

# 《中国制造 2025》重点领域技术路线图

国家制造强国建设战略咨询委员会

2015 年 10 月

# 前 言

制造业是实体经济的主体，是国民经济的脊梁，是国家安全和人民幸福安康的物质基础，是我国经济实现创新驱动、转型升级的主战场。世界银行统计数据显示，2010 年以来，我国制造业增加值连续五年超过美国，成为制造大国，一些优势领域已达到或接近世界先进水平。然而，与发达国家相比，我国制造业创新能力、整体素质和竞争力仍有明显差距，大而不强。因此，实现从制造大国向制造强国的转变，是新时期我国制造业应着力实现的重大战略目标。

为了推进这一历史性的转变，国务院组织编制并于 2015 年 5 月 8 日正式发布了《中国制造 2025》，对我国制造业转型升级和跨越发展作了整体部署，提出了我国制造业由大变强“三步走”战略目标，明确了建设制造强国的战略任务和重点，是我国实施制造强国战略的第一个十年行动纲领。

制造业覆盖面很广，为了确保用十年的时间，到 2025 年，迈入制造强国行列，必须坚持整体推进、重点突破。《中国制造 2025》围绕经济社会发展和国家安全重大需求，选择 10 大优势和战略产业作为突破点，力争到 2025 年达到国际领先地位或国际先进水平。十大重点领域是：新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农业装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械。

为指明十大重点领域的发展趋势、发展重点，引导企业的创新活动，国家制造强国建设战略咨询委员会特组织编制了这些领域的技术路线图，汇总成册，称为“《中国制造 2025》重点领域技术路线图”。由于封面为绿色，也可称为“《中国制造 2025》重点领域技术创新绿皮书”。

技术路线图的编制于 2015 年 4 月中旬启动，动员了 48 位院士、400 多位专家及相关企业高层管理人员参与，广泛征集了来自企业、高校、科研机构、专业学会协会的意见。如汽车领域技术路线图编写组，由中国汽车工程学会组织，来自中国汽车工业协会、骨干企业、高校和科研机构的 89 位专家参与了讨论和编写工作，对节能汽车、新能源汽车和智能网联汽车的技术发展方向和发展路径进行了充分讨论，形成了基本共识，并绘制了技术路线图。10 大重点领域技术路线图多次广泛征求意见，六易其稿，已趋成熟，并于 2015 年 8 月 25 日提交国家制造强国建设战略咨询委员会第一次会议讨论通过。会后根据与会委员们的意见又作了修改完善，现以国家制造强国建设战略咨询委员会名义正式予以发布。

“《中国制造 2025》重点领域技术路线图”是参与编制工作的院士和专家们集体智慧的结晶，是具有科学性、前瞻性和战略性、具有十分重要参考价值的咨询报告。“技术路线图”的发布，可以引导广大企业和科研、教育等专业机构在充分进行市场调研、审慎考虑自身条件和特点的基础上，确定发展方向和重点；也可引导金融投资机构利用自己掌握的金融手段，支持从事研

发、生产和使用“技术路线图”中所列产品和技术的企业和项目，引导市场和社会资源向国家的战略重点有效聚集。“技术路线图”也可为各级政府部门支持重点领域的发展提供咨询和参考。

考虑到技术发展和市场变化速度很快，“技术路线图”将每两年滚动修订一次，希望为各界提供与时俱进的参考和指引。

感谢参与编制工作全体同志的努力和贡献！感谢各级政府及产业界、学术界同仁们给予的鼎力支持！期望本“技术路线图”的发布，能为《中国制造 2025》的实施和十大重点领域的突破发展发挥重要作用。

国家制造强国建设战略咨询委员会

沈有祥 周济

2015年9月29日

# 目 录

一、新一代信息技术产业 .....	1
1.1 集成电路及专用设备 .....	1
1.2 信息通信设备 .....	6
1.3 操作系统与工业软件 .....	16
1.4 智能制造核心信息设备 .....	23
二、高档数控机床和机器人 .....	28
2.1 高档数控机床与基础制造装备 .....	28
2.2 机器人 .....	35
三、航空航天装备 .....	42
3.1 飞机 .....	42
3.2 航空发动机 .....	49
3.3 航空机载设备与系统 .....	57
3.4 航天装备 .....	65
四、海洋工程装备及高技术船舶 .....	72
4.1 海洋工程装备及高技术船舶 .....	72
五、先进轨道交通装备 .....	84
5.1 先进轨道交通装备 .....	84
六、节能与新能源汽车 .....	92
6.1 节能汽车 .....	92
6.2 新能源汽车 .....	100

6.3 智能网联汽车 .....	108
<b>七、电力装备 .....</b>	<b>117</b>
7.1 发电装备 .....	117
7.2 输变电装备 .....	126
<b>八、农业装备 .....</b>	<b>134</b>
8.1 农业装备 .....	134
<b>九、新材料 .....</b>	<b>142</b>
9.1 先进基础材料 .....	142
9.2 关键战略材料 .....	152
9.3 前沿新材料 .....	163
<b>十、生物医药及高性能医疗器械 .....</b>	<b>169</b>
10.1 生物医药 .....	169
10.2 高性能医疗器械 .....	177

## 一、新一代信息技术产业

### 1.1 集成电路及专用设备

集成电路是指通过半导体工艺将大量电子元器件集成而成的具有特定功能的电路。本路线图主要包括集成电路设计、集成电路制造、集成电路测试封装、关键装备和材料等内容。

#### 1.1.1 需求

全球集成电路市场规模在 2011 至 2015 年间约为 2920 - 3280 亿美元，复合年均增长率为 4%；2016 至 2020 年间约为 3280 - 4000 亿美元，复合年均增长率为 4%；2021 至 2030 年间约为 4000 - 5375 亿美元，复合年均增长率为 3%。

中国集成电路市场规模在 2011 至 2015 年间约为 840 - 1180 亿美元，复合年均增长率为 12%；2016 至 2020 年间约为 1180 - 1734 亿美元，复合年均增长率为 8%；2021 至 2030 年间约为 1734 - 2445 亿美元，复合年均增长率为 3.5%。

中国集成电路市场在 2015 年将占到全球市场的 36%，2020 年上升至 43.35%，而到 2030 年将占到 46%，成为全球最大集成电路市场。

中国集成电路的本地产值在 2015 年预计达到 483 亿美元，满足国内 41%的市场需求；2020 年预计达到 851 亿美元，满足国内 49%的市场需求；2030 年预计达到 1837 亿美元，满足国内 75%的市场需求。从上述数据可以看到，满足国内市场需求，提升集成电路产品自给率，同时满足国家安全需求、占领战略性产品市场，始终是集成电路产业发展的最大需求和动力。

### 1.1.2 目标

面向国家战略和产业发展两个需求，着力发展集成电路设计业，加速发展集成电路制造业，提升先进封装测试业发展水平，突破集成电路关键装备和材料。

到 2020 年，集成电路产业与国际先进水平的差距逐步缩小，全行业销售收入年均增速超过 20%，企业可持续发展能力大幅增强。移动智能终端、网络通信、云计算、物联网、大数据等重点领域集成电路设计技术达到国际领先水平，产业生态体系初步形成。16/14nm 制造工艺实现规模量产，封装测试技术达到国际领先水平，关键装备和材料进入国际采购体系，基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系。

到 2030 年，集成电路产业链主要环节达到国际先进水平，一批企业进入国际第一梯队，实现跨越发展。

### 1.1.3 发展重点

#### 1. 集成电路设计

##### (1) 服务器/桌面 CPU

单核/双核服务器/桌面计算机 CPU、多核服务器/桌面计算机 CPU、众核服务器/桌面计算机 CPU

##### (2) 嵌入式 CPU

低功耗高性能嵌入式 CPU、低功耗多核嵌入式 CPU、超低功耗众核嵌入式 CPU

##### (3) 存储器



随机存储器（DRAM）及嵌入式随机存储器（eDRAM）、闪存存储器（Flash）及三维闪存存储器（V-NAND Flash）

（4）FPGA 及动态重构芯片

FPGA（现场可编程逻辑阵列）、动态可重构平台

（5）集成电路设计方法学

SoC（系统级芯片）设计、ESL（电子系统级）设计、3D-IC 设计

2. 集成电路制造

（1）新器件

HK 金属栅及 SiGe/SiC 应力、FinFET（鳍式场效应晶体管）、量子器件

（2）光刻技术

两次曝光、多次曝光、EUV（极紫外光刻）、电子束曝光、193nm 光刻胶、EUV 光刻胶

（3）材料及成套技术

65-32nm 光掩膜材料及成套技术、20-14nm 光掩膜材料级成套技术

3. 集成电路封装

（1）倒装封装技术

大面积倒装芯片球阵列封装

（2）多芯片封装

双芯片封装、三维系统级封装（3D SIP）、多元件集成电路（MCO）

1. 1. 4 重大装备及关键材料

1. 制造装备

90-32nm 工艺设备、20-14nm 工艺设备、18 英寸工艺设备

## 2. 光刻机

90nm 光刻机、浸没式光刻机、EUV 光刻机

## 3. 制造材料

65-32nm 工艺材料、22-14nm 工艺材料、12/18 英寸硅片

## 4. 封装设备及材料

高密度封装高端设备及配套材料、TSV 制造部分关键设备及材料

### 1. 1. 4 战略支撑和保障

1. 根据产业发展需求，逐步扩大国家集成电路产业投资基金规模或设立二期、三期基金。

2. 加强现有政策和资源的协同，如：集成电路研发专项、国家科技重大专项在支持共性技术研发，国家集成电路产业投资基金支持产业化发展，这些资源要加强协同，形成合力。

3. 加强人力资源培养和引进，加强微电子学科建设支持。

4. 制定技术引进、消化、吸收政策，给予扶持。

5. 建立知识产权保护联动机制。

		2015年	2020年	2025年	2030年	
需求	全球市场	全球集成电路市场规模为2920亿 - 3280亿美元, 复合增长率为4%	全球集成电路市场规模为3280亿 - 4000亿美元, 复合增长率为4%	全球集成电路市场规模为4000亿 - 5375亿美元, 复合增长率为3%		
	中国市场	中国集成电路市场规模为840亿 - 1180亿美元, 复合增长率为12%, 在全球市场占比为28.76% - 35.98%	中国集成电路市场规模为1180亿 - 1734亿美元, 复合增长率为8%, 在全球市场占比为35.98% - 43.35%	中国集成电路市场规模为1734亿 - 2445亿美元, 复合增长率为3.5%, 在全球市场占比为43.35% - 45.64%		
	国家安全需求	满足国家安全和特点领域应用需求				
	产业发展需求	占领战略性产品市场				
目标	产业规模	产业规模达362亿 - 483亿美元, 全球市场占比达12.4% - 14.7%, 中国市场占比达43.1% - 40.9%	产业规模达483亿 - 851亿美元, 全球市场占比达14.7% - 21.3%, 中国市场占比达40.9% - 49.1%	产业规模达851亿 - 1837亿美元, 全球市场占比达21.3% - 34.2%, 中国市场占比达49.1% - 75.13%		
	龙头企业	各类集成电路龙头企业进入世界前列, 通过市场配置资源, 实现可持续发展		各类集成电路龙头企业世界排名提升, 在竞争中稳步发展		
	集成电路制造	65 - 40nm制造技术 制造产能达20万片/月 (12寸)	28nm制造技术 制造产能达70万片/月 (12寸)	20 - 14nm制造技术 制造产能达100万片/月 (12寸)	与国际同步 制造产能达150万片/月 (12寸)	
	集成电路设计	28nm集成电路设计 设计业产值200亿美元, 全球占比达20%	20 - 14nm集成电路设计 设计业产值400亿美元, 全球占比达25%	与国际同步 设计业产值600亿美元, 全球占比达35%		
	集成电路封装	封装业产值达100亿美元, 全球占比达35%		封装业产值达200亿美元, 全球占比达45%		
		MCP (多芯片封装)	3D Package	MCO (多元件集成电路)		
	发展重点	集成电路制造	HK金属栅及SiGe/SiC应力 两次曝光 12寸硅片 193nm光刻胶 65-32nm光掩膜材料及成套技术 纳米级超精密研磨材料成套技术	FinFET 多次曝光 20 - 14nm制造技术 EUV光刻胶 20 - 14nm光掩膜材料及成套技术 超高纯材料提纯与供应技术	新型器件 EUV 18寸硅片 DSA材料	NIL/束曝光
集成电路设计		单核/双核服务器/桌面计算机CPU 低功耗高性能嵌入式CPU FPGA FG Flash DRAM SoC Design	多核服务器/桌面计算机CPU 低功耗多核嵌入式CPU CT Flash ESL Design	众核服务器/桌面计算机CPU 超低功耗众核嵌入式CPU 动态可重构平台 V-NAND Flash eDRAM 3D IC Design		
集成电路封装		大面积倒装芯片BGA 双芯片扇出VLP 三维存储器	3D SIP	MCO		
制造装备		90-32nm工艺设备, 国产设备占同类工艺设备的50%	20-14nm工艺设备, 国产设备占30%	18英寸工艺设备		
光刻机		90nm光刻机	浸没式光刻机	EUV光刻机		
重大装备及关键材料	制造材料	65-32nm工艺材料, 国产材料占同类产品50%	22-14nm及以下工艺材料, 国产材料50%	原材料国产化		
	封装设备及材料	高密度封装高端设备及配套材料、TSV制造部分关键设备及材料, 设备国产化率30%	封装关键设备及材料国产化率50%	封装设备及材料国产化		
	战略支撑与保障建议	顶层设计、目标规划	战略实施			
			微电子发展基金	国家级产业发展基金		
		重大科技专项	重大专项持续支持			
		财税政策	金融支持			
		人力资源培养与引进	学科建设			
			技术引进、消化、吸收政策			
		知识产权保护联动机制				

## 1.2 信息通信设备

信息通信设备产业是指利用电子计算机、现代通信技术等获取、传递、存储、处理和应用信息的系统和装置。本路线图主要包括无线移动通信设备、新一代网络设备、高性能计算机与服务器（含通用中央处理器（CPU）、存储设备）等，不包括其它信息通信产品和服务。

### 1.2.1 需求

随着移动互联网、互联网+、信息消费、物联网等业务的不断增长，信息化和工业化的融合不断深化，信息通信设备的需求仍将长期持续增长。

（1）无线移动通信：根据国际电信联盟（ITU）统计，2014年，全球移动用户数达 70 亿，其中移动宽带用户数达 23 亿，移动终端年出货量为 21.6 亿部，机器到机器（M2M）终端年出货量为 2.5 亿部，移动通信系统设备市场规模约 400 亿美元。根据 ITU、Gartner 等机构预测：到 2020 年，全球移动用户数将达 72 亿，其中移动宽带用户数将达 40 亿，移动终端年出货量将达 32 亿部，M2M 终端年出货量将达 24 亿部，移动通信系统设备市场规模将达 520 亿美元；到 2025 年，全球移动用户数将达 75 亿，其中移动宽带用户数将达 55 亿，移动终端年出货量将达 42 亿部，M2M 终端年出货量将达 60 亿部，移动通信系统设备市场规模将达 640 亿美元。

（2）新一代网络：2014 年全球光通信设备市场规模为 141 亿美元，路由器与交换机市场规模为 153 亿美元。根据 Gartner

和中国信息通信研究院等机构预计：到 2020 年，全球光通信设备市场规模将达 182 亿美元，路由器与交换机市场规模将达 236 亿美元；到 2025 年，全球光通信设备市场规模将达 227 亿美元，路由器与交换机市场规模将达 338 亿美元。

(3) 高性能计算机与服务器：2014 年，全球高性能计算机市场规模为 110 亿美元，全球服务器年出货量达到 920 万台。根据 IDC 等机构预测：到 2020 年，全球高性能计算机市场规模为 165 亿美元，全球服务器年出货量将达 1200 万台；到 2025 年，全球服务器年出货量将超过 1500 万台。

## 1.2.2 目标

### 1、2020 年目标

信息通信设备产业技术和产业能力进入世界强国行列，形成较为完整的产业体系和创新体系。

(1) 无线移动通信：成为第五代移动通信（5G）国际标准、技术和产业的主导者之一，无线移动通信系统设备产业保持国际第一阵营，移动终端产业进入国际第一阵营。国产（不含台企，下同）移动通信系统设备、移动终端、移动终端芯片的国内市场占有率预计分别达到 75%、75%和 35%，国际市场占有率预计分别达到 35%、25%和 15%。

(2) 新一代网络：国产光通信设备国际市场份额继续保持第一，国际市场占有率预计达 50%；国产路由器与交换机国际市场占有率预计达 20%。

(3) 高性能计算机与服务器：国产高性能计算机和服务器国

际市场占有率预计达 30%，国内市场占有率预计超 60%；国产高端服务器总体性能指标与国际先进产品相当，在国内金融、电信、智慧城市等关键领域得到大规模应用；国产高性能计算机继续保持全球领先地位；采用国产 CPU 的品牌服务器实现产业化应用。

## 2、2025 年目标

信息通信设备产业体系更加完整、创新能力和整体实力大为增强，产业综合实力位列世界强国前列。

(1) 无线移动通信：我国移动通信系统设备、移动终端、移动终端芯片产业均进入国际第一阵营。国产移动通信系统设备、移动终端、移动终端芯片的国内市场占有率预计分别达到 80%、80%和 40%，国际市场占有率预计分别达到 40%、45%和 20%，移动通信测试仪表实现国内领先和国际市场突破。

(2) 新一代网络：国产光通信设备国际市场份额预计达 60%，光通信设备关键元器件实现国产化突破。国产路由器与交换机产业进入国际第一阵营，国际市场占有率预计达 25%。

(3) 高性能计算机与服务器：国产高性能计算机与服务器国际市场占有率预计达 40%、国内市场占有率预计超 80%，其中国产高端服务器国内市场占有率预计超 50%；采用国产 CPU 的品牌服务器国内市场占有率预计达 30%以上。

### 1.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

(1) 无线移动通信，包括：5G 关键技术综合验证平台、5G 移动通信系统设备(含 5G 基站、5G 核心网设备、5G 行业专网等)、

5G 移动通信仪器仪表（含 5G 终端综测仪、5G 协议一致性测试仪等）、5G 移动终端（含 5G 消费终端、5G 行业终端、M2M 终端等）、5G 关键芯片（含 5G 基带芯片、5G 射频（RF）芯片、5G 片上系统（SoC）芯片等）和 5G 关键器件（如 5G 高频通信器件）等。

（2）新一代网络，包括：高速大容量光传输设备（400G/1Tbps）、高速光接入设备（10G/100Gbps）、光交换设备（100Tbps 光电混合交换设备）、核心路由器（单接口 400G，交换容量 100T）、支持软件定义网络（SDN）的大容量交换机（1Tbps），全光交换设备、硅基光收发芯片（100G/400G/1Tbps）、模数数模转换（ADC/DAC）（64Gb/s 以上）、数字信号处理器（DSP）芯片、光传送网（OTN）芯片（N\*100G/N\*400G）、光线路终端（OLT）芯片（100G/400G/1T）、波分复用-无源光网络（WDM-PON）芯片、波长选择开关（WSS）、网络处理器（400G/1T 及以上）等关键零部件。

（3）高性能计算机与服务器，包括：通用 CPU、高端服务器（万核级）、海量存储设备（千亿亿字节（10EB）级）、高性能计算机（百亿亿次/秒级），面向云计算和大数据的融合架构云数据中心、跨地域/多维度/多类型融合的云存储设备、基于全国产 CPU 的高性能计算机和高端服务器等。

## 2. 关键技术

（1）无线移动通信，包括：大规模天线阵列技术（支持峰值速率达数十 Gbps、超密集组网技术（链接密度大于  $10^6/\text{km}^2$ ，流量密度大于数十 Tbps/ $\text{km}^2$ ）、新型多址接入技术、高频段通信

技术（6GHz 以上）、终端间通信技术（含车联网等）、新型核心网架构技术（支持 SDN、网络功能虚拟化（NFV）等），5G 增强型技术（100Gbps、以用户为中心和具有高感知的接入网与核心网）等关键技术。

（2）新一代网络技术，包括：大容量光交换技术（100Tbps 的光电混合交换技术）、高速路由交换技术（100Tbps 路由交换技术）、网络管控技术（含：NFV、SDN 等）、网络测量感知技术，高速光传输技术（单端口 400Gbps/1Tbps）、大容量的全光交换技术、网络设备的关键元器件技术（含：光收发器件技术、高速交换芯片技术、支持 NFV 的大容量分组交换芯片技术等）、硅光子和光电集成芯片技术、WSS 光交叉技术、超大容量长距离光通信技术和海底通信技术、WDM-PON 器件技术等关键技术。

（3）高性能计算机与服务器，包括：高性能/低功耗/高稳定性/高可靠性的芯片技术、万核级处理器高速互连技术、板级光互连技术、大端口处理器高速互连技术、大容量非易失存储技术、可重构计算技术、内存计算/流式数据处理等大数据处理平台技术，多维度/多类型大数据融合平台技术、业务感知的硬件资源动态调整技术、量子计算技术和人工智能技术等。

#### 1.2.4 应用示范工程

#### 1.5G 移动通信技术创新与应用工程

为实现我国在 5G 无线移动通信技术、标准、产业、服务与应用的全局领先，以及 5G 技术在公网、专网、国防等多市场的应用与融合，由 5G 标准主导单位、5G 设备制造商、电信运营商、



应用单位等联合实施。

2020 年前部署 5G 创新示范网络并启动 5G 商用服务，应用我国自主创新 5G 技术优势与系统能力，支持 10Gbps 峰值速率、频谱效率提升 3 倍以上、端到端传输试验达 1ms 和 5Tbps/km<sup>2</sup> 以上的流量密度，测试和验证 5G 射频、基带等核心芯片和终端、测试仪表、系统设备等。

2020 年开始部署天地海空一体化示范网络，综合应用 5G 等地面和卫星移动通信技术的研究成果，实现数千至上万公里超远距离宽带通信，为实施“一带一路”战略、“海洋强国”战略提供信息化基础。

## 2. 新一代网络创新与应用示范工程

建议 2020 年前部署完成新一代光通信示范网络。支持距离 1000 公里以上（比如北京至武汉），光传送（OTN）设备支持 400G/1T/4T/10Tbps 接口，并行接入至少 96 个波长，双向通信容量至少达到 96Tbps。以承担核心技术研发的主流设备商和运营商共同实施，对新一代网络设备进行商用验证，对关键硬件和软件协议进行测试。

建议 2020 年前建设完成新型可控可信示范网络。网络规模不少于 20 个城市，骨干交换能力在支持软件定义的前提下达到单端口 100Gbps，控制平面支持 500 台骨干级路由器和 5 万台城域级路由器组网，数据控制平面之间的时延小于 50ms，实现不少于 4096 个具备差异化服务质量保障的虚拟网络并行运营管控。推动相关系统在电信、广电、电力、金融、工业、国防等领域广

泛应用。

### 3. 安全可信全国产软硬件协同创新工程

建议构建基于自主知识产权国产 CPU 的下一代高性能计算机服务器、基础软件和领域应用的测试床，应用下一代高性能计算机、高端服务器和存储设备以及自主知识产权的基础软件（操作系统、数据库、中间件等），支持基于全国产处理器的高端服务器和存储设备技术创新和应用示范。

建议在金融、电信、智慧城市等等至少三个关键应用领域推广全国产软、硬件解决方案。到 2020 年，实现金融、电信行业国产服务器市场占有率达到 75%，国产基础软件市场占有率达 50%；到 2025 年，实现金融、电信行业国产服务器市场占有率达到 90%，国产基础软件市场占有率达 75%。

#### 1.2.5 战略支撑与保障

1. 知识产权：对接国家知识产权战略，建议积极宣传我国信息通信领域知识产权取得的成果，继续优化知识产权商业和法律环境、强化知识产权保护 and 运营、推动自主知识产权国际运用。

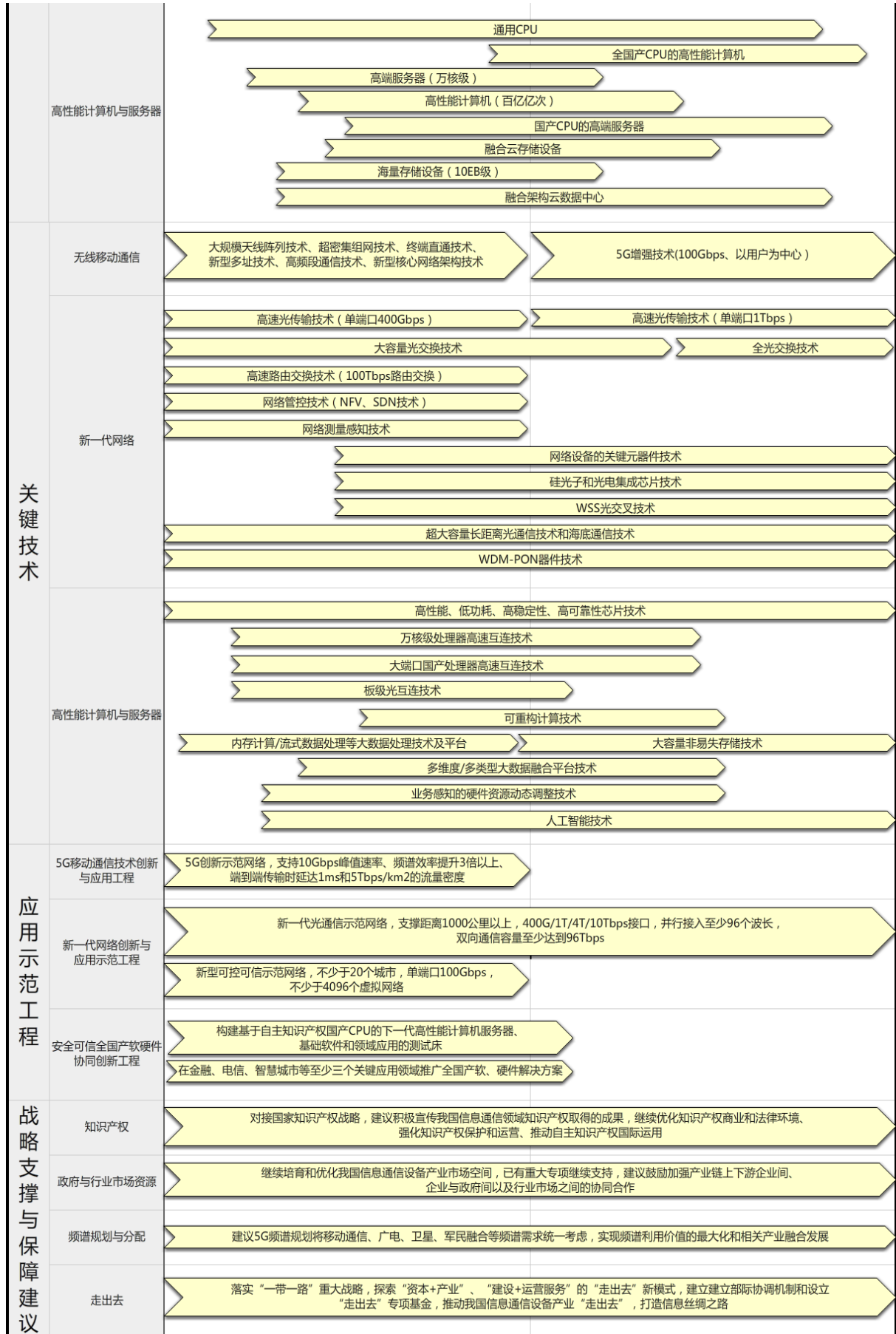
2. 政府与行业市场资源：继续培育和优化我国信息通信设备产业市场空间，已有重大专项继续支持，建议鼓励加强产业链上下游企业间、企业与政府间以及行业市场之间的协同合作。

3. 频谱规划与分配：建议 5G 频谱规划将移动通信、广电、卫星、军民融合等频谱需求统一考虑，实现频谱利用价值的最大化和相关产业融合发展。

4. 走出去：落实“一带一路”重大战略，探索“资本+产业”、

“建设+运营服务”的“走出去”新模式，建议建立部际协调机制并设立“走出去”专项基金，推动我国信息通信设备产业“走出去”，打造信息丝绸之路。

		2020年	2025年
需求	无线移动通信	移动互联网、互联网+、信息消费、物联网业务增长的需求 全球移动用户数达72亿，其中移动宽带用户数达40亿，移动终端出货量32亿部，M2M终端出货24亿部，移动通信系统设备市场规模达520亿美元	新一代信息技术与制造业深度融合催生的需求 全球移动用户数达75亿，其中移动宽带用户数达55亿，移动终端出货量42亿部，M2M终端出货60亿部，移动通信系统设备市场规模达640亿美元
	新一代网络	全球光通信设备市场规模为182亿美元，路由器与交换机市场规模为236亿美元	全球光通信设备市场规模为227亿美元，路由器与交换机市场规模为338亿美元
	高性能计算机与服务器	全球高性能计算机市场规模为165亿美元，全球服务器出货量达1200万台	全球服务器出货量超过1500万台
目标	无线移动通信	成为5G国际标准和产业的主导者之一 国产移动通信系统设备、移动终端、移动终端芯片的国内市场占有率分别达到75%、75%和35%，国际市场占有率分别达35%、25%和15%	国产移动通信系统设备、移动终端、移动终端芯片的国内市场占有率分别达到80%、80%和40%，国际市场占有率分别达40%、45%和20% 移动通信测试仪表实现国内领导和国际市场突破
	新一代网络	国产光通信设备国际市场份额继续保持第一，国际市场占有率达50%以上 国产路由器与交换机约占国际市场份额的20%	国产光通信设备国际市场占有率达60%以上 实现光通信设备关键元器件国产化突破 实现国产路由器与交换机达国际市场的25%，进入全球第一阵营
	高性能计算机与服务器	国产高性能计算机和服务器国内市场份额超过60%、国际市场份额达30% 高端服务器总体性能指标与美国同类产品相当，在国内金融、电信、智慧城市等关键领域得到大规模应用 采用国产CPU的品牌服务器实现产业化应用	国产高性能计算机和服务器国内市场份额超过80%、国际市场份额达40% 国产高端服务器国内市场份额超过50% 采用国产CPU的品牌服务器占据国内市场份额达30%以上
重点产品	无线移动通信	5G关键技术综合验证平台	5G测试仪表 5G系统设备(预商用) 5G关键芯片和器件(预商用) 5G测试终端 5G终端(商用) 5G行业专网设备, 5G行业专网终端 5G M2M终端 5G高频通信器件
	新一代网络	高速大容量光传输设备(400G/1T光传输设备)	高速光接入设备(10G/100Gbps)
		光电混合交换设备 核心路由器(单接口400G, 交换容量100T) 支持SDN的大容量交换机(1Tbps)	全光交换设备 硅基光收发芯片(100G/400G/1T)、ADC/DAC(64Gb/s) DSP芯片、光传送网(OTN)芯片、光线路终端(OLT)芯片、WDM-PON芯片 波长选择开关(WSS) 网络处理器(400G) 网络处理器(1T)



### 1.3 操作系统与工业软件

操作系统与工业软件是制造业数字化网络化智能化的基石，是新一轮工业革命的核心要素。发展实时工业操作系统及高端制造业嵌入式系统、以工业大数据平台与制造业核心软件为代表的基础工业软件、面向先进轨道交通装备、电力装备、农业装备、高档数控机床与机器人、航空航天装备、海洋工程装备与高技术船舶等重点领域的工业应用软件，对我国工业领域自主可控，具有重要意义。

#### 1.3.1 需求

新一代科技革命与产业变革是以数字化网络化智能化为特征，其核心是将以云计算、物联网、大数据为代表的新一代信息技术与现代制造业深度融合，以推动产业转型升级。应对发达国家把控传统操作系统与工业软件核心技术，主导国际工业竞争话语权的现状，依托我国作为“制造大国”的战略必争和优势产业，利用中国互联网生态与应用的全球领先者地位，紧紧抓住新科技革命与产业变革提供的历史机遇，实现操作系统自主可控，结合新一代信息技术推动工业软件的重构与跨越发展。

#### 1.3.2 目标

到 2020 年，突破部分关键核心技术，基本形成中国工业软件技术标准与生态体系，中低端市场占有率超过 30%。**聚焦**生产效率提升与服务型制造，自主“云端”+“终端”工业大数据平台在重点行业的应用普及率**超过** 40%。

到 2025 年，绝大部分核心技术取得突破，形成自主可控的操作系统与工业软件及其标准体系，自主工业软件市场占有率超过 50%。“互联网+”智慧工业云在重点行业的应用普及率超过 60%。形成基于智能化互联产品和自主工业软件的工业互联网。

### 1.3.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 工业操作系统及其应用软件

衔接“核高基”等重大专项形成的成果，构建可裁剪的工业基础软件平台。面向数字化产品与智能成套装备需求，重点研制高安全、高可信的实时工业操作系统，实现与主流控制设备、CPU 与总线协议的适配，并在此基础上研发出一套嵌入式软件接口、组态语言与集成开发环境，形成嵌入式操作系统的安全性、可信性以及性能的测评标准和规范。研制高端制造业嵌入式系统，并在先进轨道交通装备、电力装备、农业装备等重要关键领域推广应用。

##### (2) “云端”+“终端”工业大数据平台

面向终端与云端数据的交换融合与智能协同，研制设备端的嵌入式数据管理平台与实时数据智能处理系统，开发云端具有海量处理能力的工业数据采集、存储、查询、分析、挖掘与应用的工业数据处理软件栈。构建覆盖产品全生命周期和制造全业务活动的工业大数据平台，支持企业内部与外部、结构化与非结构化、同步与异步、动态与静态、设备与业务、实时与历史数据的整合

集成与统一访问，实现“数据驱动”。

### **(3) 智慧工业云与制造业核心软件**

研发“互联网+”智慧工业云体系架构与标准体系，构建工业资源库（包括知识库、模型库、零件库、工艺库和标准库等）。

面向“互联网+”制造生态，重构产品生命周期管理

（CAD/CAE/CAPP/CAM/PLM）、企业资源规划（ERP）、供应链管理（SCM）和客户关系管理（CRM）等制造业核心软件，形成新型工业云构件库。研制数据驱动的构件组合引擎，研制工业能源管理智能化软件与协同管控平台，研制工业能源管理智能化软件与协同管控平台，构建“互联网+”智慧工业云平台，推动工业企业互联网化，形成全行业与跨行业的工业应用生态系统。

### **(4) 重点领域工业应用软件**

面向先进轨道交通装备、电力装备、农业装备、高档数控机床与机器人、航空航天装备、海工装备与高技术船舶等重点工业领域，研制涵盖从设计研发、生产制造到产品服务的全生命周期行业应用软件，重点突破产品创新开发、智能控制与分析优化、装备智能服务等关键技术，发展自主工业应用软件体系。

## **2. 关键技术**

**(1) “端到端”的工业软件安全技术。**研究从设备端到云端的控制系统安全、硬件安全、网络通信安全、系统安全、数据安全、信息与系统安全本质安全等技术。研究开发安全、高可信工业软件系统的安全标准、验证技术与认证体系。



**(2) 工业基础资源库与标准化技术。**重点构建与自主工业软件相配套的工业基础资源库接口标准化体系。研究工业基础资源库的分类标准，布局适应中国制造环境特点的工业基础资源库架构与生态体系。研究工业基础资源库的标准化评估与认证体系。

**(3) 嵌入式操作系统技术。**针对实时嵌入式操作系统的安全机制及可信机理，研发满足高安全、可信嵌入式操作系统需求的实时调度算法。研究操作系统对底层异构、复杂装备及其现场总线协议的适配技术。研究模型驱动的控制程序统一设计、开发、测试与发布技术。

**(4) 设备端智能化技术。**研究小容量的嵌入式数据库系统，以及数据缓存与数据同步、交换技术。加快研究终端的环境语义建模技术，以及实时数据动态采集、变频传输、视觉理解、单机智能分析与控制、区域协同等终端智能化新技术。

**(5) 工业大数据管理与分析技术。**研发工业数据的实时采集、高吞吐量存储、数据压缩、数据索引、查询优化、数据缓存等关键技术。研究时空关联与机理模型下的数据质量检查与修复关键技术。研究前端装备实时数据与后台信息系统关系型数据的集成技术。突破工业大数据并行分析处理技术、机理模型建模技术、知识推理技术与仿真模型。

**(6) 数据驱动的构件组合技术。**研究行业垂直应用软件构件集开发和构件信息整合平台关键技术。研究通过制造资源数

据、企业数据、行业数据和互联网数据等信息要素分析驱动的行业内、企业间快速反应，动态融合、优化资源利用效率。

#### 1.3.4 应用示范工程

1. **“工业操作系统及其应用软件”应用示范。**在航天、军工、船舶、能源、化工等安全关键领域，应用嵌入式操作系统以及应用软件。

2. **“工业大数据平台”应用示范。**选择流程与离散制造业龙头企业以及产业链开展“工业大数据平台”应用示范。

3. **“智慧工业云与制造业核心软件”重点领域应用示范。**对接“中国制造 2025”部署的战略必争和优势产业，兼顾集团型企业 and 中小型企业群，研制行业应用软件，开展多层次全行业、跨行业应用示范。

#### 1.3.5 战略支撑与保障

##### 1. 支持跨界产业联盟

以制造业企业为主体，鼓励相关企业等加入工业应用云平台生态系统，开展跨领域资源和价值链整合，构建具有全球竞争力的工业生态系统。

##### 2. 构建标准体系

鼓励中国企业参与到国际主流开源社区，成为具有投票权的理事单位。加强工业操作系统与软件标准的制修订工作，鼓励有实力的单位牵头制定国际标准。建立操作系统与工业软件的国家评测与认证标准体系。

		2020年	2025年	2030年
需求		以云计算、物联网、大数据为代表的新一代信息技术与现代制造业深度融合，以推动产业转型升级		
		应对发达国家把控传统操作系统与工业软件核心技术，主导国际工业竞争话语权的现状		
目标	智能化互联产品和自主工业软件的工业互联网	基本形成中国工业软件技术标准与生态体系	绝大部分核心技术取得突破，形成自主可控的操作系统与工业软件及其标准体系	
		中低端市场占有率超过30%	自主工业软件市场占有率超过50%	
	工业操作系统及其应用软件	形成嵌入式操作系统的安全性、可信性以及性能的测评标准和规范		
		“跟随”国际产业发展，衔接“核高基”等重大专项形成的操作系统成果，构建可裁剪的工业基础软件平台	面向数字化产品与智能成套装备需求，重点研制高安全、高可信的实时工业操作系统	
重点产品	“云端”+“终端”工业大数据平台	实现与主流控制设备、CPU与总线协议的适配，并在此基础上研发出一套嵌入式软件接口、组态语言与集成开发环境		
		在重要关键领域推广应用		
		“比肩”国际产业前沿，面向终端与云端数据的交换融合与智能协同，研制设备端的嵌入式数据管理平台与实时数据智能处理系统	构建覆盖产品全生命周期和制造全业务活动的工业大数据平台	
	智慧工业云与制造业核心软件	开发云端具有海量处理能力的工业数据采集、存储、查询、分析与应用的工业数据处理软件栈	支持企业内部与外部、结构化与非结构化、同步与异步、动态与静态、设备与业务、实时与历史数据的整合集成与统一访问，实现“数据驱动”	
		“引领”国际产业方向，研发“互联网+”智慧工业云体系架构与标准体系	构建工业资源库（包括知识库、模型库、零件库、工艺库和标准库等）	
		面向“互联网+”制造生态，重构产品生命周期管理（CAD/CAE/CAPP/CAM/PLM）、企业资源规划（ERP）、供应链管理（SCM）和客户关系管理（CRM）等制造业核心软件，形成新型工业APP构件库	研制数据驱动的构件组合引擎，研制工业能源管理智能化软件与协同管控平台，构建“互联网+”智慧工业云，推动工业企业互联网化	形成跨行业的工业应用生态系统
重点领域工业应用软件	研制面向重点领域的全生命周期行业应用软件	突破面向产品创新开发、智能控制与分析优化、装备智能服务的智能行业应用软件		
工业基础资源库与标准化技术	构建与自主工业软件相配套的工业基础资源库接口标准化体系	研究工业基础资源库的分类标准		
		研究工业基础资源库的标准化评估与认证体系		
		布局适应中国制造环境特点的工业基础资源库架构与生态体系		
“端到端”的工业软件安全技术	研究控制系统安全、硬件安全、网络通信安全、系统安全、数据安全、信息与系统安全本质安全等技术			
	开发安全、高可信工业软件系统的安全标准、验证技术与认证体系			

关键共性技术	嵌入式操作系统技术	研发满足高安全、可信嵌入式操作系统需求的实时调度算法	
		操作系统对底层异构、复杂装备及其现场总线协议的适配技术	
		研究模型驱动的控制程序统一设计、开发、测试与发布技术	
	设备端智能化技术	研究小容量的嵌入式数据库系统，以及数据缓存与数据同步、交换技	
		研究终端的环境语义建模技术	
		实时数据动态采集、变频传输、视觉理解、单机智能分析与控制、区域协同等终端智能化新技术	
	工业大数据管理与分析技术	研发工业数据的实时采集、高吞吐量存储、数据压缩、数据索引、查询优化、数据缓存等关键技术	
		研究时空关联与机理模型下的数据质量检查与修复关键技术	
		研究前端装备实时数据与后台信息系统关系型数据的集成技术	突破工业大数据并行分析处理技术、机理模型建模技术、知识推理技术与仿真模型
	数据驱动的构件组合技术	研究行业垂直应用软件构件集开发和构件信息整合平台关键技术	
		研究通过制造资源数据、企业数据、行业数据和互联网数据等信息要素分析驱动的行业内、企业间快速反应，动态融合、优化资源利用效率	
	应用示范工程	“工业操作系统及其应用软件”应用示范	在航天、军工、船舶、能源、化工等安全关键领域，应用嵌入式操作系统以及应用软件
“工业大数据平台”应用示范		选择流程与离散行业龙头企业以及产业链开展“工业大数据平台”应用典范	
“智慧工业云与制造业核心软件”重点领域应用示范		选择我国战略必争和优势产业，兼顾集团型企业和中小型企业群，开展多层次跨行业应用示范	
战略支撑与保障建议	支持跨界产业联盟	以制造业企业为主体，鼓励相关企业加入工业应用云平台生态系统	
		开展跨领域资源和价值链整合，构建具有全球竞争力的工业生态系统	
	参与国际主流开源社区与构建国际标准体系	中国企业参与到估计主流开源社区的工作中，成为具有投票权的理事单位，掌握未来技术走向与软件事实标准的话语权	
加强工业操作系统与软件标准的研究和制修订工作，鼓励有实力的单位牵头制定国际标准			
建立操作系统与工业软件的国家评测与认证标准体系			

## 1.4 智能制造核心信息设备

智能制造核心信息设备是制造过程各个环节实现信息获取、实时通信和动态交互及决策分析和控制的关键基础设施。

智能制造核心信息设备主要包括智能制造基础通信设备、智能制造控制系统、新型工业传感器、制造物联网设备、仪器仪表和检测设备、制造信息安全保障产品。

### 1.4.1 需求

全球正在掀起以智能制造为核心的新一轮工业革命，我国制造业也正在加速向智能制造转型。

未来五年，我国的智能生产设施、数字化车间/工厂的升级改造速度将进一步加快，制造业对智能制造核心信息设备的需求也将大幅度增长。预计我国智能制造核心信息设备市场规模将以30%左右的增速持续增长。

### 1.4.2 目标

到2020年，基本建成智能制造核心信息设备标准体系，突破一批智能工业核心信息设备领域的核心关键技术，使我国的智能制造基础通信设备、工业控制设备、工业传感器、智能仪器仪表和检测设备、制造物联网设备、工业信息安全产品在国内得到规模化应用，国内市场的占有率达到40%以上，培育5家以上年收入超过100亿元的相关企业。

到2025年，建成自主可控、安全可靠、性能先进的智能制造核心信息设备产业生态体系和技术创新体系，国产智能制造核心信息设备在国内市场占据主导地位，国内市场的占有率达到

60%，总体技术水平达到国际先进水平。

### 1.4.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 智能制造基础通信设备

开发适应恶劣工业环境的高可靠、大容量、高速度、高质量的支持 IPv6 的高速工业交换机、高速工业无线路由器/中继器、工业级低功耗远距/近场通讯设备、快速自组网工业无线通讯设备、工业协议转换器/网关、工业通讯一致性检测设备 etc 工业通信网络基础设备，构建面向智能制造的高速、安全可靠的工业通信网络，为实现制造信息的互联互通奠定基础。

##### (2) 智能制造控制系统

开发支持具有现场总线通信功能的分布式控制系统（DCS）、可编程控制系统（PLC）、工控机系统（PAC）、嵌入式控制系统以及数据采集与监视控制系统（SCADA），提高智能制造自主安全可控的能力和水平。

##### (3) 新型工业传感器

开发具有数据存储和处理、自动补偿、通信功能的低功耗、高精度、高可靠的智能型光电传感器、智能型接近传感器、高分辨率视觉传感器、高精度流量传感器、车用惯性导航传感器（INS）、车用 DOMAIN 域控制器等新型工业传感器，以及分析仪器用高精度检测器，满足典型行业和领域的泛在信息采集的需求。

##### (4) 制造物联设备

大力发展 RFID 芯片和读写设备、工业便携/手持智能终端、工业物联网关、工业可穿戴设备，实现人、设备、环境与物料之间的互联互通和综合管理。

#### (5) 仪器仪表和检测设备

发展在线成分分析仪、在线无损检测装置、在线高精度三维数字超声波探伤仪、在线高精度非接触几何精度检测设备，实现智能制造过程中的质量信息采集和质量追溯。

#### (6) 制造信息安全保障产品

着力发展工业控制系统防火墙/网闸、容灾备份系统、主动防御系统、漏洞扫描工具、无线安全探测工具、入侵检测设备，提高智能制造信息安全保障能力。

## 2. 关键技术

### (1) 制造信息互联互通标准与接口技术

制订制造信息互联互通的技术标准，重点研究制订智能装备、数字化车间/工厂的技术标准和规范。研究制造信息互联互通的接口技术，提供设备与设备之间、设备与系统之间协议互操作整体框架、协议互操作服务接口定义，支持异构协议设备的互联互通与协同工作。

### (2) 工业传感器核心技术

研究传感器无线通信技术、传感器信号处理技术、传感器可靠性设计与试验技术、传感器精密制造与检测技术。

### (3) 人工智能技术

研究知识工程、情景感知、模式识别、自决策、自执行、可

视化等关键技术，提高智能制造核心信息设备的智能化水平。

#### (4) 增强现实技术

研究三维空间 RFID 注册定位技术、工业物联网信息三维空间建模、搜索、显示与交互技术。

### 1.4.4 战略支撑与保障

#### 1. 制订智能制造核心信息设备标准

加快制定智能制造标准化体系，研究制定制造信息互联互通与网络安全标准。重点支持智能装备、数字化车间/工厂等领域技术标准和规范的研制。

#### 2. 建立国家级智能制造核心信息设备联合实验室

支持相关单位联合筹建国家级智能制造核心信息设备实验室，加强智能制造核心信息设备关键技术和产品的研发，形成面向智能制造的专业解决方案。

	2020年	2025年	2030年
需求	以智能制造为核心的新一代工业革命释放出巨大的市场需求		
	满足国内两化深度融合、实现制造强国的战略需求		
	市场需求量年均增长30%以上	市场需求量年均增长25%以上	市场需求量年均增长20%以上
目标	建成智能制造核心信息设备标准体系	建成自主可控、安全可靠、性能先进的智能制造核心信息设备产业生态体系和技术创新体系	
	突破一批智能制造核心信息设备关键技术	重点行业领域核心信息技术设备全面实现国产化，国际市场占有率显著提高；制造业智能化、网络化、服务化和安全可控能力全面提升	
	智能制造基础通信设备、智能制造控制设备、传感设备、智能仪器仪表设备、工业信息安全产品、制造物联设备的国内市场占有率达到40%；培育5家以上年收入超过100亿元的相关企业	国产智能制造核心信息设备产品在国内市场占据主导地位，国内市场的占有率达到60%	
智能制造基础通信设备	支持IPv6的国产高速工业交换机性能显著提升	在制造领域实现推广应用	
	实现带宽500M以上的高速工业无线路由器/中继器批量生产及应用	实现带宽2G以上的高速工业无线路由器/中继器批量生产及应用	
	实现工业级低功耗远距/近场通讯设备批量生产	在数字化车间中得到广泛应用	
	实现快速自组网工业无线通讯设备批量生产	在数字化车间/工厂中得到广泛应用	
	支持工业多协议的转换器/网关实现规模生产和应用		
	工业通讯一致性检测设备国产化率达到50%	工业通讯一致性检测设备国产化率达到80%	



重点产品	智能制造控制系统	具有现场总线通信功能的高可靠、防侵入分散型控制系统（DCS）市场占有率超过50%	具有信息安全功能的高可靠、防侵入分散型控制系统（DCS）推广使用
		自主品牌的可编程控制系统（PLC）市场占有率达到10%	自主品牌的可编程控制系统（PLC）市场占有率达到20%
		中低端嵌入式控制系统在各制造领域里得到应用	中高端嵌入式控制系统在智能装备中普遍应用，在重点行业里基本实现国产化替代
		自主品牌的工控机系统（PAC）、数据采集与监视控制系统（SCADA）在国内市场占有率达到20%	自主PAC、SCADA等控制系统在国内市场占有率达到30%
	新型工业传感器	智能型光电传感器、智能型接近传感器、中低档视觉传感器、MEMS传感器及芯片、光纤传感器市场占有率达到20%	智能型光电传感器、智能型接近传感器的市场占有率达到40%，在智能产品、数字化车间/工厂领域得到广泛应用 高端智能传感器、高分辨率视觉传感器、高端MEMS传感器及芯片具备自主设计制造能力，并实现产业化
		实现车用惯性导航传感器（INS）、车用DOMAIN域控制器的大规模批量生产	在车联网领域得到广泛应用
	制造物联设备	实现RFID芯片和读写设备、工业便携/手持智能终端的大规模批量生产和应用	在数字化车间/工厂领域得到广泛应用
		实现工业可穿戴设备产品化	在研发设计、生产制造、设备维护等领域实现工业可穿戴设备大规模应用
	仪器仪表	智能仪表市场占有率达到25%	智能仪表市场占有率达到35%
		在线成分分析仪国内市场占有率达到20%	在线成分分析仪国内市场占有率达到40%
无线无损检测、非接触几何精度检测、高精度三维检测实现自主研发和使用		高端无损检测仪器、高精度几何检测设备、高精度三维探伤仪等实现产业化	
制造信息安全产品	工业控制系统防火墙/网闸的性能显著提升	国内市场占有率达到50%	
	容灾备份系统自主化率达到40%	容灾备份系统自主化率达到60%	
	实现主动防御系统、漏洞扫描工具、无线安全探测工具、入侵检测设备的大规模应用	建立云计算、物联网、大数据环境下的工业信息安全保障体系	
关键共性技术	制造信息互联互通标准与接口技术	制订制造信息互联互通的技术标准	
		重点研究制订智能装备、数字化车间、数字化工厂的技术标准和规范	
		研究制造信息互联互通的接口技术，提供设备与设备之间、设备与系统之间协议互操作整体框架、协议互操作服务接口定义	
	工业传感器核心技术	传感器无线通信技术、传感器信号处理技术	
		传感器可靠性设计与试验技术、传感器精密制造与检测技术	
	人工智能技术	知识工程技术、情景感知技术、模式识别技术	
自决策技术、自执行技术、可视化技术			
增强现实技术	三维空间RFID注册定位技术		
	工业物联网信息三维空间建模、搜索、显示与交互技术		
战略支撑与保障建议	制订智能制造核心信息设备标准		
	建立国家级智能制造核心信息设备联合实验室		

## 二、高档数控机床和机器人

### 2.1 高档数控机床与基础制造装备

高档数控机床是指具有高速、精密、智能、复合、多轴联动、网络通信等功能的数控机床，基础制造装备是制造各种机器和设备的装备之总称。高档数控机床与基础制造装备包括金属切削加工机床、特种加工机床、铸、锻、焊、热处理等热加工工艺装备、增材制造装备等，具有基础性、通用性、和战略性的特征。

#### 2.1.1 需求

我国已连续多年成为世界最大的机床装备生产国、消费国和进口国。未来十年，电子与通讯设备、航空航天装备、轨道交通装备、电力装备、汽车、船舶、工程机械与农业机械等重点产业的快速发展以及新材料、新技术的不断进步将对数控机床与基础装备提出新的战略性需求和转型挑战。对数控机床与基础制造装备的需求将由中低档向高档转变、由单机向包括机器人上下料和在线检测功能的制造单元和成套系统转变、由数字化向智能化转变、由通用机床向量体裁衣的个性化机床转变，电子与通讯设备制造装备将是新的需求热点。

#### 2.1.2 目标

到 2020 年，高档数控机床与基础制造装备国内市场占有率超过 70%，数控系统标准型、智能型国内市场占有率分别达到 60%、10%，主轴、丝杠、导轨等中高档功能部件国内市场占有率达到 50%；

到 2025 年，高档数控机床与基础制造装备国内市场占有率超

过 80%，其中用于汽车行业的机床装备平均无故障时间达到 2000 小时，精度保持性达到 5 年；数控系统标准型、智能型国内市场占有率分别达到 80%、30%；主轴、丝杠、导轨等中高档功能部件国内市场占有率达到 80%；高档数控机床与基础制造装备总体进入世界强国行列。

### **2.1.3 发展重点**

#### **1. 重点产品**

重点针对航空航天装备、汽车、电子信息设备等重点产业发展的需要，开发高档数控机床、先进成形装备及成组工艺生产线。

##### **(1) 电子信息设备加工装备**

重点开发 20000~60000 r/min 高速钻攻中心、五轴联动高速加工中心、PSA 贴敷机以及机器人化智能检测装配生产线等。

##### **(2) 航空航天装备大型结构件制造与装配装备**

重点开发铝/镁/钛/高温合金等难加工材料用多轴联动龙门数控铣床、五坐标蒙皮镜像加工机床, 机器人集群自动钻铆、复合材料自动铺丝/铺带、多维摩擦焊、超塑/扩散成形、精密控制热处理、结构疲劳及承载力测试装备、大飞机及大型火箭数字化总装等。

##### **(3) 航空发动机制造关键装备**

重点开发针对叶片、叶轮、涡轮盘、机匣、主轴等关键零部件加工用的精加工卧式加工中心、车铣中心、镗床、内外圆磨机床以及重载惯性摩擦焊、碾压成形、单晶铸造、高温真空热处理、

表面强化、激光微孔成形装备等。

#### **(4) 船舶及海洋工程装备关键制造装备**

重点开发船舶及海工高强钢板单面焊双面成形（FCB）、曲面分段柔性支撑、高功率激光复合焊、多点压力成形等平面、曲面分段流水线关键装备；大型柴油机缸体、曲轴、齿轮、叶片、海工齿条等先进加工成形工艺装备；水深超过 1000 米饱和潜水焊接装备等。

#### **(5) 轨道交通装备关键零部件成套加工装备**

重点开发铝镁合金/不锈钢车体的高效激光/搅拌摩擦焊新型装备，30 吨轴重重载电力机车核心制造装备、120Km/h 以上移动式高速焊轨设备, 时速 350Km/h 以上列车用齿轮、轴承、轮对、转向架、制动系统等轻量化加工成形成套装备等。

#### **(6) 汽车关键零部件加工成套装备及生产线**

重点开发汽车发动机/变速箱等高效加工/近净成形装备及成组工艺生产线；开发柴油高压共轨、汽车安全、低成本超高强钢/铝合金/碳纤维汽车零部件、新能源汽车机电耦合系统等产业化急需的高效加工与成形、在线检测与装配成套装备。

#### **(7) 汽车四大工艺总成生产线**

面向中高端车型，以超高强钢/铝合金/碳纤维轻质高强材料应用为方向，重点开发轻量化异种材质混合车身、基于国产机器人的伺服冲压/模压成形、高效连接（激光焊、铆、粘）、环保节能型涂装、数字化机器人装配等生产线。

#### **(8) 大容量电力装备制造装备**

重点开百万千瓦级核电主泵优质铸造、气轮机焊接转子制造成套装备、百万千瓦级水轮机转轮等机器人焊接成套装备、超高压输变电设备精密制造装备、数字化装配成套装备等。

### **(9) 工程及农业机械生产线**

重点研发工程和农业机械发动机、变速箱以及高压大流量液压系统的精密加工成形装备与成套生产线, 开发焊接、涂装、装配等基于机器人的生产线。

### **2. 增材制造装备**

重点突破具有系列原创技术的钛合金、高强合金钢、高强铝合金、高温合金、非金属工程材料与复合材料等高性能大型关键构件高效增材制造工艺、成套装备、专用材料及工程化关键技术, 发展激光、电子束、离子束及其它能源驱动的主流工艺装备; 攻克材料制备、打印头、智能软件等瓶颈, 打造产业链。

### **3. 高档数控系统**

重点开发多轴、多通道, 高精度插补、动态补偿和智能化编程、具有自监控、维护、优化、重组等功能的智能型数控系统; 提供标准化基础平台, 允许开发商、不同软硬件模块介入, 具有标准接口、模块化、可移植性、可扩展性及可互换性等功能的开放型数控系统。

### **4. 高性能功能部件**

重点开发 20000~40000r/min 高速电主轴、多轴联动主轴头、精密光栅、告诉高精度主轴轴承、1-2 级滚珠丝杠导轨、定位精度小于 6” 的转台等, 研发高性能功能部件精密加工、成形、

检测、装配成套装备。

## 5. 关键共性技术

### (1) 数字化协同设计及 3D/4D 全制造流程仿真技术

开展基于开放式网络、众创式协同创新设计以及面向装备产品全生命周期的数字化全流程建模与仿真技术。

### (2) 精密及超精密机床的可靠性及精度保持技术

研究高精度机床的可靠性和精度稳定性关键技术及推进路径，并建立可靠性及精度保持性大数据平台。

### (3) 复杂型面和难加工材料高效加工及成形技术

针对航空航天装备用难加工及复杂型面材料，研究高速、高效加工与先进成形技术。

### (4) 100%在线检测技术

基于机器视觉、非接触测量及灵巧机器人等先进技术，研究 100%在线检测技术。

## 2.1.4 应用示范工程

1. 国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”智能化升级工程

2. 航空航天高端制造装备应用示范工程

3. 汽车轻量化材质关键部件及总成新工艺装备应用示范工程

4. 舰船平面/曲面智能化加工流水线应用示范工程

## 2.1.5 战略支撑与保障

1. 建议组建国家数控机床共性技术协同创新中心，集中解决

数字化设计技术、动静热特性试验技术以及可靠性、精度保持性等制约性关键技术。

2. 建议组建国家先进成形工艺创新中心、推进制造工艺与制造装备的紧密结合。

		2020年	2025年
需求		电子信息设备、节能与新能源汽车、农业机械装备、高附加值船舶等产业对量大面广、高效、高可靠性高端机床及基础制造装备的迫切需求	
		战略性重大工程急需：军机跨越发展、民机快速发展、重型运载火箭、重大武器装备、载人航天与探月工程、高技术舰船等国家重大科技专项和重点工程对国产高端机床装备的迫切需求	
		新材料、新技术的不断进步及战略新兴产业培育壮大对机床装备产业提出新的战略需求和转型挑战	
		需求由中低档向高档转变、由单机向包括机器人上下料和在线检测功能的制造单元和成套系统转变、由数字化向智能化转变、由通用机床向量体裁衣的个性化机床转变	
目标		高档数控机床与基础制造装备国内市场占有率超过70%	高档数控机床与基础制造装备国内市场占有率超过80%，其中用于汽车行业的机床装备平均无故障时间达2000小时，精度保持性达到5年
		标准型、智能型数控系统国内市场占有率分别达到60%、10%	标准型、智能型数控系统国内市场占有率分别达到80%、30%
		主轴、丝杠、导轨等中高档功能部件及通用部件国内市场占有率达到50%	主轴、丝杠、导轨等中高档功能部件及通用部件国内市场占有率达到80%
			形成主机、数控系统和关键功能部件较完善的批量配套产业链，高档数控机床与基础制造装备总体进入世界强国行列
重点产品	电子信息产品高速精密加工装备	3C产品高速钻攻中心：3轴/4轴联动，3~6000r/min，移速度60~80m/min，单轴加速度1~2G	
		3C产品五轴联动高速加工中心：5轴以上联动，4~8000r/min，纳米精度轨迹插补技术	
		3C产品基于多工位加工机的PSA柔性生产线：输送精度±0.05mm，600片/小时及高速加工、精密在线检测、智能装配的数字化车间，节省现场80%以上的人力，降低产品不良率60%以上	
	航空航天大型结构件制造装备	五坐标蒙皮镜像加工机床：加工范围6000×2000mm，最小壁厚1.2mm，加工效率提高50%	大型五坐标AC双摆角强力翻板铣床：双工作台6000mm×2000mm，主轴扭矩1000NM
		32束以上碳纤维智能化铺放装备，尺寸大于3000×5000×300(mm)	
		2吨级钛合金高效加工热处理装备：加热区尺寸1200×2500×600(mm)，加工效率提升25%	200~400极多通道功率电传加载的整机结构承载和疲劳测试装备，整机测试效率提升60%
		大型运载火箭焊装及数字化对接总装装备：直径3~9m，总长30~100m火箭总装对接；定位精度：0.1mm；重复定位精度：0.05mm，控制系统分辨率：0.001mm	
	航空发动机制造装备	大尺寸高温合金单晶空心叶片精铸成套工艺装备，叶片合格率70%以上	超快激光微纳成形系列化装备：深径比30:1；10秒/孔（孔深2mm）；高精度：±1μm
		大型飞机发动机涡轮盘500吨级惯性摩擦焊装备	
		精加工和关键工序加工中的满足率：叶片和盘环90%，机匣件80%，整体叶盘50%；先进热成形装备满足率超过80%	
	船舶及海洋工程关键制造装备	万瓦级激光单面焊双面成形（FCB）平面/曲面智能焊接装备及柔性化分段流水线：焊接速度0.7~1.5m/min，高强度钢材厚度12~30mm，效率提升30%以上	
		水深超过1000米饱和潜水焊接装备及基于水液压驱动的深水作业装备	
船体曲面板智能多点成形、柔性伺服支撑及激光测量系统，覆盖钢板长×宽（12×15m）以上，实现手工到自动化智能化加工的转型，加工效率提升3倍以上			
大型船用低速柴油机机座、机架和汽缸体等关键部件的钻孔及镗铣复合加工机床：20000+1000mm；Y轴：6000mm；最大工件高度5000mm；主轴直径：200mm；主轴最大扭矩：10000Nm，MTBF不低于2500小时			
轨道交通关键部件制造装备	铝镁合金/不锈钢车体基于国产10KW以上激光器的智能激光焊接成套装备		
	350公里以上高铁重载齿轮箱精密加工及热成型成套装备，主加工设备MTBF不低于2000小时		
	30吨级以上大轴重机车重载转向架成形及高强度车体焊接装备，牵引力提高约20%		
		移动式大型铁路焊轨设备：最大自行速度120km/h，最大连挂速度150km/h	

汽车关键零部件加工成套生产线	年产50万台以上轿车用缸内直喷汽油发动机缸体、缸盖柔性生产线：缸体设备主轴转速 $\geq 10000\text{rpm}$ ，缸盖主轴转速 $\geq 15000\text{rpm}$ ；定位精度 $\leq 0.005\text{mm}$ ，重复定位精度 $\leq 0.002\text{mm}$
	年产100万套ABS/ESP精密加工及100%在线检测、智能装配柔性化生产线
	年产100万台，180MPa以上压力的柴油高压共轨系统精密加工及100%在线检测智能化装配生产线
	汽车关键零部件加工成形装备及成套生产线国产化率达到80%，核心设备的MTBF不低于2000小时
汽车四大工艺总成生产线	40000KN以上，15-20次/分钟大型伺服智能覆盖件冲压生产线
	20000KN以上，20-35次/分钟，工位数 $\geq 5$ 的大型多工位结构件冲压生产线
	适应5种车型以上、国产机器人50台以上，万瓦级激光器示范应用的柔性化车身智能焊接生产线
	Cpk值 $\geq 1.67$ 的汽车低成本碳纤维零部件快速树脂传递模压(RTM)成形、连接、涂装成套装备，其中模压工件节拍 $\leq 6$ 分钟
大容量电力产品制造装备	百万千瓦级核电主泵优质铸造成套装备，产品合格率达到80%以上
	百万千瓦级水轮机转轮等大型件机器人焊接成套装备，智能化焊接率达到70%，降低人工60%以上
工程及农业机械制造装备	工程机械和农业装备发动机（国5排放标准以上）、200-400马力变速箱关键零部件高效低成本加工及自动化装配检测成套装备
	35-50MPa高压泵/阀、马达及高频响电液伺服阀和比例阀，及其精密加工与智能化检测装配生产线，国产化配套率达到80%以上
	工程机械高强度钢臂大跨度龙门式10KW级激光—电弧复合焊接机器人工作站产业化应用，提高效率100%，节省人工60%
增材制造高端装备	铸造砂型增材制造装备-加工尺寸：2m*2m*1m，精度 $\pm 0.1\%$ ，效率提升3倍以上
	飞机发动机整体叶盘、涡轮盘的产品开发和小批量制造增材制造装备：最大直径1.5m以上；制造效率：2Kg/h；制造精度：0.5mm；连续工作300小时无故障；变形控制：1mm/300mm
	航空航天大型结构件3D打印增材成形装备：梁筋类长度大于3m，框架类投影面积大于4，制造效率5Kg/h以上；制造精度0.5mm以上，适应高温合金、钛合金等3种难加工材料，成形件强度达到锻件标准，实现航空航天等结构件工程化应用
	航天精密复杂件高精度四光束激光选区熔化增材制造装备：成形材料为钛合金或铝合金，成形精度钛合金优于 $30\mu\text{m}$ ，铝合金优于 $40\mu\text{m}$ ；成形件的表面粗糙度可达Ra6-15 $\mu\text{m}$ ，成形件的相对致密度达到100%，通过装弹验证
	高温合金超细粉末等离子旋转雾化制粉设备：粒度5-50 $\mu\text{m}$ ；效率提升60%
	钛合金增材制造材料：D50 $< 30\mu\text{m}$ ，粉末流动性 $< 50\text{s}/50\text{g}$ ；含氧量 $< 1500\text{ppm}$
数控系统	开放型数控系统：提供标准化基础平台，允许开发商、不同软硬件模块介入，具有标准接口、模块化、可移植性、可扩展性及可互换性等功能，支持温度、振动、RFID等传感器接入；具有网络化接口，支持无线与移动互联设备接入；支持DNC管理功能
	智能型数控系统：实现多轴、多通道，纳米插补、超前预读、小线段高速精密插补数控加工技术；具备双轴同步控制、低转矩波动和高过载能力的伺服电机优化、转矩波动抑制、电机损耗和温升抑制、刀具空间长度补偿(RTCP)等功能；具有自适应加工、刀具寿命管理、工件在位测量，虚拟现实加工仿真以及自监控、维护、优化、重组等功能
关键功能部件	系列化铣头、动力头等用高速电主轴：2~40000r/min，功率5~100KW
	滚珠丝杠：运动速度120m/min；DN值 $> 150000$ ；精度P1级，精度寿命20000h
	高端摆角铣头和回转工作台：摆角定位精度小于 $8''$ ，转台定位精度小于 $6''$
	攻克主轴、导轨、转台、卡盘、刀库、刀架等精密加工成形成套装备，加工、装配和检测效率提高30%以上
关键共性技术	数字化协同设计及3D/4D全制造流程仿真技术
	精密及超精密机床的可靠性及精度保持技术
	复杂型面和难加工材料的高效精密加工成形技术
	100%在线精密检测技术
应用示范工程	国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”智能化升级工程
	航空航天高端制造装备应用示范工程
	汽车轻量化多材质关键部件及总成新工艺装备应用示范工程
	舰船FCB平/曲面智能化流水线应用示范工程
战略支撑与保障建议	建议组建国家数控机床共性技术创新中心，集中解决数字化设计技术、试验技术以及可靠性、精度保持性等制约性关键技术
	建议组建国家先进成形工艺创新中心，加速新型工艺技术和智能制造技术的融合创新，推进基于成组工艺的智能化生产线、数字化工厂集成创新



## 2.2 机器人

机器人是一种半自主或全自主工作的机器，集现代制造技术、新型材料技术和信息控制技术为一体，是智能制造的代表性产品。机器人包括在制造环境下应用的工业机器人和非制造环境下应用的服务机器人两大类。其中，服务机器人根据应用环境不同又分为应用于家庭或直接服务于人的个人/家用服务机器人和应用于特殊环境的专业服务机器人。

### 2.2.1 需求

近年来，我国机器人市场快速发展。2014 年，中国工业机器人销量达到 5.6 万台，成为全球第一大工业机器人市场。养老助残、救灾救援、公共安全等多种型号服务机器人已经开始进入示范应用，清洁机器人、两轮自平衡车和模型无人机等家用服务机器人已经进入消费市场。预计到 2020 年工业机器人销量将达到 15 万台，保有量达到 80 万台；到 2025 年工业机器人销量将达到 26 万台，保有量达到 180 万台。

### 2.2.2 目标

2020 年，基本建成以市场为导向、企业为主体、产学研用紧密结合的机器人产业体系。自主品牌工业机器人国内市场占有率达到 50%，国产关键零部件国内市场占有率达到 50%，产品平均无故障时间（MTBF）达到 8 万小时；服务机器人在养老、康复、社会服务、救灾救援等领域实现小批量生产及应用；新一代机器人的核心技术取得突破；培育出 2-3 家年产万台以上、产值规模超过百亿元、具有国际竞争力的龙头企业，打造出 5-8 个机器人

配套产业集群。

2025年，形成完善的机器人产业体系，机器人研发、制造及系统集成能力力争达到世界先进水平。自主品牌工业机器人国内市场占有率达到70%以上，国产关键零部件国内市场占有率达到70%，产品主要技术指标达到国外同类水平，平均无故障时间达到国际先进水平；服务机器人实现大批量规模生产，在人民生活、社会服务和国防建设中开始普及应用，部分产品实现出口；新一代机器人样机研制成功，并实现一定规模的示范应用；有1-2家企业进入世界前五名。

### 2.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 工业机器人

实现多关节工业机器人、并联机器人、移动机器人的本体开发及批量生产，使国产工业机器人在焊接、搬运、喷涂、加工、装配、检测、清洁生产等方面的实现规模化集成应用。

##### (2) 服务机器人

重点开发养老助残、家政服务、社会公共服务、教育娱乐等消费服务领域机器人；重点开发医疗康复机器人、空间机器人、救援机器人、能源安全机器人、无人机等特种机器人。

##### (3) 新一代机器人

积极研发能够满足智能制造需求，特别是与小批量定制、个性化制造、柔性制造相适应的，可以完成动态、复杂作业使命，可以与人类协同作业的新一代机器人。

## 2. 关键零部件

### (1) 机器人专用摆线针轮减速器

传动精度和回差小于 1 角分，传动效率大于 80%，噪音小于 75 分贝，温升小于 45° C，寿命大于 6000 小时，额定输出转矩 100-6000Nm，加速度转矩 200-12000Nm，瞬时加速转矩 500-30000Nm。

### (2) 谐波减速器

传动精度和回差小于 1 角分，传动效率大于 80%，允许最高输入转速 6000 转/分，寿命大于 10000 小时，额定输出转矩 4-500Nm，加速度转矩 8-1100Nm，瞬时加速转矩 16-2200Nm。

### (3) 高速高性能机器人控制器

通讯方式：高速总线接口，控制轴数为 8 轴，插补周期小于 1 毫秒。

### (4) 伺服驱动器

供电电压 220V-380V，连续输出电流 1-50A，过载能力：2 倍过载持续 1 秒、3 倍过载持续 0.5 秒、5 倍过载持续 0.3 秒，空载速度环带宽：600Hz 以上，通讯方式 CAN、EtherCAT、PowerLink 总线接口。

### (5) 高精度机器人专用伺服电机

供电电压 220V-380V，功率 0.1-15KW，过载能力：2 倍过载持续 1.5 秒、3 倍过载持续 0.8 秒、5 倍过载持续 0.5 秒，转速 1500-6000rpm，额定输出扭矩 0.32-32Nm，峰值扭矩 1.6-160Nm。

### (6) 传感器

重点开发关节位置、力矩、视觉、触觉、光敏、高频测量、激光位移等传感器，满足国内机器人产业的应用需求。

### 3. 关键共性技术

#### (1) 整机技术

以机器人的系列化设计和批量化制造，提高机器人产品的控制性能、人机交互性能和可靠性性能，提高机器人负载/自重比、人机协作安全为目标，分阶段开展关键共性技术攻关。

#### (2) 部件技术

以突破机器人关键零部件、满足国内市场应用，满足与人协作型机器人的关键部件需求，满足新型机器人关键部件需求为目标，分阶段开展关键共性技术攻关。

#### (3) 集成应用技术

以提升机器人任务重构、偏差自适应调整的能力，提高机器人在人机共存环境中完成复杂任务的能力，促进机器人融入人类生活为目标，分阶段开展关键共性技术攻关。

## 2.2.4 应用示范工程

### 1. 机器人关键零部件研制及应用示范工程

支持减速器、控制器、伺服电机及驱动器、传感器等关键零部件的研制及产业化应用。

### 2. 工业机器人核心技术研究及应用示范工程

支持工业机器人核心技术、多工业机器人协作技术及智能工业机器人技术研究，并按照细分行业推进示范应用。

### 3. 服务机器人技术研究及应用示范工程

重点支持医疗、康复、养老、助残、救援等社会公共服务机器人的研制，创造良好社会和政策环境，推进国产产品的示范应用。

#### 4. 机器人人才培养示范工程

加强机器人相关专业学科建设，加强多学科交叉整合，加强国际交流与学习，加快引进海外高端人才，设立机器人教学示范点，培养基础人才。

### 2.2.5 战略支撑和保障

1. 编制机器人专项规划，支持和推动机器人自主创新能力建设和自主品牌建设，对产业发展具有带动性或突出贡献的企业或项目给予奖励，落实《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2015-2017年）》对工业机器人关键技术产业化项目的支持。

2. 建议建立国家机器人协同创新中心，开展机器人共性技术和关键技术研究。

3. 建立国家机器人检测与评定中心，实现机器人及其关键零部件性能检测能力，及可靠性和安全性能评价能力，推广机器人评价、认证体系。

4. 加强机器人基础共性标准、关键技术标准和重点应用标准的研究制定，积极参与国际标准化工作。

	2020年	2025年	2030年
需求	预计2020年工业机器人销量达到15万台，保有量达到80万台	预计2025年工业机器人销量达到26万台，保有量达到180万台	预计2030年工业机器人销量达到40万台，保有量达到350万台
	各领域对生产设备数字化、标准化、模块化、网络化的需求	各领域对高决策力、高智能化成套生产设备和高柔性制造系统的需求	
	随着技术进步、消费水平提升，用于公共安全、救灾救援、教育娱乐的服务机器人需求增速逐渐加快		
	社会进入加速老龄化阶段，全社会对家政服务、养老助残、康复护理机器人的需求增长迅速		
目标	自主品牌工业机器人国内市场占有率达到50%	自主品牌工业机器人国内市场占有率达到70%以上	
	关键零部件的国产化率达到50%以上	关键零部件的国产化率达到80%以上	
	产品平均无故障时间(MTBF)达到8万小时	产品平均无故障时间达到国际先进水平	
	自主品牌服务机器人实现小批量生产及应用	自主品牌服务机器人实现产业化及普及应用	自主品牌服务机器人达到国际先进水平
	培育出2-3家年产万台以上、产值规模超过百亿元、具有国际竞争力的龙头企业	有1-2家企业进入世界前五行列	
	速度、载荷、精度、自重比等主要技术指标达到国外同类水平	主要技术指标达到国际一流水平	
	新一代机器人的核心技术取得突破	新一代机器人样机研制成功，进入示范应用	新一代机器人实现小批量生产及应用
重点产品	国产焊接机器人在汽车、工程机械、船舶、石化、农机等行业大批量应用	国产智能焊接机器人实现产业化并批量应用	
	国产搬运机器人在汽车、家电、食品、医药、物流等行业大批量应用	国产搬运机器人实现柔性控制与碰撞检测及人机协同作业；整体小型化、灵活化	
	国产喷涂机器人在汽车、家具、船舶、航空航天等行业实现大批量应用	国产喷涂机器人具备实时检测、自主规划喷涂路径的能力；能够实现工件的无人化、绿色化涂装生产	
	国产加工机器人在航空、汽车、木制品、塑料制品、食品等领域实现批量应用	国产智能加工机器人在制造业实现打磨、抛光、钻削、铣削等工序的广泛应用	
	国产装配机器人在汽车、电气、电子等行业市场占有率达到30%	智能装配、协作装配技术取得突破；国产装配机器人在航空航天、仪器制造等行业市场占有率达到60%	
	国产检测机器人在食品、汽车、航空航天等领域大批量应用	国产检测机器人应用领域进一步拓展	
	国产洁净机器人在IC装备、平板显示领域国内市场占有率达到70%	国产洁净机械手及成套洁净传输生产线占国内市场的一半以上	
	家庭服务机器人具备家居环境自主认知、自主移动、与互联网及“智能家电”相结合、指令语言理解等功能，可代替人从事简单家务劳动	家庭服务机器人具备移动与多功能手臂结合、灵活安全作业、自主学习、初步自然语言理解等功能，可代替人从事比较复杂的家务劳动	家庭服务机器人具备类人操作、与人共用工具、与人自然交互(语言)等功能
	智能轮椅、护理床等养老助残机器人化逐步产品化，并实现示范应用	多功能手臂与智能轮椅、护理床等结合，可实现生理信号监测、初步自然语言理解，逐步实现规模化应用，可穿戴智能假肢开始实用化	实现完全可穿戴行为辅助、人意图理解、与人自然交互等功能，养老助残机器人逐步产业化
	通用机械臂与多自由度灵巧手术工具结合，仿人结构的上肢、下肢、手指康复机器人等医疗康复机器人逐步产品化	体内手术工具向软体、多手指方向发展，体内靶向移动、操作机器人开始临床应用，生机电融合的康复机器人开始临床应用	软体、多手指、体内移动操作机器人开始产业化，医疗机器人与医学影像系统相融合，医疗康复机器人向个性化自主操作发展
无人机实现预编程控制、动平台起降、静态环境适应能力，以及小型化、大载荷能力	无人机自主能力进一步提高，动态环境适应能力增强，仿生飞行器取得明显进展	无人机环境适应能力进一步增强，可实现多机合作，仿生飞行器开始产业化、规模化应用	
关键零部件	机器人用摆线针轮减速器		
	精密谐波减速器		
		新型传动(驱动)机构和新型驱动材料	
	基于总线的高性能机器人控制器		
	网络化、智能型机器人控制器		
	高精度伺服电机		
	高功率密度伺服电机		
	高性能机器人专用伺服驱动器		
	直驱电机		
	关节位置、力矩传感器		
视觉传感器、触觉传感器、六维力/力矩传感器、光敏传感器			
高频测量传感器、激光位移传感器			

关键 共性 技术	整机技术	目标：机器人系列化、批量化设计制造 本体优化设计及性能评估技术，机器人系列化标准化设计技术，机器人批量化生产制造技术，快速标定和误差修正技术，机器人系统软件平台	目标：可与人协作的机器人本体 高速高精度控制及性能提升技术，冗余自由度机器人规划及控制技术，人机友好交互技术，机器人全生命周期可靠性技术，机器人动力学建模及实时解算，通用的机器人操作系统平台软件	目标：低成本、人机协作安全的机器人本体 面向紧密人机合作的高负载自重比/轻量化机器人本体技术，面向人机安全协作的柔顺关节技术，本质安全的机器人本体技术
	部件技术	目标：机器人关键部件性能达到国际水平 高性能高功率密度伺服电机设计制造技术，高性能/高精度机器人专用减速器设计制造技术，开放式/跨平台机器人专用控制（软件）技术，变负载高性能伺服控制技术	目标：与人协作型机器人的关键部件 高集成度一体化关节设计技术，多自由度集成关节技术，轻型液压驱动技术，三维视觉感知与建模技术，多轴驱控一体化和多轴驱动模块技术	目标：新型机器人关键部件 人工皮肤传感器技术，人肌肉驱动技术，机电/脑电人体意图传感技术，仿生材料、智能驱动材料，复杂物体抓持的仿生灵巧手的构型设计与操作技术
	集成应用技术	目标：机器人任务重构、偏差自适应调整 基于智能传感器的智能控制技术，远程故障诊断及维护技术，基于末端力检测的力控制及应用技术，快速编程和智能示教技术，生产线快速标定技术，视觉识别/定位及应用技术，离线编程与仿真技术，	目标：机器人在人机共存环境中完成复杂任务 非结构环境下的移动作业机器人导航/定位技术，动态不确定环境下机器人操作定位误差补偿技术，人机友好交互技术，人体运动意图识别，多机器人网络化/集群协调控制技术，机器人本体柔顺性控制技术，机器人反应式行为在线重规划，人机协调力控制技术，人机安全保障技术	目标：机器人融入人类生活 人机自然交互技术，机器人自主学习人类技能技术，机器人智能自主发育技术，机器人认知与学习等智能控制技术
应用示范工程	机器人关键零部件研制及应用示范工程			
	工业机器人核心技术研究及行业应用示范工程	多工业机器人协作技术研究及应用示范工程	智能机器人技术研究及应用示范工程	
	医疗、康复、养老、助残、救援等服务机器人技术研究及应用示范工程			
	机器人人才培养示范工程			
战略支撑 与保障建议	编制机器人专项规划，落实专项行动计划，支持机器人技术创新和产业化能力建设			
	建议建立国家机器人协同创新中心			
	建立国家机器人检测与评定中心，推广机器人评价、认证体系			
	加强机器人设计、制造标准及重点应用标准的研究制订			

## 三、航空航天装备

### 3.1 飞机

飞机是为国民经济、社会发展和人民交通出行服务的空中运载工具，主要包括干线飞机、支线飞机、通用飞机、直升机和无人机等。

#### 3.1.1 需求

航空运输和通用航空服务需求的不断增长为飞机制造业发展创造了广阔的市场空间。预计未来 10 年，全球将需要干线飞机 1.2 万架、支线飞机 0.27 万架、通用飞机 1.83 万架、直升机 1.2 万架，总价值约 2 万亿美元；同时，随着我国空域管理改革和低空空域开放的推进，国内通用飞机、直升机和无人机市场巨大。

#### 3.1.2 目标

2020 年，民用飞机产业年营业收入超过 1000 亿元；150 座级单通道干线飞机完成研制、生产和交付；干线飞机交付量占国内市场份额 5%以上，涡桨支线飞机交付量占全球市场份额 5~10%，通用飞机和直升机交付量占全球市场份额分别达到 20%和 10%。

2025 年，民用飞机产业年营业收入超过 2000 亿元；280 座级双通道干线飞机完成研制、生产和交付；干线飞机交付量占国内市场份额 10%以上，涡桨支线飞机交付量占全球市场份额 10~



20%，通用飞机和直升机交付量占全球市场份额分别达到 40%和 15%。

### 3.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 干线飞机

——单通道干线飞机

130-200 座级、单通道、高亚声速、中短途运输机。

——双通道干线飞机

250-350 座级、双通道、高亚声速、中远程运输机。

##### (2) 支线飞机

——先进涡扇支线飞机

70-120 座级中短途涡扇运输机。

——涡桨支线飞机

50-60 座级短途涡桨运输机。

——先进 70 座级涡桨支线飞机

70 座级短途涡桨运输机。

##### (3) 通用飞机

——公务机

大、中、小型涡扇公务机，中、轻型（涡桨公务机）。

——多用途飞机

最大起飞重量 1 吨左右，用于培训、娱乐、空中测绘等作业。

——特种飞机

最大起飞重量 50 吨左右，用于救援/灭火、森林防护、水上运输等作业。

——现有产品改进改型

对包括运-12F 在内的现有产品进行座舱增压、气动优化、更换发动机、提升最大巡航速度和升限、提升舒适性等改进。

#### (4) 直升机

——重型直升机

最大起飞重量 30-40 吨，主要用于消防、设备物资吊运及安装、应急救援、陆上/海上执法等领域。

——先进中型多用途直升机

最大起飞重量 7 吨，载客 16 名。

——先进轻型双发直升机

最大起飞重量 3-4 吨，载客 8 名。

——现有产品改进改型

对 1 吨级轻型活塞单发直升机、2 吨级轻型民用直升机、4 吨级双发多用途直升机和 13 吨级大型民用运输直升机等现有产品实施综合改进，提高使用寿命、可靠性和产品质量。

## (5) 无人机

开发不同级别的固定翼和旋翼类无人机，突破微型任务载荷、自主导航、自适应控制、感知与规避、高可靠通信、适航及空域管理等关键技术，逐步提高无人机的可靠性和安全水平，满足边境巡逻、治安反恐、农林作业、地图测绘、管线监测与维修、应急救援、摄影娱乐等各类应用需求。

## 2. 关键共性技术

### (1) 绿色环保飞行器综合设计与验证技术

采用多学科优化、新概念布局等手段进行高效、环保飞行器设计与验证，实现未来低油耗、低排放、低噪声绿色飞行。

### (2) 飞行器复合材料典型主体结构设计、制造与验证技术

研究并突破热固性树脂基复合材料应用到机翼、机身等主体结构所需的设计分析、制造工艺、试验验证等关键技术。

### (3) 大型轻量化整体及高强金属结构制造技术

以机身壁板、机翼壁板以及起落架、框梁肋等部件为主要对象，重点开展钛合金、铝合金、铝锂合金、高强钢等金属结构的制造工艺研究。

### (4) 高舒适直升机动力学设计与验证技术

通过对动载荷、传动路径和机体响应的综合分析和设计，降低直升机的振动水平，提升直升机的可靠性和舒适性。

### (5) 健康监测、智能维护系统与客户产品支援综合集成应

用技术

形成集单机和机群的飞行状态数据、部件故障数据、寿命预测、机队管理、地面运营为一体的综合健康管理系统集成技术体系。

### 3.1.4 应用示范工程

#### 1. 基于网络的设计/制造/服务一体化示范工程

在完善现有异地协同设计制造平台的基础上，建立具备大数据分析/云计算处理能力的不同层次设计优化及产品全寿命健康管理中心，实现制造全过程和使用全寿命的管理。

#### 2. 飞机智能制造示范工程

开展飞机、直升机智能制造技术集成应用示范，提升智能化，到 2020 年建设典型大部件智能加工与装配示范线；到 2025 年建设若干大部件智能生产示范车间。

#### 3. 复合材料大部件高效低成本制造示范工程

开展大型复合材料机身和机翼高效低成本制造工艺和装备的开发、应用与试验一体化示范，形成先进研制与生产能力。

#### 4. 民用飞机技术集成飞行验证应用示范工程

构建民用飞机技术集成飞行验证平台，掌握民机技术综合评估与飞行验证方法，加速民机技术成熟，形成我国民用飞机集成验证能力。

#### 5. 民用飞机示范运营工程

以“让航空公司愿意用、航班机组愿意飞、广大乘客愿意坐”

为原则，分别开展干线飞机、支线飞机和通用飞机的示范运营和设计优化，不断提升产品性能、日利用率和签派率，提高航线适应性和竞争力。

### 3.1.5 战略支撑与保障

#### 1. 加强民用航空器标准规范和适航能力建设

建立以市场为导向、以企业为主体的开放式民用航空器标准规范体系，大力推进民用航空标准化创新，着力解决民用航空器研制的核心技术标准和基础标准问题；提高适航审定和验证能力，增加审定机构和人员，提高审定和验证技术，拓展国际双边适航，满足民机工业发展需要。

#### 2. 制定通用飞机发展纲要，成立行业联合会

制定我国通用飞机发展纲要和配套政策，加大力度促进国产通用飞机工业发展；同时，成立通用航空制造业协会，引导通用航空产业快速健康发展。

#### 3. 支持国产民机市场营销和服务保障体系建设

建设完整的民机营销和服务保障体系，增强我国民机产业的国际竞争力、扩大外贸出口。

#### 4. 鼓励发展国产专用关键工艺装备，提高保障能力

制订航空专用工艺装备发展规划，重点关注特殊的、关键的、买不到的工艺装备；对国产航空专用工艺装备研制实行特殊政策支持。

	2020年	2025年	2030年	
<b>需求</b>	全球将需要干线飞机1.2万架、支线飞机0.27万架、通用飞机1.83万架、直升机1.2万架，总价值约2万亿美元 随着空域开放不断推进，国内通用飞机、直升机和无人机市场巨大			
<b>目标</b>	民用飞机产业营业收入超过1000亿元 150座级单通道干线飞机完成研制和交付 国产干线飞机交付量占国内市场份额5%以上 涡桨支线飞机交付量占全球市场份额5~10% 通用飞机交付量占全球市场份额接近20% 直升机交付量占全球市场份额接近10%			
<b>重点产品</b>	<b>干线飞机</b>	150座级单通道飞机基本型完成研制交付	150座级单通道飞机实现批量交付和系列化发展	根据市场需求改型升级或开展新一代研制
		280座级双通道飞机基本型完成研制交付		280座级双通道飞机实现批量交付和系列化发展
	<b>支线飞机</b>	先进涡扇支线飞机实现批量交付和系列化发展	先进涡扇支线飞机精品型完成研制	视情开展新一代涡扇支线飞机研制
		涡桨支线飞机实现批量交付	涡桨支线飞机市场适应性改型和系列化发展	
		先进70座级涡桨支线飞机完成研制交付	先进70座级涡桨支线飞机实现批量交付	先进70座级涡桨支线飞机改型和系列化发展
	<b>通用飞机</b>	大型涡扇商务机完成研制交付	大型涡扇商务机改进改型	
		轻型涡桨商务机交付并批产	细分市场再定位，启动适应性改型和系列化发展	
		先进初级教练机完成研制交付	产业化发展，拓展私人客户	
		大型水陆两栖飞机交付	大型水陆两栖飞机系列化发展	研制具有3米抗浪能力的两栖飞机
		运12F涡桨增压飞机研制交付	8吨级涡桨增压飞机改进改型	
	<b>直升机</b>	重型直升机完成研制交付	重型直升机改进改型和系列化发展	
		先进轻型双发直升机完成研制交付	先进轻型双发直升机实现批量交付	先进轻型双发直升机改进改型
		先进中型多用途直升机完成研制交付	先进中型多用途直升机实现批量交付	先进中型多用途直升机改进改型
			1吨级、2吨级、4吨级、13吨级现有产品综合改进改型	
	<b>无人机</b>	无人机在边境巡逻、治安反恐、农林作业、地图测绘、管线监测与维修、应急救援、摄影娱乐等领域大量应用		
	<b>关键共性技术</b>	大型飞机机翼综合效率达到波音787水平	民用飞机二氧化碳、氮氧化物排放、噪声等指标满足当时适航标准	
完成典型复合材料结构全尺寸试验件的设计、制造和验证		实现大型民航复合材料用量超过50%		
建成大型金属结构数字化制造生产线		融合智能化制造理念，进一步提升大型金属结构加工的质量和效率		
直升机振动水平在0.1g以下，内部噪声水平在85~90分贝		直升机振动水平在0.05g以下，内部噪声水平在70~80分贝		
突破飞行器健康管理瓶颈技术，实现在新研装备上初步应用		提高健康管理的智能化、综合化水平，建立以网络为中心的智能化服务保障体系		
<b>应用示范工程</b>	完善异地协同设计/制造平台	建立产品全寿命健康管理中心，实现制造全过程和使用全寿命的管理		
	建设典型大部件智能加工与装配示范线	建设若干大部件智能生产示范车间		
	开展复合材料大部件高效低成本制造工艺和装备的开发、应用与试验一体化示范			
	民用飞机技术集成飞行验证应用示范工程			
	支线飞机和通用飞机示范运营	干线飞机示范运营		
<b>战略支撑与保障建议</b>	建立以市场为导向、以企业为主体的开放式民用飞机标准规范体系，提高适航审定和验证能力，增加审定机构和人员，拓展国际双边适航			
	制定通用飞机发展纲要，成立通用飞机制造商协会			
	建成相对完善的国产民机市场营销和服务保障体系			
	制订航空专用工艺装备发展规划，对国产航空专用工艺装备研制实行特殊的政策扶持			

## 3.2 航空发动机

航空发动机产业是指涡扇/涡喷发动机、涡轴/涡桨发动机和传动系统以及航空活塞发动机的集研发、生产、维修保障服务的一体化产业集群。航空发动机产业链长，覆盖面广，对国民经济和科技发展有着巨大带动作用。

### 3.2.1 需求

未来十年全球涡扇/涡喷发动机累计需求总量将超 7.36 万台，总价值超 4160 亿美元；涡轴发动机累计需求总量超 3.4 万台，总价值超 190 亿美元；涡桨发动机累计需求总量超 1.6 万台，总价值超 150 亿美元；活塞发动机累计需求总量超 3.3 万台，占 60%以上通飞动力市场，总价值约 30 亿美元。同时，国内干线客机对大型涡扇发动机的市场累计需求总量超 6000 台，总价值超 500 亿美元，而低空空域的开放也将进一步刺激通用飞机对涡轴、活塞等发动机的需求量。

### 3.2.2 目标

2020 年，CJ-1000A 完成型号研制；1000kgf 级涡扇、1000kW 级涡轴等完成论证和型号研制；航空活塞发动机实现产业化；部分产品开始抢占国内飞机市场，开拓售后服务市场，进一步扩大中国航空发动机产业。

2025 年，CJ-1000A 商业服役；1000kgf 级涡扇、1000kW 级

涡轴等重点产品完成适航取证；5000kW 级涡桨等完成型号研制。实现自主研制的首型先进大型民用涡扇发动机在国内商业服役，使中国航空发动机产业进入世界第一梯队。

### 3.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 大涵道比大型涡扇发动机

CJ-1000A 涡扇发动机，用于国产干线客机 C919。

宽体客机涡扇发动机，用于中俄联合研制的宽体客机。

##### (2) 中/小型涡扇/涡喷发动机

7000-11000kgf 级齿轮传动涡扇发动机，用于喷气支线飞机。

5000kgf 级涡扇发动机，用于喷气支线飞机或公务机。

1000kgf 级小型涡扇发动机，用于 7-8 座轻型公务机。

##### (3) 中/大功率涡轴发动机

1000kW 级涡轴发动机，用于新型 5 吨级直升机。

8000kW 级大功率涡轴发动机，保障未来重型直升机需求。

##### (4) 大功率涡桨发动机

5000kW 级涡桨发动机，用于未来涡桨支线客机及中小型运输机。

##### (5) 航空活塞发动机

200kW 航空活塞发动机，重油、航空生物燃料等安全低碳燃料，功重比大于 3，耗油率不大于 235g/kWh，直联输出活塞发动机，用于轻型通用飞机和无人机。



## 2. 关键零部件

### (1) 先进大涵道比风扇系统

宽弦弯掠设计的钛合金/树脂基复合材料风扇和复合材料风扇机匣，涵道比 $>8$ ，级压比达到 1.6。

### (2) 先进高级压比高压压气机

级数 9-11、压比 $>20$  的多级轴流式高压压气机。

### (3) 先进低污染燃烧室

出口温度 $>1700\text{K}$ ，满足国际民航组织 CAEP/8 的  $\text{CO}_x$ 、UHC、 $\text{NO}_x$  和烟排放要求。

### (4) 单晶/陶瓷基复合材料高压涡轮叶片

单晶/陶瓷基复合材料，耐温能力 $>1700\text{K}$ ，效率 $>0.91$ ，2 级总膨胀比 $>4.8$ 。

### (5) 先进健康管理系统

含状态监视、故障诊断与处理、故障预测和寿命管理，能显著提高任务安全性和可靠性，并降低寿命周期成本。

### (6) 先进高性能长寿命传动系统

含长寿命重载轴承、高功率减速器和高转速传动系统，转速 $>20000\text{rpm}$ ，轴承  $\text{TBO}>5000$  小时，最大传递功率 $>3000\text{kW}$ ，减速器最大功率 $>15000\text{kW}$ 。

### (7) 先进全权限数字电子控制系统

飞行/推进综合主动控制，耐温能力 $>220^\circ\text{C}$ ，系统成本降低 50%-60%。

## 3. 关键共性技术

### (1) 先进总体设计及验证技术

含先进航空动力总体设计与集成验证技术，飞发一体化设计与验证技术等。

### (2) 高效高稳定裕度压缩系统技术

含低噪声大尺寸风扇/增压级技术，轴流/离心/组合压气机技术，高速螺旋桨/桨扇系统技术等。

### (3) 高性能、低排放燃烧室技术

含高热容环形/回流燃烧室技术，陶瓷基复合材料燃烧室技术，低排放组织燃烧技术、长寿命火焰筒技术等。

### (4) 高负荷、高效率、长寿命涡轮技术

含单晶/陶瓷基复合材料涡轮叶片技术，无导叶对转涡轮技术，变转速动力/低压涡轮技术等。

### (5) 先进航空发动机设计/试验/综合维护保障技术

含先进信息化技术，以及设计/试验/制造/维护保障一体化平台技术等。

### (6) 航空发动机关键件再制造技术

含涡轮叶片、涡轮盘等关键件再制造、无损检测、涂层恢复技术，再制造/设计制造共用技术等。

## 3.2.4 应用示范工程

### 1. 航空发动机集成验证技术应用示范工程

形成航空发动机整机试验体系，建设整机地面试验台、高空试验台、飞行试验台等共性平台，以应用于航空发动机集成验证

示范。

### 2. 航空发动机先进材料与制造应用示范工程

形成先进材料与制造研发体系，建设钛合金、高温合金、先进复合材料等的绿色制造、精确制造和智能制造的研发与验证体系，推广在航空发动机行业的应用，以满足研制周期和经济可承受性需求。

### 3. 商用航空发动机运营示范工程

开展商用航空发动机适航取证和运营示范，不断提升产品性能和安全性，提高航空发动机市场竞争力，以满足航空公司和乘客的需求。

### 4. 航空发动机智能化生产线示范工程

运用数字化、信息化、智能化技术升级发动机生产线，实现设计、制造数字化交互协同，建成典型航空发动机产品的智能化生产线，具备敏捷制造和柔性制造能力，满足航空发动机快速研发和智能生产的需求。

### 5. 航空发动机关键件再制造示范工程

利用先进的表面工程等再制造技术，实施航空发动机涡轮叶片、涡轮盘等关键件再制造，建立航空发动机再制造与设计制造的反哺互动机制，研发攻关发动机再制造关键专用装备。

## 3.2.5 战略支撑与保障

1. 加强航空发动机发展顶层规划，尽快实施航空发动机重大专项，为航空发动机产业战略升级奠定基础。

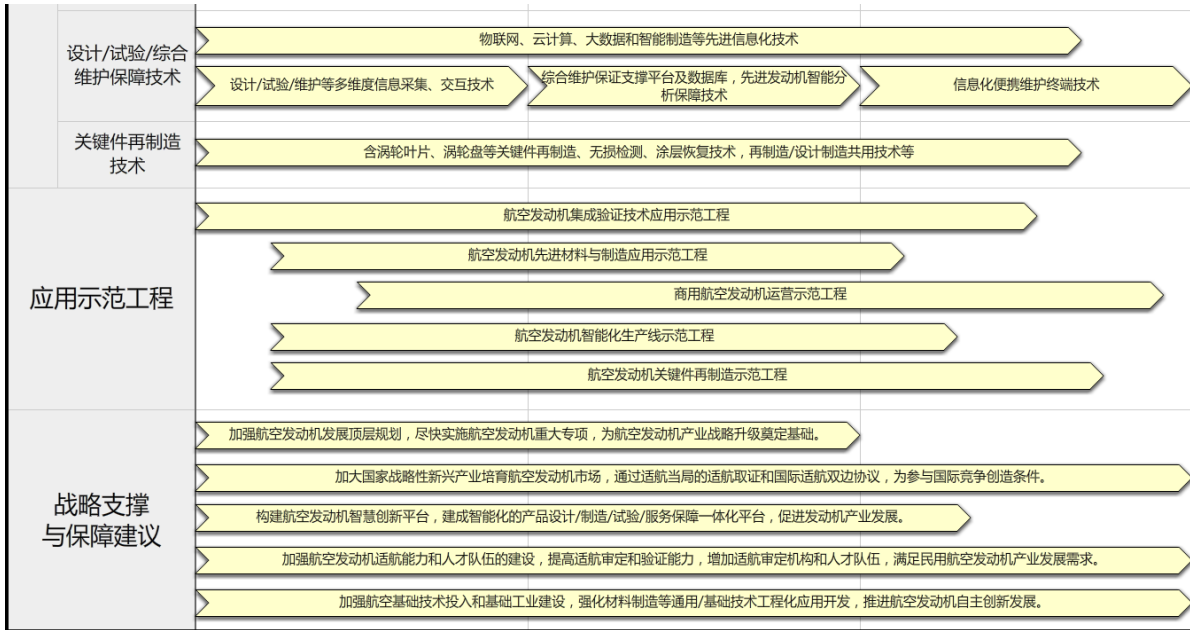
2. 加大国家战略性新兴产业来培育航空发动机市场,通过适航当局的适航取证和国际适航双边协议,为国产航空发动机参与国际竞争创造条件。

3. 构建航空发动机智慧创新平台,建成智能化的产品设计/制造/试验/服务保障一体化平台,促进发动机产业发展。

4. 加强航空发动机适航能力和人才队伍的建设,提高适航审定和验证能力,增加适航审定机构和人才队伍,满足民用航空发动机产业发展需求。

5. 加强航空基础技术投入和基础工业建设,强化材料制造等通用/基础技术工程化应用开发,推进航空发动机自主创新发展。

		2020年	2025年	2030年
需求		涡扇/涡喷累计需求总量超3.34万台, 总值超2000亿美元	涡扇/涡喷累计需求总量超4.02万台, 总值超2160亿美元	
		涡轴累计需求总量超1.7万台, 总值超94亿美元	涡轴累计需求总量超1.7万台, 总值超96亿美元	
		涡桨累计需求总量超8000台, 总值超70亿美元	涡桨累计需求总量超8000台, 总值超80亿美元	
		航空活塞累计需求总量超1.6万台, 总值约15亿美元	航空活塞累计需求总量超1.7万台, 占60%通飞动力市场, 总值超15亿美元	
		国内干线客机对涡扇发动机累计需求总量超2500台, 总值超200亿美元	国内干线客机对涡扇发动机累计需求总量超3500台, 总值超300亿美元, 低空开放刺激涡轴、活塞需求	
目标		CJ-1000A完成型号研制	CJ-1000A商业服役	
		1000kg级涡扇、1000kW级涡轴等适航取证	1000kg级涡扇、1000kW级涡轴等投入市场	
		航空活塞产业化发展	5000kW级涡桨型号研制	
		部分产品抢占国内市场, 开拓售后服务市场	首型自主研发大型民用涡扇国内服役	
		进一步扩大中国航空发动机产业	中国航空发动机产业进入世界第一梯队	
重点产品	大涵道比大型涡扇发动机	CJ-1000A型号研制	CJ-1000A商业运营	CJ-1000A改型发展
		CJ-2000关键技术研究	CJ-2000验证机研制	CJ-2000型号研制
	中小型涡扇/涡喷发动机	7000~11000kg级GTF验证机研制		7000~11000kg级GTF型号研制
		5000kg级涡扇验证机研制	5000kg级涡扇型号研制	5000kg级涡扇投入市场并改型发展
		1000kg级涡扇适航取证		1000kg级涡扇投入市场并改进发展
	中/大功率涡轴发动机	1000kW级涡轴适航取证		1000kW级涡轴投入市场并改进发展
	8000kW涡轴验证机研制		8000kW涡轴验证机研制	
大功率涡桨发动机	5000kW级涡桨验证机研制	5000kW级涡桨适航取证	投入市场并改型发展	
航空活塞发动机	200kW活塞适航取证		200kW活塞系列发展, 形成产业规模	
关键零部件		钛合金风扇叶片部件和整机验证	树脂基复合材料风扇叶片部件和整机验证	树脂基复合材料风扇系统验证
		10级压比超过20高压压气机整机验证		11级压比超过25高压压气机部件验证
		先进低污染燃烧室部件和整机验证	陶瓷基复合材料燃烧室部件验证	陶瓷基复合材料燃烧室部件服役
		镍基单晶合金高压涡轮叶片整机验证	陶瓷基复合材料高压涡轮叶片部件验证	陶瓷基复合材料高压涡轮叶片整机验证
		先进健康管理系統整机验证		主动综合控制的健康管理系統和整机验证
		15000kW减速器和1200小时TBO传动部件验证	15000kW减速器和1200小时TBO传动系統整机验证	20000kW减速器和5000小时TBO传动系統整机验证
		第三代FADEC整机验证	突破分布式控制系统关键技术	分布式控制系统完成系統验证
关键共性技术	先进总体设计及验证技术	先进燃气涡轮发动机总体设计与集成验证	GTF等新型发动机总体设计与集成验证	新概念动力总体设计与集成验证
		先进涡扇/涡轴/涡桨飞/发一体化设计与验证		下一代航空发动机飞/发一体化设计与验证
	高效高稳定裕度压缩系统技术	涵道比8一级低噪声大尺寸风扇/增压级技术		涵道比10一级低噪声大尺寸风扇/增压级技术
		轴流(10级)/离心(2级)压气机技术	轴流(10级)/组合压气机技术	10级以上轴流压气机技术
		活塞发动机高速螺旋桨技术	涡桨发动机高速螺旋桨技术	先进桨扇系统技术
	高性能、低排放燃烧室技术	高温升环形/回流燃烧室技术	低排放组织燃烧技术	长寿命火焰筒技术
	高负荷、高效率、长寿命涡轮技术	大功率气冷单晶涡轮叶片技术	复合冷却单晶涡轮叶片技术	陶瓷基复合材料涡轮叶片技术
		含导叶涡轮技术	无导叶对转涡轮技术	
	定转速动力/低压涡轮技术	变转速动力/低压涡轮技术		



### 3.3 航空机载设备与系统

航空机载设备与系统及配套包括航空电子、飞行控制和航空机电系统以及航空材料和元器件等配套产业。航空机载设备与系统及配套是提高国产飞机性能、实现航空工业自主创新、形成航空产业竞争力的重要保障。

#### 3.3.1 需求

国内外各类在研、在产、在役的飞机、直升机型号对航空机载设备与系统及配套需求强烈。未来十年国内仅干、支线客机所配套的机载设备与系统产值规模就将达到 8000 亿人民币。

#### 3.3.2 目标

2020 年初步建立“系统、设备和器件”三个层次的航空设备与系统配套体系；建立长期、稳固、高质量和可信赖的航空材料和元器件配套体系和完整的产业链。

2025 年实现国内干、支线飞机机载产品市场占有率 30%；通用飞机机载产品市场占有率 50%；在关键航空机载设备与系统领域培养若干个系统级供应商；实现航空材料和元器件自主保障。

### 3.3.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 航电系统

###### ——综合处理与网络系统

具备面向机载系统具备 150 个以上应用分区的综合处理与重构功能；具备多种信息智能采集与输出功能，远端接口单元可动态配置；具备高速安全网络功能，实现开放式网络架构。

###### ——综合导航系统

含大气数据惯性参考单元，具备卫星导航、无线电导航功能。

###### ——座舱显控系统

具备飞行、导航、发动机参数和飞机状态信息的显示以及人机交互功能，并提供机组告警功能。

###### ——机载维护系统

具备状态监测、故障检测与隔离以及趋势分析等功能，健康评估模型的预测逼真度不低于 80%。

###### ——通信系统

具备甚高频通信、高频通信、选择呼叫、卫星通信、数据链通信、音频综合、无线电调谐、应急定位发射、驾驶舱门监视等功能。



## (2) 飞控系统

### ——主飞行控制系统

具备主动控制功能，掌握主动侧杆技术；部分操纵面采用电作动器；实现主飞控、自动飞行、高升力一体化系统综合的能力。

### ——高升力系统

实现先进高升力系统装备国产干、支线客机；研制出采用分布式驱动、自适应等新技术的高升力系统。

## (3) 机电系统

### ——液压系统

实现基于 35MPa 的高压系统设计，实现分布式液压系统国产民用飞机的应用。

### ——电力系统

实现宽变频交流电源系统，分布式自动配电，单通道功率等级大于 250kVA。

### ——环控系统

实现三轮升压式高压除水制冷系统装备国产运输机，掌握四轮升压式环控系统技术，研制出电动环控系统。

### ——辅助动力系统

具备起动/发电一体化功能，实现多电型组合动力装置装机应用。

### ——客舱设备

掌握水/废水系统压力供水、真空冲洗技术，实现水/废水系统在民机上装机应用。

### ——货运系统

实现集装箱式系统在货运型飞机上的应用，实现滑毯式系统在客用型飞机货舱的应用。

## 2. 航空关键元器件

### (1) 显示组件

研制出适用于机载条件下的高可靠性、大容量显示以及有机发光二极管显示器；研制出并应用数字像源等新型机载显示组件。

### (2) 惯性器件

研制出高精度谐振式光子晶体光纤陀螺；开展冷原子陀螺技术研究。

### (3) 大功率电力器件

实现 20kW 大功率无刷电机和 20kW 开关磁阻电机工程化应用；掌握碳化硅二极管与 JFET/MOSFET 芯片的封装、测试与筛选技术。

### (4) 航空专用传感器

提高油液、气体、温度、压力等航空传感器的监测精度和可靠性；研发基于新型敏感材料、新型封装材料、新型导电材料等新材料的传感器。

### (5) 智能蒙皮微机电系统

针对柔性机翼和智能蒙皮的需要，开展相关微机电系统技术研究和集成验证。

### 3. 关键共性技术

#### (1) 航电系统总体设计技术

包括民机航电系统的需求分析和定义，面向未来大型客机的航电系统概念方案，基于模型驱动的航电自动化设计平台。

#### (2) 综合模块化航电系统（IMA）技术

包括综合模块化航电系统的体系架构设计，模块化航电系统的评估与仿真，综合模块化航电系统原理样机，面向 IMA 的机载综合处理与网络系统演示验证技术。

#### (3) 综合飞行控制系统技术

包括主飞控、自动飞行控制、高升力一体化设计与验证技术，飞控计算机分区与隔离技术，先进控制律设计技术。

#### (4) 多电体系下机电系统技术

包括适应多电飞机的电源供电体系和规范，高可靠、容错的配电技术，多电体系下辅助动力系统技术，绿色电滑行技术，低能耗容错机电作动技术。

#### (5) 民机非推进能量体系技术

包括全机能量分配与优化技术，非推进能量体系架构方案，民机非推进能量体系建模与仿真技术。

### 3.3.4 应用示范工程

#### 1. 航空机载设备与系统智能制造示范工程

2018 年前，构建由航空电子和机电系统骨干单位为示范的多类生产单元的集成智能制造体系；2025 年推广到 40~50 家企事业单位，从而达到与国际主流的航空系统供应商相当的制造能力。

#### 2. 航空机载系统集成验证技术应用示范工程

建设航空机载系统集成验证平台，突破航空机载系统架构组织一致性与符合性评估技术，掌握航空机载系统综合评估与验证方法，实现航空机载系统和各项技术协同验证，形成我国飞机航空机载系统集成能力。

#### 3. 航空机载设备与系统绿色制造技术应用示范工程

响应国家环境保护要求，开展绿色制造技术分析和应用研究，替代有毒、有害、高污染和高能耗的传统制造工艺技术，为建设“资源节约型，环境友好型”的企业提供保障。

### 3.3.5 战略支撑与保障

#### 1. 建议成立国家机载设备与系统重点实验室

通过机载设备与系统重点实验室，加大投入力度，加强基础研究和关键技术预先研究，实现技术跨越式发展，全面提升我国航空机载设备与系统技术能力。

#### 2. 实施航空机载设备与系统国家级专项计划

通过实施机载设备与系统国家级专项计划，加强航空机载设备与系统适航认证工作，研制满足国内外适航规定的机载系统，并培育系统级供应商，为国际和国内民机提供系统级的货架产品。

		2020年	2025年	2030年	
需求		国内在研/在产/在役型号机载产品及配套 (C919、MA60/600/700、ARJ21、Y12、AC311/313、“小鹰”500、“海鸥”300、“蛟龙”600等型号)			
		大型宽体客机机载设备与系统及配套			
目标		国内干线飞机机载产品市场占有率20%	国内干线飞机机载产品市场占有率30%		
		国内通用飞机机载产品市场占有率25%	国内通用飞机机载产品市场占有率30%		
		初步建立“系统、设备和器件”三个层次的配套体系和完整的产业链	培养若干航空机载设备与系统的系统级供应商，实现自主保障		
		具备参与宽体客机竞标的技术能力	航空机载设备与系统取得适航认证，技术能力与国外供应商比肩		
重点产品	航电系统	综合处理与网络系统	实现150个以上应用分区的综合处理与重构功能	实现多种信息智能采集与输出	
		综合导航系统	实现高速安全网络功能与开放式网络架构		
		座舱显示系统	具备大气数据惯性参考单元、卫星导航、无线电导航功能		
		机载维护系统	具备飞行、导航、发动机参数和飞机状态信息的显示以及人机交互功能		
		通信系统	提供机组告警功能		
	机电系统	主飞控系统	具备状态监测、故障检测和隔离、趋势分析等功能	健康评估模型预测逼真度≥80%	
		高升力系统	甚高频通信、高频通信、选择呼叫、卫星通信、数据链通信、维护内话、音频综合、无线电调谐、应急定位发射、驾驶舱门监视		
		液压系统	实现三轴电传飞控	实现功率电传技术	研发光传飞控系统
		电力系统	具备主动控制功能	实现主动侧杆技术	
		环控系统	先进高升力系统装备国产干、支线客机		
机电系统	液控系统	实现基于35MPa的高压系统设计	实现分布式高升力系统	研发自适应高升力系统	
	环控系统	实现115V、宽变频交流电源系统	具备分布式自动配电功能	实现智能配电技术	
	环控系统	单通道功率>120kVA	单通道功率>250kVA		
	环控系统	三轮升压式高压除水制冷系统装备国产运输机	掌握四轮升压式环控系统技术		
	环控系统	完成电动环控系统研制及装机应用			
机电系统	辅助动力系统	具备启动/发电一体化功能	多电机组合动力装置装机应用	热管理型组合动力装置装机应用	
	客舱设备	掌握水/废水系统压力供水、真空冲洗技术	实现水/废水系统在民机上装机应用		
	货运系统	集装箱货运系统	滑轨式货运系统		
		重型直升机货运系统			

航空 关键 元器 件	显示组件	高可信、大容量显示、OLED、数字像源	大屏、高分辨率、高清晰度、低功耗的显示组件	
		拓展人机智能交互组件的应用和领域		
	惯性器件	谐振式光子晶体光纤陀螺	冷原子陀螺技术研究	突破冷原子陀螺制造技术
		实现20kW大功率无刷电机和20kW开关磁阻电机工程化应用		
	大功率电力器件	250°C/1200V/50A碳化硅肖特基二极管	450°C/2000V/1000A 碳化硅二极管与JFET/MOSFET的芯片	550°C/3000V/2000A 碳化硅二极管与IGBT
		提高监测精度和长期可靠性	基于新型敏感材料、新型封装材料、新型导电材料 等新材料的传感器	实现光纤传感器研制及工程化应用
智能蒙皮 微机电系统	通过飞机蒙皮及其动态构型，改变飞机气动布局，精细化改善飞机机动能力			
关键 技术	航电系统 总体设计技术	民机航电系统的需求分析和定义		
		面向未来大型客机的机载系统概念方案		
		基于模型驱动的航电自动化设计平台		
	综合模块化 航电系统设计	综合模块化航电系统的体系架构设计		
		模块化航电系统的评估与仿真		
		综合模块化航电系统原理样机		
	综合飞行 控制系统技术	面向IMA的机载综合处理与网络系统演示验证技术		
		主飞控、自动飞行控制、高升力一体化设计与验证技术		
		飞控计算机分区与隔离技术		先进控制律设计技术
	多电体系下 机电系统技术	适应多电飞机的电源供电体系和规范		
		高可靠、容错的配电技术		多电体系下辅助动力系统技术
		绿色电滑技术		
民机非推进 能量体系技术	全机能量分配与优化技术			
	非推进能量体系架构方案研究			
	民机非推进能量体系建模与仿真技术			
应用示范工程	航空机载设备与系统智能制造示范工程			
	航空机载系统集成验证技术应用示范工程	航空机载设备与系统绿色制造技术应用示范工程		
战略支撑 与保障建议	建议成立国家机载设备与系统重点实验室			
	实施航空机载设备与系统国家级专项计划			

### 3.4 航天装备

航天装备主要指运载火箭，卫星、飞船、深空探测器等空间飞行器，以及相关地面设备等。航天装备水平是代表一国航天能力的核心标志，也是衡量国家综合国力的重要标志之一。

#### 3.4.1 需求

航天发展事关国家战略利益与安全，卫星应用已经成为国家创新管理、保护资源环境、提供普遍信息服务以及培育新兴产业不可或缺的手段，2013 年我国卫星应用产值超过 1000 亿元，预计 2020 年将达到 5000 亿元，2025 年近 1 万亿元。全面建设小康社会、建设创新型国家对发展先进航天装备，保障进入空间、探索和利用空间资源的能力提出了更高、更广泛的需求。

#### 3.4.2 目标

2020 年，形成新一代运载火箭型谱，基本建成主体功能完备的国家民用空间基础设施，满足我国各领域主要业务需求，完成载人航天与探月工程三步走任务，空间信息应用自主保障率达到 60%以上，形成较完善的卫星及应用产业链。

2025 年，建成高效、安全、适应性强的航天运输体系，布局合理、全球覆盖、高效运行的国家民用空间基础设施，形成长期稳定高效的空应用服务体系，具备行星际探测能力，空间信息应用自主保障率达到 80%，产业化发展达到国际先进水平。

### 3.4.3 发展重点

#### 1. 重点产品和重大航天工程

##### (1) 运载火箭

完成新一代无毒、无污染长征系列运载火箭研制，2016 年实现长征五号运载火箭首飞，2020 年前后完成新一代中型运载火箭研制，突破重型运载火箭关键技术，2025 年完成重型运载火箭地面试验验证，提升我国自主进入空间的能力。

##### (2) 国家民用空间基础设施

建设由卫星遥感系统、卫星通信广播系统、卫星导航定位系统等天地一体化系统构成的自主开放、安全可靠、长期连续稳定运行的国家民用空间基础设施。

卫星遥感系统重点发展陆地观测、海洋观测、大气观测三个卫星系列，逐步形成高、中、低空间分辨率合理配置、多种观测手段优化组合的综合高效全球观测能力。

卫星通信广播系统发展固定通信广播、移动通信广播和数据中继三个卫星系列，逐步覆盖全球主要地区，并与地面通信网络融合。

卫星导航定位系统在北斗区域导航系统基础上，继续发射组网建成北斗全球卫星导航系统，形成全球服务能力。

##### (3) 空间宽带互联网

建设天基骨干传输网、天基移动宽带接入网和地面节点网，开发商用应用终端，形成网络互联、全球覆盖、宽带服务和移动



保障的卫星通信系统，与地面宽带网络、第五代移动通信系统等互联融合，形成我国自主的空天地一体化信息网络。

#### （4）在轨维护与服务系统

建设在轨服务与维护系统，形成轨道救援、故障修复、在轨装配与加工能力。

#### （5）载人航天与探月工程

推进载人航天与探月工程。根据载人航天“三步走”战略，2020年前后初步完成空间站建设；根据探月工程“绕、落、回”三期工程计划，研制月球采样返回器，2020年前后实现月球取样返回。

开展载人航天与探月工程后续方案论证和工程实施。完成空间站建设，全面掌握大型空间设施的建造和运行、维护、扩展技术。发展新一代部分可重复使用、低成本的载人天地往返运输系统，提升载人进入太空和空间服务等核心能力，推进空间资源开发利用的商业化。

#### （6）深空探测

研制深空探测器、建立深空探测工程技术体系，以火星探测为重点，逐步实施小行星、木星系等探测任务，2021年实现火星着陆巡视探测。

## 2. 关键技术

### （1）大推力火箭发动机及重型运载火箭技术

突破大推力火箭发动机、重型运载火箭总体设计、大直径箭

体结构研制、大型运载火箭试验验证等一系列重大关键技术。

#### (2) 天地一体化系统及组网技术

发展天地一体化系统设计与集成、星座组网、卫星编队飞行、卫星载荷一体化、卫星网络与地面网络无缝连接、大容量空间链路等关键技术。

#### (3) 长寿命、高可靠、高定位精度先进卫星平台技术

突破高稳定、高定位精度、大承载和强敏捷遥感卫星平台技术，高功率、大容量、长寿命先进通信广播卫星平台技术，发展先进敏捷平台、超静平台、下一代大型地球同步轨道公用平台、高可靠全电推平台等。

#### (4) 高性能、新型有效载荷技术

发展高分辨率、高精度、高可靠的光学、微波、激光及综合探测等遥感有效载荷技术，高功率、大天线、多波束先进卫星通信有效载荷技术，高精度新型导航卫星载荷与自主定轨技术，以及深空探测先进载荷等其他新型有效载荷技术。

#### (5) 载人航天及在轨维护与服务关键技术

突破航天员长期在轨健康生存和高效工作、近地空间站组合体建造、航天器部件在轨 3D 打印、空间智能机器人、人机协同空间设施建造与在轨维护服务等关键技术。

#### (6) 深空探测关键技术

发展行星际轨道设计、深空测控通信、高精度自主导航与控制、高速再入小型返回器、高效能源与推进技术、行星探测特殊空间环境适应性与试验技术等深空探测关键技术。

### 3. 应用示范工程

开展行业、区域、产业化、国际化及科学技术发展等多层面的卫星遥感、通信、导航综合应用示范，加强空间信息资源共享以及与新一代信息技术融合应用，并积极推进空间信息的全面应用。

1. 资源环境和生态保护领域的卫星综合应用示范工程。为资源环境动态监测预警、评估治理以及重大国情国力调查等提供及时、准确的空间信息服务。

2. 防灾减灾与应急响应卫星综合应用示范工程。围绕重特大自然灾害监测预警、应急响应、综合评估和灾后重建等重大任务，开展典型灾害区域综合应用示范。

3. 城镇化、区域及跨区域卫星综合应用示范工程。开展新型城镇化布局、区域及主体功能区建设、“智慧城市”及“智慧交通”等卫星综合应用示范。

4. 行业及大众应用示范工程。结合重点行业卫星应用需求以及大众应用需求，开展卫星应用示范和推广。

5. 边远地区信息惠民卫星综合应用示范工程。面向边远地区可持续发展和普惠服务需求，开展通信、文化教育、医疗、位置服务等卫星综合应用示范。

#### 3.4.4 战略支撑和保障

1. 推进航天法制定，完善国家航天政策、数据政策和航天产品定价机制，鼓励社会资本进入卫星通信广播及商业卫星遥感等

领域，支持发展基于自主卫星的终端产品及应用。

2. 推进航天数字化、网络化、智能化，建立适应航天产品多品种小批量特点、设计制造协同的数字化、网络化、智能化制造集成体系。

3. 实施航天自主可控工程，突破航天 SoC/SiP、KW/MW 级高功率微波器部件及新型高功率太赫兹器件、高端 MEMS 器件等宇航级高可靠元器件，高性能碳纤维材料、（超）大规格铝合金材料、高性能聚合物纤维、变形高温合金等关键原材料等瓶颈制约，提升航天产品自主保障能力。

4. 建立“主承包商—子承包商—供应商”分工与供应链协作体系，建立开放协同的航天供应链与产业链。

	2020年	2025年
需求	2020年卫星应用产业产值预计达5000亿元	2025年卫星应用产业产值预计超过1万亿元
	完善运载火箭型谱，满足无污染、低成本、短周期、高密度发射及高运载能力需求	
	宽带、多媒体固定与移动卫星通信需求	天地一体化宽带互联安全通信网络需求
	卫星导航亚米级高精度定位需求	卫星导航厘米、毫米级精确定位需求
	多尺度、多种观测手段、高定位精度、高时间分辨率卫星遥感需求	
	高清晰、快速反应、低成本、多样化和个性化空间信息服务需求	
	地球系统科学、空间科学及基础研究发展需求	
目标	形成新一代运载火箭型谱	建成高效、灵活、安全的航天运输体系
	基本建成主体功能完备的国家民用空间基础设施，满足我国及周边地区主要服务需求	建成布局合理、全球覆盖、高效运行的空间基础设施，形成长期稳定高效的空间应用服务体系
	完成载人航天与探月工程三步走任务	初步具备行星际探测能力
	空间信息应用自给率达到60%以上，建立较为完善的卫星应用产业链	空间信息应用自给率达到80%以上，卫星及应用产业达到国际先进水平
运载火箭	完成新一代大中型运载火箭研制进入实用	完善新一代运载火箭型谱，提升研制生产能力
	开展重型运载火箭方案论证与关键技术攻关	完成大推力火箭发动机研制、完成重型运载火箭初样研制与地面试验验证

重点产品及航天工程	国家民用空间基础设施	发展大容量宽带通信卫星系统	发展新一代广播电视传输卫星和超大容量宽带通信卫星系统
		发展区域卫星移动通信系统	发展新一代卫星移动通信系统、卫星移动多媒体通信系统
		建成北斗全球导航定位系统及重大导航地面基础设施	提升北斗全球系统卫星及服务能力
		发展涵盖全色、多光谱、高光谱、微波等数据源的卫星遥感基础设施	发展更高分辨率、新型光学和雷达观测手段 提升卫星遥感基础设施系统能力
		重点完成一站多星、海量数据处理及集成融合等技术及地面设备升级改造等任务	建设形成天地一体化协同、全球数据及时获取、接收和处理能力
	空间宽带互联网	建设天基骨干传输网、天基移动宽带接入网，连接地面宽带网络、第五代移动通信网络	
		初步建具备全球通信能力的天基通信系统，发展商业终端，实现对全球重点区域的通信互联服务	逐步建具备全球常态化通信能力的天基通信系统，形成与新一代移动通信网和互联网相互融合的空天地一体化信息网络
	在轨维护与服务	在轨维护与服务系统关键技术攻关与试验验证	研制建设在轨维护与服务系统基本型，初步形成轨道救援、故障恢复、在轨装配与加工能力
	载人航天与深空探测	完成载人航天工程第三步任务，初步建成长期有人照料的空间站	完成空间站建设； 发展新一代可重复使用、低成本载人天地往返运输系统； 推进载人航天与月球探测后续工程
		研制月球采样返回器，实现探月工程第三步月球采样返回任务	
		载人航天与探月后续工程方案论证与预先研究	
		研制深空探测器，建立深空探测技术体系，开展行星际探测，实现火星着陆巡视探测	推进行星巡视探测
	关键共性技术	大推力火箭发动机及重型运载火箭技术	
		卫星长寿命高可靠技术	
天地一体化系统、星载一体化、卫星组网技术			
微皮纳卫星平台技术		全电推平台技术	
敏捷平台技术		下一代大型地球同步轨道公用平台	
超静平台技术			
大功率合成、大功率多波束形成技术		大型多口径多波束天线、宽带转发器功率动态调配技术	
星载数字化信号处理技术		大型可展开网状天线、大动态范围星间链路技术	
卫星导航多系统兼容互操作可交换技术，卫星网络与地面网络无缝连接、大容量空间链路技术		高精度导航载荷和自主定轨技术	
高分辨率敏捷成像技术			
多波速激光测量技术		一体化大功率激光探测技术	
可见红外高光谱一体化成像技术、高轨中分辨率多波段成像技术			
高轨SAR成像、L波段差分干涉测量技术		深空多谱段多模式成像等探测技术	
航天员长期在轨技术		长周期可循环生命保障技术	
近地空间站组合体建造技术		航天器部件在轨3D打印、空间智能机器人技术	
行星际轨道设计、深空测控通信、自主导航与控制、高速再入小型返回器、高效能源与推进等关键技术			
应用示范工程		资源、环境和生态保护领域的典型卫星综合应用示范	
		防灾减灾与应急响应卫星综合应用示范	
	城镇化、区域、跨区域综合应用示范		
	行业及大众卫星应用示范		
	边远地区信息惠民卫星综合应用示范		
战略支撑与保障建议	边远地区信息惠民卫星综合应用示范		
	完善航天政策，制定国家数据政策，落实航天产业化、商业化发展政策；推进重点行业和区域卫星应用示范	建立和完善标准规范体系；建立区域化、商业化的空间信息服务体系，大力开展综合性卫星应用示范，积极促进大众应用，拓展全球服务	
	强化导航定位授时与遥感、移动通信、互联网等的深度融合，形成长期持续稳定的空间信息服务能力，广泛开展全球服务		
	发展满足航天需求的智能装备和智能技术，推进数字化、网络化、智能化制造技术在航天装备制造领域的创新应用		
	变革研制生产模式，推进资源优化重组	建立形成数字化、网络化、智能化制造集成体系	
	实施航天自主可控工程，突破宇航级高可靠元器件、关键原材料等瓶颈制约		
建立“主承包商-子承包商-供应商”分工与供应链协作体系，建立开放协同的航天供应链与产业链			

## 四. 海洋工程装备及高技术船舶

### 4.1 海洋工程装备及高技术船舶

海洋工程装备及高技术船舶是人类开发、利用和保护海洋矿产资源、海洋可再生能源、海洋化学资源、海洋生物资源和海洋空间资源等海洋资源以及海上运输活动的主要载体和手段。海洋工程装备及高技术船舶制造业是我国战略性新兴产业的重要组成部分，是发展海洋经济的先导性产业。

#### 4.1.1 需求

新世纪以来，我国海洋工程装备及船舶制造业取得了长足发展：2010年以来，我国造船三大指标连续五年保持世界第一；2014年，我国海洋油气工程装备新接订单数量及总额列居世界第一；海洋可再生资源开发装备、以及海水淡化和综合利用、海洋观测、海洋生物开发等方面的装备均取得了一定发展。未来随着极地航道的开通，极地、深海等资源开发需求的不断增强，海洋食品、海洋新能源、海洋采矿等新兴行业不断成为经济新锐领域，海事安全与环保要求的日益严格，海洋权益维护形势的日益紧迫，海洋工程装备及高技术船舶需求将进一步扩大。预计到2020年世界海洋工程装备及高技术船舶市场需求约1700亿美元；到2025年市场需求将增加至2600亿美元。

#### 4.1.2 目标

2020年，步入世界造船强国行列：建成较为完善的海洋工程装备及高技术船舶设计、总装建造、设备供应、技术服务产业

体系和标准规范体系；主要装备设计制造能力居世界前列，骨干企业国际知名度不断提升；海洋工程装备与高技术船舶自主设计建造装备国际市场份额分别达到 35%和 40%；部分前沿技术和重大装备的概念/基础设计达到世界先进/领先水平；海洋工程装备与高技术船舶关键系统和设备自主配套率分别达到 40%和 60%；形成国内海洋石油勘探装备技术的研究与开发基地、海洋石油勘探装备制造与应用基地；基本实现海洋工程装备水面上核心设备自主配套、500 米级水下生产系统与专用系统生产与试验能力；开展海洋矿产资源、天然气水合物等开采装备、波浪能/潮汐能等海洋可再生资源开发装备、海水淡化等新型海洋资源开发装备关键技术研发，突破部分关键核心技术。

2025 年，成为具有一定影响力的海洋工程装备及高技术船舶制造强国：形成完善的海洋工程装备及高技术船舶设计、总装建造、设备供应、技术服务产业体系和标准规范体系；拥有五家以上国际知名制造企业，部分领域设计制造技术国际领先；自主研发设计、建造的主要海洋工程装备、高技术船舶的国际市场份额分别达到 40%和 50%；关键系统和设备自主配套率分别达到 50%和 80%；全面实现海洋装备自主配套水面上核心设备、1500 米级水下生产系统与专用系统能力，突破 3000 米水深水下生产系统设计、制造、测试和安装等关键技术；具备海洋矿产资源、天然气水合物等开采装备、波浪能/潮汐能等海洋可再生资源开发装备、海水淡化等新型海洋资源开发装备研制能力，并开展部分装置的试点应用；全面建成数字化、网络化、智能化、绿色化设计

制造体系。

### 4.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 海洋空间综合立体观测系统

重点开展海洋探测传感器、船载海洋观测仪器、海洋浮标、海洋潜标、水下通信设备、海洋环境数据库、海上目标雷达回波数据库等关键装备及系统的开发和研制,实现工程化应用。

##### (2) 海洋油气资源开发装备

重点开展海洋常规与极地油气资源勘探/开采与生产装备、水面支持装备,深水、超深水钻井船、铺管起重船、海洋支持船等工程船舶与装置的研制与集成创新;深水、超深水半潜式生产平台、大中型液化天然气浮式生产储卸装置(LNG-FPSO/FSRU)、浮式钻井生产储卸装置(FDPSO)、张力腿平台(TLP)、深水立柱式平台(Spar)等油气生产装备及水下生产系统、12 缆以上深水物探船等生产辅助装备的研制和产业化应用。

##### (3) 海洋矿产资源开发装备

重点开展多金属结核、富钴结壳等海底资源勘探、可燃冰开发装备、钻采及相关船舶与装备的研制和应用。

##### (4) 海洋可再生能源开发装备

重点开展海上太阳能、海上风能、潮汐能、波浪能、温差能等海洋可再生能源开发利用装备的研制和产业化应用。

##### (5) 海上岛礁利用和安全保障装备

重点开展海上执法指挥调度系统、大型/超大型浮式保障基



地、极大型海上浮式空海港、海上卫星发射平台、岛礁中型浮式平台、远海岛礁开发建设施工装置、远海通信网络系统支撑平台等装备的研制和应用。

#### (6) 深远海探测与考察装备

重点开展 300 吨级水下大型载人运载装备研制和应用示范、3000 吨级小核动力水下大型载人运载装备系统总装集成；深远海地质环境勘探、水文监测、环境调查、海上溢油监测与处理等关键装备及系统的研制和应用；科学考察船、无人及载人潜水器等深海勘查装备研制和应用。

#### (7) 深远海渔业养殖/海洋食品与海洋医药装备

利用我国广袤的海域，与传统/新兴的渔业生产相结合，研制适用于深远海的附加值高的鱼类养殖装备。研制适合需求的海洋食品与海洋医药装备。

#### (8) 超级生态环保船舶

重点开展超级生态环保油船、散货船、集装箱船等国际航线、支线船舶，以及江海直达双燃料船舶的研制。以 MARPOL 公约生效期间的技术发展为基线，温室气体（CO<sub>2</sub>）排放减少 50%以上。

#### (9) 极地运输船舶

重点开展适用不同冰级要求的极地油船、集装箱船等船舶研制，重点研究 PC3、PC4 冰级的船舶，实现安全、经济、环保特征处于国际先进水平。

#### (10) 远洋渔业船舶

重点开展远洋金枪鱼捕捞船、深冷运输船、南极磷虾捕捞加

工船舶以及渔探、捕捞、加工、深冷储藏、运输等设备的集成研制。

#### （11）高性能执法作业船舶

重点开展高速化、多功能的新型海上公务执法船舶，深远海救助船以及以及排污打捞船舶等船型研制。

#### （12）大型豪华游船

重点开展中（10 万总吨级）、大型（20 万总吨级）豪华游船总体设计、总布置、设计、内装、结构、特殊结构以及水动力性能优化设计技术研究，实现中、大型豪华游船研制。

#### （13）大型 LNG 燃料动力船

实现船舶由传统的柴油燃料向液化天然气（LNG）的转换，在主力船型的设计建造技术方面实现自主知识产权，国产化配套率达到 70%以上。

#### （14）船用大型低速发动机

实现远洋船舶大型低速发动机（柴油、气机及双燃料发动机）的全系列自主知识产权的研制，其中关重件等配套基本实现自我配套。

## 2. 关键零部件

### （1）水下生产控制系统

通过突破水下控制设备模块化与集成化技术，水下控制系统通信技术，水下控制系统电液传输计算分析技术，水下控制系统快速链接技术，水下控制系统安装与测试技术等，掌握水下控制核心技术，实现全电控制系统研制与产业化应用。

## (2) 水下油气生产系统核心技术与装备

重点开展水下油气生产系统工程技术 with 关键设备在浅水区工程化应用和 500-1500 米水深水下采油树工程化应用。

## (3) 水下专用作业装备与设备

开展主流海底管道、卷管式海底管道铺设成套装置、深水水下作业载人潜器 (HOV)、深水海底管道作业工具研制。

## (4) 深海锚泊及动力定位控制系统

重点突破大型海上作业装备深海锚泊或动力定位系统关键核心技术，开展深海锚泊及动力定位系统产业化应用。

## (5) 高效、低排放大功率低速发动机关键零部件

重点开展船用大功率发动机的铸钢气缸体铸造与焊接技术，高效涡轮增压器技术，燃油喷射系统、缸内过程、智能调速系统设计及实验等技术，智能化核心控制元件及系统关键机械部件设计技术，长期极低负荷运行工况的船用低速发动机关键配件技术，模块化设计与集成技术研究，实现大功率低速发动机自主化生产。

## (6) 船舶智能监控系统

重点实现船岸一体化数据交换技术、多源传感器数据融合技术、一体化船舶智能导航应用技术、多维数据模型变换及现实等技术集成。

## (7) 船用 LNG 等气体燃料供应系统关键零部件

重点开展 LNG 气体燃料动力船 (包括加注船) 的加注系统、储气系统、供气系统所需要的设备零部件的研制，实现汽化器、

深潜泵及线路阀件等关键设备及零部件的自主化生产。

(8) 降低船体摩擦阻力涂料

重点突破新型高性能降阻涂料技术、船底空气润滑降阻技术等。

(9) 低温材料与防寒设备

重点开展适用于极地航行船舶的低温材料、泵、阀件等核心液压元件低温启动和密封技术研发。

### 3. 关键共性技术

(1) 新材料与船体结构轻量化设计技术

重点研究基于新型高性能钢材料的大型船舶与海洋平台装备的腐蚀控制技术，研制集超高强度、强韧性和长寿命等优良性能于一体的新型高性能钢材料与复合材料。

(2) 高性能能源及储能技术

重点突破恶劣作业环境下所需的高能量密度、高可靠性、长寿命能源与储能技术。

(3) 深远海信息传输技术

重点突破深远海数据采集装备、数据传输装备、信息融合处理装备以及数据应用服务装备等所需的信息传输关键技术。

(4) 水下安装技术

重点突破水下安装定位技术，安装下放过程力学分析与数值计算，安装过程冲击分析技术等关键技术，实现水下设备的自主安装与服务。

(5) 安全与可靠性技术

重点通过开展海洋浮式结构物及水下设备风险分析计算模型研究，最大限度地提高海洋浮式结构物及水下系统的可靠性和安全性。

#### (6) 数值水池技术

重点攻克数值水池水解器的总体设计与开发，船舶快速性、耐波性和操作性，海洋环境流场，海洋平台运动与载荷、涡激振动/运动等平台/系统工程应用关键技术，形成海洋装备水动力学数值模拟智慧系统（简称数值水池）”。

#### (7) 海洋工程装备海上试验技术

以系统解决我国海洋工程装备关键配套设备自主化及产业化根本问题为目标，通过建设海洋工程装备海上试验场，实现对各类平台设备及水下设备的耐久性和可靠性试验，加快我国海洋工程装备国产化进程。

#### (8) 船型优化节能技术

重点实现低阻船体主尺度与线型设计技术、船体上层建筑空气阻力优化技术、船体航行纵倾优化技术、低波浪失速船体线型设计技术、船底空气润滑降阻、降低空船重量的结构优化设计等技术的集成。

#### (9) 船舶推进装置设计技术

重点实现高效螺旋桨优化设计技术、POD-CRP 组合推进装置设计技术、螺旋桨/舵一体化设计技术、螺旋桨/船艏优化匹配设计技术、高效轮缘对转组合推进技术、叠叶双桨对转推进等技术合理集成。

#### (10) 可再生/清洁能源利用技术

重点突破双燃料发动机技术、气体发动机技术、风能助推技术、新型风力发电机技术、太阳能电池应用技术、核能推进技术、LNG 燃料船燃料供应系统/设备设计与制造技术等。

#### (11) 减振降噪与舒适性技术

重点突破设备隔振技术、高性能船用声学材料、建造声学工艺与舾装管理、声振主动控制技术、舒适性舱室设计技术、结构声学设计技术、螺旋桨噪声控制技术。

#### (12) 船舶智能设计制造技术

在实现国内外有关行业的合作的基础上，在互联网/物联网/e-技术/大数据/云计算等信息化技术的基础上实现数值水池技术、船舶总体多学科优化（MDO）设计技术、基于风险设计的评估技术、基于物联网/大数据技术的船舶能效评估验证技术、船舶设计建造一体化设计 3D 技术、高效推进与航行安全性设计技术；船舶智能焊接技术、船舶智能制造一体化平台技术、船舶智能制造装备技术等。

### 4.1.4 应用示范工程

1. 300 吨级水下大型载人运载装备应用示范
2. 海上大型浮式基地（后勤保障、维权、渔业深远海养殖或旅游）示范
3. 超级生态环保船舶应用示范
4. 高效油/气田国产装备应用示范

### 4.1.5 战略支撑与保障

1. 加大海洋工程装备及高技术船舶科研计划投入，开展重点装备和关键系统、设备研制，以及数字化、网络化、智能化技术应用研究。

2. 启动深远海技术重大工程，开展水下大型载人运载装备研制和应用示范。

3. 制定实施船舶与海洋工程配套业自主化发展推进计划。

4. 加大基础科研投入力度，增强基础科研数据库采集、分析能力；提高基础分析软件、方法的水平；加强国际标准研究和品牌能力建设。

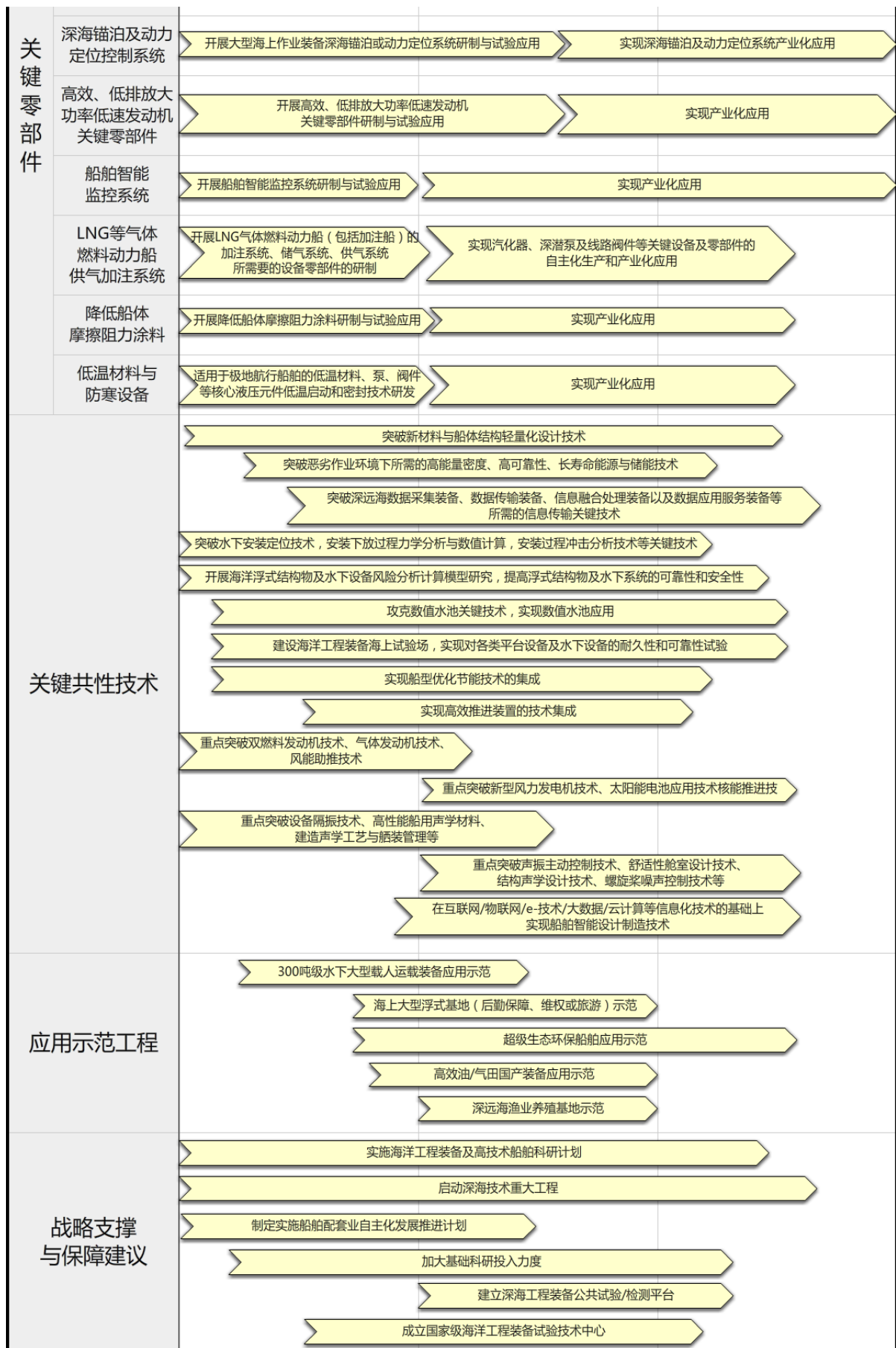
5. 建立深海工程装备公共试验/检测平台，提升深海技术装备公共试验/检测能力，加速自主创新能力建设。

6. 成立国家级海洋工程装备试验技术中心，加强海洋工程装备基础科研和创新技术研发，在试验技术、测试技术、鉴证技术、认证技术、风险评估技术方面取得国内外同行认可。

	2020年	2025年	2030年
需求	海洋强国目标		
	两化融合不断深化		
	海事安全与环保要求日益严格，海洋权益维护日益紧迫		
	极地航道开通，极地、深海资源开发与争夺日益激烈		
	海洋食品、海洋新能源、海洋采矿等新兴行业不断成为拉动经济发展的新领域		
	每年市场需求约1700亿美元	每年市场需求将增加到2600亿美元	
目标	形成以先进技术发展带动装备设计制造达到国际先进水平的创新研发模式和能力，步入世界造船强国行列	成为具有一定影响力的海洋工程装备及高技术船舶制造强国	
	建成较为完善的海洋工程装备及高技术船舶设计、总装建造、设备供应和技术服务产业体系	形成完善的海洋工程装备及高技术船舶设计、总装建造、设备供应和技术服务产业体系	
	骨干企业国际知名度不断提升，拥有两家以上国际知名企业	拥有五家以上国际知名制造企业	
	海洋工程装备与高技术船舶自主设计建造装备国际市场份额分别达到35%和40%	海洋工程装备与高技术船舶自主设计建造装备国际市场份额分别达到40%和50%	
	海洋工程装备与高技术船舶关键系统和设备自主配套率分别达到40%和60%	关键系统和设备自主配套率分别达到50%和80%	

重点 产品	海洋空间综合 立体观测系统	开展部分海区 试验应用	实现高性能运转和应用	
	海洋油气资源 开发装备	开展海洋油气资源勘探/开采与生产装备、水面 支持装备等工程船舶与装置的集成创新试验应用	实现海洋油气资源勘探/开采与生产装备、水面支持装 备等工程船舶与装置的集成创新产业化应用	
		深水、超深水半潜式生产平台、液化天然气浮式生产储卸装置、浮式钻井生产储卸装置、 张力腿平台、深水立柱式平台的研制	实现产业化应用	
		可燃冰开发装置研制与试验应用		
		水下生产系统、12缆以上深水物探船等生产辅助装备的研制与试验应用	实现产业化应用	
	海洋矿产资源 开发装备	多金属结核、富钴结壳等海底资源勘探、 钻采及相关船舶与装备的研制	实现试验应用	
	海洋可再生能源 开发装备	海上太阳能、海上风能开发利用装备的研制	实现产业化应用	
		潮汐能、波浪能、温差能等海洋可再生能源 开发利用装备的研制	实现产业化应用	
	海上岛礁利用和 安全保障装备	大型/超大型浮式保障基地的研制与应用	极大海上浮式空海港、海上卫星发射平台的研制与应用	
		海上执法指挥调度系统的研制与试验应用	海上执法指挥调度系统的高性能应用	
		岛礁中型浮式平台的研制与应用	远海岛礁开发建设施工装置的研制与应用	
	深远海探测 与考察装备	300吨级水下大型载人运载装备 研制和应用示范	3000吨级水下大型载人运载装备 系统总装集成	3000吨级水下大型载人运载装备 系统应用
		深远海地质环境勘探、水文监测、环境调查等关键装备及系统的研制与试验应用		实现产业化应用
		科学考察船、无人及载人潜水器等深海勘查装备的研制与试验应用		实现产业化应用
	超级生态 环保船舶	超级生态环保油船、散货船、集装箱船等国际航线、 支线船舶，以及江海直达双燃料船舶的研制与试验应用		实现产业化应用
	极地运输船舶	满足PC3、PC4冰级的船舶研制		实现产业化应用
	远洋渔业船舶	远洋金枪鱼捕捞船、深冷运输船、南极磷虾捕捞加工 船舶以及渔探、捕捞、加工、深冷储藏、 运输等设备的集成研制		实现产业化应用
	高性能执法 作业船舶	高速化、多功能的新型海上公务执法船舶 研制与试验应用		实现产业化应用
		高性能抢险救灾船舶以及排污打捞船舶等 船型研制与试验应用		实现产业化应用
	大型豪华游船	开展中型（10万总吨级） 豪华游船研发	开展中型（10万总吨级） 豪华游船研制与试验应用	实现产业化应用
		开展大型（20万总吨级） 豪华游船研发	开展大型（20万总吨级） 豪华游船研制与试验应用	
大型LNG燃料 动力船	开展大型LNG燃料动 力船研制及实验应用		开展大型LNG燃料动力产业化应用	
船用大型 低速发动机	开展船用大型低速发动机（柴油机、气体 机及双燃料发动机）研发	开展自主品牌大型低速发动机研制 与试验应用	实现产业化应用	
水下生产 控制系统	开展模块化与集成化水下控制设备、控制系统通信技术、 水下控制系统安装于测试技术的研发与试验应用		实现全电水下控制系统产业化应用	
水下油气生产 系统核心技术 与装备	开展水下油气生产系统工程技术与 关键设备在浅水区工程化应用		实现500-1500米深水水下采油树工程化应用	
水下专用作业 装备与设备	开展主流海底管道、卷管式海底管道铺设成套装置、 深水水下作业载人潜器（HOV）、深水海底管道作业工具、 水下声学定位系统研制与试验应用		实现产业化应用	





## 五、先进轨道交通装备

### 5.1 先进轨道交通装备

轨道交通装备是国家公共交通和大宗运输的主要载体，属高端装备制造业，也是我国高端装备“走出去”的重要代表。先进轨道交通装备包含现代技术的干线轨道交通、区域轨道交通和城市轨道交通的运载装备、通号装备、运控装备与路网装备。轨道交通制造业将重点研制安全可靠、先进成熟、节能环保的绿色智能谱系化产品，建立世界领先的现代轨道交通装备产业体系，实现全球化运营发展。

#### 5.1.1 需求

我国是全球最大的轨道交通装备市场。预计“十三五”期间全国新建铁路不低于 2.3 万公里，总投资不低于 2.8 万亿元，我国铁路装备需求将维持在高位。截止到 2014 年底，我国已有 38 个城市经国家批准建设轨道交通，规划里程超过 6680 公里，预计到 2020 年，我国将有超过 50 个城市建设轨道交通，未来十年，城轨车辆平均年需求将超过 5000 辆。

全球轨道交通装备市场呈现出强劲的增长态势，据统计，2015 年-2020 年全球轨道交通车辆需求为 530-610 亿欧元，年复合增长率为 3.30%，2021 年-2025 年需求为 630-730 亿欧元，年复合增长率为 3.75%。我国政府正强有力推动“一带一路”战略实施，“一带一路”沿线及辐射区域互联互通工程建设将为我国

轨道交通装备制造业带来可观的市场需求。

### 5.1.2 目标

到 2020 年，轨道交通装备研发能力和主导产品达到全球先进水平，行业销售产值超过 6500 亿元，境外业务比重超过 30%，服务业比重超过 15%，重点产品进入欧美发达国家市场。

到 2025 年，我国轨道交通装备制造业形成完善的、具有持续创新能力的创新体系，在主要领域推行智能制造模式，主要产品达到国际领先水平，境外业务占比达到 40%，服务业务占比超过 20%，主导国际标准修订，建成全球领先的现代化轨道交通装备产业体系，占据全球产业链的高端。

### 5.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

(1) 中国标准高速动车组。深入研究动车组标准化、系列化、模块化以及整车联调和试验验证等相关技术，形成中国标准高速动车组技术平台，完成自主化中国标准高速动车组产品系列工程化验证和运用考核。目标速度等级 350km/h；编组方式：8 辆编组，4 动 4 拖；轴重：≤17t 的高效低噪新型高速动车组。

(2) 30 吨轴重重载电力机车。构建 30 吨轴重重载电力机车系统的研发平台，研制适用于 30 吨轴重重载需求的电力机车牵引变流及控制系统、制动系统等关键部件及系统，研发具有自主知识产权的 30 吨轴重重载货运电力机车。目标速度等级 120km/h；牵引功率：9600kW；轴式 2（B0-B0）；轴重：30t 的重

载电力机车。

(3) 城际快速动车组。完成 120~140/140~160 km/h 两个速度级，适应不同自然环境、不同线路条件，兼顾 AC25kV 和 DC1500V 供电制的城际快速动车组研制、工程化验证和运用考核。

(4) 100%低地板现代有轨电车。研制出适应不同技术路线（局部无供电网混合动力或动力电池；全线无供电网超级电容储能）的具有自主知识产权的 100%低地板现代有轨电车，完成整车试验验证和运用考核，建立技术标准和规范。

(5) 中低速磁悬浮系统。在已成功自主研发研制常导短定子中低速磁悬浮示范列车的基础上，构建中低速磁悬浮系统的设计、制造、试验、检测技术平台，建立技术标准和规范。

## 2. 关键零部件

(1) 功率半导体器件。重点突破硅基 IGBT、MOSFET 等先进的功率半导体器件芯片的技术瓶颈，推进国产硅基器件的应用和产业发展；推进碳化硅（SiC）、氮化镓（GaN）等下一代功率半导体器件的研发和产业化。

(2) 动力型超级电容器件。研制 12000F、3.0V、10Wh/kg、100 万次充放的大功率、高能量、长寿命、高安全、免维护超级电容单元器件，推进城市公共交通储能式电力牵引技术产业化。

(3) 高速动车组车轴/车轮。突破车轴/车轮用钢的冶金质量控制、材料热处理工艺，空心车轴的表面耐腐蚀和耐磨处理技术，开展高速动车组自主化车轴/车轮批量应用。

(4) 列车制动系统。研制新一代大功率交流传动机车、自主化高速动车组制动系统，技术达到国际先进水平，实现进口替代。

(5) 通信信号装备。突破列控系统车载 ATP、车载 ATO、地面 RBC/ZC、地面列控中心、地面联锁设备以及无线通信宽带等关键技术，研制覆盖高、中、低速的自主化轨道交通通信信号装备。

(6) 齿轮传动系统。开展高速动车组、城际快速动车组、现代有轨电车齿轮传动系统技术攻关，突破齿轮热处理、轻合金箱体铸造、在线故障诊断等技术，开发出适合不同平台的齿轮传动产品。

(7) 车钩缓冲系统。突破城轨车辆和高速动车组车钩集成制造工艺、过载保护、吸能等技术，开发出半自动、全自动、半永久车钩系列产品。

### 3. 关键共性技术

(1) 新型车辆车体技术。应用镁铝合金等新型材料，开发适用于城际快速动车组和现代有轨电车，并满足 EN12663 标准要求的轻量化车体。

(2) 高性能转向架技术。研制粘着重量利用高、动力学性能优、不同轴系列、不同机型配置的转向架系列。

(3) 电传动系统技术。完成碳化硅电力电子器件的研发与应用，推进馈能式双向变流技术的应用；推广永磁电机驱动技术

与无齿轮直驱技术。

(4) 储能与节能技术。加快大能量密度的超级电容的研制，利用超级电容优异的充放电性能，实现有轨电车、无轨电车全线无供电网运营和能量可循环利用运营。

(5) 制动系统技术。研究高速动车组、快速动车组、现代有轨电车制动控制技术，完成装置及关键零部件的自主化。

(6) 列车网络控制技术。自主开发适用于中国标准高速动车组、城际快速动车组的网络控制系统，及规范化、标准化、系列化的现代有轨电车用以太网系统硬件、软件平台。

(7) 通信信号技术。重点研究先进轨道交通安全处理平台技术、车地信息交换及安全通信技术、行车许可安全分配及优化技术、列车自动驾驶技术（ATO）、高速铁路列控系统全寿命周期维护保障技术、高速列车无线数据传输技术等。

#### 5.1.4 应用示范工程

1. “绿色智能工程化样车”示范。集成储能电源、碳化硅新型高效变流器、高效永磁同步电机驱动和基于能量最优特性的自动驾驶等城轨交通前沿技术，树立中国绿色智能轨道交通车辆的样本。

2. “绿色智能轨道交通系统集成工程”示范。在“绿色智能工程化样车”工程实施的基础上，集成基于以太网的千兆带宽实时控制、网络控制、双向馈能等技术，实施“绿色智能轨道交通装备集成工程”。

3. “基于物联网的轨道交通装备全寿命周期服务体系”示范。以绿色智能轨道交通车辆为“移动终端”，集成车载智能化状态监测、故障灾害监测系统网络化、智能化技术，探索建立“基于物联网的轨道交通装备全寿命周期服务体系”。

### **5.1.5 战略支撑与保障**

#### **1. 提高创新能力**

以企业为主体，产学研用相结合，加强技术的基础性、前瞻性研究，建立和完善电力机车、城轨车辆国家工程实验室、国家工程研究中心等国家级研发基地，实施“新一代先进轨道交通装备”产业创新发展工程。

#### **2. 构建国际标准体系**

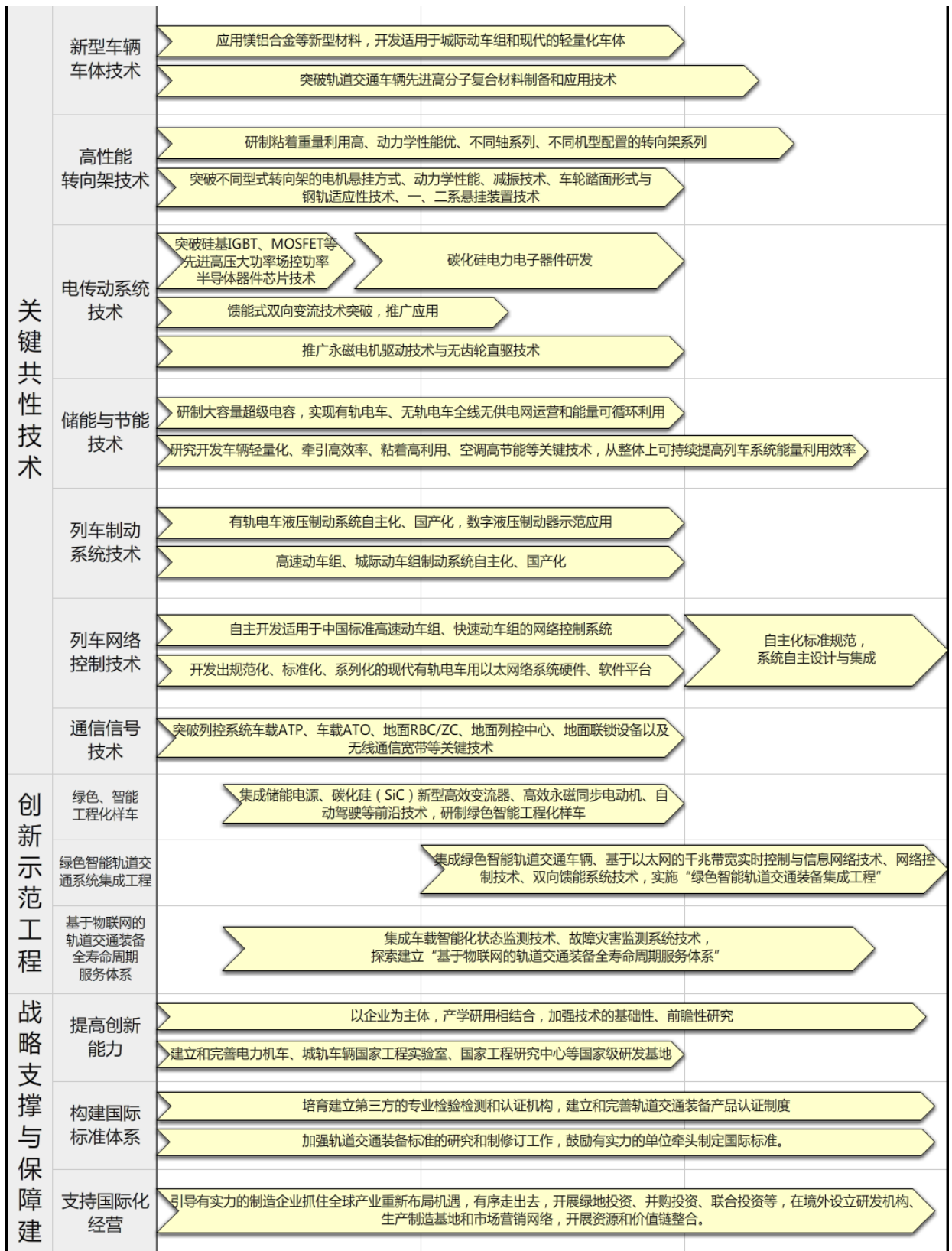
加强产品质量检验检测能力建设，加快培育建立第三方的专业检验检测和认证机构，建立和完善轨道交通装备产品认证制度。加强轨道交通装备标准的研究和制修订工作，鼓励有实力的单位牵头制定国际标准。

#### **3. 支持国际化经营**

加强对企业“走出去”的宏观指导和服务，引导有实力的制造企业抓住全球产业重新布局机遇，有序走出去，开展绿地投资、并购投资、联合投资等，在境外设立研发机构、生产制造基地和市场营销网络。

		2020年	2025年	2030年
需求	国内需求	我国经济发展和城镇化建设带来巨大的轨道交通建设需求，国铁、城市轨道交通建设规模长期保持高位		
	海外需求	全球轨道交通装备市场呈现出强劲的增长态势，同时，我国正强有力推动“一带一路”战略实施，带动相关企业“走出去”，将带来可观的海外市场需求		
目标	技术引领	研发能力和主导产品达到全球先进水平	形成具有持续创新能力的创新体系，在主要领域全面推行智能制造模式，主要产品达到国际领先水平，主导国际标准修订	
	市场及结构优化	行业销售产值超过6500亿元，境外业务比重超过30%，服务业比重超过15%，重点产品进入欧美市场	境外业务占比达到40%，服务业务占比超过20%。建成全球领先的现代化轨道交通装备产业体系，占据全球产业链的高端	
重点产品	中国标准高速动车组	研制中国标准高速动车组	完成可互操作的自主化高速动车组产品系列工程化验证和运用考核	形成技术标准体系
		中国标准高速动车组“走出去”		
	30吨轴重重载电力机车	2个主型产品工程化验证和运用考核	30吨轴重电力机车技术平台建设，形成技术标准体系	
	城际快速动车组	研制时速120~140/140~160km/h两个速度级城际组，产品系列工程化验证和运用考核	形成我国城际快速动车组技术规范 and 标准体系	
	100%低地板现代有轨电车	研制出不同技术路线的具有自主知识产权的100%低地板现代有轨电车	建立现代有轨电车行业技术标准	
		研制自主化100%低地板现代有轨电车转向架、液压制动系统以及通信信号		
中低速磁浮系统		运行验证	建立中低速磁浮系统技术体系和技术标准	
		中低速磁浮系统作为城市综合公共交通的必要补充推广运用		
关键零部件	功率半导体器件	研制硅基IGBT、MOSFET等先进功率半导体器件芯片，并批量应用	碳化硅电力电子器件研制及产业化	
	动力型超级电容器件	研制12000F、3.0V、10Wh/kg、100万次充放超级电容单元器件，并规模化运用	研制20Wh/kg能量密度锂离子复合超级电容，并推广应用	
	高速动车组车轴/车轮	突破车轴/车轮用钢质量控制技术、材料热处理工艺，开发高速动车组自主化车轴/车轮		
	列车制动系统	新一代自主化大功率机车制动系统研制及批量装车		
		有轨电车液压制动系统国产化		
		高速动车组、城际动车组、城轨车辆自主化制动系统自主化研发及批量应用		
通信信号装备	研制自主化轨道交通通信信号装备	形成一整套覆盖高、中、低速轨道交通通信信号领域的技术体系		
齿轮传动系统	研制高速动车组、城际动车组、有轨电车等不同平台齿轮传动系统			
车钩缓冲器系统	掌握动车组、城轨车辆车钩材料、缓冲器吸能技术	国产动车组、城轨地铁车钩、缓冲器大规模应用		





## 六、节能与新能源汽车

### 6.1 节能汽车

传统汽车在未来三十年内仍将在消费中占绝对主体地位，因此节能汽车的大量普及对缓解我国能源与环境压力起着至关重要的作用。传统动力汽车技术的持续优化也是我国汽车工业缩短差距并有利于新能源汽车发展和市场导入的重要举措。

节能汽车是指以内燃机为主要动力，综合工况燃料消耗量优于下一阶段目标值的汽车。

#### 6.1.1 需求

目前，车用汽柴油消费占全国汽柴油消费的比例已经达到55%左右，每年新增石油消费量的70%以上被新增汽车所消耗。伴随节能环保法规的不断加严，无论是国家层面、企业层面，还是用户层面，都对节能汽车提出强烈需求。近年来，汽车平均油耗持续下降，节能汽车的市场规模呈现快速提升态势。2020年，中国节能汽车年销量将达到汽车市场需求总量的30%，2025年销量占比超过40%。

#### 6.1.2 目标

2020年，形成以市场为推动、企业为主体、产学研用紧密结合的节能汽车产业体系。自主产品市场份额达到40%；商用车新车油耗接近国际先进水平，国产关键零部件市场份额超过70%；乘用车新车平均油耗优于5L/100km，国产关键零部件市场份额超过50%；拥有明星车型与明星车企，节能车销量排名前十的企业达到5家。自主产品PP100质量水平与合资品牌相当。

2025 年，形成自主可控完整的节能汽车产业链，自主产品市场份额达到 50%；商用车新车油耗达到世界先进水平，国产关键零部件市场份额超过 80%；乘用车新车平均油耗优于 4L/100km，国产关键零部件市场份额超过 60%；节能车销量排名前五的企业达到 3 家，自主产品美誉度超过合资品牌，自主关键零部件的市场份额达到 60%，拥有具有世界先进水平的节能商用车，商用车整车出口达到 20%。

### 6.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 节能内燃动力乘用车

以小排量节能乘用车的开发和大量普及为主，实现汽油机技术升级、能量损失减少、中低压助力与能量回收、先进柴油机等技术在全系列乘用车产品的推广应用。

##### (2) 混合动力乘用车

以 A 级以上混合动力乘用车的开发和普及为主，实现混合动力技术在家庭用车、商务用车等全系列乘用车的推广应用，综合工况节能效果超过同期传统动力 20%。

##### (3) 节能柴油商用车

以节能型半挂牵引车等的大批量发展为主，实现高效动力总成、综合电子控制、轻量化等技术在全系列商用车的推广应用。以综合燃料消耗和市场份额均位于前 20%的商用车为带动，形成中国特色节能品牌产品。

##### (4) 混合动力商用车

以混合动力城市公交客车的大规模发展为主，实现动力系统的专用化设计、控制策略优化等技术在全系列公交车、物流运输车等上的推广应用，城市工况燃料消耗较内燃动力同期车型节能 25%。

#### (5) 替代燃料汽车

实现天然气等低碳燃料在商用车和乘用车上的大量应用，全生命周期碳排放优于汽柴油节能型产品。

## 2. 关键零部件

### (1) 高效内燃机

乘用车汽油机热效率 $\geq 40\%$ ，自主产品装备率 40%。重型商用车柴油机热效率 $\geq 52\%$ ，自主产品装备率 60%。

### (2) 高效内燃机关键部件

突破可变气门、可变压缩比、增压、高效后处理技术，市场份额达到 35%；

突破 250bar 汽油喷射和 2000bar 以上柴油喷射技术，市场份额达到 15%。

突破废气能量回收技术，实现产业化。

### (3) 电子控制系统

发动机、变速器电控系统达到国际先进水平，国产核心控制器国内市场占有率达到 20%、国产关键传感器国内市场占有率达到 80%。国产混合动力核心控制器国内市场占有率达到 80%。控制器关键芯片国内市场占有率达到 30%，自主实时操作系统应用率达到 50%。

#### (4) 混合动力电机/电池/专用发动机

乘用车 20s 有效比功率 $\geq 4\text{kW/kg}$ ；商用车 30s 有效比扭矩 $\geq 19\text{Nm/kg}$ ；电池单体比功率超过  $8\text{kW/kg}$ , 并实现批量一致性；逆变器功率密度不低于  $20\text{kW/L}$ , 开发适合混合动力的高效、高可靠专用发动机。产品市场供应能力满足自主需求并实现对国外品牌的供应。

#### (5) 中低压助力与能量回收技术

自主产品市场占比达到 30%，其中电池系统成本降至 3.6 元/Wh，集成式功率单元实现功率密度 $\geq 11\text{kW/L}$ （含散热器）。

#### (6) 高效自动变速器

突破双离合器自动变速器（DCT）、无级变速器（CVT）和 6 速以上自动变速器（AT）、机械式自动变速器（AMT）等总成关键技术，并实现产业化，占自主市场份额 40%以上。

#### (7) 自动变速器关键零部件

突破离合器总成、高压静音油泵、电液耦合液压阀体、液力变矩器技术，实现产业化发展，关键零部件自主市场份额达到 40%以上。

#### (8) 轻量化的零部件

钢/铝混合、铝/纤维、碳纤维车身等代表性的轻量化部件占市场的 20%。车身、车身闭合件、车轮、副车架、变速器壳体、制动器、电线束、线控等零部件上实现广泛的轻量化技术应用。

#### (9) 低滚阻轮胎

国产节能轮胎湿滑、磨耗、噪声性能持续改善，滚动阻力降

低 30%，实现节油 6%以上，产品占自主市场份额超过 50%。

### **3. 关键共性技术**

(1) 整车集成技术：突破节能车系列化开发、匹配与控制技术难题。

(2) 动力技术：突破小型化增压直喷汽油机燃烧和控制技术、突破高效商用车柴油机燃烧和控制技术、突破乘用车先进柴油机技术。

(3) 传动技术：突破高效自动变速器的开发和控制技术。

(4) 轻量化技术：突破轻质材料、复合材料汽车零部件性能分析、成形及连接等技术难题。

(5) 低阻力技术：突破低风阻、低滚阻、低摩擦等技术难题。

#### **6.1.4 应用示范工程**

1. 节能汽车企业领跑者示范项目。
2. 汽车节能水平标示与应用示范。
3. 节能商用车车队应用示范。
4. 公务车/大型活动用车节能产品应用示范。

#### **6.1.5 战略支撑和保障**

1. 在国家层面形成节能汽车自主创新发展规划。
2. 建立节能汽车产业共性基础技术研究院。
3. 分级别实施持续可行的节能汽车补助、税费优惠政策及高油耗车辆高税制等。

4. 加大对高效动力总成、低行驶阻力、轻量化等关键核心技术

术的研发支持，加强行业合作，开发共性通用技术。

5. 完善标准法规体系，提升检测评价能力，加强市场监管。

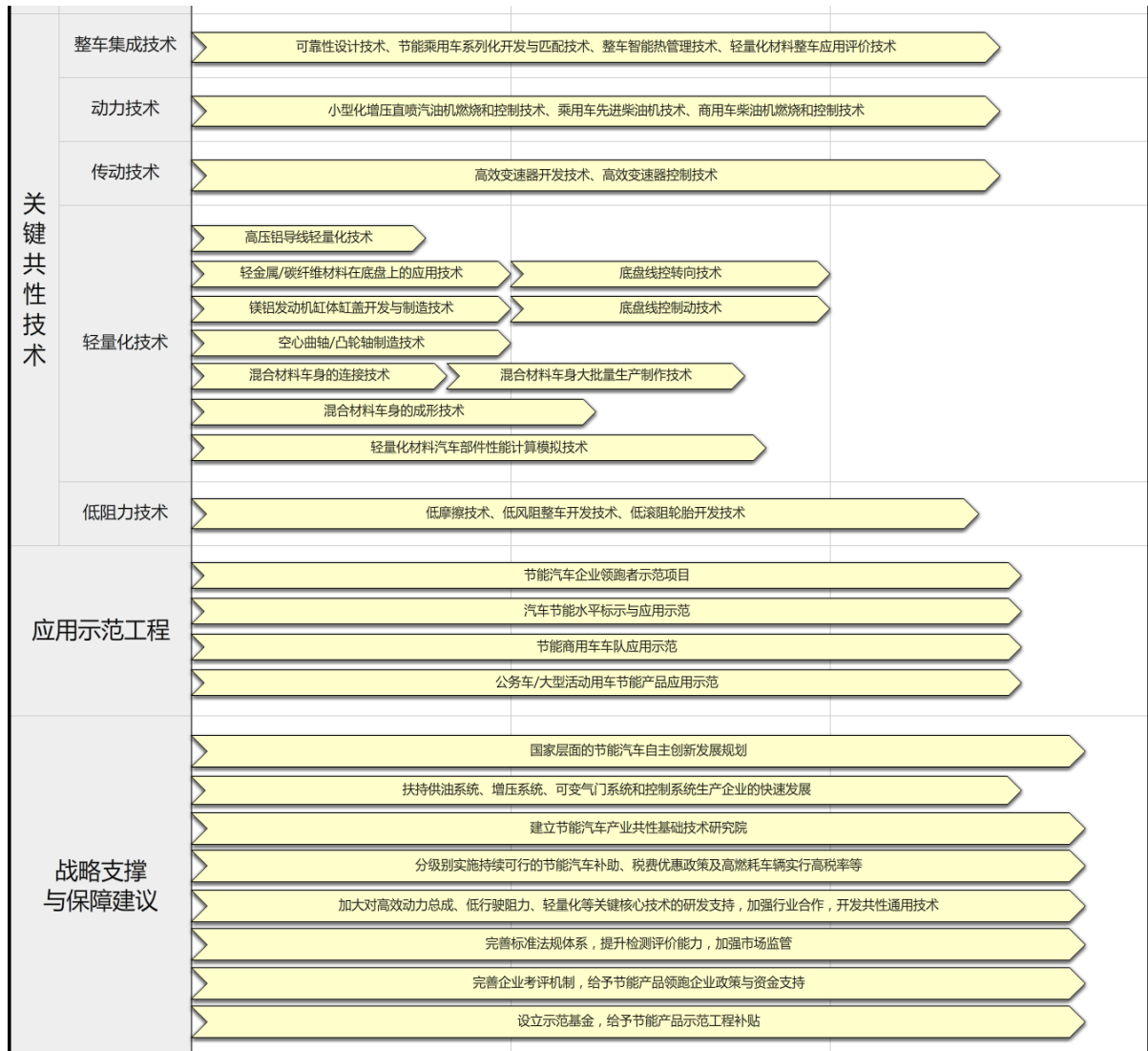
6. 完善企业考评机制，给予节能产品领跑企业政策与资金支持。

7. 设立示范基金，给予节能产品示范工程补贴。

	2020年	2025年	2030年
需求	2020年，节能汽车年销量占比超过30%	2025年，节能汽车年销量占比达到40%，规模达到千万辆	2030年，节能汽车年销量占比50%
	法规-乘用车新车整体油耗降至5L/100km	乘用车新车整体油耗降至4L/100km	乘用车新车整体油耗降至3.2L/100km
	法规-乘用车国五排放标准	乘用车国六排放标准	测试循环调整，乘用车国七排放标准
	法规：重型商用车燃料消耗量限值	重型商用车虽然仅占汽车年总销量的10%左右，但由于单车油耗高、年行驶里程长，平均一辆重型商用车的年耗油相当于30-40辆乘用车年耗油量，且碳与颗粒物排放值都高	
	消费者对节能、环保、安全、舒适、信息、娱乐、智能、低成本汽车产品的需求	石油资源消耗总量的限制推动节能汽车技术的需求	温室气体排放总量控制需求，环境保护的需求
目标	自主节能汽车市场份额达40%	自主节能汽车市场份额达50%	自主节能汽车市场份额达60%
	商用车新车油耗接近国际先进水平，关键零部件的自主化率达到70%以上	商用车油耗达到国际先进水平，整车出口占20%，关键零部件的自主化率达到80%以上	商用车关键零部件的自主化率达90%以上
	乘用车新车油耗优于5L/100km，关键零部件的自主化率达到50%以上	乘用车新车油耗优于4L/100km，关键零部件的自主化率达到60%以上	乘用车关键零部件的自主化率达80%以上
	自主产品PP100质量水平与合资品牌相当	自主产品PP100质量水平实现全球领先	
	拥有明星车型与明星车企，节能车销量排名前十的企业达到5家	节能车销量排名前五的企业达到3家，自主产品美誉度超过合资品牌	拥有5家以上节能汽车全球强企
重点产品	汽油机技术升级、能量损失减少及中压能量回收与助力技术等在产品上推广应用		
	主要应用于小排量乘用车产品	在全系列乘用车产品上实现推广应用	
	单车油耗提前达到2020年乘用车油耗标准目标值	单车油耗提前达到2025年乘用车油耗标准目标值	单车油耗提前达到2030年乘用车油耗标准目标值
	自主节能乘用车占节能车30%	自主节能乘用车占节能车45%	自主节能乘用车占节能车60%
	混合动力乘用车		
主要用于A级及以上车型，在家庭用车、商务用车和出租车等车型上实现批量应用	在家庭用车、商务用车和出租车等车型上实现大规模应用		
相比传统动力车辆，整车节能效果超过20%	实现控制策略和部件优化设计，节能效果超过5%		
关键零部件自主化率达到50%	关键零部件自主化率超过80%		
节能柴油商用车			
综合油耗和市场份额均位于前20%的商用车形成中国特色节能品牌产品			
突破重型柴油机节能技术，热效率超过50%，批量生产	全智能化动力总成综合控制节能3%以上，批量生产	智能节能运输车，示范运行	
实现重型车综合电子控制节能技术，节能超过5%，实现产品化	重型车高效自动变速器批产，节能超过2%		
空气动力学汽车列车量产	实现智能化编队行车，节能10%、运输效率提升10%，道路示范运行	带编队行车功能的牵引车批产	
混合动力商用车			
在城市公交上实现批量应用	在城市公交、长途客车、物流车上实现大规模应用		
实现动力系统的专用化设计，城市工况节能效果达到25%	实现控制策略和总成优化设计，城市工况节能效果超过5%	附件电动化设计，城市工况节能效果达到5%	
关键零部件国产化率超过90%	关键零部件国产化率达到100%		
替代燃料汽车			
实现天然气等低碳燃料在商用车和乘用车的大量应用			
折算碳排放，压缩天然气商用车比同级别节能商用车油耗降低10%	折算碳排放，压缩天然气商用车比同级别节能商用车油耗降低10%	折算碳排放，压缩天然气商用车比同级别节能商用车油耗降低10%	
自主压缩天然气商用车市场占有率60%	自主压缩天然气商用车市场占有率70%	自主压缩天然气商用车市场占有率80%	
突破天然气当量比燃烧的热负荷及爆震难题，实现国VI排放，在主销车型上批量应用		突破天然气低温预混燃烧的燃烧控制难题，在主销车型上批量应用	

关键零部件	高效内燃机	乘用车汽油机热效率 $\geq 38\%$ ， 重型商用车柴油机热效率 $\geq 50\%$	乘用车汽油机热效率 $\geq 40\%$ ， 重型商用车柴油机热效率 $\geq 52\%$	乘用车汽油机热效率 $\geq 42\%$ ， 重型商用车柴油机热效率 $\geq 54\%$
		节能汽油机自主产品装备率 $\geq 20\%$ ； 节能重型柴油机自主产品装备率 $30\%$	节能汽油机自主产品装备率 $\geq 40\%$ ； 节能重型柴油机自主产品装备率 $60\%$	节能汽油机自主产品装备率 $\geq 70\%$ ； 节能重型柴油机自主产品装备率 $70\%$
	高效内燃机 关键部件	突破自主汽油直喷系统200bar喷油技术， 自主150bar产品开发批量应用	突破自主汽油直喷系统250bar喷油技术，实现 高压共轨系统产业化，形成自主共轨产品批量 生产能力，自主产品市场占有率 $\geq 20\%$	突破自主汽油直喷系统300bar及以上喷油技术， 实现超高压直喷系统产业化， 自主产品市场占有率 $\geq 45\%$
		突破自主柴油共轨系统1800bar喷油技术与 可变喷油规律技术，实现柴油机节油 $2\%$ ， 自主1600bar产品开发批量应用	突破自主柴油共轨系统2000~2200bar喷油技术， 实现高压共轨系统产业化，行业建立自主共轨产品 批量生产能力，自主产品市场占有率 $\geq 15\%$	突破自主柴油共轨系统2500bar及以上喷油技术， 实现超高压共轨系统产业化， 自主产品市场占有率 $\geq 40\%$
		突破分段式可变气门升程技术，实现汽油机 节油 $3\%$ ；实现产业化、形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 15\%$	突破电液有凸轮连续式全可变气门技术，实现 汽油机节油 $5\%$ ，实现产业化、形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 35\%$	突破电控无凸轮全可变气门技术，预计实现汽油机 节油 $8\% \sim 10\%$ ，形成产品开发和商品化能力
		汽油机突破废气旁通阀电液执行器技术、双流道 技术，实现汽油机节油 $2\%$ ，形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 15\%$	汽油机突破电液增压器技术，实现汽油机节油 $3\%$ ， 实现产业化、形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 35\%$	突破电液辅助增压技术，实现汽油机和柴油机节油 $3\% \sim 5\%$ ，形成产品开发和商品化能力
		柴油机采用废气旁通阀电液执行器，实现 柴油机节油 $1\%$ ，形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 15\%$	柴油机突破电液增压器技术，实现柴油机节油 $3\%$ ， 形成批量生产能力，自主产品市场占有率 $\geq 35\%$	
		能量管理技术达到国际先进水平， 产品节油水平 $3\%$ ，实现产业化发展		产品节油水平 $8\%$
	电子控制系统	发动机控制系统控制器自主化率 $\geq 20\%$ ，关键传感器部件国产化率 $\geq 80\%$		
		变速器控制系统控制器自主化率 $\geq 20\%$ ，关键传感器部件国产化率 $\geq 80\%$		
		混合动力关键控制系统核心控制器自主化率 $\geq 50\%$	混合动力关键控制系统核心控制器自主化率 $\geq 80\%$	
		控制器自主芯片应用化率 $\geq 10\%$	控制器关键芯片国产化率 $\geq 30\%$	
		自主实时操作系统应用率 $\geq 10\%$	自主实时操作系统应用率 $\geq 50\%$	
	混合动力 电机、电池、 专用发动机	乘用车20s有效比功率 $\geq 3.5\text{ kW/kg}$ ； 商用车30s有效比扭矩 $\geq 18\text{ N.m/kg}$	乘用车20s有效比功率 $\geq 4\text{ kW/kg}$ ； 商用车30s有效比扭矩 $\geq 19\text{ N.m/kg}$	乘用车20s有效比功率 $\geq 5\text{ kW/kg}$ ； 商用车30s有效比扭矩 $\geq 20\text{ N.m/kg}$
		电机逆变器功率密度 $\geq 15\text{ kW/L}$	电机逆变器国产化率 $\geq 60\%$ 以上； 实现功率密度 $\geq 25\text{ kW/L}$	电机逆变器实现功率密度 $\geq 30\text{ kW/L}$
		电池单体比功率达到 $7\text{ kW/kg}$	电池单体比功率超过 $8\text{ kW/kg}$ ，宽温度适应性，高能量密度	
		电池单体成本 $2.5\text{元/Wh}$ ，系统成本 $3.6\text{元/Wh}$	电池单体成本 $2.2\text{元/Wh}$ ，系统成本 $3.2\text{元/Wh}$	电池单体成本 $1.8\text{元/Wh}$ ，系统成本 $2.6\text{元/Wh}$
		混合动力专用发动机，高效率，高可靠		
	中低助力力与 能量回收系统	48V系统实现产业化、形成批量生产能力， 自主产品市场占有率 $\geq 10\%$	48V系统自主产品市场占有率 $\geq 30\%$	48V系统自主产品市场占有率 $\geq 50\%$
一体化电机总成比功率 $\geq 1.4\text{ kW/kg}$ ， 比扭矩 $\geq 6.6\text{ N.m/kg}$		一体化电机总成比功率 $\geq 1.5\text{ kW/kg}$ ， 比扭矩 $\geq 7\text{ N.m/kg}$ ，国产化率 $\geq 40\%$ 以上	一体化电机总成比功率 $\geq 1.7\text{ kW/kg}$ ， 比扭矩 $\geq 8\text{ N.m/kg}$ ，国产化率 $\geq 80\%$ 以上	
集成式功率单元功率密度 $\geq 10\text{ kW/L}$ （含散热器）		集成式功率单元实现功率密度 $\geq 11\text{ kW/L}$ （含散热器），国产化率 $\geq 30\%$ 以上	集成式功率单元实现功率密度 $\geq 13\text{ kW/L}$ （含散热器），国产化率 $\geq 60\%$ 以上	
电池单体比功率达到 $7\text{ kW/kg}$		电池单体比功率超过 $8\text{ kW/kg}$ ，宽温度适应性，高能量密度		
电池单体成本 $2.5\text{元/Wh}$ ，系统成本 $4.2\text{元/Wh}$		电池单体成本 $2.2\text{元/Wh}$ ，系统成本 $3.6\text{元/Wh}$	电池单体成本 $1.8\text{元/Wh}$ ，系统成本 $3\text{元/Wh}$	
高效自动变速器	突破双离合自动变速器、无级变速器和6速以上 自动变速器、自动机械式自动变速器等总成关键 技术，并实现产业化，占自主市场份额 $\geq 20\%$ 以上	突破双离合自动变速器、无级变速器和6速以上 自动变速器、自动机械式自动变速器等总成关键 技术，并实现产业化，占自主市场份额 $\geq 40\%$ 以上	突破双离合自动变速器、无级变速器和6速以上 自动变速器、自动机械式自动变速器等总成关键 技术，并实现产业化，占自主市场份额 $\geq 60\%$ 以上	
	自动变速器 关键零部件	离合器总成，打破国外垄断， 自主产品市场占有率 $\geq 20\%$	离合器总成，实现除摩擦材料外大部件国产化， 自主产品市场占有率 $\geq 40\%$	离合器总成，实现摩擦材料国产化，总成 $80\%$ 自主
电液耦合液压力阀，打破国外垄断， 自主产品市场占有率 $\geq 20\%$		电液耦合液压力阀，开关阀国产化， 总成自主产品市场占有率 $\geq 40\%$	电液耦合液压力阀，电磁阀和传感器实现自主， 自主产品市场占有率 $\geq 60\%$	
液力变矩器，最高效率达到 $92\%$ 以上， 自主产品市场占有率 $\geq 20\%$		液力变矩器，最高效率达到 $92\%$ 以上， 自主产品市场占有率 $\geq 40\%$	液力变矩器，最高效率达到 $92\%$ 以上， 自主产品市场占有率 $\geq 60\%$	
高压静音油泵，打破国外垄断， 自主产品市场占有率 $\geq 20\%$		高压静音油泵，噪音下降 $2\text{dB(A)}$ ， 自主产品市场占有率 $\geq 40\%$	高压静音油泵，自主产品市场占有率 $\geq 60\%$	
轻量化零部件	通过高强度钢、铝镁合金等复合材料在汽车上的应用， 实现平均整车轻量化目标 $5\% \sim 10\%$		钢/铝混合、铝/纤维、碳纤维车身等代表性的 轻量化部件占市场的 $20\%$	
	车身、车身闭件、车轮、副车架、缸体、缸盖、变速器壳体、转向节、轮毂单元、 控制臂、空心曲轴、制动器、电线束、线控等零部件上的轻量化技术应用			
轮胎	2020年国产节能轮胎滚动阻力降低 $20\%$ ， 节油 $4\%$ 以上，产品市场占有率 $\geq 50\%$	2025年国产节能轮胎滚动阻力降低 $30\%$ ， 节油 $6\%$ 以上，产品市场占有率 $\geq 50\%$	2030年国产节能轮胎滚动阻力降低 $40\%$ ， 节油 $8\%$ 以上，产品市场占有率 $\geq 100\%$	
	湿滑、磨损、噪声性能持续改善			





## 6.2 新能源汽车

新能源汽车的大规模发展是有效缓解我国能源与环境压力，推动汽车产业技术创新与转型升级的重要战略举措。

新能源汽车是指采用新型动力系统，完全或主要依靠新型能源驱动的汽车，主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车。

### 6.2.1 需求

近年来，新能源汽车呈现快速发展态势。2014 年中国新能源汽车销售 7.5 万辆，同比增长 3.2 倍，是全球第二大新能源汽车市场。国际预测表明，2020 年前中国将成为全球第一大新能源汽车市场。随着新能源汽车在家庭用车、公务用车和公交客车、出租车、物流用车等领域的大量普及，2020 年中国新能源汽车的年销量，将达到汽车市场需求总量的 5%以上，2025 年增至 20%左右。在国家碳排放总量目标和一次能源替代目标需求下，2030 年新能源汽车年销量占比将继续大幅提高，规模超过千万辆。

### 6.2.2 目标

2020 年，初步建成以市场为导向、企业为主体、产学研用紧密结合的新能源汽车产业体系。自主新能源汽车年销量突破 100 万辆，市场份额达到 70%以上；打造明星车型，进入全球销量排名前 10，新能源客车实现规模化出口，整车平均故障间隔里程达到 2 万公里；动力电池、驱动电机等关键系统达到国际先进水平，在国内市场占有率 80%。

至 2025 年，形成自主可控完整的产业链，与国际先进水平

同步的新能源汽车年销量 300 万辆，自主新能源汽车市场份额达到 80%以上；产品技术水平与国际同步，拥有 2 家在全球销量进入前 10 的一流整车企业，海外销售占总销量的 10%；制氢、加氢等配套基础设施基本完善，燃料电池汽车实现区域小规模运行。

### 6.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 插电式混合动力汽车

以紧凑型及以上车型规模化发展插电式混合动力乘用车为主，实现插电式混合动力技术在私人用车、公务用车以及其他日均行驶里程较短的领域推广应用。混合动力模式油耗相比传统车型节油 25%（不包括增程式电动车）。

##### (2) 纯电动汽车

以中型及以下车型规模化发展纯电动乘用车为主，实现纯电动技术在家庭用车、公务用车、租赁服务以及短途商用车等领域的推广应用。典型小型纯电动乘用车（整备质量 1275kg）法规工况电耗小于 11.5kWh/km；公交客车电量消耗量小于 3.2kWh/100km/t。

##### (3) 燃料电池汽车

以城市私人用车、公共服务用车的批量应用为主，实现燃料电池技术的推广应用。通过优化燃料电池系统结构设计，加速关键部件产业化，大幅降低燃料电池系统成本。

#### 2. 关键零部件

重点推进电机、电池、逆变器等关键核心零部件自主化，满足新能源汽车产业的发展需求。

#### (1) 驱动电机

自主电机研发与商品化能力达到国际先进水平，乘用车驱动电机 20s 有效比功率不低于 4kW/kg，商用车 30s 有效比扭矩不低于 19Nm/kg。

#### (2) 电机控制器

实现功率密度不低于 25kW/L，综合性能达到国际先进水平，自主率达到 60%以上。

#### (3) 动力电池系统

电池单体比能量达到 400Wh/kg 以上，成本降至 0.8 元/Wh；系统成本降至 1 元/Wh。

#### (4) 燃料电池系统及电堆

燃料电池系统体积比功率达到 3kW/L，冷启动温度达到-30℃以下，寿命超过 5000h，产能超过 10 万套。

#### (5) 机电耦合装置

纯电驱动系统最高机械传动效率达到 93%以上，机电耦合变速器实现高集成度专用化。

#### (6) 增程式发动机

国产增程式发动机最低比油耗降至 225g/kWh 以下，国内市场占有率达到 80%。

#### (7) 高压总成

直流-直流变换器（DC-DC）、充电器系统效率均达到 95%以

上，高压继电器、熔断器实现小型化、低成本；高压铝导线实现大批量应用。

#### （8）整车控制器

整车控制器具备与全球定位系统、地理信息系统和智能交通系统（GPS/GIS/ITS）相结合的智能行驶控制功能，国产整车控制系统国内市场占有率达到 80%，关键国产化芯片应用率达到 30%，自主实时操作系统应用率达到 50%。

#### （9）轻量化车身

实现复合材料/混合材料技术突破，降低成本，在新能源汽车上的应用率达到 30%，自主率超过 50%。

### 3. 关键共性技术

（1）整车集成技术：突破融合多信息、以能量管理为核心的整车智能控制技术、高集成度的动力系统电动化等技术难题，开发太阳能电池整车集成应用技术。

（2）电驱动系统技术：突破电机与传动装置、逆变器集成，高集成电驱动系统专用变速器等技术难题。

（3）能量存储系统技术：突破宽温度、长寿命、全固态电池，低成本、高集成化电池管理等技术难题。

（4）燃料电池系统技术：突破高可靠性膜、催化剂及双极板，高可靠性供给系统及其关键部件等技术难题。

（5）高压电气系统技术：突破无线充电、高耐压等级薄壁绝缘层等技术难题。

#### **6.2.4 应用示范工程**

1. 纯电动和插电式混合动力汽车示范工程。
2. 燃料电池汽车示范工程与推广。
3. 可再生能源、智能电网、智能社区与新能源汽车示范工程与推广。
4. 新能源汽车关键零部件绿色、智能制造示范工程。

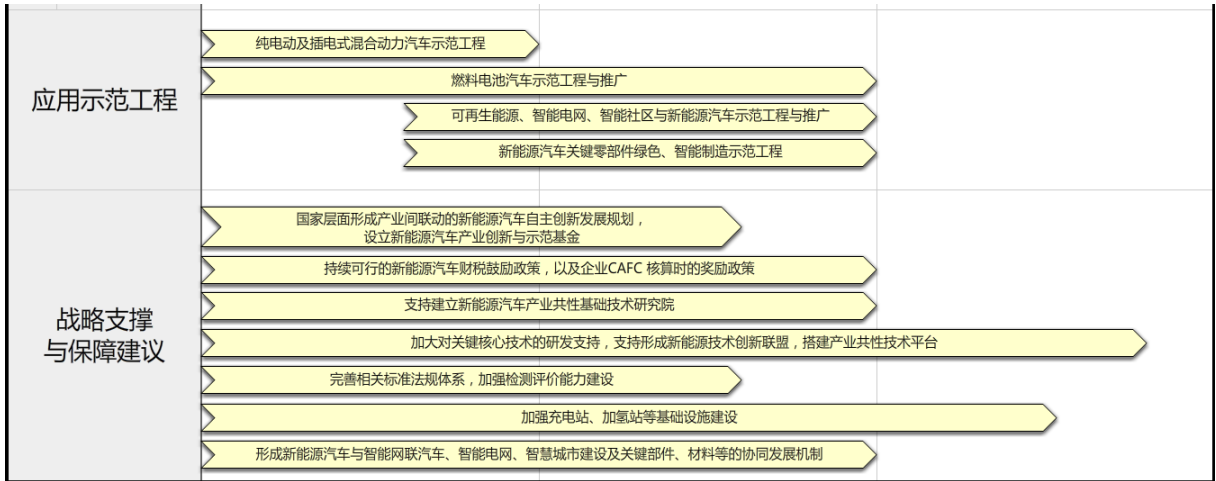
#### **6.2.5 战略支撑与保障**

1. 国家层面形成产业间联动的新能源汽车自主创新发展规划，设立新能源汽车产业创新与示范基金。
2. 持续可行的新能源汽车财税鼓励政策，以及企业平均燃料消耗量核算时的奖励政策。
3. 支持建立新能源汽车产业共性基础技术研究院。
4. 加大对关键核心技术的研发支持，支持形成新能源技术创新联盟，搭建产业共性技术平台。
5. 完善相关标准法规体系，加强检测评价能力建设。
6. 加强充电站、加氢站等基础设施建设。
7. 形成新能源汽车与智能网联汽车、智能电网、智慧城市建设及关键部件、材料等的协同发展机制。

		2020年	2025年	2030年	
需求		GB27999国家标准要求乘用车新车整体油耗降至5L/100km	乘用车新车整体油耗拟降至4L/100km	乘用车新车整体油耗拟降至3.2L/100km	
		《节能与新能源汽车产业发展规划(2012-2020)》对新能源汽车提出明确的产销规模与技术水平需求	中国计划2030年左右CO2排放达到峰值,非化石能源占一次能源消费比重升至20%;国际预测表明,2020年后新能源汽车快速扩张,2025年后中国成为全球第一大市场		
		新能源汽车年销量将占汽车总体需求量的5%以上,规模为200万辆左右	新能源汽车年销量占汽车总体需求量比例将超过20%	新能源汽车年销量占汽车总体需求量比例将继续大幅提高,规模超过千万辆	
		新能源汽车使用将由目前的公务用车、公交、出租等公共服务领域扩大至私人用车、客运、货运等大多数汽车使用领域			
		政策优惠下的新能源汽车销量快速提升	具有成本竞争力,集节能、环保、安全、舒适、信息与智能技术于一体的新能源汽车		
目标		自主品牌新能源汽车年销量突破100万辆,在国内市场占有率70%以上;生产1000辆燃料电池汽车并进行示范运行	与国际先进水平同步的新能源汽车年销量300万辆,在国内市场占有率80%以上;制氢、加氢等配套设施基本完善,燃料电池汽车实现区域小规模运行	自主品牌新能源汽车在国内市场占绝对主导地位,出口份额达到总产量的30%	
		打造明星车型,进入全球销量排名前10,新能源客车实现批量出口	2家整车企业销量进入世界前10,海外销售占总销量的10%	主流自主企业的新能源汽车技术国际领先	
		整车平均故障间隔里程达到2万公里	自主产品美誉度与国际品牌接轨,质量排名处于前列		
		动力电池、驱动电机等关键系统达到国际先进水平,在国内市场占有率80%;实现燃料电池关键材料批量化生产的质量控制和保证能力	动力电池、驱动电机等关键系统实现批量出口;燃料电池高品质关键材料、零部件实现国产化和批量供应	培育3家具有国际领先水平的新能源汽车零部件企业	
		突破整车构型、性能控制、能量管理、轻量化等整车集成关键技术	与汽车轻量化、信息化、智能化同步规划、融合发展、协同创新,并成为新技术先导应用的载体		
重点产品	插电式混合动力汽车	在紧凑型及以上乘用车的私人用车、公务用车、以及其他日均行驶里程较短细分市场实现批量应用	在紧凑型及以上乘用车的私人用车、公务用车、以及其他日均行驶里程较短的使用领域实现大规模应用		
		城市工况纯电行驶加速性能接近传统车水平,混合动力模式油耗相比传统车型节油25%(不包括增程式电动车)	混合动力模式下整车油耗相比2020年水平降低5%		
		关键零部件国产化率达到80%	关键零部件国产化率超过80%		
	纯电动汽车	在紧凑型及以下乘用车的城市家庭第二辆车、租赁服务、公务用车实现批量应用;在公交车、市政卡车、短途物流车以及其他特定市场、特定用途等领域实现大批量应用	在中型及以下乘用车的城市家庭第二辆车、租赁服务、公务用车实现大批量应用	在乘用车和短途商用车上实现大批量应用	
		乘用车:典型小型纯电动乘用车(整备质量1275kg)法规工况能耗小于12.8kWh/100km	乘用车:法规工况整车电量在2020年指标基础上降低10%		
		公交车:法规工况整车电量消耗量小于3.5kWh/100km-t	公交车:法规工况整车电量消耗量小于3.2kWh/100km-t		
		关键零部件国产化率达到80%	关键零部件国产化率超过80%		
	燃料电池汽车	在特定区域的公共服务用车领域小规模示范应用	在城市私人用车、公共服务用车领域实现区域小规模运行	实现燃料电池汽车的大批量应用	
		整车耐久性达15万公里,续驶里程500公里,加氢时间3分钟,冷启动温度达到-30°C,燃料电池堆使用寿命达到5000h	整车耐久性超过15万公里,燃料电池堆使用寿命超过5000h	整车性能达到与传统车相当,具有相对产品竞争力优势	
		优化燃料电池系统结构设计,加速关键部件产业化,大幅降低燃料电池系统成本	在当期政策下优于传统动力车型整车全生命周期成本(TCO)	与传统动力车型整车全生命周期成本(TCO)相当	
		开发燃料电池关键材料及部件,关键材料及部件国产化率达到30%	掌握双极板、膜电极等关键材料部件制造工艺,关键材料及电堆产品国产化率50%	全面实现燃料电池关键材料、电堆等产品国产化,国产化率达到70%	
	驱动电机	乘用车20s有效比功率≥3.5kW/kg;商用车30s有效比扭矩≥18N.m/kg	乘用车20s有效比功率≥4kW/kg;商用车30s有效比扭矩≥19N.m/kg	乘用车20s有效比功率≥5kW/kg;商用车30s有效比扭矩≥20N.m/kg	
低损耗硅钢、高性能磁钢、成型绕组、汇流排、磁钢定位封装等先进工艺材料		关键材料和部件采用国内资源,自主工艺开发及生产线建设能力达到国际先进水平,先进工艺材料推动自主进步的格局基本形成	出口份额达到自主总产量20%		
电机控制器	实现功率密度≥15kW/L	自主率达到60%以上;实现功率密度≥25kW/L	实现功率密度≥35kW/L		
	自主封装的绝缘栅双极型晶体管(IGBT)模块占市场总量20%以上,逆变器性能和可靠性达到国际先进水平	自主封装的绝缘栅双极型晶体管(IGBT)占市场总量60%以上,自主芯片占总量20%以上,逆变器综合性能达到国际先进水平	出口份额达到自主总产量5%		
动力电池系统	单体比能量达到300Wh/kg	单体比能量大于400Wh/kg	单体比能量大于500Wh/kg		
	系统使用寿命达到10年				
	单体成本达到1元/Wh,系统成本达到1.3元/Wh	单体成本达到0.8元/Wh,系统成本达到1元/Wh	单体成本低于0.6元/Wh,系统成本低于0.8元/Wh		
燃料电池系统及电堆	燃料电池系统产能超过1000套	燃料电池系统产能超过10万套	燃料电池系统满足自主整车需求		
	燃料电池系统体积比功率>2.5kW/L,冷启动温度<-30°C,寿命达到5000h	燃料电池系统体积比功率>3kW/L,寿命超过5000h	冷启动温度<-40°C		
	高速空压机、氢循环系统、70MPa储氢瓶等关键系统附件性能满足车用指标要求	系统部件逐步实现国产化,系统成本低于200元/kW(年产50万辆规模时)			

关键零部件	机电耦合装置	纯电驱动系统最高机械传动效率大于91%	纯电驱动系统最高机械传动效率大于93%	自主品牌纯电驱动系统在国内市场占主导地位，出口份额达到总产量的20%
		机电耦合变速器，最高机械传动效率大于88%	高集成度专用机电耦合变速器，最高机械传动效率大于90%	自主品牌专用机电耦合变速器在国内市场占主导地位，出口份额达到总产量5%
	增程式发动机	发动机最低比油耗小于230g/kWh	发动机最低比油耗小于225g/kWh	发动机最低比油耗小于220g/kWh
		增程式发动机自主化率30%	增程式发动机自主化率达到80%	增程式发动机自主化率大于90%
		可靠性、安全性、振动噪声（NVH）等性能满足车用需求		
	高压总成	直流-直流变换器（DC-DC）总成效率达到92%，充电器系统效率达到92%	直流-直流变换器（DC-DC）、充电器系统效率均达到95%以上	
		高压继电器、熔断器耐压等级提高、载流能力提升	高压继电器、熔断器小型化、低成本	
		高压铝导线的技术应用，重量降低25%，成本降低30%	实现高压铝导线的大批量应用	实现新型导体材料的线束及电连接技术的应用
	整车控制器	插电式混合动力汽车、纯电动汽车整车控制器	具备与全球定位系统、地理信息系统和智能交通系统（GPS/GIS/ITS）相结合的智能行驶控制功能的插电式混合动力汽车、纯电动汽车整车控制器	与信息化、智能化融合的整车控制器
		燃料电池汽车整车控制器		
整车控制系统自主化率达到50%，关键国产化芯片应用率达到10%，自主实时操作系统应用率达到10%		整车控制系统自主化率达到80%，关键国产化芯片应用率达到30%，自主实时操作系统应用率达到50%	整车控制系统出口20%	
轻量化车身	复合材料/混材料技术，降低成本，提高性能，实现批量稳定生产	低成本技术，大规模生产应用	碳纤维车身制造技术与生产能力国际领先	
	在新能源汽车上实现小批量应用	在新能源汽车上的应用率达到30%，自主率超过50%	在新能源汽车的应用率达到80%，自主份额90%以上	
其他部件	协调式制动能量回收系统	基于线控技术的制动能量回收系统	新型电动车制动系统	
	电动助力转向系统	电动化、智能化相融合的转向系统		
	基于热泵的电动车空调系统	车室和电池一体化的电动车空调系统	新型高效环保电动车空调系统	
整车集成技术	动力系统电动化技术	基于专用总成的动力系统电动化技术；	基于下一代动力系统的全新概念电动汽车	
	底盘系统电动化技术：电驱动系统与制动系统集成	底盘系统电动化技术：电驱动系统与底盘系统集成		
	电动车整车安全、振动噪声（NVH）、寿命等性能控制技术			
	基于高强度、轻金属和复合材料的车身和底盘轻量化技术		新型整车轻量化技术	
	以动力总成扭矩控制为核心的整车控制技术		与信息化、智能化相融合的整车智能控制技术	
电驱动系统技术	电机与传动装置、逆变器集成技术	轮边/轮毂电机系统技术	电机内置功率电子集成技术	
	高输出密度、高效率永磁电机技术	新类型、新结构电机技术	高压化、高速化电机技术	
	高可靠低成本逆变器技术	基于芯片技术和封装技术革新的	应用宽禁带材料功率模块的新型逆变器技术	
	高速减速器及变速器技术	大速比小型化减速器技术高集成电驱动系统	新型电传动技术：电磁变速器（EMT）等	
	自动化制造工艺及装备技术		数字化、智能化制造技术	
能量存储系统技术	大容量锂离子电池材料技术	锂二次电池材料技术	新体系电池材料技术	
	高比能、高安全锂离子电池技术	宽温度、长寿命、全固态子电池技术	全新材料体系电池技术	
	高精度、高可靠性电池管理技术	低成本、高集成化电池管理技术	新型电池管理技术	
	高比能、高安全电池总成技术	电池总成与车身、底盘结构一体化技术		
	自动化制造工艺及装备技术		数字化、智能化制造技术	
燃料电池电堆及系统技术	高性能国产燃料电池关键材料与部件技术	国产化高耐久性燃料电池关键材料、部件及其小批量生产技术	国产化低成本燃料电池关键材料、部件及其批量生产技术	
	高比功率、高耐久性燃料电池电堆产品技术		低成本燃料电池电堆产品技术	
	高可靠性供给系统及其关键部件产品技术		供给系统及关键部件低成本技术	
	燃料电池系统集成及优化控制技术			
	高压储氢产品技术		储氢系统低成本技术	
高压电气系统技术	整车高压电防护技术			
	高压配电装置结构小型化、高安全性技术	高压配电部件低功耗，高可靠性技术	高压配电装置低成本技术	
	车辆对车辆、家用负载及其它用电负载供电技术（V2V/V2H/V2L）	车辆与电网双向充电技术（V2G）		
	超快速充电技术（5-10min）		超快速充电技术（3min）	
	无线充电产品技术		高效率，小型化无线充电产品技术	
	铝导线导体结构和压接技术 高压线缆薄壁绝缘层技术	高耐压等级薄壁绝缘层技术	新导体材料高压电连接技术	





## 6.3 智能网联汽车

智能网联汽车是新一轮科技革命背景下的新兴产业，可显著改善交通安全、实现节能减排、消除拥堵、提升社会效率，并拉动汽车、电子、通讯、服务、社会管理等协同发展，对促进我国产业转型升级具有重大战略意义。

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置，并融合现代通信与网络技术，实现车内网、车外网、车际网的无缝链接，具备信息共享、复杂环境感知、智能化决策、自动化协同等控制功能，与智能公路和辅助设施组成的智能出行系统，可实现“高效、安全、舒适、节能”行驶的新一代汽车。

智能网联汽车分为 DA、PA、HA、FA 四级，DA 指驾驶辅助，包括一项或多项局部自动功能，如 ESC、ACC、AEBS 等，并能提供基于网联的智能提醒信息；PA 指部分自动驾驶，在驾驶员短时转移注意力仍可保持控制，失去控制 10 秒以上予以提醒，并能提供基于网联的智能引导信息；HA 指高度自动驾驶，在高速公路和市内均可自动驾驶，偶尔需要驾驶员接管，但是有充分的移交时间，并能提供基于网联的智能控制信息；FA 指完全自主驾驶，驾驶权完全移交给车辆。

### 6.3.1 需求

中国汽车保有量已达 1.5 亿辆，“能源、污染、拥堵、安全”等汽车四大公害问题日益尖锐，近年来，无论是车载信息还是智能装置的装备率都呈上升趋势。至 2020 年，远程通讯互联终端整车装备率将达 50%，驾驶辅助（DA）、部分自动驾驶（PA）车

辆市场占有率约 30%。2025 年，远程和短程通讯终端的整车装备率增至 80%，DA、PA 车辆占有率保持稳定，高度自动驾驶（HA）车辆市场占有率约 10%-20%。

消费者对信息化与智能化产品需求的持续增强是智能网联汽车发展的主要推动力；中国汽车工业伴随工业革命 4.0 转型发展，对工业化与信息化融合的需求加剧，两化融合既是制造智能网联汽车的基础条件，也是解决汽车四大公害社会问题的重大举措；伴随信息化与智能化发展，加速实施智慧城市和智慧交通建设的需求已经显现，智能网联汽车和智慧城市将是互联网+的一个重要实践。

### 6.3.2 目标

2020 年，初步形成以企业为主体、市场为导向、政产学研用紧密结合、跨产业协同发展的智能网联汽车自主创新体系。汽车信息化产品自主份额达 50%，DA、PA 整车自主份额超过 40%，掌握传感器、控制器关键技术，供应能力满足自主规模需求，产品质量达到国际先进水平。启动智慧交通城市建设，自主设施占有率 80%以上。

2025 年，基本建成自主的智能网联汽车产业链与智慧交通体系。汽车信息化产品自主份额达 60%，DA、PA、HA 整车自主份额达 50%以上；传感器、控制器达到国际先进水平，掌握执行器关键技术，拥有供应量在世界排名前十的供应商企业 1 家；自主智能卡车开始大规模出口；实现汽车全生命周期的数字化、网络化、智能化，初步完成汽车产业转型升级。

提出车辆相关的智慧交通解决方案，普通道路的交通效率提高 80%，交通事故数减少 80%，交通事故死亡人数减少 90%，汽车二氧化碳排放大约减少 20%。

### 6.3.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 基于网联的车载智能信息服务系统

在现有 Telematics 系统基础上，为驾驶和出行提供交通、资讯、车辆运行状态及智能控制等信息服务，突出信息化和人机交互升级。逐步普及远程通讯功能，部分实现 V2X 短程通讯功能，信息可用于智能化控制，信息化装备率 80%。

##### (2) 驾驶辅助级智能汽车

制定中国版智能驾驶辅助标准，基于车载传感实现智能驾驶辅助，可提醒驾驶员、干预车辆，突出安全性、舒适性和便利性，驾驶员对车辆应保持持续控制；交通事故数减少 30%，交通死亡人数减少 10%，DA 智能化装备率 40%，自主系统装备率 50%。

##### (3) 部分或高度自动驾驶级智能汽车

制定中国版乘用车城市智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准；乘用车逐步实现部分自动或高度自动驾驶，突出舒适性、便利性、高效机动性和安全性，实现网联信息的安全管理，高速公路普及 PA 级智能车，一线城市普及 DA 级智能车；制定中国版商用车城郊智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准，商用车逐步实现部分自动或高度自动驾驶，以网联智能管理和编队控制技术突破为主，提高运输车辆的运行效率、经济性、安全性和便利性，

高速公路普及 DA 级智能车，逐步应用 PA 级智能车；HA、PA 智能化装备率 50%，自主系统装备率 40%。

#### （4）完全自动驾驶级智能汽车

制定中国版完全自动驾驶标准，基于多源信息融合、多网融合，利用人工智能、深度挖掘及自动控制技术，配合智能环境和辅助设施实现自动驾驶，可改变出行模式、消除拥堵、提高道路利用率，综合能耗降低 10%，减少排放 20%，减少交通事故数 80%，基本消除交通死亡；FA 智能化装备率 10%，自主系统装备率 40%。

#### （5）智慧出行用车

制定中国版智慧交通标准，依托智慧城市和智慧交通体系建设，实现公交客车与出租车的智慧化管理，信息化装备率达到 100%，智能化装备率达到 70%。

## 2. 关键零部件

### （1）车载光学系统

光学摄像头、夜视系统等，具备图像处理和视觉增强功能，性能与国际品牌相当并具有成本优势，自主市场份额 80%以上。

### （2）车载雷达系统

中远距毫米波雷达、近距毫米波雷达、远距超声波雷达、激光雷达等，有效目标识别精度与国际品牌相当，并具有成本优势，自主市场份额 40%以上。

### （3）高精定位系统

基于北斗系统开发，实现自主突破，车载定位精度可达到亚米级精度，实现对 GPS 的逐步替代与升级，自主市场份额 60%以

上。

#### (4) 车载互联终端

车载信息娱乐系统自主份额达到 70%，远程通讯模块自主份额达到 60%，近距通讯模块自主份额超过 90%。

#### (5) 集成控制系统

开发域控制器，实现对各子系统的精确控制及协调，并形成技术、成本优势，自主份额达到 50%。

### 3. 关键共性技术

(1) 多源信息融合技术：突破环境感知与多传感器信息融合，V2X 通讯模块集成，车载与互联信息融合技术。

(2) 车辆协同控制技术：突破整车集成与协同控制技术。

(3) 数据安全及平台软件：突破信息安全、系统健康智能监测技术，并搭建中国版车载嵌入式操作系统平台软件。

(4) 人机交互与共驾技术：突破人机交互、人机共驾与失效补偿技术。

(5) 基础设施与技术法规：形成中国版先进智能驾驶辅助、V2X 及多网融合的技术标准体系和测试评价方法，完善基于 V2X 通讯标准体系的道路基础设施。

#### 6.3.4 应用示范工程

1. 典型城市智能网联汽车及运行环境研究与应用示范；
2. 地方法规下的智能网联汽车立法研究与应用示范；
3. 大型物流公司智能网联汽车应用示范；

4. 城市智能公交系统、智慧公共移动系统、城市共享用车专项研究与应用示范；

5. 基于网络的设计、制造、服务一体化工程示范。

### **6.3.5 产业集聚区**

1. 在现有的汽车产业集群基础上，结合区域特色，建立 3-6 个智能网联汽车产业集聚区；

2. 围绕摄像头、雷达、导航定位、射频芯片、无线通讯终端及控制器等，打造 2-3 个零部件产业集聚区。

### **6.3.6 战略支撑与保障**

1. 制定并实施中国版先进智能驾驶辅助和 V2X 的国家规划，制定出台智能网联汽车与新能源汽车、物联网、智能交通网络、智能电网及智慧城市的协同共建机制，滚动更新多领域联动的中国版智能网联汽车自主创新发展规划；

2. 建立国家智能网联汽车共性基础技术研究院和创新中心，支持关键零部件企业发展；

3. 设立智能网联汽车专项资金，支持智能网联汽车的技术开发和产业推广；

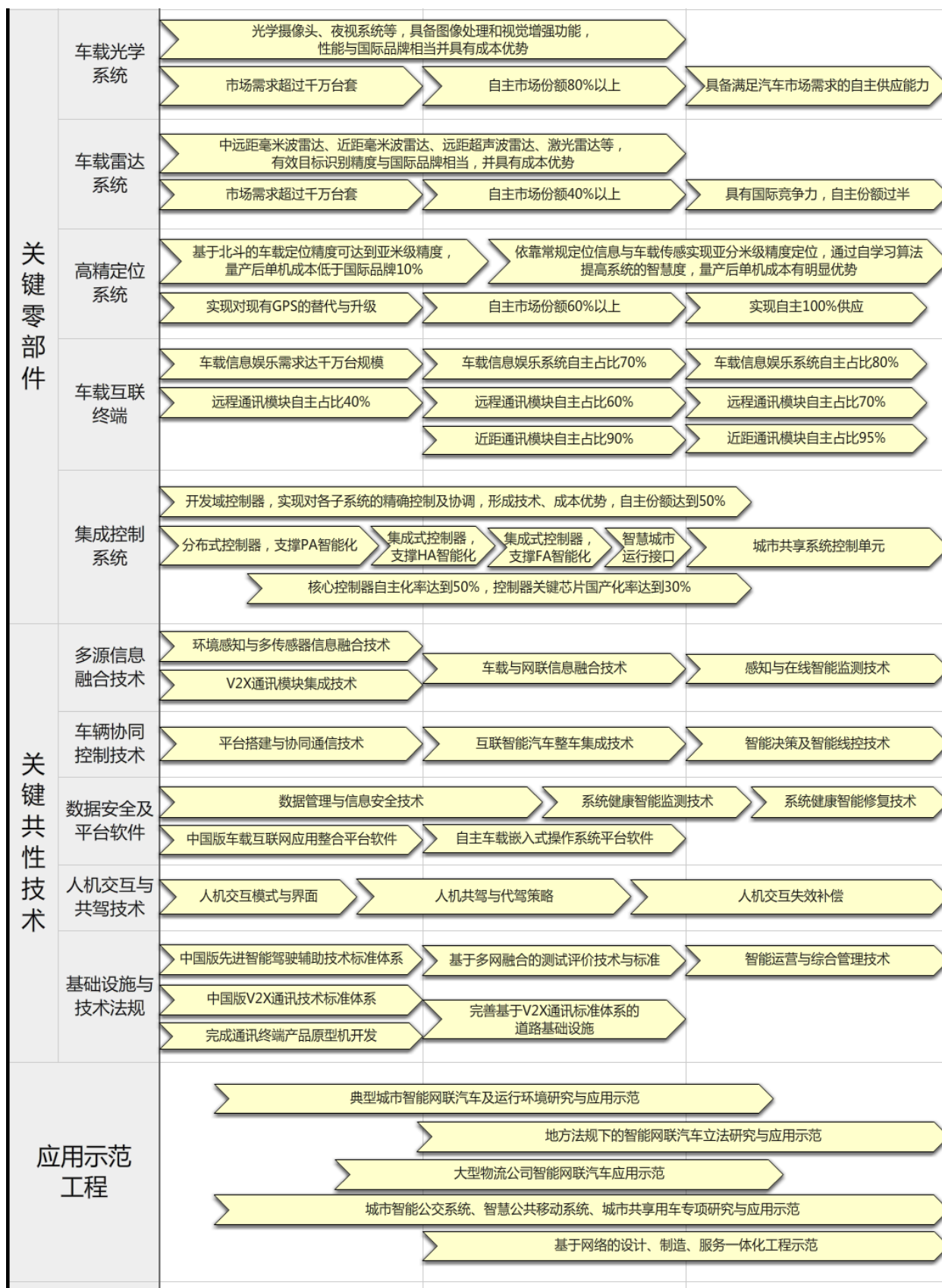
4. 完善智能汽车相关的法律和法规体系，建立新型智能网联汽车共享商业化运行模式，完善配套管理机制；

5. 制定出台国家层面的智能网联汽车车载环境感知传感器、网络通讯、网络安全及信息服务等技术标准；

6. 完善企业考评机制，对智能网联转型发展突出的企业给予政策与税费支持。

	2020年	2025年	2030年
需求	消费者对信息化与智能化产品需求的持续增强是智能网联汽车发展的主要推动力		全球新经济增长点竞争需求，预测中国将是全球第二大自动驾驶汽车市场
	中国汽车工业的转型发展对工业化与信息化融合的需求加剧，两化融合既是制造智能网联汽车的基础条件，也是解决汽车四大公害社会问题的重大举措		
	伴随信息化与智能化发展，加速实施智慧城市和智慧交通建设的需求已经显现，智能网联汽车和智慧城市将是互联网+的一个重要实践		
	远程通讯互联终端整车装备率将达50%	远程通讯终端整车装备率增至80%，近距通讯互联终端整车装备率达到30%	智慧交通系统基础设施建设完成，信息化、智能化法律法规与标准完善
	驾驶辅助（DA）、部分自动驾驶（PA）车辆市场占有率约50%	DA、PA车辆占有率保持稳定，高度自动驾驶（HA）车辆占有率约10%-20%	完全自动驾驶（FA）车辆市场占有率近10%
目标	初步形成以企业为主体、市场为导向、产学研用紧密结合、跨产业协同发展的互联智能汽车自主创新体系	基本建成自主可控的互联智能汽车产业链与智慧交通体系	部分智慧城市与高速公路的智慧交通体系示范运营
	汽车信息化产品自主份额达50%，DA、PA整车自主份额超过40%	汽车信息化产品自主份额达60%，DA、PA、HA整车自主份额达50%以上	汽车信息化产品自主份额达70%，PA、HA、FA整车自主份额达50%以上
	掌握传感器、控制器关键技术，供应能力满足自主规模需求	拥有供应量在世界排名前十的供应商企业1家，产品质量达到国际先进水平	全面实现自主对标准、技术、市场三个层面的掌控
	传感器、控制器达到国际先进水平，掌握执行器关键技术，自主份额达50%以上		自主智能卡车实现大规模出口
	启动智慧交通城市建设，基础设施建设自主产品占有率80%以上	实现汽车全生命周期的数字化、网络化、智能化，初步完成汽车产业转型升级	初步形成可实现“零伤亡、零拥堵”的智慧交通体系
	提出车辆相关的智慧交通解决方案，普通道路的交通效率提高80%，交通事故数减少80%，交通事故死亡人数减少90%，汽车二氧化碳排放大约减少20%		
重点产品	在现有的Telematics系统基础上，为驾驶和出行提供交通、资讯和车辆运行状态等信息服务，突出信息化和车机交互升级		为智能控制等提供信息服务
	部分实现车载远程通讯功能，信息化装备率50%	普及远程通讯功能，部分实现V2X短程通讯功能，信息可支持智能化控制和PA级智能车应用，信息化装备率80%	普及V2X短程通讯，信息化装备率100%
	制定中国版智能驾驶辅助标准，基于车载传感实现智能驾驶辅助，可提醒驾驶员、干预车辆，突出安全性、舒适性和便利性，驾驶员对车辆应保持持续控制		
	交通事故数减少30%，交通死亡人数减少10%，DA智能化装备率40%，自主系统装备率50%		
部分或高度自动驾驶级智能汽车	制定中国版乘用车城市智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准；乘用车逐步实现半自动或高度自动驾驶，突出舒适性、便利性、高效机动性和安全性，实现网联信息安全管理；高速公路普及PA级智能车，一线城市普及DA级智能车		
	制定中国版商用车城郊智能驾驶标准和高速公路智能驾驶标准，商用车逐步实现半自动或高度自动驾驶，以网联智能管理和编队控制技术突破为主，提高运输车辆的运行效率、经济性、安全性和便利性；高速公路普及DA级智能车，逐步应用PA级智能车		
	PA智能化装备率20%，自主系统装备率40%	HA智能化装备率20%，自主系统装备率40%	
完全自动驾驶级智能汽车	制定中国版完全自动驾驶标准，基于多源信息融合、多网融合，利用人工智能、深度挖掘及自动控制技术，配合智能环境和辅助设施实现自动驾驶，可改变出行模式、消除拥堵、提高道路利用率，综合能耗降低10%，减少排放20%，减少交通事故数80%，基本消除交通死亡		
	FA智能化装备率10%，自主系统装备率40%		
智慧出行用车	制定中国版智慧交通标准，依托智慧城市和智慧交通体系建设，实现公交客车与出租车的智慧化管理		
	普及DA和远程通讯系统，信息化装备率达到85%，智能化装备率60%	普及PA，实现远程服务，信息化装备率达到100%，智能化装备率达到70%	实现公共交通工具智慧管理





<p><b>产业聚集</b></p>	<p>在现有的汽车产业集群基础上，结合区域特色，建立3-6个智能网联汽车产业集聚区</p> <p>围绕摄像头、雷达、导航定位、射频芯片、无线通讯终端及控制器等，打造2-3个零部件产业集聚区</p>
<p><b>战略支撑与保障建议</b></p>	<p>制定并实施中国版先进智能驾驶辅助和V2X的国家规划，制定出台智能网联汽车与新能源汽车、物联网、智能交通网络、智能电网及智慧城市的协同共建机制，滚动更新多领域联动的中国版智能网联汽车自主创新发展规划</p> <p>建立国家智能网联汽车共性基础技术研究院和创新中心，支持关键零部件企业发展</p> <p>设立智能网联汽车专项资金，支持智能网联汽车的技术开发和产业推广</p> <p>完善智能网联汽车相关的法律和法规体系</p> <p>建立新型智能网联汽车共享商业化运行模式，完善配套管理机制</p> <p>制定出台国家层面的智能网联汽车车载环境感知传感器、网络通讯、网络安全及信息服务等技术标准</p> <p>完善企业考评机制，对智能网联转型发展突出的企业给予政策与税费支持</p>
<p><b>备注</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>智能网联汽车术语</b></p> <p style="text-align: center;"><b>第一阶段：DA--驾驶辅助</b>      一项或多项局部自动功能，如ESC、ACC、AEBS等，并能提供基于网联的智能提醒信息</p> <p style="text-align: center;"><b>第二阶段：PA--部分自动驾驶</b>      在驾驶员短时转移注意力仍可保持控制，失去控制10秒以上予以提醒，并能提供基于网联的智能引导信息</p> <p style="text-align: center;"><b>第三阶段：HA--高度自动驾驶</b>      在高速公路和市内均可自动驾驶，偶尔需要驾驶员接管，但是有充分的移交时间，并能提供基于网联的智能控制信息</p> <p style="text-align: center;"><b>第四阶段：FA--完全自动驾驶</b>      驾驶权完全移交给车辆</p> <p style="text-align: center;"><b>V2X ( Vehicle to X )</b>：用于智能网联汽车的车与车、车与人、车与基站、基站与基站的通信</p>

## 七、电力装备

### 7.1 发电装备

发电装备是将化石能源、核能、水能、风能、太阳能等一次能源转换为电能的装备，包括大型先进煤电、核电、水电、气电和可再生能源装备，是国家实现能源结构调整和节能减排战略的重要保障。

#### 7.1.1 需求

清洁高效发电设备将成为我国发电领域主流技术，预计到2020年，煤电装机容量约达到11.2亿千瓦，约占总发电装机容量58%；核电装机容量达到5800万千瓦，在建容量达到3000万千瓦以上约占总发电装机容量4%；天然气燃气轮机发电装机容量达到1.2亿千瓦，约占总发电装机容量6%；常规水电装机达到3.5亿千瓦左右，约占总发电装机容量17.5%；风电装机达到2亿千瓦，约占总发电装机容量10%。

#### 7.1.2 目标

2020年目标：先进发电装备产业规模达到每年1亿kW，满足我国能源结构调整和重大工程建设需求，技术水平总体达到国际先进水平，进入世界强国行列。国产发电装备国内市场占有率达到90%，出口比重占到年产量的30%。

2025年目标：形成3家具有资金、规模、技术、质量、品牌优势和核心竞争力的国际化企业集团。具备持续创新能力，大型火电、水电、核电等成套装备达到国际领先水平，具有自主知识产权的新能源和可再生能源装备及储能装置市场占有率超过

80%。

### 7.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

(1) 清洁高效煤电成套装备

——1200MW 等级超超临界机组

25-28MPa/ 600℃/620℃，发电效率 45%；32-35 MPa/  
600℃/620℃/620℃（二次再热），发电效率 48%。

——更高参数先进超超临界机组

38-40MPa/700℃/700℃，发电效率 52%。

——600MW-1000MW 超（超）临界循环流化床锅炉

高煤种适应性，清洁燃烧，低排放。

——1000MW 等级超（超）临界空冷机组

适用于富煤缺水地区。

——烟气高效超净排放装置及碳捕捉成套装备

烟尘低于 10 mg/Nm<sup>3</sup>，二氧化硫低于 35 mg/Nm<sup>3</sup>，氮氧化物  
排放低于 50mg/Nm<sup>3</sup>。

——大型煤气化燃气-蒸汽联合循环发电装置（IGCC）

F 级燃气轮机 IGCC 联合循环出力 460MW，净效率 48%。

(2) 重型燃气轮机发电装备

——50-70MW 燃气轮机发电装备

用于分布式发电，联合循环效率不低于 45%。

——F 级 300MW 重型燃气轮机发电装备

联合循环出力 450MW，发电效率 58%。

——G/H 级 400MW 重型燃气轮机发电装备

联合循环出力 600MW, 发电效率 60%。

(3) 大型先进核电成套装备

——第三代大型先进压水堆核电成套装备

形成具有自主知识产权的 1000MW、1500MW、2000MW 等级系列成套设备。设计使用寿命 60 年, 可用率不低于 93%。

——高温气冷堆、快堆、钍基熔盐堆核电成套装备

高温气冷堆功率 200MW; 快堆功率 600MW、钍基熔盐堆功率 100MW。

(4) 大型先进水电成套装备

——大容量抽水蓄能机组

容量 150-400MW, 调速范围  $\pm 10\%$  可变速抽水蓄能机组; 700m 水头段定速抽水蓄能机组。

——1000MW 等级水轮发电机组

国际领先的超大型水轮发电机组, 额定水头 202m, 机组最高效率 96%。

——高水头大容量冲击式水轮机组

600-2000m 水头段、容量 400-1000MW 级冲击式水轮机组。

(5) 可再生能源发电装备

1) 大型风力发电装备及智能控制系统

——5MW 等级风电机组

先进高可靠性风力发电机, 风能转化效率 (CP 值) 0.48, 可用率 97%。

——大型海上风电机组

先进的超导电机组，功率为 10MW 等级。

——风电群组智能管控系统

具备远程数据传输及故障诊断、风电群组智能管理及控制等功能的系统。

2) 先进太阳能发电装备

——大型光热发电机组

太阳能单塔功率 50-150MW，熔盐蓄换热蒸汽发电系统。

3) 生物质能和分布式（可再生）能源装备

——生物质和垃圾清洁燃烧及气化成套装备

生物质和垃圾高效清洁焚烧发电成套装置；生物质和垃圾气化发电成套装备。

## 2. 关键零部件

(1) 重型燃气轮机高温部件及控制装置。

(2) 大型核电压力容器、蒸汽发生器、冷却剂主泵、控制棒驱动机构、堆内构件，大型核电汽轮机焊接(整锻)转子，2000mm 等级末级长叶片，大型半速汽轮发电机转子。

(3) 可变速抽水蓄能机组发，可变速水泵水轮机转轮，大容量发电机保护断路器。

(4) 大型风力发电机组的超长叶片、智能控制系统。

## 3. 关键共性技术

(1) 清洁高效煤电技术

准东高碱煤煤质、煤灰和煤燃烧特性的判定和评价；准东高

碱煤结渣、沾污和积灰机理；准东高碱煤结渣、沾污和积灰的控制和清除技术。

#### （2）核电共性技术

核岛及常规岛主设备设计、验证、制造技术。

#### （3）燃气轮机技术

先进燃气轮机高温部件高温高强超级合金材料研制；高压比大流量压气机设计制造技术；干式低 NO<sub>x</sub> 燃烧室设计制造技术；高温透平叶片冷却技术。

#### （4）大型先进水电装备技术

抽水蓄能可变速电动机、水泵水轮机设计、验证技术；大型水轮发电机组总体设计及水力设计、验证，高效冷却技术；高水头大容量冲击式水轮机组水力设计、验证技术。

#### （5）可再生能源发电装备

5MW 以上等级风力发电机组叶片设计技术，风力发电机智能控制技术；10MW 等级超导风力发电机组技术及总体结构设计。

太阳能高效集热、储换热系统及设备研制，智能控制技术，系统集成技术。

生物质和垃圾气化工艺，二恶英脱除以及灰渣玻璃化处理技术。

### 7.1.4 应用示范工程

#### 1. 清洁高效发电应用示范工程

1200MW 等级超超临界机组、600MW-1000MW 超（超）临界流化床锅炉、1000MW 等级超（超）临界空冷机组、高效超超临界

机制示范工程。50-70MW 级、300MW 等级 F 级重型燃气轮机等自主品牌燃气轮机示范工程。

#### 2. 大型先进核电应用示范工程

1000M、1500MW、2000MW 等级核电成套设备及 200MW 高温气冷堆、600MW 钠冷快堆示范工程。

#### 3. 抽水蓄能及大型水电应用示范工程

150-400MW 可变速抽水蓄能机组、1000MW 等级水轮发电机组示范工程。

#### 4. 新能源应用示范工程

50MW 、100MW 等级光热发电示范工程，5-10MW 风力发电示范工程。

### 7.1.5 战略支撑与保障

1. 完善政策措施，积极营造支持清洁高效发电装备产业发展的环境

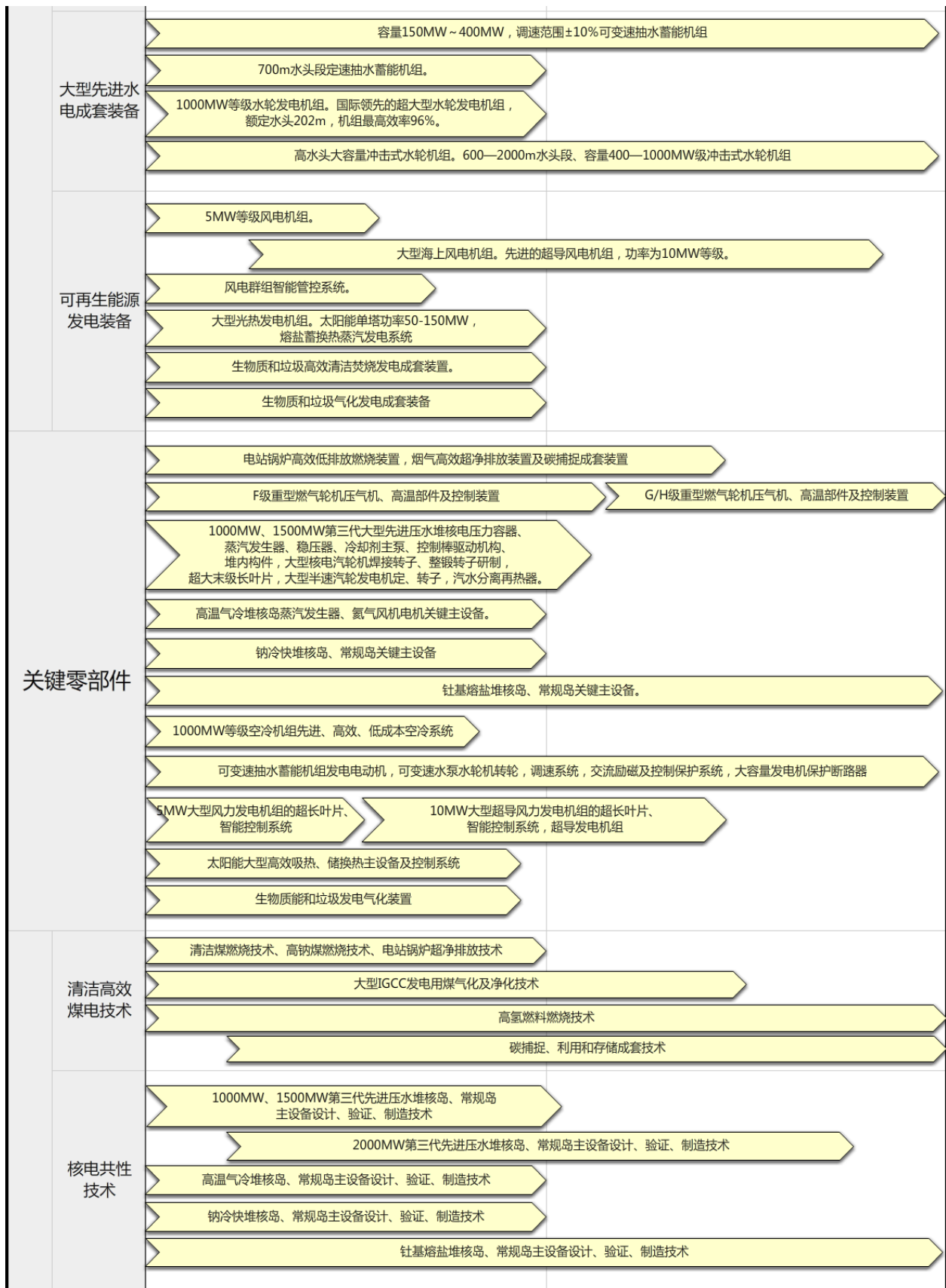
充分利用税收、金融等市场经济手段和必要的行政手段，研究和制定有利于产业健康发展的财税政策，支持清洁高效发电设备技术进步和产业化。

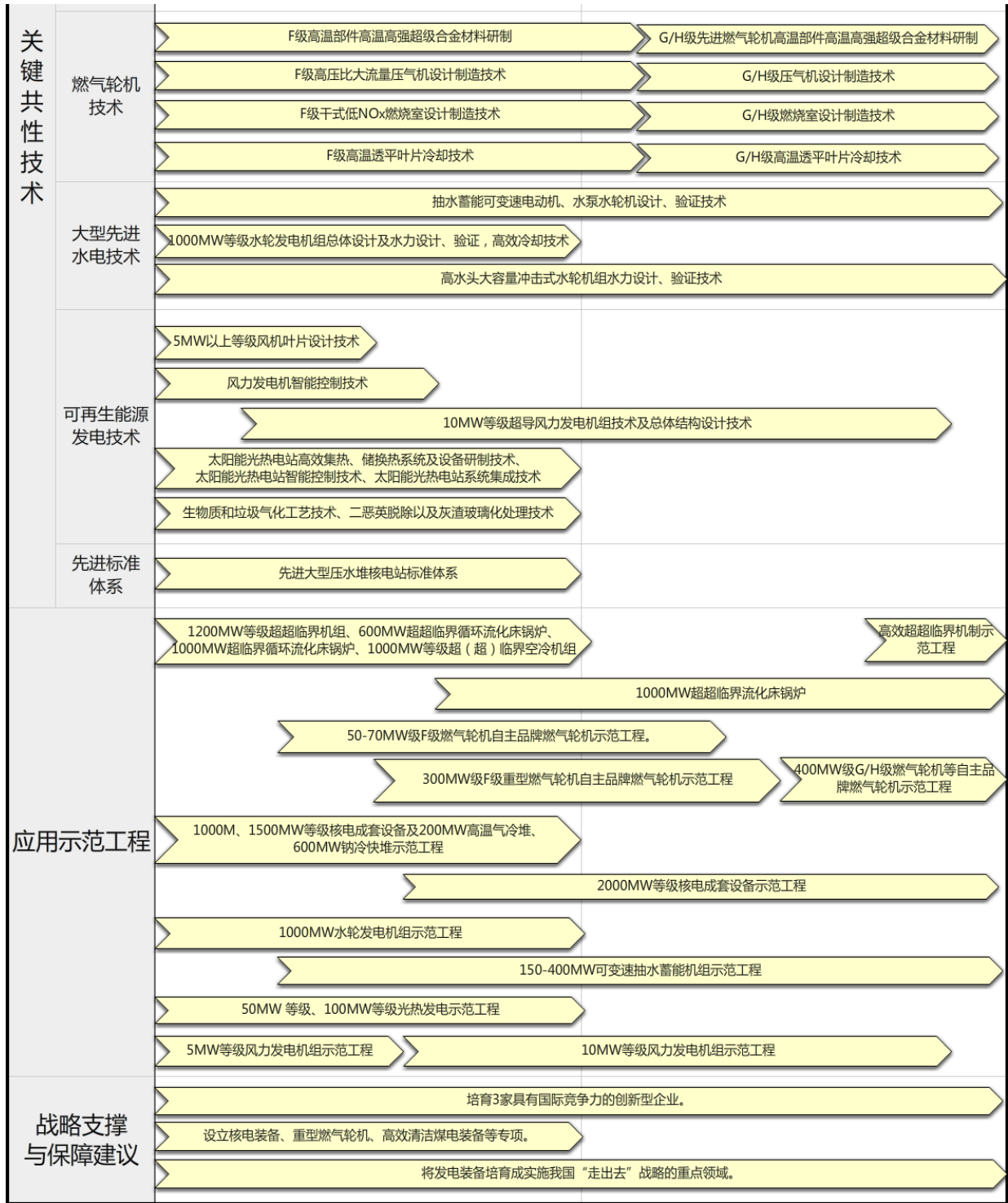
#### 2. 建设清洁高效发电技术国家重大创新基地

以现有国家工程研究中心为创新载体基础，优化和集成创新资源，进一步发挥创新链各类创新载体的整体优势，以新的组织形式，跨领域、跨部门、跨区域集中组织实施面向国家目标的协同创新。



		2020年	2025年
需求	煤电	煤电装机容量约达到11.2亿千瓦，约占总发电装机容量58%	
	核电	装机容量达到5800万千瓦，在建容量达到3000万千瓦以上约占总发电装机容量4%	
	气电	天然气燃气轮机发电装机容量达到1.2亿千瓦，约占总发电装机容量6%	
	水电	常规水电装机达到3.5亿千瓦左右，约占总发电装机容量17.5%	
	风电	风电装机达到2亿千瓦，约占总发电装机容量10%	
目标		先进发电装备产业规模达到每年1亿kW,满足我国能源结构调整和重大工程建设需求	
		技术水平总体达到国际先进水平，进入世界强国行列	
		发电装备总体自主化率达到90%，出口比重占到年产量的30%	
		形成3家具有资金、规模、技术、质量、品牌优势和核心竞争力的国际化企业集团	
		具备持续创新能力，大型火电、水电、核电等成套装备达到国际领先水平	
		具有自主知识产权的新能源和可再生能源装备及储能装置市场占有率超过80%	
重点产品	清洁高效煤电成套装备	1200MW等级超超临界机组,25-28MPa/ 600°C/620°C，发电效率45%	
		1200MW等级超超临界机组,32-35 MPa/ 600°C/620°C/620°C（二次再热），发电效率48%	
		更高参数先进超超临界机组。38-40MPa/700°C/700°C，发电效率52%。	
		600MW超超临界循环流化床锅炉研制。	1000MW超超临界循环流化床锅炉；高煤种适应性，清洁燃烧，低排放
		1000MW超临界循环流化床锅炉。高煤种适应性，清洁燃烧，低排放。	
		1000MW等级超（超）临界空冷机组，适用于富煤缺水地区。	
		烟气高效超净排放装置。烟尘低于10 mg/Nm3，二氧化硫低于35 mg/Nm3，氮氧化物排放低于50mg/Nm3	碳捕捉及封存成套装备。
	重型燃气轮机发电装备	大型煤气化燃气-蒸汽联合循环发电装置（IGCC）。F级燃气轮机IGCC联合循环出力460MW，净效率48%	
		50MW-70MW燃气轮机发电装备。用于分布式发电，简单循环效率不低于35%，联合循环效率不低于45%	
		F级300MW重型燃气轮机发电装备。简单循环出力300MW，发电效率39%，联合循环出力450MW,发电效率58%	G/H级400MW重型燃气轮机发电装备。简单循环出力400MW,发电效率40%，联合循环出力600MW,发电效率60%
大型先进核电成套装备	1000MW级第三代大型先进压水堆核电成套装备，设计使用寿命60年，可用率不低于93%。		
	1500MW级第三代大型先进压水堆核电成套装备，设计使用寿命60年，可用率不低于93%。		
	2000MW级第三代大型先进压水堆核电成套装备，设计使用寿命60年，可用率不低于93%。		
	高温气冷堆功率200MW、快堆功率600MW		
	快堆功率600MW		
		钍基熔盐堆功率100MW	





## 7.2 输变电装备

输变电装备是实现电能传输、转换的及保障电力系统安全、可靠、稳定运行的设备。包括特高压输变电设备、智能输变电设备、智能电网用户端设备。

### 7.2.1 需求

2014 年我国全社会用电量 5.52 万亿千瓦时，预计 2015 年至 2020 年将保持 5.5%以上、2020 至 2030 年将保持 3%以上的年均增长率。输变电装备发展将呈现出智能化、集成化、绿色化的特点，并为实施“一带一路”发展战略提供输变电装备支撑。

### 7.2.2 目标

2020 年输变电行业产值达到 2.2 万亿元；国产关键零部件国内市场占有率达到 80%以上；输变电成套装置出口比重超过 20%；特高压输变电技术国际领先，进入世界强国行列。

2025 年输变电行业产值达到 3.0 万亿元；形成以我国为主导的国际特高压交直流输电成套装备标准体系；国产关键部件国内市场占有率达到 90%以上；输变电成套装置出口比重超过 25%；产品可靠性及技术指标达到国际先进水平。

### 7.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 特高压输变电成套设备

——特高压交流输变电成套装备

现场组装式变压器：电压 1000kV，容量 1000MVA -1500MVA。

并联电抗器系列产品（包括可控电抗器）：系列化产品涵盖

电压 1000kV、容量 120Mvar-400Mvar 全系列。

——特高压直流输电成套装备

现场组装式换流变压器：容量 200MVA-560MVA。

换流阀：±800kV/6250A 换流阀，±1100kV/5000A 换流阀。

流控制保护系统。

——发电机保护断路器成套装置

SF6 发电机保护断路器：适合 CAP1000 核电机组，额定短路开断电流 210kA；适合 CAP1400 核电机组，额定短路开断电流 250kA。

真空发电机保护断路器：适合抽水蓄能，额定短路开断电流 120kA。

## (2) 智能输变电成套设备

——智能变电站成套装置

智能变压器：电压 110kV-1000kV，容量 50MVA-1000MVA。

智能开关设备：126kV-1100kV 气体绝缘金属封闭智能开关设备。

智能变电站监控系统：实现全站信息智能共享，提供设备全寿命周期的管理与运维支持。

——智能配电网成套装置

智能配电开关、智能配电变压器、智能组件及电力电子装置。

微电网设备：微网控制管理设备及能量转换设备。

储能系统：针对新能源并网及分布式微电网的发展需求，开发电池储能装置、高温超导储能装置及电池管理系统。

——柔性直流输变电设备

±100kV-±500kV 变压器。

±500kV/3000MW 换流阀。

500kV/6kA 高压直流断路器。

——节能环保型输变电设备

环保型高压开关：选择环保型气体替代 SF6 作为绝缘、开断介质。

低损耗环保变压器。

超导输变电设备：超导变压器、超导限流器等设备。

### (3) 智能电网用户端设备

——用户端电器元件

#### 1) 智能配电电器

智能框架断路器 7400A/150kA。

智能微型断路器 100A/15kA。

智能塑壳式断路器 1600/200kA。

自动转换开关电器 6300A/176kA。

#### 2) 智能控制电器

接触器 2600A。

电动机控制与保护开关电器 125A。

电弧故障保护电器：63A/10kA/GFCI=5mA。

电涌保护器  $I_{imp}/I_n=30kA/I_f=50kA$ 。

——用户端电气成套装置

具有实时网络通信与远程监控、恶劣环境自运行、自愈等功能，能优化能耗分配、均衡负载、减少设备维护和检修时间。

### ——用户端系统解决方案

支持各种形式的分布式电源、EV充电等系统的接入，支持多种通信协议和网络化远程监控软件，具有电能消耗统计和分析、需求响应与需量控制、多电源投切协调控制和用电量预测等微电网管理功能。

## 2. 关键零部件

### (1) 特高压用关键零部件

套管。

变压器出线装置。

### (2) 智能输变电装备用零部件

高压大功率 IGBT 模块：3.3kV/1500—2000A、4.5kV/1200-2000A、6.5kV/1000-1500A 及以上。

大容量真空灭弧室：110~220kV。

### (3) 用户端零部件

执行机构：6A~7500A；机械寿命大于 50000 次操作循环；可耐受大于 135kA/1s 短时耐受电流的电动冲击力。

触头及灭弧系统： $I_{cu}=I_{cs}$  大于 (400/690V) 200kA/100kA。

控制器：具有全电流范围选择性保护、故障预警、寿命指示等功能。

用户端电气成套装置母线系统：具有安全可靠的防触电保护

设计。

用户端系统远程监控软件：具有系统监控及电能管理功能。

### 3. 关键共性技术

#### (1) 智能化技术

重点是传感技术、控制技术、在线监测技术及综合诊断专家系统应用技术。

#### (2) 可靠性技术

通过对设备的可靠性研究，建立设计、制造、试验和使用全过程的管理、评估及标准体系。

#### (3) 数字仿真技术

重点是电弧、电磁、结构、流体、运动等仿真技术。

#### (4) 新型电工材料应用技术

纳米技术在电工绝缘材料中的应用技术；  
轻质高强、高导电电工合金材料的研究和应用技术；  
先进功能材料领域——开展碳材料和高温超导材料应用技术

#### (5) 标准及试验检测技术

建立完善的标准体系，搭建与关键性能指标相关的试验研究及检测平台。

#### (6) 高效配电变压器技术

宽幅非晶合金带材制造、植物绝缘油应用的技术经济性及适用性研究、立体卷铁心变压器自动化生产工艺等。



## 7.2.4 应用示范工程

### 1. $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流工程用成套装备示范应用

$\pm 1100\text{kV}$  特高压直流输电关键技术及成套设备研制及示范应用，包括换流阀、换流变压器、平波电抗器、直流避雷器、直流测量装置、直流旁路开关、直流转换开关、直流隔离开关、接地开关以及干式套管。

### 2. $1000\text{kV}$ 特高压交流成套装备工程现场组装示范应用

根据特高压工程要求提供使用产品；通过精细化管理以及工艺改进、不断提高产品质量与可靠性；通过实验室认证工作的开展，提升套管试验能力。

### 3. 用户端设备在智能微电网、分布式电源系统中的示范应用

开展农网、城网、新一代通讯基站供电系统等的技术改造和设备更新，建立远程监控系统，减少供电设备维护和检修时间，提高用电安全性、可靠性。

### 4. 用户端设备三化融合工程及示范应用

开展用户端产品设计、生产、销售、物流等价值链环节的精细化、信息化、自动化建设，全面提升产品智能化制造水平。

## 7.2.5 战略支撑和保障

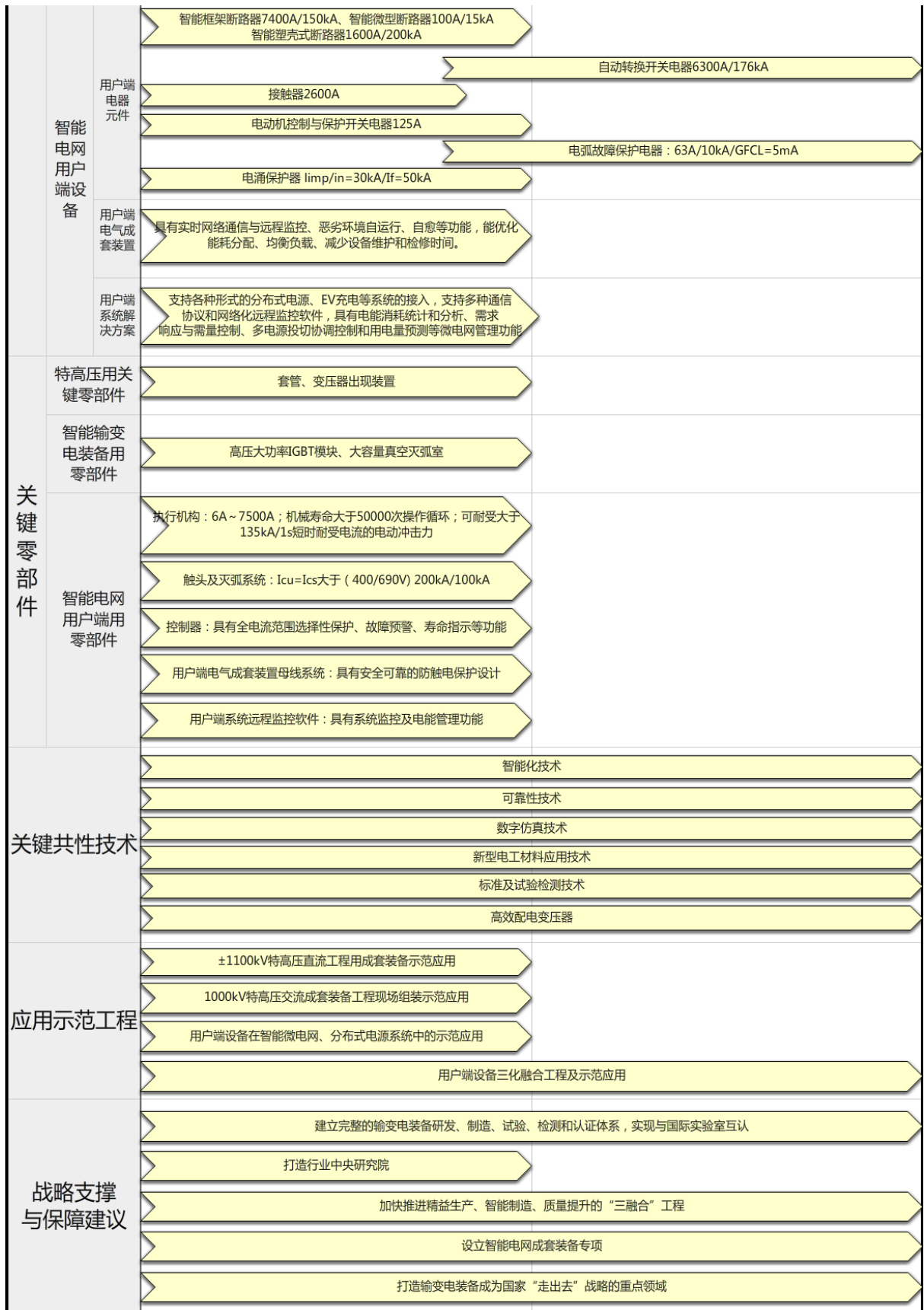
1. 打造完整的输变电装备研发、制造、试验、检测和认证体系，实现与国际实验室互认。

2. 组件行业中央研究院，围绕产业发展提供规划、标准、试验认证、产品故障分析诊断、可靠性评价、行业管理、信息化咨

询，以及基础性、前瞻性、共性的技术研发和服务。

3. 建立输变电产业政产学研用创新联盟，重点突破智能电网关键共性技术和重大应用技术方面的瓶颈。

		2020年	2025年	
需求		全社会用电量将保持5.5%以上的年均增长率	全社会用电量将保持3%以上的年均增长率	
		整体发展呈现智能化、集成化、绿色化的特点，并为实施“一带一路”发展战略提供输变电装备支撑		
目标		输变电行业产值达到2.2万亿元		
		装备关键零部件自主化率达到90%以上		
		输变电成套装置出口比重超过20%		
		特高压输变电技术国际领先，进入世界强国行列		
		2025年输变电行业产值达到3.0万亿元		
		形成以我国为主导的国际特高压交直流输电成套装备标准体系		
		装备关键部件自主化率达到95%以上		
		输变电成套装置出口比重超过25%		
重点产品	特高压输变电成套设备	特高压交流输电成套装备	现场组装式变压器	
			并联电抗器系列产品（包括可控电抗器）	
		特高压直流输电成套装备	现场组装式换流变压器	
			换流阀	
			直流控制保护系统	
	发电机保护断路器成套装置		SF6发电机保护断路器	
			真空发电机保护断路器	
	智能输变电成套设备	智能变电站成套装置	智能变压器、智能开关设备	
			智能变电站监控系统	
		智能配电网成套装置	配电开关、配电变压器、智能组件及电力电子装置	
			微电网设备、储能系统	
	柔性直流输电设备		±100kV-±500kV柔性直流输电用变压器	
			±500kV/3000MW柔性直流输电换流阀	
		500kV/6kA高压直流断路器		
节能环保型输变电设备		环保型高压开关		
		低损耗环保变压器		
		超导输变电设备		



## 八、农业装备

### 8.1 农业装备

农业装备是融合生物和农艺技术，集成机械、电子、液压、信息等高新技术的自动化、信息化、智能化的先进装备，发展重点是粮、棉、油、糖等大宗粮食和战略性经济作物育、耕、种、管、收、运、贮等主要生产过程使用的装备。农业装备是不断提高土地产出率、劳动生产率、资源利用率，实现农业现代化最基本的物质保证和核心支撑。

#### 8.1.1 需求

近年来，我国农业装备产业快速发展，已成为世界最大的农业装备生产和使用大国。但占市场需求 90%以上的国产农业装备为中低端产品，不能全面满足现代农业发展需要，信息化、智能化技术的快速应用进一步拉大了与发达国家的差距。新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化“四化”同步推进，保障粮食、食品、生态三大安全，转变农业发展方式，一二三产业融合发展，要求农业装备产业拓展领域、增加品种，并加快向自动化、信息化、智能化发展。

#### 8.1.2 目标

2020 年，构建形成核心功能部件与整机试验检测开发和协同配套能力。农机工业总产值达到 6000 亿元，国产农机产品市场占有率 90%以上，200 马力以上大型拖拉机和采棉机等高端产品市场占有率达 30%。变量施用技术产业化，化肥和农药有效利用率达到 40%。掌握核心零部件制造和可靠性关键技术，拖拉机

和联合收割机平均无故障时间分别提高至 250 小时和 60 小时。

2025 年，大宗粮食和战略性经济作物生产全程机械品种齐全，农机装备信息收集、智能决策和精准作业能力显著提高，形成面向农业生产的信息化整体解决方案。农机工业总产值达到 8000 亿元，国产农机产品市场占有率 95%以上，200 马力以上大型拖拉机和采棉机等高端产品市场占有率达 60%。智能播种施肥、植保、收获机械等投入使用，化肥和农药有效利用率达到 50%以上。全面掌握核心装置制造和整机可靠性关键技术，拖拉机和联合收割机平均无故障时间分别达到 350 小时和 100 小时。

### **8.1.3 发展重点**

#### **1. 重点产品**

##### **(1) 新型高效拖拉机**

200 马力及以上，8 速及以上动力换挡拖拉机，主变速电控、主离合器电液控制的 CVT 无级变速拖拉机。发动机、传动系统、控制系统等关键零部件国内自主配套。

##### **(2) 变量施肥播种机械**

稻麦、玉米、大豆等变量施肥播种机，配套动力 100 马力及以上，气力式排种，实现免耕、变量分层施肥一体化作业，具备导航作业、漏播及堵塞监控等功能。

##### **(3) 精量植保机械**

大型高地隙、轻型水田自走式喷杆喷雾机，离地间隙 800 毫米及以上，静液压驱动、地隙轮距可调，具备自动防滑、变量作业功能。

#### **(4) 高效能收获机械**

喂入量 10 公斤/秒及以上大型谷物联合收获机、喂入量 8 公斤/秒及以上高通过性水稻联合收获机，以及新型玉米籽粒收获机、采棉机、甘蔗收获机、油菜收获机、饲草料收获机。静液压驱动，具有导航定位、故障诊断、主要参数实时采集与自动监控功能。

#### **(5) 种子繁育与精细选别机械**

玉米、小麦、水稻、蔬菜等小区精细种床整备、父母本精量交错播种、去雄授粉、洁净收获机械；种子数控干燥、精细分选、智能丸化、活性和健康检测、计数包装与溯源等设备。

#### **(6) 节能保质运贮机械**

大型粮食节能干燥机械，具备精准在线水份监测、精准自动温湿度控制功能。粮食、果蔬等农产品物理环境、微生物滋生时间历程标示等智能运、贮设备。

#### **(7) 畜禽养殖机械**

环境精准调控、畜禽个体行为与生长健康状况智能识别、个体精量饲喂、畜产品采集等智能化设备。

#### **(8) 农产品加工机械**

小麦、稻米等谷物及油料智能化、自动化加工成套设备。果蔬高效低损清洁、多规格切制、分等分级、自动化功能包装等设备。牛羊屠宰及畜禽、水产品自动化分割、剥制等设备。禽蛋高通量检测及分级包装设备。乳品品质无损检测、高速无菌灌装等设备。农产品加工副产物绿色多元化利用设备。

## 2. 关键零部件

### (1) 农用柴油机

非道路国IV排放，扭矩储备 35%以上，动力输出接口 3 个及以上，噪声声功率级不高于 114 分贝；电控系统、后处理系统国内自主配套。

### (2) 转向驱动桥及电液悬挂系统

转向驱动桥为 200 马力及以上拖拉机、喂入量 10 千克/秒及以上联合收获机配套。电液悬挂系统基于控制器局域网络（CAN）总线控制，具有力调节、位置调节、高度调节及力、位置比例的综合调节功能。

### (3) 农业机械专用传感器

施肥播种机械作业深度、行走速度、作业质量等测控传感器。植保机械前进速度、喷量、压力、喷洒面积等测控传感器。收获机械喂入量、清选与夹带损失、割台高度、滚筒转速、产量流量和谷物水分等测控传感器。

### (4) 农业机械导航与智能化控制作业装置

拖拉机和联合收割机导航定位、对象跟踪装置，定位精度不低于厘米级；种、苗输送与栽播自动化识别等智能化控制作业装置。

## 3. 关键共性技术

### (1) 农业机械数字化设计实验验证技术

突破农业机械关键部件及整机数字化建模、虚拟设计、动态仿真验证等技术，解决创新设计与先进制造融合发展问题。

## **(2) 农业机械可靠性技术**

突破拖拉机、联合收割机等重点产品可靠性试验方法、检测控制等技术，实现服役环境主动可靠性设计技术应用。

## **(3) 农业机械关键零部件标准验证技术**

突破农业机械关键零部件标准化、系列化、通用化技术，推进农业机械产品组合化、模块化发展。

## **(4) 农业机械传感与控制技术**

突破土壤、植物、环境和水、肥、种、药，动物行为与环境，农业机械及其作业工况的传感、监测与控制及数据管理技术，实现机械化、自动化、信息化、智能化融合发展。

### **8.1.4 应用示范工程**

#### **1. 智能化农机生产线应用示范工程**

集成农机数字化设计、制造工艺规划、制造过程控制等技术，开发拖拉机变速系统、联合收割机底盘和脱粒清选关键总成系统，在拖拉机、联合收获机企业应用示范。

#### **2. 智能化农场应用示范工程**

集成智能化的种、肥、药施用与收获等机械，以及畜禽个体饲喂、牛奶采集等养殖设备，形成主要粮食和经济作物生产、畜禽养殖和畜产品采集种养结合的信息化整体解决方案，在大型农场应用示范。

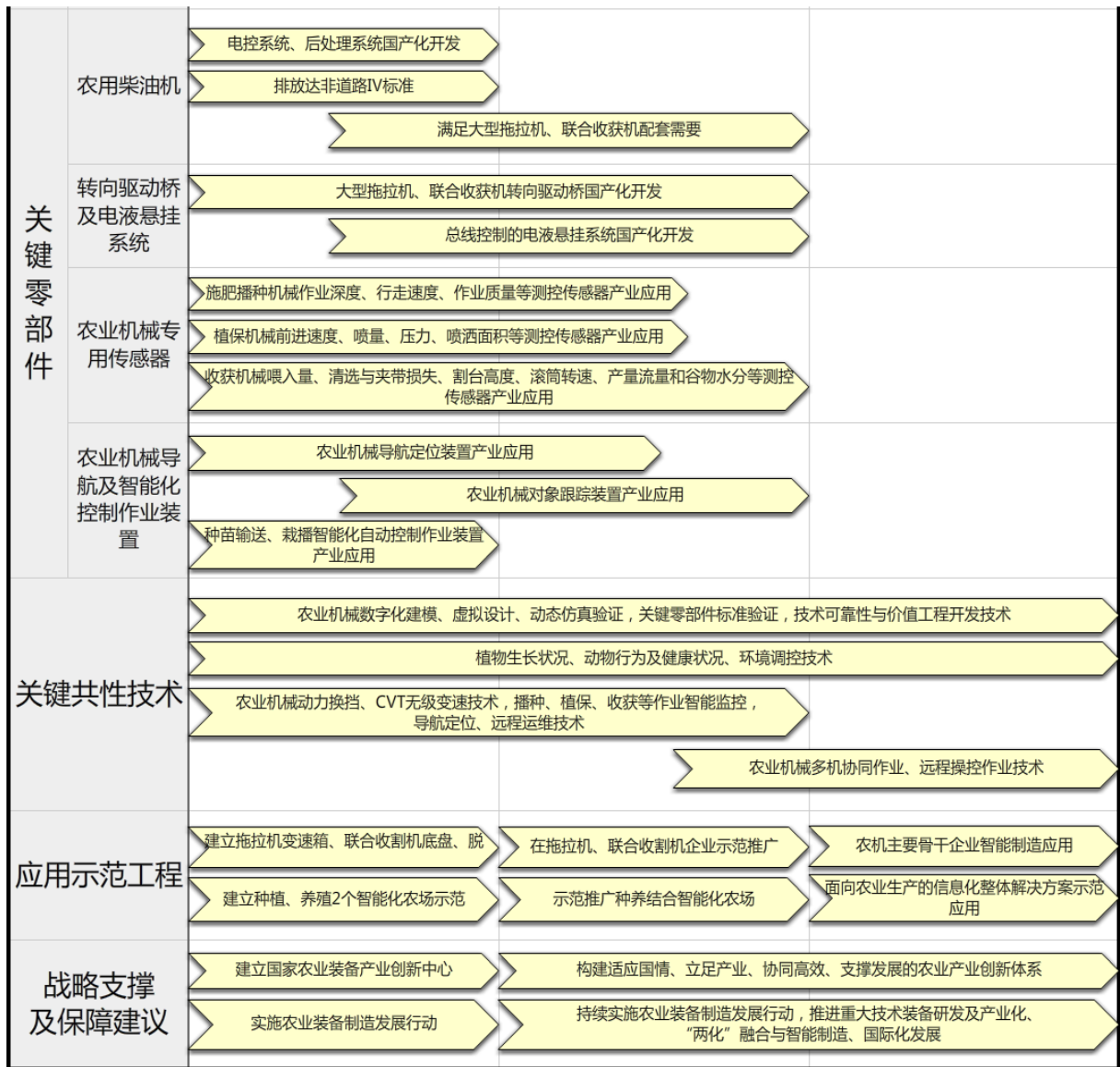


### 8.1.5 战略支撑与保障

1. 支持建立国家农业装备产业创新中心。建立研发、设计、检测、标准等数据平台；开展基础前沿技术、关键共性、重大战略装备等协同创新；开展研发设计、科技服务、检验检测、信息服务等公共技术服务；构建适应国情、立足产业、协同高效、支撑发展的农业装备产业创新体系。

2. 支持实施农业装备制造发展行动。推进基础前沿、关键共性技术及重大关键装备研发及产业化；推进企业“两化”融合，发展智能制造、绿色制造；推进农业装备企业研发全球化布局及产业国际化发展；完善农机关键零部件及整机税收优惠、农机新产品购置补贴等政策。

	2020年	2025年	2030年
需求	新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化“四化”同步推进，保障粮食、食品、生态“三大”安全		
	转变农业发展方式，实现高产高效生产、提质增效和可持续发展		
	信息、生物、新材料、新能源等技术广泛渗透，要求农机装备提升水平、完善功能、增加品种、拓展领域		
目标	国内市场占有率90%，大型拖拉机和采棉机市场占有率达30%	国内市场占有率95%，大型拖拉机和采棉机市场占有率达60%	国内市场占有率95%以上，高端农机装备市场占有率30%以上
	化肥和农药施用有效利用率达40%	化肥和农药施用有效利用率达50%以上	
	播种、施肥、施药、灌溉实现变量作业	耕整、种植、灌溉、植保、收获主要生产环节实现智能化作业，饲养、挤奶机器人化	
	拖拉机和联合收割机平均无故障时间分别达到250小时和60小时	拖拉机和联合收割机平均无故障时间分别达350小时和100小时	主要农业装备产品平均无故障时间达到国际先进水平
	产值6000亿元，支撑主要农作物耕种收综合机械化水平达到70%左右	产值8000亿元，支撑主要农作物耕种收综合机械化水平达到80%左右	产值达到1万亿元左右，支撑主要农作物全面全程机械化
重点产品	150~200马力动力负载变速拖拉机产业化		
			200~400马力无级变速拖拉机产业化
	稻麦变量施肥播种机产业化		玉米、大豆等智能施肥播种机产业化应用
	玉米、大豆等变量施肥播种机产业化		
	大中型高地隙喷杆喷雾机产业化		智能植保机械产业化应用
	轻型水田自走式喷杆喷雾机产业化		
	大喂入量智能化谷物联合收割机产业化		谷物联合收割机智能化应用，产业化
	采棉机智能化应用，产业化		采棉打包一体采棉机智能化应用
	新型玉米、甘蔗、油菜、饲草料收获机产业化		玉米、甘蔗、油菜、饲草料收获机智能化应用，产业化
	精细种床整备、去雄授粉机械产业化		种床整备、播种、去雄授粉、洁净收获机智能化应用，产业化
	精量交错播种、洁净收获机械产业化		
	种子数控干燥、智能丸化、计数包装与溯源设备产业化		种子干燥、丸化、分选、活性检测、包装、溯源等种子加工智能成套设备产业化应用
	精细分选、活性和健康检测设备产业化		
	大型粮食节能烘干机械产业化		粮食烘干机械智能化应用，产业化
粮食、果蔬等智能控温控湿运贮设备产业化		农产品物理环境、微生物滋生时间标示等智能设备应用	
环境精准调控、个体精准饲喂设备普遍应用		智能设施、饲喂、行为监测、环境调控等智能设备产业化应用	
畜产品采集智能化设备普遍应用		挤奶机器人产业化应用	
谷物及油料智能化、自动化加工成套设备		谷物、果蔬、禽蛋等品质检测、干燥、分级、包装、溯源等智能成套设备产业化应用	
果蔬低损清洁、多规格切制设备产业化			
果蔬分等分级、自动化功能包装设备产业化			
禽蛋高通量检测分级包装设备产业化		畜禽、水产品屠宰、剥制、分割、分级、包装、溯源，及乳品检测、灌装等智能成套设备产业化应用	
牛羊屠宰自动化设备产业化			
畜禽、水产品分割自动化设备产业化			
乳品品质无损检测、高速无菌灌装等设备产业化			
农产品加工副产物绿色多元化利用设备应用			



## 九、新材料

### 9.1 先进基础材料

先进基础材料是指具有优异性能、量大面广且“一材多用”的新材料，主要包括钢铁、有色、石化、建材、轻工、纺织等基础材料中的高端材料，对国民经济、国防军工建设起着基础支撑和保障作用。

#### 9.1.1 需求

基础材料产业是实体经济不可或缺的发展基础，我国百余种基础材料产量已达世界第一，但大而不强，面临总体产能过剩、产品结构不合理、高端应用领域尚不能完全实现自给等三大突出问题，迫切需要发展高性能、差别化、功能化的先进基础材料，推动基础材料产业的转型升级和可持续发展。

#### 9.1.2 目标

到 2020 年，基础材料产业总体规模得到有效控制，产业结构调整初见成效，先进基础材料总体实现自给，形成一定出口能力。

到 2025 年，产业结构调整显著，基础材料产品结构实现升级换代，国内市场占有率超过 90%。

#### 9.1.3 发展重点

##### 1. 先进钢铁材料

###### (1) 先进制造基础零部件用钢

突破先进装备用高性能轴承、齿轮、工模具、弹簧、紧固件等用钢的材料、设计、制造及应用评价系列关键技术，高效节能

电机、高端发动机、高速铁路、高端精密机床、高档汽车等先进装备用关键零部件用钢铁材料国内自给率 2020 年达到 80%，2025 年力争全面自给，关键零部件寿命提高 1 倍以上。

## (2) 高性能海工钢

通过 690MPa 级低预热焊接特厚板及无缝管（100mm）以上、420-460MPa 级可大线能量焊接厚板、R6 级大规格锚链钢的研发、生产、应用技术和规范标准研究，实现工程化示范考核，满足我国 400 英尺以上自升式平台、重型导管架平台以及新一代半潜式平台对国产材料的迫切需求；高端海工钢的国内市场占有率从现在的不足 50%提升到 90%以上，采购成本较进口材料降低 20%以上。

## (3) 新型高强韧汽车钢

研发包括 Q&P、 $\delta$ -TRIP、中锰钢、TWIP 及低 Mn-TWIP 钢等在内的新型超高强韧汽车用钢，强塑积达到 20-50GPa%。

## (4) 高速、重载轨道交通用钢

350km/h 以上高断裂韧性、高疲劳性能车轮钢，30-40 吨轴重重载货车车轮用钢，承载寿命 2-4 亿吨级快速重载铁路用钢轨，新型热处理贝氏体钢轨（抗拉强度 $\geq 1400$ MPa，延伸率 $\geq 10\%$ ）。

## (5) 新一代功能复合化建筑用钢

厚度 100mm 以上、屈服强度 600-1000MPa、屈强比低于 0.8-0.85、600℃时的屈服强度高于室温强度指标的 2/3，弹性模量高于室温时 75%以上。

## (6) 超大输量油气管线用钢

X90/100 超高强管线钢，以及 33mm 以上厚度规格 X80 级别管线钢。

#### (7) 轧制复合板

开发符合组坯工艺、高效焊接、在线固溶等轧制复合板关键技术、解决生产优质坯料厚度 500-900mm 的产出率低、能耗高技术难点，开发系列复合板产品，满足化工、海水淡化、能源等特殊行业对材料的特殊要求。

#### (8) 特种装备用超高强度不锈钢

开发屈服强度 1400-2200MPa、企业具有高抗应力浮士德高强不锈钢系列品种，满足航空、深海钻探、油田化工、特种船舶等行业。

### 2. 先进有色金属材料

#### (1) 高性能轻合金材料

研发 650MPa 级新型高强韧、低淬火敏感性、厚度 200mm 以上铝合金预拉伸板；研制  $\geq 700^{\circ}\text{C}$  高温钛合金和 1300MPa 以上高强韧钛合金、直径  $\geq \Phi 450\text{mm}$  超大规格棒材等。加工成材率提高 10%。

#### (2) 功能元器件用有色金属关键配套材料

稀有稀贵及高纯金属在现有基础上纯度提高 1-2N，注重材料的循环再生与高效利用，利用率提高 10%；开发 600mm 以上高纯无氧铜压延铜箔等配套材料。

### 3. 先进石化材料

#### (1) 润滑油脂

注重基础油的开发与利用，加大对加氢基础油、GTL 基础油、可生物降解等高档基础油在内的燃机油和液压油、汽轮机油、润滑脂等领域的应用；加大添加剂的开发与应用，针对新的环保法规提出的低硫、低磷、低灰分、低毒性、生物可降解、长寿命等特种性能要求的抗氧化剂、粘度指数改进剂、清净分散剂、摩擦改进剂等添加剂产品进行分子设计、开发与应用。实现在液压油、工业齿轮油、透平油、润滑脂最常见工业润滑油脂的通用型产品的自主知识产权配方开发；开发高性能长寿命空间润滑剂产品。

#### (2) 高性能聚烯烃材料

突破高熔融指数聚丙烯、超高分子量聚乙烯、发泡聚丙烯、聚丁烯-1 (PB) 等工业化生产技术，实现规模应用。

#### (3) 聚氨酯树脂

重点发展环保型聚氨脂材料如水性聚氨酯材料，加快发展脂肪族异氰酸酯等原料。

#### (4) 氟硅树脂

重点发展聚偏氟乙烯、PET、其它氟树脂以及硅树脂、硅油等。

#### (5) 特种合成橡胶

重点发展异戊橡胶并配套发展异丁烯合成异戊二烯；发展硅橡胶、溶聚丁苯橡胶和稀土顺丁橡胶；发展卤化丁基、氢化丁腈等具有特殊性能的橡胶等。

#### (6) 生物基合成材料

重点突破生物基橡胶合成技术，生物基芳烃合成技术，生物

基尼龙制备关键技术，新型生物基增塑剂合成及应用关键技术，生物基聚氨酯制备关键技术，生物基聚酯制备关键技术，生物法制备基础化工原料关键基础技术等。

#### 4. 先进建筑材料

##### (1) 极端环境下重大工程用水泥基材料

满足水电工程的冲刷磨损、气蚀破坏混凝土，非贯穿裂缝、渗漏修补水泥基材料；满足海洋工程用高抗侵蚀低碳水泥基胶凝材料，超高强、高韧低碳水泥基复合材料；满足超低温海洋油田固井水泥制备技术，复杂地质环境下固井（高温、酸性气体侵蚀）自修复水泥基材料；满足轨道交通用道桥混凝土结构超快速修复水泥基材料。

##### (2) 节能绿色结构-功能一体化建筑材料

固体废弃物在产品中利用率 $\geq 70\%$ ，产品抗压强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，抗折强度 $\geq 7\text{MPa}$ ，面密度 $\leq 50\text{kg/m}^2$ ，并集保温、隔热、防水、防火、装饰于一体的结构-功能一体化建筑材料。

##### (3) 环境友好型非金属矿物功能材料

开发渗透系数 $\leq 5.0 \times 10^{-11}\text{m/s}$ 的防渗材料，难溶钾转化率 $\geq 80\%$ 及生防菌 $\geq 2.5 \times 10^{13}$ 个/kg的土壤修复剂，悬浮物 $\text{SS} < 30\text{mg/L}$ 、 $\text{COD} < 100\text{mg/L}$ 的水处理剂，指定摩擦系数 $0.4 \pm 0.06$ 的摩擦材料，导热系数 $\leq 0.05\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的保温材料，氧指数 $\geq 35\%$ 的阻燃剂及高强石膏、高效冶金保护渣、高端石墨制品、高效催化剂、助滤剂、缓控释药物和化肥、高性能聚合物等典型新材料。

#### 5. 先进轻工材料



### (1) 生物基轻工材料

重点发展聚乳酸 (PLA)、聚丁二酸丁二酯 (PBS)、聚对苯二甲酸二元醇酯 (PET、PTT)、聚羟基烷酸 (PHA)、聚酰胺 (PA) 等产品。PLA 关键单体 L-乳酸和 D-乳酸的光学纯度达 99.9% 以上, 成本下降 20%; PBS 关键单体生物基丁二酸、1,4-丁二醇提高生物转化率达 5-10%; PTT 关键单体 1,3-丙二醇以木薯淀粉、甘油等非粮原料发酵生产, PTT 纤维聚合纺丝实现产业化; PA 关键单体戊二胺硫酸盐成品纯度高于 99%, 成本下降 20%。

### (2) 工业生物催化剂

重点发展脂肪酶、脂肪氧合酶、葡萄糖氧化酶、天冬酰胺酶、氨基甲酸乙酯降解酶等食品工业用酶; 漆酶、碱性木聚糖酶、角蛋白酶、胰蛋白酶、PVA 降解酶等轻工纺织用酶; 脂肪酶、氨基酸脱氨酶、天然产物糖基化酶和透明质酸酶等生物有机合成用酶。关键产品酶活在现有基础上提升 100-300%; 极端条件下 (温度、PH) 酶活达到或超过国外同类产品。

### (3) 特种工程塑料

重点发展基于热塑性聚酰亚胺 (PI) 工程塑料树脂、杂萘联苯型聚醚砜酮共聚树脂 (PPESK)、高端氟塑料的加工成型的特种纤维、过滤材料、耐高温功能膜、高性能树脂基复合材料、耐高温绝缘材料、耐高温功能涂料、耐高温特种胶粘剂。热塑性聚酰亚胺工程塑料树脂, 粘度 0.38dL/g,  $T_g=230-310^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{d5\%}>500^{\circ}\text{C}$ , 拉伸强度 $>100\text{MPa}$ , 弯曲强度 $>150\text{MP}$ , 成本 $<15$  万/吨; 杂萘联苯型聚醚砜酮共聚树脂,  $T_g=263-305^{\circ}\text{C}$ , 拉伸强度 90-122MPa, 拉

伸模量 2.4–3.8GPa，体积电阻率  $3.8\text{--}4.8\times 10^{16}\Omega\cdot\text{cm}$ ，成本降低到 PEEK 的 50–70%。高端氟塑料主要性能指标：超纯氟塑料制品：PTFE 固体表现密度  $\text{SSG}\leq 2.147\text{g}/\text{cm}^3$ ，PTFE 树脂拉伸强度  $>28\text{MPa}$ ，伸长率  $>350\%$ ，绝缘强度  $>3.5\text{KV}/\text{mil}$ 。满足 SEMI 标准中 C12 的要求；耐高低温氟材料功能膜、特种氟纤维及过滤产品：满足高端环保要求，PTFE 树脂要求压缩比  $>3000$ ，拉伸强度  $>28\text{MPa}$ ，伸长率  $>360\%$ ；油气及化工流体输送用泵、阀门及管道用 PVDF 树脂要求密度  $1.75\text{--}1.77\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔指  $0.5\text{--}2.0\text{g}/10\text{min}$ ，熔点  $156\text{--}165^\circ\text{C}$ ，热分解温度  $\geq 390^\circ\text{C}$ ，含水率  $\leq 0.10\%$ ，玻璃化温度  $\leq -35^\circ\text{C}$ ，脆化温度  $\leq -62^\circ\text{C}$ 。

## 6. 先进纺织材料

### (1) 高端产业用纺织品

2020 年实现可吸收缝合线、血液透析材料的自主产业化，部分替代国外进口产品；满足热、生化、静电、辐射等功能防护要求；高温过滤、水过滤产品性能满足各应用领域要求；土工材料满足复杂地质环境施工要求。2025 年，满足多功能复合防护要求，同时实现轻质、舒适和部分智能化，过滤产品寿命和稳定性进一步提升，实现低成本应用和智能化监测预警等功能结合。

### (2) 功能纺织新材料

2020 年，阻燃极限氧指数  $> 32$ ，无熔滴，滴水扩散时间  $< 1\text{s}$ ，能耗降低 20%。2025 年高端产品基本实现自给。

### (3) 生物基化学纤维

2020 年 PTT 纤维原料 1, 3-丙二醇纯度大于 99.5%，成本控

制在 1.5 万元/吨以下；聚乳酸耐热温度 $\geq 110^{\circ}\text{C}$ ，单体纯度 $\geq 99.9\%$ ，PLA 纤维断裂强度大于 3.5g/d，断裂伸长 30%–35%。2025 年 PLA 纤维生产成本接近 PET 生产成本。

### 9.1.4 战略支撑与保障条件

1. 设立重大专项资金，重点支持产学研用创新联盟，加强新材料研发与先进制造紧密结合，开发和突破一批面向各基础材料行业转型升级的共性关键技术和重大应用技术。

2. 对产业发展具有带动性或突出贡献的骨干企业或重大项目给予财政后补贴强力支持，关键人员给予重奖。

3. 加强基础共性标准、关键技术标准和重点应用标准的研究制定；积极参与国际标准化工作。

4. 建立第三方检测评价等公共服务平台、新材料技术成熟度评价体系和新材料产品认定体系，构建国家基础新材料数据库。

		2020	2025
需求		钢铁、有色、石化、建材、轻工、纺织等基础材料产业是实体经济不可或缺的发展基础，我国百余种基础材料产量已达世界第一，面临总体产能过剩、产品结构不合理、高端应用领域尚不能完全实现自给等三大突出问题，严重制约了基础材料产业的健康可持续发展，迫切需要转型升级，破除瓶颈。	
		美国重返制造业、德国工业制造4.0，我国适时提出“中国制造2025”，对基础材料的高性能、差别化、功能化提出了更为迫切的需求。	
目标	总体目标	基础材料产业总体规模得到有效控制，产业结构调整初见成效，先进基础材料总体实现自给，形成一定出口能力。	产业结构调整显著，基础材料产品结构实现升级换代，保障能力超过90%。
	先进钢铁材料	先进钢铁材料关键品种自给率超过85%，大部分产品性能质量接近世界先进水平。	自给率达到95%以上，大部分产品性能质量达到世界先进水平，部分世界领先，形成2-3家具有世界级竞争力的钢铁集团。
	先进有色金属	先进有色金属材料总体实现自给，先进铝、镁、钛合金材料的年产量分别达到100万吨、2万吨和1万吨，实现总产值500亿元以上；功能元器件用有色金属关键配套材料对高端元器件的国产化保障能力由目前的不足40%提高到80%以上，实现新材料产值300亿元。	先进有色金属产品收入占到行业规模以上企业主营业务收入的20%以上，有效支撑下游交通运输领域节能减排、海洋开发利用、重大装备制造和高端功能元器件等的发展。
	先进石化基础材料	润滑油脂、高性能聚烯烃材料等先进石化材料，总体实现自给并形成一定出口能力，关键产品性能质量接近世界先进水平。	关键产品性能质量达到世界先进水平，部分世界领先。
	先进建筑材料	高端水泥基材料、一体化建筑材料、环境友好型非金属矿物功能材料等先进建材实现规模应用。	主要先进建材产品达到世界领先水平，占全球30%市场份额，新兴产业占整个行业比重提升至60%左右。
	先进轻工材料	总体实现自给，生物基材料达到400万吨产能，出口达20%；工业生物催化剂出口30%；特种工程塑料达到10万吨产能，出口10%，满足国防军工、航空航天等高端领域需求。	产品性能质量达到世界先进水平，生物基材料产业规模达到1500亿元，产能800万吨；工业生物催化剂占国内市场份额70%、国际市场份额40%，出口比例50%；特种工程塑料产业规模达到1000亿元，产能20万吨。
	先进纺织材料	高性能纤维产量14万吨，高端产业用纺织品产量达到600万吨，功能纺织新材料产量达到300万吨，生物基化学纤维产量将达到80万吨。	高性能纤维产量30万吨，高端产业用纺织品产量达到900万吨，功能纺织新材料产量达到600万吨，生物基化学纤维产量将达到170万吨。

发展重点	先进钢铁材料	先进制造基础零部件用钢	<p>高效节能电机、高端发动机、高速铁路、高端精密机床、高档汽车等先进装备用关键零部件用钢自给率达到80%。</p> <p>产业化规模达到800万吨。</p>	<p>力争全面自给，关键零部件寿命提高1倍以上。</p> <p>产业化规模达到2000万吨。</p>
		高性能海工钢	<p>690MPa级低预热焊接特厚板及无缝管、355-460MPa级可大线能量焊接厚板、R6级大规格锚链钢。</p> <p>产业化规模达到100万吨。</p>	<p>产业化规模达到200万吨。</p>
		新型高强韧汽车钢	<p>研发包括Q&amp;P、<math>\delta</math>-TRIP、中锰钢、TWIP及低Mn-TWIP钢等在内的等新型超高强韧汽车用钢，强韧积达到20-50GPa%。</p>	
		高速、重载轨道交通用钢	<p>包括350km/h以上高断裂韧性、高疲劳性能车轮钢，30-40吨轴重重载货车车轮用钢，承载寿命2-4亿吨级快速重载铁路用钢轨，新型热处理贝氏体钢轨（抗拉强度<math>\geq 1400\text{MPa}</math>，延伸率<math>\geq 10\%</math>）。</p>	
		新一代功能复合化建筑用钢	<p>厚度100mm以上、屈服强度500-1000MPa、屈服比低于0.8-0.85、600°C时的屈服强度高于室温强度指标的2/3，弹性模量高于室温时75%以上。</p>	
		超大输油气管线用钢	<p>X90/100超高压管线钢，以及33mm以上厚度规格X80级别管线钢。</p>	
	先进有色金属	高性能轻合金材料	<p>研发650MPa级新型高强韧、低淬火敏感性、厚度200mm以上铝合金预拉伸板。研制<math>\geq 700^\circ\text{C}</math>高温钛合金和1300MPa以上高强韧钛合金、直径<math>\geq \Phi 450\text{mm}</math>超大规模棒材等。加工成材率提高10%。</p> <p>产业化规模达到500亿元以上。</p>	
		功能元器件用有色金属关键配套材料	<p>稀有稀贵及高纯金属在现有基础上纯度提高1-2N，注重材料的循环再生与高效利用，利用率提高10%。</p> <p>开发600mm以上高纯无氧铜压延铜箔等配套材料。</p> <p>产业化规模达到300亿元。</p>	
		润滑油脂	<p>加大对加氢基础油、GTL基础油、可生物降解等高档基础油在内燃机油和液压油、汽轮机油、润滑脂等领域的应用。针对新的环保法规提出的低硫、低磷、低灰分、低毒性、生物可降解、长寿命等特种性能要求添加剂产品进行分子设计，开发与应用。实现在液压油、工业齿轮油、透平油、润滑脂最常见工业润滑油脂的通用型产品的自主知识产权配方开发。开发高性能长寿命空间润滑剂产品。满足风电、太阳能等新能源领域对润滑油脂的特殊要求。</p>	
	先进石化材料	高性能聚烯烃材料	<p>突破高熔融指数聚丙烯、超高分子量聚乙烯、发泡聚丙烯、聚丁烯-1 (PB) 等工业化生产技术，实现规模应用。</p>	
		生物基石化材料	<p>重点开发石油基生产相对受限（如异戊二烯）的重要化学单体、中间体和材料。</p>	
		极端环境下重大工程用水泥基材料	<p>开发出满足水电工程的冲刷磨损、气蚀破坏混凝土，非贯穿裂缝、渗漏修补水泥基材料；满足海洋工程用高抗侵蚀低碳水泥基凝胶材料，超高强、高韧低碳水泥基复合材料；满足超低温海洋油田固井水泥制备技术，复杂地质环境下固井（高温、酸性气体侵蚀）自修复水泥基材料；满足轨道交通用道桥混凝土结构超快速修复水泥基材料。</p>	
先进建筑材料	节能绿色结构功能一体化建筑材料	<p>开发出固体废物在产品中利用率<math>\geq 70\%</math>，产品抗压强度<math>\geq 20\text{MPa}</math>，抗折强度<math>\geq 7\text{MPa}</math>，面密度<math>\leq 50\text{kg/m}^2</math>，并集保温、隔热、防水、防火、装饰于一体的结构-功能一体化建筑材料。</p>		
	环境友好型非金属矿物功能材料	<p>渗透系数<math>\leq 5.0 \times 10^{-11}\text{m/s}</math>的防渗材料，难溶钾转化率<math>\geq 80\%</math>及生防菌<math>\geq 2.5 \times 10^{13}</math>个/kg的土壤修复剂，悬浮物SS<math>&lt; 30\text{mg/L}</math>、COD<math>&lt; 100\text{mg/L}</math>的水处理剂，指定摩擦系数<math>0.4 \pm 0.06</math>的摩擦材料，导热系数<math>\leq 0.05\text{W/m}\cdot\text{K}</math>的保温材料，氧指数<math>\geq 35\%</math>的阻燃剂及高强石膏、高效冶金保护渣、高端石墨制品、高效催化剂、助滤剂、缓释药物和化肥、高性能聚合物等典型新材料。</p>		
	生物基轻工材料	<p>重点发展聚乳酸 (PLA)、聚丁二酸二酯 (PBS)、聚对苯二甲酸二元醇酯 (PET、PTT)、聚羟基烷酸 (PHA)、聚酰胺 (PA) 等产品。PLA关键单体L-乳酸和D-乳酸的光学纯度达99.9%以上，成本下降20%；PBS关键单体生物基丁二酸、1,4-丁二醇提高生物转化率5-10%；PTT关键单体1,3-丙二醇以木薯淀粉、甘油等非粮原料发酵生产，PTT纤维聚合纺丝实现产业化；PA关键单体戊二胺硫酸盐成品纯度高于99%，成本下降20%。</p>		
先进轻工材料	工业生物催化剂	<p>重点发展脂肪酶、脂肪氧合酶、葡萄糖氧化酶、天冬酰胺酶、氨基甲酸酯降解酶等食品工业用酶；漆酶、碱性木聚糖酶、角蛋白酶、胰蛋白酶、PVA降解酶等轻工纺织用酶；脂肪酶、氨基酸脱氨酶、天然产物糖基化酶和透明质酸酶等生物有机合成用酶。关键产品酶活在现有基础上提升100-300%；极端条件下（温度、PH）酶活达到或超过国外同类产品。</p>		
	特种工程塑料	<p>重点发展基于热塑性聚酰胺 (PI) 工程塑料树脂、杂萘联苯基聚醚醚酮共聚酯树脂 (PPESK) 的加工成型的特种纤维、耐高温功能膜、高性能树脂基复合材料、耐高温绝缘材料、耐高温功能涂料、耐高温特种胶粘剂。</p>		

先进 纺织 材料	高性能纤维	碳纤维 (T800级) 拉伸强度 $\geq 5.8\text{GPa}$ , CV $\leq 4\%$ ; 拉伸模量 (294GPa) CV $\leq 4\%$ ; 对位芳纶断裂强度20 - 22cN/dtex, 断裂伸长率3 - 4% ; 聚酰亚胺纤维单丝纤度为2.0dTex,强度 > 4cN/dTex, 极限氧指数为38%。	碳纤维产能5.6万吨, 芳纶产能7.2万吨, 聚酰亚胺纤维产能2.5万吨。	
		碳纤维产能3万吨, 芳纶产能4.5万吨, 聚酰亚胺纤维产能1万吨。		
	高端产业用 纺织品	实现可吸收缝合线、血液透析材料的自主产业化 ; 研制能满足特殊领域复杂环境使用要求的产品。	满足多功能复合防护要求, 同时实现轻质、舒适和部分智能化, 过滤产品寿命和稳定性进一步提升, 实现低成本应用和智能化监测预警等功能结合。	
		实现原料自主化生产, 中端产品和部分高端产品替代进口。	自主知识产权的产品性能达到国际先进水平。	
	功能纺织 新材料	阻燃极限氧指数 > 32, 无熔滴, 滴水扩散时间 < 1s, 能耗降低20%。	高端产品完全实现自给。	
		产量达到300万吨。	产量达到600万吨。	
	生物基 化学纤维	PTT纤维原料1,3-丙二醇纯度大于99.5% ; 聚乳酸耐热温度 $\geq 110^{\circ}\text{C}$ , 单体纯度 $\geq 99.9\%$ , PLA纤维断裂强度大于3.5g/d, 断裂伸长30%-35%。	PLA纤维生产成本接近PET生产成本。	
		PTT纤维15万吨, PLA纤维5万吨, 生物基新型纤维素纤维55万吨。	PTT纤维35万吨, PLA纤维13万吨, 生物基新型纤维素纤维120万吨。	
	关键 技术 及 装 备	先进钢铁材料	复杂、极端服役环境下材料行为研究、洁净化冶炼技术、组织性能精细控制和精确成形、生态钢铁材料高效、绿色制备关键技术及装备等关键技术。	
		有色金属材料	低能耗短流程、高效高精度加工新技术、新工艺及装备。	
			高性能大规格材料制备及精密成形工艺与控制、服役性能评价等技术。	
			高纯金属、稀有稀贵金属材料制备、粉末冶金材料及制品低成本化等应用技术与成套工艺。	
先进石化材料		生物基橡胶合成技术, 生物基芳烃合成技术, 生物基尼龙制备关键技术, 新型生物基增塑剂合成及应用关键技术, 生物基聚氨酯制备关键技术, 生物基聚酯制备关键技术, 生物基制备基础化工原料关键基础技术。		
先进建筑材料		1.水泥绿色制造成套关键技术及装备 ; 2.建筑玻璃绿色智能化制造技术和成套装备 ; 3.建材工业智能化制造技术。		
先进轻工材料		工业生物催化剂挖掘与性能改造、制备、提取技术 ; 高效生产菌株的构建与表达、高效色谱分离纯化工艺 ; 低成本制备聚酰亚胺树脂、聚醚砜酮共聚酯 (PPESK) 工艺及技术 ; 高端特种工程塑料改性技术及装备。		
先进纺织材料		碳纤维、对位芳纶、聚酰亚胺等及其复合材料设计、加工、制造一体化技术。		
		产业用纺织品织造、非织造成型技术, 多工艺复合技术, 功能化后整理技术等。		
		高效柔性化纤维材料制备技术, 阻燃、高舒适等功能材料设计、制备以及纺织染整技术。		
		生物二元醇产业化及应用技术, 纤维素溶解、溶剂回收等新型纤维素纤维核心关键技术, 实现低成本化生产。		
战略支撑 与保障建议		设立重大专项资金, 重点支持产学研用创新联盟, 加强新材料研发与先进制造紧密结合, 开发和突破一批面向各基础材料行业转型升级的共性关键技术和重大应用技术。		
	对产业发展具有带动性或突出贡献的骨干企业或重大项目给予财政后补贴强力支持, 关键人员给予重奖。			
	加强基础共性标准、关键技术标准和重点应用标准的研究制定, 积极参与国际标准化工作。			
	建立第三方检测评价等公共服务平台、新材料技术成熟度评价体系和新材料产品认定体系, 构建国家基础新材料数据库。			

## 9.2 关键战略材料

关键战略材料主要包括高端装备用特种合金、高性能分离膜材料、高性能纤维及其复合材料、新型能源材料、电子陶瓷和人工晶体、生物医用材料、稀土功能材料、先进半导体材料、新型显示材料等高性能新材料，是实现战略新兴产业创新驱动发展战略的重要物质基础。

### 9.2.1 需求

关键战略材料，是支撑和保障海洋工程、轨道交通、舰船车辆、核电、航空发动机、航天装备等领域高端应用的关键核心材料，也是实施智能制造、新能源、电动汽车、智能电网、环境治理、医疗卫生、新一代信息技术和国防尖端技术等重大战略需要的关键保障材料，目前，在国民经济需求的百余种关键材料中，约三分之一国内完全空白，约一半性能稳定性较差，部分产品受到国外严密控制，突破受制于人的关键战略材料，具有十分重要的战略意义。

### 9.2.2 目标

到2020年，实现30种以上关键战略材料产业化及应用示范。有效解决新一代信息技术、高端装备制造业等战略性新兴产业发展急需，关键战略材料国内市场占有率超过70%；初步形成上下游协同的战略新材料创新、应用示范体系和公共服务科技条件平台。

到2025年，高端制造业重点领域所需战略材料制约问题基本解决，关键战略材料国内市场占有率超过85%。部分产品进入

国际供应体系，关键品种填补国内空白，实现自主知识产权体系。

### 9.2.3 发展重点

#### 1. 高端装备用特种合金

##### (1) 先进变形、粉末、单晶高温合金

突破高温合金的低成本规模化生产技术；突破第四代粉末、单晶、点阵材料等新一代高温合金关键技术；打通先进高温合金制备工艺流程。国产高代次涡轮盘和单晶叶片等高温合金产品形成稳定供应能力，满足航空发动机与燃气轮机重大专项对高温合金材料的需求。

##### (2) 特种耐蚀钢及 700℃超超临界电站用耐热合金

研发耐大气、海洋、油气、高温、复杂应力状态等环境腐蚀的钢铁材料，全面提高我国耐蚀钢产业技术水平，典型钢种耐蚀性能提高 1 倍以上，并构建起自主知识产权的耐蚀钢材料体系。开发超级镍基合金、锅炉管材、高中压转子锻件，蒸汽发生器传热管、主泵电机材料、安全壳、专用焊接材料等，支撑 700℃超超临界电站示范工程建设。

##### (3) 特种铝镁钛合金

开发特种规格铝、镁、钛合金材料制备及精密成形工艺与控制、服役性能评价等技术，研发 650MPa 级新型高强韧、低淬火敏感性、厚度 200mm 以上铝合金预拉伸板；500MPa 级高强韧、耐热 250℃以上镁合金以及抗疲劳、抗蠕变、耐冲击、高塑性等系列镁合金；研制 $\geq 700^{\circ}\text{C}$ 高温钛合金和 1300MPa 以上高强韧钛合金、直径 $\geq \Phi 450\text{mm}$ 超大规格棒材等。加工成材率提高 10%。

## 2. 高性能分离膜材料

### (1) 海水淡化反渗透膜产品

脱盐率大于 99.8%，水通量提高 30%，海水淡化工程达到 200 万吨/日，装备国产化率大于 80%。

### (2) 陶瓷膜产品

装填密度超过  $300\text{m}^2/\text{m}^3$ ，成本下降 20%，需求量达到 20 万  $\text{m}^2$ ，突破低温共烧结技术，形成气升式膜分离装备，能耗下降 30%。

### (3) 离子交换膜产品

膜性能提高 20%，氯碱工业应用超过 1000 万吨规模，突破全膜法氯碱生产新技术和成套装置。

### (4) 中空纤维膜产品

在自来水生产、污水处理等领域应用超过 1000 万吨/日，膜面积超过 2000 万  $\text{m}^2$ 。

### (5) 渗透汽化膜产品

渗透通量提高 20%，膜面积达到 10 万  $\text{m}^2$ ，突破大型膜组器和膜集成应用技术，推广应用规模超过百万吨溶剂脱水和回收，节能 30%以上。

## 3. 高性能纤维及复合材料

### (1) 高性能碳纤维及其复合材料

2020 年国产高强碳纤维及其复合材料技术成熟度达到 9 级，实现在汽车、高技术轮船等领域的规模应用；2025 年，国产高强中模、高模高强碳纤维及其复合材料技术成熟度达到 9 级；力争在 2025 年前，结合国产大飞机的研发进程，航空用碳纤维复



合材料部分关键部件取得 CAAC/FAA/EASA 等适航认证。碳纤维（T800 级）拉伸强度 $\geq 5.8\text{GPa}$ ， $\text{CV}\leq 4\%$ ，拉伸模量  $294\text{GPa}$ ， $\text{CV}\leq 4\%$ 。

#### （2）高性能对位芳纶纤维及其复合材料

2025 年国产对位芳纶纤维及其复合材料技术成熟度达到 9 级。

建立统一标准的高性能纤维材料技术体系，攻克系列化高性能纤维高效制备产业化技术，开展与国产高性能纤维相匹配的复合材料基体材料、设计技术、成型工艺、性能表征、应用验证及回收再利用等研究，确保重大装备需求。对位芳纶断裂强度 20—22cN/dtex，断裂伸长率 3—4%；聚酰亚胺纤维单丝纤度为 2.0dTex，强度 $>4\text{cN/dTex}$ ，极限氧指数为 38%。

#### （3）其他高性能纤维及其复合材料

重点发展金属基、陶瓷基先进复合材料、构件及相关工艺装备；聚酰亚胺纤维单丝纤度为 2.0dTex，强度 $>4\text{cN/dTex}$ ，极限氧指数为 38%；超高分子量聚乙烯纤维、玄武岩纤维、聚苯硫醚纤维、高强度高模量聚乙烯醇缩甲醛纤维、聚四氟乙烯纤维、碳化硅纤维等重要品种；开发高性能 PBO 纤维，拉伸强度  $5.8\text{GPa}$ ，模量  $270\text{GPa}$ ，极限氧指数为 68%。

### 4. 新型能源材料

#### （1）太阳能电池

晶硅电池效率 $\geq 25\%$ ，硅基薄膜电池效率 $\geq 15\%$ ，光伏系统上

网电价 $\leq 0.5$  元/kWh；有机太阳能电池能量转换效率 $\geq 20\%$ ；染料敏化太阳能电池光电转换效率 $\geq 15\%$ 。

### (2) 锂电池

能量型锂电池比能量 $\geq 300\text{Wh/kg}$ ，功率型锂电池比功率 $\geq 4000\text{W/kg}$ ；动力电池 $\leq 1.5$  元/Wh，储能电池 $\leq 1.0$  元/Wh，材料及电池生产设备全部实现国产化。

### (3) 燃料电池

燃料电池系统 $\leq 0.3$  万元/kW，膜电极成本 $\leq 50$  元/kW，高温复合膜成本 $\leq 0.3$  万元/m<sup>2</sup>。

## 5. 新一代生物医用材料

### (1) 再生医学产品

研制出 5-10 种应用于骨、皮肤、神经等组织再生修复的生物活性材料，高端再生医学产品年产规模 50 亿元。

### (2) 功能性植/介入产品

开发出 5-10 项应用于心血管、人工关节、种植牙、视觉恢复等临床治疗的生物医用材料，高端功能性植/介入产品年产规模 30 亿元。

### (3) 医用原材料

实现重要原材料的国产化，支撑量大面广的医用耗材、渗透膜、可降解器械等产品，实现年产规模 30 亿元。

## 6. 电子陶瓷和人工晶体

### (1) 电子陶瓷

重点开发介电常数高于 1 万且介电损耗低于 0.1 的高 k 电介

质陶瓷。

## (2) 人工晶体

开发大尺寸、高质量、低成本的人工晶体材料；突破大尺寸非线性晶体（中远红外、紫外、深紫外）、高光产额闪烁晶体，低缺陷蓝宝石等产业化关键技术，并规模应用。

## 7. 稀土功能材料

### (1) 稀土磁性材料

烧结磁体综合性能（磁能积(MGOe)+矫顽力(kOe)）80；Ce含量占稀土总量的40%时磁能积>40MGOe。

### (2) 稀土光功能材料

白光 LED 荧光粉应用器件光效>200lm/W，满足广色域(>100%NTSC)显示屏应用需求。

### (3) 稀土催化材料

汽油烯烃和硫含量、机动车催化剂及器件满足国VI排放标准。

### (4) 稀土储氢材料

开发高能量密度、低成本的新型动力和储能电池材料；形成电池材料及制品的自动化控制、工业生产、成套装备能力与测试评价平台。

### (5) 超纯稀土材料

稀土氧化物纯度 6.5N，稀土金属纯度 4.5N。

重点突破新型稀土材料成分设计与高通量制备技术、稀土

功能材料微观组织可控制备技术、稀土荧光粉高温高压合成及表面包覆技术、稀土高效分离提纯技术等共性关键技术。

## 8. 先进半导体材料

### (1) 第三代半导体单晶衬底

6-8 英寸 SiC、4-6 英寸 GaN、2-3 英寸 AlN 单晶衬底制备技术；可生产大尺寸、高质量第三代半导体单晶衬底的国产化装备。

### (2) 第三代半导体光电子器件、模块及应用

200 lm/W 以上光效的 LED 外延和芯片制备技术；50mW 以上 AlGaIn 基紫外 LED。

### (3) 第三代半导体电力电子器件、模块及应用

15kV 以上 SiC 电力电子器件制备关键技术；高质量、低成本 GaN 电力电子器件的设计与制备；在高压电网、高速轨道交通、消费类电子产品、新能源汽车、新一代通用电源等领域的应用。

### (4) 第三代半导体射频器件、模块及应用

100Mhz 以上 GaN 基 HEMT 微波射频器件和模块；5G 移动通信和卫星通信领域中的应用。

### (5) 450mm 大直径硅片

450mm 硅材料制备关键技术；年产 5 万片以上 450mm 硅片的引导线。

## 9. 显示材料

### (1) 印刷显示

2020 年，60 英寸级、4K2K 高分辨率印刷 OLED 显示屏，2025 年 100 英寸级、8K4K 超高分辨率印刷 AMOLED 显示屏。

## （2）柔性显示

2020 年，300PPI 分辨率中小尺寸柔性 AMOLED 显示屏，可弯曲直径<1cm，2025 年，100 英寸级、可卷绕式 8K4K 柔性显示，中小尺寸可折叠显示屏。

## （3）激光显示

2020 年，100 英寸级高清激光家庭影院，色域空间达到 160%NTSC，2025 年，200 英寸超高清激光显示产品，色域空间达到 200%NTSC。

### 9.2.4 战略支撑和保障

1. 设立关键战略材料专项计划；集中力量突破先进核心工程化工艺技术制约，提升关键战略材料产业共性工艺技术创新水平。

2. 在重点领域创建一批由新材料生产企业、重点用户和科研院所共同组建的国家级新材料产业联合创新中心，开展上下游协同创新。鼓励建立产学研创新联盟，开展关键战略材料开发及应用。

3. 加强关键战略材料标准及应用标准的研究制订。

4. 深入推动军民融合发展，实现新材料技术双向转移。

5. 建立新材料“首批次”应用风险补偿机制，完善保险、财税等综合配套政策，加强对新材料初期市场的培育和支持力度。开展新材料技术成熟度评价和认定。

		2020年	2025年
<b>需求</b>		<p>高端装备用特种合金、高性能分离膜材料、高性能纤维及其复合材料、新型能源材料、电子陶瓷和人工晶体、新一代生物医用材料、稀土功能材料、先进半导体材料、新型显示材料等关键战略材料，是支撑和保障海洋工程、轨道交通、舰船车辆、核电、航空发动机、航天装备等领域高端装备用的关键核心材料，也是实施智能制造、新能源、电动汽车、智能电网、环境治理、医疗卫生、新一代信息技术和国防尖端技术等重大战略需求的关键保障材料，目前，在国民经济需求的百余种关键材料中，约三分之一国内完全空白，约一半性能稳定性较差，部分产品受到国外严密控制，突破受制于人的关键战略材料，具有十分重要的战略意义。</p>	
<b>目标</b>	<b>总体目标</b>	实现30种以上关键战略材料产业化及应用示范。有效解决新一代信息技术、高端装备制造业等战略性新兴产业发展急需，关键战略材料综合保障能力超过70%。初步形成上下游协同的战略新材料创新、应用示范体系和公共服务科技条件平台。	高端制造业重点领域所需战略材料制约问题基本解决，关键战略材料综合保障能力超过85%。部分产品进入国际供应体系，关键品种填补国内空白，实现自主知识产权体系。
	<b>高端装备用特种合金</b>	解决高端应用急需的品种问题；关键高温合金形成稳定供应能力，GH4169盘件达到5000件、GH4698盘件达到300件、FGH4097制件300件，自给率达50%以上；超超临界机组材料产业规模150亿元，高端特种钢产业规模达到2000亿元；特种铝镁钛合金产业规模达到100亿元。	高端装备用特种合金制约问题基本解决，关键领域取得原创性突破，有效满足下游产业发展的当前与长远需求；关键急需的高温合金品种性价比与欧美相当，自给率达70%以上；特种铝镁钛合金产业规模达到150亿元，全面满足交通工具、海洋工程等领域对高端轻合金的应用需求。
	<b>高性能分离膜材料</b>	膜分离性能提高20%，成本下降10-30%；膜法净化用水装备的国产化率超过70%，海水淡化用反渗透膜材料的市场占有率超过30%；高温气体分离膜实现工程化应用，尾气除尘率大于99.9%；渗透汽化膜材料的渗透通量提高20%，节能30%以上。	水处理膜材料的成本下降20%以上，特种分离膜和气体分离膜能耗下降20%，以分离膜材料为核心的分离装备成为石油化工、煤化工等行业的主要分离手段，分离效率提高30%，国产化率将超过50%。
	<b>高性能纤维及复合材料</b>	国产碳纤维复合材料满足大飞机等重要装备的技术要求，在海洋与建筑工程、新能源整车制造示范应用，国产碳纤维年用量达到4000吨以上。	高性能纤维基本实现自主保障，高性能纤维复合材料在工业装备上的应用占比超过50%；在新一代航天装备上实现批量应用，在民机领域实现示范应用，并取得适航认证。
	<b>新能源材料</b>	光伏产业技术全面突破，新型太阳能电池性能达到国际水平，锂电池产业规模居世界前列，成本降低50%，安全和寿命满足市场要求；燃料电池系统及关键材料形成批量化生产能力，贵金属用量降低50%。	光伏产业国际领先，光伏发电平价上网，新型太阳能电池大规模应用；锂电池产业规模居世界首位，性能和成本达到电动汽车和规模储能市场化应用要求；新型低成本高能量电池体系进入规模应用阶段；燃料电池系统及关键材料实现商业化生产和销售，实现规模应用。
	<b>生物医用材料</b>	产业规模达到8000亿元，占国际市场份额22%，高端产品国产化率达20-30%。	产业规模达到2万亿元，占市场份额30%，高端产品国产化率达40-50%。
	<b>电子陶瓷和人工晶体</b>	电子陶瓷产业规模达500亿元，国内市场份额占到10%以上，突破高端产品。	电子陶瓷产业规模约800亿元，市场份额达到20%以上。开展卓有成效的新型晶体材料的基础研究和产业化关键技术研发。
	<b>稀土功能材料</b>	建成2-3个5-10万吨级稀土永磁材料、催化材料等产业基地，稀土功能材料产量45万吨（REO 16万吨），产业规模达800亿元，市场份额>85%，出口比例30%，自给率70%。	建成3-5个10万吨级稀土磁、光、催化等功能材料产业基地，稀土功能材料产量66万吨（REO 23万吨），年产值1000亿元，市场份额>90%，出口比例40%，自给率85%；稀土磁、光等功能材料达到世界先进水平。
	<b>先进半导体材料</b>	第三代半导体材料制备关键技术，达到国际先进水平，在移动通信、高效电源管理国产率达30%，在光伏逆变器、移动通信领域实现规模应用，在通用照明市场渗透率达到60%。450nm硅单晶月产能2吨以上。	在5G移动通信、高效电源管理国产化率达到50%；在新能源汽车、消费类电子领域实现规模应用，在通用照明市场渗透率达到80%。开发14nm线宽集成电路用450mm硅片，并实现商业化应用。
	<b>新型显示材料</b>	关键印刷显示材料国产化率达到45%，产业规模超500亿元/年，柔性显示材料产业规模达100亿元/年，激光显示材料创造新增产值30亿元/年。	关键印刷显示材料国产化率达到55%，产业规模超1500亿元/年，柔性显示材料产业规模达500亿元/年，激光显示材料创造新增产值100亿元/年。
<b>高端装备用特种合金</b>	<b>高温合金</b>	国产高代次涡轮盘和单晶叶片等高温合金产品形成稳定供应能力，满足航空发动机与燃气轮机重大专项对高温合金材料的需求。	
	<b>特种耐蚀钢及700℃超超临界电站用耐热合金</b>	研发耐大气、海洋、油气、高温、复杂应力状态等环境腐蚀的钢铁材料，全面提高我国耐蚀钢产业技术水平，典型钢种耐蚀性能提高1倍以上，并构建起自主知识产权的耐蚀钢材料体系。开发超级镍基合金、锅炉管材、高中压转子锻件，蒸汽发生器传热管、主泵电机材料、安全壳、专用焊接材料等，支撑700℃超超临界电站示范工程建设。	
	<b>特种铝镁钛合金</b>	开发特种规格铝、镁、钛合金材料制备及精密成形工艺与控制、服役性能评价等技术，研发650MPa级新型高强韧、低淬火敏感性、厚度200mm以上铝合金预拉伸板；500MPa级高强韧、耐热250℃以上镁合金以及抗疲劳、抗蠕变、耐冲击、高塑性等系列镁合金；研制≥700℃高温钛合金和1300MPa以上高强韧钛合金、直径≥Φ450mm超大规格棒材等。加工成材率提高10%。	
	<b>海水淡化反渗透膜</b>	脱盐率达到99.8%，水通量提高30%，海水淡化工程达到200万吨/日，装备国产化率大于80%。	
	<b>陶瓷膜</b>	装填密度超过300m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ，成本下降20%，膜面积超过20万m <sup>2</sup> ，能耗下降30%。	
	<b>离子交换膜</b>	性能提高20%，氯碱工业应用超过1000万吨规模。	
<b>高性能分离膜材料</b>	<b>中空纤维膜产品</b>	在自来水生产、污水处理等领域应用超过1000万吨/日，膜面积超过2000万m <sup>2</sup> 。	
	<b>渗透汽化膜产品</b>	渗透通量提高20%，膜面积达到10万m <sup>2</sup> ，突破大型膜组件和膜集成应用技术，推广应用规模超过百万吨溶剂脱水和回收，节能30%以上。	

发展重点

高性能纤维及复合材料	高性能碳纤维及其复合材料	<p>国产高强碳纤维及其复合材料技术成熟度达到9级。</p> <p>航空用碳纤维复合材料部分关键部件取得CAAC/FAA/ EASA等适航认证。</p> <p>开发低成本高性能碳碳复合材料。</p>	<p>国产高强中模、高模高强碳纤维及其复合材料技术成熟度达到9级。</p>
	高性能对位芳纶纤维及其复合材料	<p>国产对位芳纶纤维及其复合材料技术成熟度达到9级。</p>	
新能源材料	太阳能电池材料	<p>晶硅电池效率≥20%，硅基薄膜电池效率≥12%，有机太阳能电池能量转换效率≥15%；染料敏化太阳能电池光电转换效率≥11%。</p>	<p>晶硅电池效率≥25%，硅基薄膜电池效率≥15%，有机太阳能电池能量转换效率≥20%；染料敏化太阳能电池光电转换效率≥15%。</p>
	锂离子电池材料	<p>能量型锂电池比能量≥200 Wh/kg，功率型锂电池比功率≥3000 W/kg；动力电池≤2.0元/Wh；储能电池≤1.5元/Wh。</p>	<p>能量型锂电池比能量≥300 Wh/kg，功率型锂电池比功率≥4000 W/kg；动力电池≤1.5元/Wh，储能电池≤1.0元/Wh。</p>
	燃料电池材料	<p>SOFC单电池功率密度≥1W/cm<sup>2</sup>，电堆功率≥5kW，独立发电系统功率≥5kW，成本≤0.6万元/kW，PEMFC系统，低成本膜电极达到1W/cm<sup>2</sup>，膜性能≥30S/cm<sup>2</sup>，金属双极板成本&lt;550元/kW。</p>	<p>燃料电池系统≤0.3万元/kW，膜电极成本≤50元/kW，高温复合膜成本≤0.3万元/m<sup>2</sup>。</p>
新一代生物医用材料	再生医学产品	<p>研制出5-10种应用于骨、皮肤、神经等组织再生修复的生物活性材料，形成高端再生医学产品，建成3条以上规模化生产线，实现产业规模50亿元。</p>	
	功能性植/介入材料	<p>开发出5-10项应用于心血管、人工关节、种植牙、视觉恢复等临床治疗的生物医用材料，形成高端功能性植/介入产品，建成4条以上规模化生产线，实现产业规模30亿元。</p>	
	医用原材料	<p>实现重要原材料的国产化，支撑量大面广的医用耗材、渗透膜、可降解器械等产品，实现产业规模30亿元。</p>	
电子陶瓷和人工晶	电子陶瓷	<p>重点开发介电常数高于1万且介电损耗低于0.1的高电介质陶瓷。</p>	
	人工晶体	<p>开发大尺寸、高质量、低成本的人工晶体材料；突破大尺寸非线性晶体（中远红外、紫外、深紫外）、高光产额闪烁晶体，低缺陷蓝宝石等产业化关键技术，并规模应用。</p>	
稀土功能材料	稀土磁性材料	<p>烧结后综合性能（磁能积MGOe）+矫顽力（kOe）&gt;75。</p>	<p>磁体综合磁性≥80；Ce含量占稀土总量的40%时磁能积&gt;40MGOe。</p>
	稀土光功能材料	<p>白光LED荧光粉应用器件光效大于200lm/W。</p>	<p>新型稀土荧光粉满足广色域（&gt;100% NTSC）显示屏应用需求。</p>
	稀土催化材料	<p>机动车催化剂满足国VI排放标准，贵金属及稀土用量减少20%以上。</p>	<p>汽油烯烃和硫含量、汽车尾气净化器件满足国VI标准。</p>
	稀土储氢材料	<p>开发高能量密度、低成本的新型动力和储能电池材料；形成电池材料及制品的自动化控制、工业生产、成套装备能力与测试评价平台。</p>	
	超纯稀土材料	<p>稀土氧化物纯度大于6N，稀土金属纯度大于4N。</p>	<p>稀土氧化物纯度达到6.5N，稀土金属纯度大于4.5N，满足稀土晶体材料及器件的应用要求</p>
先进半导体	第三代半导体光电子应用	<p>LED器件光效超过200lm/W</p> <p>通用照明市场渗透率达到60%</p>	<p>在通用照明市场渗透率达到80%</p>
	第三代半导体电力电子应用	<p>15kV以上SiC电力电子器件制备关键技术；高质量、低成本GaN电力电子器件的设计与制备；在高压电网、高速轨道交通、消费类电子产品、新能源汽车、新一代通用电源等领域的应用。</p>	
	第三代半导体射频应用	<p>100Mhz以上GaN基HEMT微波射频器件和模块；5G移动通信和卫星通信领域中的应用。</p>	
	450mm大直径硅片	<p>450mm硅材料制备关键技术；年产5万片以上450mm硅片的引导线。</p>	
新型显示材料	印刷显示	<p>掌握60英寸级、4K2K高分辨率OLED显示屏的印刷制备技术。</p> <p>国产化45%，产业规模500亿元。</p>	<p>掌握100英寸级、8K4K超高分辨率印刷AM-OLED显示屏的制备技术。</p> <p>国产化55%，产业规模1500亿元。</p>
		<p>掌握300PPI分辨率柔性中小尺寸AMOLED显示技术，可弯曲直径&lt;1cm。</p> <p>产业规模达100亿元/年。</p>	<p>掌握100英寸级、可卷绕式8K4K柔性显示、中小尺寸可折叠显示屏。</p> <p>产业规模达500亿元/年。</p>
	柔性显示	<p>掌握300PPI分辨率柔性中小尺寸AMOLED显示技术，可弯曲直径&lt;1cm。</p> <p>产业规模达100亿元/年。</p>	<p>掌握100英寸级、可卷绕式8K4K柔性显示、中小尺寸可折叠显示屏。</p> <p>产业规模达500亿元/年。</p>
		<p>掌握300PPI分辨率柔性中小尺寸AMOLED显示技术，可弯曲直径&lt;1cm。</p> <p>产业规模达100亿元/年。</p>	<p>掌握100英寸级、可卷绕式8K4K柔性显示、中小尺寸可折叠显示屏。</p> <p>产业规模达500亿元/年。</p>
	激光显示	<p>研制出100英寸级高清激光家庭影院，色域空间达到160% NTSC。</p> <p>创造新增产值30亿元/年。</p>	<p>研制出200英寸超高清激光显示产品，色域空间提高2倍以上，达到200%NTSC。</p> <p>2025年，创造新增产值100亿元/年。</p>
		<p>研制出100英寸级高清激光家庭影院，色域空间达到160% NTSC。</p> <p>创造新增产值30亿元/年。</p>	<p>研制出200英寸超高清激光显示产品，色域空间提高2倍以上，达到200%NTSC。</p> <p>2025年，创造新增产值100亿元/年。</p>
高端装备用特种合金	<p>高温合金的低成本规模化生产技术；突破第四代粉末、单晶、点阵材料等新一代高温合金关键技术；打通先进高温合金制备工艺流程。</p>		
	<p>深海工程用特种钢和耐蚀合金部件自主制造技术；700℃超超临界电站用耐蚀合金成分设计及其大型部件制造成套技术。</p>		
	<p>开发特种规格、复杂截面型材、管材、锻件等，全面掌握大规格材料稳定批量制备技术以及表面防护、连接等多种应用技术。</p>		

关键技术及装备	高性能分离膜材料	混合基质膜制备技术；低温共烧结技术；全膜法氯碱生产新技术。
		16吋的大型膜组器；气升式节能膜分离装备；全膜法氯碱生产全套装备。
	高性能纤维及复合材料	高强碳纤维制造技术；国产高强中模及高模高强碳纤维制造技术；碳纤维复合材料低成本设计和制造技术。
		24K以上丝束碳纤维大规模生产装备（宽幅高温超高温碳化炉等）；碳纤维复合材料连续自动化智能制造装备（生产效率达到6-12件/min）。
	新能源材料	高纯硅材料低成本规模化制备技术。
		动力电池及其关键材料低成本规模化制备技术。
		低铂催化剂及低成本膜材料规模化制备技术。
	生物医用材料	组织再生材料的活性化技术。
		植/介入材料的功能化表界面构建技术。
		可吸收高分子及绿色环保医用耗材可控制备技术。
	电子陶瓷和人工晶体	MLCC的流延成型及低温共烧技术。
	稀土功能材料	新型稀土材料成分设计与高通量制备技术；稀土功能材料微观组织可控制备技术；稀土发光材料高温高压合成及表面包覆技术；稀土高效分离提纯技术。
		智能连续急冷快淬炉；高温高压连续氮化与荧光粉合成装备；高温超高真空稀土金属规模提纯装备。
	先进半导体	大尺寸单晶衬底制备及核心装备技术；大尺寸衬底上第三代半导体高质外延及核心装备技术；第三代半导体材料及前沿器件技术；450mm硅材料核心技术。
		GaN衬底HVPE装备，GaN材料高温MOCVD，SiC衬底PVT单晶炉，SiC材料外延炉
	新型显示材料	可印刷发光/反射显示材料体系、可印刷TFT关键材料体系、INK技术、印刷显示关键工艺与器件技术。
		柔性基板材料与加工工艺、低温TFT工艺技术、低温快速干燥/退火工艺、柔性器件封装工艺技术。
InGaP 红光 LD 量子阱材料和器件技术、InGaN 绿光 LD材料和器件技术、InGaN 蓝光 LD材料和器件技术、视频图像与光机器件技术。		
战略支撑与保障建议	设立关键战略材料专项计划和专项资金。集中力量突破先进核心工程化工工艺技术制约，提升关键战略材料产业共性工艺技术创新水平。	
	重点支持产学研用创新联盟，建立若干国家级关键战略材料创新平台。	
	加强关键战略材料标准及应用标准的研究制订。	
	深入推动新材料产业军民融合发展，实现新材料技术双向转移。	



## 9.3 前沿新材料

革命性新材料的发明、应用一直引领着全球的技术革新，推动着高新技术制造业的转型升级，同时催生了诸多新兴产业。在发挥前沿新材料引领产业发展方面，我国的自主创新能力严重不足，迫切需要在 3D 打印材料、超导材料、智能仿生与超材料、石墨烯等新材料前沿方向加大创新力度，加快布局自主知识产权，抢占发展先机和战略制高点。

### 9.3.1 需求

未来 10 年，为满足航空航天、生物医疗、汽车摩配、消费电子等领域对个性化、定制化复杂形状金属制品的需求，3D 打印金属粉末需求量将年均增长 30%，到 2020 年需求量达 800 吨，到 2025 年达 2000 吨。我国在智能电网、大科学装置方面对超导材料的需求持续增长，到 2020 年需求量将达到 100 亿元，到 2025 年达到 150 亿元。智能仿生与超材料是智能制造、智能传感的核心材料，实现规模化制造及应用极为迫切，预计将以 40% 的年复合增长率快速发展，到 2020 年，其市场规模将达近 650 亿美元。石墨烯材料集多种优异性能于一体，是主导未来高科技竞争的超级材料，广泛应用于电子信息、新能源、航空航天以及柔性电子等领域，可极大推动相关产业的快速发展和升级换代，市场前景巨大，有望催生千亿元规模产业。

### 9.3.2 目标

到 2020 年，积累一批前沿新材料核心技术专利，部分产品实现量产，在关键领域实现应用示范。

到 2025 年，实现前沿新材料技术、标准、专利等有效布局；前沿新材料取得重要突破并实现规模化应用，部分领域达到世界领先水平。

### 9.3.3 发展重点

#### 1. 3D 打印用材料

##### (1) 低成本钛合金粉末

满足航空航天 3D 打印复杂零部件用粉要求，低成本钛合金粉末成本相比现有同等钛合金粉末降低 50~60%。

##### (2) 铁基合金粉末

利用 3D 打印工艺致密化后的金属制品，其物理性能与相同合金成分的精铸制品相当。

##### (3) 高温合金粉末

开发金属粉末的致密化技术，建立制品的评价标准体系。

##### (4) 其它 3D 打印特种材料

突破适用于 3D 打印材料的产业化制备技术，建立相关材料产品标准体系。

#### 2. 超导材料

##### (1) 强磁场用高性能超导线材

掌握高性能超导线材结构设计及批量化加工控制技术。

##### (2) 低成本千米级 YBCO 涂层导体

掌握涂层导体织构化基带、功能层沉积技术和 MOCVD、PLD 制造装备。

##### (3) 高电压等级超导限流器等应用产品

掌握高电压等级超导限流器等应用产品的电磁设计、超高压绝缘、装配结构与挂网运行等关键技术。

整体突破高性能低成本超导线材集束拉拔塑形加工技术、大型高效长寿命制冷机技术和低漏热低温容器制备技术、面向不同波段和频率的超导应用产品制备技术。

### 3. 智能仿生与超材料

#### (1) 可控超材料与装备

实现特定频段内电磁波从吸波与透波的可控转换，或者将特定频段内的吸波或透波转换为辐射电磁波。

#### (2) 仿生生物粘附调控与分离材料

实现长效抗海洋生物粘附（3 年，低于 5%），环境无毒害；实现高效的粘附调控富集分离 99%以上；获得 2-3 种长效仿生抗海洋生物粘附的涂层材料及仿生高效分离技术与装备。

#### (3) 柔性智能材料与可穿戴设备

实现柔性仿生智能材料“卷对卷”的生产，实现电磁可调、智能传感、0-360 度任意弯曲、与人体兼容。

整体突破仿生生物粘附调控与分离材料的大面积制备与涂层黏合技术；智能材料的柔性化、大面积的制备和生物兼容技术；具有智能化和仿生特性的自适应可控式超材料的联合设计技术。

### 4. 石墨烯材料

#### (1) 电动汽车锂电池用石墨烯基电极材料

较现有材料充电时间缩短 1 倍以上，续航里程提高 1 倍以上。

(2) 海洋工程等用石墨烯基防腐蚀涂料

较传统防腐蚀涂料寿命提高 1 倍以上。

(3) 柔性电子用石墨烯薄膜

性价比超过 IT0，且具有优异柔性，可广泛应用于柔性电子领域。

(4) 光/电领域用石墨烯基高性能热界面材料

石墨烯基散热材料较现有产品性能提高 2 倍以上。

整体突破石墨烯的规模制备技术，石墨烯粉体的分散技术，石墨烯基电极材料的复合技术。

### 9.3.4 战略支撑和保障

1. 设立前沿新材料专项计划和专项资金。
2. 集中力量建立若干国家级前沿新材料创新中心。
3. 加强前沿新材料标准及应用标准的研究制订。
4. 优先支持前沿新材料的示范应用。
5. 建立产需对接长效机制，建设若干前沿新材料产业基地。

		2020年	2025年
需求	3D打印材料	航空航天、医疗、汽车摩配、等个性化、复杂形状金属制品对3D打印金属粉末的需求量约800吨。	年均增长30%，需求达到2000吨。
	超导材料	我国在智能电网、大科学装置方面对超导材料的需求将持续增长，市场需求量达到100亿元。	需求达到150亿元。
	智能仿生新材料	全球智能材料的市场,到2020年，其市场需求将达到650亿美元。	全球仿生超材料市场将以40%的年复合增长率健康成长。
	石墨烯材料	石墨烯材料集多种优异性能于一体，是主导未来高科技竞争的超级材料，广泛应用于电子信息、新能源、航空航天以及柔性电子等领域，可极大推动相关产业的快速发展和升级换代，市场前景巨大，有望催生产业规模千亿元。	
	总体目标	积累一批前沿新材料核心技术专利，部分产品实现量产，在关键领域实现应用示范。	实现前沿新材料技术、标准、专利等有效布局；前沿新材料取得重要突破并实现规模化应用，部分领域达到世界领先水平。
	3D打印材料	3D打印金属粉末年产量达到200吨的水平，形成具有自主知识产权的国际先进制备技术，满足国家航空航天和生物医疗等领域的重大需求。	3D打印金属粉末原料达到年产600吨的水平，占国内市场的80%份额，出口200吨，形成在成本和技术方面均具备国际竞争力的产品。

目标	超导材料	超导材料整体水平达到国际先进，实现超导材料、超导强电和弱电应用产品系列化，超导线材产量500吨/年，超导强电和弱电应用装置100台/年，国内市场份额超过80%。	超导材料技术水平达到国际领先，全面进入国际市场，超导线材产量600吨/年，超导强电和弱电应用装置150台/年，国际市场份额超过30%。	
		强磁场用高性能超导线材产业规模达到50亿元。	强磁场用高性能超导线材产业规模达到100亿元。	
		低成本千米级YBCO涂层超导体产业规模达到20亿元。	低成本千米级YBCO涂层超导体产业规模达到40亿元。	
		高电压等级超导限流器产业规模达到20亿元。	高电压等级超导限流器产业规模达到50亿元。	
	智能仿生新材料	形成3-5个发明专利群、3-5件国家级技术标准。产业规模达到20亿元。	满足国民经济和国防建设的需要，关键材料及核心产品达到世界领先水平，产业规模达100亿元，材料自给率超过80%。	
		可控超材料相关产业规模达20亿元。	可控超材料相关产业规模50-60亿元。	
		仿生生物粘附调控与分离材料实现产业规模10-15亿元。		
	石墨烯材料	规模制备及电化学储能、印刷电子、航空航天用轻质高强复合材料、海洋工程防腐等应用领域的技术水平达到国际领先，大幅提升相关产品性能，形成百亿元产业规模。	高质量石墨烯粉体年产能万吨级以上，薄膜年产能上亿平方米，实现8英寸石墨烯芯片批量生产，突破石墨烯在电子信息领域应用的技术瓶颈，整体产业规模突破千亿。	
		电动汽车锂电池用石墨烯基电极材料产业规模达万吨级。		
		海洋工程用石墨烯基防腐涂料产业规模达十万吨级。		
重点产品	3D打印材料	低成本钛合金粉末	满足航空航天3D打印复杂零部件用粉要求，低成本钛合金粉末成本相比现有同等钛合金粉末降低50%~60%。	低成本钛合金粉末批量应用于航空航天3D打印复杂零部件。
		铁基合金粉末	利用3D打印工艺致密化后的金属制品，其物理性能与相同合金成分的铸锻制品相当。	利用3D打印工艺致密化后的金属制品，其物理性能与相同合金成分的铸锻制品相当。
		高温合金粉末	开发金属粉末的致密化技术，建立制品的评价标准体系。	3D打印用高温合金粉末批量用于关键零部件的3D打印制造。
	超导材料	强磁场用高性能超导线材	临界电流等主要性能满足20T大型超导磁体应用要求。	主要性能满足25T大型超导磁体应用需求。
		低成本千米级YBCO涂层超导体	性价比达到150元/千安米。	性价比达到100元/千安米。
		高电压等级超导限流器	限流峰值达到100kA。	限流峰值达到150kA。
	智能仿生新材料	可控超材料	实现特定频段内电磁波从吸波与透波的可控转换，或者将特定频段内的吸波或透波转换为辐射电磁波。	超材料在特定领域获得典型应用。
		仿生生物粘附调控与分离材料	实现长效抗海洋生物粘附（3年，低于5%），环境无毒害；实现高效的粘附调控富集分离99%以上。	仿生生物粘附调控与分离材料得到规模化应用。
		实现仿生生物粘附调控与分离材料的应用示范。		实现仿生生物粘附调控与分离材料的规模化生产和规模化应用。
		柔性智能材料与可穿戴设备	柔性仿生智能材料实现电磁可调、智能传感、0-360度任意弯曲、与人体兼容。	实现柔性仿生智能材料“卷对卷”的生产，产品得到实际应用。
石墨烯材料	电动汽车锂电池用石墨烯基电极材料	较现有材料充电时间缩短1倍以上，续航里程提高1倍以上。	石墨烯基电极材料电动汽车用动力电池等领域上得到规模化应用。	
	海洋工程用石墨烯基防腐涂料	较传统防腐涂料寿命增1倍以上。	石墨烯基防腐涂料实现产业化并在海洋工程等领域得到规模化应用。	
	柔性电子用石墨烯薄膜	性价比超过ITO，且具有优异柔性。	石墨烯薄膜实现产业化并在柔性电子等领域得到规模化应用。	
	光电领域用石墨烯基高性能热界面材料	石墨烯基散热材料较现有产品性能提高2倍以上。	石墨烯基高性能热界面材料在光电领域得到应用。	

关键技术及装备	3D打印材料	低成本钛合金粉末的制备技术、3D打印球形金属粉末雾化制粉技术、3D打印用金属粉末的评价技术、金属粉末的致密化技术。	球形金属粉末粉体在3D打印领域获得应用。
		核心自主知识产权3D打印粉末雾化制粉装备、低成本钛合金粉末制造集成装备。	3D打印粉末雾化制粉装备、低成本钛合金粉末制造装备得到应用。
	超导材料	突破高性能低成本超导线材集束拉拔塑形加工技术、大型高效长寿命制冷机和低漏热低温容器制备技术、面向不同波段和频率的超导滤波器制备技术。	超导线材、大型高效长寿命制冷机、低漏热低温容器、超导滤波器关键技术得到应用。
		仿生物粘附调控与分离材料的大面积制备与涂层黏合技术。	仿生物粘附调控与分离材料及涂层黏合技术得到实际应用。
	智能仿生新材料	智能材料的柔性化、大面积的制备和生物兼容技术。	智能仿生材料得到应用。
		具有智能化和仿生特性的自适应可控式超材料的联合设计技术。	智能化仿生自适应可控式超材料得到实际应用。
		石墨烯材料	石墨烯的规模制备技术，石墨烯粉体的分散技术，石墨烯基电极材料的复合技术。
	战略支撑与保障建议	设立前沿新材料专项计划和专项资金。	
		集中力量建立若干国家级前沿新材料创新中心。	
		加强前沿新材料标准及应用标准的研究制订。	
优先支持前沿新材料的示范应用。			
建立产需对接长效机制，建设若干前沿新材料产业基地。			

## 十、生物医药及高性能医疗器械

### 10.1 生物医药

生物医药是基于生物技术的用于防治疾病及卫生保健的制品和系统技术总称，包括基因药物、单抗/蛋白药物、疫苗、小分子化学药物和中药等。

#### 10.1.1 需求

我国是全球第二大药品消费市场，据国家药品统计年报，2014 年我国药品市场纯销售额超过 1.5 万人民币，当前我国已经进入老龄化社会，65 岁及以上的人口超过 1.2 亿，卫生健康是我国面临的重大挑战，医疗技术的进步和人民群众对健康需求的迅速增长，也对我国新药创制提出新的需求。2014 年，我国医药工业销售额 24553.2 亿人民币。但是，我国自主研发产品薄弱，药品生产以仿制为主，原创性新药甚少，生物医药关键技术也有明显差距。因此，提高生物医药产业整体的科技含量和经济附加值，重点开发一批创新药物，培育生物医药战略性新兴产业，是提高我国医药产业竞争能力的关键。

#### 10.1.2 目标

到 2020 年，推动一大批企业实现药品质量标准和体系与国际接轨，其中至少有 100 家药品制剂企业取得美、欧、日和 WHO 认证并实现产品出口；按照国际药品标准，研制并推动 10-20 个化学药及其高端制剂、3-5 个新中药、3-5 个新生物技术药在欧美等发达国家完成药品注册，加快国产药品的国际化发展进程。

2020 年前国际专利到期的重磅药物 90%以上实现仿制生产。突破 10-15 项重大核心关键技术，初步建立国家药物创新体系和创新团队。

2025 年，基本实现药品质量标准和体系与国际接轨；发展针对十种重大疾病的化学药、中药、生物技术药物新产品，实现 20-30 个创新药物产业化；5-10 个我国自主知识产权新药通过 FDA 或欧盟认证，进入国际市场；建设完善和支持对外服务的国家药物创新体系，形成国际视野的高水平创新团队，推动我国医药国际化发展战略。

### 10.1.3 发展重点

#### 1. 重点产品

针对重大疾病的化学药、中药、生物技术药物新产品，重点包括新机制和新靶点分子靶向药物、抗体药物及抗体交联药物（ADC）、蛋白及多肽药物、新型疫苗、新型细胞治疗制剂、临床优势突出的创新中药及个性化治疗药物。

（1）发展针对重大疾病的化学药、中药、生物技术药物新产品

按照国际药品标准，研制并推动 10-20 个化学药及其高端制剂，如多靶点受体酪氨酸激酶抑制剂、靶向抗肿瘤 1.1 类新药法米替尼、治疗老年性痴呆 1.1 类新药 HSH-971 和治疗耐药性病原感染药物可利霉素等；3-5 个新中药，如抗肿瘤阿可拉定、抗抑郁症奥生乐赛特和治疗糖尿病肾病大黄酸等；3-5 个新生物药，如门冬胰岛素和长效 GLP-1 等。



(2) 重点开发新机制和新靶点抗体药物、重组蛋白药物和免疫细胞治疗制剂

主要针对恶性肿瘤、心脑血管疾病、代谢性疾病、自身免疫性疾病等重大疾病自主研发 20-30 个创新性强、科技含量高、市场前景好、拥有自主知识产权的治疗性抗体，抗体交联药物 (ADC)，重组蛋白药物和免疫细胞治疗制剂，其中 10-15 个为原创性，如抗 CD22、抗 CD147 人源化单抗药物、G-CSF 长效蛋白药物、重组高效抗肿瘤抗病毒蛋白注射液和基因修饰 T 细胞治疗制剂 (T 细胞受体 TCR 和嵌合抗原受体 CAR) 等，并研发这些抗体药物配套基因表型检测试剂盒，发展个性化治疗和精准治疗药物。

(3) 发展生物 3D 打印技术，研制组织工程和再生医学治疗产品

开展生物 3D 打印技术在药物筛选、组织工程和再生医学领域中的应用探索；利用生物 3D 打印技术，结合大分子药物、新型修饰型免疫细胞治疗药物、干细胞及 iPS 细胞，研制 10-20 个组织工程和再生医学治疗产品。

(4) 加快专利到期药物仿制上市

针对防治重大疾病或突发疫情等用药需求，仿创结合、系统集成，研制 20-30 个临床亟需重要品种，并切实解决产业化问题，满足临床用药的紧迫需求。

## 2. 关键共性技术

(1) 基于疾病靶点网络、反向分子对接等药物新靶标发现

## 与确证技术

用计算机方法构建疾病的细胞信号网络模型，描述疾病发生发展过程中的网络动态变化，进行虚拟分子筛选、对接和验证确定候选药物对于特定疾病亚型的有效性，最终确定有效的新靶标，实现以动态网络为靶标的创新药物发现。

### (2) 基于细胞和靶标的药代动力学以及药代/药效/毒性三位一体的成药性评价技术

运用人源细胞和人源化动物模型，结合靶标的分子病理机制，建立 PK-PD, TK-TD 模型，强化药代/药效/毒性三位一体的成药性进程。

### (3) 基于新靶点/新结构/新功能的抗体、蛋白、多肽、核酸及免疫细胞治疗等创新生物技术药物研制新技术

突破同一靶点协同增强功能的抗体制备技术体系；发展 ADC 抗体药物筛选技术体系和双特异性抗体药物规模化生产和质控技术；加强蛋白质和多肽药物相关纳米技术、3D 打印技术的缓释平台开发，突破蛋白质药物的成药性研究关键技术；制备低免疫原性，靶向、无毒、高效的基因治疗载体/输送系统。鼓励原始创新，使创新生物药物多样化、成熟化。

### (4) 抗体/蛋白质药物产业化工程链技术

建设真核细胞大规模培养 GMP 生产技术平台，包括无血清培养基开发、工程细胞株建库、蛋白药物纯化、制品制剂、冻干工艺等技术，提高 GMP 管理水平，使生物技术药物的大规模生产技术达到国际先进水平。

(5) 基于磁性靶向给药等释药系统和药物递送相关技术等系列特色共性关键新技术

推进药物递送系统向精密性、控释性和靶向性的智能方向发展。构建新型的环境响应性递送系统，发展基于磁性靶向释药系统和药物递送相关技术，提高药物性能及其疗效。

(6) 基于个体基因信息和分子标志物的精准治疗共性技术体系

开发基于个体化特异性分子标志的药物，建立从基因检测到个体化精准免疫治疗技术体系。建立基于对肿瘤组织与正常组织全基因组测序、外显子及靶向重测序、转录组测序等的精准靶点筛选技术，结合疾病靶点网络变化及关键性网络靶标的蛋白质新节点，实现药物有针对性的干预，提高药物的精准治疗。

(7) 提升化学仿制药质量，提高中药质量的可控性

通过技术体系的建设，提高我国的化学仿制药及中药的 GMP 生产、质量检测、质量保障能力，提升化学仿制药和中药质量的可控性。建立专属性质量评价方法与技术，并形成化学仿制药，中药药物质量评价技术指导原则，保证药物的安全、有效、稳定。

#### 10.1.4 应用示范工程

2020 年，推动 3-5 家基础好的大专院校与制药企业联合建成具有高技术水平和研发能力的大型研发基地、国家级转化科学中心和协同创新中心。2025 年，发展到 5-10 个，其中 3-5 个协同体的技术创新能力、重大创新产品和制药工业体系达到国际先进水平，年主营销销售收入超过 500 亿元，成为具有较强国际竞争

力的大型生物医药骨干企业。

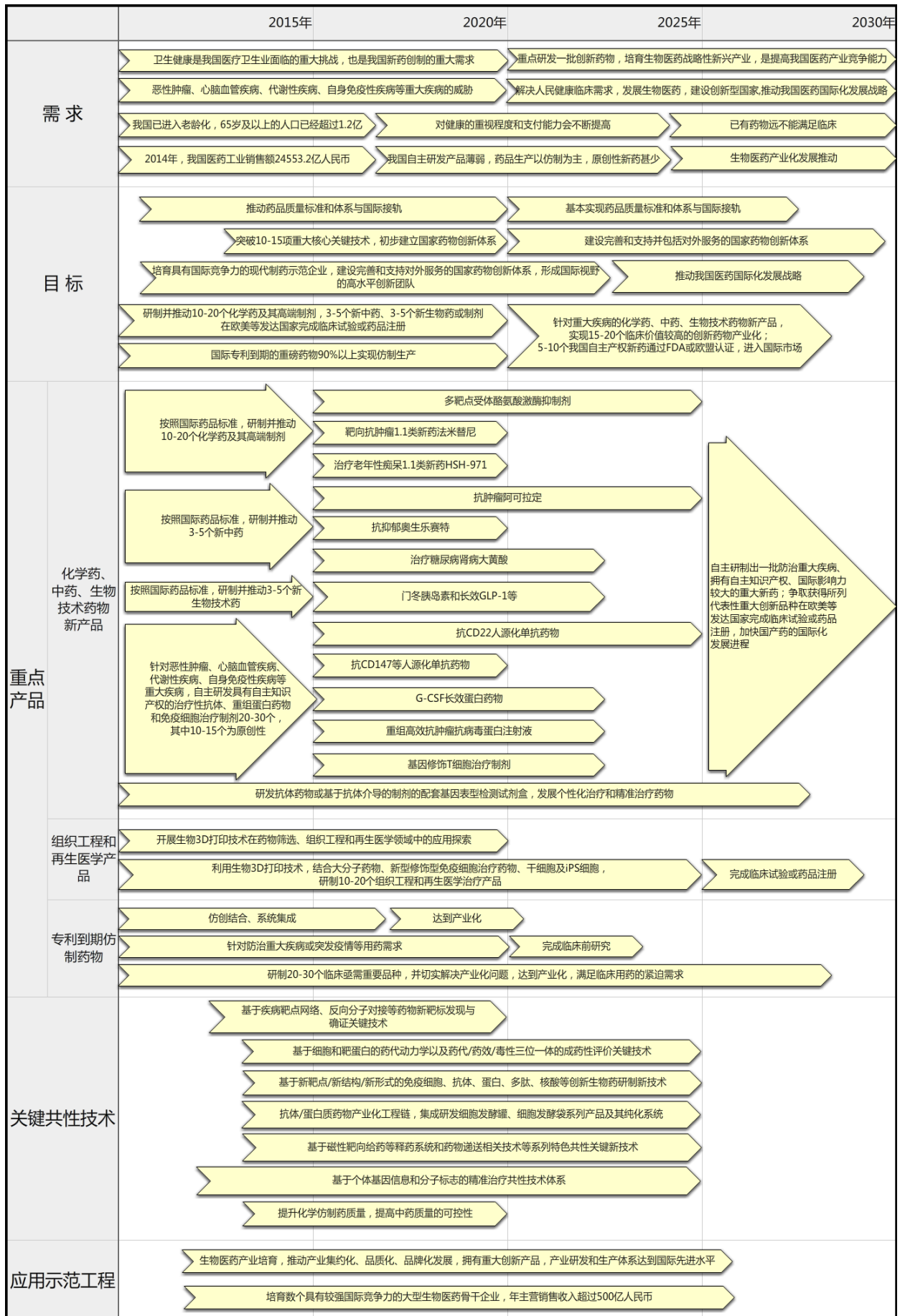
#### **10.1.5 战略支撑与保障**

1. 遵照国际规范的药物临床试验质量管理规范（GCP）和药物非临床研究质量管理规范（GLP），建立或标准化国际前沿的各项新药临床前和临床评价关键平台。

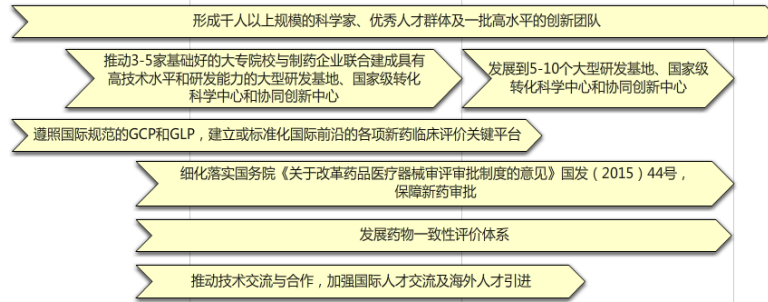
2. 优化和完善优先审评和快速审批的政策，强化审评检验人员队伍的扩充建设。

3. 细化落实国务院《关于改革药品医疗器械审评审批制度的意见》国发（2015）44号，保障新药审批。

4. 发展药物一致性评价体系。



战略支撑  
与保障建议



## 10.2 高性能医疗器械

医疗器械是应用于全生命周期卫生、健康保障过程中的设备、装置、材料、制品。高性能医疗器械泛指在同类医疗器械中能够在功能和性能上满足临床更高要求的医疗器械，其发展对满足临床需求，带动整个医疗器械产业发展具有战略意义。

### 10.2.1 需求

2014年，我国医疗器械市场总值约为3000亿元，年增长率15%以上，在高性能医疗器械领域中，90%以上产品为国外品牌，这是造成我国看病贵的原因之一。近年来，健康需求迅速发展，但国内医疗器械产业的现状与此极度不相适应。

### 10.2.2 目标

2020年产业发展目标：

1. 年产业规模达6000亿；
2. 县级医院国产中高端医疗器械占有率达50%；
3. 国产核心部件国内市场占有率达到60%；
4. 全国建起5个以上科技成果工程化平台和协同创新中心；
5. 形成20家示范应用基地；
6. 形成3家以上国际知名品牌。

2025年产业发展目标：

1. 年产业规模达1.2万亿；
2. 县级医院国产中高端医疗器械占有率达70%；
3. 国产核心部件国内市场占有率达到80%；

4. 全国建起 10 个以上科技成果工程化平台和协同创新中心；
5. 形成 6 个产值超千亿元的省级产业集群；
6. 形成 30 家示范应用基地；
7. 在各主要产品领域各形成 5 家以上国际知名品牌。

### 10.2.3 发展重点

#### 1. 重点产品

##### (1) 医学影像设备

3T 及以上超导磁共振系统 (MRI)，开放式超导系统，128 排 X 射线电子计算机断层扫描装置 (CT 机)、正电子发射断层显像/X 射线计算机体层成像仪 (PET-CT 机)、正电子发射型断层显像/磁共振成像系统 (一体化 PET-MRI)，彩色多普勒超声诊断设备 (128 及以上物理通道)，微型超声诊断设备，数字减影血管成像系统 (DSA)、X 射线相衬成像、电阻抗成像设备、脑磁图设备等新型影像设备。

##### (2) 临床检验设备

高通量临床检验设备、快速床旁检验、集成式及全实验室自动化流水线检验分析系统、分子诊断设备、微生物自动化检测系统、高分辨显微光学成像系统等。

##### (3) 先进治疗设备

大型重离子/质子肿瘤治疗设备、图像引导放疗设备、高清电子内窥镜、高分辨共聚焦内窥镜、数字化微创及植介入手术系统、手术机器人、麻醉机工作站、自适应模式呼吸机、电外科器械、术中影像设备、脑起搏器与迷走神经刺激器等神经调控系列



产品、数字一体化手术室、可降解血管支架、骨科及口腔材料植入物、可折叠人工晶体等。

#### (4) 健康监测、远程医疗和康复设备

智能型康复辅具、计算机辅助康复治疗设备、重大疾病与常见病和慢性病筛查设备、健康监测产品（包括可穿戴）、健康大数据与健康物联网、远程医疗及相关标准等。

## 2. 关键零部件

大热容量 X 射线管（8MHU 以上）、新型 X 射线光子探测器、超声诊断单晶探头、面阵探头（2000 阵元以上）、微型高频超声探头（血管或内窥镜检测），3T 以上高场强超导磁体、MRI 用多通道谱仪（64 通道以上）、CT 探测器、PET 探测器（基于硅光电倍增管）、可降解血管支架材料、透析材料、医用级高分子材料、植入电极、临床检验质控用标准物质等核心部件。

## 3. 关键共性技术

### (1) 可靠性保证技术

包括可靠性分析、计算机模拟、软硬件和机械的可靠性测试技术、电磁相容相关技术等。

### (2) 健康互联网技术与标准

研究健康互联网标准体系，分层次、分步骤建立相关标准，建立必要的测试与测试方法的技术条件。

### (3) 健康大数据技术

健康数据库的建立与管理，基于大数据技术的分析技术及健康管理行为指导标准。

#### (4) 医用增材制造技术（3D 打印技术）

适于 3D 打印技术的可植入材料及修饰技术，碳纳米与石墨烯医用材料技术、用于个性化制造的全面解决方案，包括检测、计算机辅助设计与制造技术等。

### 10.2.4 应用示范工程

#### 1. 创新医疗器械应用示范工程

推动创新产品应用示范工程实施，示范内容包括在医疗机构开展应用培训、维养培训、数据采集、产品评价等。通过示范工程在可靠性、适宜性、功能指标、技术性能、技术服务多个维度上开展评价工作，形成评价规范，建立适合中国国情、满足更高产品要求的团体标准，进而形成团体认证品牌，让中国的高水平产品拥有“中国创造”的品牌，在更高的水平上同国外知名品牌展开竞争。

#### 2. 基于大数据、面向全球的医疗设备联合运维保障服务示范工程

通过联盟等形式，基于大数据技术，以市场化机制，建立医疗设备的运行质量保障体系，逐渐建立相关标准与操作规范等。

### 10.2.5 产业集聚区

京津冀地区创新医疗器械集聚区，充分利用京津冀地区的智力资源和医疗资源，以创新、成果转化、技术输出为特色。

长三角地区先进医疗器械集聚区，充分利用地区内丰富的人力资源和产业实力，以全球化、创新、先进制造、产品应用服务为特色。

珠三角地区数字化医疗器械集聚区，充分利用地区内开放、创新、创业的前位意识和产业基础，以工程创新、先进制造、出口为特色。

### 10.2.6 战略支撑与保障

#### 1. 建立医疗器械产业技术研究院

研究院将开展医疗器械可靠性研究、标准研究、基础共性技术研究、健康大数据技术研发等；开展产业基础信息、竞争情报、专利分析、产业研究、战略规划等方面基础性工作。

#### 2. 构建医疗器械产业发展公共平台

公共平台开展科技服务，包括：开展创新、创业辅导，促进成果工程化，开展公共测试、临床试验、协同创新，为企业产品开发提供全方位的发展咨询。

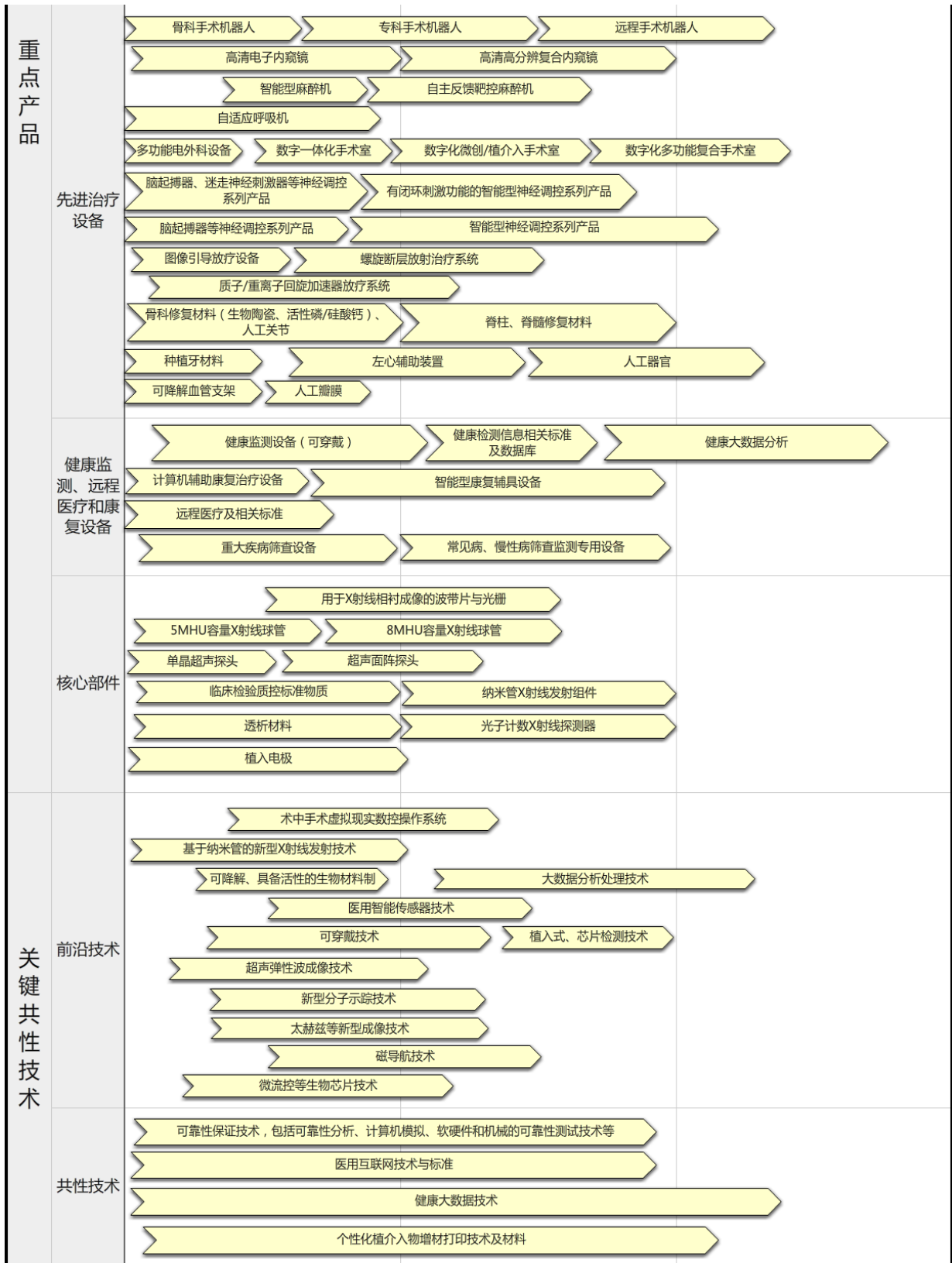
#### 3. 强化专业人才培养

构建医疗器械专业人才和物理医师的教育、培训体系，逐步建立相应的资质认证制度及上岗资质要求。

#### 4. 营建鼓励创新的政策环境

进一步完善监管政策，鼓励技术创新。针对产学研医结合、创新医疗器械应用加大政策支持力度。

		2020年	2025年	2030年
需求	国家战略	人人享有卫生健康与医疗保障、民族健康安全保障		
	医疗发展	工程技术与临床深度融合、新医疗方法和技术发展迅速		
		全生命周期健康管理和服务（监测、评估、干预）		
		医疗改革		
	技术发展	生物材料增材打印技术、生物分子检测技术、数字与智能新技术应用等		
		健康互联网及大数据分析技术		
	国际竞争	研发体系化、产业链全球化，产品品牌化，市场国际化的趋势		
		在品牌、可靠性、服务、创新等方面我国与先进国家差距显著		
		向服务型转型、向规模化发展的趋势		
	国内市场	县级医院中高端医疗器械国产化率达50%	县级医院中高端医疗器械国产化率达70%	县级医院中高端医疗器械国产化率达95%
全部实现数字化、网络化		主要产品的核心部件可全部实现自主生产	在知识产权、标准等方面在国际上拥有话语权	
目标	总目标	在数量、质量、服务、创新各个方面全面满足临床需求		
		在全产业链、产学研医协同创新机制、临床应用与服务体系、品牌各个方面拥有国际化竞争能力		
	阶段目标	在医学影像、手术室设备、临床检验设备、治疗与康复辅具装备、可穿戴设备各个领域平均拥有两个以上国际知名品牌		
		年产业规模6000亿元	年产业规模1.2万亿元	年产业规模3万亿元，出口1万亿元
		核心部件国产化率达到70%	拥有全部核心部件自主设计和生产能力	
		在医学影像、手术室设备、临床检验设备、治疗与康复装备、可穿戴设备各个领域拥有核心知识产权、标准话语权		
		主导产品可靠性、满意度与进口品牌齐名	主要国产品牌的产品可靠性、服务满意度位于先进行列	
	医学影像设备	3.0T以上磁共振成像系统	磁共振多核成像与谱分析	
		超导开放磁共振成像系统		
		大容量X射线球管	X射线体成像技术	
新型X射线光子探测器		X射线相衬成像	新型X射线CT	
128排CT		新型X射线发射装置		
X射线动态平板探测器		数字减影血管成像系统（DSA）	磁导航介入治疗设备	
		弹性波超声成像系统	微型超声诊断设备	实时三维高分辨体成像
硅光电倍增管PET探测器		PET-MRI		
PET-CT		早期检测靶向性分子探针	新型纳米分子探针	多功能、多模态新型分子探针
		光学相干成像设备		
		电阻抗成像技术	脑磁图	
临床检验设备		基因、蛋白与疾病关联数据库，数据分析工具，人员培训	慢病、重大疾病、复杂疾病的基因、蛋白及相关联临床信息数据库	重大疾病、健康筛查、疾病防治等全面而精准的基因、蛋白及与临床信息关联数据库。
		高通量临床检验设备	集成式及全实验室自动化流水线检验分析系统	
			微生物检测系统	
			全系列、快速生物检测芯片	
		低成本、快速、现场、多参数临床检验设备		
		医用质谱仪及检测标准	高性能医用质谱仪	
	生物信息检测分析与处理系统			



战略支撑与保障建议	创新体系	建立5个产学研医协同创新中心试点	建立10个产学研医协同创新中心
		建立5个科技成果工程化平台试点	建立10个科技成果工程化平台
		分领域建立10个公共测试平台试点	分领域建立20个公共测试平台
		临床试验基地	
	产业链	面向医疗器械的数字化设计与配套加工/标准化的智能生产/全球化合格供应商	
		基于云的医疗器械工程化设计、采购信息、产业化服务	
	产业基础	国家和国际标准、团体标准	
		医疗器械产业基础应用研究院（产业基础数据库构建、产业发展研究、医疗器械可靠性研究、标准体系及标准研究、基础共性技术研究、健康大数据技术研发）	
	示范应用	基于大数据、面向全球的医疗设备联合运维保障服务示范工程	
		创新医疗器械示范应用基地，包括应用培训、维养培训、应用评价、协同研发	
国际化	5 - 10家国际知名品牌		
	30家以上国际化研发基地、技术服务基地建设		
人才	人才培养及人才引进		
	创新/创业辅导、竞赛、评估、咨询、培训（政策、法规、标准、技术）		
政策环境	鼓励创新的产品监管政策		
	促进产学研医结合、创新医疗器械应用的鼓励性政策		

