

| 中国制造2025系列丛书 |

《中国制造2025》 重点领域技术创新绿皮书 ——技术路线图(2017)

国家制造强国建设战略咨询委员会
中国工程院战略咨询中心

编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

中国制造 2025 系列丛书

《中国制造 2025》

重点领域技术创新绿皮书——技术路线图 (2017)

国家制造强国建设战略咨询委员会
中国工程院战略咨询中心

编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书(以下简称“技术路线图”)围绕建设制造强国的战略任务和重点,深入研究了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、节能和新能源汽车、电力装备、农业装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械十大重点领域的需求。基于这些需求,提出了十大重点领域的发展目标、发展重点、应用示范工程及战略支撑与保障措施。本书在2015年版的基础上,结合两年来技术发展趋势的变化和市场需求的变化进行了400余处修订。

“技术路线图”的发布,可以为广大企业和科研、教育等专业机构确定自身的发展方向和重点提供参考;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,从而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制定公共政策提供咨询和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

《中国制造2025》重点领域技术创新绿皮书:技术路线图:2017/国家制造强国建设战略咨询委员会,中国工程院战略咨询中心编著. —北京:电子工业出版社,2018.2

(中国制造2025系列丛书)

ISBN 978-7-121-33095-7

I. ①中… II. ①国… ②中… III. ①制造业—工业发展—研究报告—中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第288261号

策划编辑:徐 静 郭穗娟

责任编辑:郭穗娟

印 刷:北京富诚彩色印刷有限公司

装 订:北京富诚彩色印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:423千字

版 次:2018年2月第1版

印 次:2018年2月第1次印刷

定 价:98.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254502, guosj@phei.com.cn。

前言

Introduction

党的十九大报告提出，我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段，正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，建设现代化经济体系是跨越关口的迫切要求和我国发展的战略目标。必须把发展经济的着力点放在实体经济上，加快建设制造强国。

《中国制造 2025》选择了十大优势和战略产业作为突破点，即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，力争到 2025 年达到国际领先地位或国际先进水平，充分发挥实体经济的引领带动作用。

2015 年 9 月，国家制造强国建设战略咨询委员会组织专家编制发布了《〈中国制造 2025〉重点领域技术创新绿皮书——技术路线图》，旨在进一步明确十大重点领域发展趋势和重点，服务企业技术创新。两年来的实践证明，技术路线图在引导市场和社会资源向国家战略重点有效集聚方面发挥了重要作用。

2017 年 6 月，国家制造强国建设战略咨询委员会在总结技术路线图实施情况的基础上，委托中国工程院战略咨询中心进一步组织专家编制《〈中国制造 2025〉重点领域技术创新绿皮书——技术路线图（2017）》（以下简称“技术路线图（2017）”）。本次编制工作共有 25 位院士、400 多位专家及相关企业高层管理人员参与，共计召开了 80 余次会议，广泛征集了来自政府、企业、高校、科研机构、专业学会和行业协会的意见。

技术路线图（2017）沿用 2015 年确定的十大重点领域及 23 个优先发展方向进行编制和修订，并要求各优先发展方向进一步补充关键材料和关键专用制造装备两项内容。经过各方面专家的共同努力，技术路线图（2017）五易其稿，并于 2017 年 12 月 13 日经国家制造强国建设战略咨询委员会会议讨论通过。

技术路线图（2017）具有科学性、前瞻性和战略性，是参与编制工作的院士和专家们集体智慧的结晶，是具有十分重要参考价值的咨询报告。这次修订提出的主要结论：预计到 2025 年，通信设备、轨道交通装备、电力装备、海洋工程装备和高技术船舶四个领域将整体步入世界领先行列，成为技术创新的引导者；航天装备、高档数控机床、机器人、新能源汽车、智能网联汽车、农业装备、前沿新材料、生物制药等大部分优先发展方向将整体步入世界先进行列；集成电路及专用设备、民用航空装备、高性能医疗器械三个优先发展方向与世界强国仍有一定的差距。

考虑到技术发展和市场变化速度很快，今后，“技术路线图”每两年还将会继续滚动修订一次，希望为政府部门、产业界、学术界等有关方面提供与时俱进的参考和指引，为建设制造强国发挥积极的作用。

感谢参与编制工作的全体同志的努力和贡献！感谢相关部门及产业界、学术界同仁们给予的鼎力支持！期望“技术路线图（2017）”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积极作用。

国家制造强国建设战略咨询委员会

沈有祥 周所

2017 年 12 月 26 日



Contents

一、新一代信息技术产业 /001

集成电路及专用设备 /002

集成电路及专用设备发展重点是集成电路设计、集成电路制造和集成电路封装。

通信设备 /009

通信设备重点发展的产品是无线移动通信设备、新一代网络设备等。

操作系统与工业软件 /018

操作系统与工业软件重点发展的产品是工业操作系统及其应用软件、“云端+终端”工业大数据系统、工业互联网平台。

智能制造核心信息设备 /027

智能制造核心信息设备重点发展的产品是智能制造基础通信设备、新型工业传感器、仪器仪表、智能制造控制系统、制造物联设备、制造信息人机交互设备和制造信息安全保障产品。

二、高档数控机床和机器人 /035

高档数控机床与基础 制造装备 /036

高档数控机床与基础制造装备重点发展的产品及生产线是，电子信息设备加工装备、航空航天装备大型结构件及微纳零件精密制造与装配装备、航空发动机制造关键装备、船舶及海洋工程装备关键制造装备、轨道交通装备关键零部件成套加工装备、汽车关键零部件加工成套装备等

机器人 /050

机器人集现代制造技术、新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，重点发展的产品是工业机器人、服务机器人、新一代机器人。

三、航空航天装备 /062

飞机 /063

飞机重点发展的产品是干线飞机、支线飞机、通用飞机、直升机、无人机。

航空发动机 /075

航空发动机重点发展的产品是民用大涵道比涡扇发动机、中/小型涡扇/涡喷发动机、民用涡轴发动机、民用涡桨发动机、航空活塞发动机。

航空机载设备与系统 /084

航空机载设备与系统重点发展的产品是航电系统、飞控系统、机电系统。

航天装备 /094

航天装备重点发展的产品和重大航天工程是航天运输系统、国家空间基础设施、商业卫星、天地一体化信息网络、空间科学卫星、载人航天与探月工程、深空探测、在轨维护与服务系统、航天发射场、航天测控系统。

四、海洋工程装备及高技术船舶 /109

需求 /110

海洋工程装备及高技术船舶制造业是发展海洋经济的先导性产业。海洋工程装备和高技术船舶的技术发展呈融合趋势。

目标 /110

发展重点 /111

应用示范工程 /119

战略支撑与保障 /120

海洋工程装备及高技术船舶技术路线图 /120

重点发展的产品是海洋空间综合立体观测系统，海洋油气资源开发装备，海洋矿产资源开发装备，海洋可再生能源开发装备，海上岛礁利用和安全保障装备，深海探测与作业装备，超级生态环保船舶，极地运输船舶、破冰船及海洋工程装备，远洋渔业船舶、深远海渔业养殖/海洋食品与海洋医药装备，高性能执法作业船舶，大型邮船及中小型经济邮船，大型LNG燃料动力船，船用大功率低、中速发动机。

五、先进轨道交通装备 /128

需求 /129

目标 /129

发展重点 /130

应用示范工程 /136

战略支撑与保障 /137

先进轨道交通装备技术
路线图 /137

轨道交通装备是我国高端装备“走出去”的重要代表。重点发展的产品是时速400km及以上高速客运装备、自导向城轨交通列车、中/高速磁悬浮交通系统、新一代绿色智能电力机车、谱系化动车组、新能源城轨列车、快捷货车、驮背运输车、列车运行控制系统、区域轨道交通协同运输与服务成套系统装备。

六、节能和新能源汽车 /141

节能汽车 /142

节能汽车重点发展的产品是节能内燃动力乘用车、混合动力乘用车、节能柴油商用车、混合动力商用车、替代燃料汽车。

新能源汽车 /156

新能源汽车重点发展的产品是插电式混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车。

智能网联汽车 /169

智能网联汽车重点发展的产品是基于网联的车载智能信息服务系统、驾驶辅助级智能网联汽车、部分或高度自动驾驶级智能网联汽车、完全自动驾驶级智能网联汽车、智慧出行用车。

七、电力装备 /182

发电装备 /183

清洁高效发电设备将成为我国发电领域主流技术，重点发展的产品是清洁高效煤电成套装备、重型燃气轮机发电装备、大型先进核电成套装备、大型先进水电成套装备和可再生能源发电装备。

输变电装备 /198

输变电装备是中国装备走向世界的优势领域之一。重点发展的产品是特高压输变电成套设备、智能输变电成套设备、智能电网用户端设备和海工装备。

八、农业装备 /220

需求 /221

目标 /221

发展重点 /222

应用示范工程 /227

战略支撑与保障 /228

农业装备技术路线图 /228

农业装备是实现农业现代化最基本的物质保证和核心支撑。重点发展的产品是新型高效拖拉机、变量施肥播种机械、高速栽植机械、精量植保机械、高效能收获机械、种子繁育与精细选别机械、节能保质运贮机械、畜禽养殖机械、农产品加工机械。

九、新材料 /233

先进基础材料 /234

关键战略材料 /247

前沿新材料 /262

先进基础材料发展重点是先进钢铁材料、先进有色金属材料、先进石化材料、先进建筑材料、先进轻工材料和先进纺织材料。

关键战略材料发展重点是高端装备用特种合金、高性能分离膜材料、高性能纤维及复合材料、新型能源材料、新一代生物医用材料、电子陶瓷和人工晶体、稀土功能材料、先进半导体材料、显示材料。

前沿新材料发展重点是3D打印用材料、超导材料、智能仿生与超材料、石墨烯材料。

十、生物医药及高性能医疗器械 /270

生物医药 /271

高性能医疗器械 /281

生物医药重点发展的产品是新型化学药物，创新生物技术药物，中医优势病种的创新中药，完善生物3D打印、研制组织工程新产品，加快通用名药和生物类似药产业化。

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，重点发展的产品是医学影像设备，临床检验设备，先进治疗设备，健康监测、远程医疗和康复设备。

国家制造强国建设战略咨询委员会 289

课题组名单 290

新一代信息技术产业

集成电路及专用设备

集成电路及专用设备发展重点是集成电路设计、集成电路制造和集成电路封装。

通信设备

信息通信重点发展的产品是无线移动通信设备、新一代网络设备等。

操作系统与工业软件

操作系统与工业软件重点发展的产品是工业操作系统及其应用软件、“云端+终端”工业大数据系统、工业互联网平台。

智能制造核心信息设备

智能制造核心信息设备重点发展的产品是智能制造基础通信设备、新型工业传感器、仪器仪表、智能制造控制系统、制造物联设备、制造信息人机交互设备和制造信息安全保障产品。

集成电路及专用设备

集成电路产业是关系国民经济和社会发展全局的基础性、先导性和战略性产业，是信息产业的核心和基础，也是关系到国家经济社会安全、国防建设的极其重要的核心产业。集成电路产业的竞争力已成为衡量国家间经济和信息产业发展水平的重要标志，是各国抢占经济科技制高点、提升综合国力的重要领域。

需求

全球集成电路市场规模在 2011—2015 年约为 2995 亿~3352 亿美元，复合年均增长率为 2.3%；2016—2020 年约为 3361 亿~4000 亿美元，复合年均增长率为 3.5%；2021—2030 年约为 4000 亿~5375 亿美元，复合年均增长率为 3%。

中国集成电路市场规模在 2011—2015 年约为 1215 亿~1660 亿美元，复合年均增长率为 6.4%；2016—2020 年约为 1805 亿~2408 亿美元，复合年均增长率为 5.9%；2021—2030 年约为 2528 亿~3814 亿美元，复合年均增长率为 4.2%。

中国集成电路市场在 2016 年占到全球市场的 53%，已经成为全球第一大集成电路市场。2020 年预计将上升至 60%，而到 2030 年将占到全球市场的 70%。

中国集成电路的本地产值在 2016 年达到 653 亿美元，满足国内 33% 的市场需求；2020 年预计达到 1400 亿美元，满足国内 58% 的市场需求；2030 年预计达到 3051 亿美元，满足国内 80% 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。

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。16nm/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，实现跨越式发展。

发展重点

1. 集成电路设计

► 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。

► 嵌入式 CPU

低功耗高性能嵌入式 CPU、低功耗多核嵌入式 CPU、超低功耗近阈值物联网 SoC。

►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)、三维闪存存储器 (V-NAND Flash)、新型存储器 (RRAM、MRAM)。

►FPGA 及动态重构芯片

FPGA (现场可编程逻辑阵列)、动态可重构芯片。

►智能计算芯片

智能手机/平板电脑 SoC、AI 增强的个人终端 SoC。

2. 集成电路制造

►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。

►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。

► 材料及成套技术

65~32nm 光掩膜材料及成套技术、20~14nm 光掩膜材料及成套技术。

3. 集成电路封装

► 倒装封装技术

大面积倒装芯片球阵列封装。

► 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）

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。

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。

(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。

集成电路及专用设备技术路线图

集成电路及专用设备技术路线如图 1-1 所示。

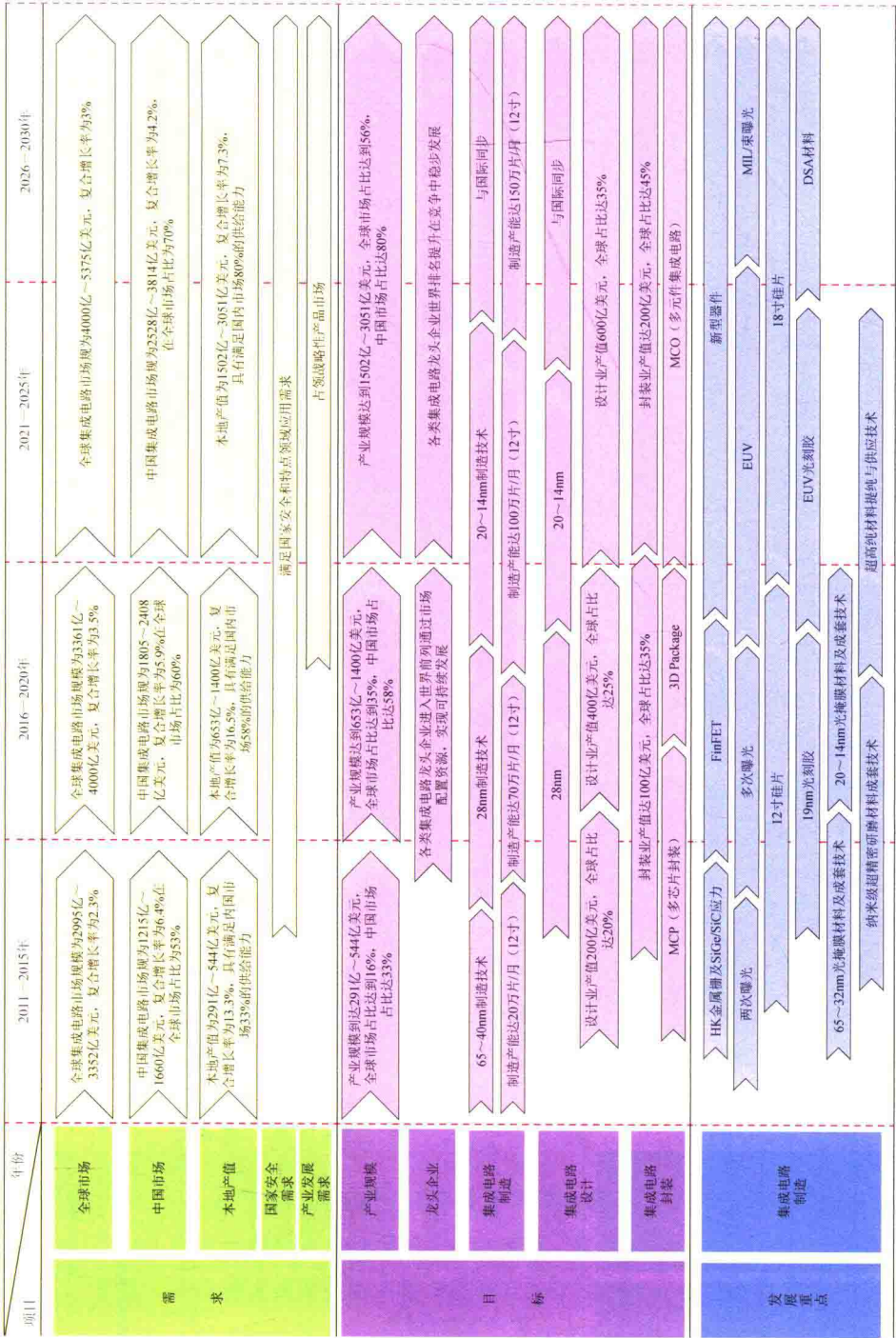


图1-1 集成电路及专用设备技术路线图

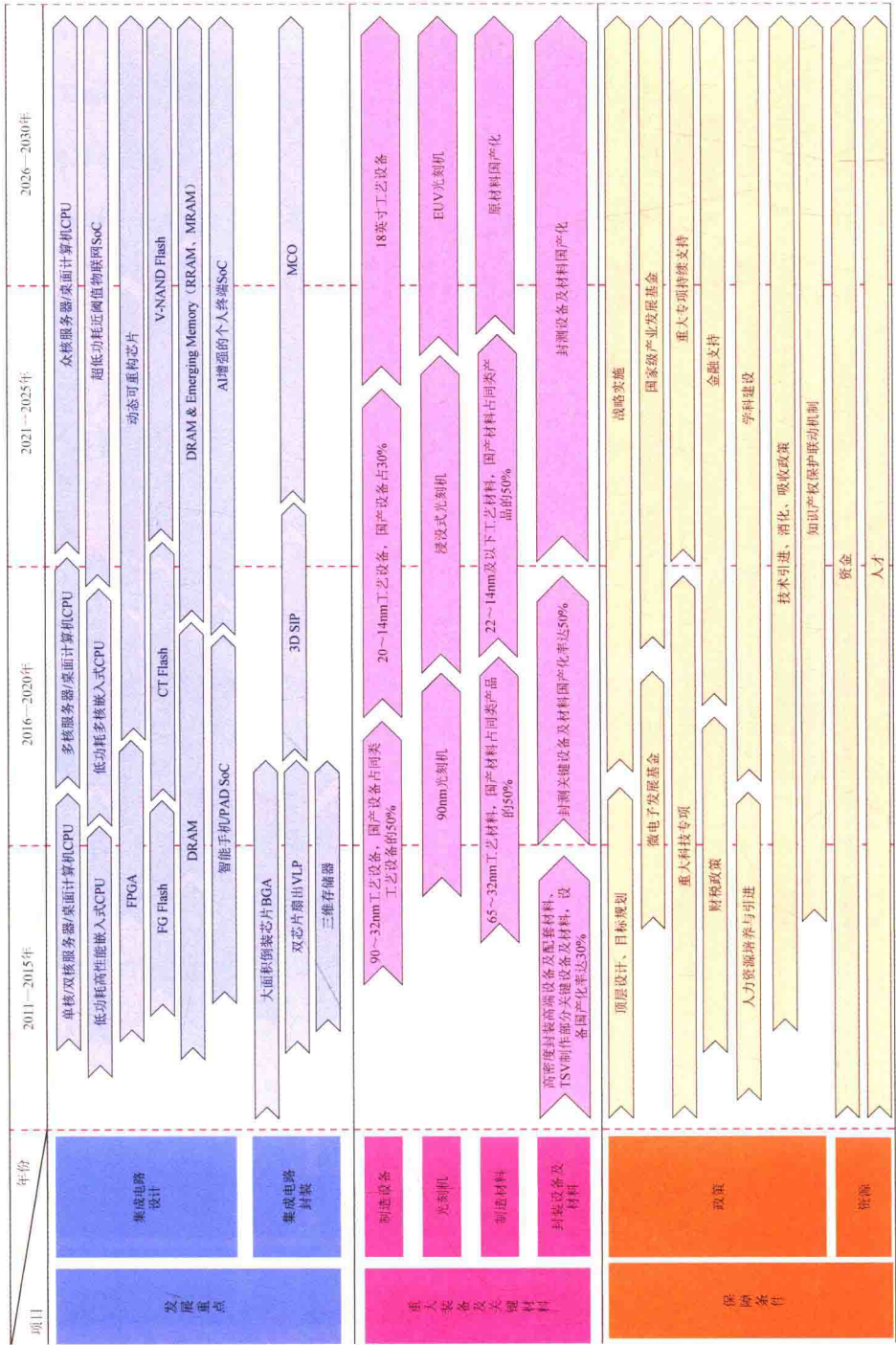


图1-1 集成电路及专用设备技术路线图（续）