

城市创新发展演化的理论与实践

——世界新技术革命与上海未来 30 年创新驱动发展

孙福全 龙开元 等 / 著

中国农业科学技术出版社

城市创新发展演化的理论与实践

——世界新技术革命与上海未来 30 年创新驱动发展

孙福全 龙开元 等 / 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市创新发展演化的理论与实践:世界新技术革命与上海未来30年创新驱动发展 / 孙福全, 龙开元等著. —北京:中国农业科学技术出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-5116-3758-1

I. ①城… II. ①孙… ②龙… III. ①新技术革命-影响-城市经济-经济发展-研究-上海 IV. ①F299.277.51

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第141038号

责任编辑 王更新
责任校对 贾海霞

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街12号 邮编:100081
电 话 (010)82106639(编辑室) (010)82109702(发行部)
(010)82109709(读者服务部)
传 真 (010)82106631
网 址 <http://www.castp.cn>
经销者 各地新华书店
印刷者 北京富泰印刷有限责任公司
开 本 710mm×1 000mm 1/16
印 张 15
字 数 254千字
版 次 2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷
定 价 88.00元



指导咨询组

王 元 刘秉廉 邹晓东 魏 江

课题研究组

孙福全	龙开元	袁立科	周 密	王 凯
刘辉锋	王书华	王 革	韦东远	许 晔
刘建辉	谢 飞	韩秋明	张 华	戴特奇
董天棋	刘正兵	姚 威	吴 伟	李肖婧
李 晨	韩 旭	庞瑞芝	王家庭	李兰冰
刘维林	肖建华	陆 岚	孟繁强	盛玉雪

目 录

第一篇 课题研究总报告

第一章 世界新技术革命对上海创新驱动发展的影响研究	(3)
一、世界新技术革命的趋势及其对产业变革的影响	(3)
(一) 世界新技术革命的趋势	(3)
(二) 世界新技术革命对产业变革的影响	(7)
(三) 产业变革对国际分工格局和竞争态势的影响	(11)
二、世界新技术革命对中国科技创新的影响及中国科技创新 地位的变化	(12)
(一) 世界新技术革命对中国科技创新的影响	(12)
(二) 中国的科技创新地位	(15)
三、世界新技术革命对上海创新发展的影响	(20)
四、上海建设全球有影响力的科技创新中心面临的挑战和 对策	(28)
(一) 上海科技创新环境现状	(28)
(二) 上海科技创新发展的趋势和面临的挑战	(33)
(三) 对策建议	(37)
主要参考文献(略)	(38)

第二篇 课题研究专题报告

第二章 世界新技术革命的趋势及其对产业变革的影响研究	(41)
一、全球经济社会发展变化带来新的挑战	(41)
(一) 全球环境恶化、资源制约、能源结构调整造成发展 约束	(41)
(二) 人口总量不断攀升, 老龄化加剧, 健康长寿、 人体再生等成为人类突出生理需求	(43)

(三) 全球化进程受到制约, 经济重心出现转移, 消费结构发生变化	(45)
(四) 社会制度演变进化, 文化“趋同”与“小众”并存, 社交网络无处不在	(49)
二、未来新技术革命的趋势分析	(51)
(一) 近三次新技术革命的发展规律	(51)
(二) 新技术革命发展的特征	(54)
(三) 未来科技的发展趋势	(57)
(四) 新技术发展的衍化机制	(62)
三、新技术革命对产业变革的影响	(68)
(一) 信息、智能制造、新能源、生物领域不断突破和相互融合, 成为产业变革的最重要的技术方向	(69)
(二) 产业变革推动国际分工格局和竞争态势深度调整	(76)
主要参考文献	(83)
第三章 中国科技创新的发展趋势研究	(87)
一、世界新科技革命对中国科技创新的影响	(88)
(一) 世界新科技革命对中国科学发展和技术创新的影响	(88)
(二) 世界新科技革命对中国的机遇和挑战	(97)
二、面向 2050 年的中国科技创新地位	(104)
(一) 情景分析方法的步骤与实施过程	(104)
(二) 情景分析的驱动因素与情景勾画	(106)
(三) 四种情景描述	(109)
三、中国科技创新的特征和趋势	(111)
(一) 中国科技创新的基本特征	(111)
(二) 新兴技术和产业领域科技创新的趋势	(117)
主要参考文献	(134)
第四章 世界新技术革命与中国科技创新趋势对上海的影响	
研究	(136)
一、科技创新的未来愿景: 全球科技创新中心	(136)
二、经济体系的未来愿景: 智力创造财富中心	(139)
三、城市建设的未来愿景: 绿色智能城市	(146)
四、社会发展的未来愿景	(152)

主要参考文献	(155)
第五章 未来 30 年科技创新对上海市社会发展的影响研究	(158)
一、上海市未来科技创新环境与社会发展	(159)
(一) 上海市科技创新环境现状分析	(159)
(二) 上海市科技创新发展的目标及现有发展模式	(164)
(三) 上海市科技创新的特征及面临的挑战	(166)
(四) 未来科技创新与上海市社会发展	(170)
二、未来科技创新对上海高等教育的影响与要求	(183)
(一) 上海高等教育发展的基本情况	(183)
(二) 科技创新与社会发展对上海高等教育产生的影响与 要求	(186)
三、未来科技创新对上海人才发展的影响	(198)
(一) 上海市人才发展现状与基本目标	(199)
(二) 上海市人才政策体系与基本目标	(202)
(三) 上海市未来人才发展趋势	(207)
四、未来科技创新环境下上海高等教育和人才发展战略	(213)
(一) 上海市高等教育发展战略	(213)
(二) 上海市人才发展战略	(226)
主要参考文献 (略)	(230)

第一篇 课题研究总报告

第一章 世界新技术革命对上海创新驱动发展的影响研究*

一、世界新技术革命的趋势及其对产业变革的影响

(一) 世界新技术革命的趋势

世界新技术革命呈现出十大发展趋势,即融合化、团聚化、加速化、数字化、智能化、个性化、绿色化、定制化、平台化、开放化。其中,融合化、团聚化、加速化是新技术革命的总体特征和趋势;数字化、智能化、个性化和绿色化是新技术革命下技术演进的主要方向;定制化、平台化、开放化是新技术革命下技术创新范式转变的明显趋势。

1. 融合化

(1) 科技融合。随着新一轮技术革命和产业变革的到来,科学与技术、各个学科、各类技术交叉融合更加紧密。交叉学科占全部研究领域的比例接近 1/3,信息、生物、新能源和新材料等各类技术相互交替、相互促进。基础研究与应用研究到产业化的界限日益模糊,人类基因组、超导、纳米等许多尚处于实验室阶段的技术已申请专利并很快应用于市场。

(2) 科技创新与金融创新和商业模式创新融合。许多重大科技创新和产业兴起与金融创新密不可分,汽车、石油的规模化离不开资本市场国际化,信息通信技术的兴起得益于天使投资、创业投资的支持。当前,创业投资、担保投资、企业股权交易与并购、多层次资本市场等金融手段不断完善,众筹、小额贷款等民间金融工具层出不穷,不断催生新兴技术公司。商业模式与技术创新紧密结合,电子商务、电子金融、第三方支付平台、能源合同管理等正推动相关领域商业模式的变革。苹果公司以基于技

* 本章为本课题研究的总报告,部分内容和观点来自课题专题报告的浓缩和提炼

术的商业模式创新超越微软、诺基亚成为科技业霸主；亚马逊通过构建B2C为核心的商业模式从一家网络书店发展成世界级公司；小米科技将手机与移动互联网结合，仅用2年时间就实现750万部销量，销售总额超过20亿美元。未来伟大的公司必将在科技创新与金融和商业模式创新的融合中产生。

(3) 科技与经济社会的融合。除了科技融合、科技与金融和商业模式创新之外，更重要的是科技和经济社会的融合，不同行业的融合，不同领域的融合，甚至是整个社会体系的融合。这些都将在科技创新、市场支撑、产业培育、技术转移、成果转化等体系的构建与完善上，真正突出科技发展对经济、社会等全面发展的带动引领作用，实现科技人才的“解放”、科研机构能量的“释放”、科技设施的“开放”，实现科技资源要素的有效流动与开发共享，最终实现科技与整个社会体系的全方面衔接与融合。

2. 团聚化

关于新一轮科技革命发生在哪些领域、发生在何时目前存在较大争论，前景也存在较大的不确定性。当前的主要讨论认为，新一轮科技革命以“拜姆”（BIME，即Biology、Information、Materials和Energy 4个词首字母合成的谐音）为核心内容，四大领域相互交融，可能在3种方向上出现大变革与大发展：第一种判断认为，未来20~30年全球可能会进入新能源技术、纳米技术以及新材料技术的革命时代；第二种判断认为，新一轮科技革命是新生物与医药领域的革命；第三种判断认为，未来科技革命将在3D打印技术、数字技术以及信息技术的融合上爆发。但无论在每一方向上推进，新科技革命将呈团聚式爆发和群体跃进的态势，为经济注入新的动力，成为潜在的经济增长点。

3. 加速化

科技全球化广度和深度不断拓展，推动技术、知识、信息、资本、人才等创新资源在全球范围加速配置。国际合作不断向深层次发展，国际期刊上发表的国际合作论文越来越多，PCT专利国际合作的比例逐年增加，研发的全球组织方式不断丰富，区域化、集群化、虚拟化等创新模式日益受到重视，合同研发外包不断发展。企业主导的产学研融合不断深化，新的跨国技术联盟数量在近十年翻了一番。科技成果的国际转移不断加速，以专利购买和技术许可为主要形式的国际技术贸易规模日益扩大。在未来，新的科技革命终将对2050年前的全球产业结构、生产工具、劳动者

素质等生产力要素和人们的生产方式、生活方式、思想观念发生新的革命性变化，也将推动创新资源在更宽范围、更广区域、更远距离的流动与共享。

4. 数字化

当今时代是信息化时代，而信息化时代的核心技术是数字化技术。数字化的影响力不仅仅在于将复杂多变的社会各类信息转变为可以度量的数字、数据，并建立起适当的数字化模型，而且还更多地在于数字化对其他领域技术的渗透。在数字化制造方面，数字化、虚拟化产品设计和制造可以大大提高产品开发效率，网络技术可以使企业建立动态联盟，实现异地设计和制造，在最接近用户的生产基地制造成产品。在数字化医疗方面，医疗诊断借助数字化医疗系统能实现远程会诊所需要的病人综合数据调用，共享医疗仪器和高水平专家，使地处偏远的患者也能得到高质量的医疗服务。用户可以通过移动终端方便、简单地将用户数据同医院数据相结连，同医院诊疗方式相结合；利用随身携带的数字化设备让远程医疗与个人健康监测相连，更好地为用户实现个人健康管理。

5. 智能化

随着新一代信息技术环境的演化，智能通信网、智能信息系统、自然语言交互系统、云计算、物联网等都为社会各个领域提供了智能技术支撑。智能技术及其应用已经成为行业创新的重要生长点，其广泛的应用前景日趋明显。智能机器人、智能制造、智能化电器、智慧城市等，对人类生活的方方面面产生了重要的影响。智能制造根据客户个性化需求和情境感知，在人机物共同决策下作出智能响应，在制造全生命周期过程中为客户提供定制化的、按需使用的、主动的、透明的、可信的制造服务。智慧城市可以最大限度地开发、整合、融合、共享和利用各类城市信息资源，为居民、企业和社会提供及时、互动、高效的信息服务，实现城市规划设计科学化、基础设施智能化、运行管理精细化、公共服务普惠化和产业发展现代化。

6. 个性化

托夫勒曾在其经典著作《第三次浪潮中》写到，在未来“不会再有大规模生产，不会再有大众消费、不会再有大众娱乐，取而代之的将是具体到每个人的个性化生产、创造和消费。”到2050年，个性化制造、个性化需求和个性情境感知将深深影响着全世界产业经济的走向。个性化制造

是顾客根据个性化需求和情境感知设计、改进出来的产品原型进行生产的，此类产品不仅具有该类产品的共性，同时具有其他产品没有的功能与特性，因明显的优势而领先、超前于竞争对手，实现对消费者颇具时代性的人文关怀。到 2050 年，具有高信息量的消费者将不再把消费视为一种对商品或劳务的纯耗费活动，也不再安于被动地接受生产经营者单方面的诱导，从生产厂商设计提供的有限种类、式样中选购商品，也不再满足于只是给生产方提提建议，促使改进商品造型和功能，而是要求作为参与者，与生产方一起按照消费者新的生活意识和消费需求，开发能与他们产生共鸣的个性化商品。

7. 绿色化

当前全球面临能源紧缺和迅速加大的环境压力，开展高效、洁净、环保、低能耗能源的绿色制造及相关联的重大核心技术开发，以及风能、太阳能、生物质能等可再生能源的开发存储是 2050 年之前的重要趋势。绿色制造，是一种综合考虑环境影响和资源效率的现代制造模式，其目标是使产品在从设计、制造、包装、运输、使用到报废处理的整个产品生命周期中，对环境负面的影响极小，资源利用率极高，并使企业经济效益和社会效益协调优化。绿色能源将是 2050 年重要的能源结构组成部分，风能、太阳能、生物质能等可再生能源的增长率将会持续增高，新型能源系统是能源变革的重要内容。风能和太阳能被认为是未来的主要能源。建立以电为中心、与智能电网全面融合、能源生产以集中与分布式并重、合理高效终端用能的现代新型能源体系已成为工业发达国家的战略方向。

8. 定制化

定制化是根据消费者个性化需求进行“量身定做”的制造和创新范式，它带给消费者美好的生活体验和美好的回忆。计算机及信息技术的广泛应用使得定制化生产和消费成为可能，收入水平的提高使得人们能够承受较高的定制化价格满足个性化需求。预计到 2050 年，规模化生产的规模经济效应将大大削弱，定制化将成为主要的生产和消费方式。服装、汽车、家电等几乎所有消费品产业都会采取定制化方式。

9. 平台化

目前，美国、日本等经济发达国家正以年增 35% 的速度组建跨行

业、跨地区的虚拟企业并进行网络平台化制造。建立和实现基于网络的平台式制造模式，是对传统制造模式的扬弃与创新。网络化制造平台是一种由多种、异构、分布式的制造资源，以一定互联方式，利用计算机网络组成的、开放式的、多平台的、相互协作的、能及时灵活地响应客户需求变化的制造系统，是一种面向群体协同工作并支持开放集成性的制造技术。到 2050 年，行业制造平台将现有的各种在地理位置上或逻辑上分布的异构制造系统/企业，通过其 Agent 连接到计算机网络中去，以提高各个制造系统/企业间的信息交流与合作能力，进而实现制造资源的共享，为寻求市场机遇，及时、快速地响应和适应市场需求变化，赢得竞争优势，求得生存与发展奠定了坚实的基础，从而也为真正实现制造企业研究与开发、生产、营销、组织管理及服务的全球化开辟了道路。

10. 开放化

随着信息技术和大数据的广泛深入应用，开放式创新将成为科技创新的主要范式。开放式创新意味着每个人可以在不同时间、不同地点参与到创新过程中，外包、众包式创新越来越普遍；在创新链上不同主体之间的分工合作更加紧密，复杂产品的创新由分布在全球的研发机构和生产者合作完成会成为一种常态。到 2050 年，创新资源在全球范围内的流动和配置几乎不再受到阻碍，知识、技术、信息、人才、基础设施、科研仪器等创新要素普遍实现开放共享，构筑起开放式的创新网络体系。

（二）世界新技术革命对产业变革的影响

1. 新一代信息技术深度应用成为催生产业变革的重要引擎

信息技术飞速发展，数字通信、计算机技术分别成为全球专利申请增幅最快和申请最多的领域，全球信息产业近 30 年来年均增速是同期 GDP 的 2 倍以上。综合信息网络向宽带、融合、泛在方向加速演进，新一代信息技术正在催生新的增长点。大数据快速增长，未来 10 年全球大数据将增加 50 倍，市场规模有望达到千亿元量级。新一代信息技术与制造、能源、交通、农业等技术结合，将带动智能电网、智慧城市、智能制造、智能交通、智慧农业、电子政务、电子商务的迅速增长。

专栏 1 云计算

云计算不仅是一种新型的信息技术，而且伴随着技术的深入应用还会催生出巨大的产业。未来几十年世界范围内将形成云计算产业联盟，这将增强云计算的服务能力和应用竞争力。云计算产业的建设策略和重点是推动产业创新的生态系统发展为指导思想，以开放模式吸引企业进行云计算产业创新实践，建立产品创新中心、技术交流中心、应用示范中心、服务运营中心，聚集产业链各个环节的核心企业，形成技术、产业、应用一体化发展的产业格局，吸引一批全世界领先的云计算企业聚集，推广一批高标准、高性能、高可用、低成本的云服务和云应用。

2. 新材料技术促进基础材料产业向功能化、绿色化发展

新材料技术为新技术变革提供了强大的支撑。未来新材料的发展主要集中在复合材料、功能材料、纳米材料、智能材料、环保材料、储能材料等几个方面。功能材料含稀土永磁功能材料、先进超导材料、生物医用材料、高性能膜材料、电子元件、电池材料等，其作为各类功能转换的物质基础，种类繁多，是未来支撑高新技术发展、促进传统产业结构调整、治理环境污染、提高人类健康水平不可或缺的重要材料。智能材料在未来的大规模应用中，将凭借其传感功能、反馈功能、信息识别与积累功能、响应功能、自诊断功能、自修复功能和自适应功能等若干核心功能引领未来 40 年材料科学发展的重大革命。环保材料的市场需求迅速增加，众多的材料开发在替代铅、钼、铬等有害物质、减少各类废弃物排放、废弃材料的再资源化，以及利用自然能等方面取得了重要进展。

3. 现代制造技术推进全球制造向智能化、服务化、绿色化发展

信息技术和新材料、新能源等技术在制造业的应用深度和广度不断拓展，有效推动全球制造方式变革。机器人、无人化工厂等成为推动高端智能制造发展的重要力量，3D 打印等数字化技术的应用不仅使产品功能极大丰富，而且使大规模定制和个性化量产成为可能。碳纤维、纳米材料等新型材料的广泛应用将极大降低产品制造成本，提升产品质量。制造与服务日趋融合，制造者不单提供产品，更重要的是提供与产品配套的完整服务系统。

专栏 2 现代制造技术推进医疗产业发展

现代制造技术与生物工程的结合已成功应用于人体器官的再制造。不同患者病损的组织和器官各不一样，而同类器官的大小和形状也不尽相同。而通过 3D 打印技术，科学家们只需结合自身以及国外同行的经验，利用需要更换器官者自身的人体细胞进行“人体零件”的生产。现在发达国家的科学家已将部分人体器官制造出来。到 2050 年，随着这项技术的深入，其他的人体器官生产问题也将迎刃而解。届时将有特种机器人昼夜培植人类细胞作为原材料，用以制造所有必要的人体器官——从移植烧伤的皮肤到生命重要器官，从而带动医疗产业实现质的飞跃。

4. 新能源技术将引发能源为基础的产业体系变革

以化石能源为主的能源结构面临巨大挑战，发展基于新能源与可再生能源技术，构建高效、经济、清洁且符合绿色经济要求的能源供应体系成为全球共识。以传统能源清洁利用为核心的新能源技术将形成清洁能源为基础的产业形态，促进二氧化碳减排，可再生能源利用和能效提升。风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等可再生能源开发存储以及智能电网等快速发展。但单从数量上来看，煤炭、石油和天然气等化石能源仍将占主导。在“爵士乐”路径中，化石能源在能源供应中的比例将高达 77%，而在“交响乐”路径中，化石能源的比例为 59%。可以看出，对于能源的消费主要还是集中在化石领域。

5. 生物技术推动健康、农业、资源环境等领域的可持续发展

生物技术不断取得重大突破，在接近人类健康、资源、环境等重大问题方面发挥着日益重要的作用。疫苗、疾病诊断技术、干细胞技术、组织工程技术不断取得新的突破，全球上市创新药物中有 20% 属于生物技术药物，超过 80% 的新药利用生物技术。分子育种、转基因育种与细胞工程相结合，将推动高效、优质农业新品种迅速发展，有效解决粮食安全、食品安全问题。生物原料将替代部分化石原料成为化工的重要原料，生物催化部分替代化学催化，大幅度减少对化石原料的依赖，减少废水、废物、废弃排放。生物技术在治理环境污染、改善生态环境方面发挥巨大作用，成为生态恢复的重要支撑。

按照能源类型分的一次能源供给总量

单位：10 焦耳/年

	2010	爵士乐				交响乐			
		2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
煤炭	148	181	200	224	223	146	125	101	106
石油	172	193	225	231	216	177	185	170	141
天然气	114	151	189	216	234	141	160	170	166
核能	30	36	37	37	37	40	52	66	79
生物质能	66	60	59	71	97	62	66	79	111
水能	13	14	16	19	21	16	19	24	28
可再生能源	2	7	14	28	51	10	23	45	65
总计	545	642	740	826	879	592	630	655	696

数据来源：WEC

图 1-1 世界能源远景：2050 年的能源构想^①

专栏 3 干细胞研究

干细胞研究是近年来生物医学领域的热门方向之一，干细胞产业具有巨大的社会效益和市场前景，受到世界各国的高度重视。美国、欧盟、日本、韩国和中国在干细胞领域投入重金支持基础和临床研究，大力推动干细胞产业化发展。预计到 2050 年，干细胞产业的社会效益将完全呈现出来，届时干细胞年全球市场规模可达 8 000 亿美元。

经过建国以来的长期积累，我国已形成比较完整的科技研发体系，科技实力不断增强。根据国家科技部 2013 年启动的国家技术预测工作调查表明，在参与调查的 1 346 项技术中，有 219 项技术已达到国际领先水平。一些领域已开始跻身世界前列，某些领域正由“跟跑”变为“并跑”，甚至是“领跑”。信息领域中超级计算机迈入国际领先行列，居世界最高性能系统的首位，将有效支撑高性能计算科研与产业链的发展，促进新型信息基础设施的进步；制造领域中云制造在关键技术、支撑平台及应用技术方面，在世界上处于领先地位，在云计算提供的 IaaS（基础设施即服务）、PaaS（平台即服务）、SaaS（软件即服务）基础上的延伸和发展将

^① http://news.xinhuanet.com/energy/2013-11/02/c_125623151.htm.