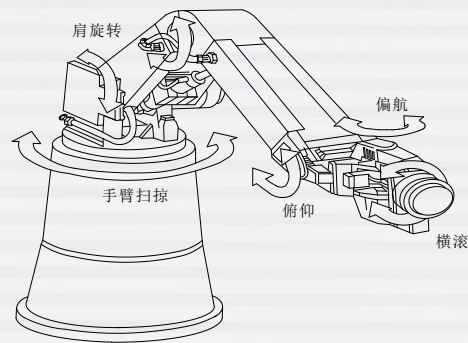
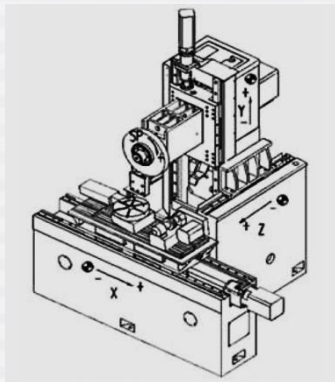


任务一 了解机电一体化系统

(2) 数控机床

数控机床：通过数字控制（NC）系统控制加工过程的机床。

数控机床的**指令**以数码的形式贮存在某种形式的输入介质上，并且指令确定**位置**、**方向**、**速度**以及**切割速度**等。零件程序包含加工零件所需要的全部指令。



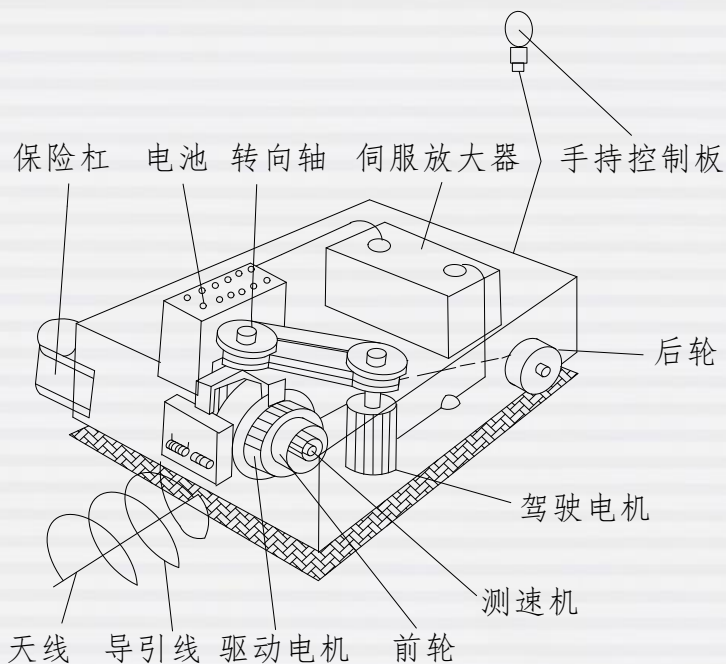
(3) 工业机器人

工业机器人是另一类**数控机器**，它是可编程**多自由度的**，用来通过一系列动作，搬运物料、零件、工具，或者其他装置，以实现给定的任务。

任务一 了解机电一体化系统

(4) 自动导引车(AGV小车)

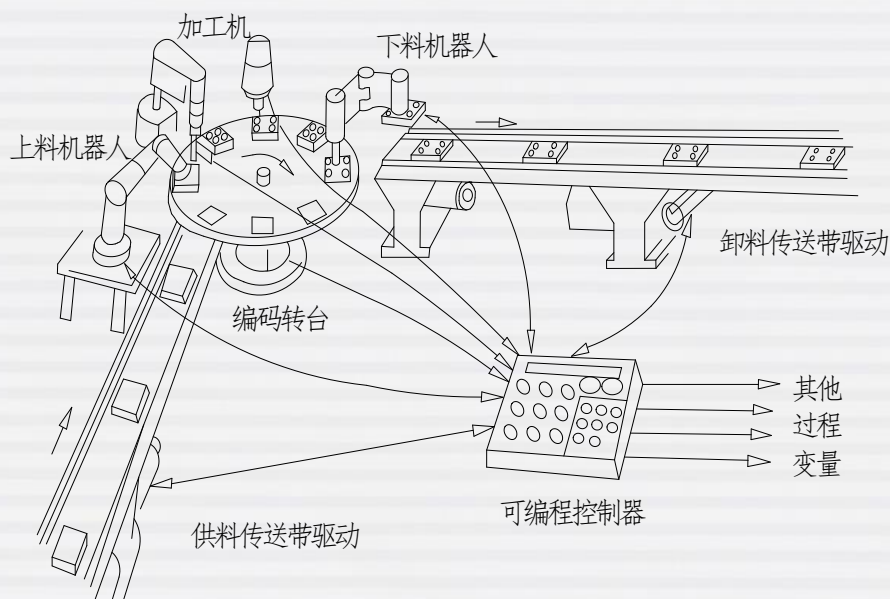
它能够跟踪编程路径，在工厂内将零件从一个地方均送到另一个地方。
在汽车工业、电子产品加工工业以及柔性制造系统中，自动导引车物料运输系统已得到广泛应用。



任务一 了解机电一体化系统

(5) 顺序控制系统 (程控)

顺序控制系统：按照预先规定的次序完成一系列操作系统。在顺序控制系统中，每一步操作是一个简单的**二进制动作**，实现**顺序控制功能**可有多种手段，如继电器逻辑、集成电路、通用微型计算机等。



任务一 了解机电一体化系统

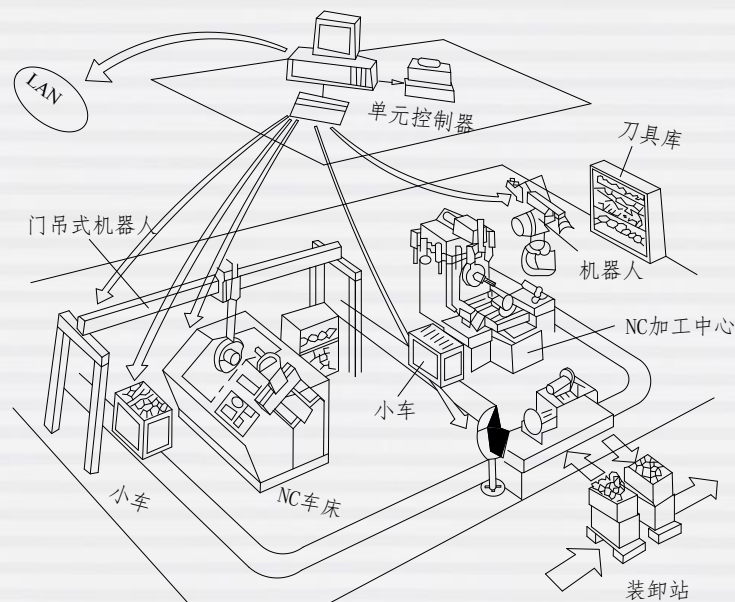
(6) 数控自动化制造系统

a 柔性制造系统 (FMS)

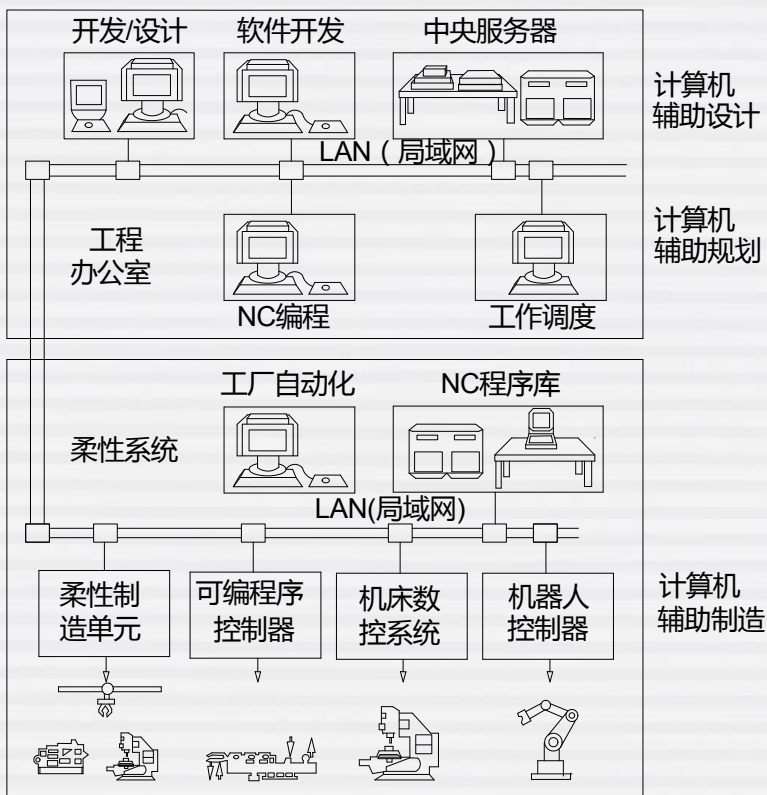
在柔性制造系统中，将**计算机数控机床**、**工业机器人**以及**自动导引车**连接起来，以适应加工成组产品。

b 计算机集成制造系统 (CIMS)

该系统通过计算机网络，将**计算机辅助设计**、**计算机辅助规划**以及**计算机辅助制造**，统一连成一个大系统，实现全场的自动化。



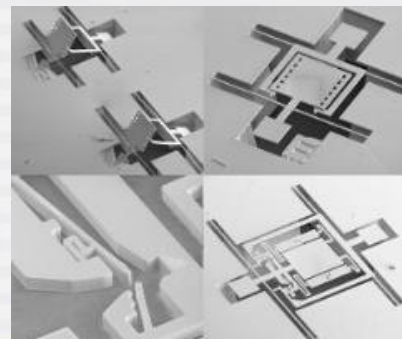
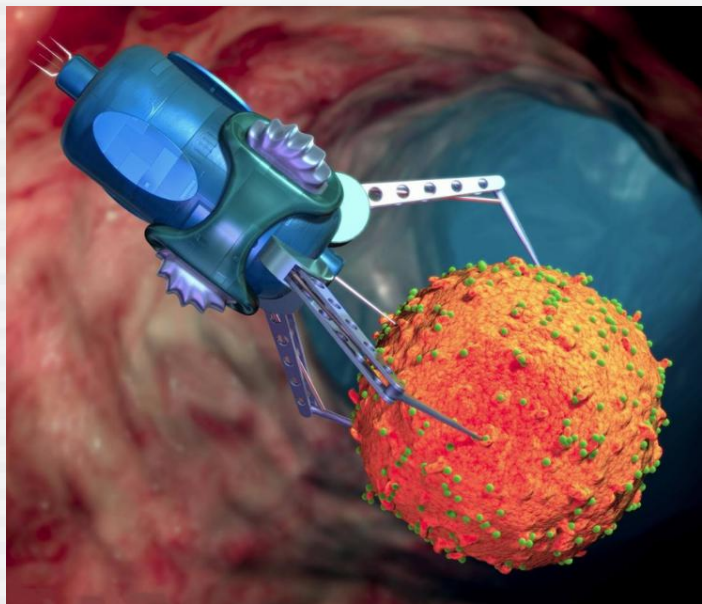
任务一 了解机电一体化系统



任务一 了解机电一体化系统

(7) 微机电系统

微机电系统是电子和机械元件相结合的微装置或系统，采用与集成电路（IC）兼容的批加工技术制造，尺寸可从毫米级到微米量级范围内变化。



1、举例说明一种典型的机电一体化产品有哪些？它有什么特点？

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

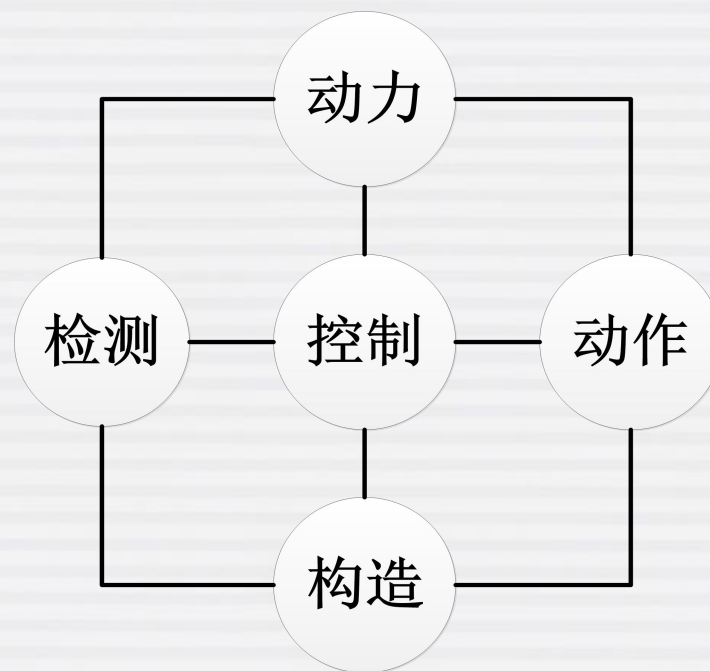
作答

任务一 了解机电一体化系统

1.2 机电一体化系统的构成

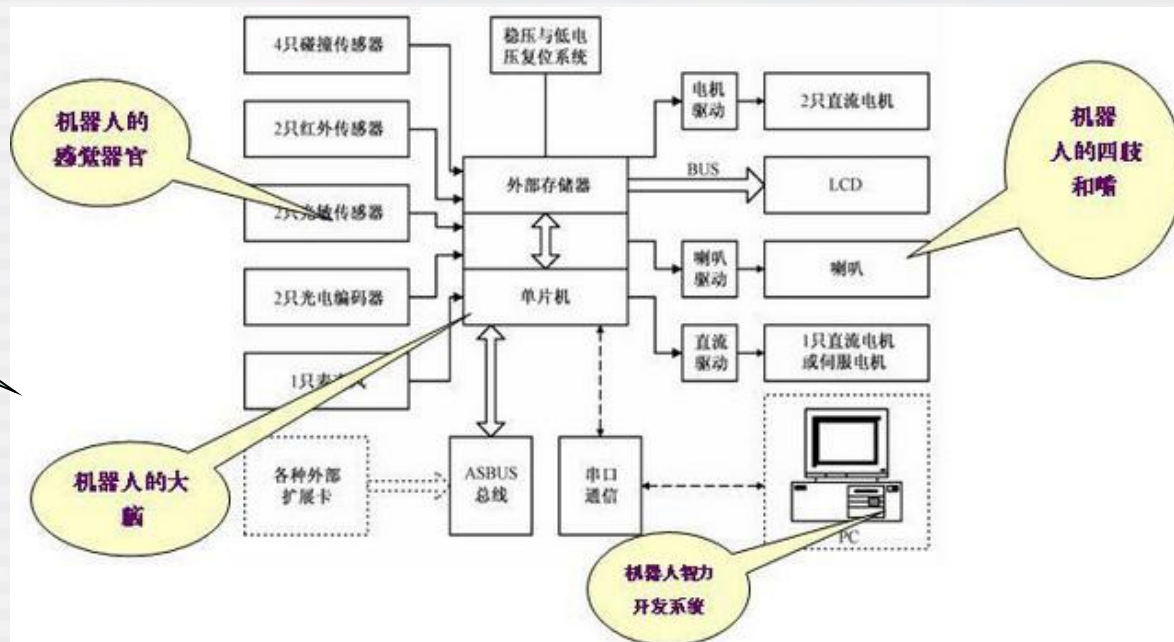
典型机电一体化系统包含的基本要素：**机械本体、动力与驱动部分、执行机构、传感测试部分、控制及信息处理部分。**

归纳为：**结构组成要素、动力组成要素、运动组成要素、感知组成要素、智能组成要素。**



任务一 了解机电一体化系统

机器人系统



组成要素

组成元件

机械本体

机器人机械部分

控制器

单片机

检测部分

传感器

动力部分

电能

执行部分

机器人四肢、嘴、喇叭

机器人系统构成
元素表

2、机电一体化系统由哪几部分构成？

- ☒ A 机械本体
- ☒ B 动力与驱动部分
- ☒ C 执行机构
- ☒ D 传感测试部分
- ☒ E 控制及信息处理部分

任务一 了解机电一体化系统

1.3 机电一体化技术与其它技术的主要区别

1. 机电一体化技术与传统机电技术的区别

传统机电技术的操作控制主要通过具有电磁特性的各种电器来实现,在设计中不考虑或很少考虑彼此间的内在联系;机械本体和电气驱动界限分明,整个装置是刚性的,不涉及软件和计算机控制。

机电一体化技术以计算机为控制中心,在设计过程中强调机械部件和电器部件间的相互作用和影响,整个装置在计算机控制下具有一定的智能性。

任务一 了解机电一体化系统

2. 机电一体化技术与并行工程的区别

机电一体化技术将机械技术、微电子技术、计算机技术、控制技术和检测技术在设计和制造阶段就有机地结合在一起, 十分注意机械和其他部件之间的相互作用。

并行工程将上述各种技术尽量在各自范围内齐头并进, 只在不同技术内部进行设计制造, 最后通过简单叠加完成整体装置。

任务一 了解机电一体化系统

3. 机电一体化技术与自动控制技术的区别

自动控制技术的侧重点是讨论控制原理、控制规律、分析方法和自动系统的构造等。

机电一体化技术将自动控制原理及方法作为重要支撑技术,将自控部件作为重要部件,应用自控原理和方法,对机电一体化装置进行系统分析和性能测算。

4. 机电一体化技术与计算机应用技术的区别

机电一体化技术只是将计算机作为核心部件应用,目的是提高和改善系统性能。计算机在机电一体化系统中的应用仅仅是计算机应用技术中的一部分,它还可以在办公、管理及图像处理等方面得到广泛应用。机电一体化技术研究的是机电一体化系统,而不是计算机应用本身。

任务一 了解机电一体化系统

比较类型	主要区别
机电一体化技术与传统机电技术	<p>传统机电技术通过具有电磁特性实现控制，不考虑彼此间的内在联系，刚性的，不涉及软件和计算机控制。</p> <p>机电一体化技术以计算机为控制中心，相互作用和影响，具有一定的智能性。</p>
机电一体化技术与并行工程的区别	<p>机电一体化技术将机械技术、微电子技术、计算机技术、控制技术和检测技术结合在一起，注重部件相互作用。</p> <p>并行工程使各种技术尽量在各自范围内齐头并进，只在不同技术内部进行设计制造，最后简单叠加完成整体装置。</p>
机电一体化技术与自动控制技术的区别	<p>自动控制技术是机电一体化技术的一部分，</p>
机电一体化技术与计算机应用技术的区别	<p>计算机应用技术服务于机电一体化技术</p>

任务一 了解机电一体化系统

1.4 机电一体化技术的主要特征

1. 整体结构最优化

在传统的机械产品中，为了增加一种**功能**，或实现某一种**控制规律**，往往用增加**机械机构**的办法来实现。而机电产品是机械、电子、硬件、软件四个方面实现同一功能，机电一体化的实质。

2. 系统控制智能化

电子技术的引入显著地**改变**了传统机械那种**单纯靠操作人员**按照规定的工艺顺序或节拍、频繁、紧张、单调、重复的工作状况。

任务一 了解机电一体化系统

3. 操作性能柔性化

计算机软件技术的引入，能使机电一体化系统的各个传动机构的动作通过预先给定的**程序**，一步一步地由电子系统来**协调**。在生产对象变更需要**改变**传动机构的**动作规律**时，无须改变其硬件机构，只要**调整**由一系列**指令**组成的软件，就可以达到预期的目的

任务一 了解机电一体化系统

1.5 机电一体化的共性关键技术

1. 检测传感技术

传感与检测装置是系统的**感受器官**，它与信息系统的输入端相联并将检测到的信号传送到**信息处理部分**。传感与检测是实现**自动控制**、**自动调节**的关键环节，它的功能越强，系统的自动化程度就越高。

2. 信息处理技术

信息处理技术包括信息的**输入**、**变换**、**运算**、**存储**和**输出**技术。信息处理的硬件包括有**输入/输出设备**、**显示器**、**磁盘**、**计算机**、**可编程控制器**和**数控装置**等。

任务一 了解机电一体化系统

3. 自动控制技术

自动控制技术范围主要包括：**基本控制理论**；在此理论指导下，对具体**控制装置或控制系统的设计**；设计后的系统**仿真**，**现场调试**，系统可靠的**投入运行**等。

4. 伺服驱动技术

伺服驱动的动力类型包括**电动**、**气动**、**液动**等，由微型计算机通过接口输出信息至**伺服驱动系统**，再由**伺服驱动器**控制它们的运动，带动**生产机械**作回转、直线以及其他各种复杂的运动。

任务一 了解机电一体化系统

5. 精密机械技术

机电一体化技术要求精密机械**减轻重量、减少体积、提高精度、提高刚度、改善性能**，而且，还应延长机械部分的**使用寿命**，提高关键零部件的**精度**，使零部件**模块化、标准化、规格化**，从而提高维修效率，减少停工时间。

6. 系统总体技术

系统总体技术是一种从整体**目标**出发，用**系统**的观点和方法，将总体分解成若干功能**单元**，找出能完成各个功能的技术方案，再把功能与技术方案组成方案组进行**分析、评价和优选**的综合应用技术。

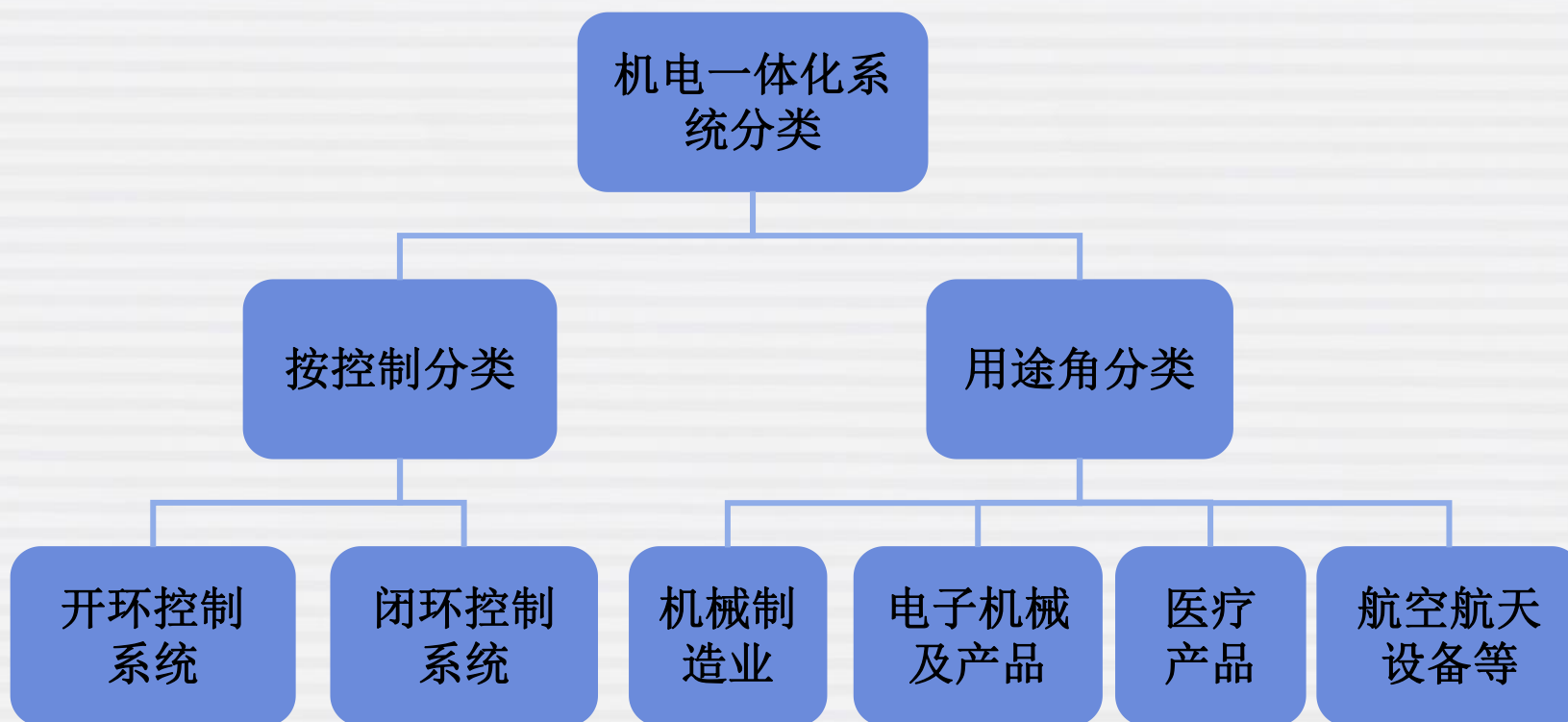
3、机电一体化系统都有哪些共性关键技术？

- | | |
|---|--------|
| A | 检测传感技术 |
| B | 信息处理技术 |
| C | 自动控制技术 |
| D | 伺服驱动技术 |
| E | 精密机械技术 |
| F | 系统总体技术 |
| G | 机械设计技术 |

提交

任务二 了解机电一体化系统的设计

2.1 机电一体化系统的分类

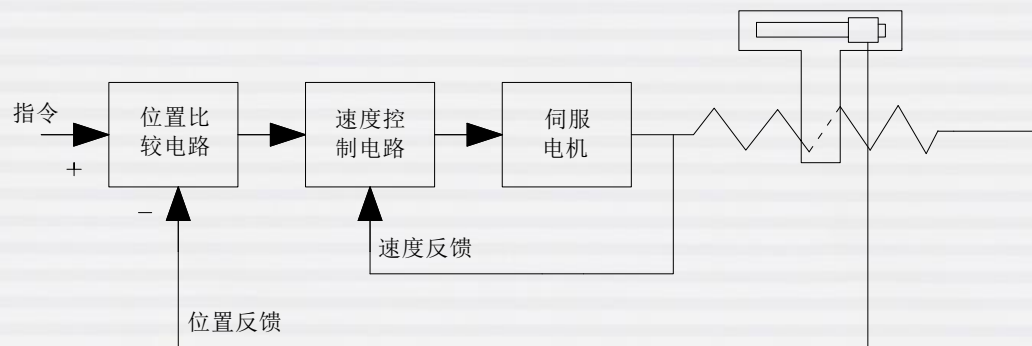


任务二 了解机电一体化系统的设计

开环控制的机电一体化系统是没有反馈的控制系统，这种系统的输入直接送给控制器，并通过控制器对受控对象产生控制作用。

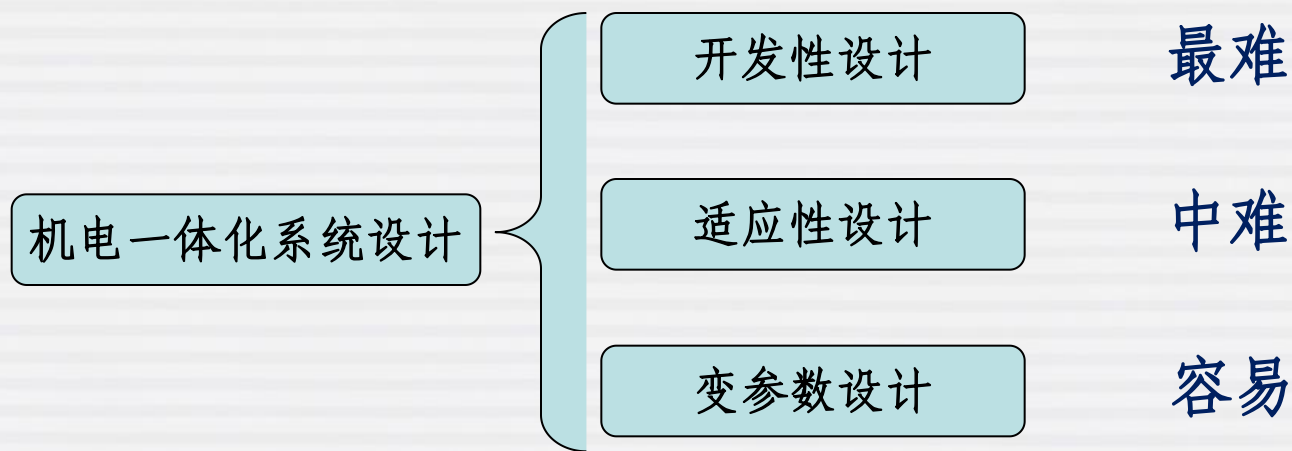


闭环控制的机电一体化系统的输出结果经传感器和反馈环节与系统的输入信号比较后产生输出偏差，输出偏差经控制器处理再作用到受控对象，对输出进行补偿，实现更高精度的系统输出。



任务二 了解机电一体化系统的设计

2.2 机电一体化系统设计的类型



任务二 了解机电一体化系统的设计

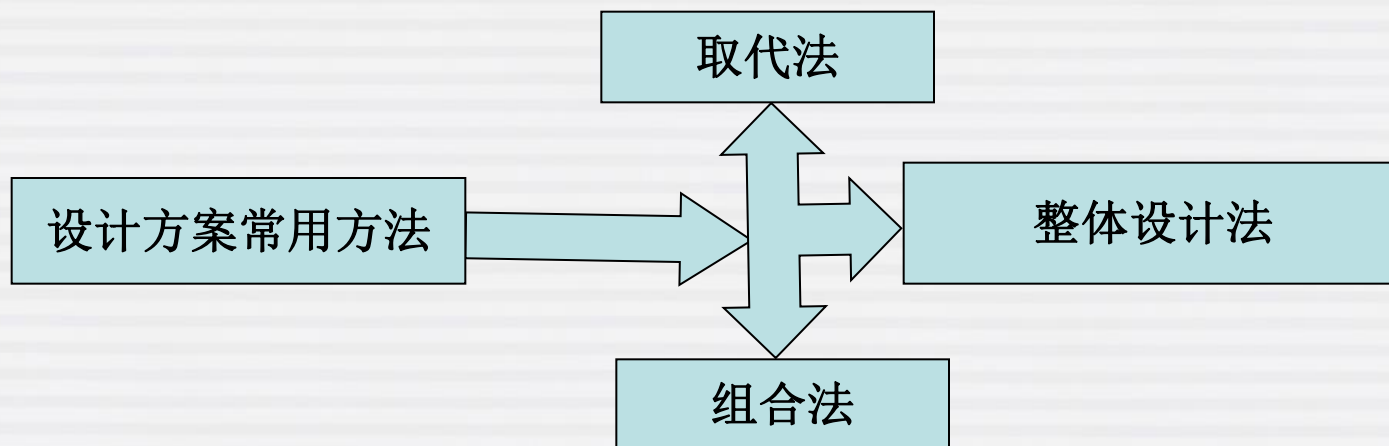
开发性设计是一种独创性的设计方式，即在没有任何参考样板的情况下，通过抽象思维和理论分析，依据产品性能和质量要求设计出系统原理和制造工艺。

适应性设计，就是在参考同类产品的基础上，在主要原理和设计方案保持不变的情况下，通过技术更新和局部结构调整使产品的性能、质量提高或成本降低的产品开发方式。

变参数设计，就是在设计方案和结构原理不变的情况下，仅改变部分结构尺寸和性能参数，使之适用范围发生变化的设计方式。

任务二 了解机电一体化系统的设计

2.3 机电一体化系统(产品)设计方案的常用方法



任务二 了解机电一体化系统的设计

取代法就是用电气控制取代原系统中的机械控制机构。 该方法是改造旧产品、开发新产品或对原系统进行技术改造常用的方法，也是改造传统机械产品的常用方法。如：电子石英表、机床数控化改造

组合法就是选用各种标准功能模块组合设计成机电一体化系统。如：数控机床就是用各功能部件有机组合而成

整体设计法主要用于新产品的开发设计。 在设计时完全从系统的整体目标出发， 考虑各子系统的设计。如：主轴和电机转子融为一体

任务二 了解机电一体化系统的设计

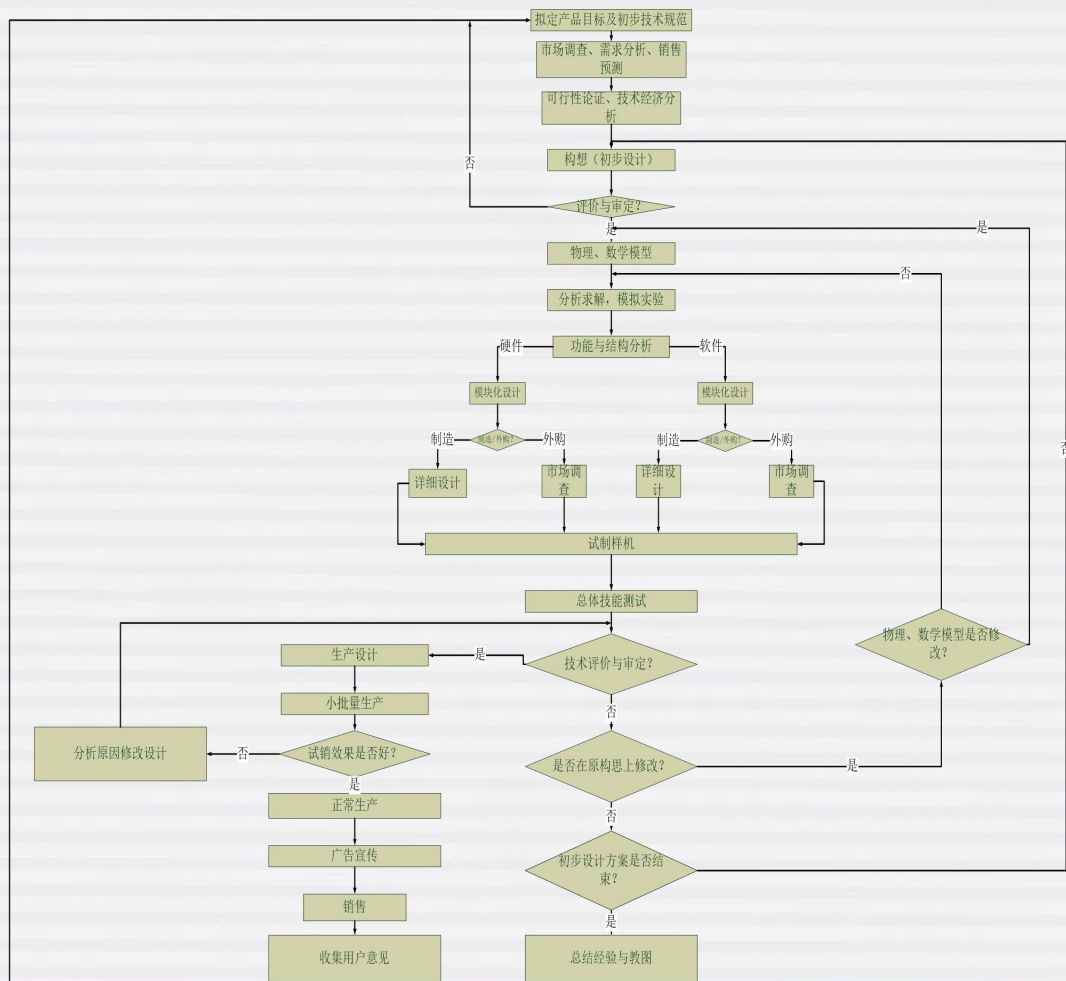
2.4 机电一体化系统现代设计方法



任务二 了解机电一体化系统的设计

2.5 机电一体化系统(产品)的工程路线

各种机电一体化系统(产品)的研究、开发、生产及销售的过程各自有其自身特点，归纳其基本规律，机电一体化系统(产品)的工程路线如图所示



任务三 了解机电一体化的发展趋势

3.1 机电一体化的技术现状

日本将智能传感器，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，提出五大关键技术领域、24 个重点攻关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。

2009 年底奥巴马政府开始启动“再工业化”战略。提出先进制造业计划，其中包含了精益生产、准时生产、清洁生产、柔性制造、敏捷制造、计算机集成制造、虚拟制造、绿色制造等众多先进模式。

任务三 了解机电一体化的发展趋势

《德国工业**4.0**战略计划实施建议》指出：在工厂**4.0**里，机器、装置、工件及其它元件将能实时交换数据及信息。这代表了从呆板的集中式工厂控制系统到分散式智能工厂控制系统的转变。仍由中央主控电脑执行的任务将会由组件来替代执行。这些元件将智能地彼此联网，可以自行配置，且过程简单，并且独立满足生产订单的各种需求。

2015年3月5日，我国提出了《中国制造**2025**》计划，瞄准新一代信息技术、高端装备、新材料、生物医药等战略重点，引导社会各类资源集聚，推动十大重点领域突破发展，这将使得我国的机电一体化技术得到了巨大的提高。

任务三 了解机电一体化的发展趋势

3.2 机电一体化的发展趋势

1. 机电一体化的高性能化

高性能化一般包含**高速化**、**高精度**、**高效率**和**高可靠性**。现代数控设备就是以此“四高”为基，为满足生产急需而诞生的。

2. 机电一体化的智能化趋势

人工智能在机电一体化技术中的研究日益得到重视，机器人与数控机床的智能化就是其重要应用。机电一体化的智能化趋势包括：

- (1) **诊断过程的智能化。**
- (2) **人机接口的智能化。**
- (3) **自动编程的智能化。**
- (4) **加工过程的智能化。**

任务三 了解机电一体化的发展趋势

3. 机电一体化的系统化发展趋势

系统化的表现特征之一是系统体系结构进一步采用开放式和模式化的总线结构。

表现特征之二是机电一体化系统的通信功能的大大加强，一般除RS-232等常用通信方式外，实现远程及多系统通信联网需要的局部网络（LAN）正逐渐被采用，且标准化 LAN 的制造自动化协议(MAP)已开始进入NC系统，从而可实现异型机异网互联及资源共享

4. 机电一体化的轻量化及微型化发展趋势

随着片式元器件(SMD)的发展，表面组装技术(SMT)正在逐渐取代传统的通孔插装技术(THT)而成为电子组装的重要手段，电子设备正朝着**小型化、轻量化、多功能、高可靠**方向发展。

综合训练：机电一体化产品拆装





小 结

本讲内容 { 认识机电一体化系统
了解机电一体化系统的设计方法
了解机电一体化系统的发展趋势

本讲重点 { 机电一体化系统构成及关键技术
机电一体化系统的设计方法及设计评价
机电一体化系统的发展趋势



习题：

- 1、典型的机电一体化产品有哪些？各有什么特点？
- 2、机电一体化系统由哪几部分构成？起什么作用？
- 3、机电一体化技术与其他技术有哪些区别？举例说明？
- 4、机电一体化系统都有哪些共性关键技术？各有哪些特征？
- 5、机电一体化系统分为哪几类？它们的设计类型有哪些？
- 6、机电一体化系统有怎样的发展趋势？



谢谢！