

附件：

智能制造科技发展“十二五”专项规划

前 言

中国目前已是世界第二大经济体和制造业大国，但自主创新能力薄弱、先进装备贸易逆差严重、高端装备与智能装备严重依赖进口，严重制约我国制造产业健康发展。而智能制造技术是世界制造业未来发展的重要方向之一，为贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》、《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划》，推动我国传统制造产业的结构转型升级，国务院下发《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，将高端装备制造业纳入其中，全面开展智能制造技术研究将是发展高端装备制造业的核心内容和促进我国从制造大国向制造强国转变的必然。

智能制造是面向产品全生命周期，实现泛在感知条件下的信息化制造。智能制造技术是在现代传感技术、网络技术、自动化技术、拟人化智能技术等先进技术的基础上，通过智能化的感知、人机交互、决策和执行技术，实现设计过程、制造过程和制造装备智能化，是信息技术和智能技术与装备制造过程技术的深度融合与集成。

本专项将按照抓住高端、突出重点、企业主体、服务发展的原则，结合世界发展的趋势和未来前沿制高点，研究智能制造基础理论，攻克一批前沿核心技术和共性关键技术，研制一批智能化高端装备，并进行示范应用和产业化，为实现我国从制造大国向制造强国转变奠定技术基础。

一、形势与需求

（一）现状与形势

制造业是我国国民经济的重要支柱，是国防安全的重要保障，是促进社会发展的重要力量，也是我国经济持续发展、全面建设小康社会和构建和谐社会的重要支撑。

改革开放以来，我国先进制造技术和高端装备制造业得到了飞速发展，通过各类科技计划并依托国家重大工程，突破了一批长期受制于国外、长期依赖进口的高端装备和智能装备，如盾构机、大型自动化控制系统、精密加工中心等，同时一批行业龙头企业得到发展壮大，有些企业逐步成为国际知名企业。在能源、冶金、化工、建材、机械设备、电子通讯设备制造和交通运输设备制造及各种消费品等工业主要领域，已形成了庞大的生产能力，主要工业产品产量位居世界前列。据统计，截止 2010 年，我国制造业中的手机、彩电、粗钢、水泥、微机等 220 类产品产量居世界第 1 位。

联合国工业发展组织的统计报告显示，2009 年中国在世界工业生产总值中份额达到 15.6%，美国为 19%，日本为 15.4%，中国已经成为仅次于美国的全球第二大工业制造国，同时我国装备制造业工业总产值已位居世界首位。但我国制造业主要以跟踪模仿为主、自主创新为辅；产品组装为主、功能创新为辅；系统集成为主、部件攻关为辅；应用研究为主、基础研究为辅。基础支撑技术薄弱，产品附加值低，制造过程资源、能源消耗大，污染严重。

1. 高端装备对外依存度高

作为制造业大国，目前我国装备制造业难以满足制造业发展的需求，我国 80%的集成电路芯片制造装备、40%的大型石化装备、70%的汽车制造关键设备、核电等重大工程的自动化成套控制系统及先进集约化农业装备严重依赖进口。普通船舶国产设备的实际配套率只有 30%左右，高新技术船舶国产设备的实际配套率仅 20%左右，而附加值很高的船舶电子产品本土化率还不到 10%。高端装备关键技术自给率低，主要体现在缺乏先进的传感器等基础部件、精密测量技术、智能控制技术、智能化嵌入式软件等，先进技术对外依赖度高。

2. 关键支撑技术及核心基础部件主要依赖进口

构成智能制造装备或实现制造过程智能化的重要基础技术和关键零部件主要依赖进口，如新型传感器等感知和在线分析技术、典型控制系统与工业网络技术、高性能液压件与气动元件、高速精密轴承、大功率变频技术、特种执行机构等。许多重要装备和制造过程尚未掌握系统设计与核心制造技术，如精密工作母机设计制造基础技术（设计过程智能化技术）、百万吨乙烯等大型石化的设计技术和工艺包等均未实现国产化。几乎所有高端装备的核心控制技术（包括软件和硬件）严重依赖进口。

3. “工业化与信息化”融合程度低

智能制造技术是以信息技术、自动化技术与先进制造技术全面结合为基础的。而我国制造业的“两化”融合程度相对较低，低端 CAD 软件和企业管理软件得到很好普及，但应用于各类复杂产品

设计和企业管理的智能化高端软件产品缺失。国内大多数企业在生产制造过程中一定程度地应用了自动化技术，但应用于提高产品质量、实现节能减排、提高劳动生产率的智能化技术严重缺乏。同时，信息技术和相关软件产品与制造工艺技术融合不够。

（二）国内外发展趋势

1. 技术发展趋势

随着信息技术和互联网技术的飞速发展，以及新型感知技术和自动化技术的应用，制造业正发生着巨大转变，先进制造技术正在向信息化、自动化和智能化的方向发展，智能制造已经成为下一代制造业发展的重要内容。

（1）信息化。制造业信息化将信息技术、网络技术、现代管理与制造技术相结合，带动了技术研发过程创新和产品设计方法与工具的创新、管理模式的创新、制造模式的创新，实现产品的数字化设计、网络化制造和敏捷制造，快速响应市场变化和客户需求，全面提升制造业发展水平。

（2）自动化。将完备的感知系统、执行系统和控制系统与相关机械装备完美结合，构成了高效、高可靠的自动化装备和柔性生产线，将实现自动、柔性和敏捷制造。

（3）智能化。在信息化和自动化的基础上，将专家的知识不断融入制造过程以实现设计过程智能化、制造过程智能化和制造装备智能化，将实现拟人化制造。使制造过程具有更完善的判断与适应能力，提高产品质量、生产效率，也将会显著减少制造过程物耗、

能耗和排放。

2. 国内研究现状与工作基础

经过几个“五年计划”的实施，我国制造业得到飞速发展，取得了一大批相关的基础研究成果和长期制约我国产业发展的先进制造技术，如机器人技术、感知技术、工业通信网络技术、控制技术、可靠性技术、机械制造工艺技术、数控技术与数字化制造、复杂制造系统、智能信息处理技术等；攻克了一批长期严重依赖并影响我国产业安全的核心高端装备，如盾构机、自动化控制系统、高端加工中心等。建设了一批相关的国家重点实验室、国家工程技术研究中心、国家级企业技术中心等研发基地，培养了一大批长期从事相关技术研究开发工作的高技术人才。这为智能制造专项的顺利开展提供了有力的保障。

（三）发展与需求

智能制造技术是未来先进制造技术发展的必然趋势和制造业发展的必然需求，是抢占产业发展的制高点，实现我国从制造大国向强国转变的重要保障。

1. 为迈向“制造强国”提供有力支撑

从“制造大国”转变成为“制造强国”是我国制造业发展的战略选择。发达国家为扩大市场和技术优势，不断加大对前沿技术研发的投入，不断推出高端智能化产品。为实现“制造强国”目标，“十二五”期间，必须下大力气夯实制造业技术基础，形成较为完备的制造业创新体系。其中，智能制造既是实现制造业结构调整的

高端技术，又是支撑制造业“上水平”的基础性技术。发展智能制造将为制造业的全面发展提供有力推动和必要保障，这是国家的重大战略部署。

2. 为持续创造就业岗位提供有效工具

我国制造业在 **GDP** 中的比重一直保持在较高水平上。由于我国人口众多，产业结构必须多样性，必须在发展高端技术的同时利用先进制造技术和智能制造技术改造和提升传统产业，特别是在纺织、机械、轻工、化工等劳动密集型行业，大力推广智能化技术和装备。

3. 为发展战略性新兴产业提供必要保障

航空航天、高速铁路、新能源等新兴产业发展急需大量高端制造装备，工程机械、冶金、石化、轨道交通等传统产业的转型升级和发展需要大量新型传感技术、仪器仪表和控制系统。由于制造业的基础性地位、以及战略性新兴产业具有的高技术、复杂化等特点，智能制造不仅为推动战略性新兴产业发展提供必要保障，而且其本身也正在孕育成为未来的战略性新兴产业。

4. 为发展高端装备制造业提供坚实基础

装备制造业产业关联度高、吸纳就业能力强、技术和资金密集，是国家综合实力的集中体现。突破核心基础技术和部件，不仅可推动高端装备技术水平，同时也将带动相关高技术产业的发展。大力开展智能制造技术研发将为产业发展提供坚实基础。

5. 为实现节能减排目标提供有力手段

2009年，国务院确定2020年我国控制温室气体排放的行动目标为：2020年我国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%。实现该目标并解决我国制造业当前存在的问题，迫切需要智能制造技术和装备。应用更节能、更环保的先进装备和智能优化技术，将从根本上解决我国和产制造过程的节能减排问题。

综上所述，我国制造业的规模大，但是总体水平还比较低，培育发展战略性新兴产业和传统制造业转型升级已经成为制造业发展的两个重要任务。迫切需要推进信息化与工业化融合，通过智能制造技术的发展，提高我国制造业创新能力和附加值，实现节能减排目标，提升传统制造水平。通过智能制造技术的发展，发展高端装备制造业，创造新的经济增长点，开辟新的就业形态。智能制造也将成为中国从“制造大国”向“制造强国”转变的重要途径和有力支撑。

二、总体思路、基本原则及发展目标

智能制造是面向产品全生命周期，实现泛在感知条件下的信息化制造，是在现代传感技术、网络技术、自动化技术、拟人化智能技术等先进技术的基础上，通过智能化的感知、人机交互、决策和执行技术，实现设计过程智能化、制造过程智能化和制造装备智能化等。

智能制造具有鲜明的时代特征，内涵也不断完善和丰富。一方面，智能制造是制造业自动化、信息化的高级阶段和必然结果，体现在制造过程可视化、智能人机交互、柔性自动化、自组织与自适

应等特征；另一方面，智能制造体现在可持续制造、高效能制造，并可实现绿色制造。

（一）总体思路

按照科学发展观和建设制造强国的要求，面向我国国民经济重大需求和国际智能制造技术的发展趋势，坚持“前瞻布局、重点突出、创新跨越，引领产业”的发展思路，研发相关的智能化高端装备、制造过程智能化技术与系统、关键支撑技术及基础核心部件，形成智能制造的理论体系和系统框架。攻克瓶颈技术，实现重大突破，打破国外垄断，建立标准体系，为我国制造业的低碳、高效、安全运行和可持续发展，提供成套的解决方案。通过示范、推广实现产业升级，促进高端装备制造业的发展，增强我国制造业的全球竞争力。

（二）基本原则

1. 抓住高端、突出重点

以制约我国产业安全的高端装备为突破口，以有影响力和带动作用的技术和装备作为主攻方向，重点突破智能化的高端装备、攻克一批智能制造的基础理论与共性关键技术。

2. 企业主体、服务发展

产、学、研相结合，发挥企业的主体作用，突破瓶颈技术，掌握核心技术，实现关键技术与装备的自主化，形成具有自主品牌和自主知识产权的产品与技术，提高企业核心竞争力。

（三）发展目标

根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》，以设计与工艺技术、智能机器人技术和系统控制技术等为代表的高端装备和系统集成技术是智能制造的核心，按储备一代、研发一代、推广一代的原则安排相关研究内容，突破智能制造基础技术与部件、攻克一批智能化装备、研发制造过程自动化生产线，制定相应技术与安全标准，增强产业竞争力，抢占制造业价值链高端，促进制造业结构升级和战略调整，并系统布局创新基地和平台，培养创新创业领军人才和团队。

1. 建立智能制造基础理论与技术体系

重点突破设计过程智能化、制造过程智能化和制造装备智能化中的基础理论与共性关键技术，完善智能制造基础技术、技术规范与标准制订，为我国制造业实现低碳、高效、安全运行和可持续发展提供基础理论与技术支撑。

预期指标：重点突破一批智能制造的基础理论与共性关键技术，建立和完善我国智能制造技术规范与标准体系。培养造就一支高水平、高素质的科技创新队伍，建设一批高水平的国家重点实验室、工程技术研究中心和示范基地，发表高水平学术论文，获得一大批核心发明专利。

2. 突破一批智能制造基础技术与部件

研发一批与国家安全与产业安全密切相关的共性基础技术，重点突破一批智能制造的核心基础部件，研发解决一批与国家安全与产业安全紧密相关的共性关键技术。

预期指标：解决一批智能制造的基础技术与部件，推进智能制造技术创新的跨越式发展，奠定“十三五”制造过程智能化装备和制造过程智能化的技术基础。建设一批具有国际水平的国家重点实验室、技术创新中心，获得一大批核心发明专利。

3. 攻克一批智能化高端装备

研制一批面向国民经济支柱产业的智能化高端装备，重点突破箱体类精密工作母机、工程机械、石化装备、复合材料加工装备、新能源装备等智能化装备。

预期指标：突破一批标志性的智能化高端装备，缩小与国际先进水平的差距，打破国外产品的垄断，提升国际竞争力，部分装备的技术水平进入国际先进水平行列，为发展高端装备制造，培育战略新兴产业。发展和培育一批高技术产值超过 100 亿元的核心企业。

4. 研发制造过程智能化技术与装备

攻克一批制造过程智能化核心关键技术与装备，推进制造业核心业务与信息化的深度融合，提高企业自主创新能力和综合竞争力。

预期指标：研发工业机器人及自动化柔性生产线，攻克飞机自动化柔性装配生产线和百万吨级乙烯成套工艺技术及关键装备，培育一批具有自主知识产权、自主品牌和国际竞争力的重点企业。

5. 系统集成与重大示范应用

通过智能化高端装备、制造过程智能化技术与系统、基础技术与部件的研发、示范应用及产业化，提高高端装备、技术与系统的自主率，带动我国制造业技术升级，实现制造业高效、安全及可持

续发展。

预期指标：实现智能化高端装备、制造过程智能化、基础技术与部件的示范应用，部分实现产业化，高端装备、技术与系统的自主率提高 10 个百分点，部分行业的技术水平进入国际先进行列。建设一批高水平的工程技术研究中心和示范基地。

三、重点任务

根据智能制造技术发展的特点和趋势，拟重点开展基础理论与技术研究、智能化装备、制造过程智能化成套技术与装备、智能制造基础技术与部件、系统集成与重大示范应用，如图 1 所示。

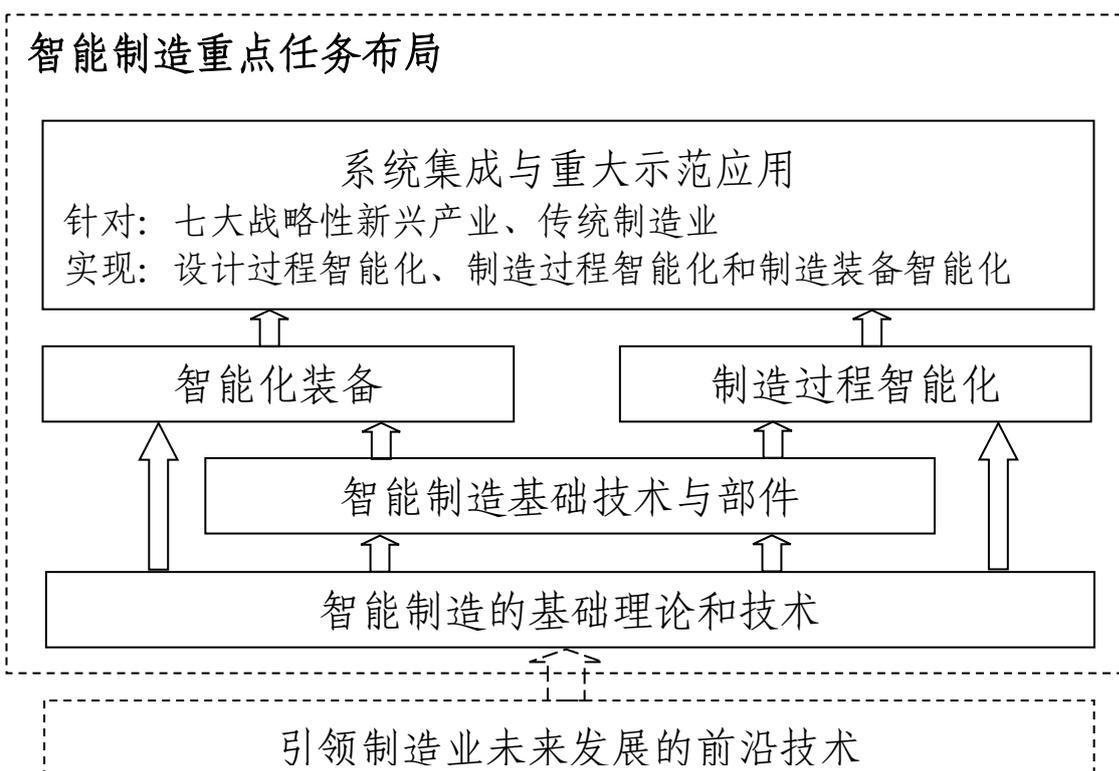


图 1 智能制造重点任务布局

（一）智能制造的基础理论与技术研究

研究关于智能制造的基础理论，包括泛在感知条件下的新型感

知理论与技术、智能控制与优化理论、设计过程智能化理论、制造过程智能化理论与技术。重点解决未来智能制造所需的理论框架和未来共性技术，最终实现拟人化智能制造。

（二）智能制造基础技术与部件攻关

针对我国高端装备和制造过程智能化等方面的差距，攻克一批核心基础部件、微纳制造技术、智能传感器与仪器仪表、嵌入式工业控制芯片、高速/高精制造工艺与技术、制造业信息化技术、制造过程安全与安防技术等，形成智能制造的技术体系和系统创新能力，实现我国制造技术创新的跨越式发展。

核心基础部件，开展高速重载精密轴承、高性能液压元件、高可靠性密封件、新型高效高承载轻结构齿轮传动和功能部件等关键技术研究，研发一批高性能的关键基础件和功能部件产品，实现工程化应用与产业化；微纳制造技术，重点突破绿色纳米印刷装备制造技术，开发系列实用化生物检测传感器与系统，开发工程化微米加工工艺和封装技术；智能传感器与仪器仪表，突破国家重大工程迫切需求的关键传感器与仪器仪表产品开发技术；嵌入式工业控制芯片，研发面向工业过程控制和特殊控制的两个系列片上控制模块（CMC）芯片，针对工业仪器仪表、智能建筑与节能控制系统、装备数控系统、智能电表、太阳热能控制系统等不同行业进行示范应用；制造业信息化，研发制造业核心软件，提供基础平台，支撑制造业信息化的发展；制造过程安全与安防技术，面向核电和石化行业开发安全控制系统，开发工业控制系统安全防护软硬件产品。

（三）智能化高端装备的研究与开发

智能化高端装备是指对产业升级、战略新兴产业发展具有重要带动作用的装备，集中体现在高端装备制造相关的重大核心技术和重大技术装备。重点研究箱体类精密工作母机、高端制造装备、智能化的工程机械与成套装备、新能源产品制造装备等，奠定高端装备的技术基础和产业基础，极大增强我国高端装备和智能制造技术的国际竞争力。

箱体类精密工作母机，掌握箱体类精密工作母机设计制造关键技术，初步打破我国箱体类精密工作母机长期依赖进口的现状，引领高端数控机床设计制造技术发展；智能化的工程机械与成套装备，智能化工程机械成套装备，开发 8 米直径硬岩掘进机和 12 米直径大埋深泥水复合盾构及重大工程机械装备，满足国家基础建设对大型隧道掘进和重大工程机械装备日益增长的迫切需求；新能源产品制造装备，攻克太阳能电池和半导体照明产品制造核心技术，研发以 MOCVD、PECVD 为代表的成套装备，提升行业自主研发和竞争能力。

（四）制造过程智能化技术、装备与研究开发

针对我国高端装备和制造过程在产品的设计、柔性制造、高速高精制造、自动化和网络化制造等方面的差距，攻克一批制造过程智能化技术与装备。重点研究工业机器人、自动化生产线、流程工业的核心工艺和成套装备等，提升制造过程智能化水平，促进制造业快速发展。

工业机器人，攻克工业机器人本体、精密减速器、伺服驱动器和电机、控制器等核心部件的共性技术，自主研发工业机器人工程化产品，实现工业机器人及其核心部件的技术突破和产业化；自动化生产线，以大型运输机为对象，构建组件数字化装配系统、部件数字化装配系统和飞机数字化总装配系统；流程工业的核心工艺与成套装备，突破百万吨级乙烯关键装备和关键工艺技术，实现百万吨级乙烯工程的自主设计、自主装备和高效、低能耗运行，形成产业化能力。

（五）系统集成与重大示范应用

针对七大战略性新兴产业和传统制造业，集成应用智能制造理论与技术、智能制造基础技术与部件、智能化的高端装备和智能化制造过程，研究实施示范应用和产业化相关技术，促进智能制造技术和装备的推广应用以及新兴高技术产业的发展。

四、保障措施

（一）建立真正有效的产学研用联盟

加强企业智能制造技术创新能力，鼓励建立以企业为主体、高等院校与科研院所参与的真正有效的产、学、研、用技术联盟；注重产业链垂直整合，面向设计、制造、销售、维护等环节，通过“项目—人才—基地”的长期支持，探索形成产、学、研、用相结合的有效机制。

（二）充分发挥政策的引导作用

通过政府引导与推动，充分利用国产首台(套)装备风险补偿机

制，增强用户购买和使用首台(套)装备的信心。发挥产业政策对社会资金的引导作用，吸引各方资金投入，分担企业的资金压力和创新风险，解决用户的后顾之忧。联合政府其它部门、各级科技部门及相关行业协会协同推进，形成合力。鼓励社会资金、民间资本投入到智能制造基础技术与部件、制造过程智能化、智能化高端装备制造技术领域，推动重大自主创新项目实施，促进智能制造产业链上各企业的协调发展。

（三）完善技术规范和标准，掌握核心技术的知识产权

进一步完善智能制造的技术规范与标准，倡导技术研究与标准研制同步进行，加速智能制造科技成果的转化和推广，提升智能制造技术在制造业企业中的普及、应用及产业化。鼓励开发并掌握智能制造基础技术与部件，加强对知识产权的保护力度，提高国际竞争能力。

（四）发展产业集群促进成果转化

充分发挥国家高新技术产业开发区、国家级高新技术产业化基地的作用，推进智能制造重点专项的落实，加快成果产业化，着力培育核心竞争力。实施创新型产业集群建设工程，围绕重点专项确定的主要目标，科学确定集群建设的重点方向，合理选择技术路径和产业路线，采取有效措施，促进产业集群的形成和创新发展。

（五）加大高素质人才培养力度

完善智能制造科技人才激励机制，优化创新人才成长环境，建立多层次的适合产业技术发展需要的智能制造人才培养体系，着力

培养一批高水平科研带头人，在智能制造科技发展重点专项实施过程中注重培养一批创新型的科技人才。

五、技术路线图

