



河海大学教学技能工作坊---第四期工程教育  
背景下机械类课程教学改革与创新教学论坛

# 机械工程导论 课程建设的几点思考

南京理工大学 袁军堂

2019. 11. 23





南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



## “机械工程导论” 课程 应该讲明白的几个问题

- 什么是机械工程？
- 机械工程的起源、发展历程
- 机械工程取得的辉煌成就、在建设制造强国中的地位
- 中国机械制造业面临的挑战
- 中国机械制造业的发展战略
- 机械工程师应具备知识、能力和素质结构





# 机械工程导论

## 课程的教学目标及毕业达成度要求

教学目标分条说明	毕业达成度要求
1、能够使用学校图书馆电子期刊数据库根据关键词进行文献检索获得新技术研究现状。	5-4能够熟练运用文献检索工具，获取机械工程领域理论与技术的最新进展。 <b>L</b>
2、能够正确认识机械工程发展简史，并能客观评价机械工程技术的发展对人类文明和社会进步的影响。	6-3能够客观地认识和评价现代机械工程的发展对社会、健康、安全、法律和文化的影响。 <b>H</b>
3、了解机械工程师知识结构和必备素质，了解机械工程各专业方向研究领域，并明确自己毕业后所能从事的工作类型，能够做到个人职业规划符合自己所学和机械工程专业发展。	12-2能对个人或职业发展具有清楚的认识，了解机械工程专业概况，能及时跟踪专业的发展现状，并将其与个人的职业规划相联系。 <b>H</b>





南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



# 一、什么是机械工程？

- 机械工程的定义
- 学科与专业
- 机械工程一级学科、二级学科
- 机械类专业





## 一、什么是机械工程？

- **机械**：机械始于工具，工具即是简单的机械。机械所涵盖内容非常广泛，简单的定义：机械是实现某些工作任务的机具或装备，也是机构和机器的总称。机械是现代社会进行生产和服务的五大要素（即人、资金、能量、材料、机械）之一。
- **机械工程**：是以有关的自然科学和技术科学为理论基础，结合在生产实践中积累的技术经验，研究和解决在开发、设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的全部理论和实际问题的一门应用学科。使设计制造的机械系统和产品能满足使用要求，并且具有市场竞争力。





## 学科与专业

**学科**是学术的分类，是指一定科学领域或一门科学的分支。具体来说学科是人类在认识和研究活动中针对认识对象而将自己划分出来的集合，是相对独立的知识体系，具有学术性、逻辑性和内在系统性的基本特征。

**专业**为高等学校根据社会分工需要所分成的学业门类，各个专业有独立的教学计划，以体现本专业的培养目标和培养规格。





## 学科与专业

**学科**的划分，遵循知识体系的自身逻辑，是相对稳定的知识体系。

**专业**是按照社会对不同领域和岗位的专门人才的需要而设置的。

**学科与专业**是既有区别又密切联系。一个专业可能涉及若干个一级学科，甚至于可能属于不同的学科门类。

- **机械工程专业**对应的主干学科是：机械工程、力学、动力工程及工程热物理。
- **车辆工程专业**对应的主干学科是：机械工程、力学、控制科学与工程。
- **工业设计专业**对应的主干学科是：设计学、机械工程。





南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



## 机械工程一级学科下设4个二级学科

- 机械设计及理论
- 机械制造及其自动化
- 机械电子工程
- 车辆工程





## 机械设计及理论

- 机械工程中图形的表示原理和方法；
- 机械运动中运动和力的变换与传递规律；
- 机械零件与构件中的应力、应变和机械的失效；
- 机械中的摩擦行为；
- 设计过程中的思维活动规律及设计方法；
- 机械系统与人、环境的相互影响等内容。





## 机械制造及其自动化

- 机械制造及自动化学科包括机械制造冷加工学和机械制造热加工学两大部分；
- 机械制造发展至今，正由一门技艺成长为一门科学；
- 机械加工的根本目的是以一定的生产率和成本在零件上形成满足一定要求的表面。为此，正在逐步形成研究各种成形方法及其运动学原理的表面几何学；
- 研究材料分离原理和加工表面质量的材料加工物理学；
- 研究加工设备的机械学原理和能量转换方式的机械设备制造学；
- 研究机械制造过程的管理和调度的机械制造系统工程学。





## 机械电子工程

- 机械电子工程是将机械学、电子学、信息技术、控制技术等有机的融合而形成的一门综合、交叉性学科，是多技术融合与集成而面向应用的学科，广泛应用于交通、电力、冶金、化工、建材等各领域机电一体化设备及生产自动化过程。
- 主要研究对象：机电一体化系统，包括执行机构、控制器、检测装置、动力装置和传动装置。此专业以现代控制理论、现代检测技术、故障诊断技术、微计算机技术为基础，重点研究机电一体化系统设计、制造、应用中的检测、诊断、控制和仿真等问题。





## 车辆工程

- 传统的车辆工程一般分为汽车理论与设计、汽车造型与车身设计、汽车发动机3个专业方向，它们分别是与机械工程、工业艺术设计、动力工程之间的交叉学科方向，同时还与材料工程、电子工程、控制工程等学科互相交叉。
- 车辆工程学科主要研究汽车、机车车辆、城市轨道交通车、拖拉机、工程车辆以及包括军用车辆、特种车辆等等在内的一切陆上移动机械的理论、技术和设计问题。
- 车辆工程从初期涉及到力学、机械设计理论、动力机械工程理论、牵引动力传动理论，到今天已拓展至与计算机控制技术、电子技术、测试计量技术、交通运输、控制技术、艺术设计等相互融合，可谓“内外兼修”。





南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



## 机械类专业简介

- 080201 机械工程
- 080202 机械设计制造及其自动化
- 080203 材料成型与控制工程
- 080204 机械电子工程
- 080205 工业设计
- 080206 过程装备与控制工程
- 080207 车辆工程
- 080208 汽车服务工程





## 机械工程专业培养目标与核心知识领域

- **培养目标**：具有宽厚的机械工程基本理论和基础知识，能在机械工程领域从事工程设计、机械制造、技术开发、科学研究、生产组织管理等方面工作的**复合型高级工程技术人才**。
- **核心知识领域包括**：机械设计原理与方法、机械制造工程原理与技术、控制理论与技术、工程测试及信息处理、计算机应用技术、管理科学基础等。





## 车辆工程专业培养目标与核心知识领域

- **培养目标：**具备车辆工程基础知识和专业技能，能在企业、高校及科研院所从事车辆设计、制造、实验、检测、管理、科研及教学等工作的车辆工程领域复合型高级工程技术人才。
- **核心知识领域包括：**机械设计基础、机械制造基础、车辆构造、车辆理论、车辆设计、车辆试验学等。





## 产业与制造业

根据国家统计局《三次产业划分规定》（国统字[2003]14号），三次产业划分范围如下：

- 第一产业是指农、林、牧、渔业。
- 第二产业是指采矿业，**制造业**，电力、燃气及水的生产和供应业，建筑业。
- 第三产业是指除第一、二产业以外的其他行业。第三产业包括：交通运输、仓储和邮政业，信息传输、计算机服务和软件业，批发和零售业，住宿和餐饮业，金融业，房地产业，租赁和商务服务业，科学研究、技术服务和地质勘查业，水利、环境和公共设施管理业，居民服务和其他服务业，教育，卫生、社会保障和社会福利业，文化、体育和娱乐业，公共管理和社会组织，国际组织。
- 从2010年起，中国已成为世界第一制造大国，正在向制造强国迈进。





南京理工大学

NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



# 制造业的社会功能





# 制造业与机械制造业

**制造业**属于第二产业，是指对制造资源（物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等），按照市场要求，通过制造过程，转化为可供人们使用和利用的工业品与生活消费品的行业，包括农副食品加工业、金属制品业、通用设备制造业、专用设备制造业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业等30个大类。

**机械制造业**是制造业的重要组成部分，是指从事各种动力机械、起重运输机械、农业机械、冶金矿山机械、化工机械、纺织机械、机床、工具、仪器、仪表及其他机械设备等生产的行业。

**机械制造业**为整个国民经济提供技术装备,其发展水平是国家工业化程度的主要标志之一。





## 机械制造业在国民经济中地位和作用

机械制造业是国民经济的装备部，国民经济各部门的生产水平、产品质量和经济效益等在很大程度上取决于机械制造业所提供的装备的技术性能、质量和可靠性。

新中国成立以来，特别是改革开放40年来，中国装备制造业取得了令人瞩目的成就。从总量规模看，中国现已位居世界领先地位，跻身世界装备制造业大国行列。





## 二、机械工程的起源、发展历程

### □ 古代 (-1750)

- 大约200万年前，人类学会了制造和使用简单的木制和石制工具，石刀、石斧、石锤、木棒等，石器时代持续了上百万年；
- 大约15000年前，人类学会了制作和使用简单的机械，如杠杆、滑轮、轮轴、斜面、螺旋、尖劈等，开始了农耕和畜牧；
- 大约公元前5000进入了青铜时代，大约公元前1400年进入了铁器时代；



虎城生活资讯  
news.TigerCity.net

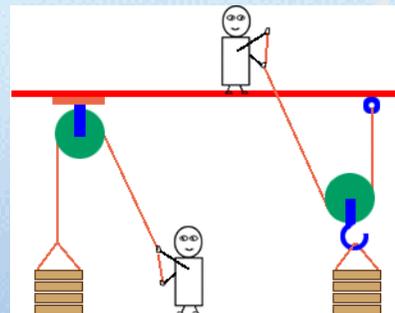
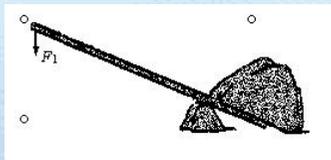




## 二、机械工程的起源、发展历程

### □ 古代 (-1750)

- 公元前2600年左右，埃及开始使用简单的机械修建金字塔；
- 公元前1300年左右，埃及出现了双人操作切割木制工件的车床；
- 中国西汉时期发明了指南车，东汉时期张衡发明了浑天仪；
- 10世纪初，中国发明了火药，以后陆续出现了火炮、炮车和喷射火箭等武器，15-16世纪，机械工业发展缓慢；
- 17世纪以后，在欧洲，许多高才艺的机械匠师和有生产理念的人才致力于改进产业所需的工作机械和研制新的动力机械——蒸汽机。

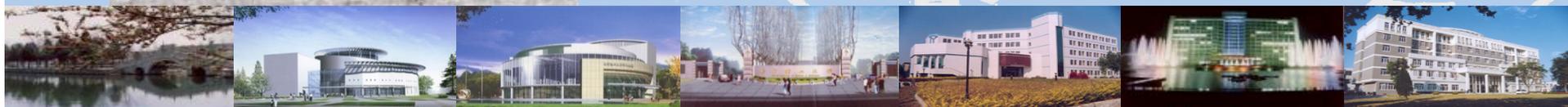
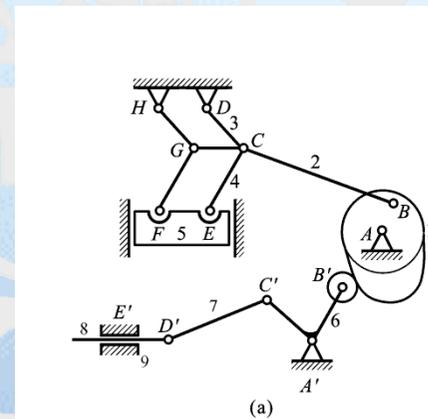
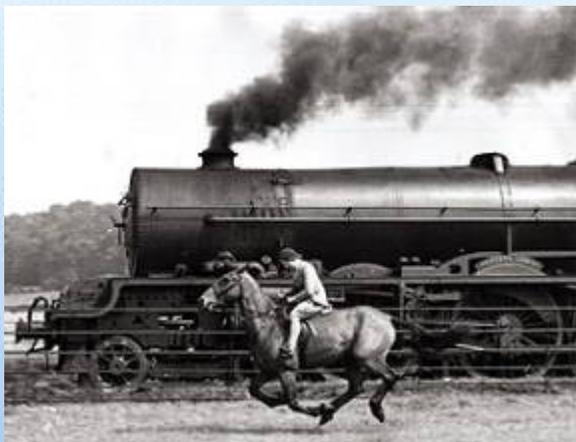




## 二、机械工程的起源、发展历程

### □ 近代 (1750-1900)

- 18世纪中叶，瓦特改进了蒸汽机，蒸汽机的发明和使用引发了第一次工业革命，纺织机械、动力机械、各种生产机械和机械工程理论都获得了飞跃发展，奠定了现代工业的基础。
- 19世纪初，机构学第一次列为高等工程学院（巴黎）的课程。
- 1847年，在英国伯明翰成立了机械工程师学会。

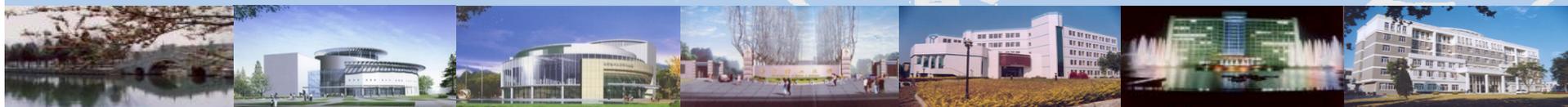




## 二、机械工程的起源、发展历程

### □ 近代 (1750-1900)

- 19世纪中叶，电磁场理论的建立为发电机和电动机的产生奠定了基础，从而迎来了电气技术飞速发展的时代。
- 1866年西门子发明发电机是进入电气时代的标志，也是第二次工业革命开始的标志。
- 1873年，电动机成为机床的动力，开始了电力替代蒸汽动力的时代。以电力作为动力源，使机械结构发生了重大变革。





## 二、机械工程的起源、发展历程

### □ 现代 (1900-)

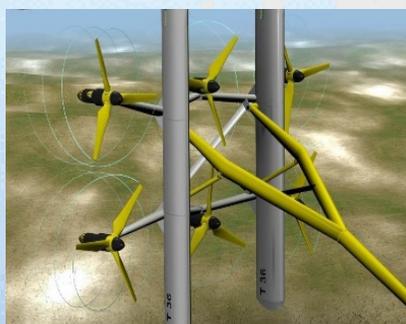
- 20世纪初，内燃机的发明及广泛使用引发了制造业的又一次革命，为移动式机械（汽车、飞机、舰船、坦克等）提供了动力。福特开创了流水线大批量生产模式，互换性原理和公差制度应运而生。
- 20世纪中叶，特别第二次世界大战结束以来，全球范围内兴起了第三次技术革命。前两次技术革命是以动力为主导，第三次技术革命则以信息为主导，原子能技术、计算机技术、火箭技术三大尖端成果的发明直接推动了第三次技术革命的到来。
- 20世纪80年代以来，以信息技术为引领，机械工程的发展：
  - 现代设计方法的形成——机械设计技术呈现全新的面貌
  - 先进制造技术的出现——机械制造技术呈现全新的面貌
  - 机械走向全面自动化，大批复杂机电系统的出现
  - 德国工业4.0，中国制造2025——正在向智能制造方向发展





## 现代机械工程服务的五大领域

(1) 研制和提供能量转换机械，包括将热能、化学能、原子能、电能、流体压力能和天然机械能转换为适合于应用的机械能的各种动力机械，以及将机械能转换为所需要的其他能量（电能、热能、流体压力能、势能等）的能量变换机械。





## 现代机械工程服务的五大领域

(2) 研制和提供用以生产各种产品的机械，包括应用于第一产业的农、林、牧、渔业机械和矿山机械，以及应用于第二产业的各种重工业机械和轻工业机械。





## 现代机械工程服务的五大领域

- (3) 研制和提供从事各种服务的机械，包括交通运输机械、物料搬运机械、办公机械、医疗器械、通风、采暖和空调设备、除尘、净化、消声等环境保护设备等。
- (4) 研制和提供家庭和个人生活中应用的机械，如洗衣机、冰箱、钟表、照相机、运动器械等。
- (5) 研制和提供各种机械化武器装备。





## 三、机械工程取得的辉煌成就

- ✓ 汽车
- ✓ 载人航天
- ✓ 飞机、舰船及动力机械
- ✓ 发电与输变电装置（火电、水电、核电、风电、新能源）
- ✓ 农业机械化、食品加工
- ✓ 空调与制冷
- ✓ 集成电路（精密、超精密加工装备与技术）
- ✓ 高铁
- ✓ 工程机械、矿山机械、石油天然气开采、纺织机械等
- ✓ 高档数控机床、机器人及智能制造装备
- ✓ 现代医疗装备
- ✓ 武器装备





## 中国机械制造业取得的成就

- 我国机械工业规模已连续多年稳居世界第一，“十二五”末主营收入达到22.98万亿，初步具备了由世界机械制造大国向机械制造强国冲刺的基础和条件。
- 实施创新战略、结构调整取得显著成果。大型核电、水电、火电和风电设备、特高压交直流及柔性直流输变电设备、油气长输管线关键装备、大型煤化工关键设备等高端设备自主研发取得突破，并投入工程应用。





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆ 能源设备



我国独立设计制造的三峡工程中具有世界先进水平单机容量**70万KW**水电机组，总装机**1820万KW**，年发电量**847亿千瓦时**。





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆ 能源设备



中国风电总装机容量达到**4473**万千瓦时，  
列全球第一位，并开发应用了具有自主知识产权的**3MW**海上风电机组。





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆石化设备



百万吨级乙烯裂解气压缩机组



12000米特深井钻机





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆ 工程设备



我国研发的盾构机  
武汉长江隧道挖掘现场

三一重工推出的900吨级的SCC9000型履带起重机，它的问世刷新了亚洲履带起重机制造纪录，是迄今为止亚洲吨位最大、技术最新、最先进的产品。





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆ 交通运输设备



我国自主研发的时速达  
380公里的高速列车。



30万吨级超大油轮  
(VLCC)





## 从引进消化吸收走向自主创新

### ◆ 高档数控机床



五轴联动龙门加工机床



五轴联动叶片加工中心





## 民用大飞机

### ◆ 航空工业



研制中的国产大飞机C-919



国产首架大型民用直升机AC313





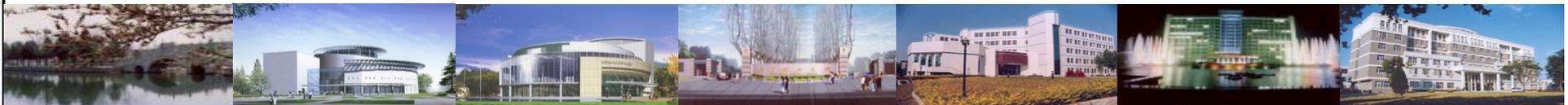
## 武器装备



中国自行研制的第三代主战坦克 ZTZ-99A，全重超过50吨，最大穿甲能力850-970毫米，正面防护达到1200毫米。



ZTQ15式轻型坦克，坦克重约35吨，坦克乘员为4人，主要用于山岳丛林、水网稻田、高原高寒山地的快速部署、机动突击和地域控制，具有重量轻、防护能力好、攻击力强等特点。





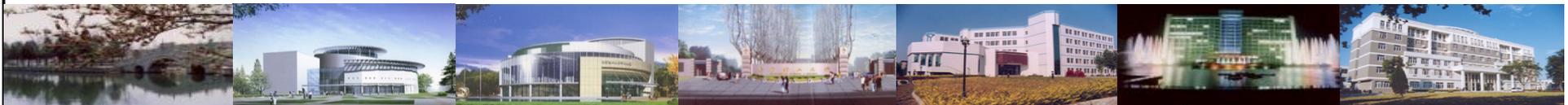
## 武器装备



**PLZ-05式自行加榴炮全重约35吨，乘员4-5人，最大速度约60公里/小时，最大射程53公里，最大行程550公里。**



**国庆70周年大阅兵展示的新型155车载加榴炮，总体结构匹配合理、系统稳定性好、射击精度高、机动性好、越野能力强，是我军火力打击武器的主战装备。**





## 武器装备

### ◆ 武器装备



轻型坦克



空降车



两栖战车



火箭炮





## 武器装备

### ◆ 武器装备



远程舰载防空  
导弹海红旗9

**装备性能：**海红旗9导弹弹重1300千克，最大射程125公里，最大射高27公里，最大速度4.2马赫，杀伤半径35米，是中国首款国产远程舰空导弹，中国海军首次拥有可靠的区域防空手段。



中华神盾052D导弹  
驱逐舰





## 武器装备



我国自行研制的远程反舰  
导弹鹰击62

**装备性能：**鹰击62导弹弹重1.24吨，最大射程300公里，战斗载荷300千克，巡航速度约0.9马赫，巡航高度30米。鹰击62岸基远程反舰导弹射程可以扩展到500公里以上，在东部沿海部署，即可覆盖东海大部分海域。



“辽宁号”航母





## 战略轰炸机、预警机



轰-6N,可以空中加油



中国空警2000大型预警机





## 歼击机

### ◆ 航空工业



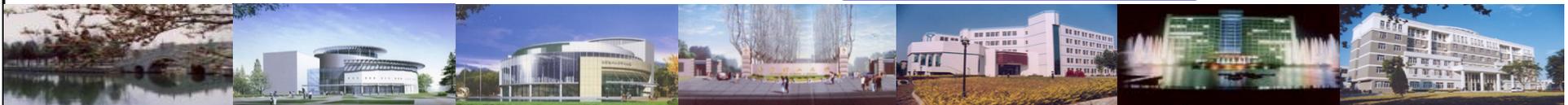
歼10C战机



歼16战机



中国歼-20战机





## 强击机、武装直升机

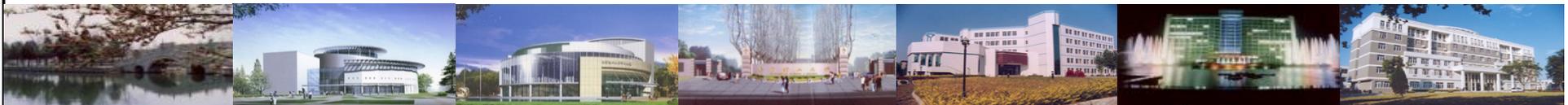
### ◆ 航空工业



直-20武装直升机



强-5C强击机



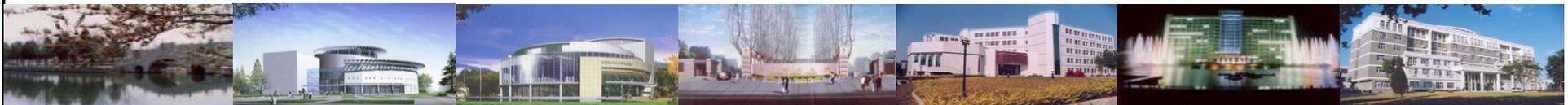


## 战略武器



长剑10陆基巡航导弹

长剑100 (DF-100)陆基巡航导弹，该导弹是两联装式机动超音速岸基反舰导弹，专门针对大型舰艇，射程约在1500公里左右，可封锁台海周边海域。





# 大阅兵展示DF-26、DF-31AG、DF-5B、JL-2弹道导弹





## 战略武器



DF-17弹道导弹高超音速导弹的优势不仅仅是在于高速的飞行能力，更是在于这款飞行器可以进行机动飞行。

普通的弹道导弹在起始阶段已经决定了弹道特性，而高超音速飞行器则可以在大气层内继续进行变轨，而且其轨迹是不可预估的。

DF-17是一款具有目前反导系统无法抵御的能力。

这款导弹能够全天候、多方位、多角度对多种目标进行高精度打击，拥有射程更远、威胁更大、突防能力更强、发射时间更短、机动距离长等特点，已经成为中国新一代中近程常规打击力量的利器。处世界领先水平。





## 战略武器



压轴的国之重器——DF-41洲际弹道核导弹  
战略制衡、战略慑控、战略决胜的中流砥柱





## 航天工程

### ◆ 航天工程



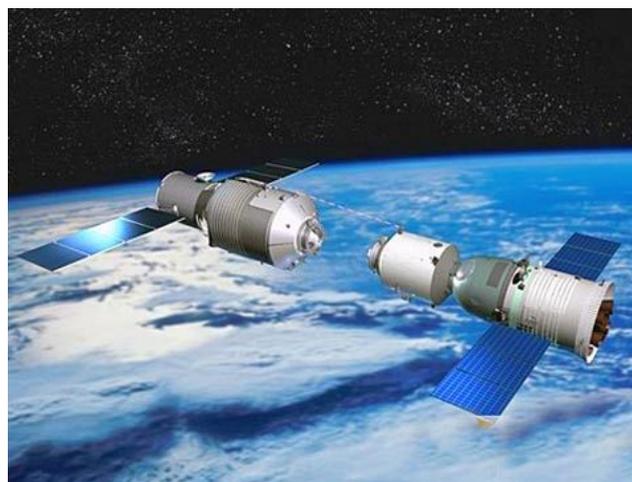
长征系列运  
载火箭



嫦娥一号  
探月卫星



神州7号载  
人飞船



神州八号与天宫  
一号成功对接





## 航天工程

### ◆ 航天工程



神州九号飞船  
发射成功



党和国家  
领导人接见航天员



天宫舱内

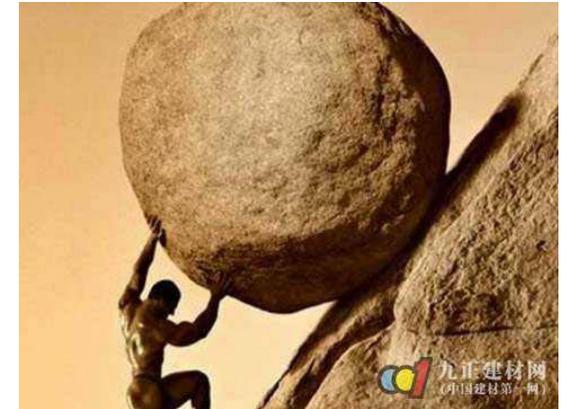
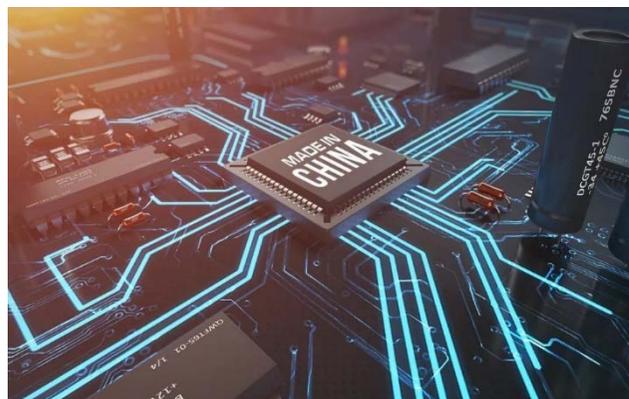


神州九号与天宫一号  
手动对接成功





## 四、中国机械制造业面临的挑战



- 资源难以支撑
- 环境压力加大
- 用户需求提高
- 贸易摩擦频发
- 市场竞争激烈
- 利润空间挤压
- 运营费用增加



转型升级  
迫在眉睫

中国漆附磨具网  
www.cncaa.org



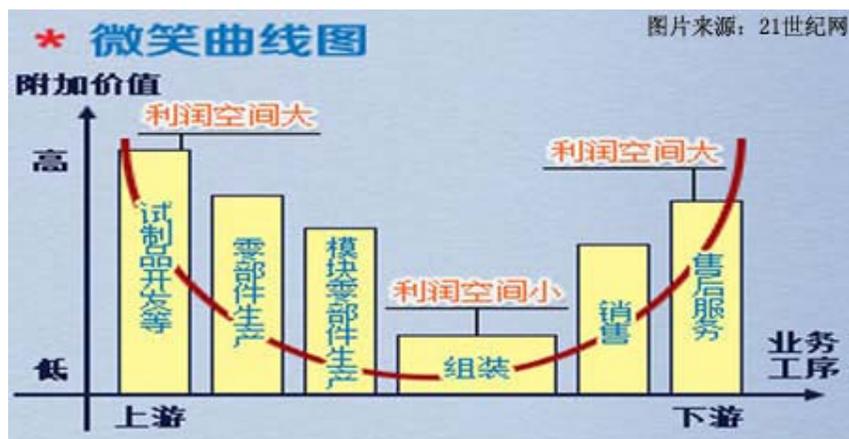
## 四、中国机械制造业面临的挑战



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

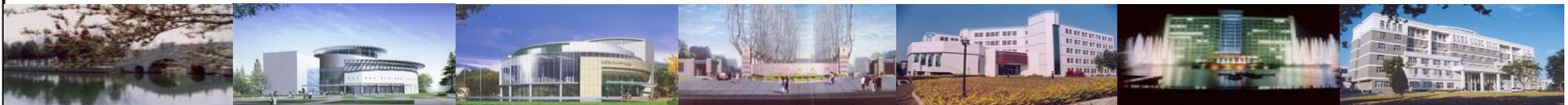
### 存在的三个方面的主要问题

- 自主创新能力较薄弱，高端装备制造亟待加强；
- 关键零部件发展滞后，主机面临“空壳化”；
- 现代制造服务业发展滞后，价值链的高端缺位。



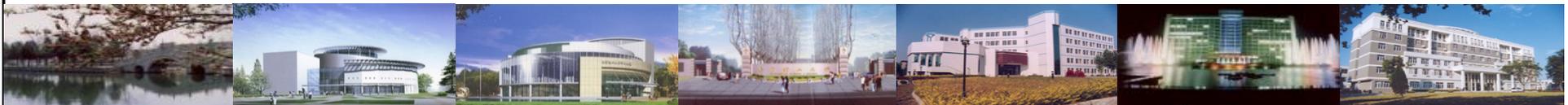
### 高端装备主要依赖进口

- 90%的高档数控机床，95%的高端数控系统、机器人；
- 85%的大功率航空发动机、舰船发动机、集成电路芯片制造装备；
- 100%的光纤制造装备；
- 70%的汽车制造关键设备及先进集约化农业装备；
- 70%的工厂自动控制系统、科学仪器和精密测量仪器；
- 大型民用飞机、深海石油装备。



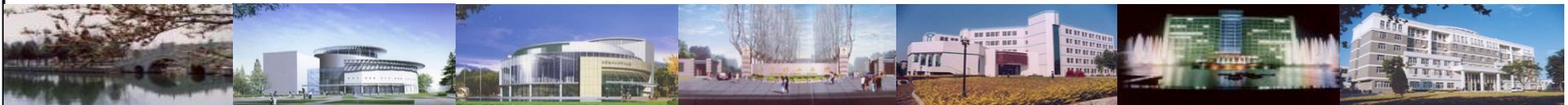
### 关键零部件发展滞后，主机面临“空壳化”

- 机械工业的高端主机和成套设备所需的关键零部件、元器件和配套设备大量进口；
- 海洋工程装备的大多数配套设备依赖进口；
- 航空工业所需发动机、机载设备、原材料和配套件的配套能力差；
- 高端数控机床70%的高级功能部件需要进口；
- 大型工程机械所需30MPa以上液压件主要依赖进口；
- 占核电设备投资1/4的泵阀主要依赖进口。



### 现代制造服务业发展缓慢，价值链的高端缺位

- 我国机械工业的发展过度依赖单机、实物量的增长，主要业务属于价值链低端的加工装配环节，绝大多数企业的服务收入所占比重低于10%，而发达国家一些企业服务收入比重达50%。
- 我国企业为用户提供系统设计、系统成套、工程承包、远程诊断维护、产品回收再制造、租赁等服务业的能力急需培育和加强。
- 我国企业应抓住机遇，依靠技术进步，转变发展方式。

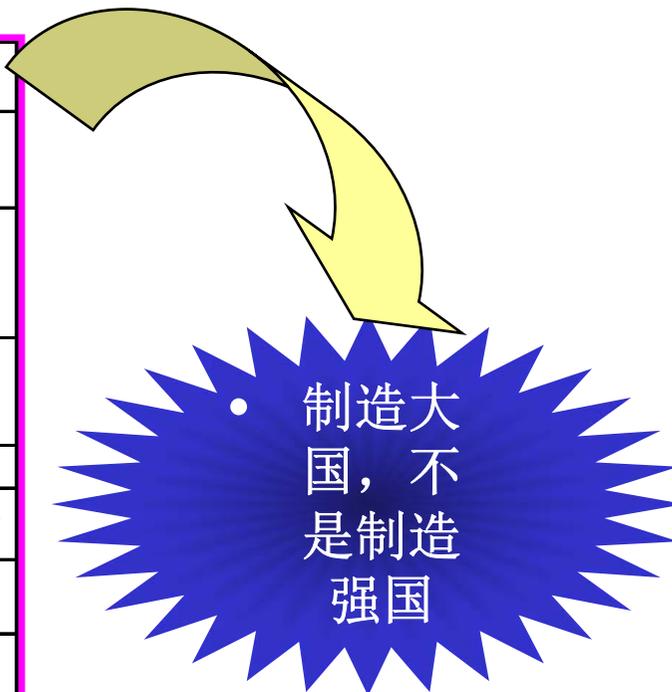


# 四、中国机械制造业面临的挑战



### 进口设备/国产设备（机床）使用情况对比

序号	明细	进口设备	国产设备
1	价格	价格高，是国产设备价格的3-5倍	价格较低
2	价格与使用年限比值	虽然一次投资较高，但价格与使用年限比值未必高于国产设备	
3	加工精度（精加工）	高于国产设备	较低
4	精度保持	至少10年	3-5年
5	稳定性	稳定性高（Cmk值大于1.67）	不稳定（Cmk值只能达到1.33）
	开动率	85-90%	75-80%
6	故障率（平均故障间隔时间）	故障率很低（MTBF值在2000小时以上）	故障率很高，80%的维修人员用在国产设备维修上（MTBF值在500-600小时以上）
7	生产效率	机床效率参数高于国产设备，效率较高	效率低
8	使用寿命	使用寿命是国产设备2-3倍	



# 四、中国机械制造业面临的挑战



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

## 创新能力不强，核心竞争力不足



我国机械工程领域有效发明专利数量低。



## 四、中国机械制造业面临的挑战



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

### 产品附加值低，品牌竞争力弱

我国多数出口产品是贴牌生产，出口企业中拥有自主品牌的不足20%

由于我国产品附加值低，往往采用低价竞争和模仿国外新产品的方式来赢得订单，在国际市场上频繁遭遇贸易摩擦

我国已连续多年成为反倾销调查的最大受害国，我国产品居美国**337**调查首位、美国**CPSC**召回首位、欧盟**RAPEX**通报首位

我国制造业以  
低端为主，  
产品质量和  
附加值不高



## 四、中国机械制造业面临的挑战



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

### 能耗高，效率低

我国的制造业整体一直未能摆脱高消耗和低效率的困局，制约着我国制造业竞争力的提高。

中国能源利用率  
约为33%

发达国家能源利  
用率约为43%



# 四、中国机械制造业面临的挑战



## 信息化水平不高

制造业企业  
相对其他行业较高

制造业的信息化  
整体水平较低

大型企业较高  
民营企业较低

在中国企业信息化500强中：

- \* 参评企业销售收入总额11.6万亿元，相当于当年GDP的38.6%
- \* 入选企业中制造业企业的比例为58.7%

入选信息化500强的企业中：

- \* 34.5%达到中等发达国家水平
- \* 6.4%居于国际领先水平

入选信息化500强的企业中：

- \* 有12家是世界500强企业，174家企业是中国500强企业
- \* 民营企业的数量虽然比以往有所提高，但占比仅为16.8%

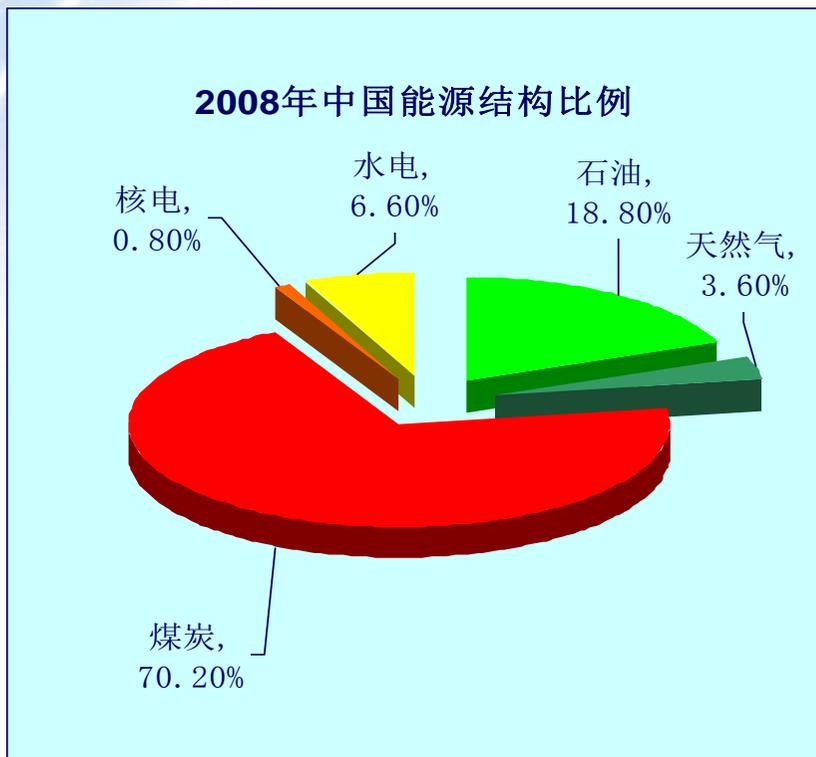


# 四、中国机械制造业面临的挑战

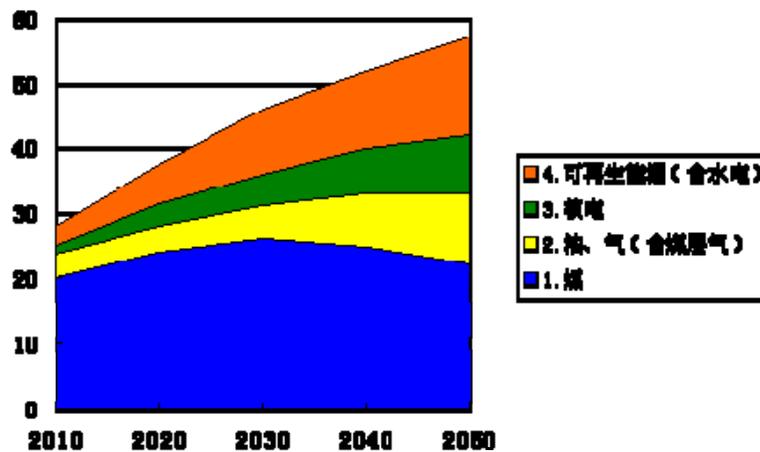


## 环境、能源对机械制造业的要求

### ◆ 我国能源结构短期内难有较大改变



- 在一次能源品种中，我国煤炭在能源结构中占比最大，但利用率最低

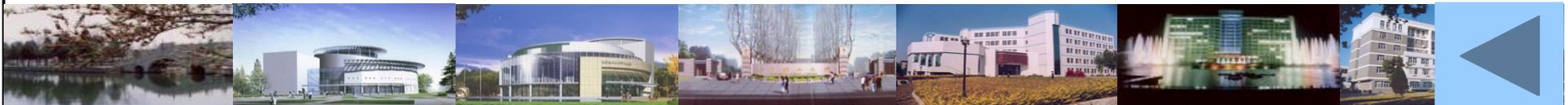


## 后金融危机时代国际经济和技术发展形势的变化

■**新技术革命的步伐加快**：美国出台了《创新战略：推动持续增长和高质量就业》，欧盟推出了《创建创新型欧洲》，英国出台了《创新国家》白皮书。

■**全球经济向绿色经济转型**：美国提出《清洁能源和安全法案》，日本制定《国家新能源战略》，欧盟出台《促进可再生能源利用指令》。

■**各国经济发展战略加速调整**：美国提出《保证美国在先进制造业的领导地位》”的报告，并提出了“先进制造业振兴计划”。

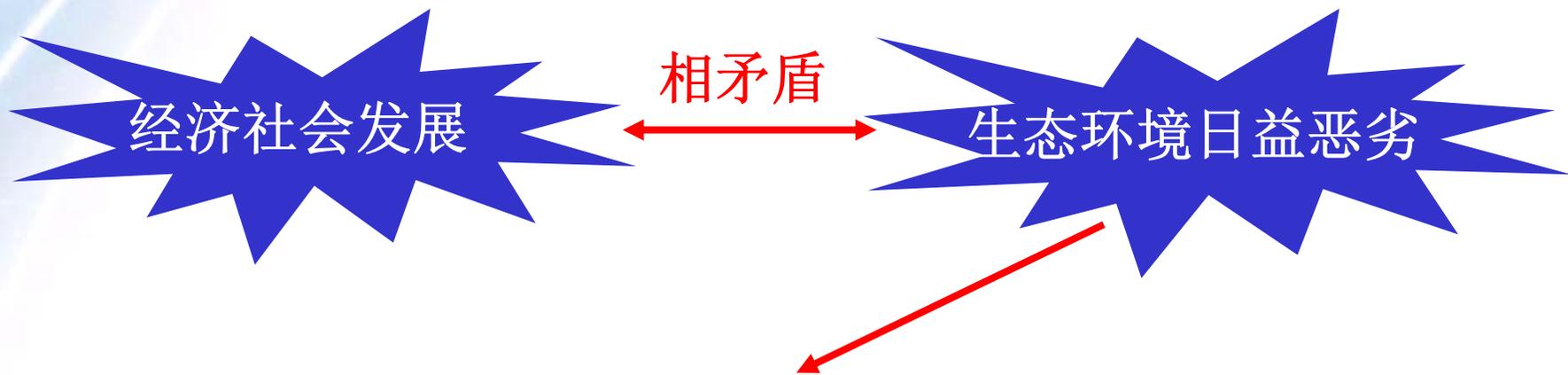


## 环境、能源对机械制造业的要求

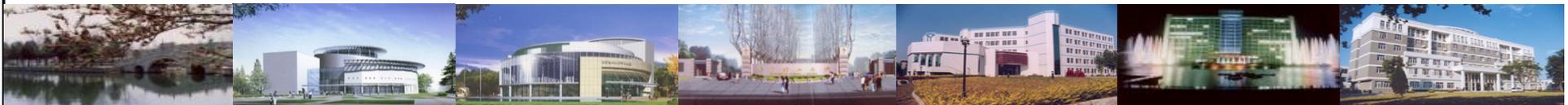


## 环境、能源对机械制造业的要求

### ◆ 世界范围内环境与经济社会发展间的矛盾突出



- 世界上3/4以上的人口生活在生态环境退化速度超过自我更新速度的国家。
- 全球环境资源消耗速度超过地球生态自我更新速度达30%。



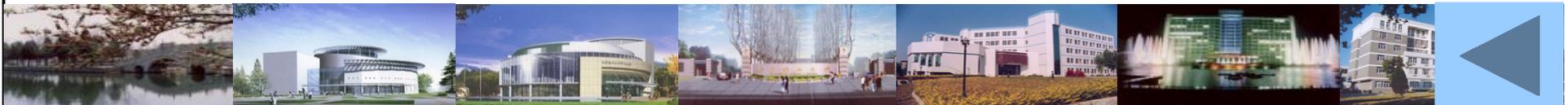
## 战略性新兴产业对机械制造业提出新要求

战略性新兴产业要求机械制造业能够为其提供高效率、高精度、环境友好型和能源节约型的装备和产品，对制造业提出了新的要求

美国、欧盟、日本等各国都把争夺经济科技制高点作为战略重点，发展高技术及产业新能源及其所催生的新产品、生物医学等领域成为各国所竞相发展的重点领域。

我国也在5个领域提出了  
大力发展战略性新兴产业的要求

1. 新能源产业发展
2. 传感网、物联网关键技术
3. 新材料与智能绿色制造体系
4. 运用生命科学推动农业和医药产业发展
5. 探索空间、海洋和地球深部，促进海洋资源合理开发和产业发展



# 全球机械制造业的发展趋势



## 新工业革命的机遇和挑战

### 第一次工业革命

- 17-18世纪
- 蒸汽机的使用
- 蒸汽机时代



### 第二次工业革命

- 19-20世纪初
- 电力的广泛应用
- 内燃机的发明和应用
- 电气时代



### 第三次工业革命

- 20世纪40年代- 20世纪末
- 原子能、计算机、空间技术、生物工程
- 信息技术时代



# 全球机械制造业的发展趋势



**智能制造：制造业第四次革命(德国工业4.0)**

制造系统正在由原先的**能量驱动型**转变为**信息驱动型**，要求制造系统表现出更高的智能。

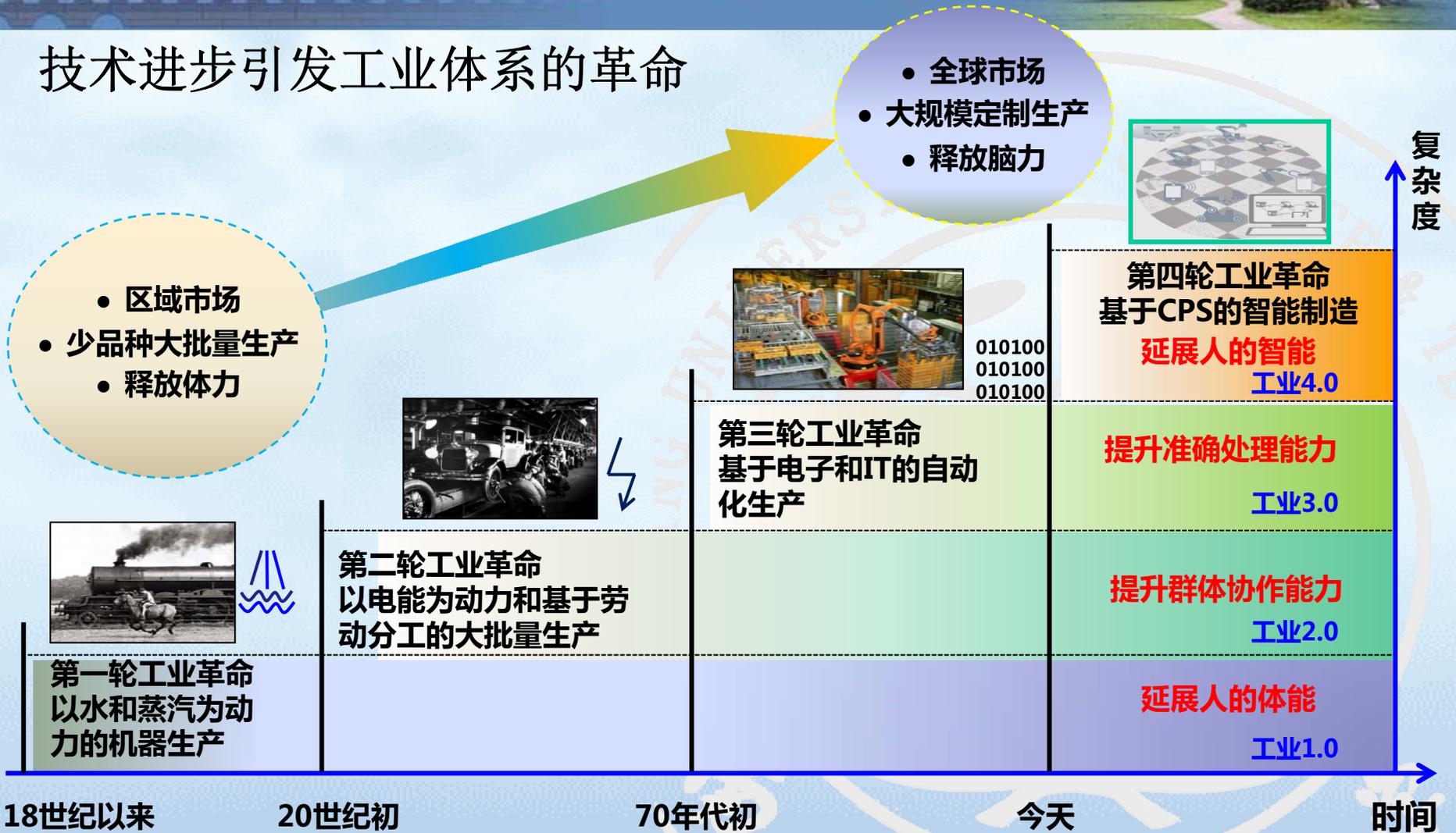


**制造业革命**



# 全球机械制造业的发展趋势

## 技术进步引发工业体系的革命



能源信息技术与制造技术的融合，使得工业的社会形态不断发生变化（经济全球化、信息大爆炸、资源受环境约束等），并引发了相应的工业革命

# 全球机械制造业的发展趋势



## 机械工业发展面临的国内外形势



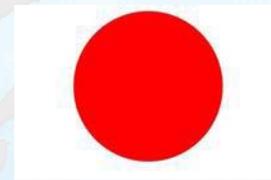
工业4.0



工业互联网战略



新工业法国



制造白皮书



中国制造2025

- 2015年5月8日，发布《中国制造2025》
- 2015年7月1日，发布《关于积极推进互联网+行动的指导意见》
- 2015年8月31日，发布《促进大数据发展行动纲要》
- 2016年5月13日，发布《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》
- 2016年5月18日，发布《互联网+人工智能三年行动实施方案》
- 2017年7月20日，国务院印发《新一代人工智能发展规划》





南京理工大学  
NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



## 机械制造业面临的战略机遇

**两个“百年”奋斗目标**

中国共产党成立100周年时  
全面建成小康社会

新中国成立100周年时  
建成富强民主文明和谐的社会主义现代化国家

统筹推进 经济建设 政治建设  
文化建设 社会建设 生态文明建设  
“五位一体”总体布局

协调推进“四个全面”

全面建成小康社会 全面深化改革  
全面依法治国 全面从严治党

创新驱动发展

中国制造2025

推进互联网+行动计划



一带一路

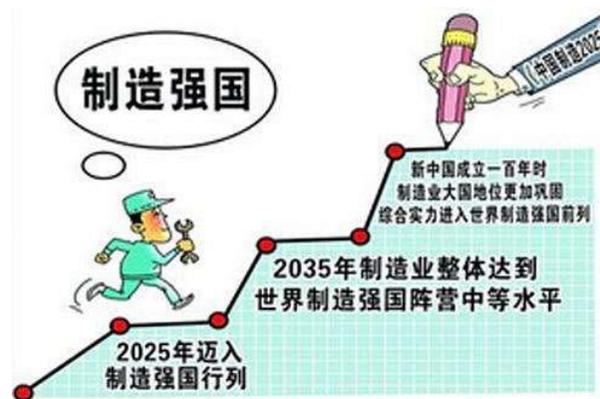
互联网+

人工智能





# 五、中国机械制造业的发展战略



# 中国制造2025发展战略

**20字方针：**创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本。

**基本原则：**市场主导、政府引导，立足当前、着眼长远；整体推进、重点突破，自主发展、开发合作。

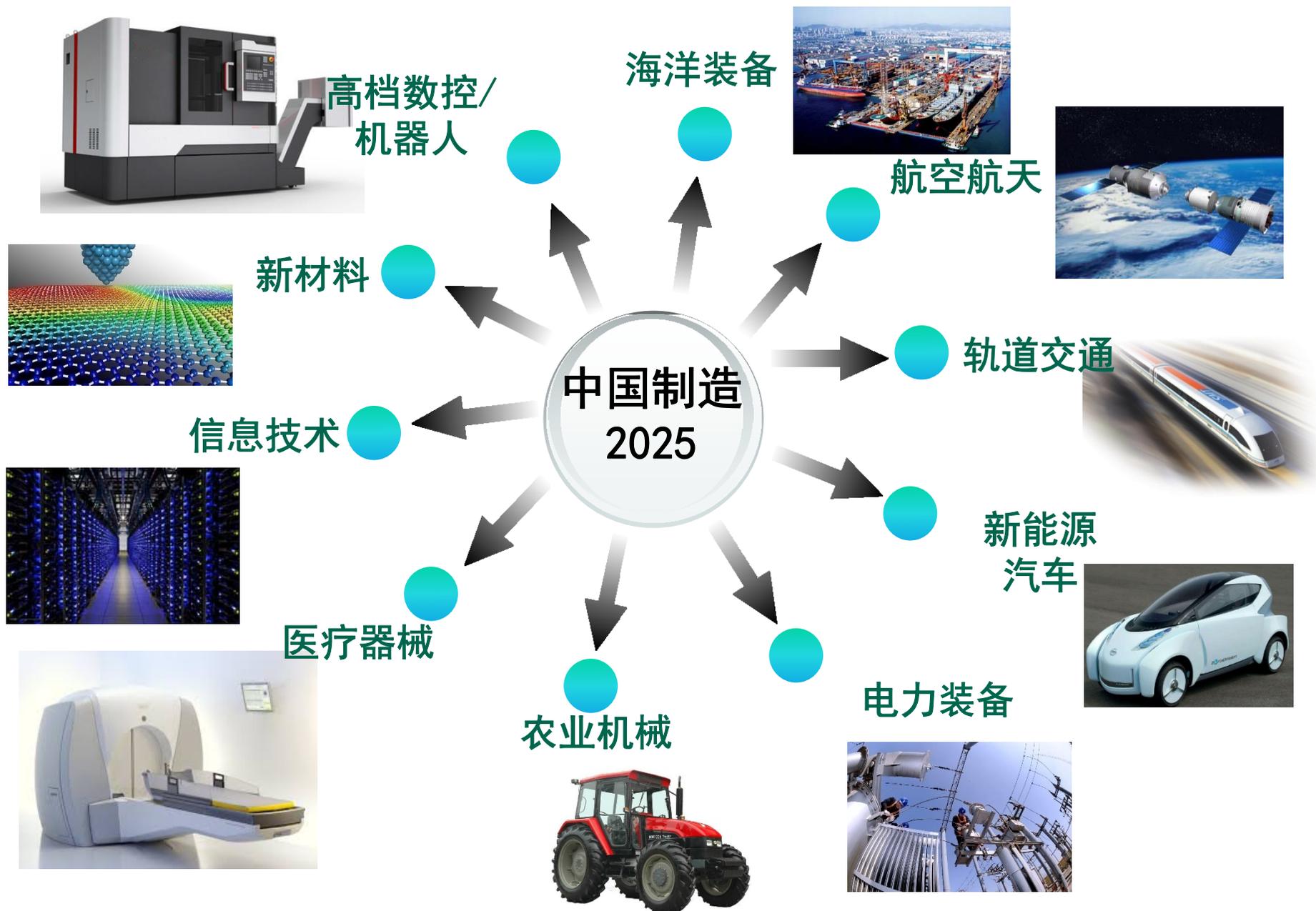
## **三步走战略：**

**第一步：**到2025年迈入制造强国行列

**第二步：**到2035年整体达到世界制造强国阵营中等水平

**第三步：**到2049年综合实力进入世界制造强国前列

# 未来十年重点发展的10大领域



# 五、中国机械制造业的发展战略

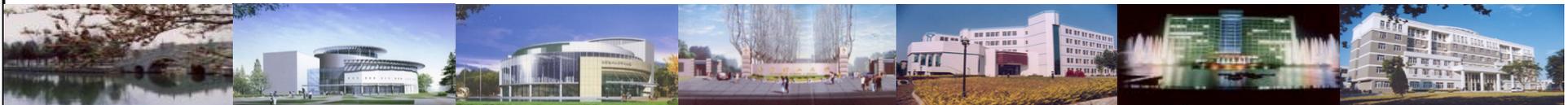


南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

## 面向2030机械工程技术五大发展趋势和八大关键技术

- ◆ 绿色
- ◆ 智能
- ◆ 超常
- ◆ 融合
- ◆ 服务

- ◆ 复杂系统的创意、建模、优化设计技术
- ◆ 零件精确成型技术
- ◆ 大型结构件成型技术
- ◆ 高速精密加工技术
- ◆ 微纳器件与系统
- ◆ 智能制造装备
- ◆ 智能化集成化传动技术
- ◆ 数字化工厂

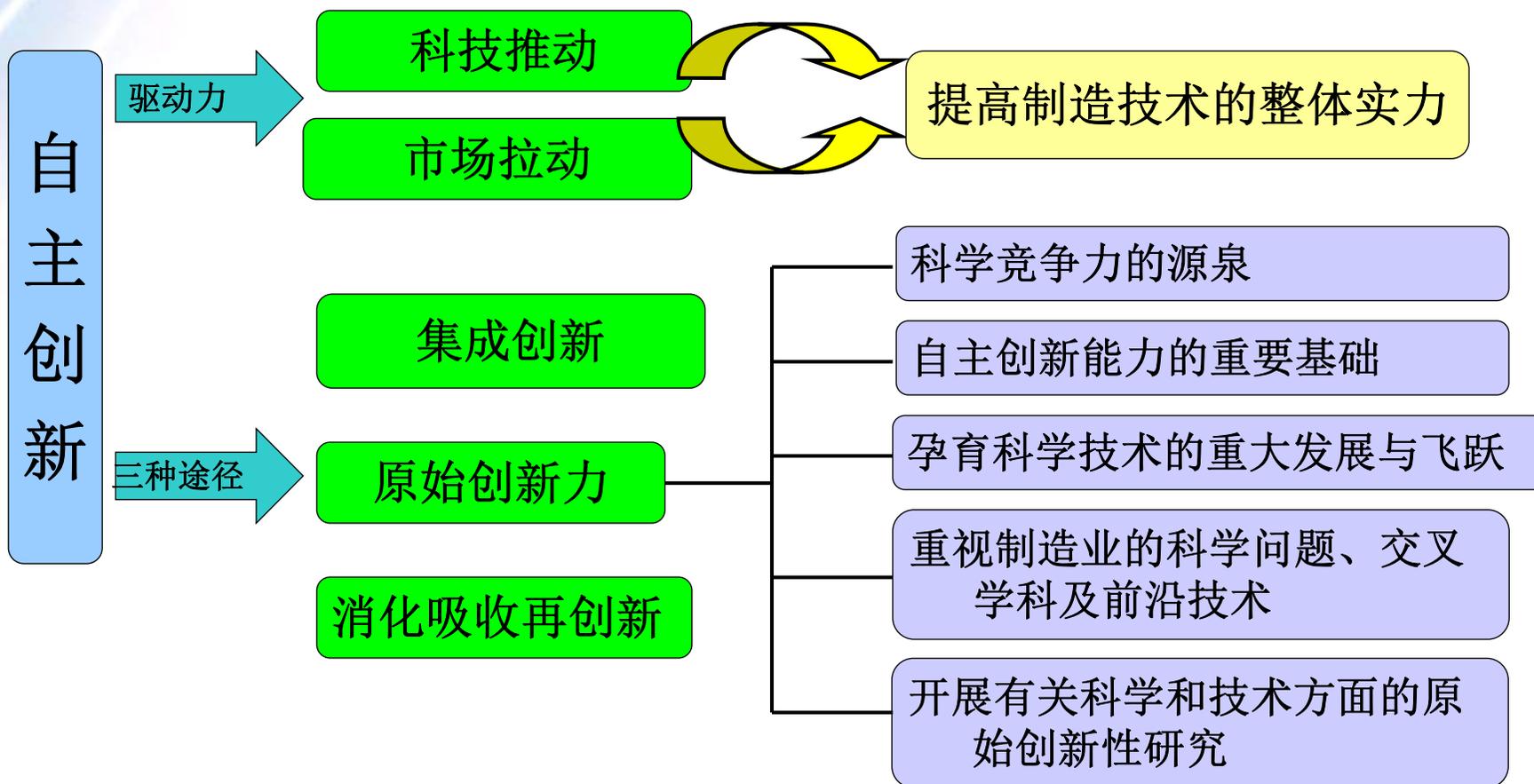


# 五、中国机械制造业的发展战略



## 加强自主创新、掌握核心技术

### 走有中国特色的自主创新之路



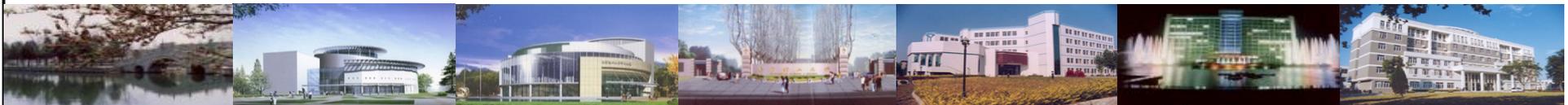
# 五、中国机械制造业的发展战略



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

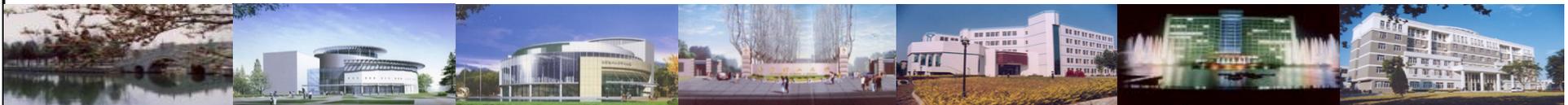
## 绿色制造、节能减排，提高产品附加值

- **绿色制造（Green Manufacturing-GM）**，指在保证产品的功能、质量和成本的前提下，综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式。
- 绿色制造使产品从设计、制造、使用到报废的整个产品生命周期中不产生环境污染或使环境污染最小化，符合环保要求；节约资源和能源，使资源利用率最高，能源消耗最低，并使企业经济效益和社会生态效益协调最优化。
- 绿色制造已成为**21世纪机械制造业的发展趋势**，是实现资源能源高效清洁循环利用与环境影响的最小化，有效保障我国现代化进程与装备制造的有效供给与有效利用，建立资源节约型、环境友好型社会的重要途径，且具有相当的紧迫性。



## 智能制造

- **智能制造 (Intelligent Manufacturing, IM)** 是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，它在制造过程中能进行智能活动，诸如分析、推理、判断、构思和决策等。通过人与智能机器的合作共事，去扩大、延伸和部分地取代人类专家在制造过程中的脑力劳动。
- 它把制造自动化的概念更新，扩展到柔性化、智能化和高度集成化。智能制造系统最终要从以人为主要决策核心的人机和谐系统向以机器为主体的自主运行转变。

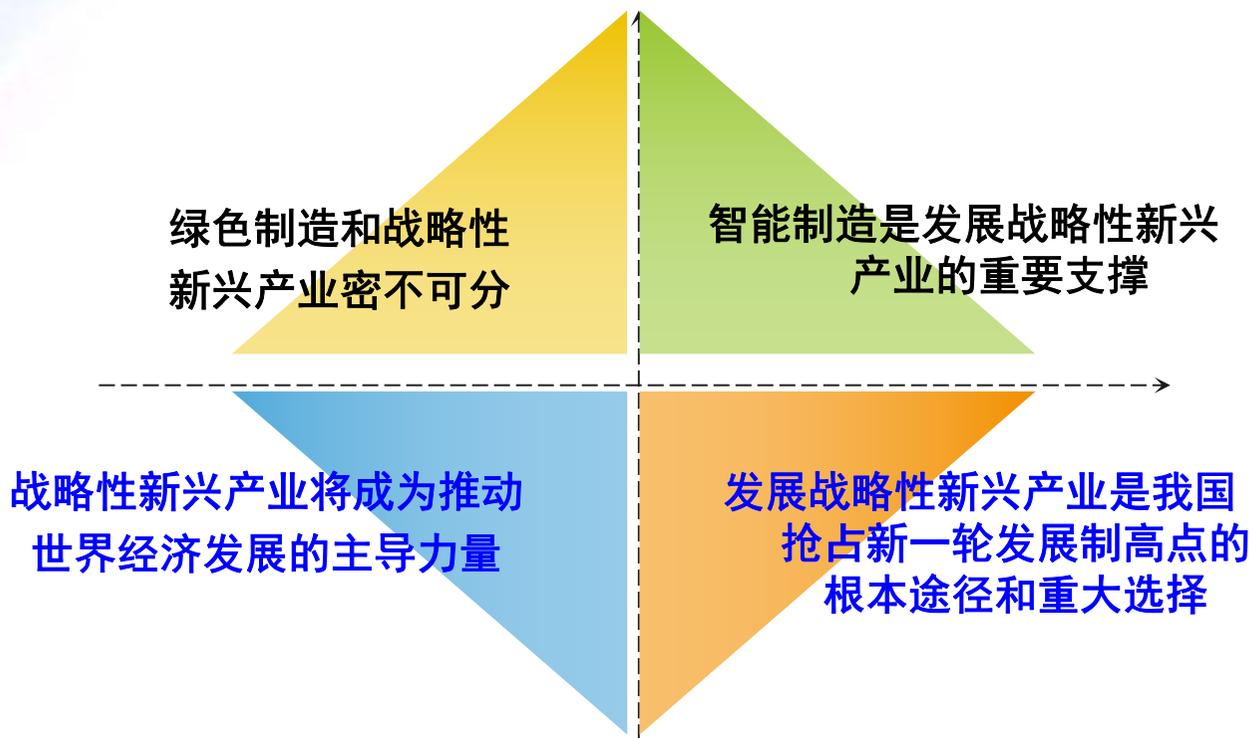


# 五、中国机械制造业的发展战略



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

绿色制造、智能制造是未来战略性新兴产业的“关键词”



发展战略性新兴产业必须掌握核心关键技术，而绿色、智能制造是发展战略性新兴产业的关键与核心！因此，走向绿色和智能制造，是中国制造业发展的必由之路！



# 五、中国机械制造业的发展战略



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

## 完善绿色和智能制造方面的相关政策措施

### 发展工程教育

- 采取措施大力发展工程教育。可以在重点大学及其他工程技术教育单位建立培养创新能力的工程实验室和创新设计机构，作为学生工程创新基地；要鼓励企业建立工程教育基地，为学生提供优良的工程实践场所。

### 金融税收等政策

- 通过金融、税收和信贷政策方面的支持来鼓励绿色和智能方面的技术研发和创新。

### 产学研相结合

- 在绿色和智能制造方面，逐步建立和完善产学研相结合、以企业为主的自主创新体系，并建立产学研合作的工程科技创新中心，加快技术与产品的升级换代。



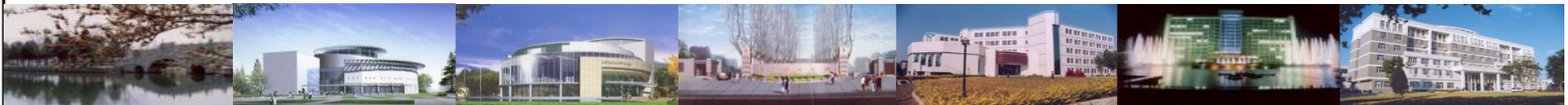
### 超常（极端）制造

- 1) 巨系统制造
- 2) 微纳制造
- 3) 在超常环境下制造
- 4) 超精密制造
- 5) 超高性能产品制造
- 6) 超常成型工艺



## 推进机械制造业与不同学科、技术交叉融合 和集成创新战略

- ◆ **与工艺融合**——出现更高性能的复合机床、全自动柔性生产线，更先进的快速成型工艺；
- ◆ **与信息技术融合**——出现更高级的数码产品、智能设备，催生产品协同设计和制造技术；
- ◆ **与新材料融合**——催生新的生产工艺；
- ◆ **与生物技术融合**——生物制造，实现结构、功能和性能耦合；
- ◆ **与纳米技术融合**——纳米制造，导致新光电器件的发明；
- ◆ **与文化融合**——实现软硬件技术与人文艺术、用户需求和体验的深度融合。

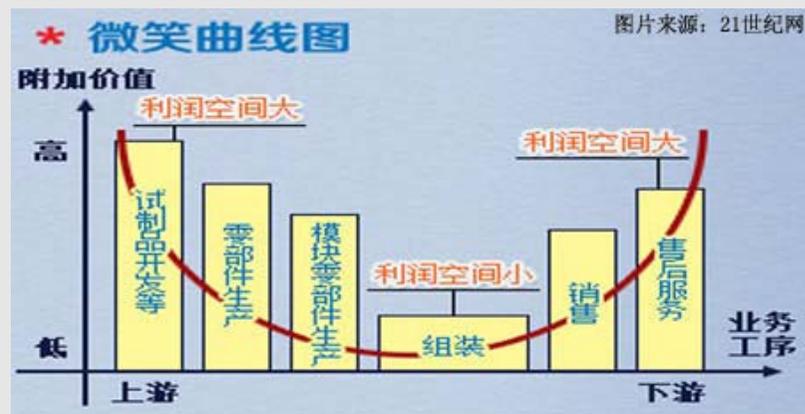


## 从生产型制造向服务性制造转变

从重视产品设计与制造技术的开发，到同时重视制造服务及所需支撑技术的研发创新，通过提供高技术含量的制造服务，获得比销售实物产品更高的附加值和利润。

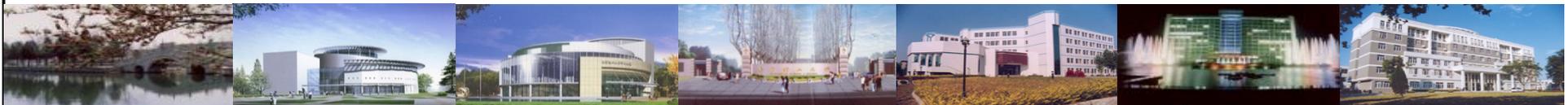
服务型制造的三大特征：

知识性    集成性    战略性



## 加快五个方面的攻坚

- ◆ **推进产业优化升级**: 推进“两化融合”、推行绿色制造与节能减排, 加快由生产型制造向服务型制造转变。
- ◆ **夯实产业基础**: 瞄准重大装备和高端装备发展的需求, 解决轴承、齿轮、液压件、气动件、密封件及大型铸件等关键零部件发展滞后问题。提高集约化发展能力和水平。
- ◆ **大力培育新兴产业**: 新能源发电、智能电网及设备、节能环保与资源综合利用、海洋工程、智能制造、工业燃气轮机和航空发动机及其制造、电子工业专用、医疗、物联网、新能源汽车等设备。
- ◆ **做大做强优势产业**: 清洁高效发电、超高压输变电、大型冶金、石化成套、煤炭综采、工程施工机械、港口机械、高铁成套设备等。
- ◆ **提升自主创新能力**: 完善自主创新体系, 加速重大、高端装备的自主化进程。



# 五、中国机械制造业的发展战略



南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

从制造大国到制造强国的主要标志

- 1) 国际市场占有率处于世界第一；
- 2) 50%以上的产业国际竞争力处于世界前三位；
- 3) 拥有一批具有国际影响力、资本和技术输出能力、进入世界500强的“旗舰级”国际化大企业集团；
- 4、拥有一批国际竞争力和市场占有率处于世界前列的**装备制造基地**。

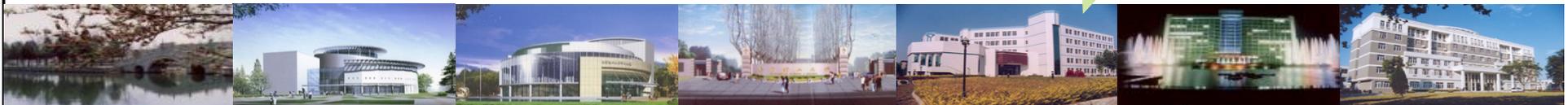
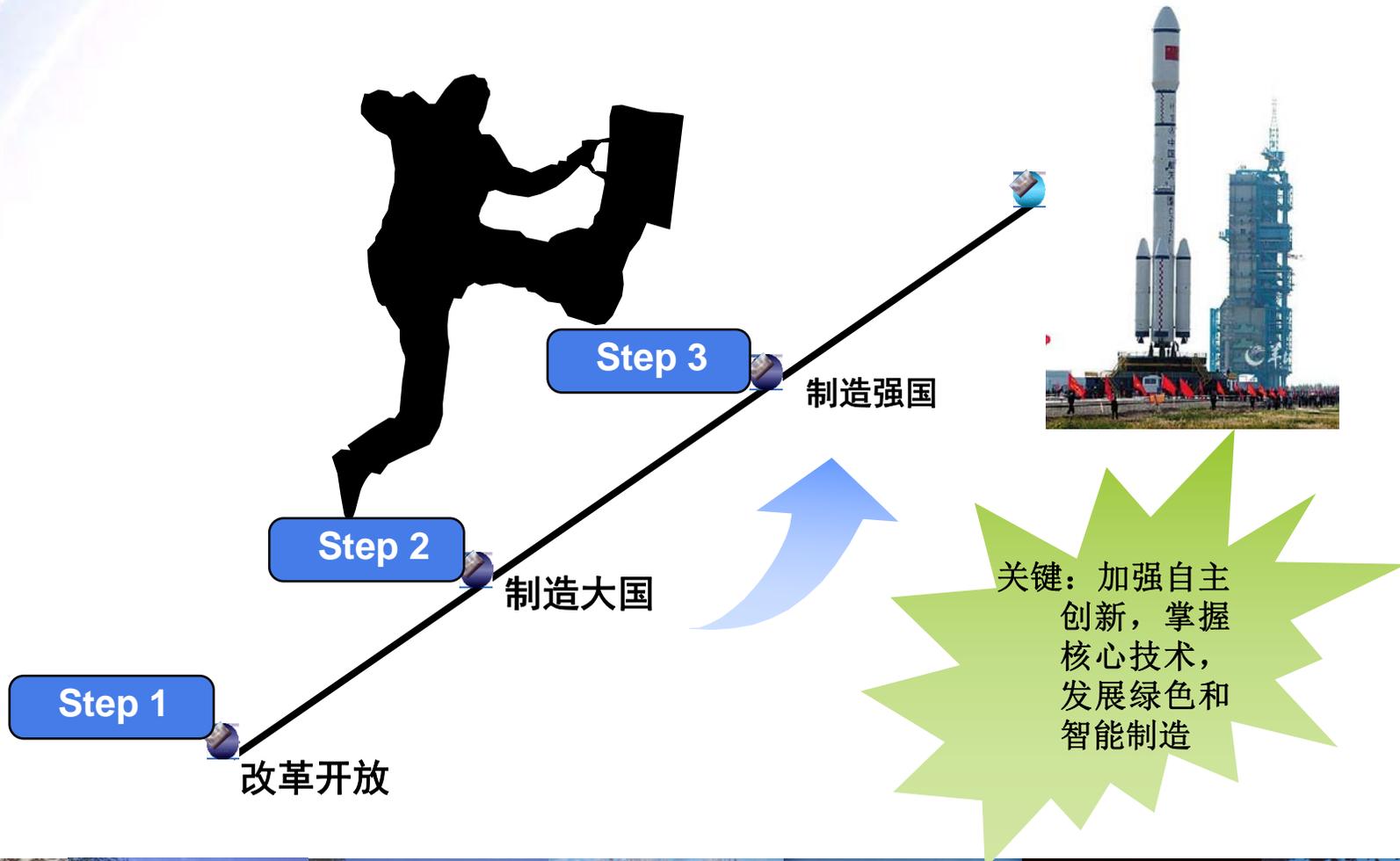


# 五、中国机械制造业的发展战略



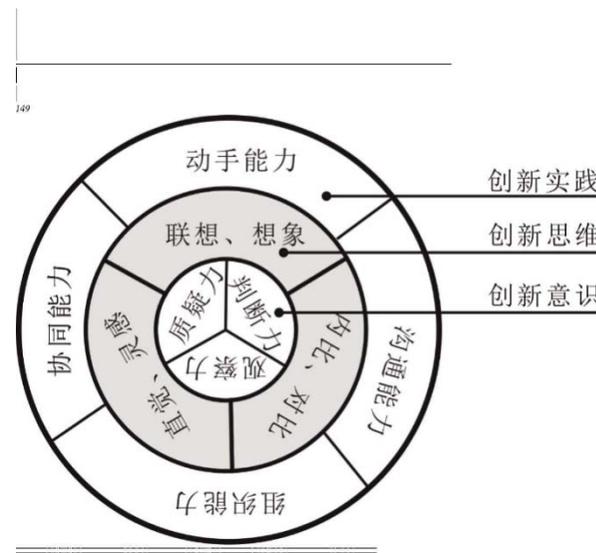
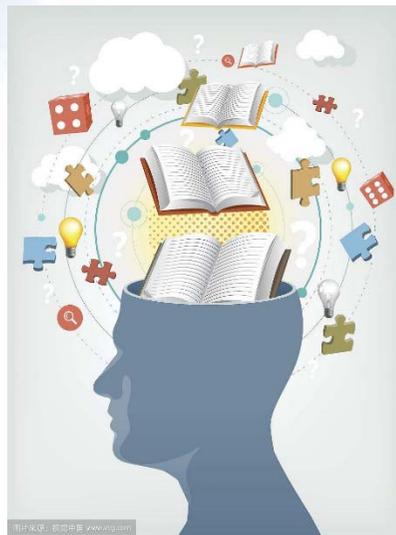
南京理工大学  
Nanjing University of Science and Technology

实现从制造大国到制造强国的战略目标





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构





南京理工大学  
NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY



## 中国制造2025对人才的需求

- 世界级工程领军人才和拔尖人才不足，大国工匠紧缺
- 基础、新兴、高端领域工程科技人才短缺
- 工程技术人才支撑制造业转型升级能力不强，传统工程人才相对过剩
- 制造业人才结构过剩和短缺并存、企业“用工荒”与毕业生“就业难”并存

序号	十大重点领域	2015年	2020年		2025年	
		人才总量 (万人)	人才总量预测 (万人)	人才缺口预测 (万人)	人才总量预测 (万人)	人才缺口预测 (万人)
1	新一代信息技术产业	1050	1800	750	2000	950
2	高档数控机床和机器人	450	750	300	900	450
3	航空航天装备	49.1	68.9	19.8	96.6	47.5
4	海洋工程装备及高技术船舶	102.2	118.6	16.4	128.8	26.6
5	先进轨道交通装备	32.4	38.4	6	43	10.6
6	节能与新能源汽车	17	85	68	120	103
7	电力装备	822	1233	411	1731	909
8	农机装备	28.3	45.2	16.9	72.3	44
9	新材料	600	900	300	1000	400
10	生物医药及高性能医疗器械	55	80	25	100	45



## 机械工程专业毕业生的职业前景

从历史上看，机械工程师可以走两种职业轨迹：技术生涯或者管理生涯。然而，这两者的界限越来越模糊，因为新兴产品的开发流程对知识的高要求，既有技术上的要求，也涉及经济、环境、客户和制造问题。

下面的职务都需要拥有机械工程学位（摘自某重要工作网站）：

- 产品工程师
- 制造工程师
- 产品应用工程师
- 首席工程师
- 电力工程师
- 工具设计工程师
- 节能工程师
- 系统工程师
- 可再生能源顾问
- 机械设备工程师
- 销售工程师
- 包装工程师
- 机械产品工程师
- 项目工程师
- 工厂工程师
- 应用工程师
- 工艺开发工程师
- 设计工程师
- 机电工程师
- 机电一体化工程师





南  
NanJing



# 机械工程人才培养

学与教

重塑人才培养质量观



## 面向2030的工程师 核心质量标准

1	家国情怀
2	创新创业
3	跨学科交叉融合
4	批判性思维
5	全球视野
6	自主终身学习
7	沟通与协商
8	工程领导力
9	环境和可持续发展
10	数字化能力





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 1. 工程知识

具有从事工程工作所需的相关数学、自然科学、工程基础和专业知识和一定的经济管理知识。

数学和自然科学知识是工科类专业的基础知识，学好数学和包括物理学、化学以及生物学等在内的自然科学课程是学习专业基础课程和专业课程的基础和前提，也为解决工程实践问题打下理论基础。通过企业管理、市场营销和成本核算等课程的学习，可以掌握复合型机械工程专业人才必需的经济管理知识。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 2. 问题分析

具有综合运用所学科学理论和技术手段分析机械工程问题的基本能力。能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析机械工程领域的复杂工程问题，以获得有效结论。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 3. 设计/开发解决方案

能够设计针对机械工程领域复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。应掌握的5个知识领域的基本理论和基本知识。

- ① 机械设计原理与方法
- ② 机械制造工程与技术
- ③ 机械系统中的传动与控制
- ④ 计算机应用技术
- ⑤ 热流体





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 3. 设计/开发解决方案

- ① **机械设计原理与方法知识领域**，包括5个子知识领域，分别是：形体设计原理与方法；机构运动与动力设计原理与方法；结构与强度设计原理与方法；精度设计原理与方法；现代设计理论与方法。
- ② **机械制造工程与技术知识领域**，包括3个子知识领域，分别是：材料科学基础；机械制造技术；现代制造技术。
- ③ **机械系统中的传动与控制知识领域**，包括3个子知识领域，分别是：机械电子学；控制理论；传动与控制技术。
- ④ **计算机应用技术知识领域**，包括2个子知识领域，分别是：计算机技术基础；计算机辅助技术。
- ⑤ **热流体知识领域**，包括3个子知识领域，分别是：热力学；流体力学；传热学





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 4. 研究

能够基于科学原理并采用科学方法对机械工程领域复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据，并通过信息综合得到合理有效的结论。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 5. 使用现代工具

- 掌握文献检索、资料查询及运用现代工具获取相关信息和解决复杂工程问题的基本方法。
- 能运用互联网、图书馆和资料室检索查询所需的文献、资料和信息，在海量的信息中过滤出自己所需的内容。
- 能够针对机械工程领域复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂机械工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 6. 工程与社会

- 了解与本专业相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发的法律、法规，熟悉环境保护和可持续发展等方面的方针、政策和法律、法规，能正确认识机械工程对于客观世界和社会的影响。
- 能够基于机械工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 7. 环境和可持续发展

- ✓ 能够理解和评价针对复杂工程问题的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响。
- ✓ 了解国家的相关产业政策，具有基本的法律知识和行为道德准则，遵纪守法，有强烈的环保意识和较强的知识产权意识。
- ✓ 学习并掌握绿色设计和绿色制造的理论 and 知识，明确认识本专业所从事的一切工作是在国家法律、法规框架下有利于环境保护和社会可持续发展的技术活动。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 8. 职业规范

- 具有人文社会科学素养、强烈的社会责任感和使命感，热爱专业不断探索和钻研机械工程技术难题，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。
- 机械工业是国民经济的支柱产业，机械工业中的制造业是关系国计民生和国家安全的重要行业，要有为推进国家机械科学技术进步和机械工业发展献身的精神，以及为研发国家经济建设所需机电装备而不懈努力的决心。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 9. 个人和团队

- 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色，具有一定的组织管理能力、较强的表达能力。
- 仅凭一个人的能力和知识面，很难完成一个现代机械系统的设计与制造。应该具备一定的团队组织能力，领导团队成员合作共事，齐心协力，共同完成任务。应能在团队中发挥自己的技术特长，善于与团队成员沟通思想、交流体会。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 10. 沟通交流

具有交往能力以及在团队中发挥作用的能力。能够就复杂机械工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

- ① 能有效地以书面形式获**PPT**方式交流观点、思想和想法。
- ② 在正式场合和非正式场合都能借助恰如其分的肢体语言有效地口头表达自己的意愿和思想情感。
- ③ 能准确地理解他人的感受和所表述的内容，并且能切题地发表自己的见解或提出建设性的意见。





## 六、机械工程师的知识、能力和素质结构

### 11. 项目管理

理解并掌握工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。

### 12. 终身学习和发展能力

具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。在知识经济时代，随着科技的进步、知识的爆炸、新知识的激增，知识的更新速度加快，知识的陈旧周期不断缩短。树立终生学习的理念、养成终生学习的习惯、具备终生学习的能力是适应社会进步的需要。

