

“超越摩尔”路径下的集成电路技术与市场展望

芯片沿着摩尔定律发展，芯片中的晶体管不断增多，芯片变得小型化、更小型化。同样，芯片沿着摩尔定律发展，单位晶体管的成本不断降低，同等性能芯片的成本也在不断降低。

国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》

2020年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到15%，形成新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意等5个产值规模超过10万亿元的新支柱，并在更广领域形成大批跨界融合的新增长点。

2016年全球半导体市场将下滑2.4%

2015年，全球半导体市场规模约3353.68亿美元，同比下降0.2%。预计2016年全球半导体市场将继续下滑2.4%达到3271.8亿美元

麻省理工制备出新型电子枪有助于实现小型飞秒X光源

钠嵌入电极大幅提高太阳能电池转换效率

世界最大雷达制造商与美军合作研发全新激光武器

松下投资2.6亿美元联手特斯拉扩展太阳能电池业务



激荡产业 先耀世界

部分精彩章节

- ★ 全球激光产业发展态势
- ★ 中国激光产业政策环境解读
- ★ 中国激光产业的新技术与新产品
- ★ 中国激光产业最新市场行情与格局
- ★ 中国激光企业发展指数
- ★ 中国激光产业的新变化与新趋势

首场

发布地点：上海卓美亚喜马拉雅酒店 二楼枫厅

发布时间：2017年3月15日 8:00

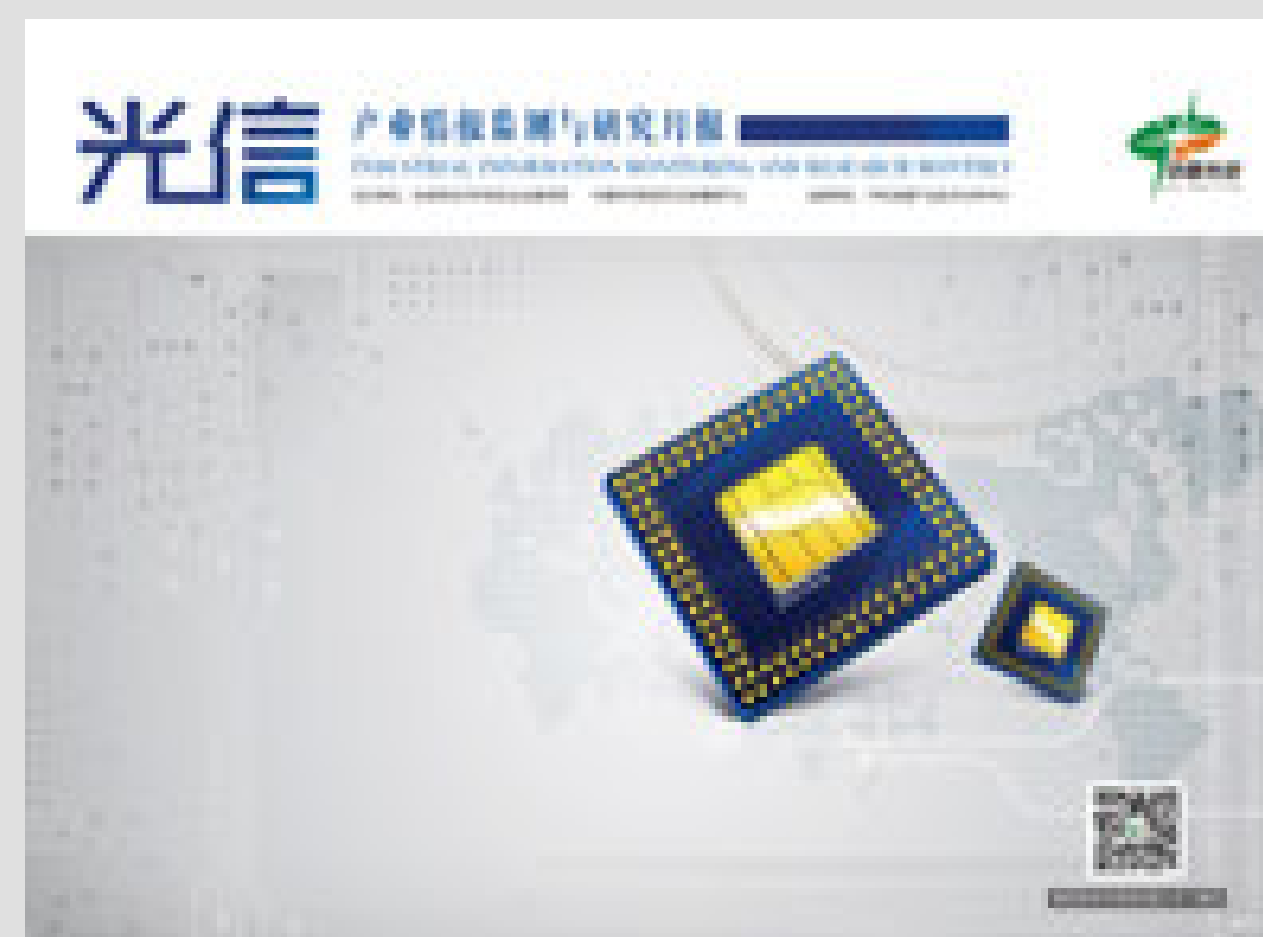
同期活动：第四届中国激光市场高峰论坛

第二场

发布地点：上海新国际博览中心N3馆3801号展位

发布时间：2017年3月15日 15:00

同期活动：光电汇2017年新品新技术发布会



2017年第1期（双月刊）总04期

主 编： 冯立

副 主 编： 杨晓晖 林铭 江洪

编 委： 叶茂 张丹 章日辉
曹晨 胡思思 高倩
郭文娟 皮丽丽 龚琴
刘美蓉 刘义鹤

本期责编： 叶茂

本期编辑： 曹 晨 章日辉
胡思思



查看更多内容请扫描上方二维码

主办单位：

东湖新技术开发区企业服务局
中国科学院武汉文献情报中心

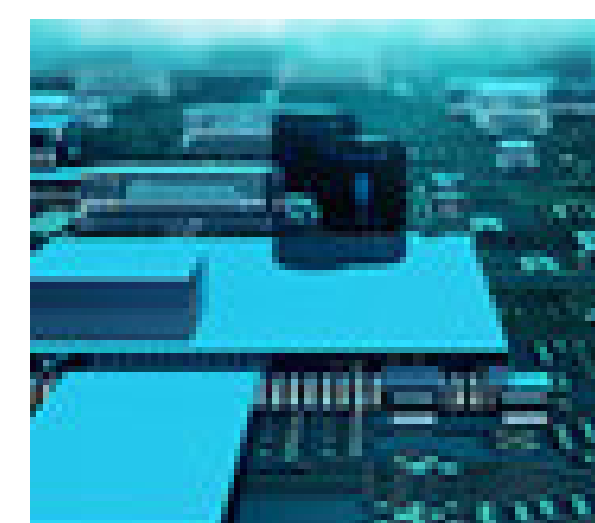
出版单位：

中科战略产业技术分析中心

全国免费热线：400-027-6680

目录 CONTENTS

专题报道 Special column P01-P05



“超越摩尔”路径下的集成电路技术分析 与市场展望

摩尔定律成为集成电路向小型化、低成本化及高性能发展的最好诠释。

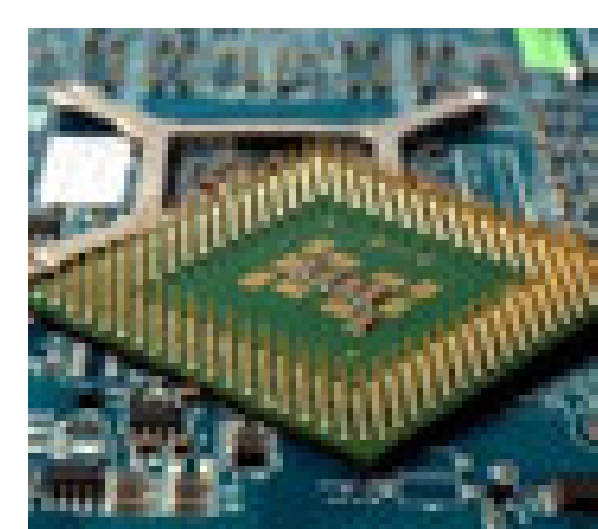
战略决策 Strategic decision P06-P08



国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业 发展规划》

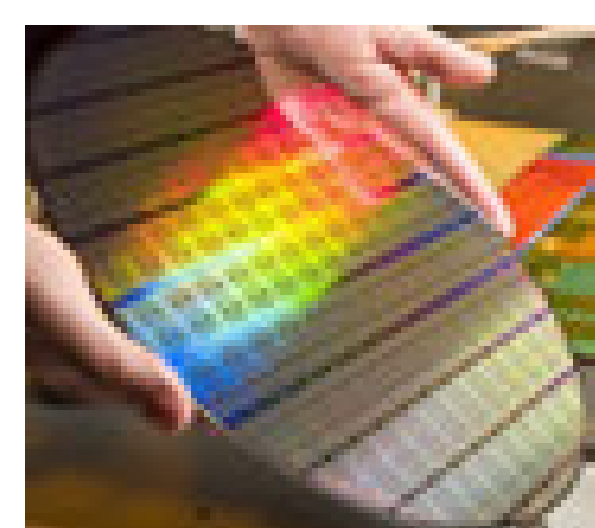
2020年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到15%，并在更广领域形成大批跨界融合的新增长点。

市场前景 Market outlook P09-P11



2016年全球半导体市场将下滑2.4%

预计2016年全球半导体市场将继续下滑2.4%达到3271.8亿美元，成长力道主要来自亚太地区，以及光电、感测器与类比IC市场的成长。



2016年纯晶圆代工市场规模成长率达9%

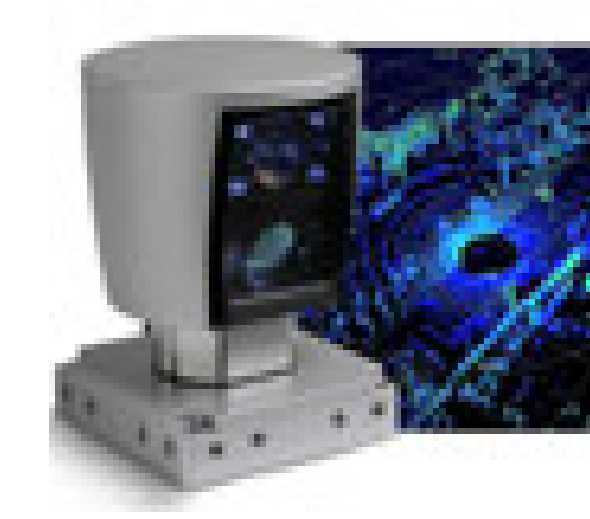
预计2016年全球纯晶圆代工市场将达到491.15亿美元，年成长率将可达9%，比起全球IC市场营收衰退2%，晶圆市场情况更佳。

前沿技术 Frontier technology P12-P14



麻省理工制备出新型电子枪有助于实现小型 飞秒X光源

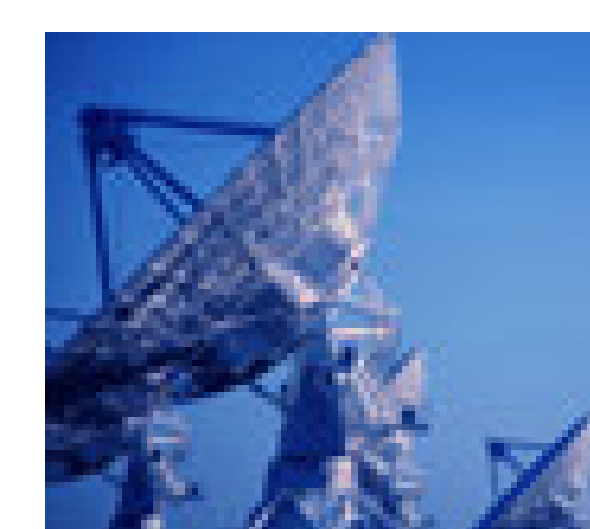
钠嵌入电极大幅提高太阳能电池转换效率



微型、低成本固体激光雷达传感器研究获 得突破

Velodyne LiDAR公司宣布取得了固体激光雷达传感器的重大设计突破，能够将大批量生产的固体激光雷达成本降到50美元以下。

企业动向 Enterprise trends P14-P15

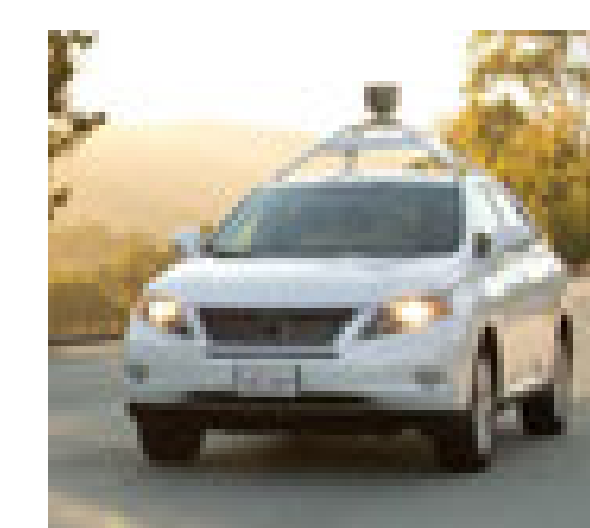


世界最大雷达制造商与美军合作研发全 新激光武器

世界最大的雷达制造商诺斯洛普格鲁门公司正与美国军方合作，为下一代超音速战斗机研发全新的激光武器，具有极强的威力。



松下投资2.6亿美元联手特斯拉扩展太阳 能电池业务



TriLumina将在CES2017上展示256像素 3D固态激光雷达和高级驾驶辅助系统

TriLumina支持的3D汽车激光雷达装置也将在2017消费电子展拉斯维加斯会展中心的瑞萨高级和自动驾驶赛道体验展馆中展示。

专题报道：

“超越摩尔”路径下的集成电路技术与市场展望

汽车智能化技术正逐步得到广泛应用。这项技术不仅将降低汽车操作的难度，还将提升汽车行驶的安全性。智能驾驶发展的最终阶段是无人驾驶。

1、概述

1965年，美国科学家戈登摩尔通过对芯片上晶体管数据的观察，大胆预测每隔18-24个月芯片上集成的晶体管数目就会增加一倍，这一预测发表在《电子学》杂志上，后被业界称为摩尔定律。摩尔定律成为集成电路向小型化、低成本化及高性能发展的最好诠释。五十年来，芯片沿着摩尔定律发展，芯片中的晶体管不断增多，芯片变得小型化、更小型化。同样，芯片沿着摩尔定律发展，单位晶体管的成本不断降低，同等性能芯片的成本也在不断降低。

基于摩尔定律，业界提出了“超越摩尔”

(More than Moore)，“超越摩尔”除了集成更多数量的晶体管提升性能之外，更侧重于根据应用场景来实现芯片功能的多样化。这可以通过三条路径来实现：优化算法和电路设计；多个功能模块封装于同一个芯片中；集成更多新的功能。异质集成、3D封装、CoWoS封装等都属于这个范畴。

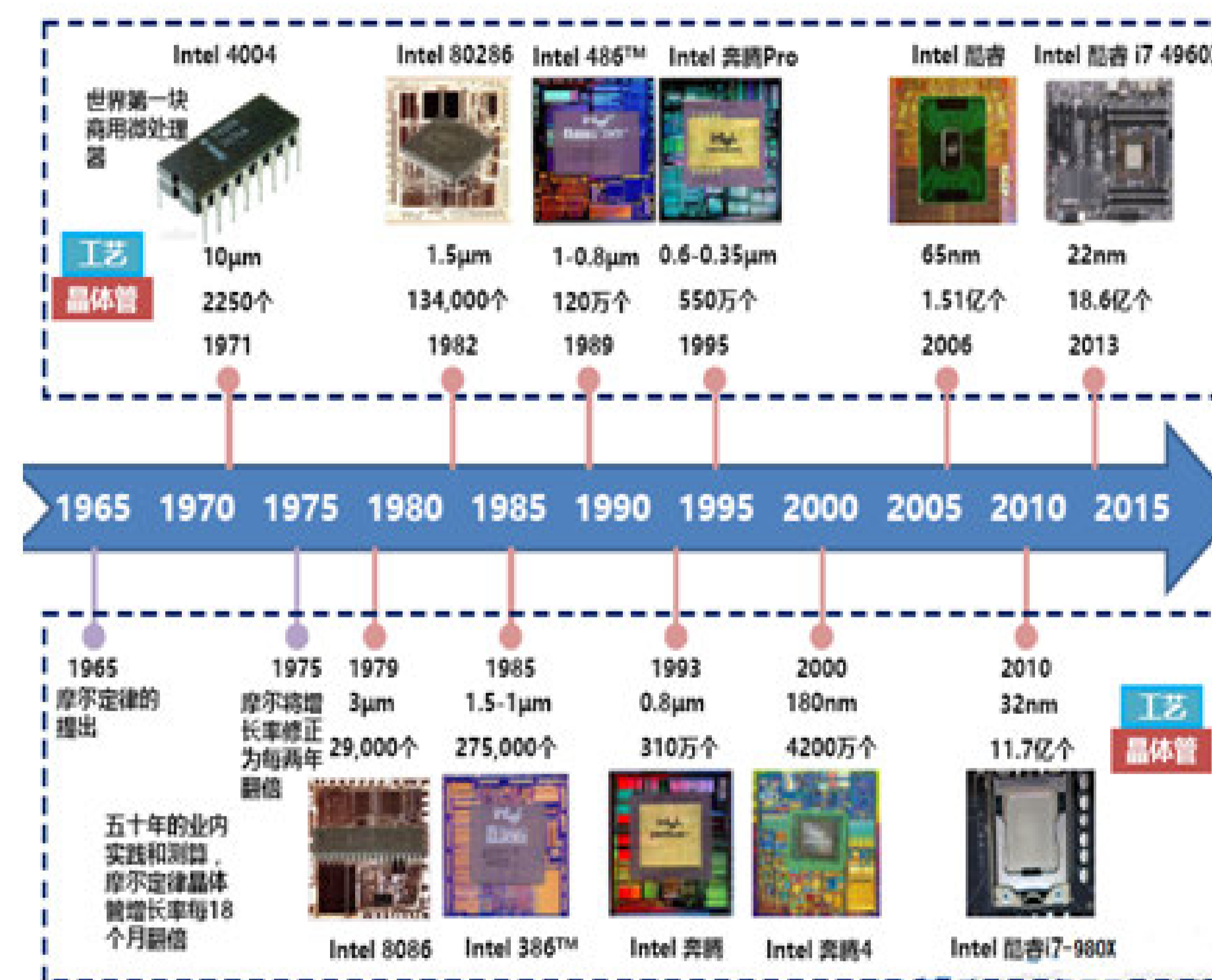


图1 集成电路沿摩尔定律发展历程

2016年3月，全球半导体行业正式承认摩尔定律失效。由于无法按计划实现14nm基于Skylake架构的KabyLake处理器，英特尔宣布停用“Tick Tock”处理器研发模式，研发周期将从两年期向三年期转

变。这是由于半导体的发展进入了瓶颈，已经收到经济学与物理学双重障碍。经济上，随着特征尺寸的减小，芯片成本上升很快。更先进制程的设计成本、掩模版制作成本以及每块芯片的制造成本都会成倍增加；物理障碍则主要来自于量子效应产生的漏电和光刻精度。目前先进的CPU产品仍然是14nm制程，现有的蚀刻设备一般无法精确进行10纳米以下的作业，即使能够做到，成本也非常巨大。

2、“超越摩尔”路径下的集成电路技术分析

(1) 三维集成技术

三维集成电路是传统二维集成电路从传统平面集成方式向垂直方向立体集成方式的延伸。其优势在于：1) 多层器件重叠结构使芯片集成密度成倍提高，2) TSV结构使互连长度大幅度缩短，提高传输速度并降低了功耗，3) 重叠结构使单元连线缩短，并使并行信号处理成为可能，提高了芯片的处理能力，4) 多种工艺，如CMOS、MEMS、SiGe、GaAs混合集成，使集成电路功能多样化；减少封装尺寸，降低设计和制造成本。

三维集成技术的发展趋势表现为：面向系统的封装、追求更短的互连、与WLP结合、走向异质集成。TSV技术、单芯片3D、3D芯片热管理技术等是3D集成技术领域的研发热点。同时，热量分步计算分析技术和芯片间热失配缓解装置以及在3D芯片中

增加热传感器是近年来较新出现的技术，具有比较大的发展潜力。

当前出现了各种三维设备和三维大规模集成电路（3D LSI）的研究。第一种三维大规模集成电路测试芯片拥有三个器件层，是采用多晶硅薄膜制备，使用激光退火重结晶。另一种通过转移剪薄过的晶圆的3D大规模集成电路制造过程也被提出。首先把集成有大规模集成电路的晶圆硅衬底进行剪薄，只留下集成有器件的薄层，然后将其与另一个大规模集成电路晶圆键合在一起。此后，适合批量生产的TSV三维集成技术被提出。许多3D LSI的原型，如3D-stacked DRAM、3D-stacked image sensor 和 3D-stacked microprocessor都是采用这些三维集成技术制作的。

Intel公司认为三维芯片是未来芯片的发展趋势，它会带来架构的极大改变，未来将快速迈入三维时代。Intel实验室与台湾工研院有合作开发采用三维芯片架构的低功耗内存技术，该技术可应用在百万级计算、超大规模云数据中心等大型系统以及智能手机、Ultrabook、平板计算机等移动系统中。Amkor公司和位于比利时的纳米电子和纳米技术研究中心IMEC，将合作开发成本效益高的基于晶圆级三维集成技术。此外，许多公司如IBM，Amkor，IMEC，Samsung，Qimonda AG，Texas Instruments，Tessera，Tezzaron，Ziptronix，Xanoptix，ZyCube等都在研究三维集成技术；TSMC（台湾）、Tezzaron、特许（新加坡）已有晶圆厂宣布有意将TSV技术量产，这些都是三维集成技术走向舞台中央前兆。

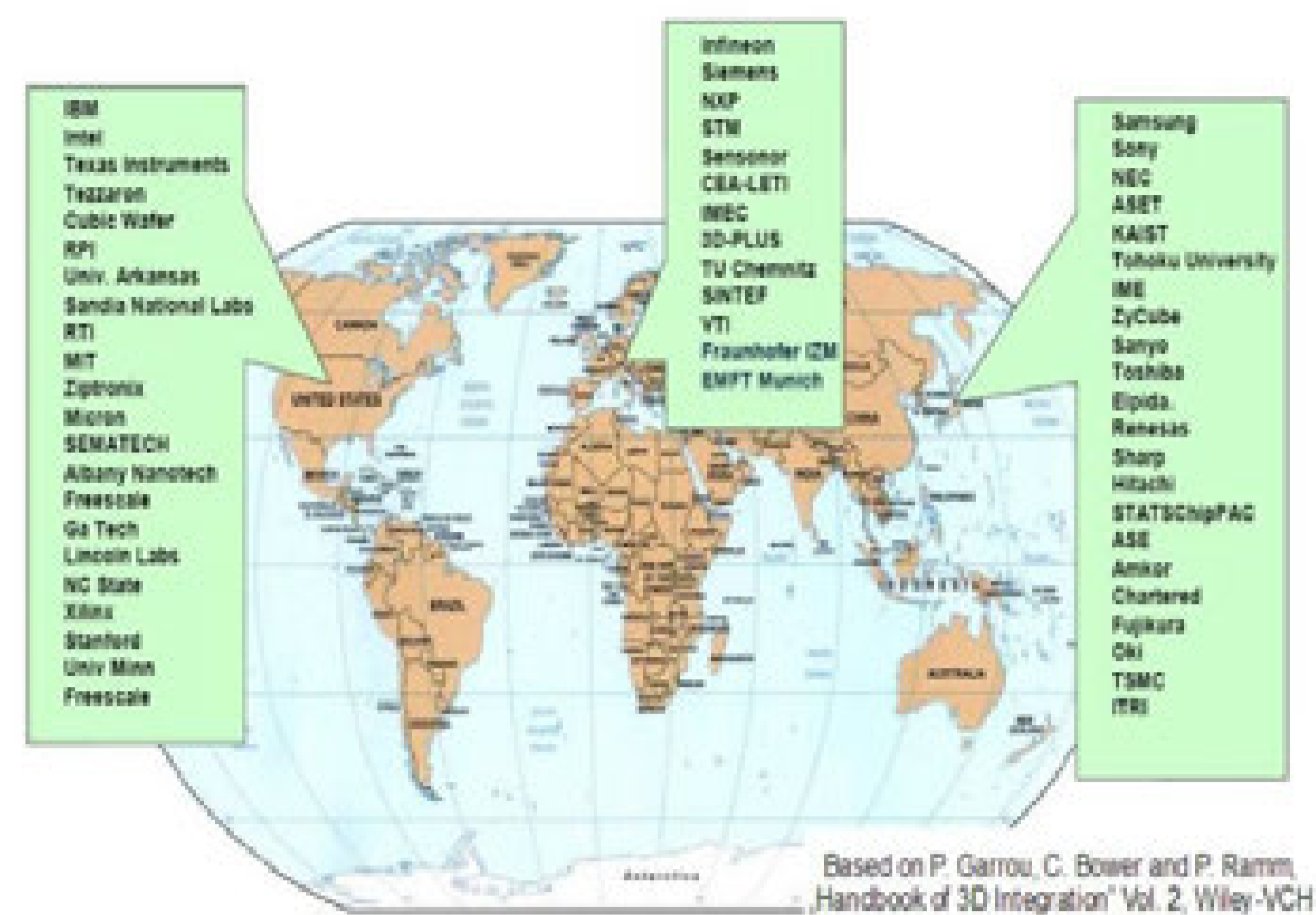
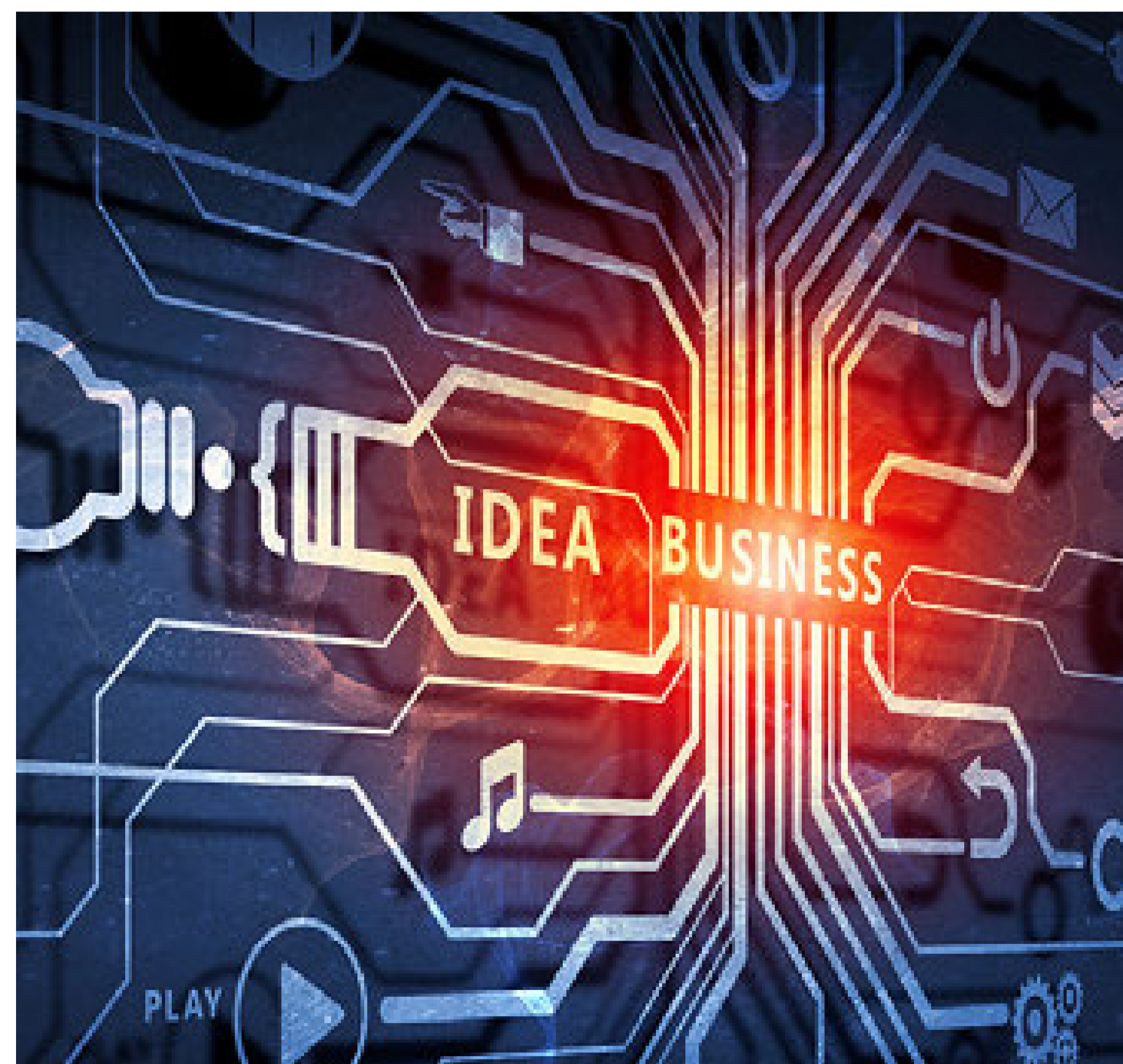


图2 全球3D集成技术企业分布

资料来源：Peter Ramm. Shrinking 3D ICs - Capabilities and Frontiers of Through Silicon Via Technologies



(2) 异质/异构集成技术

超越摩尔定律由应用需求驱动，侧重于功能的多样化，包括MEMS、硅基光子集成等。世界各国高度重视异质/异构集成的发展。美国国防先进研究计划局（DARPA）针对异质集成有材料与硅的异质集成（HIMS）、垂直互联传感器阵列（VISA）、硅基化合物半导体材料（COSMOS）等多个项目，发展3D电子集成和微系统的基本可行技术，实现化合物半导体器件与标准SiCMOS技术的微细尺度异质集成。2013年，DARPA开发出二维光学相控阵芯片，将4096个纳米天线集成到一个硅基底上，尺寸只有一个针尖大小，该芯片的成功表明异质、异构硅基光电集成技术取得重要进展。欧洲则侧重将LED、射频芯片集成为单芯片，实现光与通信的结合。

1) 在异质集成方面，随着特征尺寸的缩小，硅材料无法继续用作晶体管沟道材料，Ⅲ-V族材料、锗合金和碳纳米管等具有高电子、空穴迁移率的新材料成为沟道材料的研究重点，以继续大幅提高开关速度、降低功耗和减小晶体管尺寸，延续摩尔定律的发展。此外，为继续提高通信系统整体的集成度和压缩尺寸，推动毫米波段Ⅲ-V族材料器件与基带硅材料器件的集成成为重要发展方向。其中，Ⅲ-V族材料与硅材料的异质集成成为实现该技术的一个核心突破点。

2) 在异构集成方面，由于三维集成技术是未来发展高性能、低功耗、多功能大规模集成电路的关键

技术，尤其要使设备缩小到10纳米甚至更小，就不得不引入异构的三维集成，它使不同的材料、器件、技术都集成在硅衬底上。“超级芯片（super-chip）”是异构3D集成在物联网应用中的一个典型案例。

“超级芯片（super-chip）”可以使不同尺寸、不同器件、不同材料的各种类型的芯片堆叠在一起。到目前为止，已经有多种原型超级芯片通过在CMOS芯片上堆叠微机电系统（MEMS）芯片，自旋存储器芯片和光子器件芯片被制造出来。

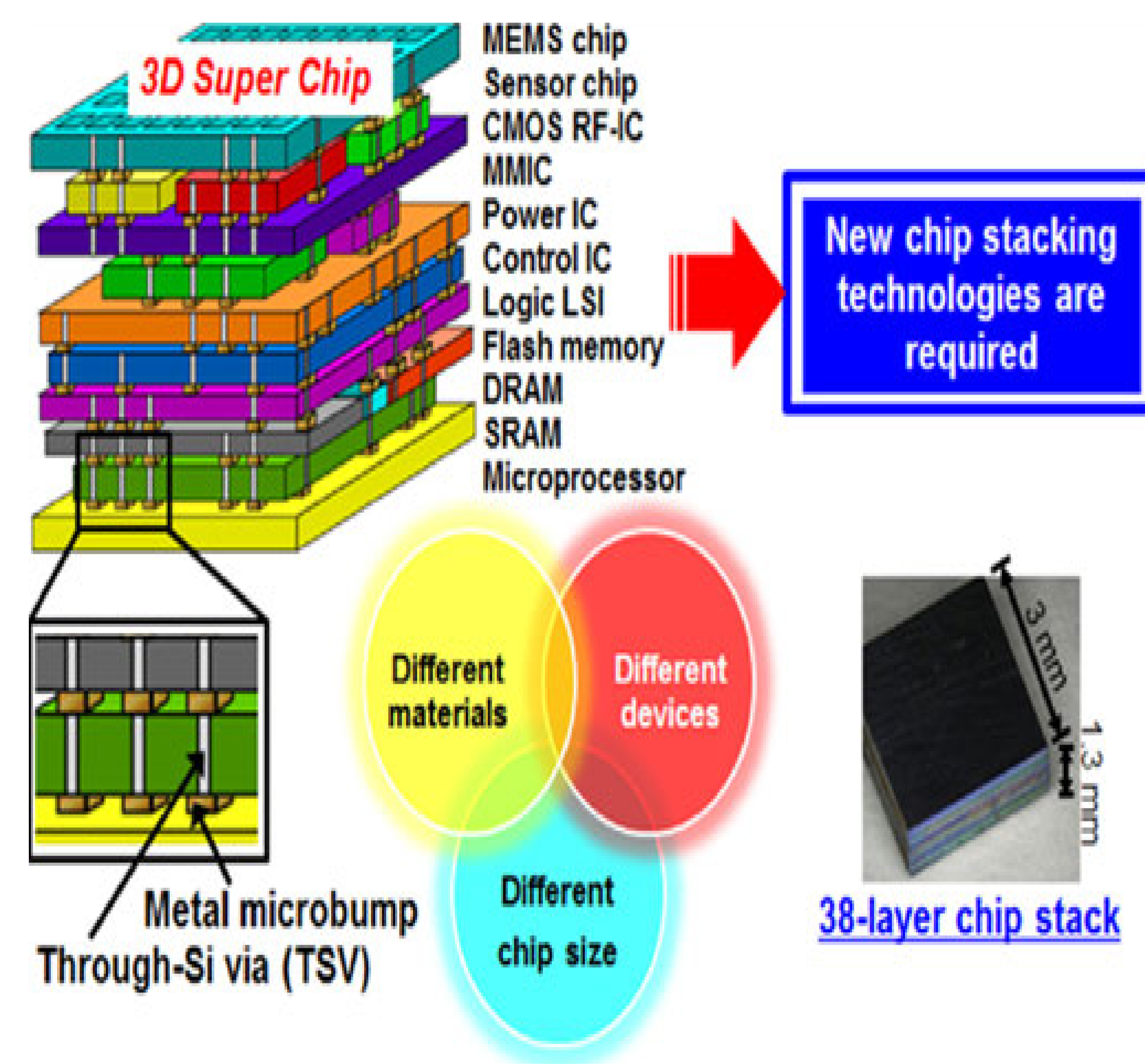
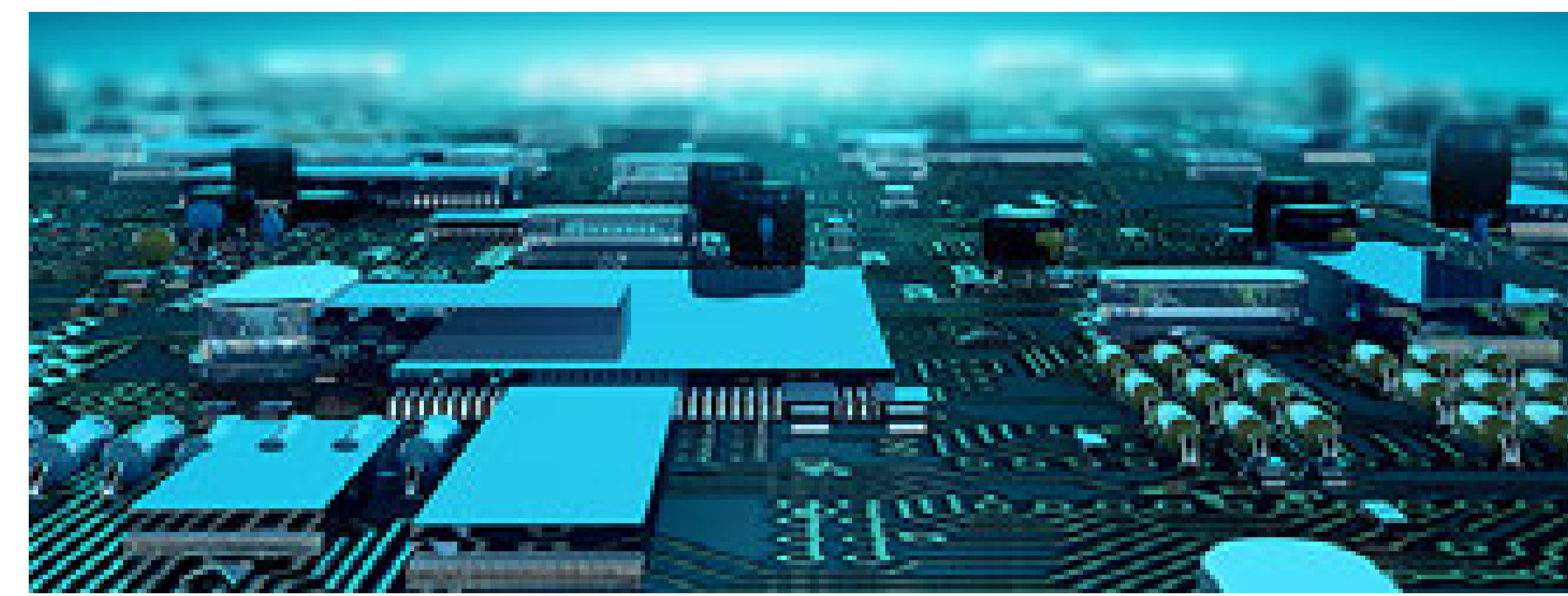


图3 超级芯片（super-chip）的配置

资料来源：T. Fukushima, Y. Yamada, H. Kikuchi and M. Koyanagi: Jpn. J. Appl. Phys. 45 (2006) 3030. DOI: 10. 1143/JJAP. 45. 3030



(3) 球面晶体管制造技术

传统半导体工业都专注于在硅晶圆的平面表面制造集成电路。日本人Akira Ishikawa独辟蹊径提出，直径1mm的球表面积是边长1mm正方形芯片面积的 π 倍。因此把集成电路和其它器件制造在单晶硅球表面上将能大大提高集成度。

美国球面半导体公司（Ball semiconductor Inc.）一直致力于球面半导体技术研究，已经形成成熟工艺，推出商业化产品。该公司在硅球表面成功制出一种静电悬浮的3轴MEMS加速计。加速计包括外壳和内核，外壳和内核之间有一道非常窄而精确的缝隙。在外壳的内表面内置了12个静电和电容感应电极。如下图所示。内核通过闭合继电器系统使其保持在中心位置，通过运动反馈强度来量化反应加速度状

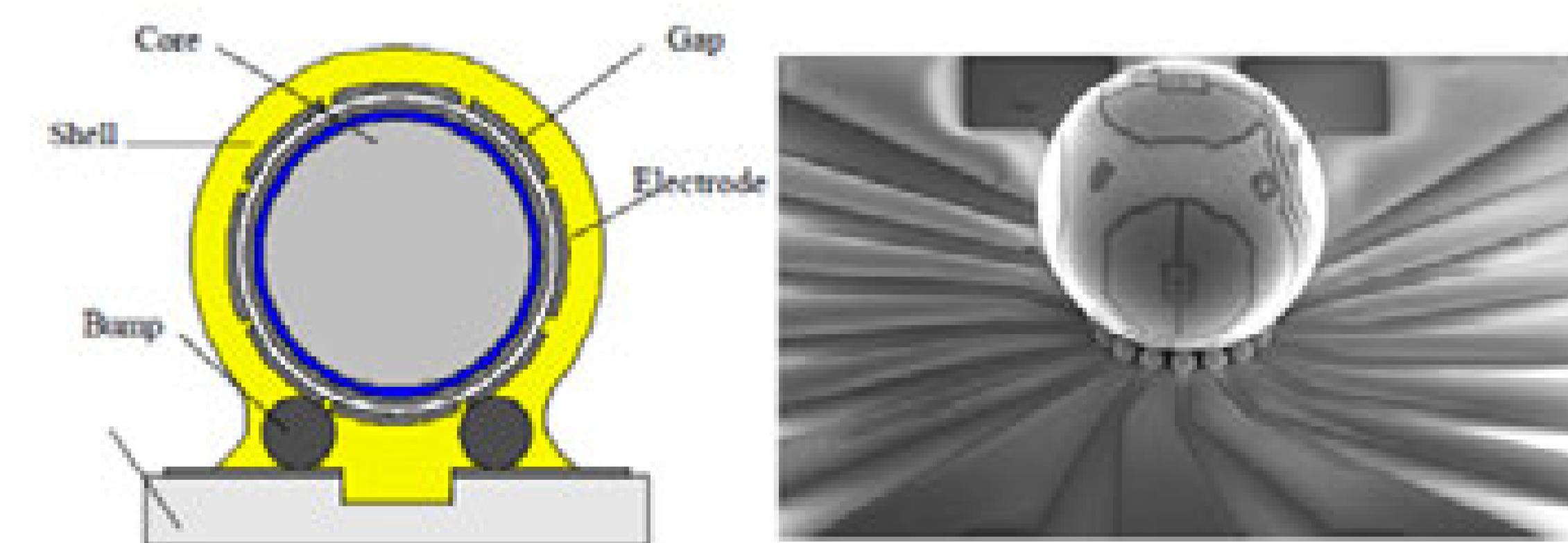


图4 加速计截面图和集成电路

态。加速计制造中关键一步就是利用XeF₂来刻蚀一层牺牲层以实现外壳和内核之间的缝隙。这一步放在所有步骤的最后以防止硅球在泵浦过程中由于过大的压力导致外壳损坏。Ball semiconductor公司同时在把球面半导体集成电路技术应用到外科手术设备以及其它用于外科的医疗器械上。在手术完成后，可以检查是否有任何医疗器械留在病人体内，防止发生医疗事故。

(4) 辉钼矿（MoS₂）材料器件

辉钼矿（MoS₂）不同于硅材料的三维结构，具有二维的层状结构，能够制造出体积更小、性能更高的器件，被认为是一种能够延续摩尔定律的材料，比传统的硅材料在纳米电子器件中更具有优势。从目前的研究来看，纳米辉钼矿（MoS₂）在光电器件、能量存储和传感分析等应用方面存在着巨大的潜质，关于MoS₂纳米片的研究取得了很大的进展。

未来的研究重点和方向将集中于：1、选用合适的先驱体以及基体（目前的研究大多是以SiO₂/Si或者Al₂O₃为基体的）以及先驱体在沉积过程中的反应机制。2、利用多种表征技术建立起结构-性能之间的关联性。3、在获得层状MoS₂的过程中，对于周围的环境、衬底等有着极高的要求，各种合成方法和剥离方法都需要进一步研究，从而适应大规模的工业生产。

在集成电路中，晶体管的尺寸越小越好，研究人员力求将多种器件集成在同一芯片上。但是目前为止，传统的硅基场效应管的特征尺寸最小只到22nm，二维材料的出现则可以打破这个瓶颈。因为MoS₂具有直接带隙，所以是很好的光电器件材料。Radisavljevi等首次成功制备了二维半导体MoS₂集成电路，该集成电路可以作为反相器，能够将逻辑“1”变换到逻辑“0”，室温环境下电压增益大于1，故可用于数字电路中。Wang等利用制备的双层MoS₂晶体管成功制造了集成电路，该晶体管结构表面具有多种特性，如电流饱和、高开关比(>10⁷)、具备导通状态下的电流密度(>23 μA/μm)。

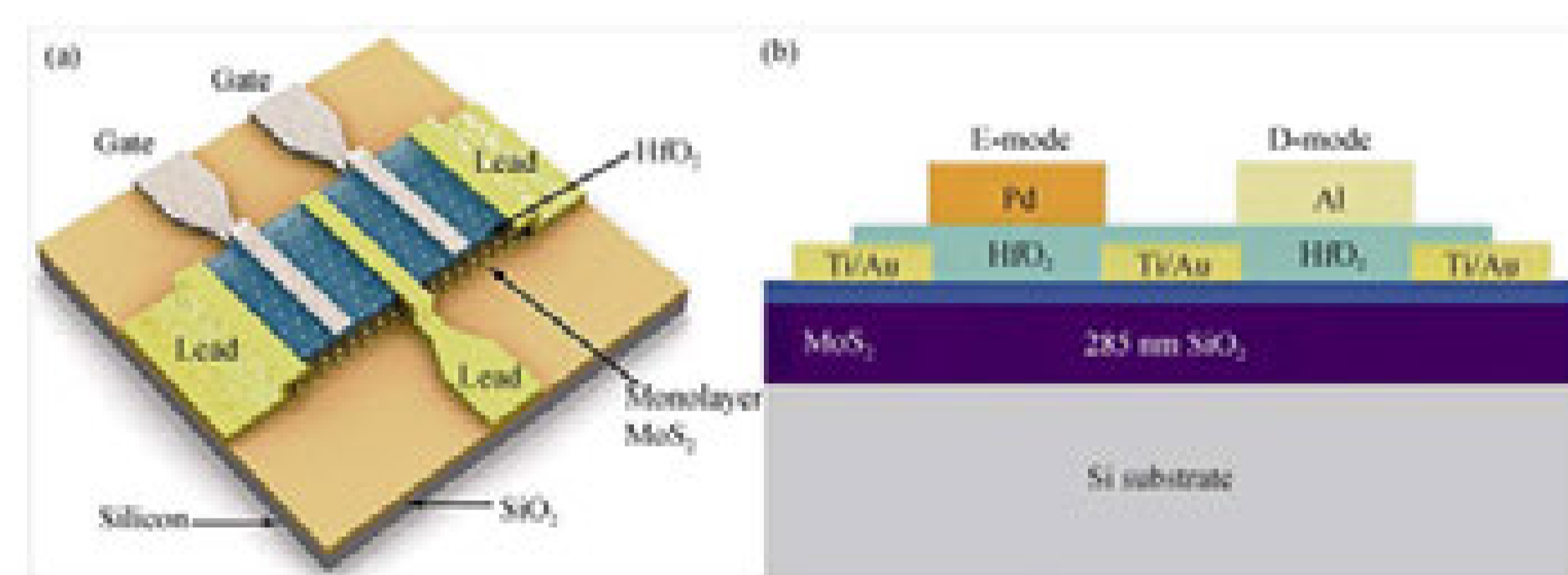


图 5 1) 单层MoS₂的集成电路和 (2) 双层MoS₂晶体管的集成电路

资料来源: (1) RADISAVLJEVIC B, WHITWICK M B, KIS A. Integrated circuits and logic operations based on single-layer MoS₂. ACS Nano, 2011, 5(12): 9934 - 9938.

(2) WANG H, YU L, LEE Y H, et al. Integrated circuits based on bilayer MoS₂ transistors. Nano Letters, 2012, 12(9): 4674 - 4680.



2015年12月，美国加利福尼亚大学研究人员设计了一种隧道场效应晶体管 (TFET)，其中就采用了层状的二硫化钼 (MoS₂)。MoS₂具有理想的表面，厚度仅为1.3nm，作为载流信道放置在一个高掺杂度的锗 (Ge) 材料中，构成器件源电极。所得垂直异质结构提供了一个独特的无应变源极—信道节点，载流电子从Ge隧穿到MoS₂中，只需穿过超薄 (~0.34nm) 范德华带隙间隙的低势垒和一个大隧道区域。

2016年2月，美国密歇根理工大学胡云行教授团队使用辉钼制成了辉钼基柔性忆阻器，可以用其制造低功耗的超高速存储与计算芯片。这一发明很可能让半导体芯片世界从“硅时代”跨越到“辉钼时代”，或将改变未来半导体领域方向。研究团队发现2H相的MoS₂体材料IV表现出欧姆特性。而1T相位纳米片由于其具有的压变电阻性质，表现很出独特的忆阻特性。他们还通过非对称的串行连接两个1T相MoS₂纳米片，成功制备出具有奇对称IV曲线的忆阻器。

3、“超越摩尔”路径下集成电路未来市场展望

2015年全球半导体产业的产值规模约为3360亿美元，增长率为0.2%。其中，全球IC设计业的产值约为805.2亿美元，增长率为(-8.5%)；全球封装测试业的产值为508.7亿美元，增长率为(-3.1%)；全球晶圆制造业的产值为2001.1亿美元，比2014年增长3.4%。在晶圆制造业中，晶圆代工业的产值为493.0亿美元，比2014年增长5.1%。预计2016年全球半导体产业的产值规模会略微增长1.5%，约为3410亿美元。

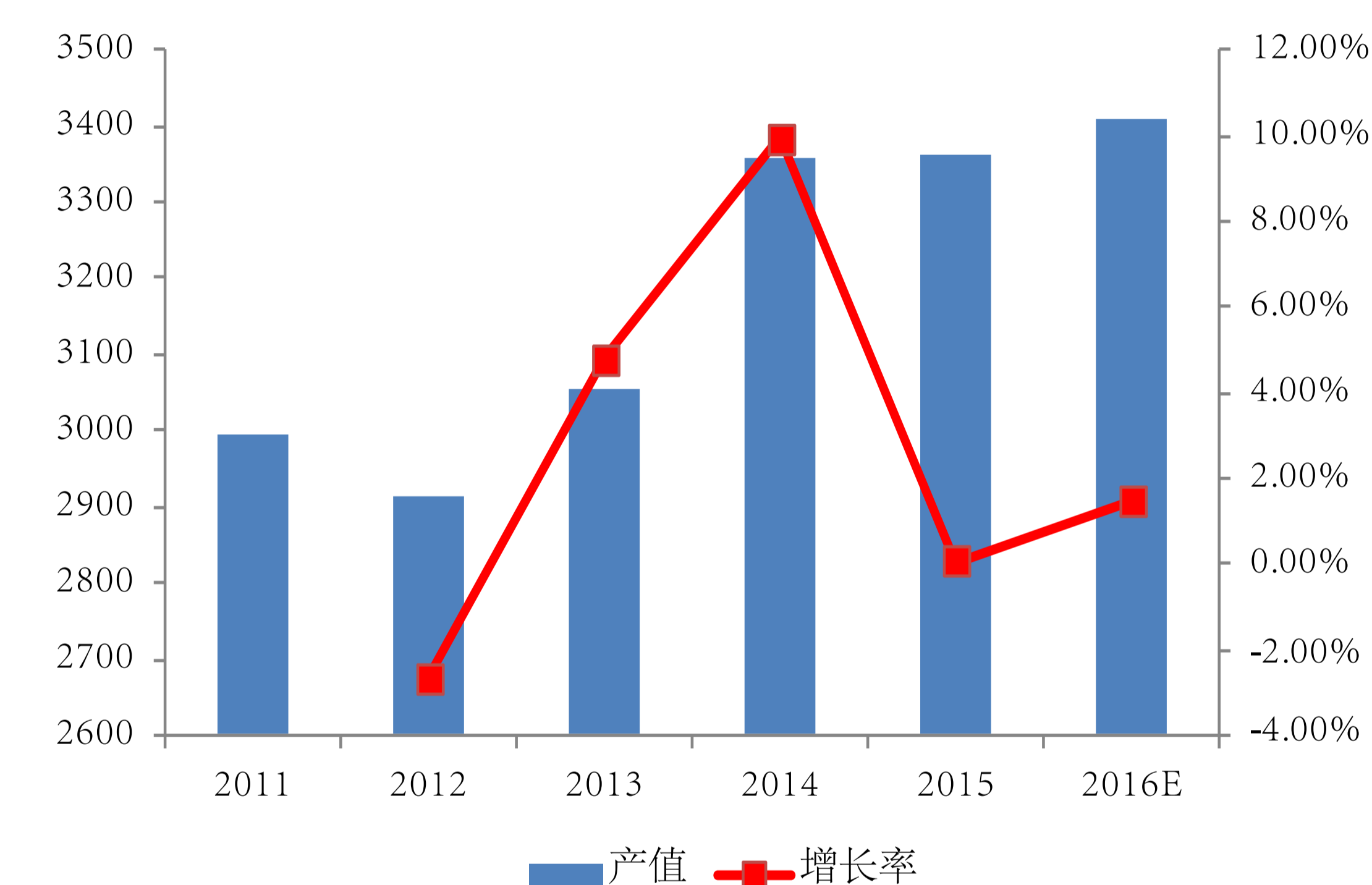


图 6 2011~2016年全球半导体产业产值及预测 (单位: 亿美元, %)

数据来源: 半导体行业协会 (SIA)

移动智能终端市场接近饱和导致集成电路市场增长乏力，即将到来的物联网和人工智能时代，物联网、车联网、汽车电子、无人驾驶、新能源、人工智能等行业的发展都将为集成电路注入新的活力。

移动智能终端市场接近饱和导致集成电路市场增长乏力，即将到来的物联网和人工智能时代，物联网、车联网、汽车电子、无人驾驶、新能源、人工智能等行业的发展都将为集成电路注入新的活力。

表 1 集成电路新的市场应用方向

	下一代通信产品	汽车电子、宽带隙元件	物联网
应用	云计算、智慧助理、Small Cell、VR	ADAS、无人驾驶汽车、新能源	智慧城市、智慧制造、智慧商业等
产品	AP、FPGA、eRRAM、EMRAM、RF	ADAS、Inverter、Hi-power、IGBT、Power IC、Hi-band Gap Semicon	MCU、Memory、Driver、Sensor
技术	28~<10 nm 制程、FinFET、SiGe/III-V or III-V Tunnel FET、3D-IC 封装	SiC/Nano-scale/Super junction IGBT、2.5D IC/PoP 封装	28~65 nm、90 nm~0.13 μm 制程、MEMS 特殊制程、PoP/2.5D/3D 封装

(1) 人工智能

人工智能在不远的将来将会崛起，以人工智能+的方式渗入生产和生活的方方面面，这也需要新的芯片支持。GPU以其计算能力强的特点，已经被开发出来作为人工智能芯片使用。FPGA芯片由于可编程、适合计算的特点将会受到重点关注。IBM、谷歌开发了人工智能ASIC芯片。GPU主要是英伟达和AMD，国内有景嘉微。FPGA芯片主要是Xilinx、Altera（被英特尔收购），二者占据85%的市场份

额。此外还有Lattice和Microsemi。国内有同方国芯等。FPGA芯片不仅在通讯、军工有应用，工业互联网、无人驾驶汽车、5G等新兴市场都会增加对FPGA芯片的需求。

(2) 汽车电子

汽车电子未来会是增长速度领先的细分领域。电子组件已经占据汽车生产成本约30%，到2020年可能达到约35%，2030年可能达到约50%。车联网也是物联网的一部分，汽车将会成为新的移动智能终端，通过车联网实现车与物、车与人之间的连接。无人驾驶也在快速发展之中，ADAS系统正在兴起，最终将会过渡到完全无人驾驶。由此产生大量传感器（毫米波雷达、激光雷达、摄像头、夜视仪）芯片、通信芯片、控制芯片等汽车电子芯片需求。

(3) 物联网

物联网时代，百亿级别的物体连接在一起，远超PC时代和移动终端时代的接入数量。IC Insights预计2019年全球物联网销售额将达到296亿美元，年复合增长率19.1%。感知层、网络层、平台层、应用层均会产生新的芯片需求。集成电路用于海量传感器、通信模块、终端、eSIM卡、计算设备、存储设备等。智慧城市、智慧汽车、智慧家庭、智慧医疗、智慧个人、智慧工厂、智慧制造等将变为现实。这将会极大的带动集成电路市场的增长。物联网时代的芯片需要感测、连接、计算、存计算、存储、安全电源

管理等功能，不一定追求极致性能，但对低功耗、低成本、高可靠性、高集成度提出更高要求。物联网芯片主要包括MCU、RFIC、传感器等。目前正在向MCU+方向演进，未来MCU将高集成、低功耗、微型化、多功能化。MEMS（微机电系统）将引领传感器产业潮流。现阶段物联网芯片由国外厂商主导。如ARM、英特尔、高通、联发科、飞思卡尔、德州仪器、意法半导体等均有布局。这一轮集成电路行业的兼并重组有的也被认为是为即将到来的物联网时代做准备。物联网的芯片需求比较碎片化，国内厂商可以从细分领域入手，包括芯片设计、制造、封测等，切入市场，缩小差距。

生物识别、可穿戴设备、NFC（Near Field Communication）也可认为是物联网的一部分，这也将会为集成电路产业带来新的机会。

(4) 下一代通信、新能源等领域

5G通信的到来同样会带动相关芯片的发展，5G对芯片设计提出了更大挑战，尤其在SoC功耗控制和射频前端。高速率低功耗和高频段的射频前端设计是5G的技术难点；新能源领域，随着太阳能和风能等技术的进步，新能源的普及率会越来越高，新能源汽车正在快速增长期，这都需要芯片支持；医疗也是芯片可以发挥重要作用的领域。

资料来源：中科战略整理

战略决策：

国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》

2020年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到15%，形成新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意等5个产值规模超过10万亿元的新支柱，并在更广领域形成大批跨界融合的新增长点。

2016年11月29日，国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》（以下简称《“十三五”规划》），提出到2020年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到15%，形成新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意等5个产值规模超过10万亿元的新支柱，并在更广领域形成大批跨界融合的新增长点。

1、规划背景

“十二五”期间，我国节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料和新能源汽车等战略性新兴产业快速发展。2015年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到8%左右，产业创新能力和盈利能力明显提升。新一代信息技术、生物、新能源等领域一批企业的竞争力进入国际市场第一方阵，高铁、通信、航天装备、核电设备等国际化发展实现突破，一批产值规模千亿元以上的新兴产业集群有力支撑了区域经济转型升级。大众创业、万众创新蓬勃兴起，战略性新兴产业广泛融合，加快推

动了传统产业转型升级，涌现了大批新技术、新产品、新业态、新模式，创造了大量就业岗位，成为稳增长、促改革、调结构、惠民生的有力支撑。

未来5到10年，是全球新一轮科技革命和产业变革从蓄势待发到群体迸发的关键时期。信息革命进程持续快速演进，物联网、云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域，信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志。增材制造(3D打印)、机器人与智能制造、超材料与纳米材料等领域技术不断取得重大突破，推动传统工业体系分化变革，将重塑制造业国际分工格局。基因组学及其关联技术迅猛发展，精准医学、生物合成、工业化育种等新模式加快演进推广，生物新经济有望引领人类生产生活迈入新天地。应对全球气候变化助推绿色低碳发展大潮，清洁生产技术应用规模持续拓展，新能源革命正在改变现有国际资源能源版图。数字创意产业逐渐成为促进优质产品和服务有效供给的智力密集型产业，创意经济作为一种新的发展模式正在兴起。创新驱动的新兴产业逐渐成为推动全球经济复苏和增长的主要动

力，引发国际分工和国际贸易格局重构，全球创新经济发展进入新时代。

2、规划目标

“十三五”规划到2020年，战略性新兴产业发展要实现以下目标：

产业规模持续壮大，成为经济社会发展的新动力

战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重达到15%，形成新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意等5个产值规模10万亿元级的新支柱，并在更广领域形成大批跨界融合的新增长点，平均每年带动新增就业100万人以上。

创新能力和竞争力明显提高，形成全球产业发展新高地

攻克一批关键核心技术，发明专利拥有量年均增速达到15%以上，建成一批重大产业技术创新平台，产业创新能力跻身世界前列，在若干重要领域形成先发优势，产品质量明显提升。节能环保、新能源、生物等领域新产品和新服务的可及性大幅提升。知识产权保护更加严格，激励创新的政策法规更加健全。

产业结构进一步优化，形成产业新体系

发展一批原创能力强、具有国际影响力和品牌美誉度的行业排头兵企业，活力强劲、勇于开拓的中小企业持续涌现。中高端制造业、知识密集型服务业比重大幅提升，支撑产业迈向中高端水平。形成若干具有全球影响力的战略性新兴产业发展策源地和技术创新中心，打造百余个特色鲜明、创新能力强的新兴产业集群。

图7 2020年战略性新兴产业发展目标

到2030年，战略性新兴产业发展成为推动我国经济持续健康发展的主导力量，我国成为世界战略性新兴产业重要的制造中心和创新中心，形成一批具有全球影响力和主导地位的创新型领军企业。

3、主要发展五大领域

在《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》中，明确要加快培育和发展节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新材料、新能源汽车等七大战略性新兴产业。“十三五”规划中国家战略性新兴产业领域的选择与“十二五”一脉相承，在前期发展基础上根据科技创新前沿发展情况和经济社会发展的重大需求，整合创新为五大领域：新一代信息技术产业、生物产业、高端装备与新材料产业、数字创意产业、绿色低碳（新能源汽车、新能源和节能环保产业）。

其中，数字创意近年来有突破性发展，被纳入“十三五”战略性新兴产业重点领域。明确提出，促进数字创意产业蓬勃发展，创造引领新消费。在提升创作生产技术装备水平方面，提出加大空间和情感感知等基础性技术研发力度，加快虚拟现实、增强现实、全息成像、裸眼三维图形显示（裸眼3D）、交互娱乐引擎开发、文化资源数字化处理、互动影视等核心技术创新发展，加强大数据、物联网、人工智能等技术在数字文化创意创作生产领域的应用，促进创新链和产业链紧密衔接。鼓励企业运用数字创作、网络协同等手段提升生产效率。



图8 “十三五”规划主要发展的五大领域

4、超前布局四大领域

“十三五”规划提出：以全球视野前瞻布局前沿技术研发，不断催生新产业，重点在空天海洋、信息网络、生命科学、核技术等核心领域取得突破，高度关注颠覆性技术和商业模式创新，在若干战略必争领域形成独特优势，掌握未来产业发展主动权，为经济社会持续发展提供战略储备、拓展战略空间。

5、部署21项重大工程

“十三五”规划部署了包括集成电路发展工程、人工智能创新工程、生物技术惠民工程、新能源高比例发展工程、数字文化创意技术装备创新提升工程等21项重大工程。这些重点工程作为推动战略性新兴产业发展的抓手，通过政策落实和试点等带动引领战略性新兴产业取得发展，推动我国形成全球产业发展新高地。

表2 “十三五”规划部署21项重大工程

序号	工程名称	主要内容
1	宽带乡村示范工程	开展电信普遍服务试点工作，促进三网融合，加快光缆、卫星通信进行行政村建设，按需实现光纤入户网络和第四代移动通信（4G）网络向自然村和住户延伸覆盖，利用卫星、移动通信等技术创新加强对海岛、边远地区、山区等覆盖，加快普及电子商务、远程教育、远程医疗、智慧农业、电子政务等信息化应用，支撑扶贫攻坚。
2	“互联网+”工程	深入推进“互联网+”创业创新、协同制造、现代农业、智慧能源、普惠金融、益民服务、高效物流、电子商务、便捷交通、绿色生态、人工智能等11个重点行动，建设互联网跨领域融合创新支撑服务平台。促进基于云计算的业务模式和商业模式创新，推进公有云和行业云平台建设。加强物联网网络架构研究，组织开展物联网重大应用示范。加快下一代互联网商用部署，构建工业互联网技术试验验证和管理服务平台。创建国家信息经济示范区。
3	大数据发展工程	整合现有资源，构建政府数据共享交换平台和数据开放平台，健全大数据共享流通体系、大数据标准体系、大数据安全保障体系，推动实现信用、交通、医疗、教育、环境、安全监管等政府数据集向社会开放。支持大数据关键技术研发和产业化，在重点领域开展大数据示范应用，实施国家信息安全专项，促进大数据相关产业健康快速发展。
4	集成电路发展工程	启动集成电路重大生产力布局规划工程，实施一批带动作用强的项目，推动产业能力实现快速跃升。加快先进制造工艺、存储器、特色工艺等生产线建设，提升安全可靠CPU、数模/模数转换芯片、数字信号处理芯片等关键产品设计开发能力和应用水平，推动封装测试、关键装备和材料等产业快速发展。支持提高代工企业及第三方IP核企业的服务水平，支持设计企业与制造企业协同创新，推动重点环节提高产业集中度。推动半导体显示产业链协同创新。
5	人工智能创新工程	推动基础理论研究和核心技术开发，实现类人神经计算芯片、智能机器人和智能应用系统的产业化，将人工智能新技术嵌入各领域。构建人工智能公共服务平台和向社会开放的骨干企业研发服务平台。建立健全人工智能“双创”支撑服务体系。

序号	工程名称	主要内容
6	重点领域智能工厂应用示范工程	在机械、航空、航天、汽车、船舶、轻工、服装、电子信息等离散制造领域，开展智能车间/工厂的集成创新与应用示范，推进数字化设计、装备智能化升级、工艺流程优化、精益生产、可视化管理、质量控制与溯源、智能物流等试点应用，推动全业务流程智能化整合。在石化化工、钢铁、有色金属、建材、纺织、食品、医药等流程制造领域，开展智能工厂的集成创新与应用示范，提升企业在资源配置、工艺优化、过程控制、产业链管理、质量控制与溯源、节能减排及安全生产等方面的智能化水平。
7	新一代民用飞机创新工程	以重大专项和民用飞机科研为支撑，突破一批核心技术、系统、部件和材料，提高系统集成能力，重点发展系列化单通道窄体、双通道宽体大型飞机，系列化新型涡桨/涡扇支线飞机及先进通用航空器，着力开展新型民用飞机示范运营和市场推广，建立具有市场竞争力的产品保障和客户服务体系。C919、MA700完成适航取证并交付用户，ARJ21实现批量生产交付；一批重点通用航空器完成研制和市场应用。
8	空间信息智能感知工程	加快构建以遥感、通信、导航卫星为核心的国家空间基础设施，加强跨领域资源共享与信息综合服务能力建设，积极推进空间信息全面应用，为资源环境动态监测预警、防灾减灾与应急指挥等提供及时准确的空间信息服务，加强面向全球提供综合信息服务能力建设，大力拓展国际市场。
9	海洋工程装备创新发展工程	推动大型浮式结构物等新型装备、3600米以上超深水钻井平台等深远海装备、海洋极地调查观测装备等研究开发，实现科研成果工程化和产业化，促进总装及配套产业协调发展。完善海洋工程装备标准体系。
10	新材料提质和协同应用工程	加强新型绿色建材标准与公共建筑节能标准的衔接，加快制定轨道交通装备用齿轮钢、航空航天用碳/碳复合材料、高温合金、特种玻璃、宽禁带半导体以及电子信息用化学品、光学功能薄膜、人工晶体材料等标准，完善节能环保用功能性膜材料、海洋防腐材料配套标准，做好增材制造材料、稀土功能材料、石墨烯材料标准布局，促进新材料产品品质提升。加强新材料产业上下游协作配套，在航空铝材、碳纤维复合材料、核电用钢等领域开展协同应用试点示范，搭建协同应用平台。
11	新药创制与产业化工程	围绕构建可持续发展的生物医药产业体系，以抗体药物、重组蛋白药物、新型疫苗等新兴药物为重点，推动临床紧缺的重大疾病、多发疾病、罕见病、儿童疾病等药物的新药研发、产业化和质量升级，整合各类要素形成一批先进产品标准和具有国际先进水平的产业技术体系，提升关键原辅料和装备配套能力，支撑生物技术药物持续创新发展。

序号	工程名称	主要内容
12	生物技术惠民工程	推进网络化基因技术应用示范中心建设，开展出生缺陷基因筛查、肿瘤早期筛查及用药指导等应用示范。发展和应用新型生物治疗技术，推动新型个体化生物治疗标准化、规范化。开发智能化和高性能医疗设备，支持企业、医疗机构、研究机构等联合建设第三方影像中心，开展协同诊疗和培训，试点建立居民健康影像档案。开展区域性综合应用示范，实现区域生物塑料制品、包装材料等替代50%以上的传统石化塑料制品。在城镇或企业周边建设生物质集中供气供热示范工程，探索多元协同共赢的市场化发展模式。
13	生物产业创新发展平台建设工程	依托并整合现有资源，建设一批创新基础平台，支持基因库、干细胞库、中药标准库、高级别生物安全实验室、蛋白元件库等建设。加快推动构建一批转化应用平台，推进抗体筛选平台、医学影像信息库、农作物分子育种平台等载体建设。积极发展一批检测服务平台，推进仿制药一致性评价技术平台、生物药质量及安全测试技术创新平台、农产品安全质量检测平台、生物质能检验检测及监测公共服务平台等建设，完善相关标准。
14	新能源汽车动力电池提升工程	完善动力电池研发体系，加快动力电池创新中心建设，突破高安全性、长寿命、高能量密度锂离子电池等技术瓶颈。在关键电池材料、关键生产设备等领域构建若干技术创新中心，突破高容量正负极材料、高安全性隔膜和功能性电解液技术。加大生产、控制和检测设备创新，推进全产业链工程技术能力建设。开展燃料电池、全固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等领域新技术研究开发。
15	新能源高比例发展工程	为实现新能源灵活友好并网和充分消纳，加快安全高效的输电网、可靠灵活的主动配电网以及多种分布式电源广泛接入互动的微电网建设，示范应用智能化大规模储能系统及柔性直流输电工程，建立适应分布式电源、电动汽车、储能等多元化负荷接入需求的智能化供需互动用电系统，建成适应新能源高比例发展的新型电网体系。选择适宜区域开展分布式光电、分散式风电、生物质能供气供热、地热能、海洋能等多能互补的新能源综合开发，融合应用大容量储能、微网技术，构建分布式能源综合利用系统，引领能源供应方式变革。
16	节能技术装备发展工程	组织实施节能关键共性技术提升工程、节能装备制造工程。鼓励研发高性能建筑保温材料、光伏一体化建筑用玻璃幕墙、紧凑型户用空气源热泵装置、大功率半导体照明芯片与器件、先进高效燃气轮机发电设备、煤炭清洁高效利用技术装备、浅层地热能利用装置、蓄热式高温空气燃烧装置等一批高效节能设备（产品）及其关键零部件。实施燃煤锅炉节能环保综合提升工程、供热管网系统能效综合提升工程、电机拖动系统能效提升工程，推进燃煤电厂节能与超低排放改造、电机系统节能、能量系统优化、余热余压利用等重大关键节能技术与产品规模化应用示范。组织实施城市、园区和企业节能示范工程，推广高效节能技术集成示范应用。

序号	工程名称	主要内容
17	绿色低碳技术综合创新示范工程	对接绿色低碳试点示范项目，在具备条件的区域，以绿色低碳技术综合应用为核心，以互联网为纽带，建设新能源、新能源汽车与智慧交通系统、低碳社区、碳捕集和富碳农业、绿色智能工厂等综合应用设施，先行先试相关改革措施，促进绿色低碳技术、新一代信息技术与城镇化建设、生产生活的融合创新，广泛开展国际合作，打造相关技术综合应用示范区域。
18	资源循环替代体系示范工程	实施循环发展引领行动，推动太阳能光伏电池、废弃电子产品稀贵金属多组分分离提取和电动汽车动力电池、废液晶等新品种废弃物的回收利用，开展基于“互联网+”的废弃物回收利用体系示范。推进城市低值废弃物协同处置和大宗固体废物综合利用加快发展。建立以售后维修体系为核心的旧件回收体系，在商贸物流、金融保险、维修销售等环节和煤炭、石油等采掘企业推广应用再制造产品。鼓励专业化再制造服务公司提供整体解决方案和专项服务。
19	数字文化创意技术装备创新提升工程	以企业为主体、产学研用相结合，构建数字文化创意产业创新平台，加强基础技术研发，大力发展虚拟现实、增强现实、互动影视等新型软硬件产品，促进相关内容开发。完善数字文化创意产业技术与服务标准体系，推动手机（移动终端）动漫、影视传媒等领域标准体系广泛应用，建立文物数字化保护和传承利用、智慧博物馆、超高清内容制作传输等标准。完善数字创意“双创”服务体系。
20	数字内容创新发展工程	依托先进数字技术，推动实施文化创意产品扶持计划和“互联网+”中华文明行动计划，支持推广一批数字文化遗产精品，打造一批优秀数字文化创意产品，建设数字文化资源平台，实现文化创意资源的智能检索、开发利用和推广普及，拓展传播渠道，引导形成产业链。
21	创新设计发展工程	制定实施制造业创新设计行动纲要，建设一批国家级工业设计中心，建设一批具有国际影响力的工业设计集聚区。建设增材制造等领域设计大数据平台与知识库，促进数据共享和供需对接。通过发展创业投资、政府购买服务、众筹试点等多种模式促进创新设计成果转化。

资料来源：中科战略整理

市场前景： 2016年全球半导体市场将下滑2.4%

2015年，全球半导体市场规模约3353.68亿美元，同比下降0.2%。预计2016年全球半导体市场将继续下滑2.4%达到3271.8亿美元

2015年，全球半导体市场规模约3353.68亿美元，同比下降0.2%。预计2016年全球半导体市场将继续下滑2.4%达到3271.8亿美元，而在随后的几年可望看到整体产业转趋于适度成长，成长力道主要来自亚太地区，以及光电、感测器与类比IC市场的成长。

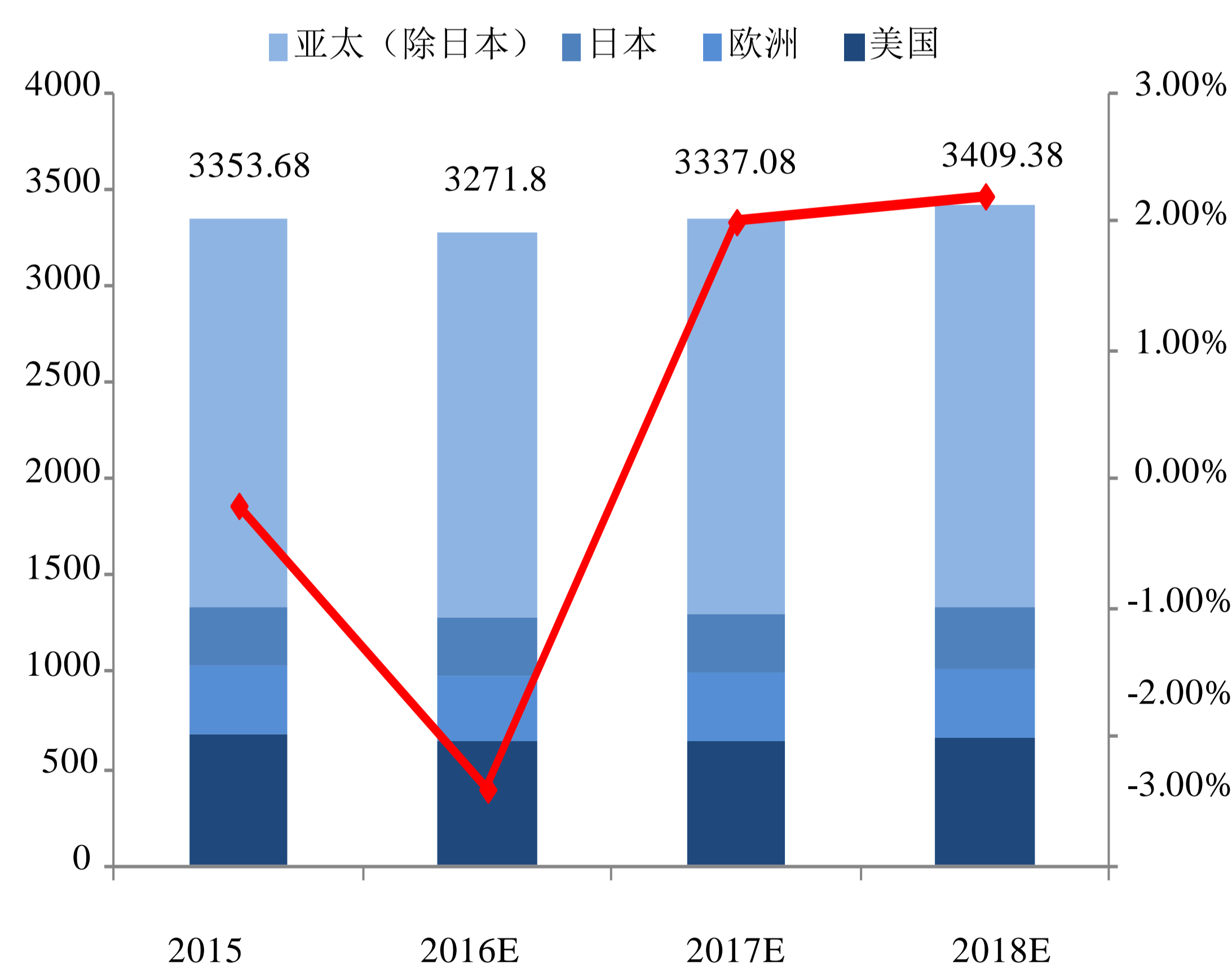


图9 2015~2018年全球半导体市场成长预测 (单位: 亿美元)

以地理区位来看，2015年全球半导体市场的下滑主因是日本地区市场的不景气，日本半导体市场规模下滑10.7%，其次是欧洲出现8.5%的下跌，亚太地区市场表现较为强劲，仍然保持3.5%的涨幅。2016年全球半导体市场将呈现持续萎缩的状态，纵观美洲近两年的IC市场，这种趋势正在向美洲转移。

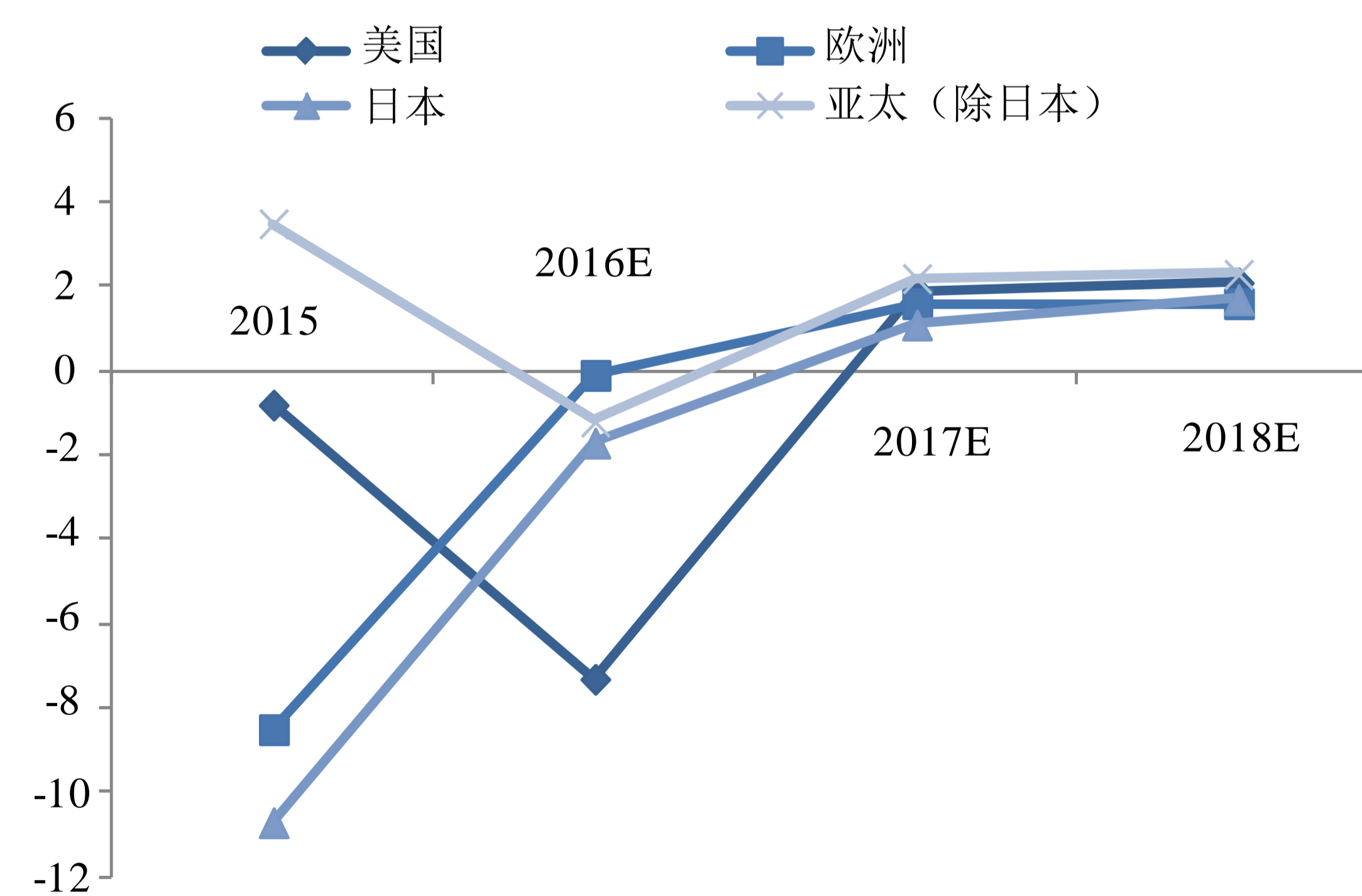


图10 2015~2018年全球各地区半导体市场规模变化情况预测 (单位: %)

从构成来看，在2016年，全球半导体产业尽管在光电（1.8%）、感测器（7.6%）以及类比IC（1.0%）等市场有所成长，但将会因为记忆体（-10.2%）、逻辑IC（-2.5%）的衰退数字而抵消。

表3 2015~2018年全球半导体产业细分市场规 模及变化情况预测

构成/年份	2015		2016		2017		2018	
	市场规模 (亿美元)	同比 (%)	市场规模 (亿美元)	同比 (%)	市场规模 (亿美元)	同比 (%)	市场规模 (亿美元)	同比 (%)
分立半导体器件	186.12	-7.7	187.11	0.5	192.11	2.7	197.35	2.7
光学器件	332.56	11	338.6	1.8	355.35	4.9	367.58	3.4
传感器	88.16	3.7	94.84	7.6	98.31	3.7	101.37	3.1
集成电路	2744.84	-1	2651.26	-3.4	2691.31	1.5	2743.08	1.9
其中: 模拟	452.28	1.9	456.66	1	470.75	3.1	484.12	2.8
微型	612.98	-1.2	616.47	0.6	622.75	1	632.88	1.6
逻辑	907.53	-1	884.77	-2.5	886.58	0.2	896.61	1.1
存储	772.05	-2.6	693.36	-10.2	711.23	2.6	729.47	2.6
合计	3351.68	-0.2	3271.8	-2.4	3337.08	2	3409.38	2.2

相比半导体市场，预计2016年全球半导体制造设备的销售额将增加8.7%，达到397亿美元。其中，销售额占比最大的晶圆加工设备将增长8.2%，达到312亿美元；封装设备将增长14.6%，达到29亿美元；测试设备增长16%，达到39亿美元。从区域来看，2016年台湾和南韩仍然占据半导体设备市场的主导地位，中国将首次进入前三。

2017年柔性显示屏出货量看增135%

2016年，智能手机占柔性显示屏供应总量的76%，其余份额被智能手表所占据。2017年柔性显示屏出货量预计将达到1.39亿台，较2016年增长135%。随着越来越多的智能手机制造商在其设计中采用柔性显示屏技术，2017年柔性显示屏出货量预计将达到1.39亿台，较2016年增长135%。2017年柔性显示屏出货量将占据显示屏总出货量的3.8%。

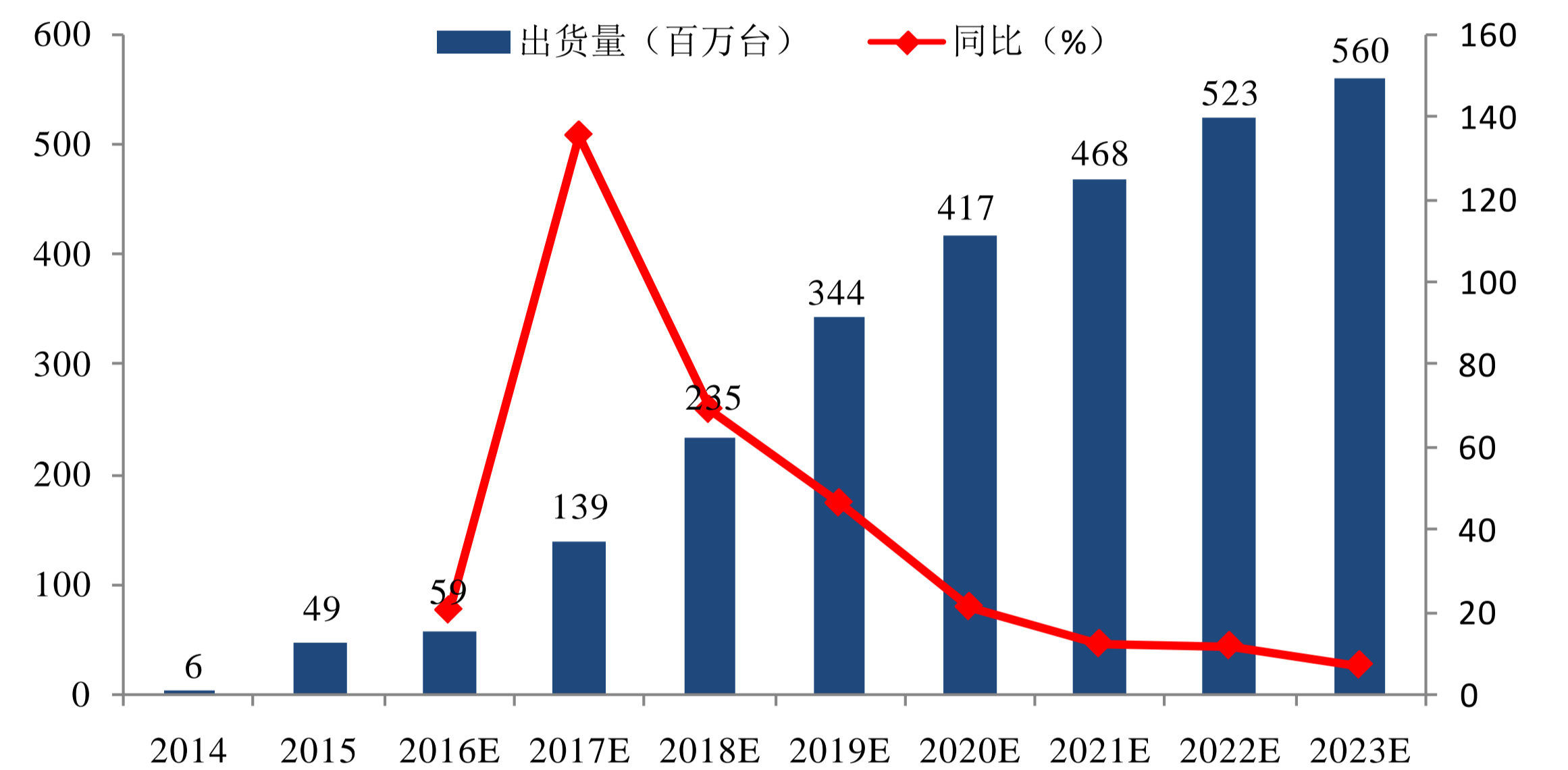


图14 2014~2023年柔性显示屏出货量预测 (单位: 百万台)

Vivo和小米在2016年各自发布了第一款采用柔性AMOLED (主动矩阵有机发光二极管) 屏的智能手机，同时其他制造商也正在计划开发可折叠 (或可弯曲，双曲面) 的智能手机。特别是苹果预计在2017年推出搭载柔性AMOLED屏的新iPhone手机，这将大幅度推高对柔性AMOLED面板的预期需求。预计到2017年，柔性AMOLED将占据OLED显示屏总出货量的20%。

2016年12月，智能手机出货量为6044.0万部，同比增长18.8%，占同期国内手机出货量的95.7%，其中Android手机出货量4703.4万部。1-12月，智能手机出货量为5.22亿部，同比增长14.0%，占同期国内手机出货量的93.2%，其中Android手机出货量4.25亿部。

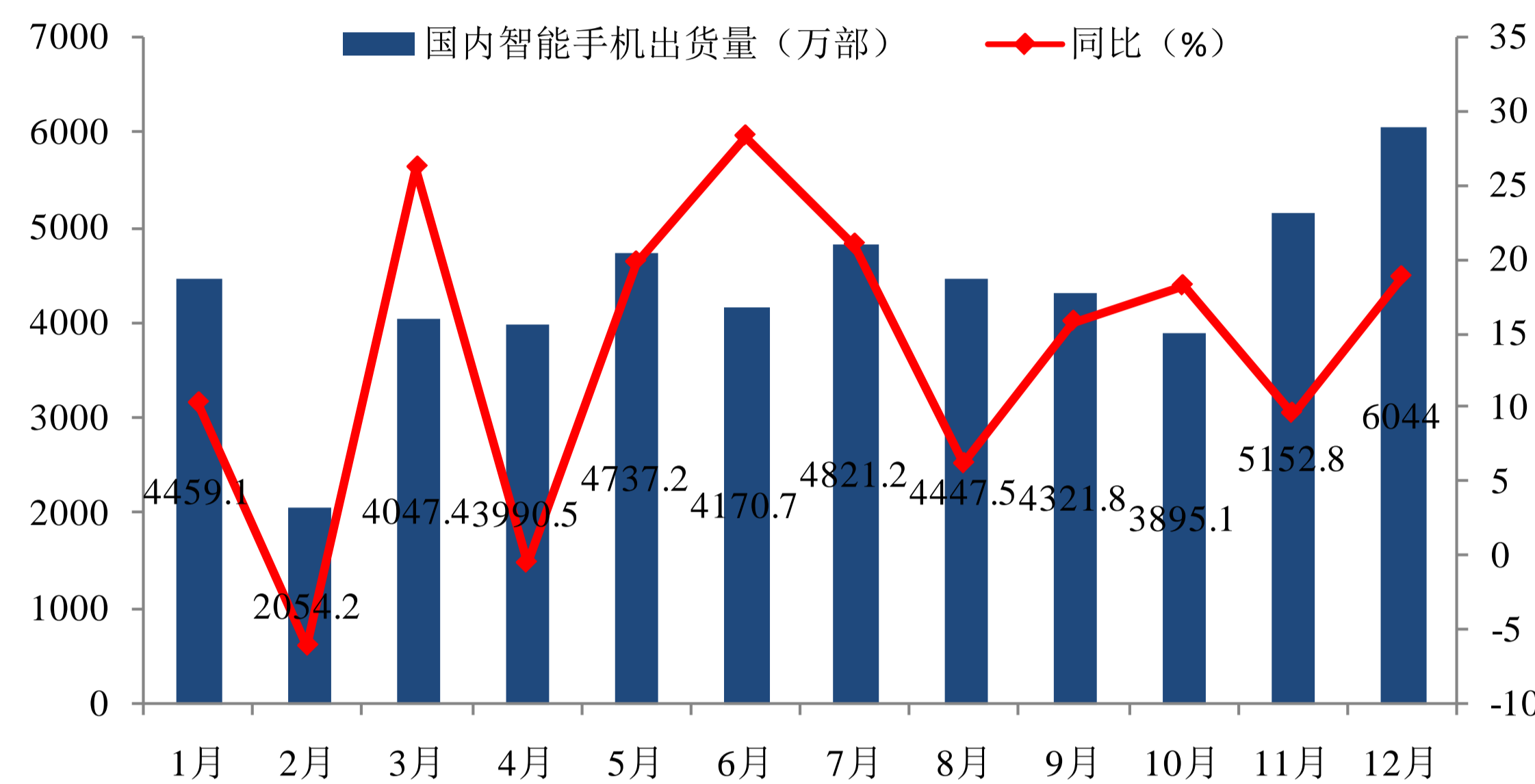


图13 2016年1~12月国内智能手机出货量统计情况 (单位: 万部, %)

2016年12月，上市智能手机新机型107款，同比增长18.9%，占同期手机新机型总量的84.9%，支持Android操作系统的71款。1-12月，上市智能手机新机型1244款，同比增长6.5%，占同期新机型数量的86.0%，其中支持Android操作系统的873款。

资料来源: 工业和信息化部研究院 中科战略整理

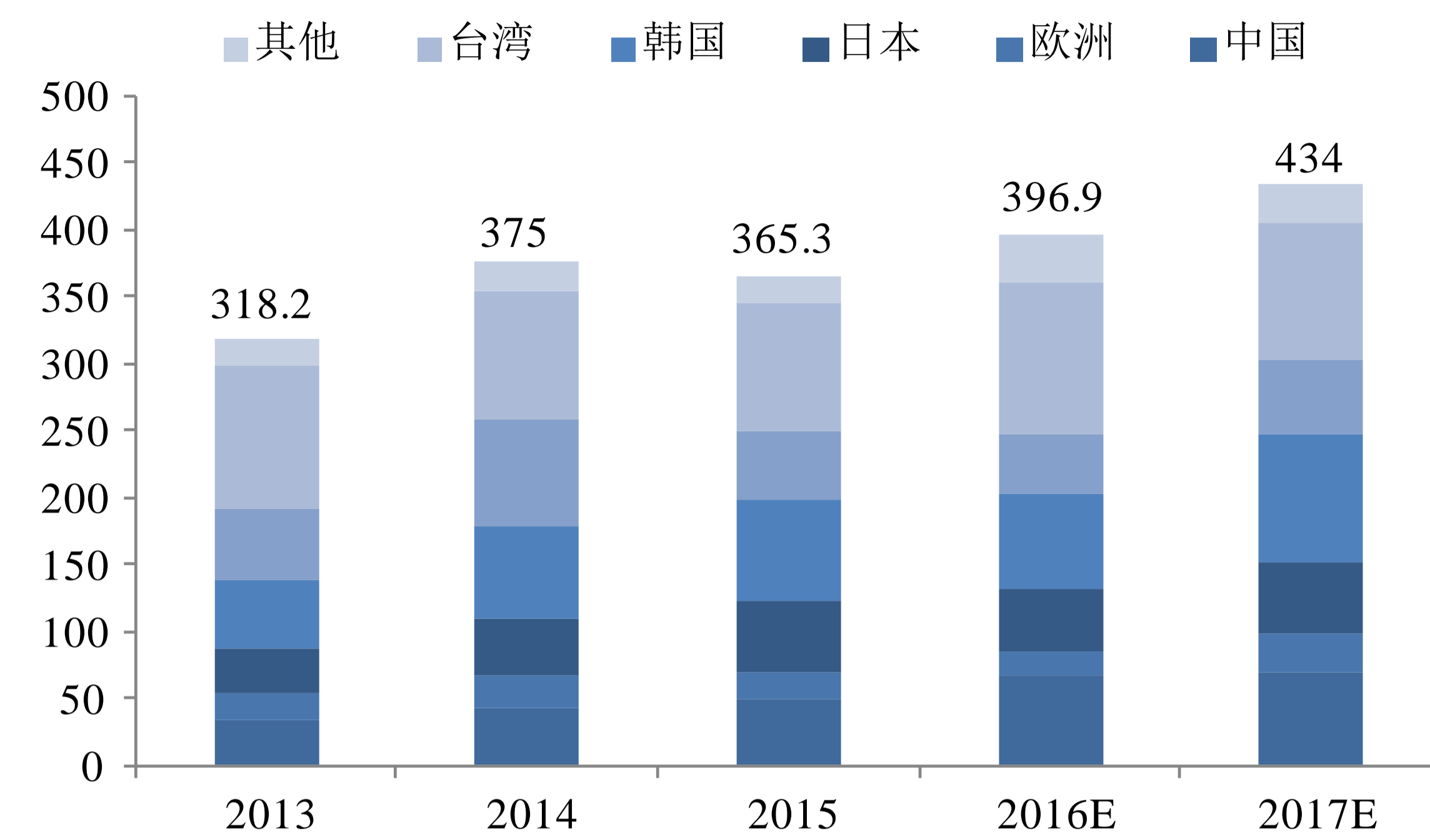


图11 2013~2017年全球半导体设备销售情况预测 (单位: 亿美元)

资料来源: 世界半导体贸易统计协会 (WSTS) 中科战略整理

2016年12月国内智能手机出货量上升

2016年12月，国内手机市场出货量6316.4万部，同比增长11.8%；上市新机型126款，同比增长5.0%。1-12月，国内手机市场出货量为5.6亿部，上市新机型1446款，同比分别增长8.0%和下降3.3%。

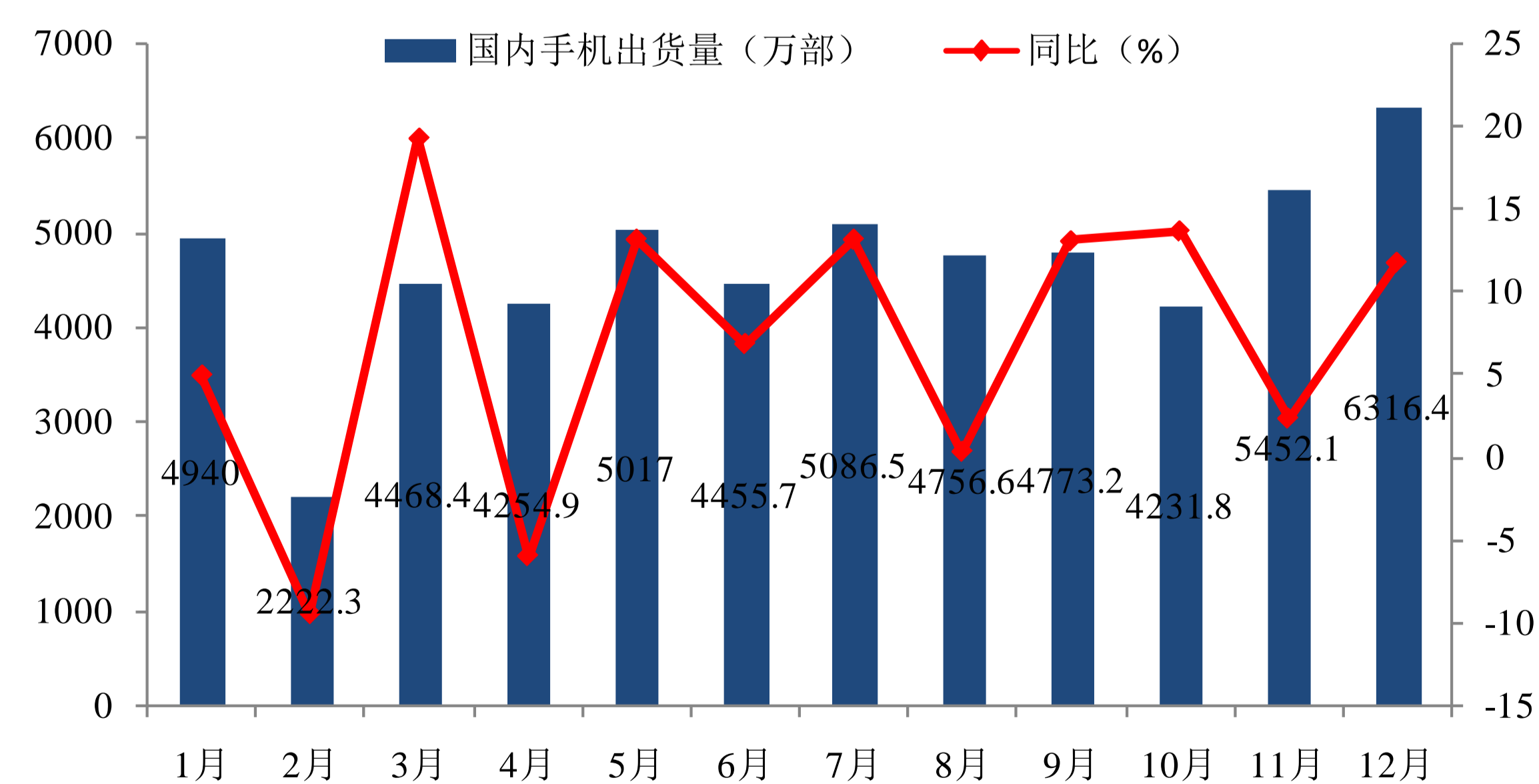


图12 2016年1~12月国内手机出货量统计情况 (单位: 万部, %)

在2016年，很多智能手机制造商已经开始对显示面板供应商施加压力，要求为其新型智能手机供应更多的柔性AMOLED面板，但是由于产能有限，只有少数智能手机制造商的订单数量要求得到满足。然而，紧张的供应状况有望在2017年有所松动，一旦三星显示器和乐金显示器启动新工厂运营来提高柔性显示屏的供应能力，将可能加快新型智能手机尽早问世。

2016年，智能手机占柔性显示屏供应总量的76%，其余份额被智能手表所占据。然而，柔性显示屏对于其他应用（包括平板电脑，近眼虚拟现实设备，车载显示器和OLED电视）的供应到2023年前并不会出现重大变化。消费电子设备制造商最终将从常规的平面和矩形设计转向最新的弧形、折叠或卷曲屏幕，但只有当他们更新产品路线图之后，创新设备才有可能变得更加成熟。

资料来源：IHS 中科战略整理

2016年纯晶圆代工市场规模成长率达9%

预计2016年全球纯晶圆代工市场将达到491.15亿美元，比起2015年的451.02亿美元，年成长率将可达9%，比起全球IC市场营收衰退2%，晶圆市场情况更佳。

2014年纯晶圆代工市场成长率达17%，比起全球IC市场成长率9%，高出8%。2015年纯晶圆代工市场年成长率达6%，比起全球IC市场衰退1%，也高出七个百分点；预计2016年纯晶圆代工要比全球IC市场成长率高出十一个百分点。这表示着晶圆代工逐渐成为趋之若鹜的产业，也是为什么三星甚至英特尔都决定跨入晶圆代工领域的原因。

目前，预估前十大纯晶圆代工厂商占据整个纯晶圆代工市场95%的营收。如果仔细推算台积电、格罗方德、联电、中芯国际等四大厂商就囊括纯晶圆代工市场84%营收。其中，纯晶圆代工龙头台积电就包办58%营收比例。即使比起2015年稍微减少1%，但是台积电于2016年的所增加的营收却达21亿美元，比起2015年增加15亿美元营收，还要多了6亿美元。其他三大厂商格罗方德、联电、中芯国际合计营收约占26%，与去年持平。可是分开来看，中芯国际与格罗方德表现较佳。其中，格罗方德于2015年与2016年纯晶圆代工营收都有双位数的成长，联电只有个位数成长之下，变成第三名。第四名的中芯国际于2016年营收成长率可达27%，比起2015年14%还要好许多。

在中国大陆政府与私募基金投入半导体推动之下，2016年中国大陆晶圆代工厂合计营收市场占有率达8.2%，至2020年更可往10~15%的占有率目标前进。前十大纯晶圆代工成长最佳的是以色列TowerJazz。预估2016年该公司营收将能成长30%，达到12.45亿美元超越台湾晶圆代工厂商力晶，跻身全球第五大厂商。

表4 2016年全球前十大纯晶圆代工厂商情况预测

排名 2016	排名 2015	公司	2014			2015			2016E		
			销售额 (百万 美元)	同比 (%)	市场 份额 (%)	销售额 (百万 美元)	同比 (%)	市场 份额 (%)	销售额 (百万 美元)	同比 (%)	市场 份额 (%)
1	1	TSMC (台湾)	42356	17	100	45102	6	100	49115	9	100
			2130	3	5	2262	3	5	2485	3	5
2	2	GlobalFoundries (U.S.)	480	-3	1	474	-1	1	470	-1	1
3	3	UMC Group (台湾)	541	20	1	593	10	1	640	8	1
4	4	SMIC (中国)	665	14	2	650	-2	1	700	8	1
5	6	TowerJazz (以色列)	790	11	2	736	-7	2	780	6	2
6	5	Powerchip (台湾)	1291	9	3	1268	-2	3	1240	-2	3
7	7	Vanguard (台湾)	828	64	2	961	16	2	1245	30	3
8	8	Hua Hong Semi (中国)	1970	0	5	2236	14	5	2850	27	6
9	9	Dongbu HiTek (S.Korea)	4331	9	10	4464	3	10	4490	1	9
10	10	SSMC (新加坡)	4355	6	10	5019	15	11	5645	12	11
		其他	24975	25	59	26439	6	59	28570	8	58
		总计									

未来最值得观察的就是三星与英特尔对于纯晶圆代工产业的影响，因为有愈来愈多IC设计厂商开始将订单转往这两家公司。或许到了2018年甚至2019年纯晶圆代工市场将面临挑战。

资料来源：IHS 中科战略整理

前沿技术：

麻省理工制备出新型电子枪有助于实现小型飞秒X光源

在过去几年里，很多超小型光驱动线性加速器被相继研制出来，这些加速器作为激发源能够帮助普通实验室获得飞秒X光源

在过去几年里，很多超小型光驱动线性加速器被相继研制出来，这些加速器作为激发源能够帮助普通实验室获得飞秒X光源，如大型自由电子激光。但要实现这些，必须还要有一个同样小型并且能稳定输出电子枪。自由电子激光器，比如美国SLAC国家加速器中心的直线型连续加速器光源（LCLS），在工作时需要注入高能电子束。而目前这种电子束都是通过尺寸如汽车大小的射频电子枪发出电子，通过一公里的线性加速器加速，最后由特定排列的磁场汇聚而获得。它形成非常强的X射线场，释放极短（1~5飞秒）的X射线脉冲。

2015年，麻省理工已经证实利用光生THz级脉冲能够使一公里的直线加速器减小到实验室的桌面大小。但获得桌面大小的X光源还需要将电子枪等其它关键部件缩小到合适的尺寸。减小电子枪需要克服一系列问题。首先是射频电子枪的功率问题，即使能够提供高功率输入，能得到的表面电场也被限制在200MV/m以内。另一个主要问题是射频源和紫外辐

射源之间时间的不确定性——又称时间抖动（time jitter）。这种时间抖动能达到100飞秒，这在超快实验中将对结果产生巨大误差。

麻省理工学院的研究人员制备出了一种全光学、THz级的原型电子枪。这种电子枪只有火柴盒大小，但却能产生比大型电子枪更强的表面电场，并且没有时间抖动。首先，他们通过利用几种非线性手段，将1kHz，波长1030nm的激光脉冲倍频到THz频段，然后将光束聚焦到75 μm处与光波导平行的铜薄膜上来获得加速电场（利用由亚波长限制效应增强）同时，作为光触发的紫外光脉冲撞击铜膜并形成光波导的下平面，将束缚在THz辐射电场中加速的电子引出，电子在光波导上平面经狭缝射出电子枪。他们通过这种方式获得的小型电子枪，只需一个功率为几个毫焦耳的普通激光器激发。由于亚波长限制效应，表面传递电场能够达到300MV/m以上。同时，由于产生电场的脉冲（THz级）和光触发（紫外线）脉冲都来自同一个激光器，完全消除了时间抖动。

目前这个器件产生的电子脉冲宽度在几百飞秒左右，和当前最好的射频电子枪相近。研究人员相信各项器件参数在日后的改善中将会得到进一步提高。

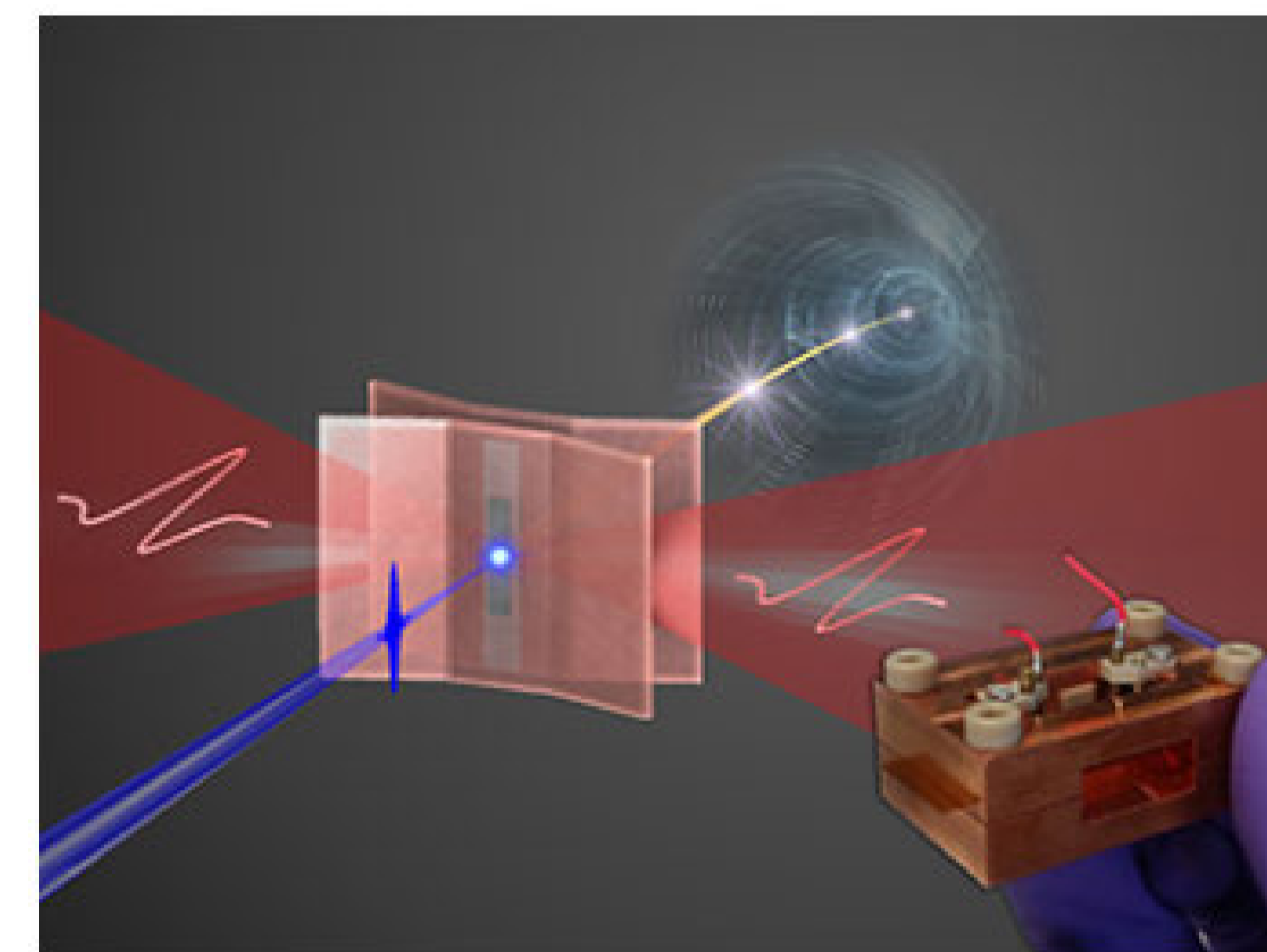


图 15 麻省理工小型电子枪工作示意图

资料来源：Nature 中科战略整理

钠嵌入电极大幅提高太阳能电池转换率

密歇根理工大学（Michigan Technological University）的研究人员表示，在碳纳米墙中嵌入钠，能够大幅改善电池、超级电容与太阳能电池中的电极。

3D石墨烯具高导电与表面积大的优点，而密歇根理工大学研究人员开发出的嵌入钠的碳纳米墙材料性能上超越了石墨烯。嵌入钠后，碳纳米墙的导电率比3D石墨烯高出两个数量级，并且由于通道和孔隙的存在，这种材料具有与石墨烯相当的表面积。

他们的嵌入方法不同于普通金属掺杂，掺杂的金属仅存在于碳表面上，而且相当易于氧化。而在碳结

构中嵌入金属则有助于金属的保护。密歇根理工大学与德州大学奥斯汀分校（University of Texas at Austin）的研究人员合作在钠金属和一氧化碳之间导入一种温度控制机制，打造出可提取钠原子的黑色碳粉末，利用这种方法在碳结构中嵌入钠，并对新材料进行了一系列测试。

在染料敏化太阳能电池领域，每提高每百分之十的效率就使组件更具商用可行性。普通铂基太阳能电池转换效率为7.89%。而在太阳能电池采用他们制备的新材料，则能达到11.03%的效率。

相较于充电电池，超级电容能够更快地接受和传递电荷，是汽车、火车、电梯以及其它重型设备（一般使用71F/g电荷密度的活性炭）的理想选择。3D石墨烯具有更强大的112F/g电荷密度，而密歇根理工大学制备的新材料电荷密度能达到145F/g。在经过5000次充放电周期后，这种材料仍能维持96.4%的容量，显示具有极好的电极稳定性。

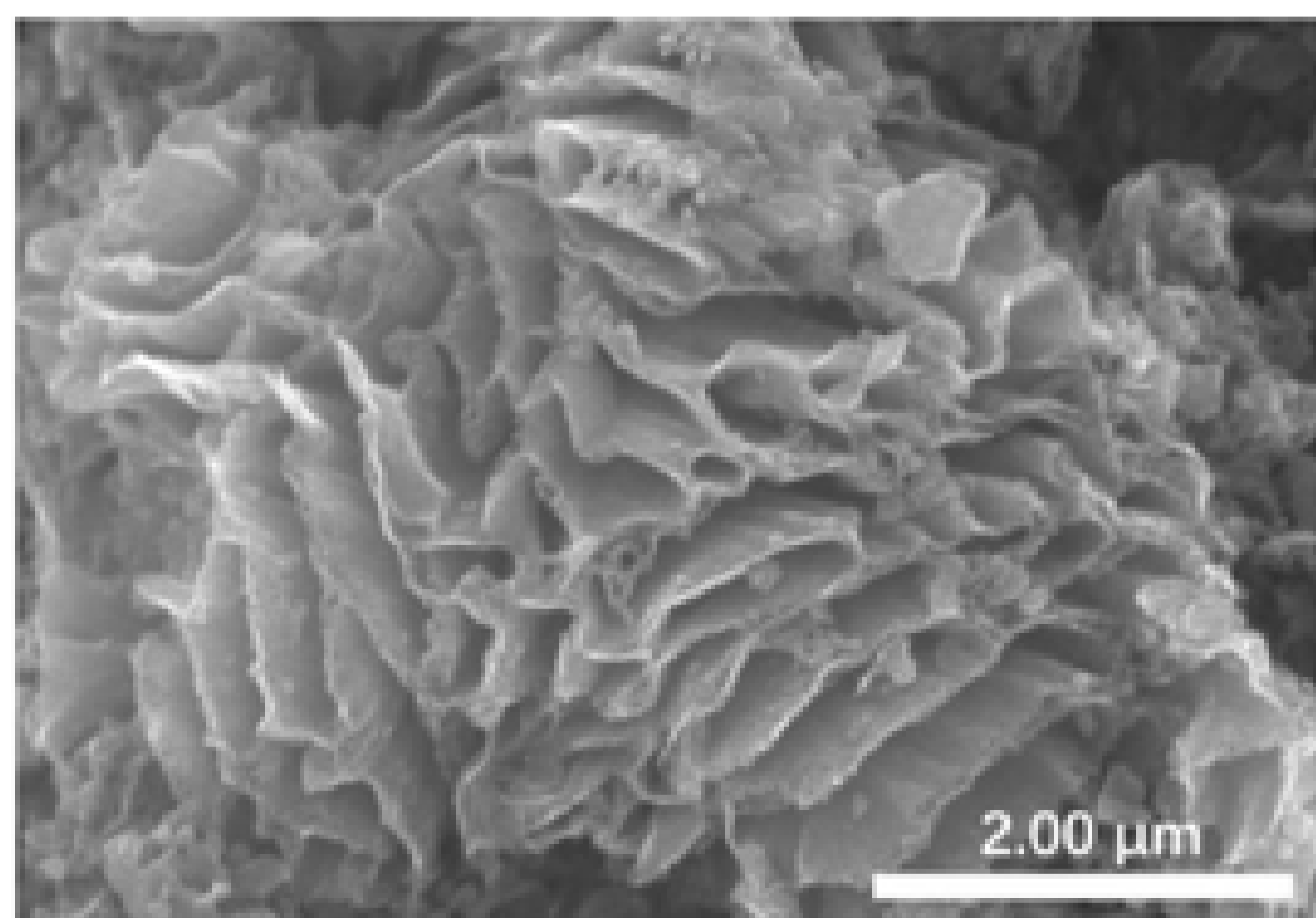


图 16 嵌入碳纳米墙的金属钠SEM照片

资料来源：MTU 中科战略整理

微型、低成本固体激光雷达传感器研究获得突破

Velodyne LiDAR公司宣布取得了固体激光雷达传感器的重大设计突破，能够将大批量生产的固体激光雷达成本降到50美元以下。

Velodyne LiDAR公司在他们的激光雷达系统中用了一款单片GaN集成电路，该集成电路由Velodyne LiDAR公司与其合作伙伴Efficient Power Conversion公司合作开发，尺寸小于4 mm²。这项新设计更好的实现了组件整合，GaN技术则带来了更高的性能、更高的成像分辨率，同时还提高了关键功能的集成度，最终降低了基于LiDAR传感器的系统解决方案的整体成本。

Velodyne LiDAR公司的这项技术真正打开了固体激光雷达（LiDAR）传感器微型化的大门，并将影响多个产业的LiDAR传感器发展和应用，包括自动驾驶汽车、拼车服务、3D地图以及无人机等。利用这项新设计，LiDAR传感器的成本将大幅降低，尺寸也能变得更小因而更易于集成，内部运动部件的减少也提高了LiDAR的可靠性。该项技术也可以集成应用于Velodyne LiDAR公司现有的Puck（超级传感冰球）传感器。

目前，Velodyne LiDAR的新设计正处于测试阶段，并将集成进入未来的产品中，他们将很快拥有一系列集成电路产品组合，用于满足多种LiDAR传感器

的功能要求，为新一代可靠、微型且低成本的LiDAR产品铺平了道路。预计应用该技术的新产品将在2017年发布。



图 17 Velodyne LiDAR激光雷达产品

资料来源：Spacedaily 中科战略整理

超软LCD曲面半径可达3mm

日本东北大学（Tohoku University）的研究人员利用超薄的无机基板赋予传统LCD技术新生命，开发出一种超级柔软的液晶显示组件。利用该技术能够突破使用寿命限制，而且避免了传统OLED因封装保护不良而导致老化等情形。

由东北大学工学部教授藤挂英夫（Hideo Fujikake）和副教授石锅隆宏（Takahiro Ishinabe）为主导的研究团队，重新研究了已经发展成熟且稳定的LCD材料，并利用厚度仅几微米的塑料薄膜取代传统既厚且坚硬的玻璃基板，攻克OLED稳定性问题。

LCD材料十分便宜，即使这些软性基板的保护不佳，也不至于导致其性能退化，而且利用它们生

产大尺寸显示器的方法已经成熟。如今，制造可卷曲显示器的挑战在于当显示器弯曲时，如何避免由于两基板之间的液晶填充（LC-filled）间隙导致的不均匀形变以及影像扭曲等问题。

东北大学研究人员开发出一种超柔软的液晶组件，其方式将两个厚度约 $10\ \mu\text{m}$ 的超薄透明聚酰亚胺基板（类似包装食物的保鲜膜）结合，并以坚固的聚合物壁垫片使其保持隔离。这种以聚合物壁垫片接合的基板是经由照射扭曲液晶层而形成的，包括经由单层基底图案化超紫外光的单体组件。这也让研究人员可利用较小间距的聚合物壁来稳定超薄基板。这种超薄的聚酰亚胺薄膜是经由涂覆和剥离过程形成的，并已通过抗卷性测试，可用于开发超软性液晶组件。

实验表明，即使进行曲率半径达 3mm 的抗卷性测试，这种组件也能保持均匀度，并且不会破坏间隔层。他们认为，大尺寸的高解析可卷曲显示器的制造可实现较OLED更高的良品率，并可在这些薄膜顶层形成透明电极与彩色滤光片等精细的像素结构。



图 18 超软LCD曲面

资料来源：Eettaiwan 中科战略整理

企业动向： 世界最大雷达制造商与美军合作研发全新激光武器

世界最大的雷达制造商诺斯洛普格鲁门公司正与美国军方合作，为下一代超音速战斗机研发全新的激光武器，具有极强的威力。

世界最大的雷达制造商诺斯洛普格鲁门公司正与美国军方合作，为下一代超音速战斗机研发全新的激光武器，具有极强的威力。这套武器系统被称为定向能系统，主要用于战斗机的自我保护，并且会被安装在一个特殊的装置内。这套系统有望在2019年搭载于美军超音速战斗机，进入测试阶段。

定向能武器，又叫束能武器，是利用激光束、粒子束、微波束、等离子束、声波束的能量，产生高温、电离、辐射、声波等综合效应，采取束的形式摧毁或损伤目标的一种武器。这种武器的特点是，首先，束能传播速度可接近光速，一旦发射即可命中，无需等待时间；其次，能量集中，如高能激光束的输出功率可达到百万瓦，击中目标后使其烧毁或熔化。

与相应动能武器系统比较，定向能武器具有较高的费效比，预计每次发射成本较低，只有1美元到20美元。倘若有新型电力驱动系统可以现场充电，其弹药量更可以得到大幅度扩充，提升武器平台生存能力。

定向能武器系统可以集成到各种空基、陆基、海基和潜在天基平台，作战灵活性极强。虽然某些类型的定向能武器需要有利的天气条件，但是大多数定向能武器能够在各种气候条件下运行。在某些情况下，定向能武器还能作为监视、导航与通信设备。

资料来源：Ofweek激光网

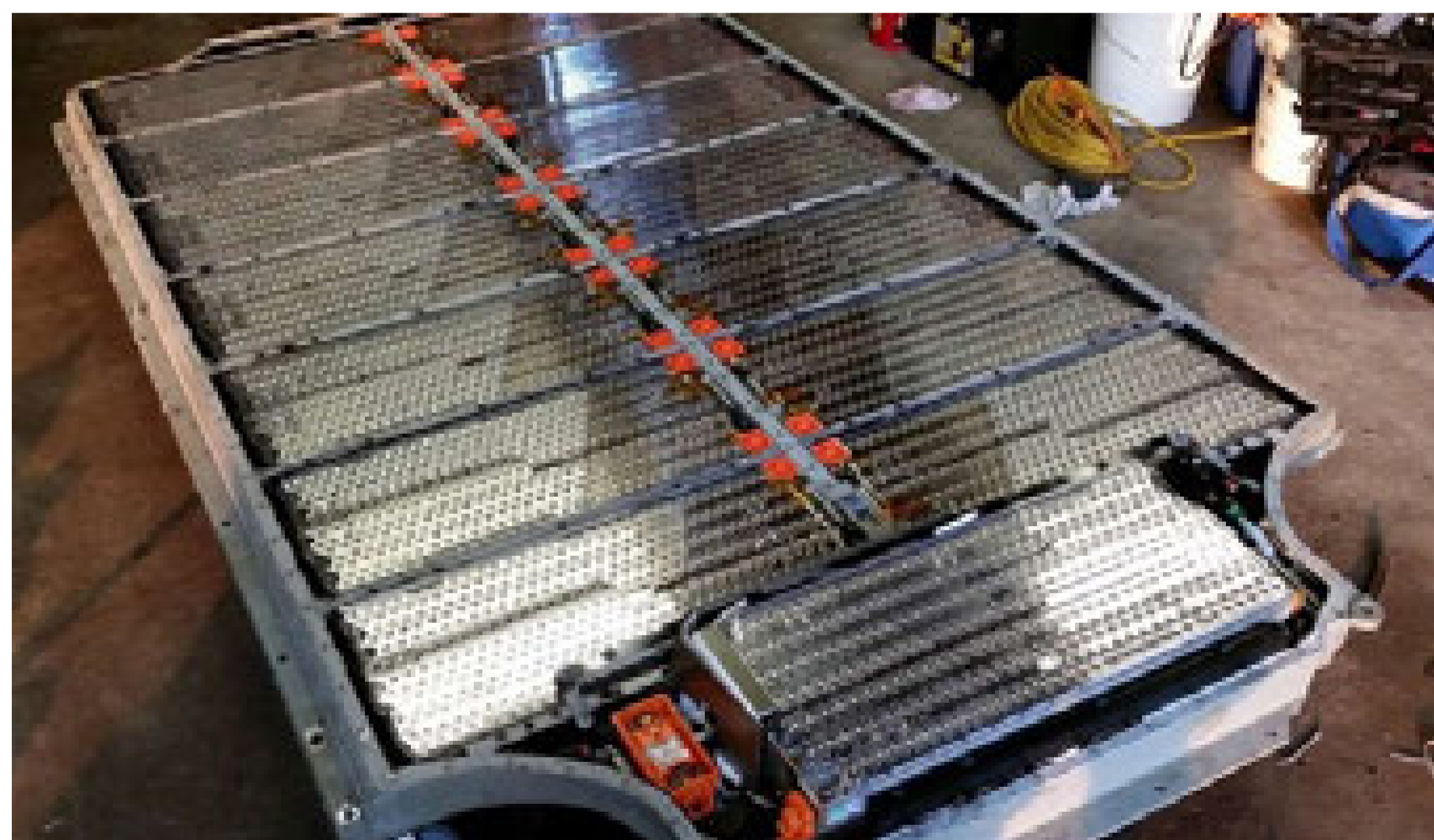


松下投资2.6亿美元联手特斯拉扩展太阳能电池业务

作为特斯拉锂离子电池的主要供应商，松下集团在2014年曾对特斯拉超级电池工厂的设备、机械以及其他制造工具进行了投资。如今，两家公司又开启了新的合作。



双方表示将从2017年夏季起在纽约州的布法罗 (Buffalo) 工厂中合作生产光伏组件，计划在2019年将产能提升到一千兆瓦。特斯拉表示将在布法罗创造超过1400个就业岗位，其中包括超过500个制造岗位。而松下集团将在布法罗工厂投资300亿日元 (约2.6亿美元)。此外，特斯拉将获得来自松下集团的长期采购承诺。



这项计划是2016年10月份两家公司宣布的太阳能电池合作计划的一部分。当时双方达成一项共同完善SolarCity制造工厂的协议。根据此协议，特斯拉将在布法罗市的新SolarCity工厂生产太阳能电池板。这只是一项非约束性的协议，其结果最终取决于特斯拉股东是否通过收购SolarCity的提案。

就在上个月，特斯拉宣布已经完成了对SolarCity太阳能公司的收购，这为特斯拉整合SolarCity太阳能电池板业务奠定了坚实的基础。

资料来源：路透社



TriLumina将在CES2017上展示256像素3D固态激光雷达和高级驾驶辅助系统

面向激光雷达 (LiDAR) 的高功率、脉冲调制、固态和低成本照明模块的领先开发商TriLumina Corp将在2017美国消费电子展 (CES2017) 上展示一款新的256像素3D激光雷达解决方案。这款高像素3D激光雷达是汽车传感器领域的真正突破性产品。该固体激光雷达解决方案由TriLumina的照明模块驱动，将为新一代高级驾驶辅助系统 (ADAS) 和自动驾驶汽车提供支持。该激光雷达平台是由TriLumina与LeddarTech合作打造，通过为面向大众市场的ADAS应用提供原始设备制造商所要求的可靠、高性能和低成本系统，加快其广泛部署的进度。

TriLumina支持的3D汽车激光雷达装置也将在2017消费电子展拉斯维加斯会展中心的瑞萨高级和自动驾驶赛道体验展馆中展示。

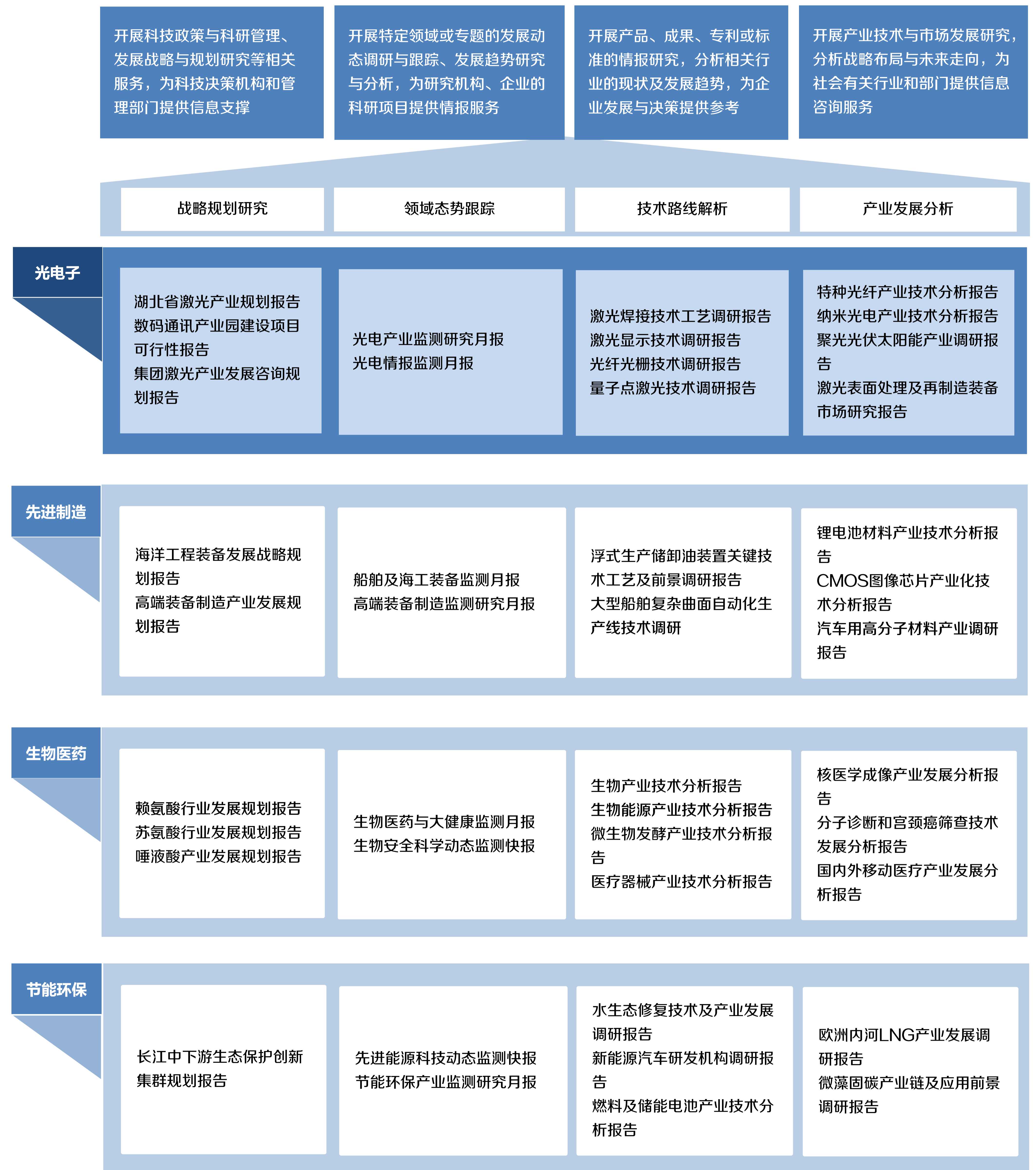
TriLumina功能强大的新款照明模块可加快面向任何汽车平台的广泛应用，开发低成本激光雷达传感器系统。TriLumina的照明模块可取代目前应用于自动驾驶汽车示范项目的大尺寸、高成本扫描激光雷达，将高清和远距离传感器功能整合进小尺寸、稳定且具成本效益的包装中，进而实现半自动和自动驾驶汽车的成功商业部署。

中科战略产业技术分析中心简介

中科战略产业技术分析中心（简称“中科战略”）作为中国科学院下属战略情报与竞争情报信息服务中心，依托中国科学院武汉文献情报中心和中国科学院湖北产业创新与育成中心建设，主要为政府决策部门、产业规划与管理部 门、大学与科研院所，以及中外企业提供政策、法规、产业、市场、技术、投资等监测信息及产业技术分析、市场与投资分析、战略决策报告、区域园区规划调研等服务。中心合作伙伴包括政府统计部门、政府主管部门、各类研发机构，以及中国科学院一流的专家智力网络。中心坚持专业、客观、诚信的服务理念为用户创造价值，多篇报告被中办国办采用和得到国家领导人批示，众多产业研究报告被国内证券公司、PE、VC 机构、会计师事务所等采用。

免责声明

- ◆本报告版权为中科战略产业技术分析中心所有；
- ◆本报告所提供内容仅供用户内部参考，未经中科战略产业技术分析中心事先书面同意，不允许将报告用作他途。如因此引起第三方争议，将由用户单独承担；
- ◆凡有侵权行为的个人、法人或其它组织，必须立即停止侵权并对其因侵权造成的一切后果承担全部责任和相应赔偿。否则中科战略产业技术分析中心保留追究其法律责任和经济赔偿的权利。





主办单位：东湖新技术开发区企业服务局

中国科学院武汉文献情报中心

出版单位：中科战略产业技术分析中心

ADD: 武汉市高新大道 666 号光谷生物城 B7 栋
地址

PUB: 中科战略产业技术分析中心
出版

GE: 冯立
主编

GE: 陈春明 林铭 江洪
副主编

RE: 叶茂
责编

EDITOR: 曹晨 章日辉 胡思思
编辑