



2022年机械系实验班夏季小学期课程

机电系统设计实践

Mechatronics System Design Practice

现代机电工程介绍与文献调研

任课教师： 朱 煜 长聘教授
 尹文生 副教授
 胡金春 副研究员



现代机电工程介绍



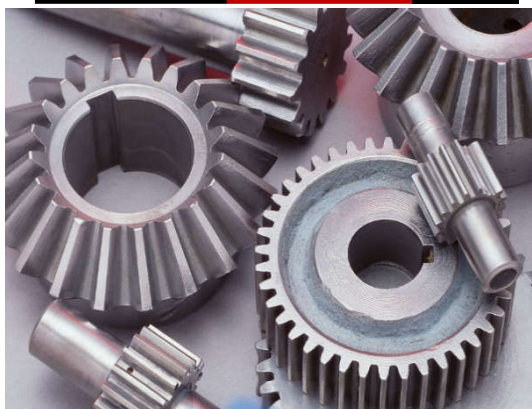
- 1 机电定义及发展历史
- 2 现代机电工程的未来方向
- 3 文献调研报告撰写



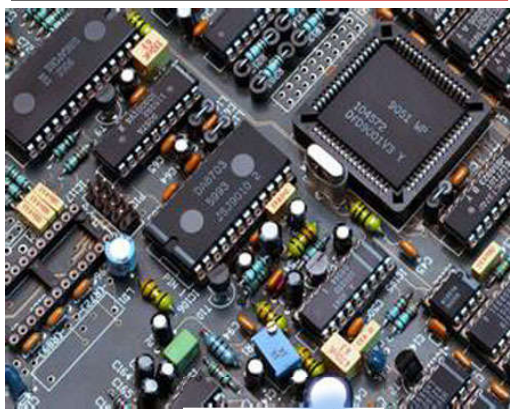
1 机电定义及发展历史：概念的提出

概念：日本企业界在1970年左右最早提出“机电一体化技术”概念，后来出现在1971年日本杂志《机械设计》的副刊上。

机械学 **Mechanics**



电子学 **Electronics**



机电学 **Mechatronics**

1996年出版的WEBSTER大词典收录了这个日本造的英文单词



**IEEE/ASME
Transactions on
Mechatronics**



Mechatronics



1 机电定义及发展历史：内涵定义与外延

什么是“机电”？

多种定义

日本机械振兴协会经济研究所于1983年3月指出：机电一体化是在机械的主功能、动力功能、信息处理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**而构成的系统的总称。

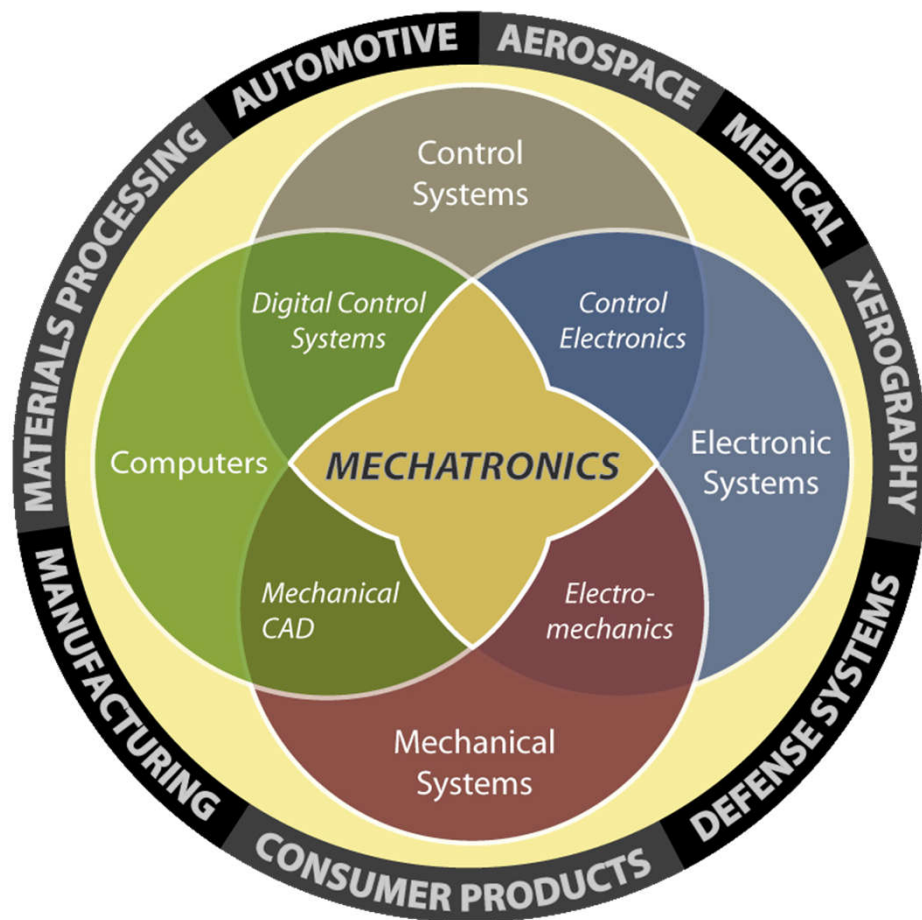
机电一体化是机械工程、电子学和(智能)控制算法在产品设计和制造过程中的协同整合（英国）。

包括：

(1)成型和机电设计；(2)系统集成；(3)执行器和传感器；(4)机电控制；(5)振动和噪声控制；(6)自主车；(7)工业机器人；(8)数控机床；(9)现代制造装备；(10)汽车系统；(11)其他应用。



1 机电定义及发展历史：与其他学科关系



机械、控制技术、计算机科学、电子技术、光学等有机结合



1 机电定义及发展历史：产品实例



Tools



Computers



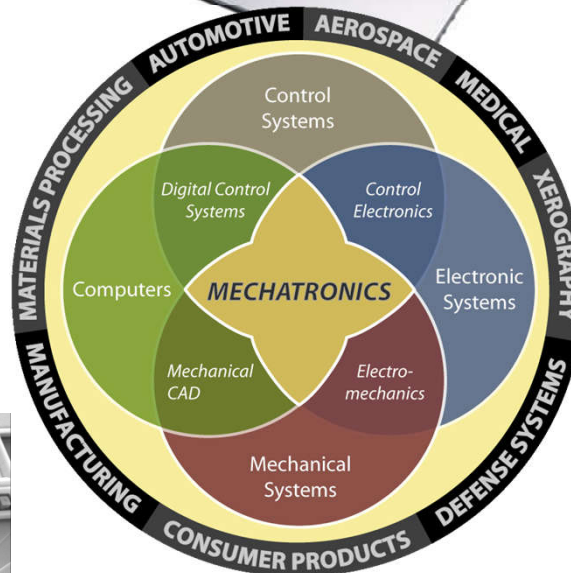
Cars

Consumer Electronics



Stealth Bomber

MEMS



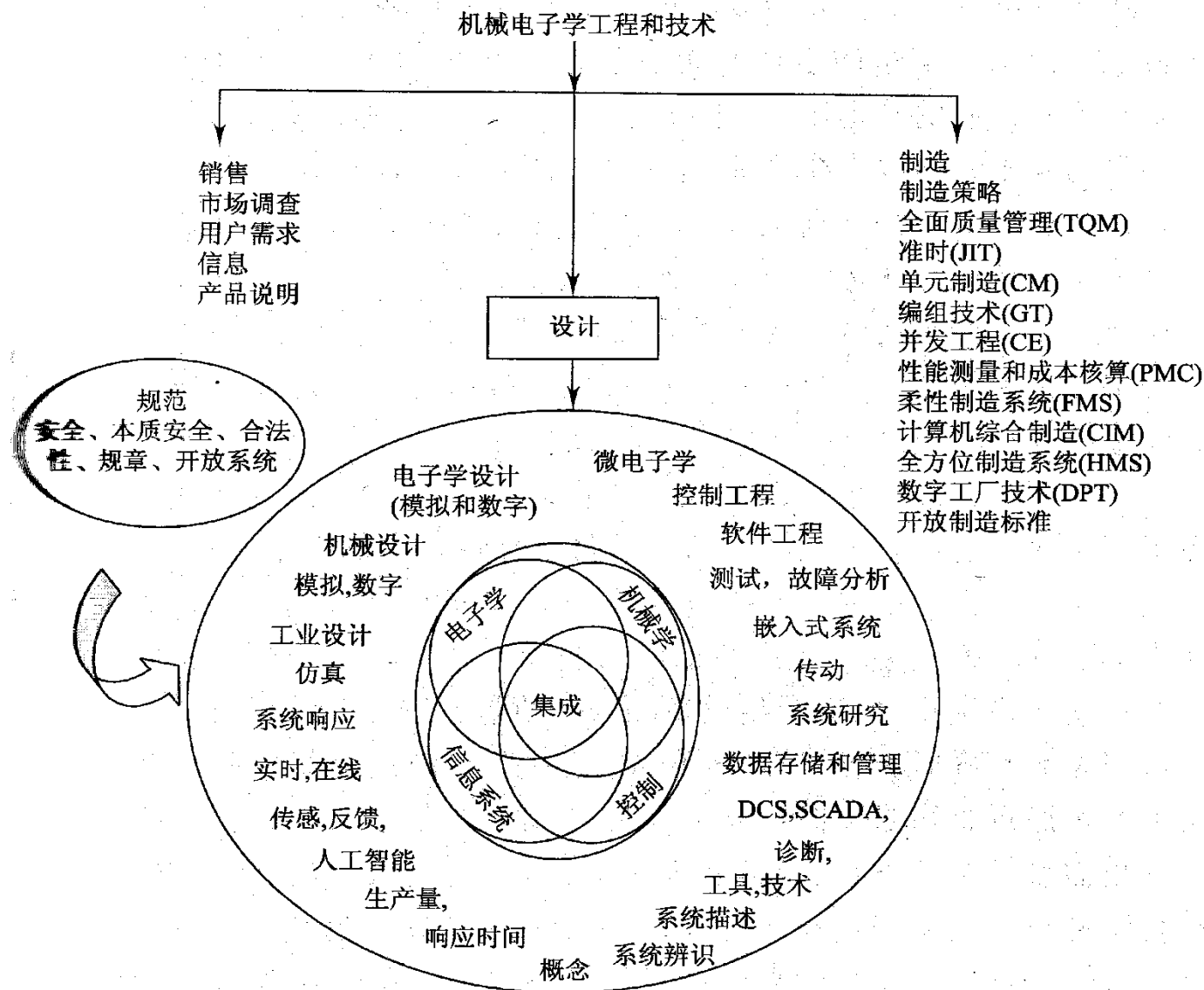
Micro to Macro Applications

High Speed Trains





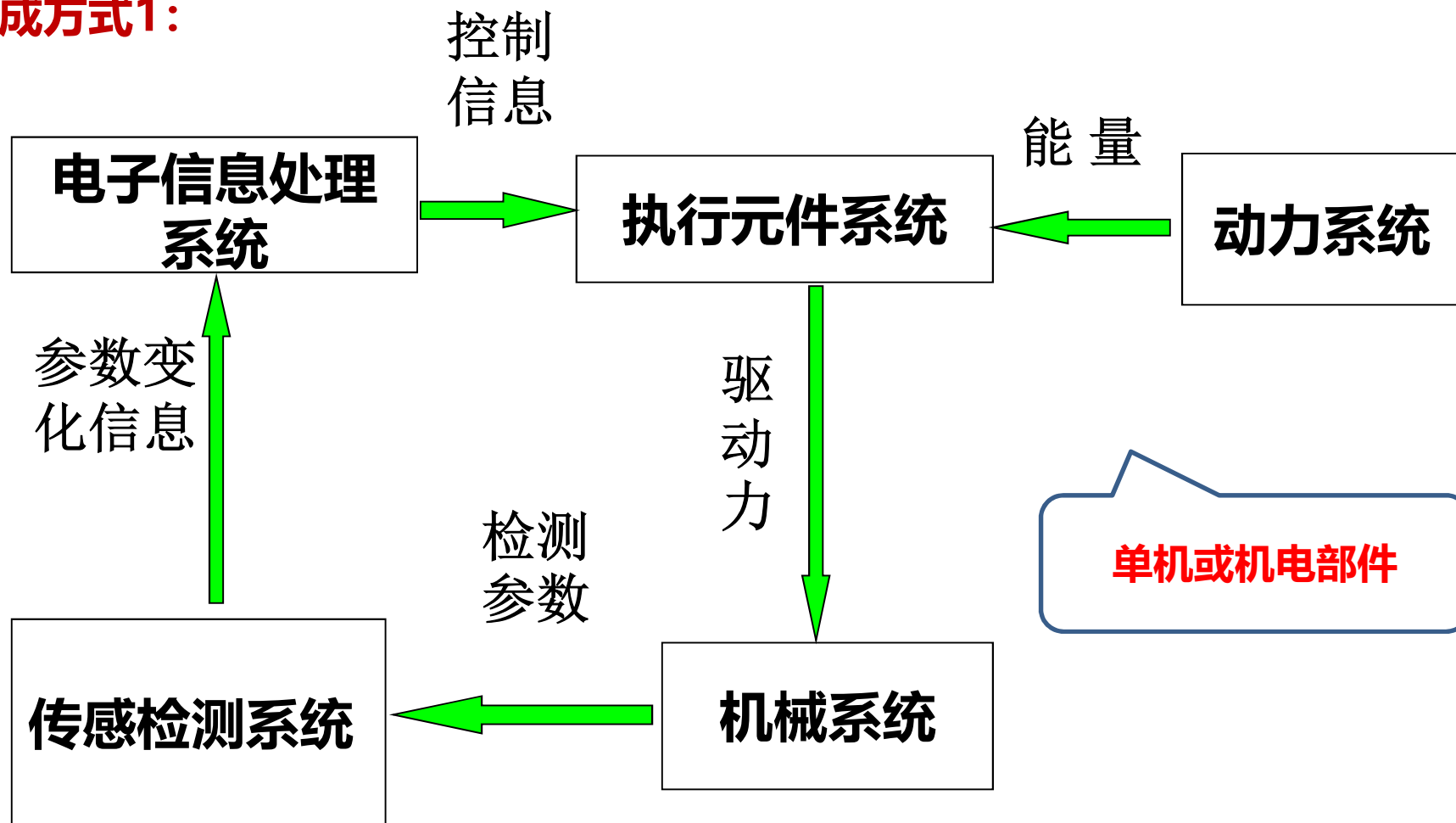
1 机电定义及发展历史：机电一体化范畴





机电一体化产品（系统）构成

构成方式1:





机电一体化产品（系统）构成

构成要素	功能	要求
机械系统（机构）	由机械零件组成，能够传递运动并完成某些有效工作的装置。	可靠、小型、美观
电子信息处理系统（计算机）	处理、运算、决策，实现控制功能	高可靠性、柔性、智能化
动力系统（动力源）	提供能量，转换成需要的形式，实现动力功能	效率高、可靠性好
传感检测系统（传感器）	检测产品内部状态和外部环境，实现计测功能	体积小、精度高、抗干扰
执行元件系统（电机）	包括机械传动与操作机构，接收控制信息，完成要求的动作，实现驱动功能和能量转换功能。	满足机电系统的具体要求



机电一体化产品（系统）构成

五大功能要素：主功能(操作功能)、动力功能、控制功能、计测功能、构造功能

主功能或操作功能——实现目的功能（与执行机构相对应）。

动力功能——向系统提供动力，让系统得以运转。

计测功能——获取外部或内部信息。

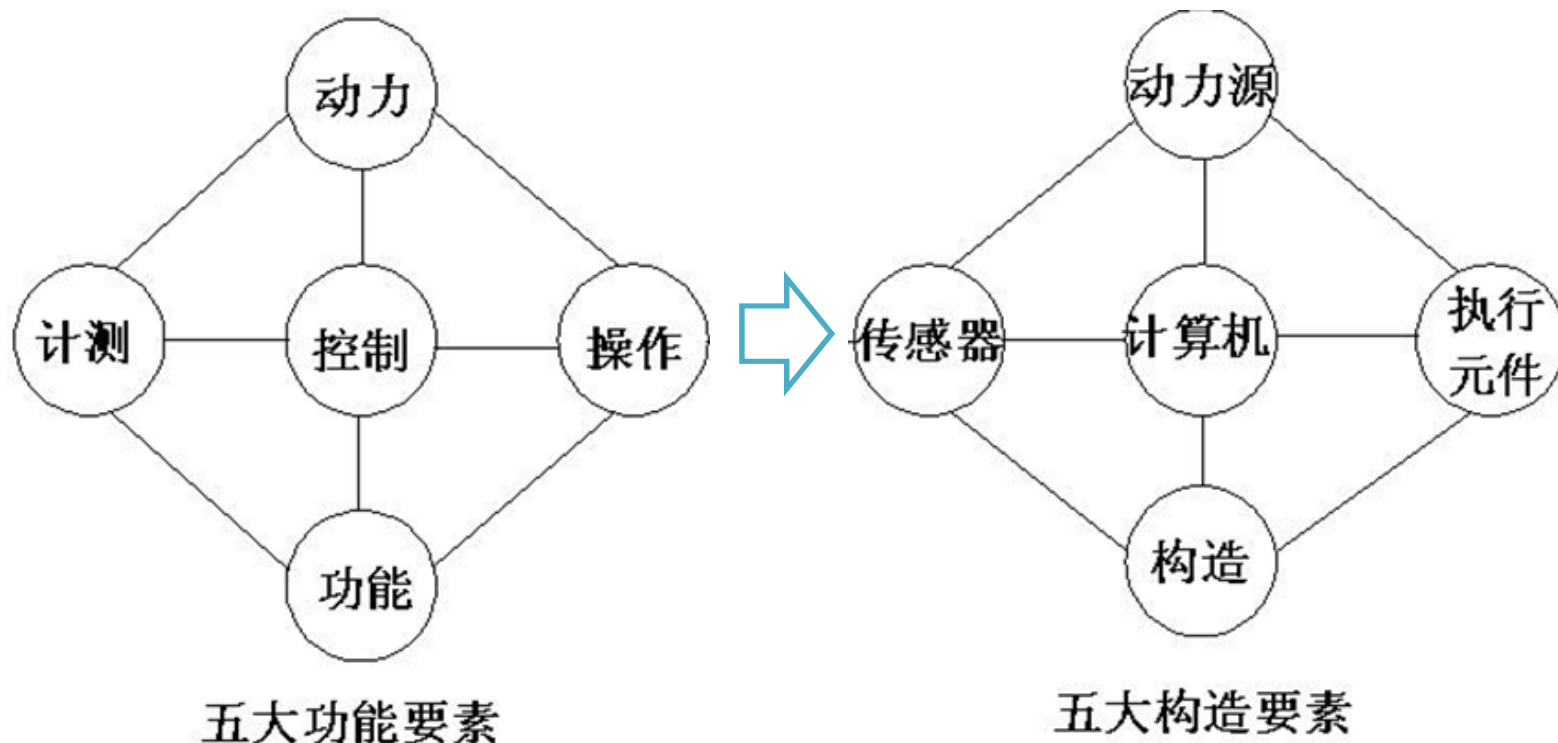
控制功能——对整个系统实施控制。

构造功能——构成系统的子系统和元部件维持所定的时间和空间上相互关系所必须的功能



机电一体化产品（系统）构成

五大功能要素和构造要素对应关系



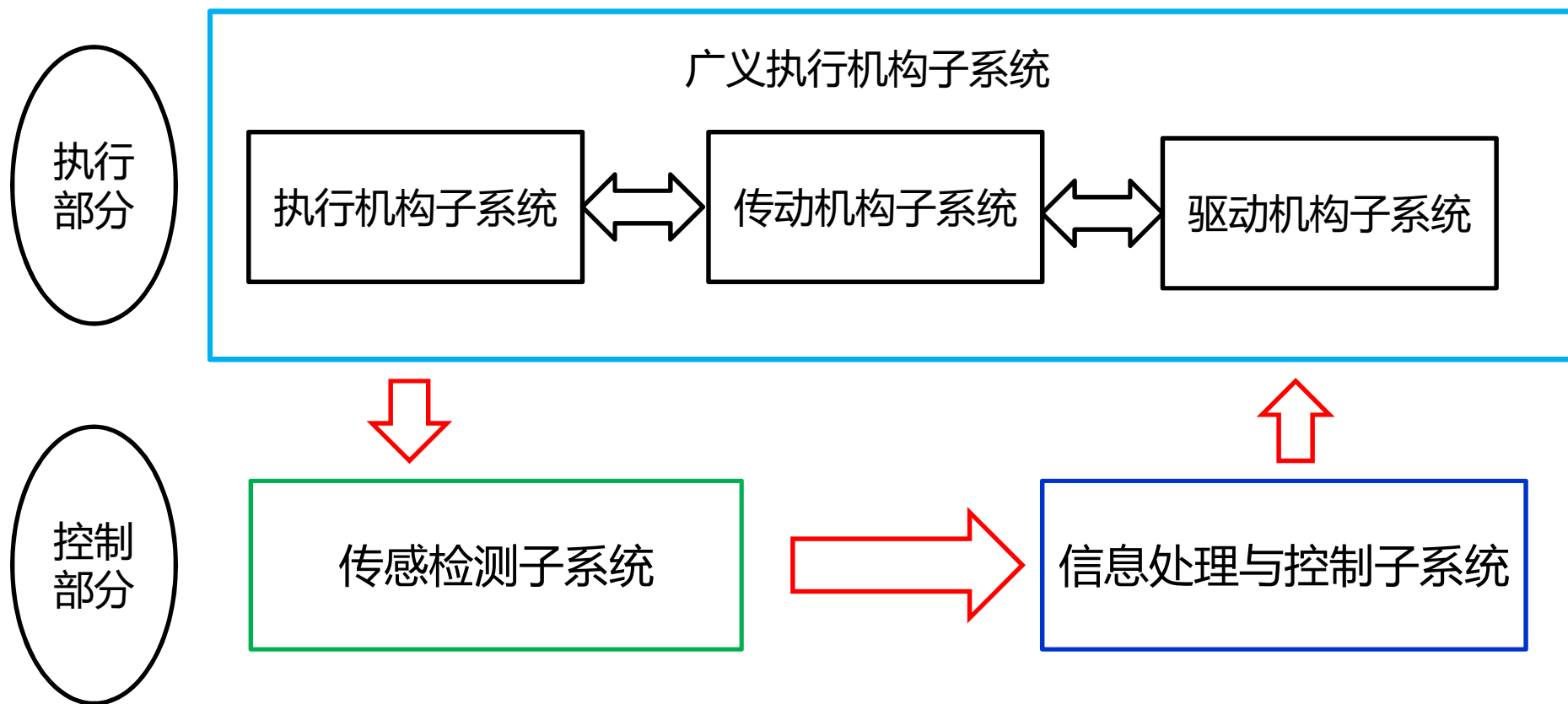
五个基本组成要素之间并非简单拼凑而成：**工作中它们各行其职，相互协调、补充，共同完成目的功能。**



机电一体化产品（系统）构成

构成方式2:

复杂组合机电系统





机电一体化产品（系统）构成

机电系统



相互联系的子系统

突出主功能
功能分解

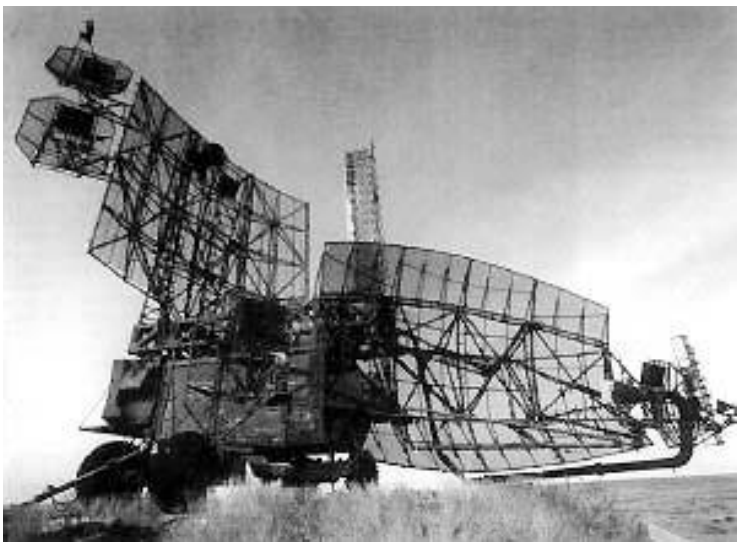
总体方案
设计依据

子系统	实现功能
广义执行机构子系统	系统动作执行部分，负责系统执行功能的实现
传感检测子系统	系统信息感知部分，负责机电系统信息采集
广义控制子系统	系统核心控制部分，负责信息加工处理与输出



1 机电定义及发展历史：初步阶段及特点

发展历史



二战时期发明的雷达系统是机电一体化系统的最早的产品。

初级阶段：利用电子技术的初等进步改善机械产品性能。

➤ 特别是在**第二次世界大战**期间，战争刺激了军事上的机械与电子结合，战后转为民用对经济的恢复起了积极的作用。

➤ 那时研发从总体上看还处于自发状态：电子技术尚未达到一定水平，对机械系统认识尚未进入深层次，二者结合还不可能广泛和深入，早期**机电产品范围很窄**。



1 机电定义及发展历史：近代发展

发展历史



在工业自动化、办公自动化、家庭自动化领域得到发展

20世纪70~80年代

20世纪90年代后期

蓬勃发展阶段：计算机技术、控制技术、通信技术的发展，为机电一体化的发展奠定了**技术基础**；大规模、超大规模集成电路和微型计算机的迅猛发展，为机电一体化的发展提供了充分的**物质基础**。



1 机电定义及发展历史：新近发展

发展历史

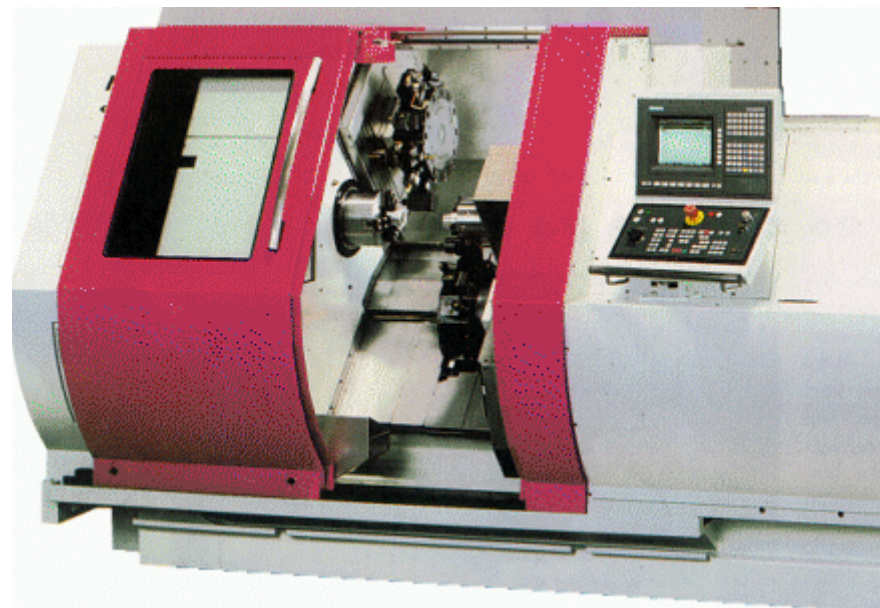
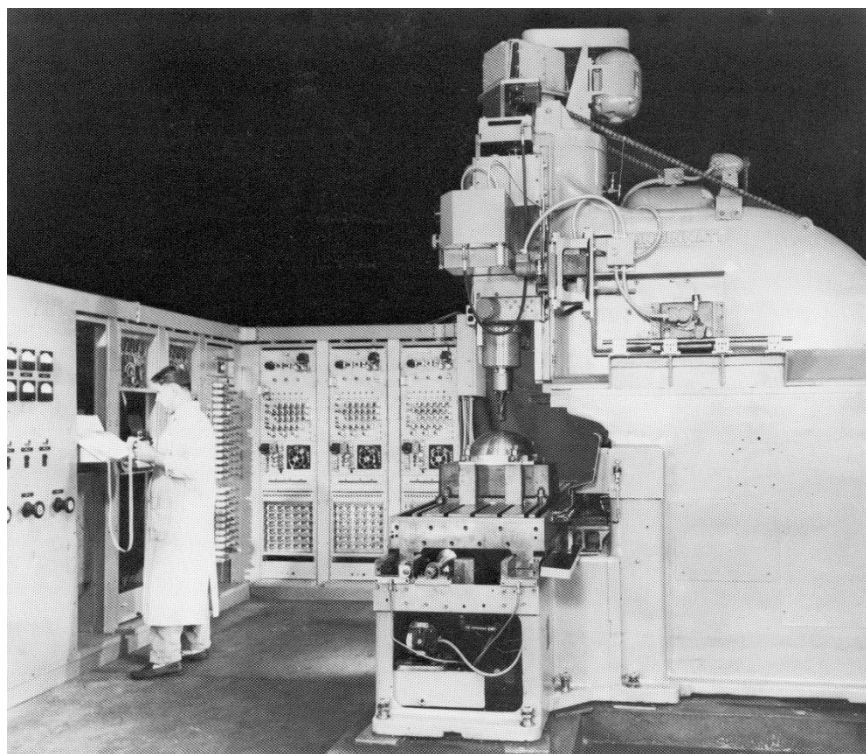


20世纪90年代后期

第三阶段：机电一体化技术开始向**智能化**方向迈进，进入深入发展时期。一方面，光学、通信技术等进入了机电一体化，微细加工技术也在机电一体化中崭露头脚，出现了光机电一体化和微机电一体化等新分支。另一方面对机电一体化系统的建模设计、分析和集成方法，机电一体化的学科体系和发展趋势都进行了深入研究。



1 机电定义及发展历史：标志性产品

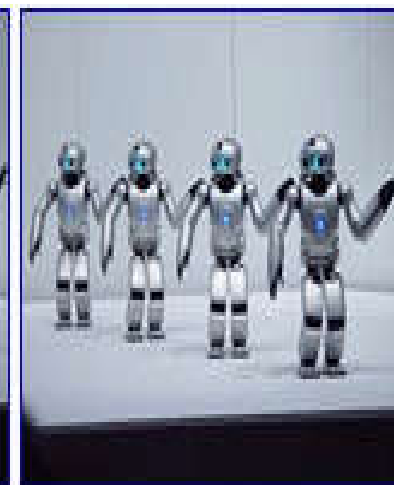
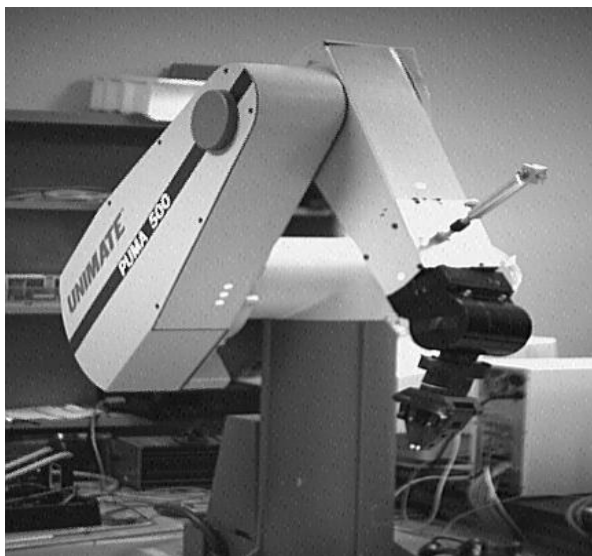


美国MIT的Servomechanism Laboratory研制出第一台数控机床(1952)



1 机电定义及发展历史：标志性产品

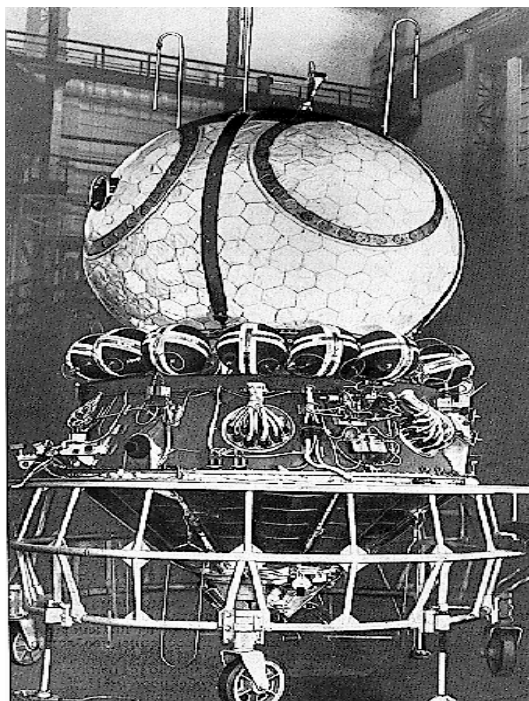
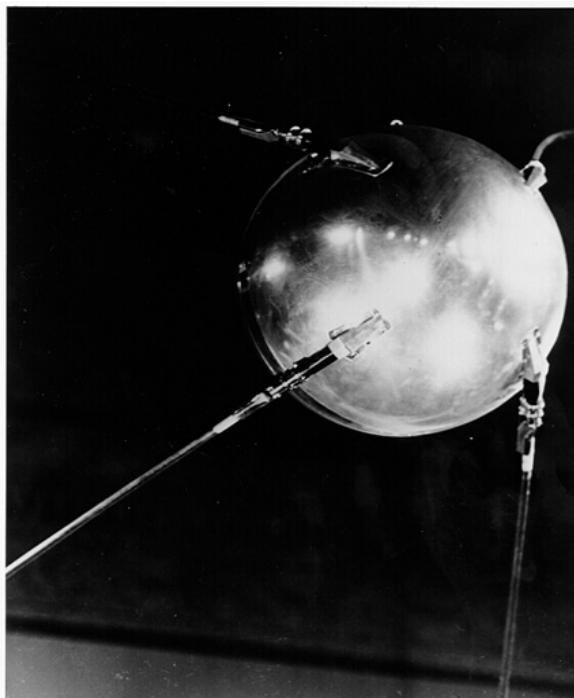
美国George Devol研制出第一台工业机器人样机(1954)
日本SONY公司二足步行机械人SDR-4X(2002)





1 机电定义及发展历史：标志性系统

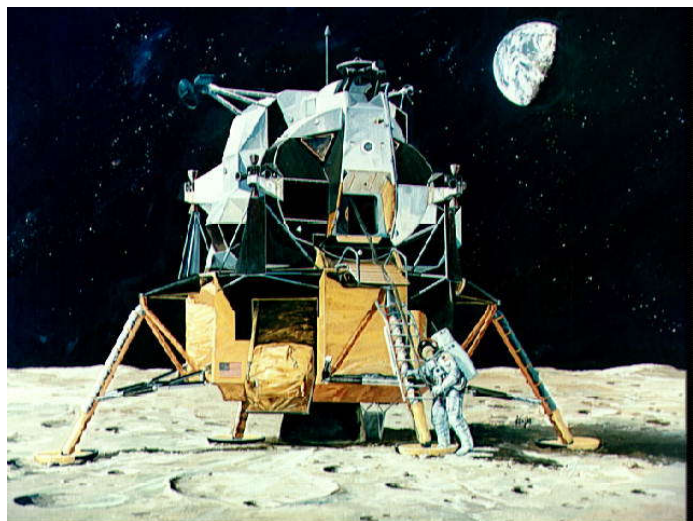
世界第一颗人造地球卫星(Sputnik)由苏联发射成功(1957)
苏联东方-1号飞船载着加加林进入人造地球卫星轨道，人类
宇航时代开始了(1961)。





1 机电定义及发展历史： **标志性系统**

苏联发射“月球”9号探测器，首次在月面软着陆成功(1966)，三年后(1969)，美国“阿波罗”11号把宇航员N. A. Armstrong送上月球。



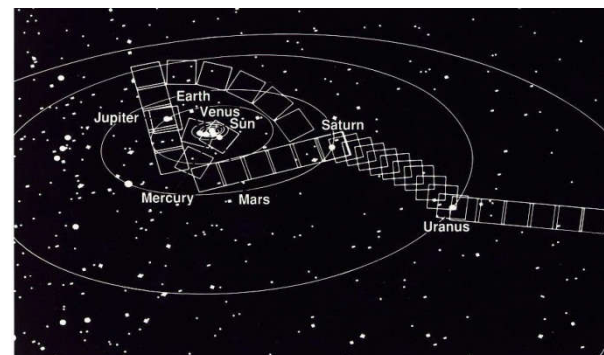
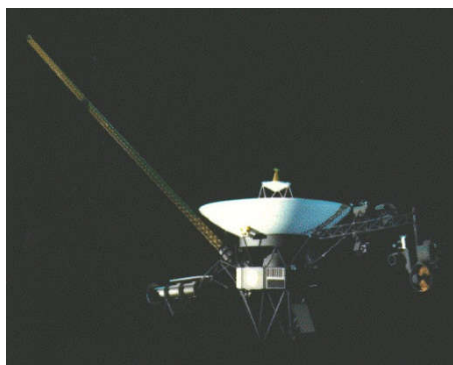


1 机电定义及发展历史：标志性系统

第一台火星探测器Sojourner在火星表面软着陆(1996)



旅行者Voyager 一号，二号开始走出太阳系，对茫茫太空进行探索。





1 机电定义及发展历史：当前概况

现状：1989年在东京召开的第一届国际先进机电一体化学术会议，是机电一体化向纵深发展的标志，各国政府也开始有计划地推动和发展机电一体化技术和产品。目前，日本和美国在机电一体化产品开发和应用方面处于世界领先地位。在世界范围来看：**机电一体化产品几乎遍及所有制造业领域**，机电一体化制造已从单机向整个制造业的集成化过渡，带动了大量高新技术的兴起。

直接使用的机电产品



手机



电脑



仿人机器人



汽车



尼米兹级航空母舰

用于生产的机电系统



3D打印机



ASML光刻机



汽车生产线

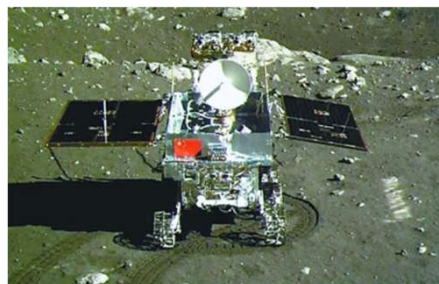


波音787生产线



1 机电定义及发展历史：当前概况

现状：我国从20世纪80年代初开始进行机电一体化的研究和应用，国务院成立了机电一体化领导小组并将其列为“863计划”虽然目前国内机电一体化技术与日本、欧美等先进国家相比仍有一定差距，但随着新技术革命的迅猛发展，我国加大了机电一体化技术的研究力度，并将其确定为国家高技术重点研究领域，给予优先支持，并取得了较好成绩。





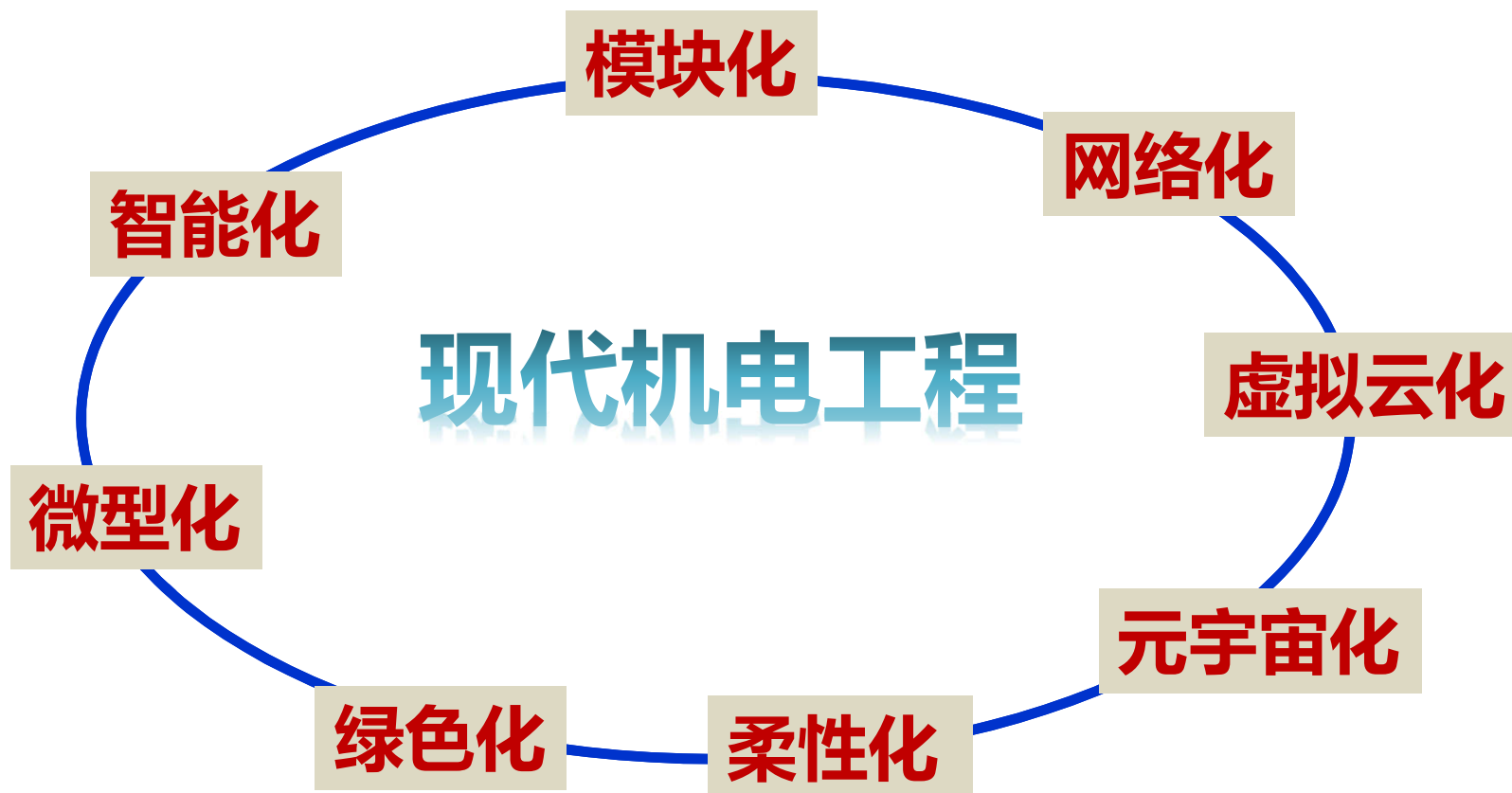
现代机电工程介绍



- 1 机电定义及发展历史
- 2 现代机电工程的未来方向
- 3 文献调研报告撰写



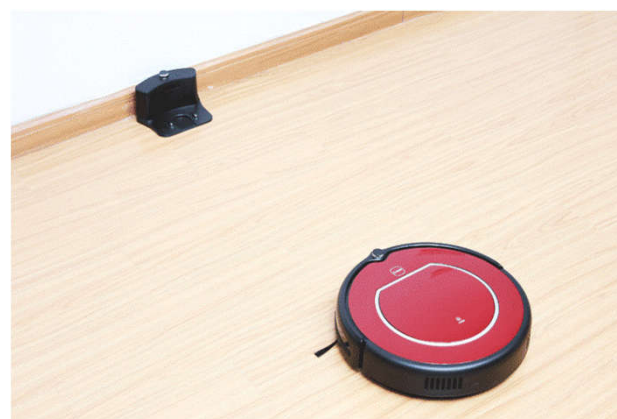
2 现代机电工程的未来方向





2 现代机电工程的未来方向：智能化

“智能化”是对机器行为的描述，是在控制理论的基础上，吸收人工智能、运筹学、计算机科学、模糊数学、心理学、生理学和混沌动力学等新思想、新方法，模拟人类智能，使它具有判断推理、逻辑思维、自主决策等能力，以求得到更高的控制目标。智能化使产品被赋予类似于人的行为，它具有判断推理、逻辑思维及自主决策等能力，以求得到更高的控制目标。智能化是本世纪机电一体化技术的一个重要发展方向。





2 现代机电工程的未来方向：模块化

由于机电一体化产品种类和生产厂家繁多，研制和开发具有**标准机械接口、电气接口、动力接口、环境接口**的机电一体化产品单元是一项十分复杂但又非常重要的事。有利于迅速开发出新产品，同时也可以扩大生产规模。模块化将给机电一体化企业带来美好的前程。





2 现代机电工程的未来方向：网络化

基于网络的各种远程控制和监视技术方兴未艾，而远程控制的终端设备本身就是机电一体化产品。现场总线和局域网技术是家用电器网络化已成大势，利用家庭网络将各种家用电器连接成以计算机为中心的计算机集成家电系统(CIAS)，使人们在家里分享各种高技术带来的便利与快乐。





2 现代机电工程的未来方向：绿色化

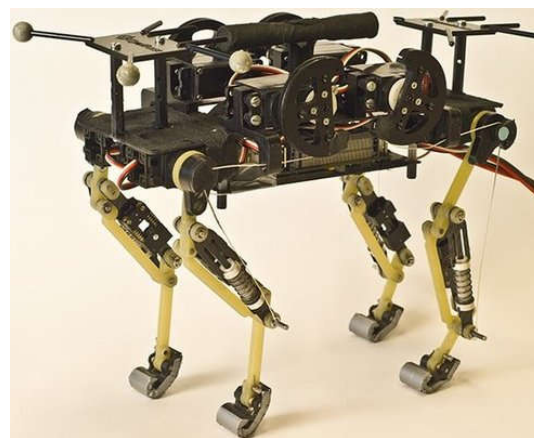
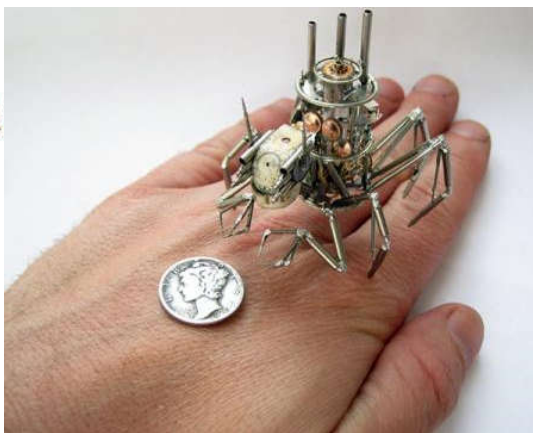
绿色化是时代的趋势。绿色产品在其设计、制造、使用和销毁的生命过程中。**符合特定的环境保护和人类健康的要求**，对生态环境无害或危害极少，资源利用率极高，使用时不污染生态环境，报废后能回收利用。





2 现代机电工程的未来方向：仿生物系统化

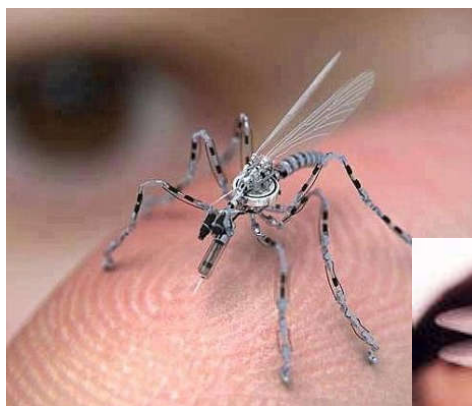
要使今后的机电一体化产品要像生物一样按照“感知-规划-行动”的模式进行信息处理和控制实现，就必然对控制系统提出更高的要求。机电一体化产品虽然有向生物系统化发展趋势，但有一段漫长的道路要走。





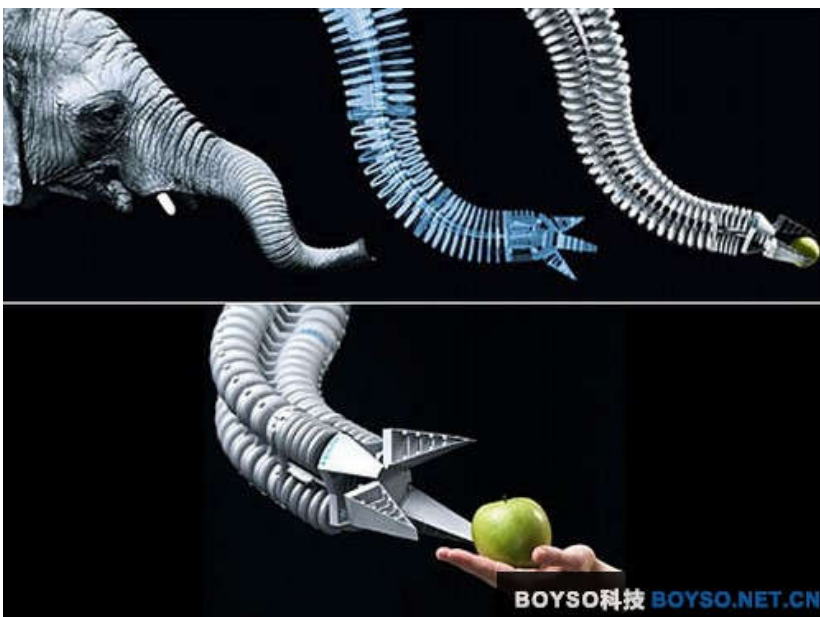
2 现代机电工程的未来方向：微型化

微型化兴起于20世纪80年代末，指的是**机电一体化向微型机器人和微观领域发展**的趋势。国外称其为微电子机械系统(MEMS)。微机电一体化产品体积小、耗能少、运动灵活，在生物医疗、军事、信息等方面具有不可比拟的优势。





2 现代机电工程的未来方向：柔性化



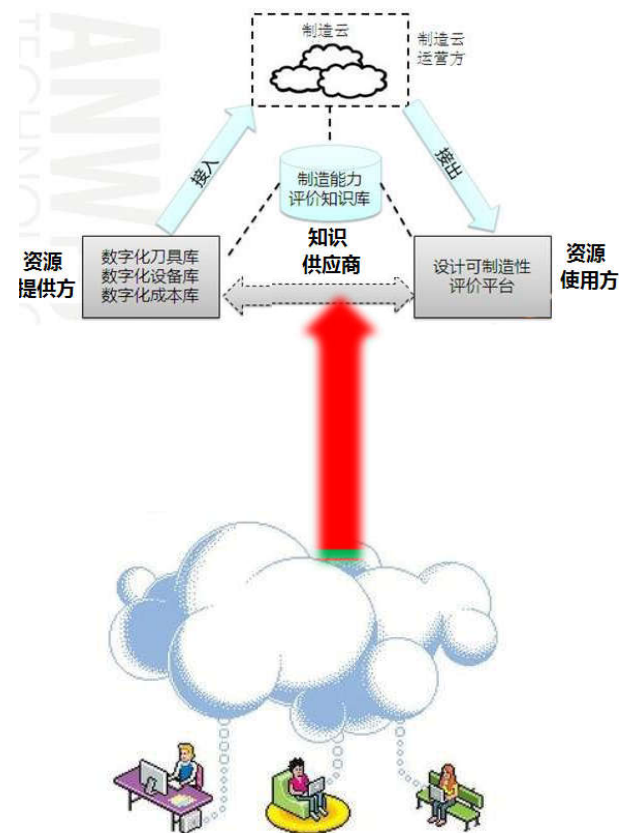


2 现代机电工程的未来方向：虚拟云化

通过**虚拟化**，将已验证技术应用到机电系统中来，协助系统实现软硬件的解耦，使不同系统硬件得以统一采购和部署，提升资源利用率。

其次通过**云化**将对整个系统中软核部分在更细致的维度上做重构，实现整个系统灵活性与弹性的最大化，提高提升资源利用率和性能。

最后实现**原生云**，由一系列可单独开发、部署、运维的微服务组成，帮助机电系统快速上线、提高运营效率。与此同时，设备商与众多软件开发者优先共享资源、联合创新，实现多方共赢。





2 现代机电工程的未来方向：元宇宙化

元宇宙(Metaverse)：利用科技手段进行链接与创造的与现实世界映射、交互的虚拟世界，具备新型社会体系的数字生活空间。

现实生活中的机电实物系统，必将同样通过数字孪生技术、区块链技术等元宇宙支撑技术，沉浸入元宇宙中。





现代机电工程介绍



- 1 机电定义及发展历史
- 2 现代机电工程的未来方向
- 3 文献调研报告撰写



3 文献调研报告撰写：调研目的与范围

调研目的

- 了解自主移动车相关研究的最新进展、技术发展动态以及存在理论问题；
- 提高课程任务认识，为课程工作奠定基础。

调研范围

- 产品说明、演示视频和图片资料，如果有实物最好提供实物资料
- 专利：中外文专利
- 论文：中外文数据库
- 技术标准：国家或国际组织

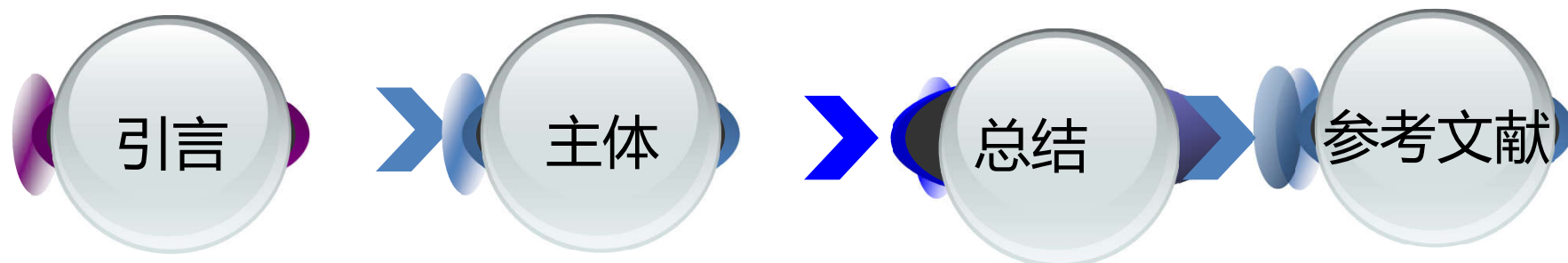


3 文献调研报告撰写：可利用的调研资源

- <http://www.google.cn/>谷歌
- <https://www.baidu.com/>百度
- https://www.google.com/?tbm=pts&gws_rd=ssl谷歌专利
- <http://www.sipo.gov.cn/>国家知识产权局
- <http://www.lib.tsinghua.edu.cn/database/cajcd.html>中国知网
- <http://www.lib.tsinghua.edu.cn/database/EV.htm> Engineering Village (EV) 平台(Ei、INSPEC)



3 文献调研报告撰写：调研报告内容



➤说明写作的目的，介绍有关的概念及定义及综述的范围

➤扼要说明有关历史背景、最近发展以及当前研究焦点

➤使读者对全文叙述问题有总体轮廓印象

➤按应用场合、功能原理或者技术特点对文献分类，撰写综述

➤每一大类按照原理或技术进行详细分类阐述，提炼出共性问题。

➤将全文主题进行扼要总结，指出现有技术存在的问题

➤提出自己的见解，以及确定拟解决的问题、基本内容和初步方案。

➤表示对被引用文献作者的尊重及引用文献的依据，要求在正文相应位置标示

➤为设计报告审查提供查找线索



3 文献调研报告撰写：调研报告结构与写法

- 1 概述
- 2 任务要求描述
- 3 相关技术的发展现状与存在问题
- 4 课程任务初步解决方案和技术路线
- 5 课程任务分解及时间进度表
- 6 参考文献

注意规范化排版，版式可以参照任何一本教科书。



本部分内容结束，有问题？