

2019年世界知识产权报告

# 创新版图： 地区热点，全球网络



2019年世界知识产权报告

# 创新版图： 地区热点，全球网络

除特别说明外，本出版物由署名 3.0 政府间组织许可。

允许使用者对本出版物进行复制、发行、改编、翻译和公开表演，包括用于商业目的，无需经明确许可，条件是使用这些内容须注明来源为产权组织，并在对原始内容作出修改时明确注明。

建议著录格式：产权组织 (2019 年)。2019 年世界知识产权报告：创新版图：地区热点，全球网络。日内瓦：世界知识产权组织。

改编 / 翻译 / 演绎不应带有任何官方标记或标志，除非已经产权组织同意和确认。请通过产权组织网站联系我们，以获得许可。

对于任何演绎作品，请增加以下声明：“对于原始内容的转换或翻译，产权组织秘书处不承担任何责任。”

如果产权组织发表的图片、图形、商标或标识等内容为第三方所有，则此类内容的使用者须自行征得权利人许可。

查看此许可的副本，请访问：  
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/>

本出版物中所用的名称及材料的呈现方式，不意味着产权组织对于任何国家、领土或地区或其当局的法律地位或对于其边界或边界线的划分，表示任何意见。

本出版物不反映成员国或产权组织秘书处的观点。

提及具体公司或具体厂商的产品，不意味着产权组织认可或推荐该公司或产品，认为其优于未被提及的其他类似性质的公司或产品。

© WIPO, 2019年

世界知识产权组织  
34, chemin des Colombettes, P.O. Box 18  
CH-1211 Geneva 20, Switzerland (瑞士)

ISBN: 978-92-805-3099-5



署名3.0政府间组织  
(CC BY 3.0 IGO)

瑞士印刷

# 目录

前言	4	第一章	
鸣谢	7	不断变化的全球创新版图	15
执行摘要	8	1.1 创新集中在热点城市	16
技术注释	109	1.2 网络和全球创新扩散	19
缩略语	114	1.3 结论	22
		第二章	
		全球创新热点网络	27
		2.1 全球知识产出的两个侧面	28
		2.2 全球协作和采购网络	35
		2.3 本地创新和全球创新中心网络	37
		2.4 结论	44
		第三章	
		汽车和科技公司——无人驾驶车辆的驱动力	55
		3.1 定义	56
		3.2 汽车工业的技术演变	56
		3.3 技术转移	59
		3.4 无人驾驶车辆领域的竞争与合作	59
		3.5 无人驾驶车辆技术的地理版图	61
		3.6 无人驾驶车辆创新, 国家和城市	61
		3.7 无人驾驶车辆技术是否正在改变 汽车行业创新的版图?	67
		3.8 无人驾驶车辆的潜在积极和消极影响	68
		第四章	
		植物生物技术——将城市创新与农村应用联系起来	77
		4.1 植物生物技术日益重要	78
		4.2 植物生物技术的创新格局	83
		4.3 植物生物技术的创新网络	87
		4.4 植物生物技术的未来	90
		第五章	
		政策视角: 开放的理由	101
		5.1 开放经济学	101
		5.2 在研发生产率不断下降的时代保持开放	104

## 前言

地理位置在经济活动开展中一直发挥着核心作用。城市最初是作为农产品和制成品的贸易中心而形成的，其中许多出现在贸易路线交集或商品从一种运输方式换为另一种方式的地方。随着工业革命的开始，城市成为大规模工业生产的中心。而随着工业化的推进，一些城市扩张成为大城市，而另一些城市则规模缩小。



## 本报告提供的证据着重强调全球范围内的创新如何相互交织在一起。

21 世纪，创新推动经济发展，在这一过程中，城市继续发挥着举足轻重的作用。然而，决定经济活动版图的推动力已经改变。企业希望进军热点城市，这是因为那里汇集着技能卓越和才华横溢的人才。高薪和回报颇丰的工作以及城市生活的喧闹反过来又吸引更多技能突出的人才来到这些热点城市。创新还高度依赖人们之间的思想交流。这种交流通常就发生在人们的生活和工作身边。

然而，21 世纪的经济版图还表现在另一个重要方面。技术促进了新的合作和知识共享方式，将相距遥远的技能人才联系在一起。因此，呈现了一种新的全球创新前景，全球卓越中心在地理上高度集中，汇集成了一个全球网络，向多个方向传播知识。

不断发展演变的创新版图至关重要。世界各国政府努力推动有利于创新的政策环境。而要做到这一点需要了解创新生态系统的本地发展动态。例如，政府资助的研究侧重哪里才能以最佳方式增强新的技术能力？智慧城市规划如何激励知识共享和合作机会？从更广泛的意义上讲，各经济体中创新活动的发展日益影响区域收入分配。而了解这一趋势背后的驱动力有助于做出更好的对策。

通过跟踪过去几十年创新者在数以百万计的专利和科学出版物档案中留下的地理足迹，我们的《2019 年世界知识产权报告》从实证视角介绍了全球创新版图。产权组织的全球创新指数已经采用这种大数据方法来确定世界上最大的科技集群。本报告则更进一步，利用几十年前的更多数据，分析时间趋势，并详细探索世界各地的创新者如何相互协作。报告得出的结论非常复杂，少数几个国家有限数量的全球创新热点占据了大多数创新活动。在日益庞大的团队中，协作非常普遍，对大多数国家但并非所有国家而言，协作本质上越来越具有跨国性。

除了采取这种整体经济视角之外，本报告还包括两个案例研究，详细探讨了正在快速变化的两个技术领域不断演变发展的创新版图。一个案例研究重点关注无人驾驶车辆技术。它详细介绍了创新是如何重塑汽车行业的，信息技术企业正在挑战老牌汽车制造商。这种转变正在拓宽创新前景，表现在几个以信息技术为重点的热点正在声名鹊起，它们传统上并非汽车创新中心。

另一个案例研究侧重于农业生物技术。作物生物技术领域的科学和创新活动集中在少数高收入经济体和中国，且在这些经济体中，主要集中在大都市地区。然而，相对于其他创新领域，它在地理上更加广泛，横跨非洲、拉丁美洲和亚洲的许多国家。这在一定程度上表明创新有必要适应当地情况。

本报告提供的证据着重强调全球范围内的创新如何相互交织在一起。至关重要的是，企业和研究人员跨境合作的能力主要依靠有利于开放和国际合作的政策。本报告阐述了保持政策开放和进一步加强国际合作的理由。解决日益复杂的技术问题需要越来越庞大、越来越专业化的研究团队。国际合作有助于组建这样的团队，因此，在不断推动全球技术前沿方面不可或缺。

在提供独到见解的同时，本报告中的分析也提出了一些警告。专利和科学出版物数据为创新活动提供了丰富的国际可比信息。然而，它们既没有涵盖所有这些活动，也没有充分说明创新者之间如何进行丰富多样的互动。此外，决定全球创新网络方向的推动力是多方面的，并以复杂的方式相互作用。开展进一步研究，为这些推动力提供实证指导将具有宝贵意义。

我们希望本报告有助于进一步认识到地理环境对创新活动的重要性，并在此过程中帮助完善促进创新的政策，确保广泛分享其带来的惠益。

总干事  
弗朗西斯·高锐





## 鸣谢

本报告是在弗朗西斯·高锐（总干事）总体指导和卡斯滕·芬克（首席经济学家）协调下编写完成的。本报告的编写小组由胡里奥·拉福（创新经济学负责人）、因坦·哈姆丹-利夫拉门托（经济学家）、玛丽安·泽塔布奇（经济学家）和尹德云（研究员）领导，他们均来自产权组织的经济学与统计司。

本报告借鉴了本报告委托编写的各种背景文件。具体而言，第一章系根据里卡尔多·克雷申齐（伦敦经济学院）、西蒙娜·亚马里诺（伦敦经济学院）、卡罗琳·伊洛玛什维利（伦敦经济学院）、安德列斯·罗德里格斯·波塞（伦敦经济学院）和迈克尔·斯托伯（伦敦经济学院和加州大学洛杉矶分校）编写的文献综述编写完成。

欧内斯特·米格莱斯（波尔多第一大学经济研究和应用小组）、弗朗切斯科·利索尼（波尔多第一大学和博科尼大学）、克里斯蒂安·查库阿（波尔多第一大学）、马西米利亚诺·科达-扎巴贝塔（波尔多第一大学）和詹卢卡·塔拉斯科尼提供了背景报告，并协助编写了第二章的数据。

第三章系依据克里斯廷·泽克（汽车研究中心、汽车研究中心小组）、埃里克·丹尼斯（汽车研究中心小组）、洪强（汽车研究中心小组）、黛安娜·道格拉斯（汽车研究中心小组）、Yen Chen（汽车研究中心小组）、瓦莱丽·萨特-布鲁格曼（汽车研究中心小组）和埃德温·马普尔斯（汽车研究中心小组）的背景研究编写完成。

最后，格雷戈里·格拉夫（科罗拉多州立大学）为第四章的背景报告供稿。

克里斯蒂娜·查米纳德（隆德大学）、弗雷德里克·萨克瓦尔德（Hcéres 科学和技术观察站）、马里安·费尔德曼（北卡罗来纳大学）、元橘一之（东京大学）、卢洽娜·马克斯·维埃拉（巴西圣保罗工商管理学院）、何塞·玛丽亚·达·西尔韦拉（巴西金边大学）和黄灿（浙江大学）对各章节草案和背景文件的外部审查和评论使报告编写小组获益匪浅。

廖夏·包德温、丹尼尔·贝诺列尔、沙克尔·巴蒂、莫里斯·布朗特、李·布兰施泰特、理查德·科肯、艾丽卡·达利、加埃唐·德·拉森博斯、菲利普·格罗夫库尔特、克里斯托弗·哈里森、艾琳·基萨拉、阿格诺尔·拉哈特、奥利翁·彭纳、利昂蒂诺·雷森德·塔维拉、戴维·萨皮尼奥、弗洛里安·塞利格和 Usui Yoshiaki 提供了补充意见、评论和数据。

周浩和凯尔·伯奎斯特协助整理了本报告中使用的数据。

萨米亚·多卡莫·菲格雷多、卡特琳娜·瓦莱斯·加尔梅斯和塞西尔·罗雷提供了宝贵的行政支持。

最后，感谢出版物司的编辑和设计同事领导本报告的编制工作，并感谢理查德·沃丁顿的编辑工作。产权组织图书馆在整个报告编写过程中提供了有益的研究支持，印刷厂提供了高质量的印刷服务。尽管时间紧迫，但报告仍得以如期出炉，离不开大家的辛勤努力。

**创新版图似乎自相矛盾。科学知识和创新的形成越来越全球化，但高度集中在少数几个地区热点城市。**

**新的参与者，特别是亚洲国家诞生了越来越多的科学研究和发明，这些曾经几乎是少数富裕经济体的专属领域。与此同时，科学研究和发明向更广阔的国际社会扩散，伴随而来的现象是，在国家一级，创新活动日益集中在少数人口稠密地区。这些城市地区成为充满活力的创新生态系统，例如美国旧金山以外的硅谷或成为最新热点的中国深圳-香港。**

然而，这种矛盾比实际情况更显而易见。世界上最具创新性的城市群同时也是对外开放程度最高的地方。有时，它们与国际社会的联系要远胜于其与本国腹地的联系。它们共同构成了经济学家所称的全球创新网络。技术熟练的个人和创新型企业处于这些网络的核心。高技能劳动者被吸引到创新型城市地区，因为他们希望相互交流，享受都市生活带来的便利。大城市为企业提供了一个巨大的本地市场、专业化的供应商和学术机构，使它们能够形成规模经济和范围经济。反过来，当企业和大学研究人员在很近的地方工作时，知识会更流畅地在它们之间流动，为创新引擎提供动力。

产权组织的这份报告利用数百万专利申请和科学出版物的丰富数据集分析了这种双重趋势。报告结论表明，创新要继续蓬勃发展，就需要增加开放度和支持开展合作。

### 知识创造正在向越来越多的国家扩散

在 1970 年到 2000 年的大部分时间里，仅三个国家（美利坚合众国、日本和德国）就贡献了全球所有专利活动的三分之二。将其余西欧经济体包括在内，这一比例达到了 90% 左右。但在此后的几年里，世界其他地方几乎从一无所有发展到贡献了所有专利活动的三分之一。已公布的科学数据表明这一范围传播得甚至更广，在过去 20 年里，世界其他地方的这类出版物从不到四分之一增加到大约一半。

中国和大韩民国日益在知识创造和创新方面的新领域占很大份额：总体而言，它们贡献了 2015 至 2017 年注册专利的 20% 以上，而在 1990 至 1999 年这一比例还不到 3%。其他国家，尤其是澳大利亚、加拿大、印度和以色列，也为创新向全球扩散做出了贡献。然而，许多中等收入国家和所有低收入国家的专利活动水平仍然低得多。

知识和创新的流动日益分散而又相互联系，这反映了生产及商品和服务交付这种复杂的全球网络或价值链的发展。尤其是，跨国企业将知识密集型生产阶段（最重要的是研究和发展（研发）阶段）瞄准能够提供专业知识和技能的城市群。从更一般意义上讲，面对日益增长的技术复杂性，需要加强合作，这种复杂性既

推动了创新日益集中在某些城市地区，也推动了创新向全球扩散。

### 创新日益具有地方性

根据发明者和科学出版物作者提供的地理编码级数据，本报告探讨了各国内部的创新版图，并确定了世界上主要的科技活动聚集点。它着眼于两种类型：一种是科学出版物或专利活动最集中的全球创新热点；另一种是专业化专精集群，在这些集群中，发明者和科学出版物作者在某一领域高度集中，但一般来说集中程度不足以成为全球热点。

### 创新在地理上集中在少数几个地区

全球热点和专精集群的新前景表明，各国的创新和科学活动一直集中在若干繁荣发展的大型国际化城市地区。在美国，2011 年至 2015 年间，纽约、旧金山和波士顿周围的热点地区提交的专利约占所有美国专利的四分之一。在中国，同期北京、上海和深圳周边地区提交的专利在所有中国专利中所占比例从 36% 提高到 52%。

位于热点和专精集群之外的发明者或研究人员贡献的全球发明和科学成果不到 19%。尽管全球创新格局发生了巨大变化，但仍有 160 多个国家（绝大多数）几乎没有创新活动，也没有任何热点或专精集群。

### 大城市不一定是创新中心

并非所有大型都市区都是创新密集型地区。例如，在东海岸沿线密集的城市地区，大多数热点城市集中在北美，而在许多密集的内陆城市地区，创新活动并非具有同等密度。亚洲、拉丁美洲和非洲有许多密集的城市地区，但没有相应的创新密度。尽管人口众多，顶级大都市（例如曼谷、开罗、开普敦、吉隆坡和智利圣地亚哥）在一些专业领域只有一定程度的创新密度。

密度较低的城市地区有时可能有专精集群。其中一些例子包括美国伊萨卡、挪威斯塔万格和瑞士伯尔尼，

它们都是高度创新型城市，这是因为当地学术机构、产业、有时甚至是一家重要企业有很强的创新足迹。

### 合作日益成为常态

数据显示，团队参与到越来越多的科学论文和专利中。在 2000 年代初，团队已经在所有科学论文和专利中分别贡献了 64% 和 54%。到 2010 年代后半期，这一比例分别增至近 80% 和 70%。

此外，大多数高收入经济体中的国际合作日益增多。推动学术界和企业跨境寻求创新合作伙伴的力量是多方面的。科学界有参与国际合作的悠久传统。而跨国企业从其国际研发部通过国际合作寻求增效。

这一趋势的主要例外是东亚的主要经济体，在这些经济体中，日本、大韩民国以及最近的中国在国际合作中所占的份额有所下降，尽管不是绝对数字。

### 少数国家在国际联系中占据主导地位

大多数国际合作集中在几个主要国家。在 2011 年至 2015 年期间，美国和西欧在所有国际发明和科学合作中分别占 68% 和 62%。大多数合作发生在这些国家的发明者和研究人员之间。来自中国、印度、澳大利亚和巴西等国家加入这些合作网络的新加入者仍然主要与上述经济体合作，而不是相互合作。

### 热点和集群推动国际合作和全球网络

在过去二十年里，大多数全球创新热点城市都加强了其国际合作。这种合作（无论是国内合作还是国际合作，专利还是出版物方面的合作）形成了厚实密集的联系网，并形成了全球创新网络。这些网络的格局已经发生了变化，随着时间的推移，通常会增加更多的节点和联系。

热点城市和专精集群内的发明者和科学家比外部人士在国际上合作更多，特别是在科学文章方面。在过去二十年里，涉及来自内部热点城市的科学家之间国际合作的科学出版物的比例是其涉及热点以外科学家之间合作的三倍多。

### 合作集中

尽管出现了新的网络节点且这些节点之间存在联系，但美国、欧洲和亚洲的热点城市不论在输出还是连接方面仍然是全球网络的核心。总体而言，较大的热点城市在国内和国际上开展合作，而专精集群和较小的热点城市主要在国家一级开展合作。例如，法国和联合王国的许多热点城市分别主要通过巴黎和伦敦与世界其他地方联系。在中国，上海、北京和深圳稳坐对外合作的头把交椅。

然而，就连通性而言，并非所有热点城市都具有相同的重要性。美国热点城市是节点连接最紧密的热点城市之一。北京、伦敦、巴黎、首尔、上海和东京同样高度相连，但节点更少。有趣的是，美国热点城市的大量创新和科学活动并不能完全解释它们更高的连通性。许多其他热点城市，例如东京或首尔，科学或发明成果更多或相类似，但联系并不紧密。

国际合作的强度因国家而异。例如，印度和瑞士的热点城市在国际上联系紧密，而大韩民国和日本的热点城市联系薄弱。在许多热点城市，国际化往往伴随着本地互动联系增加。在中国的许多热点城市，热点城市内的共同发明数量显著增加，导致这些热点城市以外的国家和国际合作比例下降。

### 跨国企业处于创新网络中心

专利数据揭示了处于全球创新网络中心的企业研发网络。世界各地的跨国企业越来越多地在其专利申请中列出外国发明者，这些外国发明者来自越来越多的国家。在 1970 年代和 1980 年代，美国企业申请的专利中只有 9% 有外国发明者参与；到 2010 年代，这一比例已经提高到 38%。西欧企业也出现了类似的大幅增长，同期这一数字从 9% 升至 27%。

这种国际专利来源仍然主要发生在高收入经济体的企业和发明者之间。在 1970 年代和 1980 年代，86% 的国际专利来自跨国企业以及美国、日本和西欧国家的发明者。然而，这一比例在 2010 年代降至 56%。

### 中等收入经济体是跨国企业网络中新的参与者

两个主要发展态势导致这一比例下降。一方面，来自这些国家的跨国企业越来越多地将研发业务外包给中等收入经济体，特别是中国、印度，其次是东欧。例如，在 2010 年代，超过四分之一的美国跨国企业国际专利来源中有来自中国或印度的发明者。另一方面，中等收入经济体的跨国企业也积极参与全球创新网络。来自亚洲、东欧、拉丁美洲和非洲的企业高度依赖美国、西欧和中国发明者的独创性。

### 创新中心会移动并随着时间推移而分散

跨国企业对人才来源的需求和战略可能非常不同，而且这些需求和战略会随着时间推移而改变。例如，谷歌和西门子公司将创新活动集中在其主要中心。在 2010 年代，圣何塞 - 旧金山占谷歌专利的 53%，高于 2000 年代的 36%。同样，纽伦堡（德国制造企业西门子公司最重要的专利来源）在 2010 年代占专利的 32%，而在 2000 年代占 27%。

亚洲企业的专利集中度甚至更高，尽管随着时间的推移这一比例略有下降。东京和深圳 - 香港是 2010 年代索尼和华为最重要的发明来源，分别占专利的 71% 和 81%。然而，这分别比前十年的 83% 和 88% 有所下降，表明创新相对分散。

### 创新正在重塑汽车行业

本报告通过研究两个发生深刻变化的行业，更深入地研究了不断演变发展的创新版图。一个是汽车行业，它正处于技术颠覆的早期阶段。来自汽车行业和信息技术行业的新进入者正在挑战老牌企业。

完全无人驾驶车辆尚未上市。然而，人工智能数据分析以及设备和组件的互连正在重新构建行业的商业模式，向服务和所谓的“平台经济”发展。传统汽车制造商担心在制造和销售汽车的核心业务中出局。

专利数据表明，传统汽车制造商及其供应商处于无人驾驶车辆创新的前沿。福特、丰田和博世分别拥有 357、320 和 277 项无人驾驶车辆同族专利，在无人驾驶车辆专利申请人中位列前三。不过，在该领域专利申请名列前茅的还包括一些非汽车制造商。谷歌及其无人驾驶车辆子公司 Waymo 拥有 156 项专利，位列第八，领先于日产、宝马和现代等传统汽车制造商。优步和德尔福分别拥有 62 项无人驾驶车辆专利，并列排名第 31 位。

### 老牌制造商和新加入者相互协作

老牌制造商和新加入者目前都不具备生产无人驾驶车辆所需的所有能力。它们要么需要携手合作，要么从内部发展其欠缺的技能。无人驾驶车辆创新需要长期努力，且费用高昂。利益攸关方十分热衷于与不同类型的合作伙伴合作并共同分担风险和成本。正在形成三种类型的合作：老牌汽车制造商之间的合作；科技企业之间的合作，以及汽车制造商和科技企业之间的合作。新的合作网络涵盖上述所有合作：它们互不排斥，而是共同存在。

### 汽车制造商与信息技术企业仍然与其传统集群保持联系

顶级汽车制造商和顶级信息技术巨头一直大力支持内部创新活动。版图的边缘地区发生了一些变化，因此，要就无人驾驶车辆技术是否会改变汽车行业的创新版图给出明确答案可能还为时过早。

### 创新诞生于生物技术实验室，而应用于农业集群

作物生物技术是创新必须适应当地农业生态条件的行业。尽管大多数植物生物技术发明可能来自高收入国家（例如美国、西欧和东亚国家），但它们仍然需要适应不同的气候和土壤条件。

1990年代末，新兴中等收入国家使用的大多数转基因作物都是北美同类作物在当地的适应。因此，世界许多地方都有植物生物技术创新集群。然而，数据显示，非洲、拉丁美洲、加勒比和亚洲许多国家的作物生物技术创新在版图上高度集中。

### 植物生物技术创新的前景

少数国家拥有大多数生物技术发明和科学成果。美国、德国、中国、日本和大韩民国贡献的作物生物技术文章和专利累计比例分别超过了55%和80%。只有阿根廷、澳大利亚、印度、以色列、墨西哥和新加坡也是拥有作物生物技术集群的国家；并且，除了澳大利亚外，这些国家都只有一个集群。

植物生物技术创新发生的地方和转基因作物种植的地方在版图上存在差异。在大多数情况下，作物生物技术热点位于大都市地区，要么位于全球创新热点，要么位于生物技术能力强的专业化专精集群。发展中国家也是如此，这些国家的作物生物技术集群通常位于大城市地区，如巴西的圣保罗和开普敦。

一些集群靠近农村地区，如巴西的维索萨或墨西哥的伊拉普阿托。在这些集群的所在地，其存在通常与有影响力的公共机构有关，如大学、国际农业研究中心和/或国家农业研究系统。

### 公私合作日益增强

私营企业，尤其是四大农业企业（德国拜耳和巴斯夫、中国化工和美国科迪华农业科技）在植物生物技术领域的投资方面占据较大份额。获得专有技术的需求通过交叉许可、技术引进、联合研究项目甚至合并和收购促进了行业内的合作。

然而，越来越需要与公共部门合作，以获取公共研究机构通常拥有的种质和栽培品种库——具有理想性状的作物品种。对于公共机构来说，作物生物技术产品商业化的高成本几乎总是需要与大型跨国企业合作。自2000年代以来，私营企业与公共机构共同获取专利已经超过私营企业之间共同获取专利，成为主要合

作类型。事实上，自2010年代以来，私营企业之间共同获取专利在重要性方面已经下滑，落后于公共机构之间共同获取专利，退居第三位。

### 开放创新，互利共赢

本报告中描述的全球创新版图对政策制定意味着什么？全球创新网络的发展依靠有利于开放和国际合作的政策，但这不应该被视为理所当然，尤其是在公众对全球化的好处越来越持有怀疑态度的情况下。

经济理论很好地诠释了知识自由交流为何能够带来好处：它促进了世界各地不同创新集群的专业化，导致知识创造的效率提高和多元化。知识的公益性性质推动了开放带来的好处：如果知识流动在国外创造经济利益的同时不会减少为国内带来的好处，那么开放必将互利双赢。

理论上，在某些情况下，对贸易和知识流动进行战略限制可能有利于经济的增长路径。然而，高收入经济体过去几十年的经验表明，新技术知识的流动产生了总体积极的影响。

### 不断下降的研发生产率凸显开放势在必行

不断推进技术前沿变得极其困难。有证据表明，实现与过去相同水平的技术进步需要越来越多的研发努力。

不断下降的研发生产率要求不断增加创新投资。它还要求合作和开放。为日益复杂的技术问题寻找解决方案需要更庞大的研究团队和研究进一步专业化，二者都可以通过开放和国际合作加以推进。

### 开放要发挥效力需要开展国际合作……

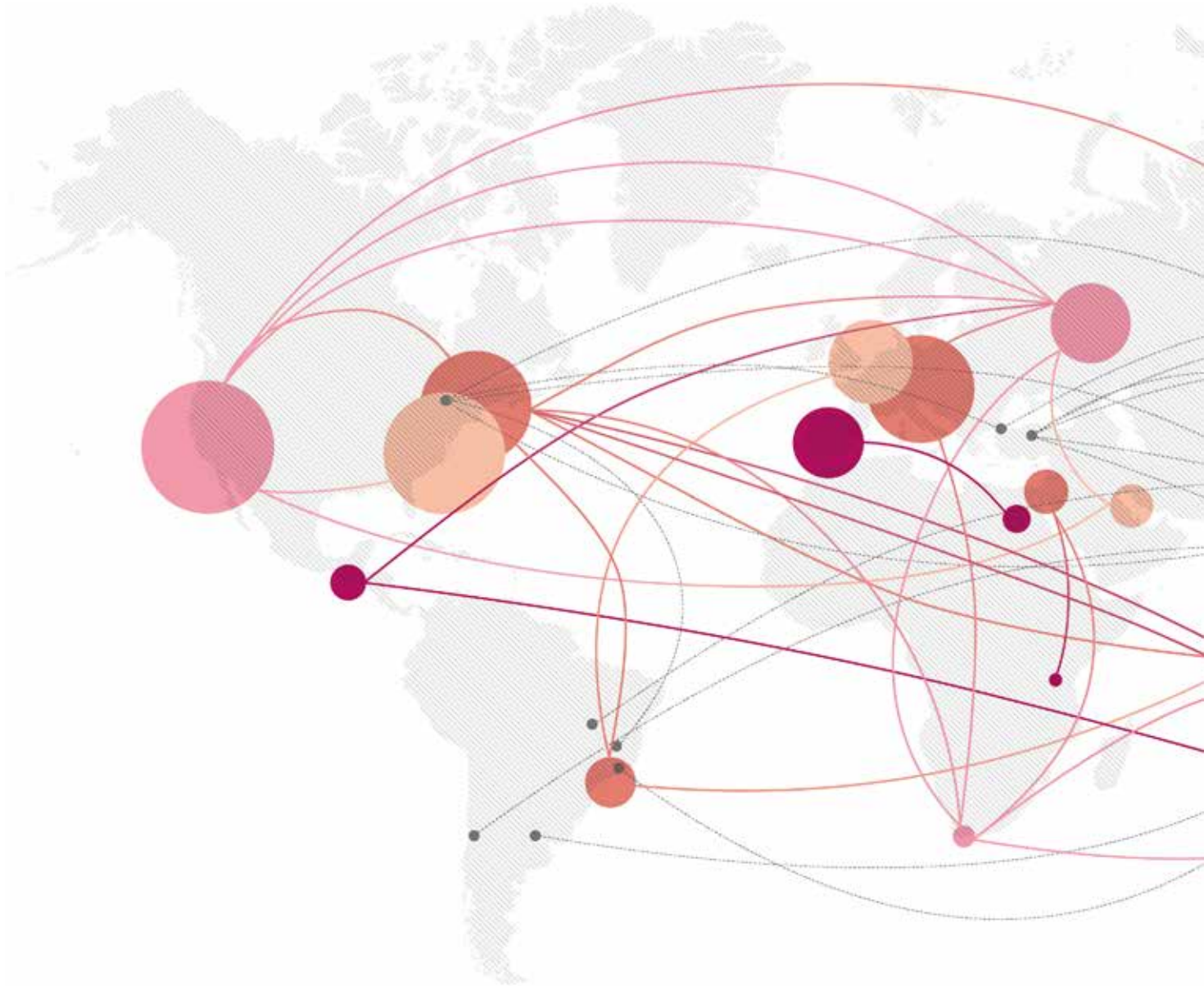
创新方面的国际合作有许多层面。需要促进创新投资的激励措施，以反映全球经济的需求和规模。它还可以在使创新者更容易在国际开展业务方面发挥重要作用。最后，政府可以汇集资源，资助超出国家预算或需要不同国家现有技术知识的大型科学项目。

### ……以及解决日益扩大的地区差异的政策

在过去几十年里，一个令人担忧的趋势是，各国内部收入、创新活动以及高技能人才和薪资的区域间两极分化现象日益严重。开放增强了龙头区域的吸引力。正如本报告所表明的那样，构成全球创新网络的最活跃的创新热点往往位于各国已经最富有的大都市聚集区。

区域支持和发展政策可以在帮助落后地区方面发挥重要作用。虽然不能逆转成功地区的吸引力，但它们可以促进创新带动的增长，惠及整个经济体。

创新越来越集中在“热点”城市。与此同时，这些热点城市正在与世界各地连接和合作。





# 不断变化的全球创新版图

技术创新是推动经济增长和提高生活水平的引擎。正如产权组织《2015年世界知识产权报告》所述，过去200年的经济增长记录在历史上是史无前例的。一系列技术实现突破，大大提高了生活质量，并带来了普遍物质繁荣。即便如此，一些国家的经济增长速度比其他国家更快、持续时间更长。创新活动（技术或知识创造）的地理分布和扩散可以在很大程度上表明为何一些经济体比其他经济体发展得更快。反过来，新技术又影响创新发生的地点和方式。<sup>1</sup>

十八世纪后期，由蒸汽驱动的新制造工艺引发了第一次工业革命，当时世界工业产出主要集中在西欧，特别是联合王国。<sup>2</sup> 这次工业革命改变了世界经济格局，使全球呈现不同发展层级。同样重要的是，它还导致欧洲内部区域差异长期持续，一部分地区和城市成为“欧洲核心”，如英国的曼彻斯特和伦敦、法国的诺曼底、巴黎和里昂、德国的鲁尔区、比利时的列日或包括洛林、萨尔和卢森堡在内的法德地区。<sup>3</sup>

十九世纪下半叶，一系列机电发明推动了第二次工业革命，使得北美一跃进入世界高收入俱乐部，并扩大了欧洲的工业化地区。处于两次工业革命核心的国家、城市和地区之间并没有完全重叠。之前的一些核心地区衰落，而另一些则繁荣昌盛。在欧洲，工业化浪潮同心扩张，席卷法国西南部、西班牙东北部、意大利北部的米兰-威尼斯走廊、柏林、维也纳、克拉科夫和布拉格，并一路向北囊括奥斯陆和瑞典哥德堡。在美洲，波士顿、纽约和巴尔的摩等东北部城市的工业地位仍很重要，但工业化进程已经扩张到芝加哥、底特律、明尼阿波利斯和克利夫兰等若干中西部城市。

从1970年代和1980年代开始，第三次工业革命爆发，广泛波及数字技术、生命科学和生物技术、金融工程，并且在运输和物流方面实现了重大突破。与此同时，全球贸易和投资流量大幅增加。创新和发展活动蔓延到东北亚，从日本转移到大韩民国，之后又转移到中国。东京、首尔、深圳和北京已然发展成为大都市，引领当今技术进步潮流。欧洲和北美的“当前”高收入经济体依然处在创新的前沿阵地，但其中又呈现出新的版图格局。

导致创新集中在特定地理区域且扩散不均匀的背后推动力有哪些？除了上面概述的宽泛模式外，全球创新版图到底是如何变化的？在当今全球化时代背景下，企业如何在世界各地组织其创新活动？

本报告试图就这些问题提供一个视角。报告分为三个部分。首先，报告回顾了创新活动地理分布背后的经济考量和经验证据，这就是本章的内容。其次，报告利用专利和科学出版物数据说明了这一创新版图在过去几十年中是如何演变的，并对世界各地的发明者和科学出版物作者进行了地域分类。对新兴趋势的讨论（见第二章）将从全球创新网络（GIN）、地理上集中的创新热点和彼此相连且日益引领潮流的细节性创新

集群方面来描述这一版图。本报告还将通过两个案例研究来说明这类全球创新网络的运作情况，一个案例涉及无人驾驶车辆，另一个涉及农业生物技术。这些案例研究将分别在第三章和第四章中介绍。最后，报告在第五章总结了有关其主要结论的政策观点，其中特别强调了国家创新体系对国际知识交流保持开放的好处。

本章开始部分讨论了知识创造和传播地理集中和扩散背后的主要经济推动力。下一节回顾了创新活动地理集中背后的主要经济理论和现有证据。它表明，知识创造和流动、投资和拨款的过程正在强化全球创新和经济层级，以及它们如何将创新集中在地理热点或集群内，其中大多数为都市区。第 1.2 节探讨这些过程如何同时导致热点进一步在全球范围内扩散。它探索了主要通过企业、研究人员和企业家的全球网络运作的主要推动力，这些推动力将全球主要创新中心联系在一起。最后一节探讨了当今高度集中的创新热点全球网络带来的一些后果。

## 1.1 创新集中在热点城市

构建全球创新版图需要了解推动创新集中和扩散的力量。对既有高收入经济体和取得成功的新兴中等收入经济体而言，其经济发展版图的一个显著特征是：高收入在地域上越来越集中在都市区，反映了各国内部地区间出现新的差异。这些都市区也是创新生态系统形成的发源地。在美国，两个突出的例子是北加州旧金山湾区南部和麻省塞州大波士顿都市区，它们通常分别被称为硅谷和 128 号公路。

### 创新集聚背后的经济力量有哪些？

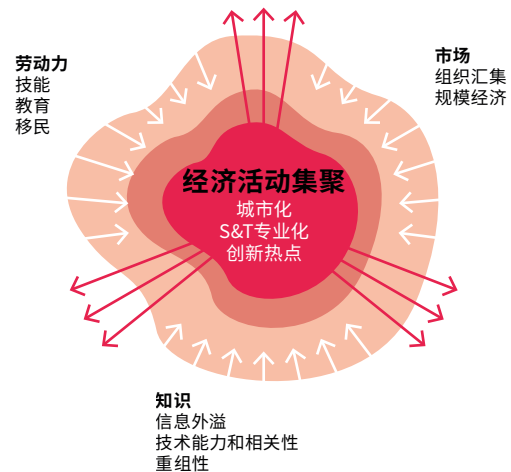
地理学、经济学和发展研究中最棘手的问题之一是要弄清楚为何创新的发源地或集聚地会在那里出现并蓬勃发展。这个问题涉及推动创新集群背后的一般因素，也涉及这些集群的具体地理位置。<sup>4</sup>

几个不同的经济理论涉及这一问题。其中多数理论通常考虑了与熟练工人、市场规模和知识溢出相关的经济力量，在高度创新企业集中的地方，知识可以从一个企业过滤或“溢出”到另一个企业。历史事件或深思熟虑的政策会影响所有这些理论，但没有一种理论能完全成功地解答这一问题。与此同时，也有一些力量向相反的方向推动，向地理分散的方向推进，但所有数据都表明这些力量并不强大。

图 1.1 提供了下文所述推动创新集中的主要动力的图形概况。

## 人、企业和理念缺一不可

图 1.1 推动创新地理集中的主要经济力量



注：S&T = 科学和技术。

### 技能供应能否帮助推动创新集聚？

主流经济理论提供了许多方法，认为包括数量和质量上的劳动力供给，能够间接导致地理上的创新集中。<sup>5</sup>

这些理论假设具有不同技能的劳动者被吸引到不同的地区。从根本上说，高技能劳动者汇集一堂，因为他们希望相互交流，因而特定地区的劳动力教育和技能可以起到吸引作用。同时，移民可能改变接收地区劳动力的技能基础，增强集聚效应。

这种情形体现在，高技能劳动者青睐充满活力的群体和创新工作。因创新而产生的职业提供了职业深造和终身学习的机会，在自动化似乎日益威胁到许多传统白领职业的时候，这保证了未来的就业机会。这种工作还能提供高薪，以补偿不断上涨的生活和住房成本。成本压力也将低收入、非技术劳动者推向城市边缘。

经验证据表明，过去受过大学教育的劳动者集中程度高于平均水平的地区会在受过大学教育的劳动者比例、人均收入、专利以及有关创新的其他直接和间接替代因素方面进一步增加。无论是在美国还是在欧洲联盟（欧盟），当地劳动力供给的特点似乎都影响创新集聚的发展轨迹，并影响区域创新。<sup>6</sup>

然而，特定地区高技能劳动力来源的背后推动力是什么？在历史上的某些时候，技术劳动者的地理分布发生变化，这有利于空间扩散。为什么技能劳动力的行为变化自动有利于地理集中？第二次工业革命的成熟期就

是这种情况，从1940年到1980年，技术劳动者和非技术劳动者从世界各地大量移民到主要发达国家。<sup>7</sup>

涉及不寻常个人的历史事件可能是创新集聚发生在某个地方的部分原因，特别是那些在每次工业革命的关键技术中最先行动起来的地区。因此，根据某些说法，硅谷之所以在这里，是因为硅基半导体的发明人威廉·肖克利决定从新泽西搬到他年迈的母亲身边。另一则关于肖克利的趣闻是，在他把优秀员工吸引到他的先行者企业后，他的奇葩管理风格导致他们在同一天辞职。这一事件被称为“肖克利大屠杀”，导致首个意想不到的衍生企业范例，这在硅谷发展过程中非常典型。创新的编年史包含了许多其他类似这样基于个人的故事。

然而，这种“存在伟大发明人”的故事的随机性引发了一些疑问。硅谷有如此多的名人（从公认的“硅谷之父”肖克利和弗雷德里克·特曼，到苹果的史蒂夫·乔布斯和谷歌联合创始人谢尔盖·布林和拉里·佩奇）似乎都不可能因为巧合而出现在那里。此外，萨克森尼安（1994年）坚定认为，仅仅有早期创新者是不够的。许多早期伟大的信息技术创新者都在波士顿，但他们并没有留下来。脸书的马克·扎克伯格离开波士顿前往硅谷，因为波士顿并不是将突破性发明转化为成熟创新的合适之地，就像几十年前威廉·肖克利前往海湾地区时在新泽西州发生的情况一样。

此外，“技能”不是一个统一的实体，不同技术可能需要不同技能或技能组合，这些技能可能并不总是重叠的。金融工作者将被吸引到不同于信息技术工程师的地方，这些地方和工作不可互换。但与此同时，不同职业和技能可能对特定创新的产生起到补充作用。

### 需求方：市场力量如何形成创新中心

劳动力供给成为创新活动地理集中的驱动力，市场经济力量起到补充作用。市场中的组织（特别是私营企业）“池”以及随之而来的运输经济、规模经济和范围经济形成了主要的市场经济力量。

这个池是各地区生产率出现差异的核心所在。与“不寻常的个案”一样，地方经济中一家核心企业即所谓的“锚”企业的创新突破所引发的历史事件，对于启动创新生态系统同样重要，而创新生态系统会随着技能劳动力和相关活动的转移而有机增长。在这种时刻，关键企业会对集聚产生特殊的影响。但情况并非总是如此。例如，摩托罗拉在1950年代将世界上最大的早期半导体工厂设在亚利桑那州的凤凰城，但这并没有使这座美国城市随后成为信息技术产业中心。<sup>8</sup> 摩托罗拉认为，它可能是技术创新产业中地理上孤立的先行者。事实证明，只有那些没有脱离新兴硅谷开源网

络的先行者（比如飞兆半导体企业和惠普计算机公司）才能跟上快速增长的技术发展步伐。

工业集中的地区得益于更完整的当地劳动力市场。企业可以更容易地找到专业技能人才，降低与员工技能转型或迁移相关的成本。同样，企业高度集中更有可能形成新的企业。原始企业集群的生产率越高，这些衍生企业就越有可能提高生产率。底特律汽车工业在上个世纪前二十五年的集聚和创新在很大程度上要归功于继承了其母企业技术和组织实践的衍生企业。

大学等学术机构也是导致创新集中的重要因素。大学毕业生和科学、工程和技术劳动者集中反映了创新活动在空间上集中。在美国，技术劳动者，尤其是服务业的技术劳动者，会迁到大城市，而远离中小型城市。在更大、更多样化的企业集聚中，学术研究也更具生产力和创造性，与传统差别更大。<sup>9</sup>

新的经济地理学理论扩展和完善了组织集聚的论点。与大多数传统的空间分析不同，它们认为地理上集中是一个滚雪球的过程，在这个过程中，各地区逐渐吸引供应商企业和人才。最简单的说法是，生产力或规模经济的区域差异可能导致两个同等区域之间地理集中出现差异，或者表明在核心区域相对于外围区域更加集中。基本的机制是，某一区域任何已确认的生产率或创新水平的差异都会形成或确认更具创新性或生产率更高的区域的领先地位。<sup>10</sup>

根据这些理论，当企业和消费者都可以利用一个地方的集群优势时，集聚市场力量就会起作用。由于运输经济、规模经济和多样性，拥有大型当地市场的聚集区是生产消费品的首选地点。当本地企业能够比距离遥远的市场更快更便宜地服务于大型本地市场时，运输经济形成。同样，供应大型市场的企业也通过将沉没投资成本分摊到更多售出的单位上，并通过多次迭代优化生产流程，从而从规模经济中受益。大型市场的消费者喜欢种类更多的商品。消费者不仅可以在更大的市场上找到他们想要的确切产品种类，企业还可以专门提供这种产品。这三种机制（运输、规模和范围）同样影响到在当地生产中间产品的企业，从而加强了当地供应链下游的经济。<sup>11</sup>

### 知识溢出和技术条件吸引创新集中吗？

但市场规模和技能劳动力的可获得性并不会直接导致某个地区主宰下一波创新。从之前取得成功的创新过程中获得的优势并不能保证未来占有技术优势。

与大型市场和成熟的劳动力市场一样，所谓的信息和知识溢出同样是有利于创新企业、学术中心和人才资源共处一地的积极外部因素。<sup>12</sup> 知识并不局限于现有

组织或个人的技术和组织实践；它可能从其中一个溢出到另一个。如果企业学习其他企业的经验，它们能够更成功地利用规模经济和范围经济。技术劳动者在与其他技术劳动者互动、改变组织或迁移时传播隐性知识。

多数经验证据表明，知识溢出在地理上高度集中。这主要是因为汇编、交流和吸收知识的成本很高。尽管数据等信息越来越自由地在组织和地区间流动，但知识溢出（例如解释数据所需要的知识溢出）“更加严格”。企业、学术组织和个人必须积极互动、协作，有时还必须采取行动让知识流动。因此，知识溢出的集中既是创新集聚的结果，也是其触发因素。创新型公司将转移到知识溢出较高的地方，从而加强该地区的溢出效应，并将非创新型企业排挤到外围地区。<sup>13</sup> 这种联合创新和空间协同进化可决定区域发展道路，而这在很大程度上是不可逆的。

尽管之前的区域技术禀赋可能会影响随后的创新发明，但并非所有创新型区域都沿循相同的发展轨迹。在1930年代，新泽西州普林斯顿（美国无线电企业（RCA）实验室所在地）和硅谷都是信息技术产业的发源地；但是它们的创新轨迹迥然不同。硅谷引人注目的信息技术创新轨迹源于电网管、微波管和硅元件等已有且相互支持的制造业。这些行业丰富了加州北部的信息技术创新生态系统，相关的技术能力和新的管理方法很容易转移到新生的信息技术产业。普林斯顿和其他东海岸中心的技术信息技术生态系统建立在少数几家大企业基础上，要狭窄得多。<sup>14</sup>

从这个意义上说，更加多样化的集聚体比狭义的专业化集聚体更有可能成功地过渡到新的技术能力。<sup>15</sup> 文献提供了许多案例，介绍了狭义的专业化经济体如何局限于其技术中，并且在经受不了的需求冲击或技术转移之后也未能转型。技术创新似乎更有可能发生在拥有更广泛技术能力组合的地区，尤其是在很容易重组这些能力的时候。主导产业往往垄断人才、资本或企业家等经济生产要素的供给和注意力。这种资源集中可能会排挤其他活动，并可能将区域经济的演变引向不同的路径。例如，底特律（“汽车城”）就被认为是过度专业化的典型。然而，高度专业化的机械工程 and 汽车技术中心已经引领之后的技术浪潮，例如德国的斯图加特。波士顿曾经狭隘地专注于以工厂为基础的行业，但现在它是一个高科技中心。区域经济发展的能力取决于是否能够掌握相关技术种类和技术能力。<sup>16</sup>

然而，技术相关性和互补性并不是全部。有许多区域的例子表明，它们只吸引了很多与其之前活动没有多大技术关系的主要新行业。在1920年代和1930年代，洛杉矶成为美国飞机工程中心时还不是一个大型机械

工程地区，到了1940年代，已成为世界上最大的航空航天集群。当洛杉矶在1915年左右建立电影制片厂时，那里也没有娱乐业的背景。1890年代，底特律在机械设备方面的经验比伊利诺伊州少，但很快成为美国汽车技术和制造的中心。

在这些例子和许多其他例子中，都体现了技术的机会之窗。这些技术关联性出现差异在很大程度上消除了原有集聚的优势，并在技术存在的早期创造了一个相对公平的短期竞争环境。

总之，创新与版图之间的相互作用表明个人、组织和技术先行者同等重要。萨克森尼安（1994年）对波士顿128号公路和硅谷进行的开创性比较表明，一个地区现有企业和行为体所拥有的企业家精神、生产组织和系统协调的类型将决定该地区经济发展的方式，以及它能创造和吸引什么样的新活动。

## 政策能形成创新集聚的力量吗？

几乎没有系统性、大规模的证据表明试图创建新的本地集群的政策是成功的。在过去几十年里，失败的“技术城邦”或“下一个硅谷”的政策倡议比比皆是。政府补贴实际上可能会吸引“错误”类型的企业，这些企业生产率低，依赖于补贴才能生存，或者因为害怕泄露知识产权而不愿意与当地企业建立网络。由于产业增长和集群创建的路径依赖性，政策能实现多少价值是值得怀疑的。从本质上讲，企业建立了不容易移植或复制的创新生态系统，因为它们是在特定地域的制度环境和社会结构中形成的。<sup>17</sup>

然而，上述情况并不意味着所有政策都没能影响集群的形成。事实上，任何国家创新体系的一个共同特征是，推动聚集的市场力量并不是决定创新版图的唯一因素。公共部门以及高等教育部门和学术机构也是决定国家和区域创新能力的关键行为体。在发展中经济体尤其如此，在这些经济体中，公共投资是研发支出的主要驱动力。<sup>18</sup> 许多情形激励公共部门支持创新。在一些国家和地区，生产率增长停滞刺激了产业政策的复苏。在许多最成功的前中等收入经济体，具有强大创新元素的产业政策在其经济崛起过程中显而易见。

在美国，一个显著的成功政策案例是北卡罗来纳州的三角研究园。三角研究园虽然可能无法与波士顿或硅谷同日而语，但它是众多高科技领域的领导者，也是首批最成功的研究园之一。<sup>19</sup> 公共政策还可以通过研发体系，特别是大学和公共研究实验室及组织的作用，更间接地影响创新版图。美国在1875年至1975年期间实行联邦向学院赠地制度，扩大了研究型大学的地理分布，而联邦对大学的资助则推动了大学的扩散。

加州制度也许是最成功的，加利福尼亚公立大学体系拥有六所世界顶尖大学。这一点同样适用于公共部门实验室的地理分布，例如美国的国家实验室或法国的国家科学研究委员会实验室。

同样，现在是世界上高收入和高度创新地区的大多数前中等收入经济体（如大韩民国、新加坡或以色列）成功地建设了一流的研究型大学。<sup>20</sup> 在中国，世界一流创新集群的出现似乎与对世界一流研究型大学的投资有关。

在中等收入经济体中，也有政府成功干预形成集群的若干范例。例如，2008年，中国重庆市政府成功地帮助将几个较小的沿海笔记本电脑制造集群转移到该市。它们针对基础设施投资、劳动力市场组织和其他有利于企业行动的政策激励了新的企业举措和创业精神。然而，该政策转移了现有集群，而不是有机地增加新集群。根据地方政府的能力和权力，中国的其他举措采取了不同的方法。印度对班加罗尔太空项目的投资培育了同一个地区的信息技术集群。然后，在基础设施和人力资本投资提供的政策支持下，新的集群有机增长。所有这些集群最初都是制造中心，随着制造阶段的成熟推进，在不同程度上变得具有创新性。但这一过程也涉及跨国公司的大量参与，下文将探讨跨国公司在全球创新网络中发挥的作用。<sup>21</sup>

执行这种战略所需的所有公共投资非常可观，必须是长期投资，并作出适当的制度安排。然而，区域间公平与如今几乎每个拥有公立高等教育系统的大国所呈现的卓越之间存在着内在的紧张关系。由于在每一个地方都拥有同等得天独厚的研究型大学是不现实的，任何成功的创新政策最终都会导致某种内部集中。

此外，在当今聚集创新的环境中，某些公共部门机构（尤其是大学）受到市场力量的有力推动，这使得一些公共部门机构对学生、教师和资助者更具吸引力。这降低了公共部门政策在不同区域传播创新的效率，使公共创业有可能遵循私营部门的地理格局，并在很大程度上有利于那些拥有强大机构和有利条件的地区。遗憾的是，创新或产业政策框架很少既能提高国家创新水平，又能在国家领土内相对平均地分配创新。

其他政策（或缺乏这些政策）也可能间接影响创新集聚背后的力量。高技能劳动者、企业家和创新型企业青睐某些聚集区可能反映了深思熟虑的集群政策，但它们也并非与税收、社会保障和教育政策等无关。<sup>22</sup> 例如，如上所述，在创新取得成功且房地产市场不受严格监管的地区，房价可能会上涨，这将把低技能劳动者排除在外，并将他们赶到住房成本较低的地区。

## 为何地理集中和扩散并存？

纵观以上讨论，在全球分散过程中，经常提到地方集中。这是当代创新版图的另一个主要典型特征。虽然创新活动越来越集中在大都市地区，但也逐渐扩散到美国和西欧传统中心之外的中心。

经验证据同时表明，创新日益全球化非常重要，并且越来越多的力量推动创新聚集和集中在特定地区，通常是大都市地区。这些趋势不是对立的，而是互补、相辅相成的。如果说有任何单一图像能够反映这一新出现的版图，那就是全球化的中心对中心系统。世界创新体系通过知识创造的顶尖版图将国家创新体系和全球企业联系起来。其结果是形成了一个由这些顶尖或枢纽组成的全球网络，就知识创造和传播而言，许多顶尖或枢纽之间的联系比它们与国家腹地的联系更紧密。

今天，国际开放性是表现为地理上集中创新的主要聚集点的一个显著特征。但是远程知识交流并不是经济体系的新特征。在第一次和第二次工业革命中，知识和硬件在传播，国际模仿和竞争在这一领域异常活跃，并且始终有帮助这种知识交流的人际网络。然而，过去，这种交流往往包括展示、然后可能模仿竞争聚集点中创造的东西。

当代知识集群有着长期的联系，随着时间的推移，这种联系变得更加有组织和广泛，而且往往涉及企业内部和竞争企业之间跨聚集点的共同技术开发。

因此，今天创造知识的聚集点不是自给自足的本地系统，而是由分散的全球创新网络中的关键节点组成。<sup>23</sup> 事实上，生产力高的本地创新系统也是那些与各种远程关系联系最紧密的系统。通过建立这些联系，可以将新知识带入某一地区。创新者依赖于组织内外以及其所服务地区的合作。

这些创新的地理传播网络将在下一节讨论。

## 1.2 网络和全球创新扩散

近几十年来，生产和交付商品和服务的全球网络已经发展壮大。与以往的全球化浪潮相比，在当前全球化中，全球价值链内零部件和最终产品的产业内交换比例要高得多。2000年以前，大多数这种产业内贸易发生在少数几个国家之间，最显著的是在北半球。但从那以后，它越来越关乎发展中经济体与世界其他地区的关系。全球生产网络往往涉及多重或循环贸易流动，出口转化为后续产出，最终成为进口，模糊了国内外生产之间的界限。<sup>24</sup>

换句话说，当前的全球化涉及错综复杂的相互依存关系，不仅是整个经济体之间的相互依存关系，而且在经济体系中最微妙的探究工作中，涉及企业和行业内部以及企业和行业之间的相互依存关系。潜在的创新网络和生态系统也是如此，它们既是全球生产一体化的结果，也日益成为全球生产一体化的原因。

反映生产系统日益全球化和复杂性的是一个日益分散和复杂的知识生产管理系统。创新的全球化是经济活动日益国际一体化和知识在经济进程中变得日益重要的结果。<sup>25</sup>

从二十世纪中期到大约 2008 年开始的大衰退，技术活动也一直在国际化，新的国家出现在国际创新体系中。最近，有一些证据表明，一些关键的研发和创新活动有选择地迁回本国。然而，与此同时，在后衰退时期，跨国价值链越来越清晰，涉及企业内部贸易流动及其所带来的知识流动的比例越来越高。<sup>26</sup>

### 创新扩散背后的经济力量有哪些？

推动创新扩散的经济力量与刺激创新集中在特定集群的力量非常相似。特定创新热点中的经济主体将创新传播到世界其他地区，反之亦然，这就是为什么全球创新的扩散可以被视为知识和技术流动的双向网络。

值得一提的是，创新向一个地区或国家周边地区的地理扩散往往是有限的，因为推动创新集中的力量非常强大。然而，在一个城市集群中推动创新集中的力量在其他城市集群中发挥同样强大的作用。这可能导致互惠关系，从而进一步传播创新和知识。传播和接受创新的地区可能保持联系，但这些知识和技术流动往往会跳过世界的外围区域，直接与主要的经济集聚区联系起来。

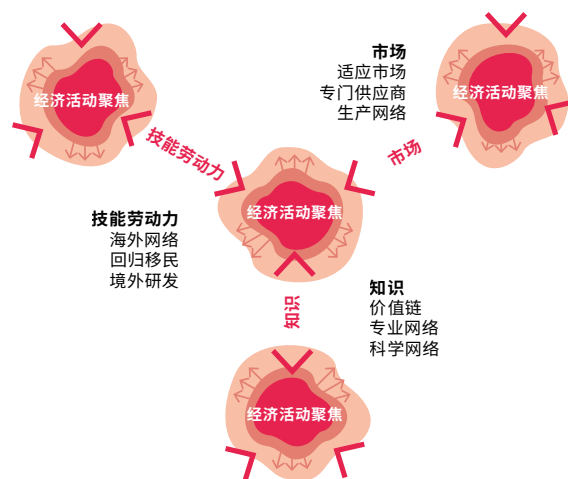
图 1.2 总结了形成国际或区域间网络联系的三种主要双向经济力量——市场、技能劳动力和知识。

技能突出的创新人才在国际和区域间流动是当代创新环境的一个关键特征，形成了创新中心之间的人际联系。这种流动性可以通过加强这些创新网络，进一步激励创新向国际扩散。<sup>27</sup>

当然，知识的全球传播不是通过人们的随机流动来实现的，而是通过他们在可能找到合适的条件和合适的人来创新的地方之间的流动来实现的。如上所述，这些网络不仅是传播和流动的途径，也是吸引技能劳动者的关键点。这些才华横溢的员工可以通过身处具有关键网络节点且网络很深的地理热点来收获学习和经验优势。获得更多经验和提高技能的能力被认为是技

### 超越地理边界的人、企业和思想链

图 1.2 传播创新背后的主要双向经济力量



能劳动者继续搬到最昂贵城市的主要原因之一，尽管生活费用很高，这导致技能劳动者工资的地域差异迅速扩大。今天，国际和区域间“人才外流”程度非常高，这一证据佐证了这一情况。

劳动力流动可能发生在不同的方向。技术移民集中在一个地区后，往往会形成一个连接原籍地和目的地的海外网络。此外，许多训练有素的移民回到他们原籍地，在那里作为企业家展现他们更高的技能。

萨克森尼安（1999 年）通过技能高超的亚洲企业家往返硅谷，探索了人与投资网络的相互作用。她解释了技能劳动者是如何来到硅谷并获得人力资本和经验的；他们融入本地网络，同时继续保持与国内的联系。例如，中国和印度在美国培训的工程师协调硅谷技术生产商与其祖国各地区的制造和设计专家之间的活动。随着技能高超的亚洲企业家四处流动，他们参与知识共享，形成所谓的“人才循环”。通过利用他们的网络，他们似乎也能够促进对新企业的投资，突出表明网络和外国直接投资渠道平行流动。

同样，跨国公司将其研发工厂迁往海外，以便从非同寻常的（或更廉价的）研究劳动力供应中获益，这也形成双向知识流动，至少是与总部所在地区的知识流动。获得人才和研发成本是跨国公司使其研发国际化的主要动机之一。全球专利开发越来越多地是在跨国公司组织边界内运作的大型团队合作的结果。例如，中国和印度专利在美国专利商标局（美国专商局）专利中占很大一部分就是这种合作的结果。<sup>28</sup>

## 市场力量和跨国公司在网络国际化中的作用

在市场聚集和扩散中发挥作用的力量在一家企业内部、不同企业之间或不同组织类型之间建立了联系。例如，市场规模可能使企业重新安置生产场地，以降低运输成本，并从规模经济中获益。为了建立新的生产基地，技术转让必不可少，而当产品适应当地口味或法规时，也会发生逆向知识流动。

跨国公司是所有这些远程技术互动中的一个关键因素。除了获得较低的成本和外国人才，跨国公司还选择将其研发活动国际化，以受益于其他市场外部因素，例如缩短产品上市时间，并进入当地技术优势领域。外国直接投资的反向流动也有利于已建立的创新中心。中等收入经济体的跨国公司越来越多地利用对外直接投资来扩大市场覆盖面，并获得技术、技能、商业知识和品牌等战略资产。显然，如果未来的子公司要从事技术密集型活动，当地的技术能力对于吸引这种外国直接投资才是重要的。

研发企业内部和企业间的境外生产提高了企业的创新绩效。<sup>29</sup> 世界各地的关键知识创造地区通常都是构建和参与这些国际网络的关键企业的所在地，也是希望进入其知识创造生态系统、人才库和研究人员的国外企业的所在地。

专业供应商群体的存在也是连接另一个地区的动力。某一区域可能专门从事某项技术，可能有利于互补产业，即使这些产业位于其他区域。买方和专业供应商之间将以技术规格和嵌入式技术商品的形式建立双向知识流动。在拥有复杂供应链的行业中，这些环节可能涉及几个中心，形成复杂且往往是国际性的生产网络。

可以说，推动集聚的力量成功地将跨国公司和其他企业（尤其是高附加值的企业）吸引到发达经济体和发展中经济体的特定地点。由此产生的集群使得这些目的地逐渐减少对纯粹基于成本和相对技术禀赋考虑的依赖。大多数无形的区位优势，如知识溢出，高度集中在特定区域、城市和地方系统内。新的充满活力的本地创新生态系统带来的优势可能有利于该地区的跨国公司、其总部和整个价值链。因此，由此形成的知识流动在所谓的本国和东道国之间明显是双向或多向流动。<sup>30</sup>

## 知识传播：组织与人的相互作用

地理上邻近并不是如今知识溢出的唯一来源。<sup>31</sup> 知识外部效应成为通过组织层面的相互作用和人际或专业层面的网络促进创新传播的力量。这些组织和专业联

系可能因地理上临近而变得更紧密，但地理上临近却不一定形成组织和专业联系。

远距离组织层面的相互作用（例如，全球价值链内部或国际科学网络之间的相互作用）降低了企业和研究组织内部的交易成本。这些井然有序的结构可以促进深层的知识交互，而不需要共处一地。如果行为体在其组织或组织组合设置的标准化规则或惯例内运作，成效会更显著。1981年，微软在硅谷开设了一个校园，仅仅是为了将其在贝尔维尤（以及后来的雷蒙德）的西雅图业务与海湾地区的繁荣联系起来。

同样，更多以人为本、制度化程度较低的关系（例如，专业和科学界）也可以通过一套共同商定的规则和惯例有效地交流知识。这在创新者之间建立了一种从人际交往到成为同一文化或群体的一部分的社会邻近性，从而降低了互动成本，简化了验证程序，增加了信任以便交流和创造新知识。

这些经济力量相互重叠，交织在一起，不可分割。与驱动知识聚集的力量相似，知识传播力量是前面讨论的技术工人和市场传播力量背后基本原因的一部分。

可见，企业研发的国际化在所有这些远程技术互动中起着关键作用，使跨国公司成为新知识国际溢出中最重要的组织类型和网络节点之一。跨国公司的国际子公司获得了更多的自主权，并越来越多地融入到地区和地方创新体系中——只要有合适的激励措施。国际子公司自主权增加还意味着，选择特定的国家以下各级地点变得更加重要，并受到成本以外的更广泛因素的影响。<sup>32</sup> 区域创新生态系统（包括其机构）的特征对于吸引创新和技术运作方面的外国投资尤为重要，并成为全球价值链更先进和知识密集型阶段吸引投资的相关因素。

## 全球创新网络的崛起

长期以来，知识和创新生产一直是国际现象，但直到最近才真正全球化。<sup>33</sup> 如今，位于不同国家的行为体可以以真正一体化的形式开展创新活动。连接分散知识中心的全球网络日益推动创新。<sup>34</sup>

正是在知识和创新全球化的大背景下，全球创新网络的概念应运而生。知识和创新的形成是在更高层次的功能整合下完成的。全球创新网络是各组织即企业和其他组织之间的全球有组织的协作网络，这些组织从事知识生产，从而产生创新。这些网络的特点是：(1) 它们是全球传播——并不局限于高收入国家的网络；(2) 它们的网络化性质；和 (3) 成果，即创新。<sup>35</sup>

它们的形成是相关组织谋求知识战略的结果，这使得全球创新网络不同于寻求更高效率和市场战略的全球生产网络。因此，全球创新网络的重点是知识交流和整合，以及随后的创新，而不是生产或简单制造。<sup>36</sup> 全球创新网络在很大程度上是通过企业研发的国际化而形成的。

从这个角度来看，跨国公司可以通过决定投资、生产和知识来源的地点，对全球创新网络的地理集中和全球传播（格局）施加强大的影响。<sup>37</sup> 地理条件和现有行业创新体系是供应链最复杂的高附加值阶段（如研发、设计或先进商业服务）的驱动因素，这一点特别重要。<sup>38</sup> 研发活动的离岸外包形成了新的相互联系的创新和研究架构以及生产活动新的共处一地模式。这为各地区和城市连接全球供应链的不同部分或功能提供了新的机会，从而促进经济升级和创新。

与此同时，鉴于有可能局限于低附加值和创新程度低的活动，全球参与对较弱地区构成挑战。全球生产网络和价值链中参与度和嵌入度存在地理分布不均的现象，在全球创新版图中形成了新的核心——外围模式。

国际商业领域的大部分相关文献表明，基于组织的联系（企业内部和企业间的联系）是全球创新网络形成的原因。<sup>39</sup> 国际共同发明（全球创新网络的典型指标）在二十一世纪后已大幅扩展到印度和中国，但很大一部分仍在美国、日本和西欧一些国家的企业控制之下。这表明，企业能够而且确实将研发进程分割成多个阶段/部分（就像它们对商品所做的那样）使新国家能够根据其比较优势参与不同的部分。<sup>40</sup> 这有助于将现有全球价值链或生产网络转变为全球创新网络。

此外，越来越多的研究表明，除了基于组织的关系之外，人际关系也是全球创新网络形成的关键驱动力。<sup>41</sup> 这些关系包括与创新相关的人与人之间的直接国际合作，到科学家、创新者和企业家的国际流动。<sup>42</sup> 然而，基于组织的相互作用往往是在这种基于人的合作框架内发生的。传统上，跨国公司的内部网络是部分克服与地理距离和不同民族文化相关障碍的合适途径。但是，最近差旅和通讯费用下降肯定有利于促进基于人的国际联系，而这不一定适用于相应的组织结构。<sup>43</sup>

### 1.3 结论

创新总是有地理集中点或热点：曼彻斯特是第一次工业革命的热点，旧金山则是第三次工业革命的热点。然而，在这两次工业革命中间的很长一段时间里，发达经济体中创新能力的传播似乎是逐渐推进的。因此，自二十世纪末以来，创新高度集中需要进一步考虑。

过去，企业常常沿供应链聚集。在第一和第二次工业革命中，创新活动与主要生产活动聚集在一起，形成了大型工业城市，其中一些城市还伴随着研发和产品开发活动集中。在过去的一个世纪里，这些聚集模式已经慢慢改变。地点的选择越来越取决于共同的技能要求（特别是在服务行业），例如，不同但相关的创新行业之间的劳动力市场共享。<sup>44</sup> 在第三次工业革命中，许多行业的生产活动并不是资本密集型的，全球供应链和价值链也要长得更多，而且更复杂。因此，如今主要创新城市群专注于研发和创新的抽象、认知和概念任务。这些高度专业化的行业和互补的广泛服务行业取代了过去传统上同地办公的常规生产任务。<sup>45</sup>

这种新的创新活动集中导致的后果是深远的。最终，创新的地理分布决定了城市和更广阔地区的经济发展道路。近年来，经济发展版图的一个显著特征是国家内部区域间收入存在差异（见第五章）。总的来说，就收入增长而言，大都市区（聚集创新生态系统的发源地）正日益超过其他地区。

然而，在这些大都市区也存在差异。涉及创新活动的工作往往支付比其他工作更高的薪资。在某个集中的地理区域和特定行业内的快速增长可能会对当地经济产生进一步的影响。虽然高技能工作造就了大量低技能工作，但高收入者的流入，加上住房供应有限，往往导致不平等加剧，低收入家庭的可支配收入下降。<sup>46</sup> 最终，这可能导致技能群体进一步将各领域划分为创新型高收入领域和非创新型低收入领域，将低技能群体排除在创新环境中生活和工作的机会和便利之外。<sup>47</sup>

这些模式似乎在世界上最大的全球创新热点盛行。它们的主要知识型跨国公司的主要母国和东道国，也是全球化的真正受益者，是企业决策和控制、知识创造和交流、技能和工作的中心。但它们的繁荣伴随着收入严重不平等和空间隔离，导致一些人提到新的“城市危机”。<sup>48</sup>

关于创新活动集中和传播的原因和后果，可以得出确凿结论的证据仍然有限。这可能部分反映了创新过程的复杂性及其不确定的影响。不过，即使有部分知识，长期后果也值得认真考虑。



## 注

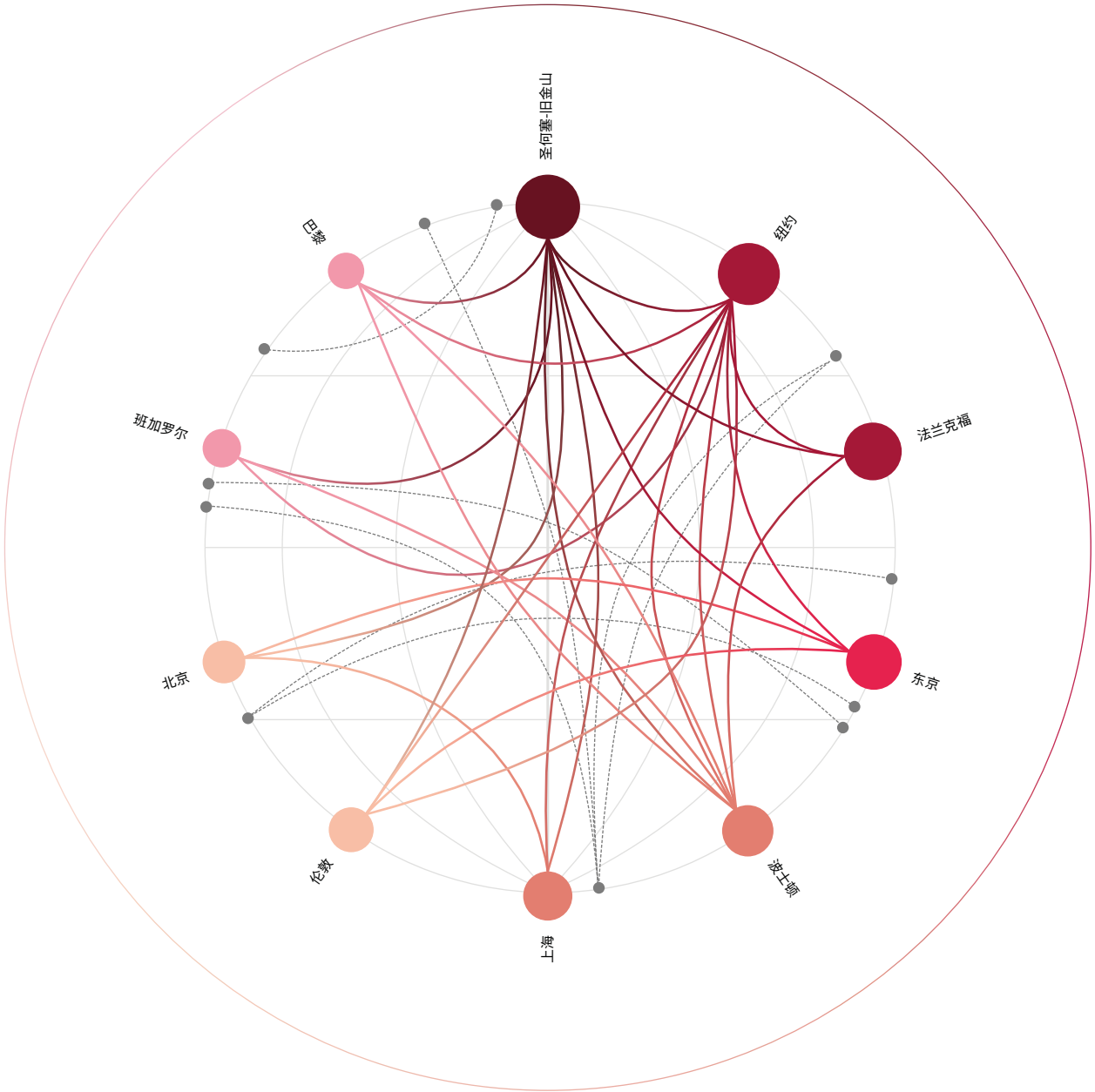
- 1 本章参照了 Crescenzi 等人 (2019 年 b)。
- 2 Acemoglu 等人 (2005 年)、Mokyr (2005 年) 和 产权组织 (2015 年)。
- 3 Crafts 和 Venables (2003 年)。
- 4 Storper (2018 年)。
- 5 Glaeser 和 Maré (2001 年)。
- 6 Crescenzi 等人 (2007 年)。
- 7 Kemeny 和 Storper (2019 年)。
- 8 Scott 和 Storper (1987 年)。
- 9 Crescenzi 等人 (2019 年 b)。
- 10 Krugman (1991 年)。
- 11 Boschma 和 Frenken (2006 年)。
- 12 这三个外部因素称为马歇尔外部效应 (Krugman, 1991 年)。
- 13 Boschma 和 Frenken (2006 年)。
- 14 Lécuyer (2006 年)。
- 15 这些被称为乔布斯外部效应 (Jacobs, 1961 年)。
- 16 Frenken 等人 (2007 年)。
- 17 Chatterji 等人 (2013 年)。
- 18 Mazzucato (2015 年)。
- 19 Hardin (2008 年)。
- 20 例如,见 Hershberg 等人 (2007 年)。
- 21 Crescenzi 等人 (2019 年 b)。
- 22 Davis 和 Dingel (2019 年) 以及 Feldman 等人 (2005 年)。
- 23 Bathelt 等人 (2004 年)、Boschma (2005 年)和 Frenken 等人(2007 年)。
- 24 产权组织 (2017 年)。
- 25 Archibugi 和 Iammarino (2002 年)。
- 26 Crescenzi 等人 (2019 年 b)。
- 27 Breschi 等人 (2017 年)。
- 28 Branstetter 等人 (2014 年)。另见第二章。
- 29 Nieto 和 Rodríguez (2011 年)。
- 30 Iammarino 和 McCann (2018 年)。
- 31 Boschma (2005 年)。
- 32 Cantwell (1995 年)。
- 33 Chaminade 等人 (2016 年)。
- 34 Cano-Kollmann 等人 (2016 年)。
- 35 Barnard 和 Chaminade (2011 年)。
- 36 Chaminade 等人 (2014 年)。
- 37 Crescenzi 等人 (2019 年 a)。
- 38 Alcácer 和 Chung (2007 年) 以及 Chidlow 等人 (2009 年)。
- 39 Bathelt 等人 (2004 年)。
- 40 Branstetter 等人 (2014 年)。
- 41 Lorenzen 和 Mudambi (2013 年)。
- 42 Breschi 等人 (2017 年)和 Saxenian (1994 年、1999 年)。
- 43 Cano-Kollman 等人 (2016 年)。
- 44 Diodato 等人 (2018 年)。
- 45 Crescenzi 和 Iammarino (2017 年) 以及 Duranton 和 Puga (2005 年)。
- 46 Moretti (2012 年)。
- 47 Diamond (2016 年)。
- 48 Florida (2017 年) 和 Rodriguez-Pose (2018 年)。

## 参考文献

- Acemoglu, D., S. Johnson and J.A. Robinson (2005). Institutions as a fundamental cause of long-run growth. In Aghion, P. and S.N. Durlauf (eds), *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1. Amsterdam: Elsevier, 385–472.
- Alcácer, J. and W. Chung (2007). Location strategies and knowledge spillovers. *Management Science*, 53(5), 760–776.
- Archibugi, D. and S. Iammarino (2002). The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, 9(1), 98–122.
- Barnard, H. and C. Chaminade (2011). Global Innovation Networks: Towards a Taxonomy. *Paper No. 2011/04*. Lund, Sweden: University of Lund, CIRCLE laboratory.
- Bathelt, H., A. Malmberg and P. Maskell (2004). Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28(1), 31–56.
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74.
- Boschma, R. and K. Frenken (2006). Why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 6, 273–302. doi.org/10.1093/jeg/lbi022
- Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2014). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 35–168.
- Breschi, S., F. Lissoni and E. Miguelez (2017). Foreign-origin inventors in the USA: testing for diaspora and brain gain effects. *Journal of Economic Geography*, 17, 1009–1038.
- Cano-Kollmann, M., J. Cantwell, T.J. Hannigan, R. Mudambi and J. Song (2016). Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. *Journal of International Business Studies*, 47(3), 255–262. doi.org/10.1057/jibs.2016.8
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model? *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 155–174.
- Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In Shearmur R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Chatterji, A., E. Glaeser and W. Kerr (2013). Clusters of Entrepreneurship and Innovation. *NBER Working Paper 19013*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Chidlow, A., L. Salciuvienė and S. Young (2009). Regional determinants of inward FDI distribution in Poland. *International Business Review*, 18(2), 119–133.
- Crafts, N. and T. Venables (2003). Globalization in history: A geographical perspective. In Bordo, M.D., A.M. Taylor and J.G. Williamson (eds), *Globalization in Historical Perspective*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 323–370.
- Crescenzi, R. and S. Iammarino (2017). Global investments and regional development trajectories: the missing links. *Regional Studies*, 51(1), 97–115.
- Crescenzi, R., O. Harman and D. Arnold (2019a). Move On Up! Building, Embedding and Reshaping Global Value Chains Through Investment Flows. Insights for Regional Innovation Policies. *Working Paper*. Paris: OECD.
- Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019b). The Geography of Innovation: Local Hotspots and Global Innovation Networks. *WIPO Economic Research Working Paper No. 57*. Geneva: WIPO.
- Crescenzi, R., A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2007). On the geographical determinants of innovation in Europe and the United States. *Journal of Economic Geography*, 7(6), 673–709.
- Davis, D.R. and J.I. Dingel (2019). A spatial knowledge economy. *American Economic Review*, 109(1), 153–170.
- Diamond, R. (2016). The determinants and welfare implications of US workers' diverging location choices by skill: 1980–2000. *American Economic Review*, 106(3), 479–524.
- Diodato, D., F. Neffke and N. O'Clery (2018). Why do industries coagglomerate? How Marshallian externalities differ by industry and have evolved over time. *Journal of Urban Economics*, 106, 1–26.
- Duranton, G. and D. Puga (2005). From sectoral to functional urban specialisation. *Journal of Urban Economics*, 57(2), 343–370.

- Feldman, M., J. Francis and J. Bercovitz (2005). Creating a cluster while building a firm: entrepreneurs and the formation of industrial clusters. *Regional Studies*, 39(1), 129–141.
- Florida, R. (2017). *The New Urban Crisis*. New York: Basic Books.
- Frenken, K., F. Van Oort and T. Verburg (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41(5), 685–697.
- Glaeser, E.L. and D.C. Maré (2001). Cities and skills. *Journal of Labor Economics*, 19(2), 316–342.
- Hardin, J.W. (2008). North Carolina's Research Triangle Park. Overview, history, success factors and lessons learned. In Hulsink, W. and H. Dons (eds), *Pathways to High-Tech Valleys and Research Triangles*. Wageningen UR Frontis Series, 24. Dordrecht: Springer, 27–51.
- Hershberg, E., K. Nabeshima and S. Yusuf (2007). Opening the ivory tower to business: university–industry linkages and the development of knowledge-intensive clusters in Asian cities. *World Development*, 35(6), 931–940.
- Iammarino, S. and P. McCann (2018). Network geographies and geographical networks: co-dependence and co-evolution of multinational enterprises and space. In Clark, G.L., M.P. Feldman, M.S. Gertler and D. Wójcik (eds), *The New Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.
- Kemeny, T. and M. Storper (2019). Superstar Cities and Left Behind Places: Disruptive Innovation, Labor Demand and Interregional Inequality. Paper presented at the 40<sup>th</sup> Annual Meeting of the Italian Regional Science Association, L'Aquila, Italy, September.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99(3), 483–499.
- Lécuyer, C. (2006). *Making Silicon Valley: Innovation and the Growth of High Tech, 1930–1970*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lorenzen, M. and R. Mudambi (2013). Clusters, connectivity and catch-up: Bollywood and Bangalore in the global economy. *Journal of Economic Geography*, 13, 501–534. doi.org/10.1093/jeg/lbs017
- Mazzucato, M. (2015). *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*. London: Anthem Press.
- Mokyr, J. (2005). The intellectual origins of modern economic growth. *The Journal of Economic History*, 65(2), 285–351.
- Moretti, E. (2012). *The New Geography of Jobs*. Boston, MA: Houghton Mifflin Harcourt.
- Nieto, M.J. and A. Rodríguez (2011). Offshoring of R&D: looking abroad to improve innovation performance. *Journal of International Business Studies*, 42, 345–361.
- Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter (and what to do about it). *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 11(1), 189–209.
- Saxenian, A. (1994). Regional networks: industrial adaptation in Silicon Valley and route 128. *Cityscape*, 2(2), 41–60.
- Saxenian, A. (1999). *Silicon Valley's New Immigrant Entrepreneurs*. San Francisco, CA: Public Policy Institute of California.
- Scott, A.J. and M. Storper (1987). High technology industry and regional development: a theoretical critique and reconstruction. *International Social Science Journal*, 112, 215–232.
- Storper, M. (2018). Regional innovation transitions. In Glückler, J., R. Suddaby and R. Lenz (eds), *Knowledge and Institutions*. Frankfurt: Springer, 197–225.
- 产权组织 (2015年)。《2015年世界知识产权报告: 突破性创新与经济增长》。日内瓦: 产权组织。
- 产权组织 (2017年)。《2017年世界知识产权报告: 全球价值链中的无形资产》。日内瓦: 产权组织。

世界前十大协作热点  
占所有国际共同发明的26%。



# 全球创新热点网络

在二十世纪的大部分时间里，来自高收入国家的跨国公司将其海外研究和开发（研发）业务限制在其他富裕经济体，特别是美国、西欧国家以及后来的日本。这与制造活动的趋势形成鲜明对比，较富裕经济体越来越多地把制造活动外包给中等收入经济体和发展中经济体。<sup>1</sup>

自 1980 年代和 1990 年代开始，情况发生了变化。创造新的科学技术知识越来越需要各机构和各组织之间的彼此互动，不论这些机构和组织是公共的，还是私立的，是国内的，还是跨国的，也不论位于何方。中国、印度、东欧和其他中等收入经济体逐渐变得越来越重要，它们既是跨国公司研发为导向的外国直接投资（FDI）的目标，也是新知识的来源。

正如第一章所强调的那样，国际和国家层面越来越需要复杂的专业知识和技术互动，结果很矛盾，从地域角度来看，创新创造既集中又分散。一方面，各组织力求将创新活动和互动定位在质量高、成本低的地方。另一方面，由于互动错综复杂，市场力量、规模经济和增加面对面交流和多学科互动的需求，却向地理毗邻的方向拉动。

全球创新网络一直是知识创造活动地理分布的一股主要离心力。追求知识的外国直接投资不是面向整个国家，而是瞄准国家内部的特定地点。大多数国际协作、投资或技术工人的流动，均发生在特定的知识产出中心之间。但是全球创新网络不仅仅跨越国界，它们也将国家内部的特定地点联系起来，使这些地点在国家中更加突出；在国家边界内，地区间创新子网与全球创新子网共存。

鉴于这些考虑，从经验角度理解世界科学技术知识产出和互动的地理集中和扩散至关重要。这就需要细致地描绘国家边界内的创新活动以及这些活动促进知识交流在世界范围内扩散的情形。特别重要的是，要审查国家知识产出中心或枢纽的增长是否导致国际协作和投资的全面增加，或者它们是否只是在零和博弈中，吸纳创新活动而损害国内或国外其他地区的利益。这一点可能对发展中经济体特别重要，因为发展中经济体的国家创新体系可能不再那么依赖外国跨国公司的研发业务，这既归功于本地企业的壮大，也得益于实施具体的公共政策来促进当地创新，替代或利用其国家和国际协作。

此外，知识的全球化导致各国内部创新活动分布失衡。由于世界各地知识产出中心越来越重要，交流不断强化，不参与这种交流的城市和地区都有边缘化的危险（见第五章）。

## 框2.1 专利和科学出版物地理编码数据

### 专利数据

本报告中使用的专利数据，涵盖已授予或未授予的所有专利文件；它们都是1970年至2017年在世界各地所有专利局提交的，也可在欧洲专利局（欧专局）PASTAT数据库和产权组织专利合作条约（PCT）专利集中查到。分析单位是在一国或多国提交并要求保护相同发明的一套专利文件的初次申请。每套专利文件称为一个同族专利，包含一个初次申请，还可能包含几个后续申请。在分析中，同族专利分为面向国际的同族专利和只面向国内的同族专利。面向国际的同族专利涉及申请人在居住国以外的至少一个管辖区域寻求专利保护。这些同族专利只包含在欧专局或通过PCT提交的专利文件。相反，国内同族专利仅涉及在本国的申请，例如，总部设在日本的申请人仅在日本特许厅提出申请。

地理编码即为某个特定地点确立地理坐标，根据同族专利中最佳可用数据来源，尽可能涉及发明人的地址。<sup>2</sup>许多地址都在非常精确的级别（即街道或街区层次）上进行地理编码，但其他地址仅在邮政编码或其他城市以下级别进行地理编码。为了保持国际可比性，但也由于一些国家专利集的发明人地址覆盖范围有限，集群分析仅依赖于面向国际的专利。

### 科学出版物数据

本报告中使用的科学出版物数据来自科学网的科学引文索引扩展（SCIE）中1998年至2017年的记录。该引文数据库由科睿唯安公司运营。分析侧重于涉及科学论文和会议记录的观察，它们构成了这些数据主体。

报告假定，对任何出版物开展的研究都已在作者声明所属的机构和组织中进行。事实上，所有这些地点都在邮政编码或城市以下级别进行了地理编码。如果作者在同一出版物中有一种以上的隶属关系，则考虑所有不同的地址。

本章记录了全球知识创造互动的演变，也记录了第一章中描述的离心力和向心力如何产生高度集中的创新热点和专业化专精集群的全球网络。本章使用一个新的地理编码科学出版物（科学论文和会议记录）数据库和专利数据来追踪发展轨迹（见框2.1），并强调从1970年代中期开始出现的一系列长期趋势。

本章分为四节。第一节考察了科学技术知识产出如何国际化的情形，重点是中等收入国家，特别是中国参与力度的提升。它还提供补充证据，证明知识产出如何在地理上日趋集中，确定每个国家内的主要创新聚群（热点和集群）。第二节分析了国家间的科技互动，为创新全球化提供了进一步的证据。它强调了公司国际知识外包的作用，认为这种外包是全球创新网络发展背后的驱动力。第三节探讨了两种聚群在何种程度上共同形成一个真正全球性的创新网络。最后一节阐述了本章的主要结论。

## 2.1 全球知识产出的两个侧面

### 知识创造的加速国际扩散

知识产出发生在何处？这种产出的地理扩散是否有别于其他经济活动？经验证据表明，与其他关键经济活动、总人口、贸易或外国直接投资的情况相比，知识产出相关活动（如研发支出、专利生成或科学出版物）通常在各国地域分布更集中。尽管分布比较集中，但全球趋势则是，从地域角度来看，随着时间的推移，创新在国际上日趋分散。<sup>3</sup>

在1970年至2000年的大部分时间里，只有三个国家（即美国、日本和德国）占全世界所有专利活动的三分之二（图2.1）。加上其余的西欧经济体，特别是英国、法国、瑞士和意大利，这个数字达到了90%左右。

然而，世界其他地区在新技术产出中所占的份额，如专利数量所反映的那样，在过去三十年中缓慢上升，主要是几个西欧经济体所占份额出现下降。世界其他地区从1970年代初的不到6%上升到2000年代初的13%以上。这种扩散，只有一小部分是因大韩民国和中国所致。

在过去二十年里，技术（专利）和科学成果的趋势都显著加快。自2010年开始，近十年中，世界其他地区的专利活动几乎占全部专利活动的三分之一。已公布的科学数据传播得更广，在大约同一时期，世界其他地区的科学出版物从不到全部科学出版物的四分之一上升到大约一半。

在此期间，世界其他地区（一个异质群体，从加拿大或大韩民国等一些高收入国家到大多数中低收入经济体）的知识产出所占份额不仅超过了西欧，也超过了美国和日本。不可否认，中国和大韩民国固然在这种国际分散中占据了很大一部分，但并不能解释所有这一切。事实上，就算将这两个亚洲经济体与西欧、美

国和日本归入同一组，世界其他地区在这两项知识产权指标中所占份额仍然有所增加。

扩散如此不断加大的背后原因是什么？最重要的是，亚洲国家崛起，成为全球创新参与者：自 2000 年代初以来，亚洲作为一个整体，在专利总量中所占份额从 32% 增加到 48%，在科学出版总量中所占份额从 17% 增加到 36%。这种情况反映了中国和大韩民国的崛起；也是在日本专利和出版物所占份额相对下降的情况下发生的。

此外，西亚、南亚、中亚和东南亚的许多经济体（考虑到其起点低）在专利活动中所占份额也显著增加（表 2.1）。科学出版物也是如此，仅在 20 年间，所占比例就从 5% 以上上升到 10% 以上。在这些经济体中，土耳其、以色列、印度、新加坡和伊朗伊斯兰共和国表现抢眼，成了最大的创新产出国。

在过去二十年里，其他大陆的经济体也为创新的地域扩散做出了贡献，特别是在科学出版方面。大洋洲，主要由澳大利亚推动，尽管自 2000 年代初以来其专利份额有所下降，但科学出版物所占份额小幅稳步增长。尽管拉丁美洲和加勒比经济体的起点很低，但科学出版物所占份额在过去 20 年中增长了 36%，专利份额自 1970 年代以来翻了一番。非洲国家科学出版物所占份额相对较高，但它们的专利份额本来已经很小，而且又下降了。从这一时期开始，以俄罗斯联邦为首的中欧和东欧国家在两种创新成果中所占份额最大，仅次于北美、西欧和东亚。然而，这些经济体所占的专利份额随后急剧下降，科学出版份额也略有下降。

这些地区无一例外都显示出创新高度集中在少数几个国家中，在专利方面更是如此。南亚的印度和中亚的伊朗伊斯兰共和国；东南亚的新加坡；中欧和东欧的俄罗斯联邦和波兰；拉丁美洲的巴西和墨西哥；中东的以色列和土耳其；大洋洲的澳大利亚；非洲的埃及和南非，概莫能外。这些地区领先国家所在次大陆，本来专利活动就很少，它们又占了其中大部分。许多科学出版都集中它们那里，特别集中在拉丁美洲的巴西、南亚的印度和中亚的伊朗伊斯兰共和国。

创新的科技价值可能不同。开创性和颠覆性的科学技术产出会影响随后的产出，因此，会被更多地引用。高收入经济体在生产这种开创性的创新产出上花费更多。专利和科学出版物的引用，即使不是一个体现经济价值的完美指标，但也反映了研究对其他创新者来说是多么显著，多么令人激赏，因此，又是多么宝贵。

专利和科学出版物数据都表明，创新越有价值（引用越多），就越集中（图 2.2）。特别是，美国在引用最

## 知识产出加速扩散的二十年

图 2.1 最主要经济体专利活动（上）和出版物所占份额（下）的演变情况



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。  
注：西欧其他国家不包括德国。专利数字按国际同族专利计算。

多的专利和科学出版物中所占份额特别大，使其他经济体的份额相形见绌。尽管如此，即使在美国，也有分散的趋势。在过去二十年里，美国、日本和西欧更具价值的创新成果总体集中程度有所下降。中国和大韩民国再度脱颖而出。但是，其他经济体也促进了引用最多的创新的传播，即使传播速度不如引用较少的科学出版物和专利那么快。

总之，过去二十年，科技创新活动在全球范围内的传播，尽管也有许多其他国家的贡献，但中国的功劳似乎甚大。但许多收入较低的国家仍遭到系统性排斥，无法参与国际创新。<sup>4</sup> 奇怪的是，中国以及大韩民国近期的快速崛起也标志着创新生产所占份额在全球范围内的重新集中，但集中在不同的地方。这种重新集中与2008年大衰退开始后观察到的研发支出所占份额的类似趋势不谋而合，中国和大韩民国在全球研发支出中所占的份额都有提高。总的来说，全球创新产出的数量有所增加，并且在全球范围内扩散的范围更广，但其中的大部分仍然集中在有限几个国家。

## 日益集中：地方事务

各国内科学发明活动的地理分布不均衡。在创新产出及其国际传播不断加大的背景下，出现了一个有趣的现象——没有明确的证据表明知识产出已经在国家内部扩散开来。

每个经济体都有几个行政区往往积累了最大份额的科技产出（表 T.2）。美国共有 50 个州，其中有 3 个州集中了近 40% 的发明产出（专利）和近 30% 的科学产出（出版物）。而且，美国是最大经济体中创新地域集中程度最低的国家。日本共有 47 个县，其中有 3 个县集中了 56% 的专利和 35% 的科学出版物。中国共有 33 个省和直辖市，其中有 3 个省和直辖市聚集了 60% 的专利和近 40% 的科学出版物。在欧洲，集中程度较高，但地区数量更少。在德国 16 个州中，有 3 个州集中了三分之二的专利和一半的科学出版物。同样，法国 18 个大区中，有 3 个大区积累了大约 60% 的知识产出。

在过去十年里，专利在这些经济体中的地区集中程度有所提高。除法国以外，在所有情况下，前三个区域（表 2.2）在 2011-2015 年期间积累了更多的专利，证明在国内也是很集中的，而不是分散的。有趣的是，虽然前三个区域在这两个时期未必相同，但变化很小。然而，对于科学出版物，前三个区域在图中所示的两个时期几乎没有变化。只有中国的前三个省和直辖市能够证明科学产出在地理上有某种明显的扩散。学术机构设在何处，预算多少，都是长期复杂决策过程的结果，这一事实可以部分说明这些科学出版趋势稳定不变的原因。

这些趋势不仅适用于上一节描述的主要创新经济体。在大多数国家中，有少数一些地区已经成为真正的创新热点，遥遥领先于本国其他地区。印度、澳大利亚和东南亚、中东、拉丁美洲和非洲的若干国家，就是如此。

不过，在以现有国家以下行政区域为基础进行跨国比较时，仍然相当困难——在所有经济版图问题上都是如此。行政区在创新活动的规模、人口和密度方面可能迥然有别，因此，要进行比较就更加复杂。此外，行政边界可能与创新聚群或中心的界限不一致。<sup>5</sup> 一个特定行政区域甚至可能包含两个或多个聚群，或者一个或多个聚群可能跨越几个行政区，甚至跨越国家边界。

这是一个众所周知的问题，在空间分析方面的文献中有大量记载，被称之为可修改面积单位问题（MAUP）及其导致的统计失真。<sup>6</sup> 解决方案要求创建特别可比区域，以替代行政区。框 2.2 提供了对这一解决方案的详细解释。

### 框 2.2 如何衡量地方创新聚群

本报告旨在提供一个衡量科技活动聚群的国际可比标准。它利用 1976 年至 2015 年所有面向国际的专利和 1998 年至 2017 年所有科学出版物，来确定创新的主要地理集中情况。

以经济地理文献中基于密度的算法为基础，使用集群识别方法，从本质上对聚群加以定义。<sup>7</sup> 简而言之，本报告使用 DBSCAN（带噪音应用基于密度的空间集群）集群算法，分别从地理编码专利和科学出版物数据中识别“集群”。每个科学出版物和专利聚群的边界，都使用凹多边形方法加以确定。把重叠的多边形合并起来，只保留所有相关聚群的外部边界。由此得出的外部区域称为**全球创新热点（GIH）**，或者更直白地称为**热点**。考虑到科学和技术的专业化，对同一出版物和专利数据的 25 个子样本重复了上述方法，这些子样本分别涉及 12 个科学领域和 13 个技术领域。<sup>8</sup> 只保留了经过这 25 次迭代获得的，不包含在热点中的多边形。由此，重叠多边形以与热点相同的方式加以合并。**最后的外部区域称为专业专精集群（SNC）**，或者更明白地称为**专精集群**。

根据定义，由此确定的区域：(1) **具有国际可比性**，即相同的科学出版物或专利（专业化）密度将决定世界任何地方的相同热点（集群）；(2) 可以有**不同的科技密度**，即热点和专精集群只需要科学出版



## 亚洲在创新中所占份额强劲上升

表 2.1 按区域和选定国家列示的专利和科学出版的演变情况

地区 (国家)	专利							出版物			
	1970-79	1980-89	1990-99	2000-04	2005-09	2010-14	2015-17	2000-04	2005-09	2010-14	2015-17
<b>SCSE Asia</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.6%</b>	<b>1.0%</b>	<b>1.6%</b>	<b>2.1%</b>	<b>2.0%</b>	<b>3.2%</b>	<b>4.8%</b>	<b>6.7%</b>	<b>7.5%</b>
印度	0.0%	0.0%	0.1%	0.5%	1.0%	1.4%	1.3%	2.0%	2.6%	3.2%	3.5%
新加坡	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.4%	0.4%	0.3%	0.4%	0.5%	0.5%	0.5%
<b>CEE</b>	<b>3.2%</b>	<b>3.8%</b>	<b>4.9%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.3%</b>	<b>1.4%</b>	<b>1.3%</b>	<b>5.8%</b>	<b>5.9%</b>	<b>5.8%</b>	<b>5.6%</b>
俄罗斯联邦	0.7%	1.4%	2.7%	0.4%	0.5%	0.5%	0.4%	2.4%	1.9%	1.7%	1.8%
波兰	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	1.1%	1.3%	1.3%	1.3%
<b>LAC</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.5%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.6%</b>	<b>3.0%</b>	<b>3.5%</b>	<b>4.0%</b>	<b>4.0%</b>
巴西	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	1.5%	2.0%	2.3%	2.3%
<b>西亚</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.7%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.4%</b>	<b>1.6%</b>	<b>1.7%</b>	<b>2.3%</b>	<b>2.8%</b>	<b>3.0%</b>	<b>3.1%</b>
土耳其	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	1.0%	1.5%	1.7%	1.7%
以色列	0.2%	0.3%	0.6%	0.9%	1.2%	1.1%	1.1%	0.9%	0.8%	0.6%	0.6%
<b>大洋洲</b>	<b>0.8%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.4%</b>	<b>1.3%</b>	<b>0.9%</b>	<b>0.9%</b>	<b>2.4%</b>	<b>2.4%</b>	<b>2.6%</b>	<b>2.8%</b>
澳大利亚	0.7%	1.0%	1.0%	1.2%	1.1%	0.8%	0.8%	2.0%	2.1%	2.3%	2.5%
<b>非洲</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.2%</b>	<b>0.2%</b>	<b>1.1%</b>	<b>1.3%</b>	<b>1.6%</b>	<b>1.8%</b>
埃及	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.3%	0.4%	0.5%
南非	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.3%	0.4%	0.4%	0.4%
<b>共计</b>	<b>4.8%</b>	<b>5.8%</b>	<b>7.8%</b>	<b>5.3%</b>	<b>6.4%</b>	<b>6.8%</b>	<b>6.7%</b>	<b>17.8%</b>	<b>20.7%</b>	<b>23.6%</b>	<b>24.9%</b>

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。

注：CEE= 中欧和东欧；LAC= 拉丁美洲和加勒比；SCSE Asia= 南亚、中亚和东南亚。专利数字按国际同族专利计算。

物或专利高度集中，但不一定需要两者并存；(3) 具有不同的专业化密度，即专精集群的密度阈值低于热点；(4) 是不同的地理区域，即多边形在热点和专精集群内部及其之间，都不重叠；(5) 具有非预定义的边界，即热点和专精集群可以大小不同，且可以包括一个以上的城市、州/省或国家。

根据这一方法，全世界共有 174 个全球创新热点和 313 个专业化专精集群，共集中了全世界 85% 的专利和 81% 的科学论文和会议记录。专精集群的贡献相对较小。当然，这些也包括与这些创新密集领域之外的合作伙伴的合作，即共同发明和联合出版。

从很大程度上讲，这些创新密集地区恰好也是世界上广大、城市、都市和繁荣地区。如上所述，创新甚至比一般经济活动和人口更加集中。例如，全世界共有 35 个人口最多的大都市地区，其中只有 22 个是全球创新热点的一部分（图 2.3）。这些大都市地区之间存在着巨大的差距：北京、伦敦、洛杉矶、纽约、首尔和东京集中了大量的专利和科学出版，而布宜诺斯艾利斯、德里、伊斯坦布尔、墨西哥城、莫斯科、圣保

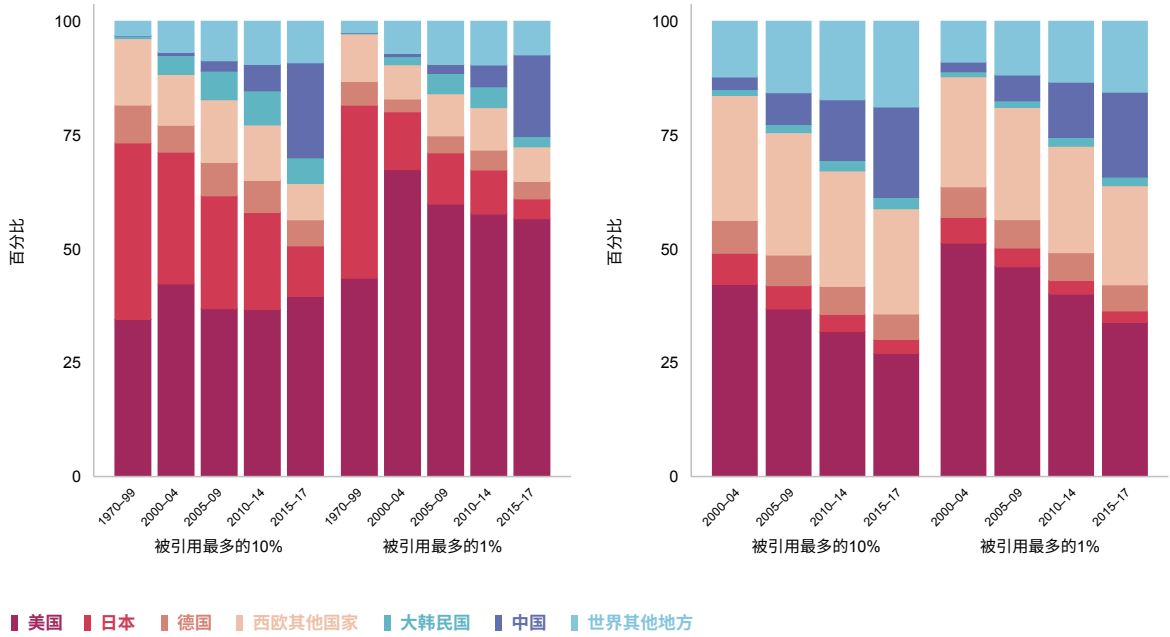
罗和德黑兰等城市，却只是热点的一部分，科学论文产出集中程度相当大，但明显较低，专利也寥寥无几。其他人口高度密集的城市中心在某些专业科技领域才刚达到足够的创新密度。曼谷、开罗、重庆和加尔各答等地的专精集群就是这种情况。雅加达、卡拉奇或马尼拉等几个人口高度稠密的大都市地区，尽管集中了大部分的国家创新产出，却没有产生足够的创新，无法归入热点或专精集群所在地行列。

另一方面，许多高收入、创新型国家的低密度城市地区可以创新密度很高，特别是在一些专业化领域。这些专精集群，如美国的伊萨卡、挪威的斯塔万格或瑞士的伯尔尼，由于当地学术机构、行业或有时是一家关键公司的创新足迹明显，具有高度创新性。在专业化领域，这些专精集群的表现优于城市化和整体创新密度高得多的大都市。

图 2.4 和图 2.5 以夜间灯光代表城市密集区域，根据全世界的夜间灯光分布，将这种比较扩展到全球范围。<sup>9</sup> 如图 2.4 所示，夜间灯光在世界范围内或国界内分布很不均匀。创新遵循着相似的聚群模式，但地域分布甚至更加倾斜。这些聚群或热点，顾名思义，在科学知识或专利生成方面更加密集，通常与世界上最明亮的

## 价值越大，集中度越高

图 2.2 最主要经济体和地区的引用最多的专利（左）和科学出版物（右）的演变情况



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

## 国家内部顶级创新次国家区域所占的份额

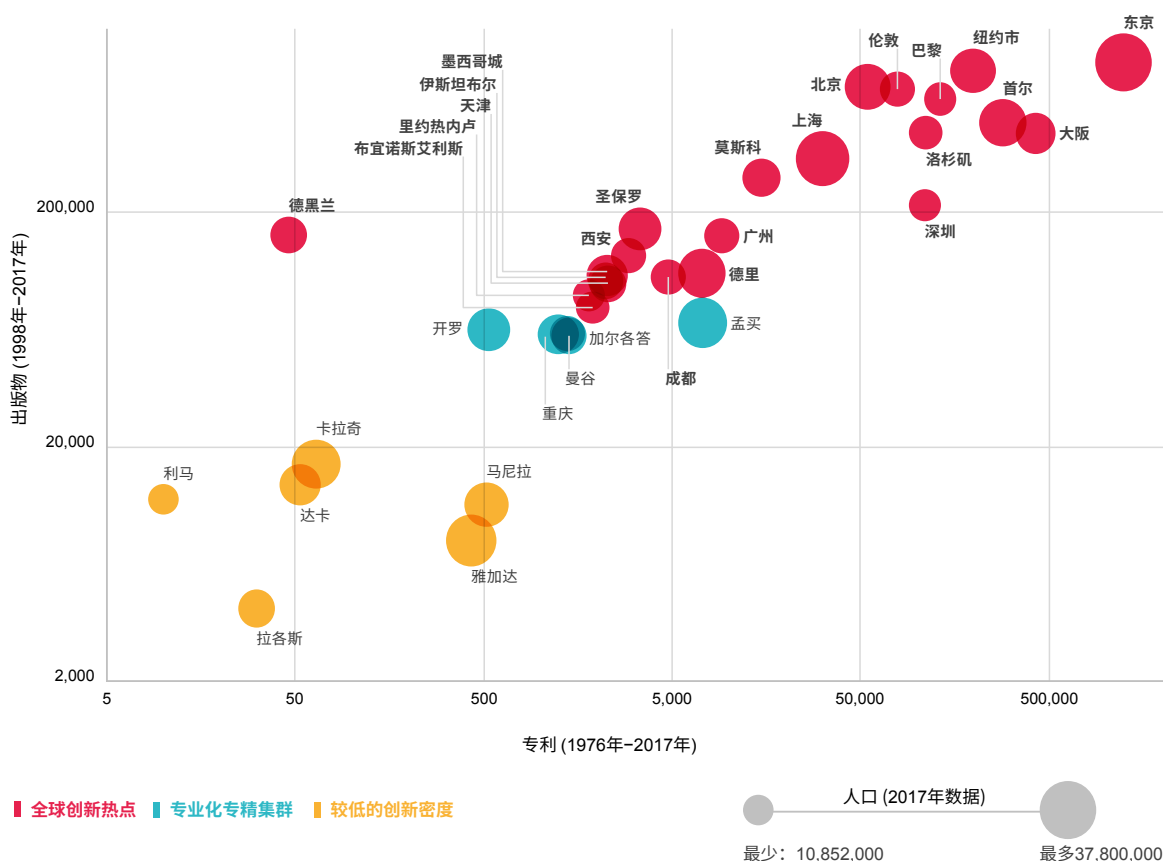
表 2.2 按时期、选定国家分列的专利和科学出版物集中程度前三的大行政区

国家 (层次)	专利		出版物		
	1991-95	%	2011-15	%	
中国(省份)	北京	42.3	广东	60.3	
	广东		北京		
	上海		江苏		
德国(州)	巴登-符腾堡	63.8	拜恩	65.0	
	拜恩		北莱茵-威斯特法伦		
	北莱茵-威斯特法伦		巴登-符腾堡		
法国(大区)	法兰西岛	64.1	法兰西岛	59.9	
	奥弗涅-罗讷-阿尔卑斯		奥弗涅-罗讷-阿尔卑斯		
	大埃斯特		奥克西塔尼		
联合国(郡)	大伦敦	17.9	大伦敦	23.9	
	哈福德		剑桥		
	剑桥		牛津		
印度(邦)	马哈拉施特拉	51.6	卡纳塔克	60.1	
	卡纳塔克		马哈拉施特拉		
	特伦甘纳		特伦甘纳		
日本(县)	东京	51.5	东京	56.3	
	神奈川		神奈川		
	大阪		大阪		
美国(州)	加利福尼亚	30.8	加利福尼亚	36.5	
	纽约		纽约		
	得克萨斯		得克萨斯		
			加利福尼亚	28.2	
			纽约		
			马萨诸塞		
				加利福尼亚	28.7
				马萨诸塞	
				纽约	

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据。  
注：专利和科学出版物根据发明人的地理编码地址和作者的从属关系归入地区。见框 2.1 和技术注释。专利数字按国际同族专利计算。

## 人口密度不能确保高创新密度

图 2.3 前 35 个最大城市的专利和科学论文



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2），以及城市市长基金会的顶级城市。基于从城市市长基金会检索到的世界最大城市名单中所列前 35 个最大都市人口，[www.citymayors.com/statistics/largest-cities-population-125.html](http://www.citymayors.com/statistics/largest-cities-population-125.html)，2019 年 9 月。  
注：气泡大小涉及大都市地区的人口（2017 年前后）。以对数刻度表示的轴。由于科学出版物很少，专利价值不大，图表区省略了金沙萨和石家庄。专利数字按国际同族专利计算。

（夜间灯光）区域重合。专精集群也与明亮的位置不谋而合，尽管它们的专业性质意味着城市地区可能不那么密集。

欧洲（尤其是西方）夜间灯光的地域分布最为均匀；它集中了世界上三分之一以上的全球创新热点和专业化专精集群，也不足为奇。尽管如此，仍有几个明亮区域没有相应的创新聚群。在欧洲，德国、英国和法国在创新聚群的数量上处于领先地位，但即使是它们也有几个密集的城市地区没有任何相应的科学出版物或专利密度。

北美拥有超过四分之一的热点和专精集群，大多位于东海岸和西海岸密集的城市地区。美国中部和南部大多数主要城市也有创新聚群；但许多密集的城市地区，

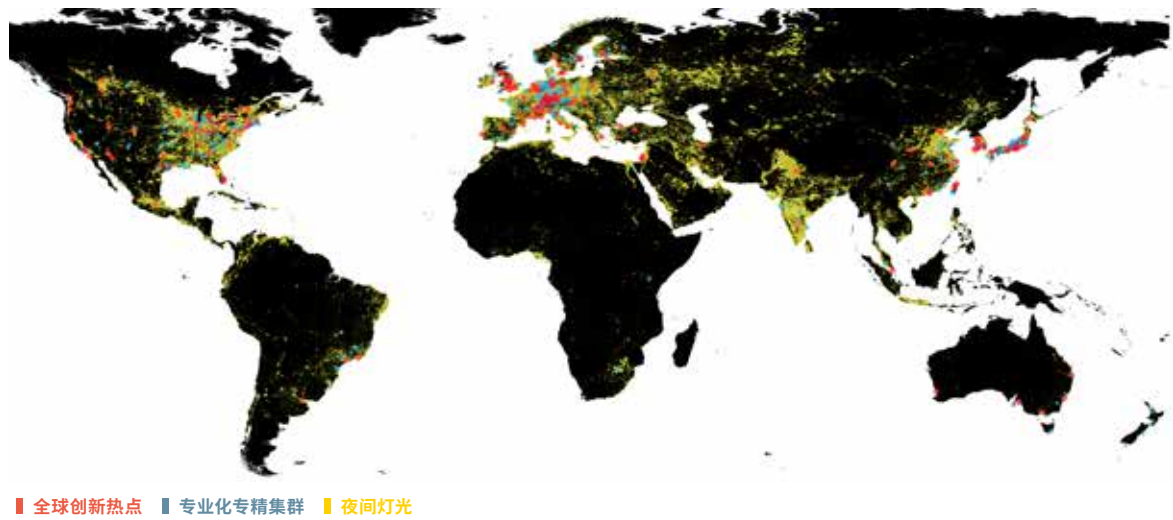
尤其是美国中西部和南部各州的密集城市地区，却没有足够的创新来主持全球创新热点或专精集群。

亚洲拥有略多于四分之一的热点和专精集群。日本、中国、大韩民国和印度占亚洲创新聚群的大部分。在日本，夜间灯光和创新聚群之间有高度对应关系；从某种程度上讲，大韩民国也是如此。尽管中国和印度拥有众多创新聚群，但仍有许多密集的城市地区没有相应的创新密度。

大洋洲、拉丁美洲和非洲广袤的大陆地区有广大地区都没有密集的城市点。在大洋洲，澳大利亚城市地区往往就是创新密集地区，凡明亮地点，几乎都有相应的全球创新热点或专精集群。相反，非洲和拉丁美洲大部分城市密集区都没有相应的创新密度。

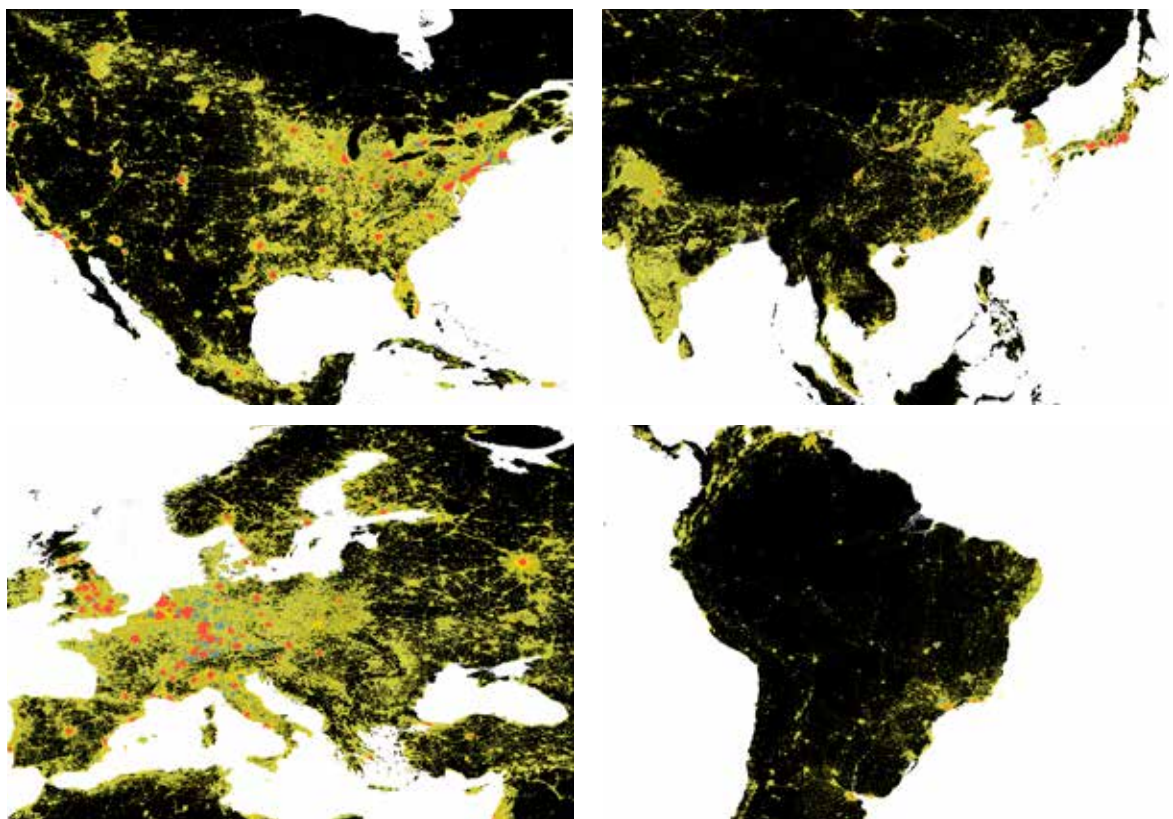
### 创新密度和城市密度基本一致

图 2.4 世界创新分布（全球创新热点和专业化专精集群）和 DMSP 夜间灯光



### 北美、西欧和东亚拥有最多的中心

图 2.5 按地区列示的全球创新热点和专业化专精集群



资料来源:产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据 (见框 2.1 和 2.2)。夜间灯光数据来自美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 国家地球物理数据中心。  
注: DMSP= 国防气象卫星计划。

如表 2.3 所示，不同地点的科学发明活动在各个创新密度水平上都高度倾斜。174 个热点代表了世界上创新密度最大的地区；尽管如此，有为数有限的几个热点（主要在高收入和中等收入国家）却始终生产全球创新热点创造的大部分科技知识。

仅 16 个不同国家的 30 个热点就创造了近 70% 的专利和大约 50% 的科学论文。

在热点和专精集群之外产生的科学发明活动少之又少，在少数几个拥有这些热点的国家之外产生的科学发明活动更少。事实上，有 160 多个国家没有任何热点或专精集群。即使在创新密度较低的地区，所产生的大部分知识也只是在少数密集的城市地区产生的。仅位于 24 个不同国家的 30 个聚群点就在这些非创新密集的国家产生了大约 64% 的专利，发表了 61% 的科学论文（表 2.3）。尽管少数几个聚群如此集中，但与世界顶级热点仍有巨大差距。在创新密度较低的国家，前 30 个聚群的专利和科学出版物数量分别仅为世界领先的 30 个热点的 0.4% 和 4%。

但即使在创新密集的地区，各国也出现了巨大差异。表 2.4 着眼于选定国家在两个不同时期的前三个热点和专精集群，以及它们在各自国家积累的专利活动和科学出版物份额。首先，前三名创新密集地区的列表在时间和专利与科学出版物之间几乎没有差异，表明集中现象的稳定性。其次，在图示的所有国家中，前三名累积的份额相当高，从大约 20% 到超过 80% 不等。再次，在大多数国家，前三个专利热点的份额要么保持相当稳定，要么有所增加，这表明，在国家内部，发明活动在地域上散布得不是很广，在某些情况下甚至重新集中起来。德国是个例外，其次，法国也是个例外，前三个专利热点的发明活动不如 20 年前集中。

总体而言，科学出版物的集中程度也保持相对稳定，比率很高。在这些选定的经济体中，只有中国，其次是印度，表现出一定程度的分散趋势，但它们的前三个热点仍然分别拥有至少四分之一和三分之一的国家科学出版物。有趣的是，在比较出版物和专利时可以观察到（表 2.4），在某些国家，科学出版物如何比专利更集中（这不是一般规则）。英国就是如此，法国也是如此，但程度较轻。这两个国家的首都城市，都是世界范围内的科学产出中心，也在各自国家引导先路。

## 2.2 全球协作和采购网络

### 协作到底有多全球化？

科技知识的产出越来越具有协作性。早在 1998 年，各团队就已经撰写了大部分科学论文。到 2017 年，

### 少数几个地点集中了大多数科学发明活动

表 2.3 1998 年 - 2017 年全球创新热点和创新密度较低国家中的专利和出版集中度

前30个热点(在世界所有全球创新热点中所占的份额)		
热点 (%)	30	(17.2%)
国家 (%)	16	(47.1%)
专利 (%)	3,234,850	(69.2%)
科学论文 (%)	10,987,971	(47.8%)
非创新密集国家的前30个聚群		
聚群 (%)	30	(5.0%)
国家 (%)	24	(14.4%)
专利 (%)	11,491	(64.1%)
科学论文 (%)	484,689	(61.0%)

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。注：仅报告了 1998 年至 2017 年的数据。前 30 名专利和出版数据分开计算。非创新密集国家的前 30 个聚群以框 2.2 中描述的全球创新热点确定的方法确定。专利数字按国际同族专利计算。

独狼式单打独斗的科学家所占重要性已经是 20 年前的一半了。团队的规模也在扩大。2017 年，普通科学论文比 20 年前几乎需要再多两名研究人员参与（见图 2.6）。此外，团队平均规模也已经全面扩大，因此，由六名或更多科学家组成的团队成为科学知识产出中最常见的团队。

协作实现技术创新（专利）的团队规模较小，但也遵循类似的增长趋势，自 1970 年代初以来，团队平均人数翻了一番。到 2010 年代中期，三分之二的发明都是协作的成果。所有发明人的团队规模都在不断增加，减少了单个发明人的专利。

团队也越来越国际化。如在第一章所见，推动学术界和公司跨境寻求创新合作伙伴的力量是多方面的。科学界参与国际合作有悠久的传统。跨国公司还通过其研发的国际分工和国际协作力求提高效率。例如，它们可以与其他国家的研发团队合作，以便：（一）使技术适应不同的市场需求；（二）接触特别人才库；或者（三）单纯地降低研究人员成本。<sup>10</sup>

科学产出（出版）与技术产出相反，其协作越来越需要来自至少两个不同国家的组织的团队参与（图 2.7）。在短短 20 年内，国际科学协作所占的份额几乎增加了一半，已发表的科学论文从 17% 增长到 25%。国际共同发明现象则要少得多。然而，尽管份额较少，但

国际协作专利产出在 2000 年代后半期显示出令人印象深刻的增长趋势，从不足 5% 增长到近 11%，翻了一番多。自 2010 年以来，这一份额略有下降。<sup>11</sup>

事实上，国际团队发表的科学论文所占的百分比高于专利，这再次表明科学产出比技术产出更加国际化。图 2.8 按国家细分了全球顶尖创新国家的国际发明团队和科学团队的数据。除了日本，然后除了大韩民国，在大多数申请最多的国家中，国际共同发明所占份额都很大。美国和西欧国家主要呈现上升趋势。规模较小的经济体，如果有与国际相联的密集城市地区和创新地区，如瑞士，就非常容易参与国际协作。在印度，国际共同发明比率也很高。在东亚各大经济体中，情况则不同。2000 年代之前，中国的国际共同发明所占份额异常大，但数量很小。此后，当中国专利活动数量上升时，国际共同发明所占的份额却急剧下降，与日本和大韩民国的极低份额相当。

国际联合出版的趋势则迥然不同。除了印度外，所有主要科学出版国在国际联合出版中所占的份额都大于共同发明。此外，这些份额在此期间稳步增长。然而，数据显示，就科学出版而论，东亚国家的国际开放程度也低于美国和西欧。

国际协作也集中在少数几个主要国家，尽管随着新的利益攸关方进入网络，这种集中度正在下降（图 2.9）。仅美国、西欧和日本之间的科学合作出版就在 1998 年 - 2002 年间所有国际联合著作中占 54%，2011 年 - 2015 年间占 42%。这三个区域的共同发明在 1998 年 - 2002 年国际共同发明总量中占 69%，在 2011 年 - 2015 年占 49%。

这三个区域也参与了与其他经济体开展的大部分合作（图 2.9）。虽然欧洲内部的协作日益重要，但美国仍然是大多数欧洲国家的主要合作伙伴。加拿大和美国（当然是由于地理毗邻、文化相近）向来都在国际合作网络中建立极其牢固的联系。加拿大的其他关系多是与西欧的关系，在其他地方几乎没有联系。这些网络的新进入者（如中国、印度、澳大利亚或巴西）也多与这三个经济体联系在一起，通常是与美国和英国、德国等几个西欧国家。

美国 - 西欧 - 日本三角以外的国家和经济体之间的协作则稀少得多。在 1998 年 - 2002 年期间，不涉及这些核心经济体的国际共同发明仅占有所有国际共同发明的 2%，在 2011 年 - 2015 年期间占 7%。科学联合出版的子网络略大，从 1998 年 - 2002 年占 5% 开始，到 2011 年 - 2015 年达到所有国际联系的 13%。三大巨头之外的一些较大经济体（如中国、印度、新加坡，其次，如阿根廷、澳大利亚、巴西、墨西哥和南非）已经加大了参与子网的力度，尽管主要是为了科学联

合出版物而参与。但他们的关系仍然主要涉及三大巨头之一（尤其是美国和欧洲）而不是另一个非核心地区。

总的来说，协作趋势表明发明活动的全球化主要涉及美国和西欧，还有中国和印度。

## 跨国公司到远方寻求创新

从 1990 年代末开始，如第一章所讨论的那样，跨国公司越来越多地开始将研发活动外包给中国、印度和东欧国家等中等收入发展中经济体。<sup>12</sup> 它们最初都在调整技术以适应当地市场的需求，但慢慢转向尖端研发——与高收入经济体的研发相当，并为全球市场开发新产品。<sup>13</sup> 某些中等收入国家生机勃勃，极大地吸引了与研发相关的外国直接投资，尤其是在印度和中国。

在过去 25 年里，来自美国的外向研发增加了五倍多，大部分与创新相关的投资流向了德国、英国、日本、加拿大或法国。<sup>14</sup> 美国公司有外国发明人参与的专利活动的趋势也沿用非常相似的模式（图 2.10）。在 1970 年代和 1980 年代，美国公司申请的专利中只有 9% 有外国发明人参与；到 2010 年代，这一比例已经上升到 38%。加拿大、日本和西欧的技术外包一直在持续增长，直到 2000 年代初，才趋于平缓。自那以后，美国公司创新外包的增长大多发生在其他地方，主要是中国、印度，其次是以色列。因此，美国知识多元化战略有很大一部分涉及到向非高收入国家的扩张。

研发国际化并不限于美国公司，只是其他大型经济体对这种协作没有那么开放（图 2.10）。德国、法国和英国等西欧大型经济体最为接近，而东亚主要国家（如日本、大韩民国和中国）的公司国际化程度则低得多。

世界各地的公司都有一个明显的模式，增加和扩大吸收外国发明人参与的专利活动。然而，如前所述，大多数国际专利采购仍然发生在高收入经济体的公司和发明人之间，特别是美国、日本和西欧。其中，日本公司对外开放程度最低，而美国公司则在很大程度上依赖日本发明人。

在过去 20 年里，中国和大韩民国都有被列入这一精英群体的理由。它们当然有大量的公司专利活动，也有大量发明人参与外国公司的专利活动。大韩民国公司依赖日本和美国发明人，程度甚至日本和美国发明人对韩国公司的依赖。1990 年代，中国企业曾高度依赖日本发明人，但自 2000 年代初以来，它们已经转向越来越面向国内的局面。

中国公司目前对国际发明人的开放程度只是略高于日本公司。

## 创新持续集中在少数几个热点中

表 2.4 选定国家专利和出版物的前三名全球创新热点的集中度

国家	专利		出版物					
	1991-95	%	2011-15	%	2001-05	%	2011-15	%
中国	北京 上海 深圳-香港	36.5	深圳-香港 北京 上海	52.2	北京 上海 南京	43.9	北京 上海 南京	35.8
德国	法兰克福 科隆-杜塞尔多夫 斯图加特	37.4	法兰克福 斯图加特 科隆-杜塞尔多夫	29.4	法兰克福 科隆 柏林	34.4	法兰克福 科隆 柏林	34.2
法国	巴黎 里昂 格勒诺布尔	47.1	巴黎 格勒诺布尔 里昂	42.8	巴黎 里昂 格勒诺布尔	51.0	巴黎 里昂 图卢兹	49.4
联合国	伦敦 曼彻斯特 剑桥	30.0	伦敦 剑桥 牛津	35.0	伦敦 剑桥 牛津	39.8	伦敦 牛津 剑桥	41.8
印度	班加罗尔 孟买 德里	41.9	班加罗尔 海得拉巴 德里	46.2	德里 孟买 班加罗尔	27.7	德里 孟买 加尔各答	24.6
日本	东京 大阪 名古屋	80.5	东京 大阪 名古屋	83.4	东京 大阪 名古屋	64.3	东京 大阪 名古屋	64.8
美国	纽约市 圣何塞-旧金山 波士顿	19.4	圣何塞-旧金山 纽约市 波士顿	23.4	纽约 哥伦比亚特区-巴尔的摩 波士顿	21.2	波士顿 纽约 哥伦比亚特区-巴尔的摩	21.4

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

然而，尽管近几十年来，涉及中等收入发展中国家的跨国公司外包业务有所增加，但发展中国家的公司仍然更有可能利用高收入经济体的创新，出现相反情况的可能性不大。印度、亚洲、中东欧、拉丁美洲和非洲的公司，首先高度依赖美国、西欧、中国发明人的独创能力，其次是高度依赖日本和大韩民国发明人的独创能力，为他们创造可专利技术。然而，值得回顾的是，与美国、西欧、日本、中国和大韩民国的公司相比，这些经济体的公司拥有的专利活动数量很少。最后也同样重要的是，非高收入国家的公司和发明人之间开展的直接专利活动要少得多。

区域之间也有某种程度的协作。然而，这种协作也采用上述模式。墨西哥的公司从美国和加拿大的发明人那里获得的专利极多，反之则很少。这同样适用于欧洲的德国、法国和英国，尤其是中欧。来自全亚洲的公司首先对日本、大韩民国、中国的发明人，其次对印度的发明人极感兴趣，反之则不然。巴西和南非的发明人似乎是拉丁美洲和非洲公司的区域性发明源头的情况不太明显。然而，亚洲、拉丁美洲或非洲非高收入经济体的公司大多与各自大陆以外的发明人，通常是美国和西欧的发明人互动。

## 2.3 本地创新和全球创新中心网络

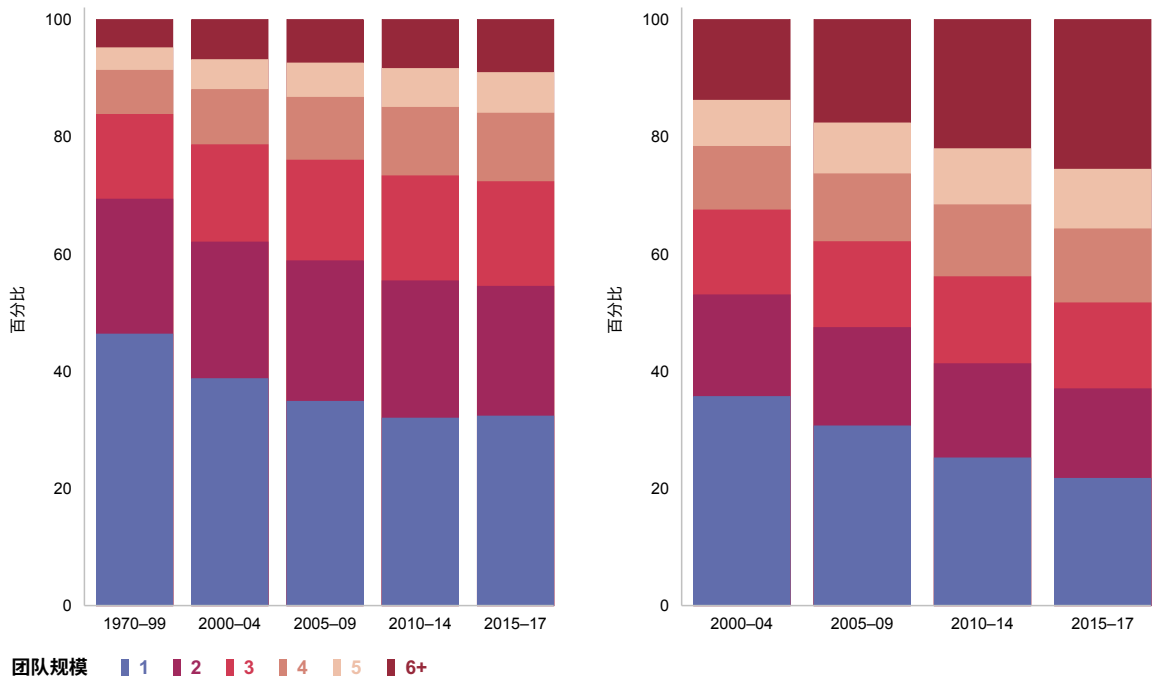
### 聚群的全球化

热点和专精集群不仅集中了更多的科学出版物和专利产出，而且也开展了更多的国际协作（图 2.11）。就引用量大的专利和科学论文而言，差异甚至更大。在过去 20 年里，国际科学协作在创新密集地区产生的所有科学论文中所占的比例从 19% 上升到 29%，在这种国际协作中被引用最多的论文从 28% 上升到 43%。

热点和专精集群内外的共同发明，也存在着同样的差距。在 2010 年代后半期，来自热点和专精集群的发明中有 11% 有国际合作伙伴（引用最多的专利中有近 16% 有国际合作伙伴）而来自这些地方之外的专利中只有 6% 有国际共同发明人。然而，没有证据表明差距正在扩大。事实上，从 2000 年代后半期开始，聚群内外的国际共同发明也表现出类似的停滞趋势，从某种程度上讲，甚至是下降趋势，大概与全球化放缓不断扩散有关（见下文）。

## 协作创新增多

图 2.6 按时期列示的发明人（左）和科学（右）团队规模



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

图 2.12 显示了几种值得注意的模式。如第 2.2 节所述，在这些不涉及任何地方、国家或国际协作的创新密集集群中，科学和发明产生的百分比已经下降。单一发明人的发明在 1970 年代和 1980 年代占三分之一，至 2017 年只有不到四分之一。单一作者的科学出版物在 2000 年代初占 40% 以上，至 2010 年代后半期则不到 25%。热点和专精集群协作越多，它们创造的知识网络就越密集。

在其他方面，情况则不同，具体要看是创造性产出，还是科学产出。就专利而言，纯粹地方团队所占的份额大于国家和国际团队所占份额，而科学出版物的情况则不是这样。然而，就科学出版物来说，国际联合出版物的增长速度一直快于国家和地方协作。从 1980 年代初到 2000 年代下半叶，专利也呈现出同样的趋势。<sup>15</sup>

然而，自 2005 年左右以来，纯地方专利所占的份额出现了新的增长。这一变化与全球化和国际化步伐总体放缓不谋而合，具体反映在贸易、外国直接投资流动和金融一体化增长放缓方面。与此同时，国家团队而不仅仅是地方团队创造的专利份额也已下降。国家

团队所占份额下降可能是因为，知识创造和创新全球化放缓，部分与当地热点的崛起有关，而不是与新的国家创新体系的发展有关。在下文将会看到，这种模式在一些特定的亚洲国家更为强势。

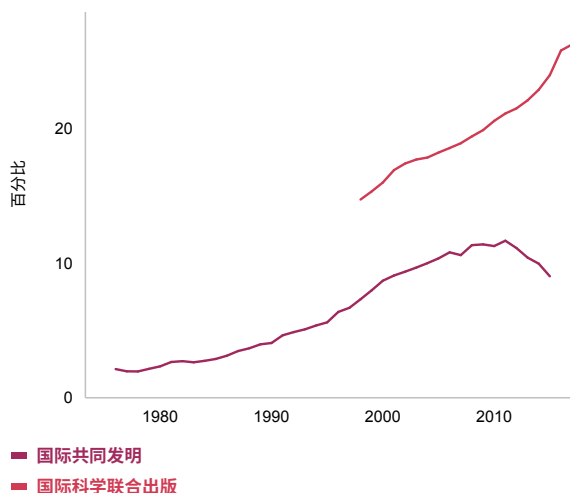
如图 2.13 所示，各国的情况也大不相同。图 2.13 扩展了图 2.12 的分析，显示一些顶级创新国家的热点和专精集群的细分情况。科学出版物的国别趋势也基本上沿循了图 2.12 所示的趋势，几乎所有国家都呈现出类似的模式，协作都有所增加。然而，也有一些不同。在美国、日本、德国和瑞士，国际联合出版物所占份额不断增加是非协作科学研究减少的主要原因。中国、印度，在某种程度上还有大韩民国，国际科学协作增长已不那么活跃。在这些国家，非协作科学出版物所占份额的下降在很大程度上反映了国家和地方协作的增加。

与前一节中跨国公司的趋势一致，各国专利共同发明的趋势迥然有别。一些国家，如印度或瑞士，可能对国际共同发明格外开放，而韩国、日本，最近还有中国，则处于另一个极端。在一些国家，国际团队在专利产出中的份额明显下降，在中国更是如此，因为在中国，



## 创新协作日益国际化

图 2.7 国际共同发明与联合出版（百分比）



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1）。  
注：国际共同发明 = 至少在两个国家拥有一个以上的发明人的专利所占的份额；国际联合出版物 = 至少在两个国家有一种以上从属关系的科学论文所占的份额。专利数字按国际同族专利计算。

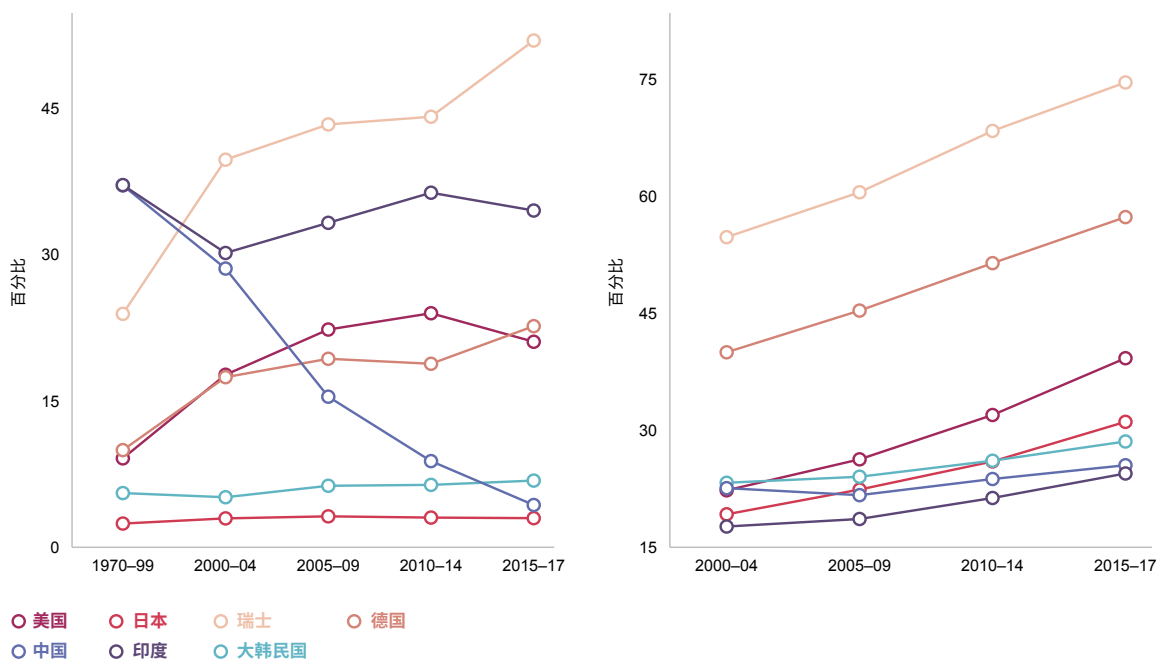
纯本地共同发明急剧增长。然而，对大多数国家来说，国际共同发明的份额近年来都有所增长，或者只是略有停滞。

跨国公司在从何处网罗人才方面可能有迥然不同的需求和战略，而且这些需求和战略会随着时间的推移而变化（图 2.14）。例如，在 2010 年代，圣何塞 - 旧金山占据了谷歌专利的 53%。同样，纽伦堡（西门子最重要的专利来源地）同期占 32%。不出所料，东京和深圳 - 香港是索尼和华为为最重要的发明来源地，分别集中了 71% 和 81%。有趣的是，对比 2010 年代和 2000 年代的数据可以看出，谷歌和西门子将更多创新活动集中在其顶级中心，而索尼和华为则相反。

来自巴西或印度等中等收入国家的跨国公司也以不同的方式搜罗人才。技术服务公司印孚瑟斯拥有广泛但以印度为主的网络。巴西飞机制造商巴西航空工业公司仍然高度集中在圣若泽多斯坎普斯，即该公司的总部所在地。但在 2010 年代，巴西航空工业公司取代了其第二大全国中心圣保罗，并产生了更多的国际联系，包括圣何塞 - 旧金山、洛杉矶或首尔等。

## 大型经济体高度国际化

图 2.8 按国家列示的国际共同发明（左）与联合出版物（右）



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1）。  
注：国际共同发明 = 至少在两个国家拥有一个以上的发明人的专利所占的份额；国际联合出版物 = 至少在两个国家有一种以上从属关系的科学论文所占的份额。专利数字按国际同族专利计算。

## 国际协作的集中与扩散

图 2.9 1998 年 - 2002 年和 2011 年 - 2015 年按国家成对分列的国际共同发明（左）和国际联合出版物（右）

### 1998 年 - 2002 年按国家成对分列的国际共同发明



### 2011 年 - 2015 年按国家成对分列的国际共同发明



— 2,000 ■ 5,000

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1）。  
注：国际共同发明 = 至少在两个国家拥有一个以上的发明人的专利所占的份额；国际联合出版物 = 至少在两个国家有一种以上从属关系的科学论文所占的份额。每个时期只报告前 10% 的国际联系。气泡只报告选定国家和地区的联系份额。专利数字按国际同族专利计算。

1998年 - 2002年按国家成对分列的国际联合出版物



2011年 - 2015年按国家成对分列的国际联合出版物

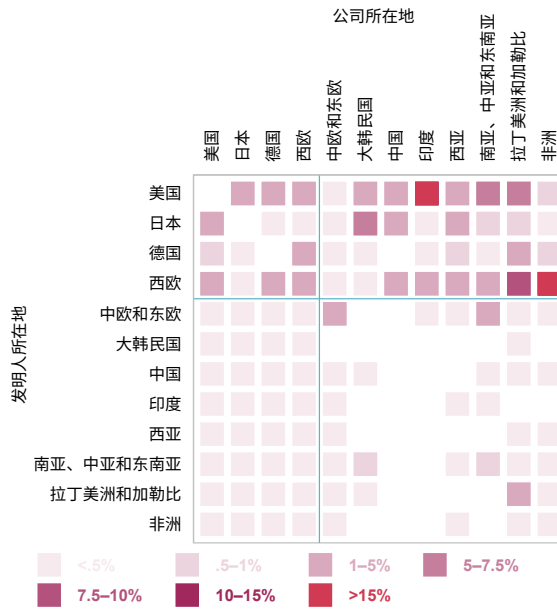


— 10,000    ■ 40,000

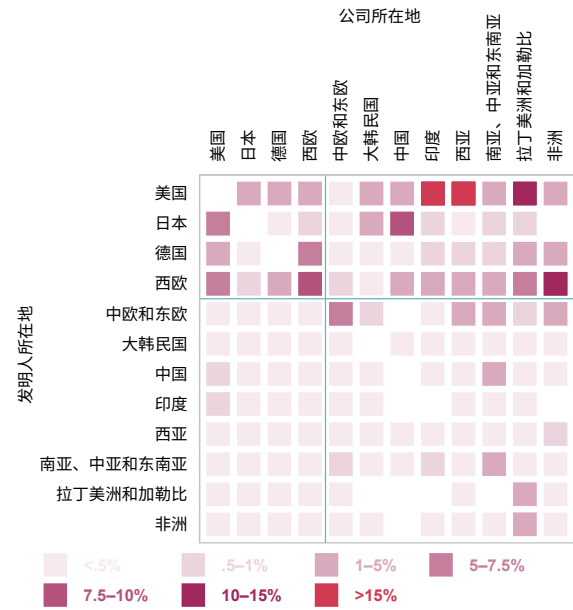
### 创新外包接受者的精英俱乐部

图 2.10 选定地区发明人处在不同国家的公司专利活动 (%)

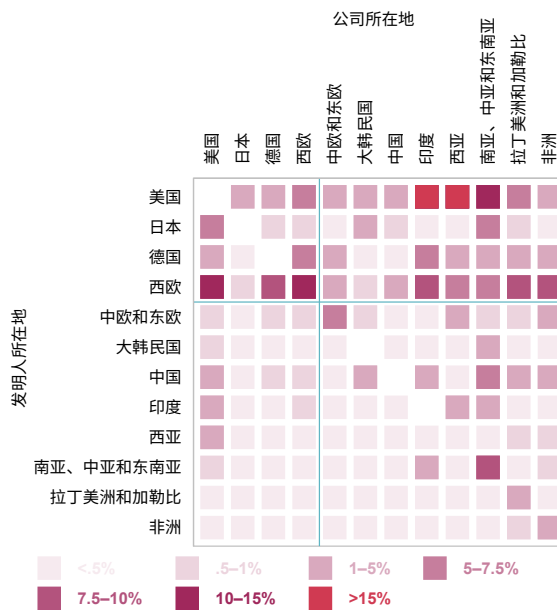
1970年–1989年



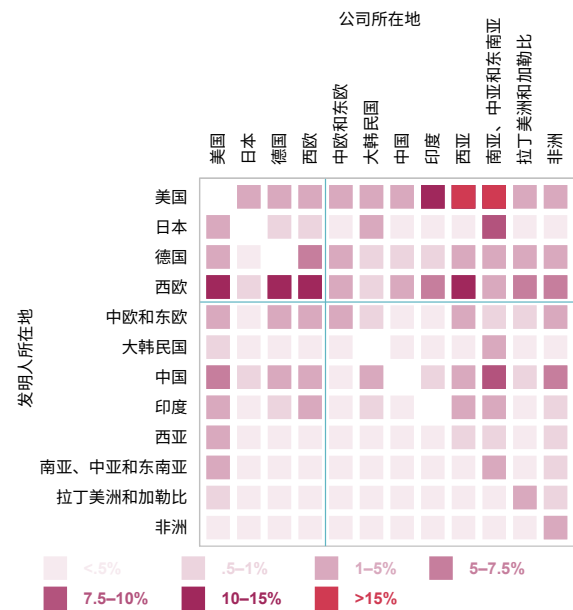
1990年–1999年



2000年–2009年



2010年–2017年

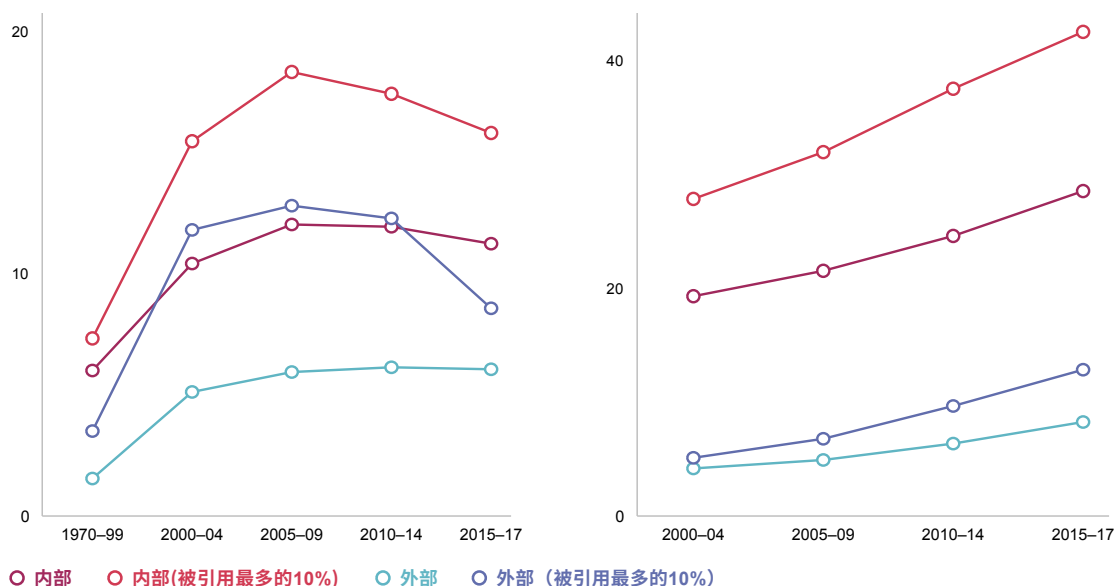


资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

注：CEE= 中欧和东欧；LAC= 拉丁美洲和加勒比；SCSE Asia= 南亚（不包括印度）、中亚和东南亚；这些区域严格照搬联合国统计司（统计司）方法划分的地理区域（unstats.un.org, 2019年3月访问）。仅有的区别是，中东欧包括未列入统计司北欧和南欧类别的所有西欧国家，而 SCSE 包括蒙古。西欧其他国家不包括德国。西欧包括 2004 年 5 月 1 日之前属于欧盟成员国的 15 个经济体，外加安道尔、冰岛、列支敦士登、马耳他、摩纳哥、挪威、圣马力诺和瑞士。专利数字按国际同族专利计算。

### 热点内的创新更有可能是国际创新

图 2.11 国际专利团队（左）和出版物团队（右）在全球创新热点和专业化专精集群内外所占的百分比



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

### 热点和专精集群的全球网络

世界各地创新密集的聚群在本国内外形成了一个网络，集中了大多数科学发明活动，可能会损害非聚群行为体。<sup>16</sup> 特别是，这些创新聚群在美国、欧洲和亚洲的热点和专精集群之间形成了一个稠密的国家和国际联系网。仅仅 10 个热点就占世界热点之间所有国际共同发明的 26%（图 2.15）。这些热点是圣何塞 - 旧金山、纽约、法兰克福、东京、波士顿、上海、伦敦、北京、班加罗尔和巴黎。

图 2.15 还描述了世界上所有全球创新热点和专业专精集群之间排名前 10% 的共同发明联系。即使在美国，专精集群和较小的热点通常只有国内联系。美国的全球创新热点和专业化专精集群地理分布广泛，但它们形成的国家创新网络比世界其他地方密集得多。然而，在美国，较大的热点集中了大部分与其他热点和专精集群的国家和国际联系。

欧洲也出现了类似的模式。每个国家都有几个大的热点将国家创新系统与全球创新网络连接起来。在法国可以找到明显的例子，巴黎将法国其他城市与世界其他地方连接起来，而在英国，伦敦是一个核心角色。德国也显示了某种等级结构，尽管全球创新网络的接入点更多，但国家创新网络也非常密集。日本和大韩

民国也很卓尔不群，拥有非常密集的国家创新网络，只是它们的国际联系不那么广泛，且主要是指向美国和西欧主要热点。

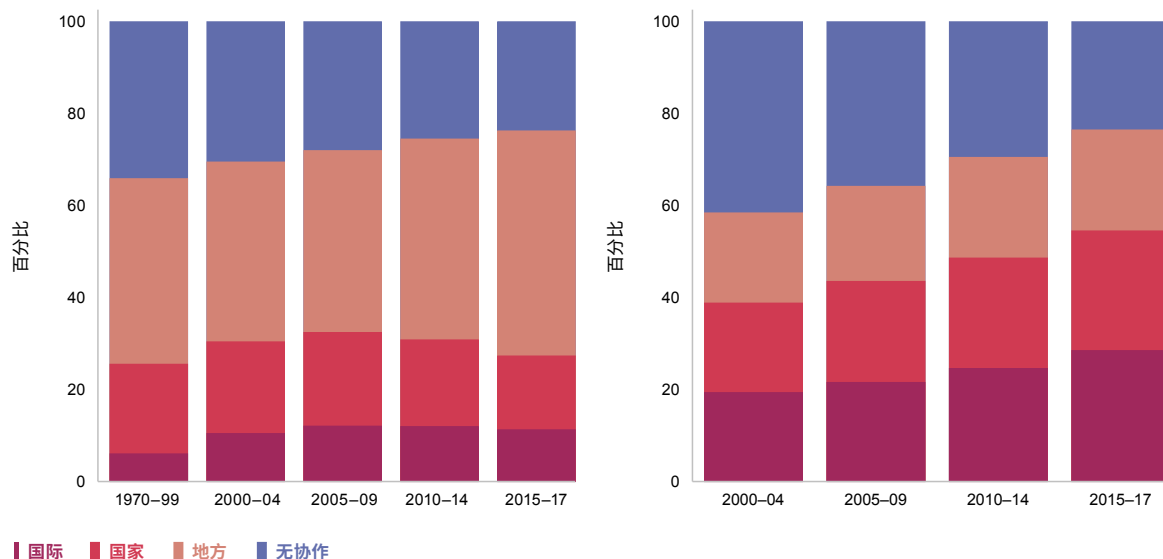
与美国、西欧、日本和大韩民国的热点和专精集群相比，世界其余地区的热点和专精集群的联系则少得多，但在那些有联系的热点和专精集群中，中国、印度、加拿大和澳大利亚尤为突出。中国拥有一个密集的全国创新网络，其中层级结构分明，上海、北京和深圳 - 香港成为顶尖的国际守门人。凭借明显的毗邻优势，加拿大拥有一个与美国融合无间的全国网络。加拿大热点在整个北美网络中的作用与墨西哥缺乏同等的共同发明联系形成了鲜明对比。

尽管班加罗尔占据主导地位，但印度有一个相当活跃的全国创新网络，有几个中心与国际直接相连。同样，尽管地处偏远，幅员辽阔，澳大利亚仍成功拥有几个与国际连接的热点地区，也拥有一个互联相当密切的国家网络。拉丁美洲是一个比其他地区连接都少的地区，其少数热点和专精集群的绝大多数联系都是与地区以外的主要经济体的联系。拉丁美洲没有可与所述其他区域和国家相比的国家或区域网络。

上述讨论表明，铸造全球创新网络的不仅仅是地理因素。从网络分析角度来看，创新聚群在全球网络中所

## 科学出版物的分散，专利活动的再度集中

图 2.12 按合作伙伴位置列示的全球创新热点和专业化专精集群在共同发明（左）和联合出版物（右）互动中所占的份额



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

处位置越“核心”，其集中的国际联系就越多。图 2.16 描述这种核心状况，将连接最多的热点和专精集群集中在中央，把连接较少的热点和专精集群分散开。

如前所述，美国的集聚区是连接程度更高的节点之中，因此，在这两个时期都是处于网络更加核心的位置（图 2.16）。图片的中心是其他可以说有高度关联的全球创新热点，如东京、伦敦、上海、北京、首尔或巴黎。但是，它们远没有美国热点那么核心。随着时间的推移，网络也在不断发展，中心节点越来越多，连接越来越多，密度也越来越大。

规模只起到有限的作用。较小的集群与同一个国家高度关联的大集群相连，反映了上文讨论的等级模式。英国、日本和大韩民国的集聚显然就是这种情况。另一方面，几个规模与美国顶级集聚区相似或更大的热点地区，例如东京，在全球网络中并没有占据同样的核心位置。这反映出日本热点的国际连接程度较低。

图 2.17 描绘了图 2.16 所示 2011 年 - 2015 年共同发明网络的子网。它用灰色显示所有热点的网络联系，从而显示所有专精集群的子网。显而易见，这些专业化的创新密集型地区在联系量上无法与热点竞争。专精集群之间的少数联系几乎总是处于同一个国家之中。

该图还描述了两个热点（洛杉矶和大韩民国的大田）的特定子网，就其产生的专利数量而言，这两个热点规模旗鼓相当。洛杉矶热点在国内和国际都是联系程度高的地区，因此就成为了全球网络中一个比较居中的节点。大田没有那么核心，因为它主要只与韩国其他集聚区相连。大田的国际联系主要局限于上海、旧金山和纽约。

因此，单单是地理因素并不能决定一个顶级创新聚群在一个网络的重要性或“核心位置”，还必须考虑许多其他因素。

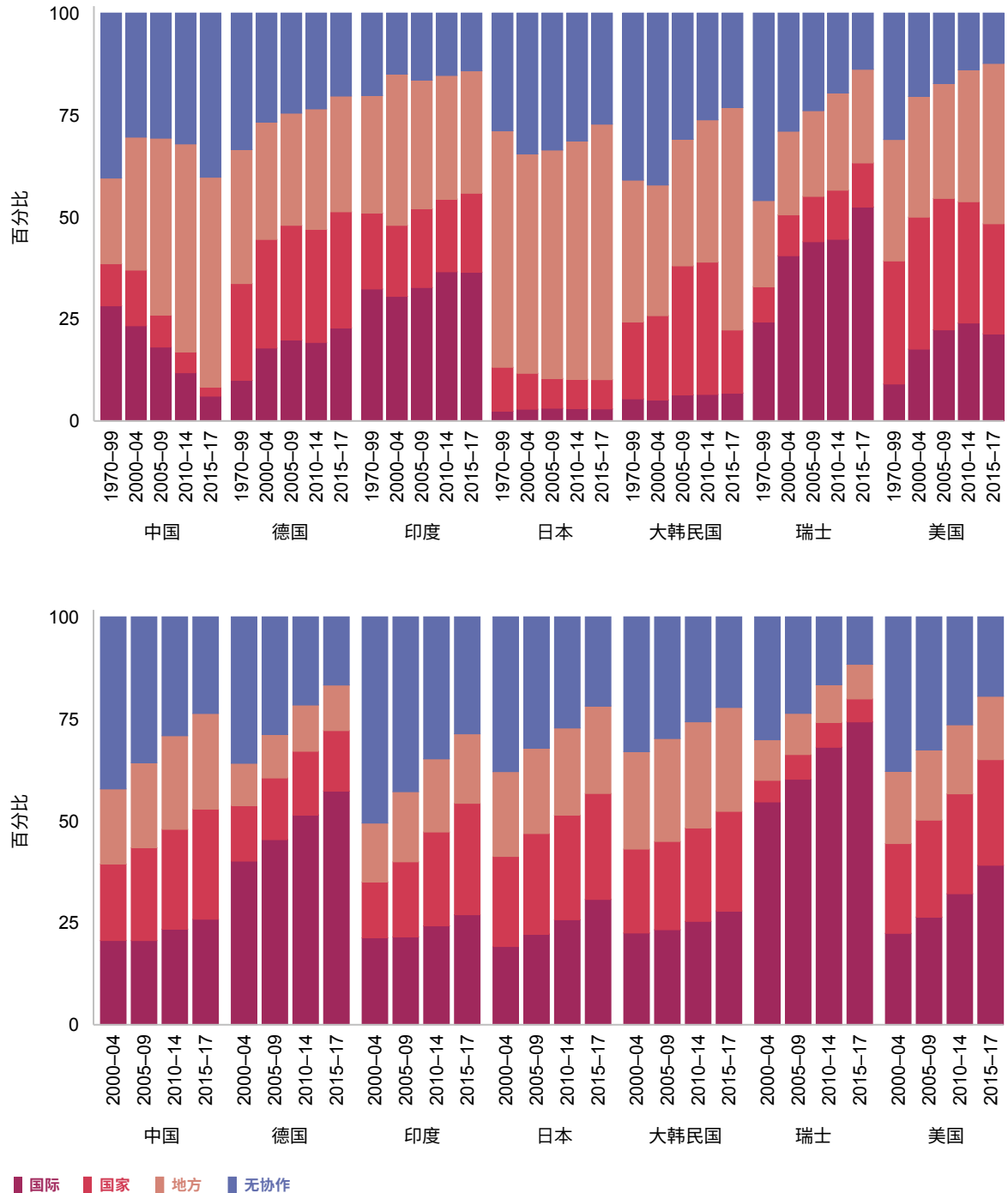
## 2.4 结论

本章利用丰富的专利申请和科学出版物数据集，回答了当前两种现象引起的若干问题。这两种现象既涉及知识在世界范围内的产出和共享方式（它在国际上的地理传播），同时也涉及其在几个地理热点集中的问题。

专利和科学论文的产出不仅限于传统上的知识产出经济体（欧洲、日本和美国）。这是一种值得注意的发展，因为专利活动、科学产出、研发投资等与知识有关的

## 国家趋势的差异，特别是专利方面

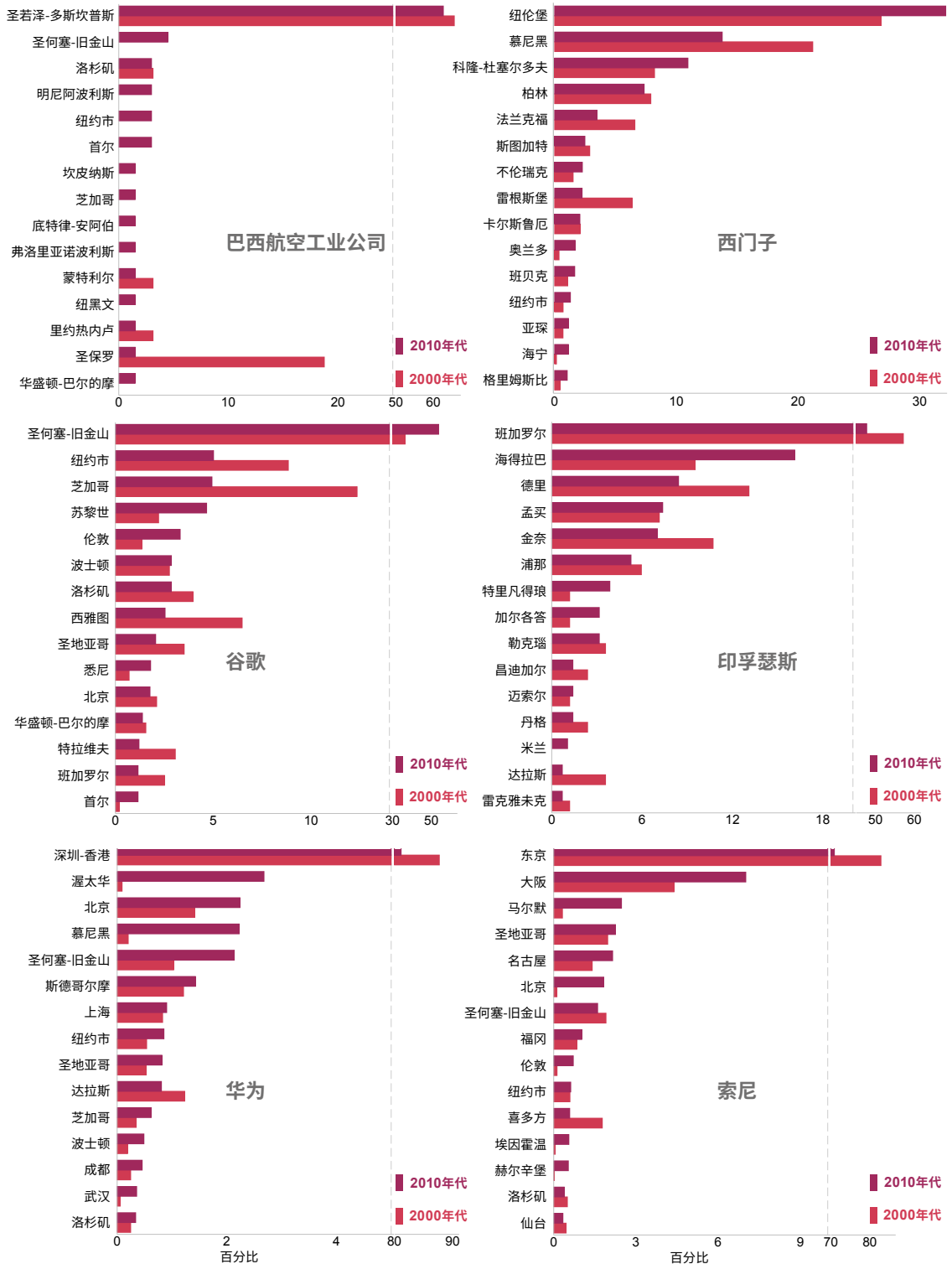
图 2.13 选定国家按合作伙伴地点列示的全球创新热点和专业化专精集群在共同发明（上）和联合出版物（下）互动中所占份额



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

### 不同跨国公司有不同的联接战略

图 2.14 选定公司的全球共同发明人网络



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
注：以公司为申请人的专利按发明人所在地排名前 15 位的全球创新热点。专利数字按国际同族专利计算。



现象总是比贸易或外国直接投资等全球化的其他方面更加集中。

然而，一些西方经济体以及日本和大韩民国占据了国际专利活动的近 80%，占有科学出版物的约 57%，这已是一个很大的数字。事实上，到目前为止，知识产出的扩散似乎多是由于少数发展中的中等收入经济体引起的，特别是中国。与此同时，世界的广大地区（特别是非洲和拉丁美洲）都被排除在知识全球化的整个进程之外。

这种知识活动的有限地理扩散的部分原因是由于全球创新网络的出现，这种网络首先将更多传统创新国家联系起来，然后联系中等收入经济体。然而，核心国家之间的网络占主导地位，仅涉及非核心经济体的创新网络对专利来说微不足道。对于科学出版物来说，一些中等收入经济体，甚至其中的子网，正开始发挥更大的作用。

总体而言，由于知识创造中心的扩散和国际团队的组建，知识产出和相互影响的范围越来越全球化。共同发明网络出现了某种停滞，反映出全球化进程更普遍地放缓，但发表科学论文的国际团队合作没有松懈。

然而，正如第一章所论，真正的全球创新网络不能局限于主要位于少数高收入国家的网络。为了融入国际网络，并最终成为全球创新网络的一部分，世界有几个地区仍有许多工作要做。当然，与顶级创新热点开展国际合作是一条出路。它在一定程度上对东亚经济体，尤其对中国，发挥了作用。

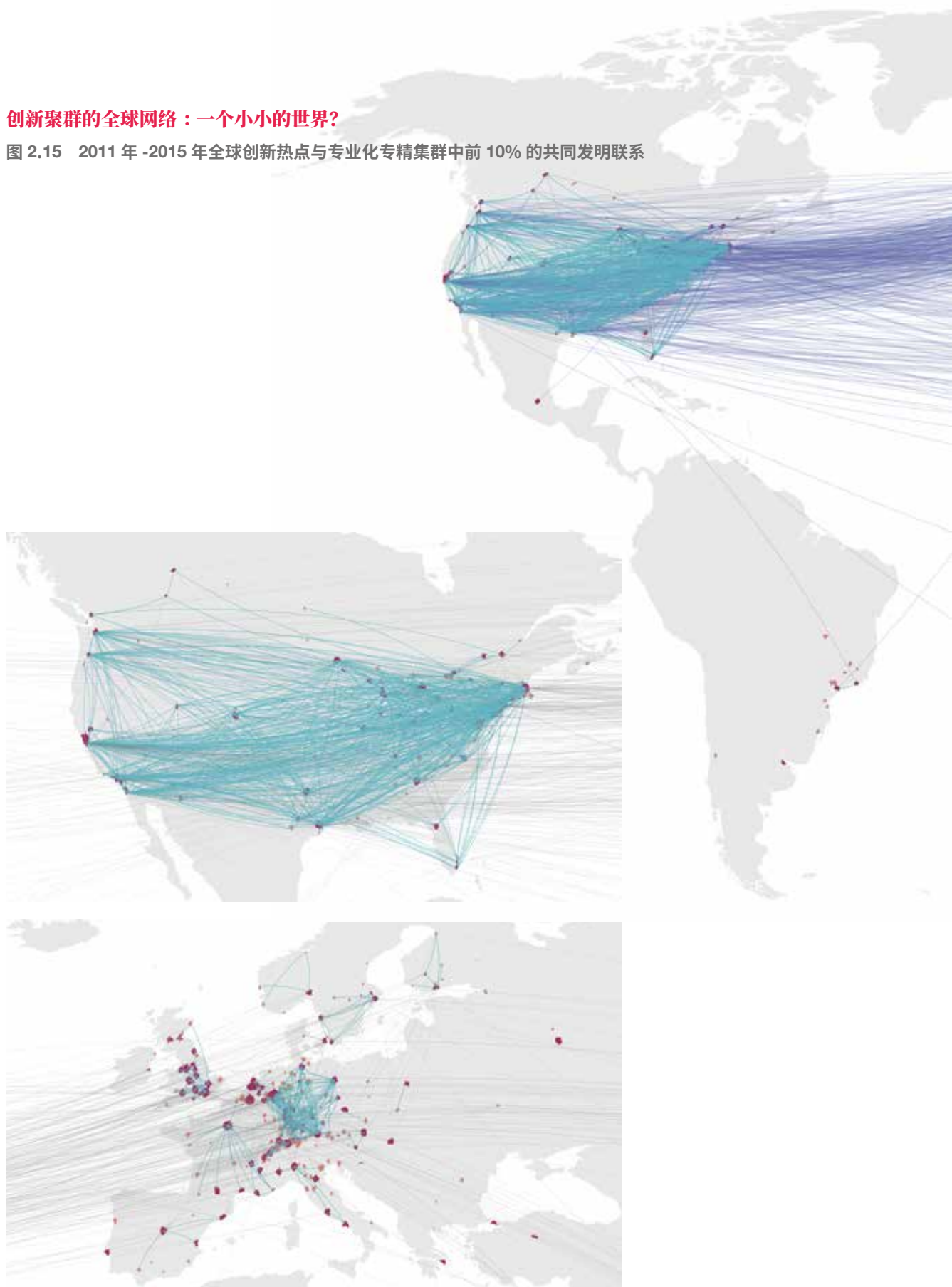
另一个重要信息涉及各国（既包括老牌的知识产出国，也包括新兴知识产出国）内部知识产出的地理分布。尽管知识产出在世界范围内的扩散越来越广，但各国内部却没有同等的扩散；有些国家甚至更加集中。当然，这可能会对国家内部的经济利益分配产生重要影响，需要妥善加以解决（见第五章）。

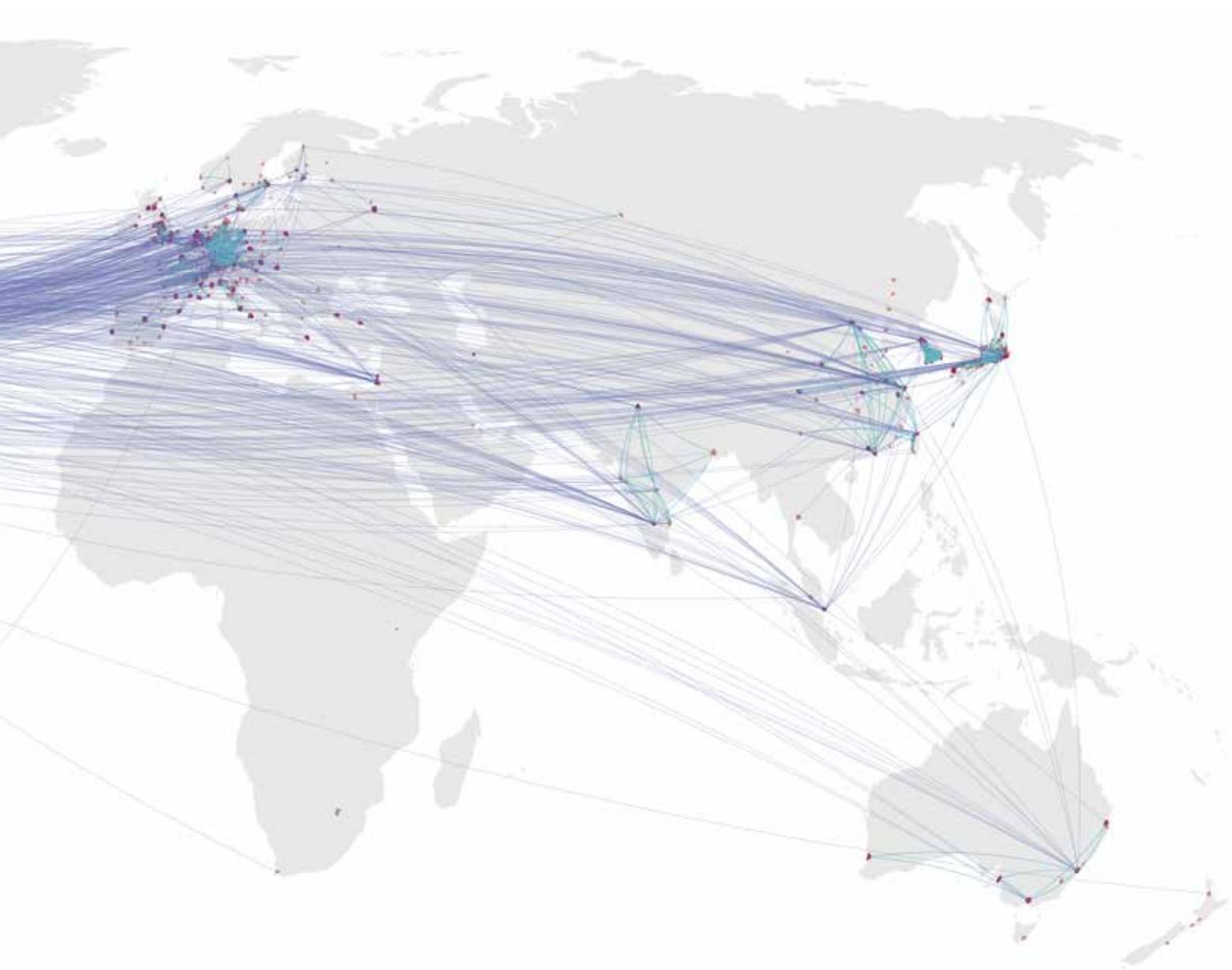
这些集聚区（被确定为热点和专精集群）不仅持续集中大部分创新理念，而且还通过相对较少的热点组成的全球创新网络，它们与国内和跨国的其他热点的联系也越来越集中。

这对于一个不仅创新较少而且缺乏与外界的必要联系的地区来说，是个坏消息。缺乏联系会使国家或地区无法走上创新发展之路。

### 创新聚群的全球网络：一个小小的世界？

图 2.15 2011 年 -2015 年全球创新热点与专业化专精集群中前 10% 的共同发明联系





资料来源：产权组织基于PATSTAT、PCT和科学网数据（见框2.1和2.2）。  
注：只报告了世界上10%的最大联系。绿线连接同一个国家的全球创新热点/专业生态位集群，紫线连接不同国家的全球创新热点/专业生态位集群。气泡代表连接量排名前10的热点。专利数字按国际同族专利计算。

### 少数经济体中的聚群是全球创新网络的核心

图 2.16 2001 年 -2005 年和 2011 年 -2015 年专利共同发明网络



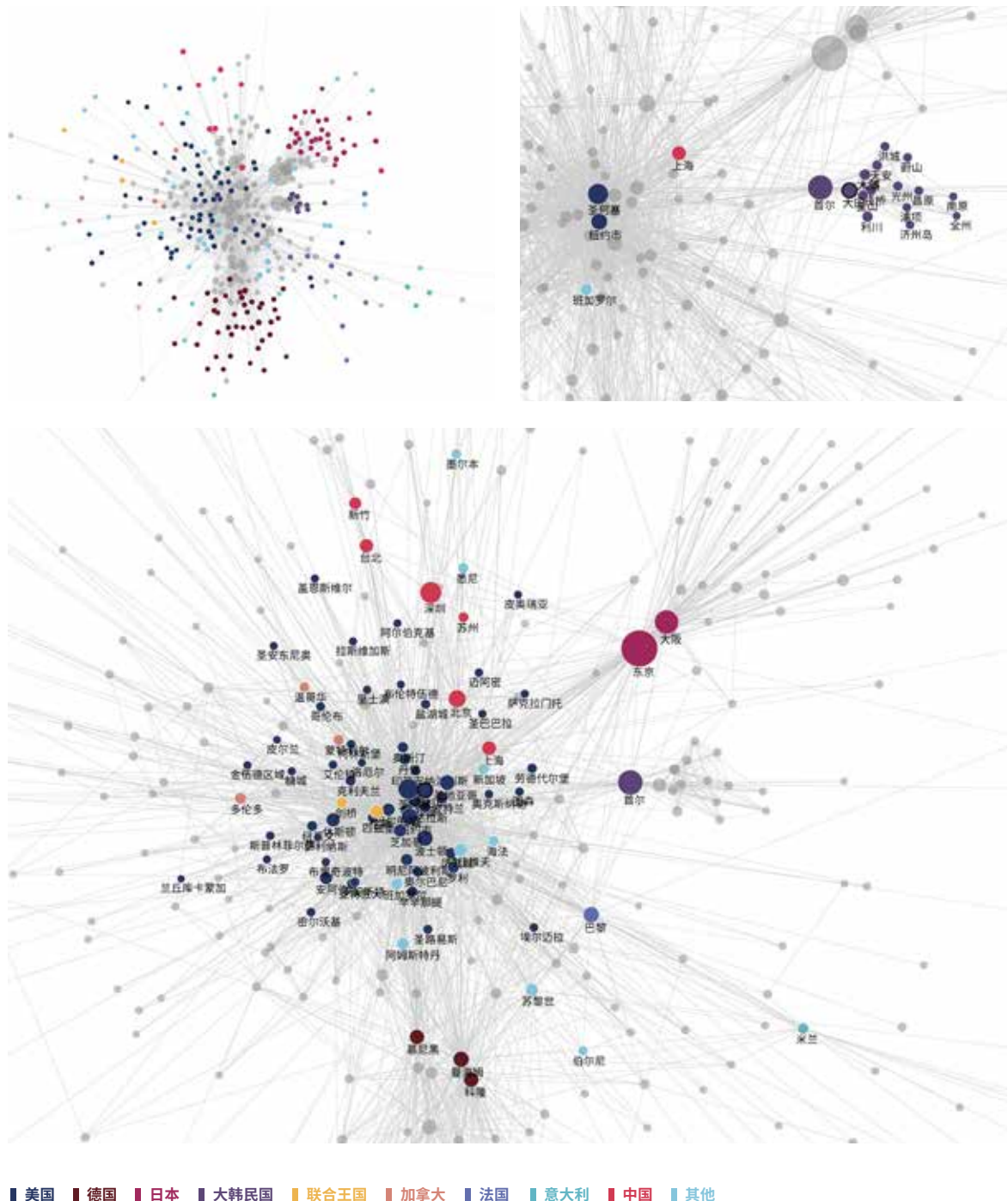
■ 美国 ■ 德国 ■ 日本 ■ 大韩民国 ■ 联合王国 ■ 加拿大 ■ 法国 ■ 意大利 ■ 中国 ■ 其他

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。

注：只报告了世界上 10% 的最大联系。气泡大小反映了专利数量。气泡根据其在网络中所处核心位置定位。专利数字按国际同族专利计算。

规模在网络核心位置中发挥某种作用，但并不代表一切

图 2.17 2011 年 -2015 年专业化专精集群网与洛杉矶和大田的全球创新子网



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见框 2.1 和 2.2）。  
 注：气泡大小反映了专利数量。气泡根据其在网络中所处核心位置定位。灰色气泡不属于本子网。

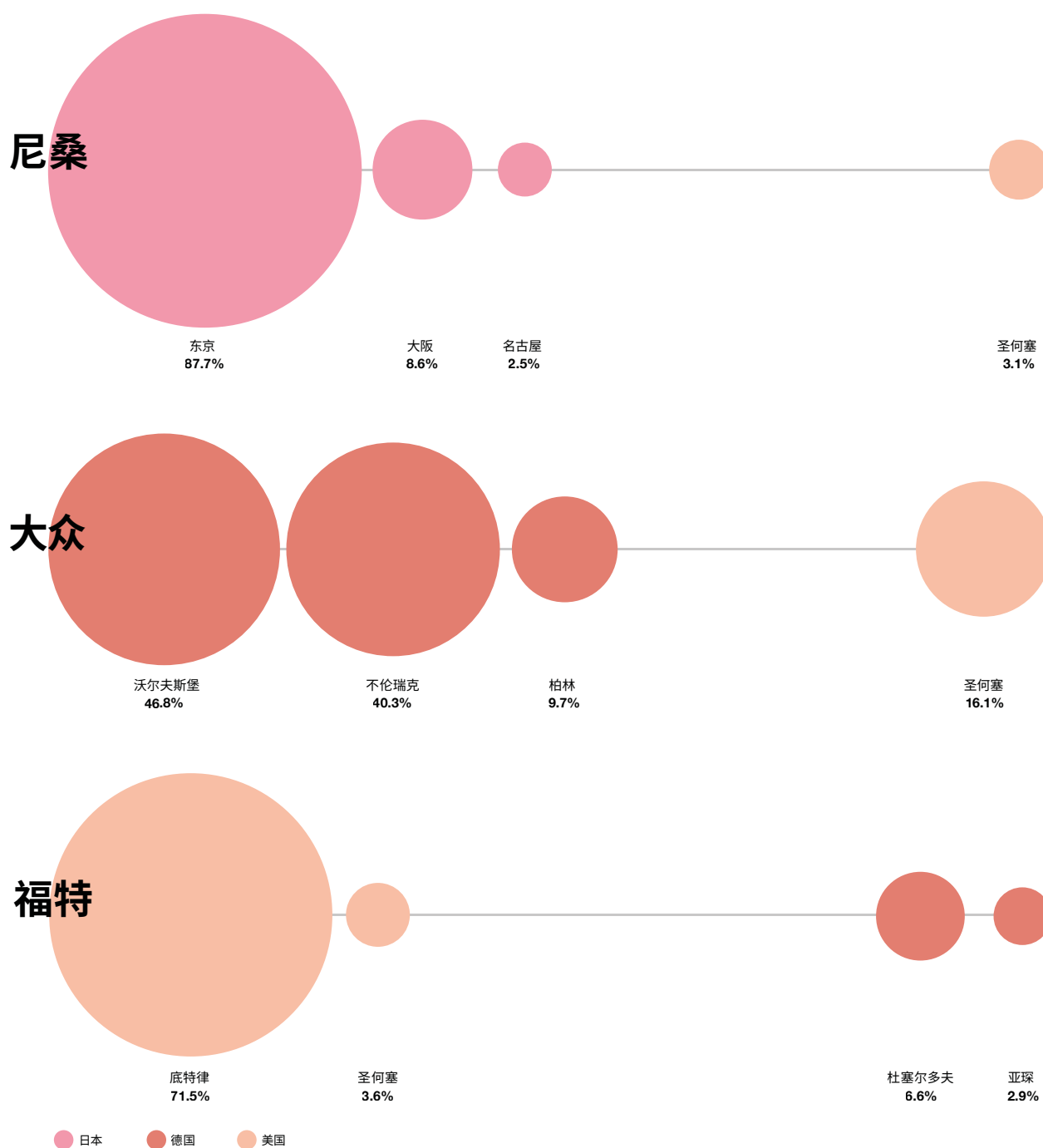
## 注

- 1 本章借鉴了 Miguelez 等人的观点 (2019 年)。
- 2 数据工作有赖于许多其他人的研究努力和慷慨, 特别有赖于 Yin 和 Motohashi (2018 年)、Ikeuchi 等人 (2017 年)、Li 等人 (2014 年)、de Rassenfosse 等人 (2019 年)、Morrison 等人 (2017 年) 和 PatentsView ([www.patentsview.org](http://www.patentsview.org), 2019 年 3 月访问) 的地理编码专利数据。
- 3 见 Miguelez 等人 (2019 年)。
- 4 Amendolagine 等人 (2019 年)。
- 5 Alcácer 和 Zhao (2016 年)。
- 6 见 Miguelez 等人的评论 (2019 年)。
- 7 见 Ester 等人 (1996 年)。
- 8 其他信息见技术注释。
- 9 经济学家发现, 夜间灯光数据可以较好地替代人口和机构密度 (见 Mellander 等人, 2015 年), 但也有局限性。已知与其他经济指标 (例如工资) 的联系较弱, 还已知存在着某些与过度发光、气体耀斑、极光和零光有关的技术失真。
- 10 贸发会议 (2005 年) 及 Cantwell 和 Janne (1999 年)。
- 11 有关这种共同发明速度放缓的讨论, 见 Miguelez 等人 (2019 年)。
- 12 Branstetter 等人 (2014 年)。
- 13 He 等人 (2017 年) 和贸发会议 (2005 年)。
- 14 Branstetter 等人 (2018 年)。
- 15 完整系列, 见 Miguelez 等人 (2019 年)。
- 16 见 Chaminade 等人 (2016 年)。

## 参考文献

- Alcácer, J. and M. Zhao (2016). Zooming in: a practical manual for identifying geographic clusters. *Strategic Management Journal*, 37(1), 10–21. doi.org/10.1002/smj.2451
- Amendolagine, V., C. Chaminade, J. Guimón and R. Rabelotti (2019). Cross-Border Knowledge Flows Through R&D FDI: Implications for Low- and Middle-Income Countries. Papers in Innovation Studies No. 2019/09. Lund: CIRCLE, Lund University.
- Branstetter, L., B. Glennon and J.B. Jensen (2018). Knowledge Transfer Abroad: The Role of US Inventors within Global R&D Networks. Working Paper No. 24453. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Branstetter, L., G. Li and F. Veloso (2015). The rise of international co-invention. In Jaffe, A.B. and B.F. Jones (eds), *The Changing Frontier: Rethinking Science and Innovation Policy*. Chicago: University of Chicago Press, 135–168.
- Cantwell, J. and O. Janne (1999). Technological globalisation and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy. *Research Policy*, 28, (Issues 2–3), 119–144. doi.org/10.1016/S0048-7333(98)00118-8
- Chaminade, C., C. De Fuentes, G. Harirchi and M. Plechero (2016). The geography and structure of global innovation networks: global scope and regional embeddedness. In: Shearmur, R., C. Carrincazeaux and D. Doloreux (eds), *Handbook on the Geographies of Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 370–381.
- de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3425764](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764)
- Ester, M., H.-P. Kriegel, J. Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.
- He, S., G. Fallon, Z. Khan, Y.K. Lew, K.H. Kim and P. Wei (2017). Towards a new wave in internationalization of innovation? The rise of China's innovative MNEs, strategic coupling, and global economic organization. *Canadian Journal of Administrative Sciences*, 34(4), 343–355. doi.org/10.1002/CJAS.1444
- Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html)
- Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.
- Mellander C., J. Lobo, K. Stolarick and Z. Matheson (2015). Night-time light data: a good proxy measure for economic activity? *PLoS ONE* 10(10): e0139779. doi.org/10.1371/journal.pone.0139779
- Migueluez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.
- Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. doi.org/10.1038/sdata.2017.64
- UNCTAD (2005). World investment report 2005: transnational corporations and the internationalization of R&D – overview. *Transnational Corporations*, 14(3), 101–140.
- Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/18030018.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/18030018.html)

# 汽车制造商和科技公司之间的协作正开始改变该部门的创新地理版图。





## 汽车和科技公司—— 无人驾驶车辆的驱动力

2004年，美国国防部在莫哈韦沙漠上演了一场新颖别致的越野比赛。新奇之处在于比赛只准无人驾驶汽车或自动驾驶汽车参赛。赢得240公里赛程“大挑战”的一等奖奖金是100万美元。因为没有人完成比赛，所以没有人获奖。<sup>1</sup>

但是一年后，国防部国防高级研究计划署（DARPA）再度举办了比赛，奖金加倍。它吸引了数十名参赛者，这次有一些参赛者跑完了全程。沙漠赛跑由斯坦福大学登记参赛无人驾驶车辆（AV）“斯坦利”赢得，卡内基梅隆大学（CMU）的参赛汽车获得第二和第三名。

至少自从通用汽车在1939年世界博览会上提出“未来汽车”的概念以来，汽车工业就一直在设想自动驾驶<sup>2</sup>或自动汽车。即使在早期，通用汽车也不是唯一一个梦想自动驾驶未来的公司，在随后的几年里，也多次尝试实现无人驾驶车辆。但是，正是从2000年代中期开始，机器人技术的巨大进步，特别是人工智能<sup>3</sup>，已经开始把一个长期愿望变成更接近现实的东西。

无人驾驶车辆行业仍处于起步阶段，完全无人驾驶车辆（5级）距离上市还有数年时间。然而，机器人技术和人工智能已经在重塑汽车行业——改变极大，以至于新技术对现有汽车制造商构成了重大的生存威胁。人工智能、数据分析和大量连接设备和组件正在重铸行业的商业模式，走向服务和所谓的“平台经济”。

传统汽车制造商担心被取代，害怕在其核心竞争力（汽车制造和营销）方面沦为无足轻重的角色。为了应对这些挑战，他们有一系列选择，从投资内部知识开发、征募人力资本、缔结战略联盟，到收购新玩家，或联合这些新玩家。<sup>4</sup>不清楚上述战略哪一种或哪一种组合将产生最成功的结果。不过，有一点很清楚，无论是现有公司还是新玩家，目前都不具备生产无人驾驶车辆所需的全部能力。它们要么需要齐心协力，要么在内部发展现在缺乏的特定技能。

在此背景下，本章力图分析当前汽车行业的创新集群，并了解无人驾驶车辆如何在影响创新的地理扩散和集中的（见第一章）。了解新参与者和现有汽车制造商之间的关系可以为当前创新集群的演变提供线索。公司对无人驾驶车辆技术的反应将决定哪些公司将成为市场引领者，哪些地区将成为无人驾驶车辆技术中心。

本章在以下数节中将探讨当代无人驾驶车辆技术及其主要参与者的演变情况。还简要讨论了另外两种相关技术：移动性和连接性。接下来，从两个角度探讨无人驾驶车辆技术对汽车工业的影响。首先，无人驾驶车辆技术是否正在改变现有汽车制造商和新进入者之间及其内部创新协作的性质。第二，它是否正在改变创新的地理版图。报告最后讨论了潜在的积极和消极影响。

### 3.1 定义

#### 驾驶自动化系统的基本组件

任何计算机自动化系统都有三个基本功能组件：监控、动原和行动——如图 3.1 所示。监测可以理解为感知和给予关注，而动原就是决策，行动包括执行决策。此外，自动化系统还可以包括各种反馈回路，可能包括机器学习。

#### 驾驶自动化级别

汽车工程师学会（SEA）关于自动化车辆相关术语的既定行业标准是《道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义》（SAE J3016）。该书 2014 年初版，2018 年进行了大量修订。

《道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义》标准引入并定义了六个驾驶自动化级别（图 3.2），包括不执行持续动态驾驶任务的系统的 0 级。1 级和 2 级分别称为驾驶员辅助自动化和部分驾驶自动化。低级别的自动化要求驾驶员至少主动监督驾驶自动化系统。自动驾驶系统承担整个动态驾驶任务，分为 SEA3 级、4 级和 5 级，统称为自动驾驶系统（ADS）。虽然本章的重中之重是 3+ 级技术，但在实证分析中，我们并不排除 1980 年代、1990 年代和 2000 年代初的历史创新，这些创新是现代无人驾驶车辆技术的基石。

### 3.2 汽车工业的技术演变

行业演变文献<sup>5</sup>将任何特定行业的生命周期分为五个阶段：入门萌芽、成长、淘汰、成熟和衰落。早期阶段是技术已经成熟，但伴随着很大的不确定性，进进出出者众多。后来，一种占主导地位的设计出现，将会让少数几家公司屹立不倒。像 Sprite、Unito、Wolfe、Angus、Empire 这样的名字并不是很熟悉，这是因为一个多世纪前，第一批汽车开始令世界着迷时，就有上千家汽车公司退出汽车行业，这几家早期的汽车公司也退出了。

直到几年前，汽车行业还被认为是一个成熟的行业，拥有成熟的参与者，关键技术问题在 1930 年代都有了答案。<sup>6</sup>最初的创新是根本性的创新，因为它们定义了汽车的基本结构。其中包括置于汽车前部的水冷发动机、轴驱动变速器、流线型车身和冲压钢架的开发。<sup>7</sup>第二次世界大战后，特别是 1970 年代后，由于油价

### 计算机辅助驾驶的核心内容

图 3.1 任何计算机自动化系统的三个基本功能组件



资料来源：汽车研究中心（CAR）。

上涨、国际竞争加剧带来的成本压力以及消费者需求的变化导致了剩余的产品和工艺创新。

在千年之交，这种情况发生了变化；计算机处理能力增强，加上互联网的广泛采用，以及随后的智能手机，开辟了多条创新道路。许多老牌行业，如报纸、音乐行业、电视和零售，意识到计算机技术软件和硬件方面的进步引发的技术颠覆浪潮。这些不仅影响到它们的核心能力，而且也影响到它们的互补资产（那些需要商业化和营销产品的资产）以及他们的分销渠道。这些行业有许多都被数字时代搞得惊慌失措，进行了重新洗牌。汽车业，尽管有一些滞后，但并非没有受到这些浪潮的影响。例如，2018 年，全球电动汽车总数超过 510 万辆，<sup>8</sup>实现了近 2.1% 的市场份额。预计到 2030 年，这一数字将增加到 30% 左右。

行业生命周期文献讨论了行业成熟时，如何受到新技术冲击，这些冲击可能是新周期开始的种子。新周期是否真的实现，取决于各种技术和非技术能力的存在。新周期的参与者可能来自同一个行业内部，也可能来自以前的非竞争行业，因为这些行业的能力符合进入新周期的技术要求。

开发无人驾驶车辆所需的能力使技术行业的玩家能够进入汽车行业，最终目标就是创造不需要驾驶员的全自动汽车。实现无人驾驶车辆的主要成分是“车辆”和“自主”。无人驾驶车辆装置基本上是底盘和发动机，加上使物理装置完全自主的智能。现有汽车制造商的核心竞争力<sup>9</sup>在于“车辆”。创造自主所需的所有软件（如人工智能）和硬件元素（如传感器和摄像头）——“自主”属于技术公司的核心竞争力。

现有汽车制造商的核心竞争力是大规模制造、机械工程和跨越数千个监管环节，让最终成品汽车上路。它们是数十年积累的隐性知识和专门技术的结晶，这些知识不容易复制。掌握这些能力并不是简单的事情，无法立竿见影。

## 从手动到全自动

图 3.2 驾驶自动化的六个级别



资料来源：汽车研究中心 (CAR)，基于 2016 年《道路机动车辆驾驶自动化系统相关术语的分类和定义》。

新玩家的技术能力在于硬件和软件，尤其是车辆自主所需的深度学习和实时控制算法。它们超出了大多数汽车制造商及其供应商的专业知识范围，因为这些制造商和供应商先前对它们知之甚少。

汽车制造商的核心竞争力或多或少都为大多数人所熟知，但对正在改变行业的技术浪潮并不熟悉。以下几节将简要讨论三次有一定关联的技术浪潮。第四次浪潮，电动汽车，虽然同样影响到汽车行业，却不是本章的重点，也不在本章范围之内。

### 无人驾驶车辆：支撑无人驾驶车辆当代崛起的科研人员

一系列与无人驾驶车辆相关的初创公司和科技公司都是源于麻省理工学院 (MIT)。麻省理工学院几十年来一直是机器人技术的全球领先者，并为坎布里奇和波士顿地区专门从事无人驾驶车辆相关机器人技术的公司的聚群做出了贡献。麻省理工学院的毕业生还创建了几个与机器人相关的衍生公司，其中包括一些对部署自动驾驶汽车特别感兴趣的公司。

2007 年，国防部国防高级研究计划署举办了“大挑战”的后续竞赛，这次提供了 60 英里的赛道，模拟穿越城市交通环境，包括与其他车辆的互动和遵守交通法规。卡内基梅隆大学和斯坦福大学再次领先，卡内基梅隆大学的“老板”夺得第一。总共有六个团队完成了 2007 年的赛程，展示了自动驾驶技术在几所大学中的快速发展。硅谷科技巨头，特别是谷歌，后来招募了许多斯坦福大学和卡内基梅隆大学参加国防高级研究计划署挑战赛的人。(Waymo 最初是谷歌的一个自动驾驶项目，后来成为一个独立的子公司。) 大多数

参与的科研人员随后建立了自己的衍生公司，包括奥罗拉、乌达城、努罗和阿尔戈人工智能等科技初创公司，所有这些公司都处于无人驾驶车辆行业的前沿（见图 3.3）。

国际部国防高级研究计划署的挑战赛是现代无人驾驶车辆技术史上的一个里程碑。虽然没有证据表明它们之间存在因果关系，但我们观察到 2000 年代中期无人驾驶车辆技术创新活动（以专利衡量，见框 3.1）呈上升趋势，这与国防部国防高级研究计划署的举措不谋而合，2010 年后创新活动大幅猛增。尽管有这种上升趋势，无人驾驶车辆技术仍然非常小众，即使在 2016 年激增的高峰时期，也不到全球专利申请总量的 0.1%（见图 3.4）。

### 框 3.1 无人驾驶车辆专利映射策略及其局限性<sup>10</sup>

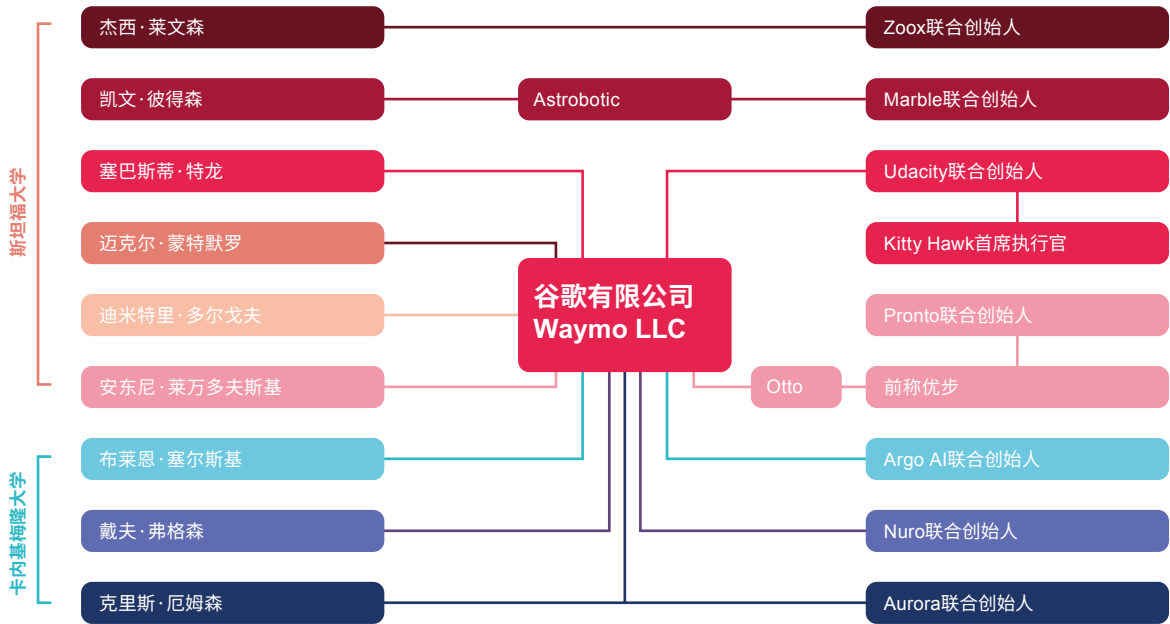
无人驾驶车辆产业是综合了应用于特定用途——即地面车辆的操作自动化的各种技术。因此，识别无人驾驶车辆相关技术和学术的检索策略本质上是不准确的，需要创造力和多次迭代。界定清晰的界限非常困难。

针对这些限制，本章使用合作专利分类 (CPC) 的技术代码，合作专利分类是一个专利文件分类的国际体系。编制了一份与无人驾驶车辆所有技术相对应的 CPC 分类清单。清单分成两组。一是为数较少的小众分类，可以比较肯定地说全都与无人驾驶车辆相关。二是较广泛的分类，包括可能与无人驾驶车辆无关的专利。对于第二组，关键词列表已被添加到检索中。这些关键词是无人驾驶车辆、汽车、出租车、卡车等的某种排列组合。这些关键词用于识别属于所选 CPC 的专利，并且有一个关键词在其专利摘要或名称中提及。

同一关键词列表用来检索其摘要或标题中提到关键词某种排列组合的科学出版物。用这些选定的论文集中，编辑了一个新的关键词列表，例如，预测巡航控制。由于出版物只有宽泛的类别，没有与 CPC 相似的粒度级别，就用主题级类别排除那些直觉上与无人驾驶车辆技术不相干的领域（微生物学、动物学等）的假相关文章。

## 参加大挑战的科研人员及其衍生公司

图 3.3 当今无人驾驶车辆行业的许多领军玩家都是从国防部国防高级研究计划署的大挑战赛中起步



资料来源：斯坦福大学和卡内基梅隆大学。

## 出行即服务

与这些努力并行的是，出行即服务 (MaaS) 成为了一个流行的概念，它将各种运输服务集成到一种服务中，按需提供。美国的优步 (成立于 2009 年) 和来福车 (成立于 2012 年) 等公司取得了成果。很快，其他采用类似商业模式的公司开始在全球涌现：印度的 Ola Cabs 公司 (成立于 2010 年)、新加坡的 Grab 公司 (成立于 2012 年) 和中国的滴滴出行 (成立于 2012 年)。这些公司提供叫车和 / 或拼车等服务。其中有许多公司已经将业务扩展到其他服务，包括送货、物流和单车共享。

优步前首席执行官特拉维斯·卡兰尼克称“机器人出租车” (自动驾驶出租车) 的开发是事关公司“存在”的大事。如果汽车的未来是无人驾驶，移动公司在无人驾驶车辆技术上有既得利益，原因有多种。首先，从等式中去掉驾驶员就会降低成本。

其次，它们的商业模式有可能改变汽车行业的经济状况。出行即服务模式可以导致私家车拥有量减少和向更面向车队的系统转变。在面向车队的系统中，收入模式将基于里程而不是售出的汽车数量。无人驾驶车辆技术可以催生一种系统，让人们为乘坐交通工

具买单，而不是拥有车辆。与移动公司每英里收费相比，一项基于道路上行驶汽车的数量和平均年里程数的粗略计算显示，如果所有现有汽车都转换为无人驾驶车辆，汽车制造商就可以盈利，收费也远低于出行公司。

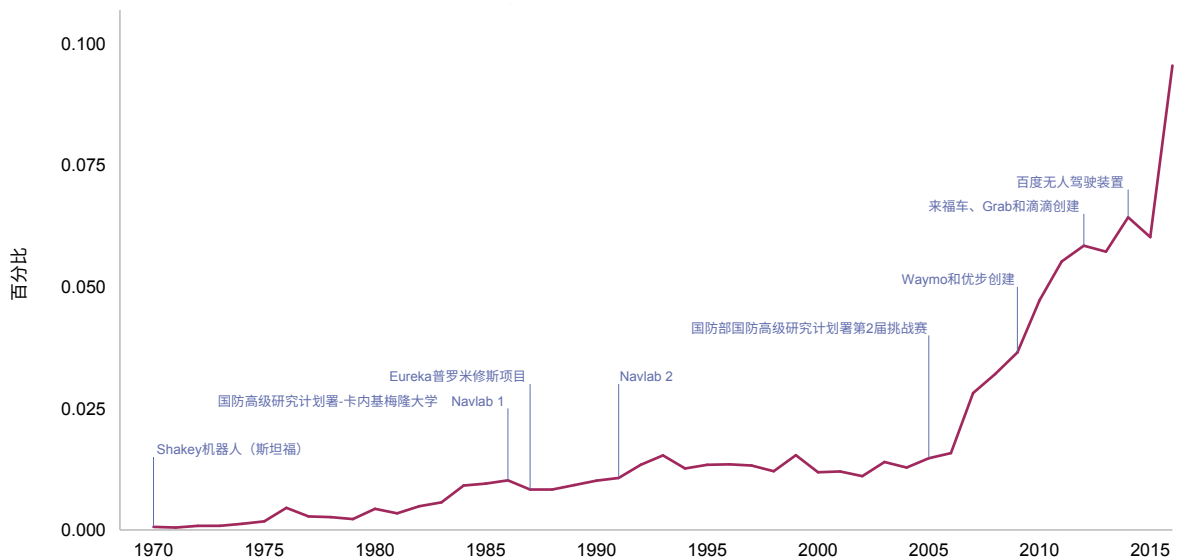
第三，出行公司拥有大量关于客户行为和偏好的数据和信息，因此，在一个越来越注重定制体验的销售环境中获得显著优势。

## 联网汽车

与自动驾驶交织在一起的另一个技术分支是“联网汽车技术”。车辆可以在不自主的情况下连接，因此，这两个术语不可互换，不应混淆。联网汽车技术允许车辆相互通信以及与周围的世界通信。它们的目标提高效率，增强驾驶员和行人的道路安全。联网汽车的常见使用案例是共享制动数据、实时高清图、道路危险、道路封闭更新、车队跟踪和信息娱乐。所有这些都需要最小的延迟 (命令执行的延迟) 和最大的数据传输精度。因此，5G 蜂窝网络技术正在成为自主和“互联”车辆的未来。<sup>11</sup> 有几家技术公司，特别是华为、英特尔和爱立信，正在探索这一领域。

## 无人驾驶车辆技术从 2000 年代中期开始腾飞

图 3.4 长期以来无人驾驶车辆在所有专利初次申请和关键里程碑中所占的份额



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

### 3.3 技术转移

随着时间的推移，无人驾驶车辆专利活动的行业细分支持人工智能、机器人和出行服务的兴起是技术转移的主要驱动力的观点。在紧接 2005 年之后的几年里，几乎有一半的专利似乎来自技术部门。<sup>12</sup> 然而，传统汽车部门后来重新获得了主导地位（见图 3.5 和 3.6）。大多数专利申请人都是公司，约有 20% 是个人，只有 10% 是大学或其他公共实体，也就不足为奇了。

快速浏览一下 1990 年代的顶级申请人清单<sup>13</sup>，就可以看到制造公司和汽车公司。后来的名单则完全不同。谷歌、高通、移动眼 (Mobileye)、优步、百度并不在通常涉足汽车行业的公司之列，但从 2010 年代中期开始，它们就出现在无人驾驶车辆专利申请人的前 100 名中。以福特 (357 项专利)、丰田 (320 项专利) 和博世 (277 项专利) 为首的前 100 名申请人创造了大约一半的专利。非汽车制造商也在顶级专利申请人的名单中。谷歌和它的无人驾驶车辆子公司 Waymo 排在第八位，拥有 156 项专利，领先于日产、宝马和现代等汽车制造商。紧随其后的是优步和德尔福等其他公司，它们各自拥有 62 项无人驾驶车辆专利，并列第 31 名。

### 3.4 无人驾驶车辆领域的竞争与合作

到目前为止，人们已经确定，汽车行业处于技术颠覆时期的早期阶段，来自汽车和技术领域的若干新玩家加入了这一行列。标准化和监管问题尚未得到深入讨论，在基本定义和术语方面也仍然没有共识。无人驾驶车辆技术，不仅在资金上，而且在时间上，都是一项极其昂贵的事业。因此，这个行业的参与者有很强的动力来相互协作，分担风险和成本。但是谁与谁合作呢？为什么合作？从理论上讲，可以形成三种类型的合作：现有的汽车制造商相互合作，技术公司相互合作，或者汽车制造商与技术公司合作。

#### 汽车公司之间的合作

面对无人驾驶车辆的技术冲击，汽车公司有动力携手合力分担成本与风险，但也捍卫自己正受到外来者威胁的市场地位。它们面临的共同威胁是核心竞争力的“商品化”；也就是说，单纯地成为商品（具体到本案，就是汽车）的供应商。科技公司将成为创造附加价值的公司，从而获得最大利益。全球汽车制造商戴姆勒和宝马宣布，它们将结成新的长期伙伴关系，共同开发自动驾驶技术。

这一联合行动将涉及两家公司的 1200 名技术人员。技术人员将驻扎在慕尼黑附近的翁特斯希莱斯海姆宝马自动驾驶园区、斯图加特附近辛德尔芬根的梅赛德斯子公司技术中心以及德国南部伊曼丁根的戴姆勒测试和技术中心。两家公司的目标是在 2024 年前推出他们的下一代自动驾驶乘用车。<sup>14</sup> 另一家德国汽车制造商奥迪宣布将与它们联手。<sup>15</sup>

虽然有些人看到长期的敌人变成了朋友会惊讶，但这在无人驾驶车辆开发中并不罕见。设计和制造计算机驱动汽车成本巨大，已经促使本田与通用汽车通力合作，而大众正在与福特就无人驾驶车辆联盟进行谈判。

### 科技公司之间的合作

科技公司也需要彼此合作，分担技术的巨大风险和成本。大多数科技公司，尤其是较小的初创公司，占据小众市场，专注于硬件、软件、移动服务、连接、通信等（见下图 3.7）。除了内部开发所有硬件和软件堆栈<sup>16</sup>的 Waymo 之外，没有一家科技公司在所有这些领域拥有必要的专业知识。因此，科技公司之间的合作并不少见。总部设在台湾的威盛科技有限公司 2018 年宣布，它正与人工智能视觉初创公司 Lucid 合作，提供基于人工智能的深度感知，用于安全、零售、机器人和无人驾驶车辆的双摄像头和多摄像头设备。<sup>17</sup> 这只是科技公司之间合作的众多例子之一。

一些科技公司还决定开放它们严加保护的数据和技术，不设成本或其他准入壁垒。例如，Waymo 已经决定将它的三个激光雷达传感器之一（名为激光熊蜂窝，使用激光测距）卖给有兴趣将这项技术用于自动驾驶汽车以外的其他用途的第三方。一些人认为激光雷达传感器开发曲线类似于计算机芯片中的摩尔定律——每 18 个月，分辨率会翻倍，价格会下降一半<sup>18</sup>，因此，允许开放访问提供了以更低的成本扩大规模的机会。

Waymo 正在免费向研究人员提供其自主车队收集的一些高分辨率传感器数据。它不是第一家发布开放数据集的公司。2019 年 3 月，全球科技公司安波福 (Aptiv) 是首批公开发布其传感器数据的大型无人驾驶车辆运营商之一。通用汽车的自主部门优步和巡航自动化也向公众发布了它们的无人驾驶车辆可视化工具。<sup>19</sup>

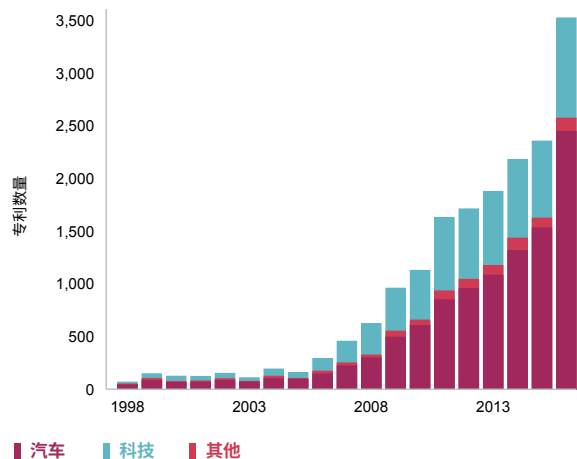
这些决定符合各公司为应对高度复杂的创新理念而采取的“开放创新”<sup>20</sup> 战略。

### 科技公司与汽车公司之间的合作

无人驾驶车辆技术并没有使汽车制造商的上游核心知识完全过时。事实上，至少目前，无人驾驶车辆不是

## 人工智能、机器人和移动服务的兴起是 2000 年代中期技术转移的主要驱动力

图 3.5 按频率分列的无人驾驶车辆有关专利的行业细分



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

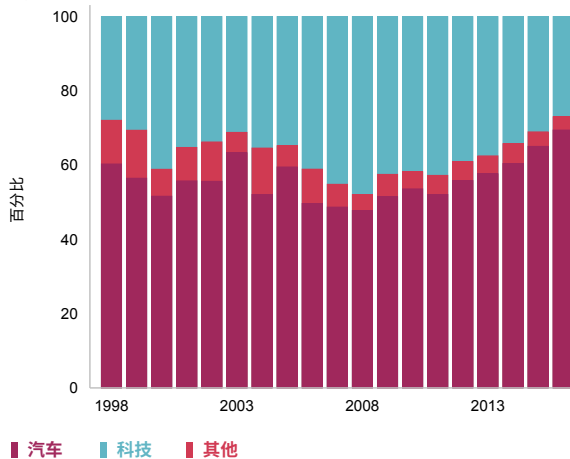
一种连续技术，需要现有公司的核心能力来实现其目标。研究表明，<sup>21</sup> 从历史上看，如果现有公司与挑战其核心知识的新玩家合作，它们就可以在中断中生存下来。在强大的“独占性制度”面前，新玩家有动力许可其技术。文献<sup>22</sup> 将强大的独占性制度定义为允许科技公司收回其投资的环境因素——法律保护（如专利）或所需知识难以传递（默认）或编入法典。

无人驾驶车辆技术表现出强大的独占性特点。这使得新玩家能够与现有公司合作，同时确保其利益，而不必担心被模仿。<sup>23</sup> 通过与科技公司合作，汽车制造商更好地了解了正在改变行业的关键技术，并加快了学习过程，使其能够在快速变化的环境中保持竞争力。

虽然汽车公司与科技公司合作似乎是顺理成章的事，但反过来就不那么简单了。有些人甚至可能认为，科技巨头不需要汽车公司，它们可以而且最终也会直接进入汽车行业。<sup>24</sup> 他们的论点集中在成本上。由于美国的阿尔法特 (Alphabet)、亚马逊和苹果以及中国的阿里巴巴、百度和腾讯等信息技术巨头财力雄厚，它们可以毫不费力承担设计和制造汽车的费用。其他人则不同意。<sup>25</sup> 擅长复杂的大规模制造、组织高质量价值链、处理复杂的监管问题既不是小事，也不容忽视。美国能源和汽车公司特斯拉的财务亏损及其努力按时交付 Model 3 型电动汽车就是证明。汽车制造商运营和游说的生态系统是他们的大本营。科技公司即使有生产汽车的技术能力，除非与现有的汽车制造商合作，否则也仍然难以挑战当前的社会技术体制。

### 在紧接 2005 年之后的数年间，技术部门几乎占无人驾驶车辆专利的半壁江山

图 3.6 按份额列示的无人驾驶车辆相关专利的部门分类



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

因此，科技公司也有动力合作，看看他们的优势在哪里与汽车制造商的优势互补。这种分工，至少在汽车行业的现阶段，允许双方专注于他们做得最好的事情，也是实现无人驾驶车辆成功的最短和最安全的途径。

以上概述的各类协作不是相互排斥的，而是彼此共存的。高度的不确定性使得企业同时押注于三种选择（“自己建造”、“向别人借”和“花钱购买”）的多种组合。<sup>26</sup>

在默认情况下，上述大部分协作可能不会被专利或科学出版物数据捕获。主要原因是，多数协作者是正式的伙伴关系和联盟、合资企业、投资或收购。在所确定的 100 多项正式协作中，就频率而言，<sup>27</sup> 最大份额属于汽车 - 技术协作，其次是技术 - 技术协作和汽车 - 汽车协作。最后，一小部分合作是在科技公司与国家或地区政府实体之间的协作。例如，总部位于底特律的 Quadrobot 和交通部邮政总局合作生产自主送货车。

### 3.5 无人驾驶车辆技术的地理版图

#### 随着时间而变化

直到几年前，没有人会把波士顿、旧金山和匹兹堡、新加坡或耶路撒冷这样的地方与汽车工业联系起来。更熟悉的名字是底特律、日本丰田市和德国斯图加特。

但是，机器人技术和人工智能作为通用技术的进步，<sup>28</sup> 在各个领域具有多方面的应用，为新玩家开创了坦途。自然，这些新玩家处在主要技术中心，如美国硅谷和世界其他地方。然而，像新加坡或耶路撒冷这样的地方，过去没有汽车工业，但有蓬勃发展和充满活力的技术和创业场景，在无人驾驶车辆技术方面变得非常活跃。

从历史的角度来看无人驾驶车辆领域的创新活动，可以看出其地理演变和全球扩散。图 3.8 显示了 2005 年前后参与无人驾驶车辆相关技术的专利活动<sup>29</sup> 和发表相关科学论文的地区。毫不奇怪，在早期，传统上引领汽车市场的地区也显示出高专利活动。但即使在那时，硅谷和新加坡也有大量的专利活动。早期的重点仍然是先进的驾驶员辅助系统和自动公路系统 (AHS)，这些技术与人工智能 / 机器人方法没有直接关系。这些专利更接近传统汽车的操作，主要涉及驾驶自动化的 1 级或 2 级（见图 3.2）。

在随后几年里，我们观察到一些非传统汽车制造国的发展中国家也在从事这项技术。最显著的变化是中国和印度的崛起。如前所述，技术性质不断变化可能算是这种扩张的一种解释。两类新技术（人工智能和机器人技术）使与汽车制造业没有长期联系的国家 / 地区能够实现“跃进”。<sup>30</sup> 尽管如此，涉及的最大国家仍然是美国、日本、德国、大韩民国和瑞典，美国和中国近来最为活跃。

在研究科学出版物时，我们注意到中东、拉丁美洲和非洲有更多的发展中国家（这些国家没有被纳入专利活动数据）非常积极地撰写基础研究和科学论文。伊朗将是一个典型的例子，这个国家在科学出版物领域非常活跃，但在这一领域几乎没有专利活动。科学出版物数据补充了专利数据的不足，更好地展现了无人驾驶车辆技术的创新图景。

### 3.6 无人驾驶车辆创新，国家和城市

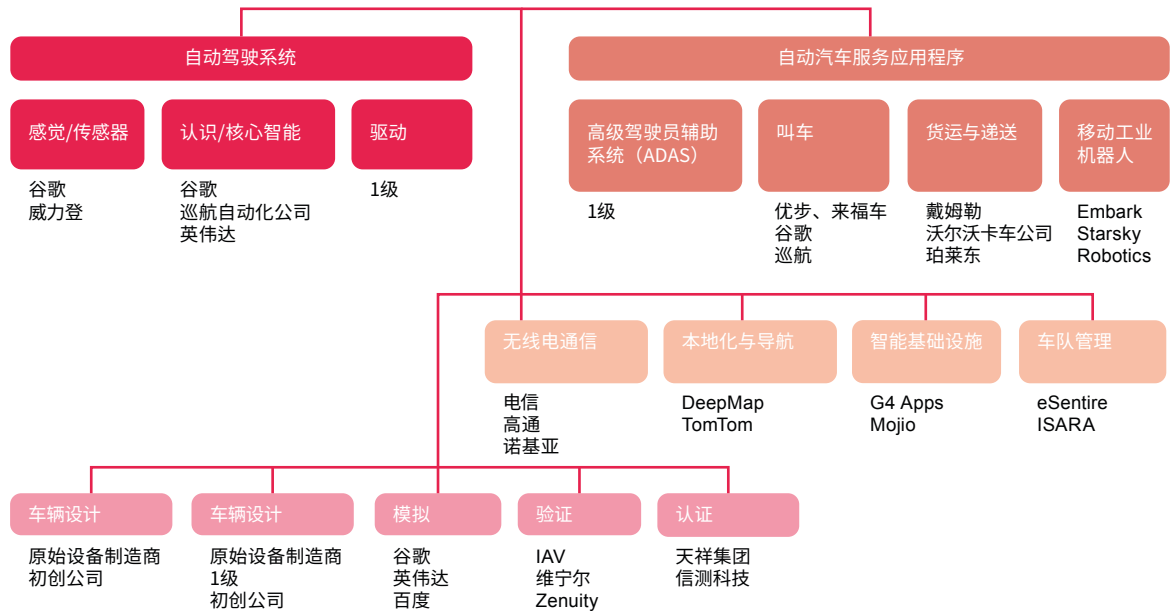
#### 北美

##### 马萨诸塞州波士顿

波士顿不是一个传统的汽车工业集群。然而，麻省理工学院 (MIT) 几十年来一直是机器人技术领域的全球领导者，并为专门研究无人驾驶车辆相关机器人技术的公司的聚集做出了贡献。利用波士顿机器人集群进行无人驾驶车辆开发的一家主要公司是丰田研究所 (TRI)，该研究所三个办事处，一个位于坎布里奇（另外两个办事处位于密歇根和加利福尼亚州）。丰田研究所赞助麻省理工学院的计算机科学和人工智能实验室

## 绘制无人驾驶车辆公司的参与地图

图 3.7 从事各种无人驾驶车辆技术的公司示例



资料来源：汽车研究中心资（CAR）。

(CSAIL)，研究人员在那里全面研究应用于车辆自动化的人工智能和机器学习。<sup>31</sup>

麻省理工学院已经产生几个与机器人相关的衍生公司，包括几家对部署无人驾驶车辆特别感兴趣的衍生公司。其中一家公司 nuTonomy，2017 年被安波福收购；安波福公司是一家全球一级<sup>32</sup>汽车供应商，历史上与底特律和通用汽车捆绑在一起。<sup>33</sup>安波福在波士顿维持着一个技术中心，在匹兹堡和加利福尼亚州也设有中心。<sup>34</sup>nuTonomy 正在波士顿和新加坡进行试验，新加坡国家经济发展委员会已经持有该公司的股份。<sup>35</sup>麻省理工学院的另一家公司 Optimus Ride 已经与多家硅谷和汽车公司合作，在特定地域范围内部署低速自动驾驶班车。<sup>36</sup>

### 密歇根州底特律

底特律历史上是北美汽车工业的中心。通用汽车和福特在底特律都市区设有总部和多个研究中心，几家国际汽车制造商（菲亚特克莱斯勒汽车公司（FCA）、现代/起亚和丰田）和数十家大型汽车供应商也是如此。几乎所有涉足北美市场的汽车制造商都在底特律地区有一些业务。

密歇根州在历史上并不是机器人技术的发源地。然而，在先进汽车系统的研究、开发、设计和制造方面，它却是世界上名列前茅的地区之一。虽然总部设在底特律的公司已经在匹兹堡、波士顿和硅谷等机器人中心开设了地区办事处，但专注于无人驾驶车辆的初创公司已经在底特律附近开设了办事处，以利用当地在工程和验证强大的汽车级系统方面的专业知识。这项技术以汽车为重点，也导致了底特律地区软件开发设施的投资增加，包括福特、通用和丰田的大量投资。

Waymo（也许是业内最先进的无人驾驶车辆开发商）计划翻新一个具有历史意义的底特律工厂，组装其拥有专有汽车技术的汽车。<sup>37</sup>Waymo 正在与麦格纳国际合作，麦格纳国际是总部位于加拿大奥罗拉的一级汽车供应商，在底特律地区拥有多个工厂。<sup>38</sup>在与麦格纳合作之前，Waymo 曾与底特律地区的另一家主要工程公司 Roush<sup>39</sup>签订了合同。与此同时，Roush 公司也扩大了其在自动化汽车工程方面的参与力度，开设了一个专门开发无人驾驶车辆软件和系统集成的新研究中心。<sup>40</sup>



### 加拿大安大略省

对自动车辆系统的兴趣已经引起了对软件开发和人工智能中心的额外关注。受益的一个研究集群是加拿大安大略省，包括多伦多、滑铁卢和渥太华。

安大略省是一个成熟的汽车产业集群，主要是因为它邻近底特律。安大略省在计算机软件行业也很强大。例如，滑铁卢大学有杰出的数学和计算机程序。滑铁卢汽车研究中心 (WatCAR) 有几个不同小组，研究先进车辆和移动技术。<sup>41</sup> 多伦多大学也有侧重于车辆自动化、连通性和网络安全的计划。<sup>42</sup>

### 宾夕法尼亚州匹兹堡

匹兹堡的卡内基梅隆大学 (CMU) 几十年来一直是自动驾驶技术的中心。1986 年，卡内基梅隆大学的研究人员测试了第一个道路自动驾驶系统原型，Navlab 1 项目，<sup>43</sup> 随后于 1990 年测试了原型 Navlab 2。卡内基梅隆大学团队也是国防部国防高级研究计划署大挑战赛中成功的团队，这些挑战赛帮助开创了当前无人驾驶车辆研究的时代。<sup>44</sup> 在某种程度上，卡内基梅隆大学机器人计划是其成功的受害者，因为数十名成名的研究人员被无人驾驶车辆初创公司挖走。这其中最著名的例子就是优步，它首先与卡内基梅隆大学建立了战略伙伴关系，并在附近开设了一个研究中心。然而，它最终从卡内基梅隆大学挖走了大学 50 多名研究人员。<sup>45</sup>

卡内基梅隆大学也催生了一些无人驾驶车辆初创公司，如阿尔戈人工智能，福特已经购买了其所有权股份，并宣布将在 2021 年部署机器人出租车技术服务。<sup>46</sup> 总部位于波士顿的 nuTonomy，如今归一级汽车供应商安波福所有，在匹兹堡设有工厂，并正在积极扩张。卡内基梅隆大学许多其他机器人技术专业校友现在分散在无人驾驶车辆研究大军中，包括前面所说的一些业内最重要的名字。卡内基梅隆大学机器人研究所继续发展，尽管与前几十年相比，对自动驾驶的重视程度有所降低。<sup>47</sup> 与此同时，匹兹堡已经成为世界上最受欢迎的原型无人驾驶车辆道路测试和开发的城市之一。<sup>48</sup>

### 加利福尼亚州硅谷

现在，感觉硅谷（加州旧金山周边地区）似乎一直是无人驾驶车辆产业的中心。然而，在国防部国防高级研究计划署 (DARPA) 的大挑战赛举行之后，硅谷从谷歌（现为 Waymo）开始对道路无人驾驶车辆感兴趣。谷歌在 2009 年开始雇用大挑战赛的参赛者，包

括成为该项目的首席技术官 (CTO) 的卡内基梅隆大学团队领导克里斯·厄姆森。当地也有其他研究人员。斯坦福大学有一个成熟的机器人和自动驾驶研究计划，与卡内基梅隆大学处于同一水平，在其他方面则天下无敌。

谷歌在 2010 年宣布了其自动驾驶项目，发布了一段引人注目的视频，展现一名盲人开着自动驾驶汽车去了 Taco Bell 餐厅。视频没有传达演示所需的准备程度，但它确实展示了自动驾驶能力水平，让汽车行业感到惊诧，也引发了行业忠诚分子和初创公司追赶并加入自动驾驶行动的行列。

谷歌的自动驾驶汽车项目加上先前已经存在的人工智能和软件工程师人才库，推动了硅谷的发展，使硅谷成了无人驾驶车辆开发的全球领头羊。

用列表形式说明硅谷追求从事自动驾驶研究的公司数量不是一件易事。但是截至 2019 年初，已有 62 个实体获得了加州机动车管理局的许可，可以在该州的公共道路上测试原型自动驾驶系统。<sup>49</sup>

### 中国

前面讨论的三波技术颠覆（无人驾驶车辆、出行即服务和联网汽车）为中国汽车公司创造了一个短暂机遇，因为它们与外国跨国公司相比没有历史遗留的劣势。<sup>50</sup> 然而，即使在中国，本土科技巨头也占据了汽车行业的上风。搜索引擎公司百度、电商企业阿里巴巴以及叫车公司滴滴出行、嘀嗒和优车等中国科技巨头也或多或少与外国同行不相上下。在连通性方面，百度的卡乐福 (CarLife) 系统（一个能够让手机控制车内信息娱乐的系统）自 2015 年开始运行。百度的语音助理技术被称为度秘 OS (DuerOS)。阿里巴巴还推出了嵌入式控制系统 AliOS 和一个名叫天猫精灵的智能助手。另一个科技巨头腾讯也有自己名为“汽车人工智能”的系统。

此外，2017 年公布的《政府新一代人工智能发展计划》，<sup>51</sup> 显示了中国成为包括自动驾驶技术在内的人工智能领域全球领导者的决心。中国还大力投资基础设施，大力投资建造与联网无人驾驶车辆兼容的道路和街道。北京电子城<sup>52</sup> 道路属于划定用于检测无人驾驶车辆的 44 条道路（共 123 公里）之一。除北京外，中国其他 15 个城市，包括上海，广东省的深圳和广州，浙江省的杭州，湖北省的武汉，还有重庆，也都在进行广泛的测试。<sup>53</sup>

百度、小马智行 (Pony.ai) 和前景驰是中国自动驾驶技术的领先者。<sup>54</sup> 不过，人们认为，即便是百度也

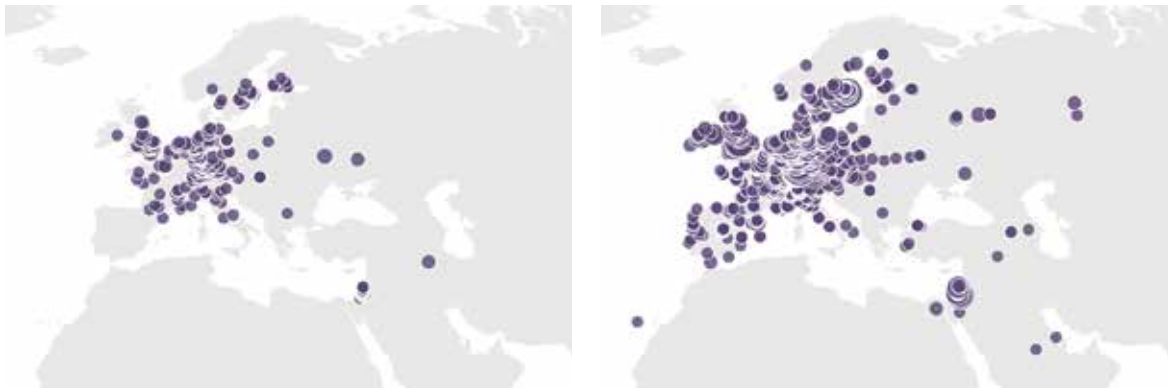
### 近年来，东亚在无人驾驶车辆技术方面变得非常活跃

图 3.8 2005 年前（上）和后（下）选定地区与无人驾驶车辆相关的专利（本页）和出版物（下页）的地理分布

#### 北美



#### 欧洲和中东



#### 东亚



■ 专利 ■ 科学出版物

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。

北美



欧洲和中东



东亚



不在全球前十名之列。在加州，百度的测试车辆每行驶 41 英里就需要人工干预，而 Waymo 的车辆每行驶 5,596 英里才需要人工干预。<sup>55</sup> 然而，百度的阿波罗自动化车辆平台已经吸引了 100 多个全球合作伙伴。阿波罗拥有自主车辆模拟系统、车辆测试数据和高清图。卡乐福和度秘 OS 都被纳入阿波罗。此外，百度已承诺 2019 年在湖南长沙划定地区范围内部署自动驾驶出租车。<sup>57</sup> 百度在中国市场自动驾驶正在吸引大部分投资和关注。然而，北京市政府已经开始要求对城市街道上的自动化车辆测试进行报告，除百度之外，还收到了其他 7 家公司的报告。<sup>58</sup> 许多中国公司也在硅谷设有研究机构，包括百度。<sup>59</sup> 中国公司，包括百度、蔚来、腾讯、阿里巴巴、一汽、上汽、长安、北汽、长城、广汽、东风、吉利、比亚迪和力帆已经开始在中国测试它们的车辆。Waymo 还在上海开设了一家子公司，尽管申请文件称，该子公司将专注于物流咨询、供应链和无人驾驶车辆配件及产品设计，而不是无人驾驶车辆。<sup>60</sup>

## 日本

由于关于自动驾驶的法律特别严格，日本的无人驾驶车辆工作起步迟缓。然而，随着 2020 年奥运会的临近，为了炫耀国家的尖端技术，无人驾驶车辆产业出现了爆炸式增长。日本已出台立法放松对自动驾驶汽车的限制，并打算在 2020 年奥运会上使用丰田自动驾驶穿梭巴士在奥运村周围接送参赛者。显然，丰田已经成为日本进军无人驾驶车辆技术的主力，但丰田和其他日本公司所做工作很多，远不止于推动奥运。

在日本国内，丰田与日本科技投资公司软银结为合作伙伴，创建了一家专注于开发东京无人驾驶技术和出行即服务解决方案的合资企业 MONET。最令软银出名的是其 1000 亿美元的愿景基金，意在收购快速增长的科技公司的股份。此外，MONET 还获得了日本汽车制造商本田和日产的投资。Waymo 已经与法国-日本联盟雷诺和日产合作，将其无人驾驶车辆出行服务带到法国和日本。此外，日本无人驾驶车辆公司 ZMP 和日本出租车公司日野丸 (Hinomaru Kotsu) 联手开发了一款自主出租车，他们希望这款出租车能为 2020 年奥运会做好准备。然而，日本无人驾驶车辆领域不仅仅是私人公司的天下。东京大学和庆应大学都有开发无人驾驶车辆技术的智能 / 高级移动项目。

在国际上，主要玩家还是丰田。它已经与优步、May Mobility、惠氏 (Hui)、格拉博、格塔轮 (Getaround)、英伟达和美国电话电报公司等众多公司合作，并在国际上投资推进无人驾驶车辆技术。此外，在国际前沿，软银已向通用汽车的自动巡航投资 22.5 亿美元，并参与资助优步的无人驾驶车辆部门，出资 10 亿美元。中

国公司商汤科技公司是世界上价值最高的人工智能初创公司之一，他们在东京郊外的常总市开设了一家自动驾驶设施。

## 联合王国 (英国)

英国是公认的汽车和工程人才荟萃之地。政府对无人驾驶车辆非常感兴趣，并努力利用现有能力，继续成为新兴无人驾驶车辆产业的重要贡献者。例如，英国自动驾驶项目资助了几个制造商生产的原型自动化车辆的试验。<sup>61</sup> 英国联网智能交通运输环境 (CITE) 财团是一个以工业为主导的集团公司，专注于联网汽车技术，但着眼于自动化。<sup>62</sup> 英国还发布了一份咨询文件，指导在公共道路上测试自动化驾驶技术。<sup>63</sup>

英国也受益于欧盟资助的研究计划，如欧盟网关项目。该项目资助英国牛津大学衍生公司 Oxbotica 在混合用途的道路上部署低速无人驾驶穿梭巴士。<sup>64</sup> 英国另一个项目支持开发一款自动化豆荚车，<sup>65</sup> 在专门建造的导轨上运行，由英国的汽车供应商 RDM 集团开发。该项目导致 RDM 剥离了一家独立的公司——Aurrigo，该公司目前在美国、加拿大和澳大利亚都有工厂。<sup>66</sup>

剑桥是人工智能的全球创新中心——可追溯到 1936 年艾伦·图灵在国王学院发明“通用计算机”之时。<sup>67</sup> 剑桥也是高性能处理器的全球领先公司——ARM 总部所在地，ARM 对自动化驾驶感兴趣。<sup>68</sup>

英国其他大学也在大力投资发展无人驾驶车辆集群。沃里克大学、伯明翰大学和其他大学为支持各集群的人工智能人才管道做出了贡献。牛津大学拥有一个异常强大的机器人计划，如前所述，它催生了 Oxbotica。

## 法国

法国汽车工业正在尽自己的一份力量，继续从事下一代自动化汽车开发。雷诺承诺最早在 2021 年实现生产车辆中采用“不用眼 / 不动手”功能。<sup>69</sup> 标致集团 (其品牌包括标致、雪铁龙和 DS) 正在推行其万众无人驾驶车辆 (AVA) 计划。<sup>70</sup> 标致集团正在欧洲和中国的道路上测试无人驾驶车辆技术。<sup>71</sup> 全球汽车一级供应商法雷奥也在大力投资驾驶自动化。<sup>72</sup> 法雷奥正在巴黎为人工智能建设一个研究中心，并已建立多种研究伙伴关系。这一努力得到了法国的国家支持，以期使其成为人工智能的领导者。<sup>73</sup>

欧洲的几家公司已经完成数十次低速无人驾驶穿梭巴士试验。法国是一个无人驾驶穿梭巴士研发中心。最

大最知名的公司之一 Navya 公司 2014 年在法国创立。它在全球范围内有穿梭巴士的试点部署，并在密歇根有一个机构。如今已经生产了 100 多辆穿梭巴士。<sup>74</sup> 总部设在法国的公共交通系统私人运营商凯欧利运营着其中的许多车辆。<sup>75</sup>

世界上另一家最大的无人驾驶穿梭巴士公司是 EasyMile 公司。2014 年，它是在欧盟资助的 CityMobile2 项目推出之后在图卢兹创立的。现已生产 100 多辆 EasyMile 穿梭巴士，并用于在全球进行测试部署。<sup>76</sup> 另一家总部位于法国的公共交通系统私人运营商 TransDev 负责管理其中的许多部署。<sup>77</sup> TransDev 还与总部位于美国的 Torc Robotics 公司合作，在法国测试无人驾驶穿梭巴士。<sup>78</sup>

许多法国公司正在努力拓展北美市场。<sup>79</sup> 尽管许多专注于无人驾驶车辆的法国公司规模仍然很小，但许多公司都和其他公司与机构积极合作，这表明了它们志在全球的雄心。

## 德国

德国是无人驾驶车辆技术创新和发展的源泉，可能仅次于美国。欧盟在 1980 年代发起的普罗米修斯研究计划与国防部国防高级研究计划署发起的研究项目并行，并建立了德国机构，如慕尼黑黑联邦国防军大学 (UBM)，作为人工智能和无人驾驶车辆专业知识的源头。<sup>80</sup> 第一个面向消费者的二级自动驾驶系统，为驾驶员提供转向、制动和加速支持，由梅赛德斯奔驰推出，是普罗米修斯计划的一项遗产。<sup>81</sup>

包括戴姆勒、宝马和大众在内的德国汽车业，在德国国内外建立了众多伙伴关系，努力开创自主共享出行的新时代。这些活动不仅包括小型研究伙伴关系和投资搭配，而且还包括大型财团。<sup>82</sup> 德国汽车制造商在宣传自动驾驶公共部署目标方面一直是最积极的。大众的奥迪品牌宣布，2018 年奥迪 A8 将有一个选项，可选装世界上第一款面向消费者的 3 级自动驾驶系统，称为“交通堵塞领航员”，<sup>83</sup> 将允许高度自动化驾驶。但后来，它称存在监管障碍，所以推迟其亮相。<sup>84</sup> 梅赛德斯已宣布其旗舰 S 级轿车将在 2020 年<sup>85</sup> 包括 3 级自动化功能，宝马计划在 2021 年部署面向消费者的自主系统。<sup>86</sup>

德国一级供应商在这一领域也非常活跃。轮胎公司大陆集团长期以来制造汽车自动化的部件，甚至建造了自己的自动穿梭巴士。<sup>87</sup> 康迪公司作为汽车制造商的供应商，还希望提供自动驾驶系统平台。<sup>88</sup> 德国公司 ZF 多年来一直开展合作，调兵遣将，以融入全球无人驾驶车辆供应链，并且正在开发一款原型车。<sup>89</sup> 博世

公司也是一个主要的一级供应商，其雄心是提供无人驾驶车辆技术，并正在与戴姆勒等公司合作，在未来的消费者车辆中部署该技术。<sup>90</sup> 该集群的成熟支持了数十家自主和移动相关的初创公司。<sup>91</sup>

## 以色列

科技公司在这个小国的聚群是引人瞩目的。据统计，截至 2018 年年中，近 1000 家以色列初创企业正在使用或开发人工智能技术，每月都有十几家新公司成立。<sup>92</sup>

一段时间以来，全球人工智能和软件公司一直坚持在以色列开设机构，以利用这一生态系统，汽车行业也紧随其后。例如，通用汽车公司曾因在硅谷没有重要业务而闻名（通用汽车收购巡航自动化公司后，情况不再如此），但 2008 年在以色列建立了一个自动化车辆技术研究中心，并于 2016 年予以扩展。<sup>93</sup> 自 2016 年以来，其他几家汽车制造商也在以色列扩大或开设了研究中心。<sup>94</sup>

也许对全球无人驾驶车辆生态系统做出贡献的、最著名的以色列公司是移动眼（多家汽车制造商的视觉系统供应商）。移动眼于 1999 年创办，2014 年首次公开募股（IPO），2017 年被英特尔以 150 亿美元收购。作为一家老牌供应商，移动眼声称其技术已经嵌入 25 个不同品牌的 2,700 多万辆汽车中。<sup>95</sup> 移动眼现已成为英特尔进军汽车供应链的先头部队，并正在认真寻求完全自动驾驶。英特尔已宣布与以色列冠军汽车公司（Champion Motors）和大众汽车公司建立伙伴关系，要在以色列部署无人驾驶出租车，预计 2022 年实现商用。<sup>96</sup> 除了扮演供应商角色之外，英特尔 / 移动眼在研发战略合作方面的活动日益广泛，日益全球化。<sup>97</sup>

## 3.7 无人驾驶车辆技术是否正在改变汽车行业创新的版图？

创新具有地理特征。<sup>98</sup> 研究表明，产业往往会聚集在一个地方，相互毗邻（见第一章和第二章）。汽车工业有两种类型的参与者，现有公司和新玩家，它们都有自己的地理集群。新玩家属于世界上的技术集群（例如硅谷），而现有汽车制造商在其制造集群（例如底特律）中也根深蒂固。关键问题是无人驾驶车辆的出现是否让汽车制造商和科技公司寻求在地理上更趋接近。如果答案是肯定的，朝哪个方向发展？汽车制造商出现在技术集群中，或者相反。

虽然要明确回答上述问题还为时过早，但基于专利数据的证据可以提供某种线索。本节着眼于全球汽车工业顶级公司的专利，这些专利选自三个地理区域：美国（福特和通用）、德国（戴姆勒、宝马、奥迪、大众和博世）和日本（丰田、本田和日产）。审查这些公司的全部专利组合，查明与无人驾驶车辆技术相关的专利子集，并予以标记。根据这些数据，计算每个公司在不同集群的全部专利活动所占份额，还有无人驾驶车辆专利所占份额。例如，戴姆勒全部专利的72.6%在斯图加特，其无人驾驶车辆专利的76.9%也在斯图加特。

汽车制造商的大部分无人驾驶车辆专利仍然产生于其大部分专利活动所在的主要集群。然而，也有重要变化。从下表3.1可以看出，日本汽车制造商的全部专利和无人驾驶车辆专利中，有超过82%属于其总部设在日本的主要集群，这一比例远远高于两家美国公司。

快速浏览下面的二线集群列表就会发现一些有趣的差异。在圣何塞、柏林、洛杉矶和大阪等不少集群，无人驾驶车辆专业化程度很高（即它们的无人驾驶车辆所占份额相对于全部专利份额而言很大）。例如，对于大众来说，圣何塞和柏林分别拥有16.1%和9.7%的无人驾驶车辆专利，而普通专利分别只有1%和4.8%。<sup>99</sup>

为了检验科技公司是否确实更接近汽车制造商，重复进行了同样的工作。<sup>100</sup> 入选公司有谷歌、Waymo、德尔福、移动眼、高深智图、麦格纳电子、高通、优步和苹果。没有观察到迈向汽车集群的系统性趋势。同汽车制造商的情况一样，全部专利和无人驾驶车辆专利的大部分都发生在同一个顶级集群中。

优步无人驾驶车辆专利的地理分布很有趣。尽管其39.6%的专利都在旧金山，但就无人驾驶车辆而言，硅谷并不是它的头号集群。优步大约48.5%的无人驾驶车辆专利在匹兹堡，优步一直在那里雇用卡内基梅隆大学研究人员，并与他们合作。自2018年末起，优步也一直在匹兹堡测试无人驾驶车辆。

这些结果表明，尽管版图边缘有所变化，但汽车和科技公司的创新仍然主要位于本土。然而，现有的证据虽然有趣，但应当谨慎对待。数量特别是无人驾驶车辆专利的数量非常有限，这一组有限的专利的权重可能会扭曲整体情况。此外，专利数据在首次提交后至少会延迟18个月才公开。实际的创新可能是在专利申请提出前数月，甚至数年之前已经开发出来。最后，申请人的姓名含混不清可能会影响一些公司的结果。

### 3.8 无人驾驶车辆的潜在积极和消极影响

尽管人们对完全无人驾驶车辆抱有殷切期望，但它肯定是数年甚至数十年之后的事。<sup>101</sup> 多种技术进步交织在一起，正在为一个已经有近一个世纪没有改变其经营方式的行业创造新的规则。来自科技行业和传统汽车行业的主要参与者（尽管有不同的激励措施）正在汇集资源，以实现自动驾驶汽车的目标。然而，障碍不仅仅是技术方面的。早期阶段的每一次技术冲击都面临某种程度的社会技术惯性，意即新技术需要组织变革，而组织变革也会影响人与技术的互动。变革往往不容易受到欢迎。

汽车工业当前的生态系统（例如，其市场力量及其社会和政治地位）已经存在了几十年，而且非常强大。这一生态系统不太可能轻易改变，除非行业中的关键参与者发生变化（即现有汽车制造商退出市场或市场完全被科技公司接管），政策和监管问题会发生剧烈变化，或者客户需求和偏好会发生相当大变化。与此同时，在无人驾驶车辆问题上，公众舆论仍然莫衷一是。

倡导拥挤无人驾驶车辆技术的人认为它在解决若干严重的城市问题。例如，它可以减少交通堵塞和空气污染，改善道路安全。提高车辆移动精度，减少人为失误，就可以减少交通死亡。联网的“智能”汽车可以彼此距离大大贴近而安全地行驶——这种技术被称为“排队”。这与自动化公路系统一起，将增加道路通行能力，并带来其他效率收益，例如，降低燃料消耗和提高能源效率，从而也对环境产生积极影响。

不用再把很多时间浪费在“开车”上，那些曾经一直开车的人可以把时间花在放松、工作甚至睡觉上。儿童、老年人和残疾人将更加独立，更容易出行。目前专用于停车场的土地可以改作他用。

然而，并不是每个人都对自动驾驶汽车如此乐观。2018年，亚利桑那州一名行人在一次事故中死亡，事故涉及一辆开启自动驾驶模式的测试车，这是一个巨大的挫折。一些公司暂时停止道路测试。无论技术情况如何，公众可能都还没有做好让无人驾驶车辆成为主流的准备。一些持批评态度的人质疑无人驾驶车辆是否真的能帮助解决城市问题，如交通堵塞和污染。新技术可能只会增加道路上的车辆数量，从而增加拥堵。由于汽车是自动驾驶，通勤者可能会准备“开车”去更远的地方工作，而不是乘坐污染更少的火车。

## 虽然版图边缘有些变化，但汽车公司和科技公司的创新仍然主要位于本土

表 3.1 不同集群中选定汽车制造商的全部专利份额与无人驾驶车辆专利的比较

集群名称	总份额 (%)	无人驾驶车辆份额 (%)	集群名称	总份额 (%)	无人驾驶车辆份额 (%)
<b>奥迪</b>			<b>通用</b>		
英戈尔施塔特	60.1	60	底特律-安阿伯	45.3	54.7
慕尼黑	10.7	18.8	沃特福德	5.1	11.3
法兰克福	3.9	6.2	洛杉矶	4.5	8.5
圣何塞-旧金山	0.4	6.2	法兰克福	16.6	7.5
<b>宝马</b>			<b>本田</b>		
慕尼黑	72.5	84.1	东京	90.8	82.3
纽伦堡	1.3	6.1	洛杉矶	0.2	3.7
维尔茨堡	0.4	3.7	大阪	2.6	2.4
圣何塞-旧金山	0.4	3.7	名古屋	3.1	1.8
<b>博世</b>			<b>日产</b>		
斯图加特	69.1	77.6	东京	97.0	87.7
慕尼黑	2.6	5.0	大阪	1.5	8.6
圣何塞-旧金山	1.0	4.6	圣何塞-旧金山	0.0	3.1
不伦瑞克	0.5	4.1	名古屋	1.2	2.5
<b>戴姆勒</b>			<b>丰田</b>		
斯图加特	72.6	76.9	名古屋	95.4	93.7
乌尔姆	5.8	7.4	东京	5.4	5.2
法兰克福	5.1	4.1	大阪	2.3	3.0
亚琛	0.7	4.1	静冈	0.2	1.1
<b>福特</b>			<b>大众</b>		
底特律-安阿伯	65.0	71.5	沃尔夫斯堡	47.9	46.8
科隆-杜塞尔多夫	8.8	6.6	不伦瑞克	37.1	40.3
圣何塞-旧金山	1.4	3.6	圣何塞-旧金山	1.0	16.1
亚琛	4.8	2.9	柏林	4.8	9.7

注：百分比之和可能超过 100%，因为一项专利可以分配给多个集群，因此，可能存在重复计算。

隐私和网络安全也是主要问题。通过自动驾驶、联网车辆和其他“智能交通系统”应用程序收集的驾驶员数据可能会用于与驾驶无关的目的。黑客可能会破解系统、篡改信息或更改另一辆车的信息或身份是很多严重的安全困扰之一。法律和监管体系已经难以跟上汽车行业快速变化的步伐。目前还不清楚，若发生事故，谁将承担法律责任，是运行软件系统、硬件，还是移动平台的公司。

此外，各国和各地区对无人驾驶车辆的基础设施准备程度不同。准备程度参差不齐，可能会加剧国家内部和区域之间贫富差距。所有这些变化将波及其他行业——从保险到维修，从卡车运输到出租车驾驶。无人驾驶车辆技术的影响超越了单一行业的界限。

在汽车和科技界能够解决所有这些技术、道德、安全和法律问题之前，无人驾驶车辆的未来将仍然是一个梦想。

## 注

- 1 本节借鉴了 Dziczek 等人的意见 (2019 年)。
- 2 在本章中, 自动驾驶汽车、自动驾驶、无人驾驶等术语可互换使用, 意思均指同一现象。
- 3 见产权组织《2019 年技术趋势——人工智能》
- 4 见 Tripsas (1997 年) 论内部知识发展战略, Zucker 和 Darby (1997 年) 论征募人力资本, Rothaermel (2001 年) 论战略联盟, Higgins 和 Rodriguez (2006 年) 论新进入者的收购, Rothaermel 和 Hess (2007 年) 论这些战略的组合。
- 5 见 Klepper (1997 年)、Audrestsch 和 Feldman (1996 年)、Abernathy 和 Utterback (1978 年)、Jovanovic 和 MacDonald (1994 年)。
- 6 见 Abernathy 和 Clark (1985 年) 及 Klepper (1997 年)。
- 7 见 Klepper (1997 年)。
- 8 见《全球电动汽车展望》(2019 年)。
- 9 见 Prahalad 和 Hamel (1997 年)。
- 10 有关无人驾驶车辆专利和科学出版物检索策略的更多详细信息, 见 Zehtabchi (2019 年)。
- 11 见英特尔 (未注明日期)。
- 12 技术包括: 电子、通信技术、半导体和无人驾驶车辆。汽车包括: 仪表、材料、机械、发动机和运输、土木工程。其他包括: 生物制药、化学品和环境以及消费品。
- 13 见 Zehtabchi (2019 年)。
- 14 见 Hummel (2019 年)。
- 15 见路透社 (2019 年)。
- 16 技术堆栈是构建和运行单个产品使用的所有工具和技术的列表。
- 17 见威盛科技 (2018 年)。
- 18 见 Randall (2019 年)。
- 19 见 Hawkins (2019 年)。
- 20 见 Chesbrough (2003 年)。
- 21 见 Arora 和 Gambardella (1990 年)。
- 22 见 Teece (1986 年)。
- 23 见 Gans 和 Stern (2003 年) 及 Cozzolino 和 Rothaermel (2018 年)。
- 24 见 Perkins 和 Murmann (2018 年)。
- 25 见 MacDuffie (2018 年)、Jiang 和 Lu (2018 年)、Teece (2018 年)。
- 26 见 Capron 和 Mitchell (2012 年)。
- 27 大部分数据是从最新媒体和公司公告中收集的。不过, 有时这些信息可能误导人, 因为这些公告背后可能有其他动机, 如市场信号和获得风险资本家的关注。
- 28 见 Bresnahan 和 Tratjenberg (1995 年)。
- 29 本节中使用的专利和科学出版物数据是第二章中所解释数据的一个子样本。有关详细检索策略和数据收集的更多信息, 请查看各自的工作文件。
- 30 见 Lee 和 Lim (2001 年)。
- 31 见丰田研究所 - CSAIL (未注明日期)。
- 32 见四通公司 (2018 年)。
- 33 见 Abuelsamid (2017 年)。
- 34 见 nuTonomy (2017 年)。
- 35 见新加坡经济发展局 (2016 年)。
- 36 见 Engel (2017 年)。
- 37 见 Bigelow (2019 年 a)。
- 38 见 Bigelow (2019 年 b)。
- 39 见 Nicas (2017 年)。
- 40 见 Snavelly (2017 年)。
- 41 见滑铁卢大学 (未注明日期) 及 McKenzie 和 McPhee (2017 年)。
- 42 见多伦多大学 (2019 年)。
- 43 见卡内基梅隆大学 (1986 年)。
- 44 见美国国防高级研究计划署 (未注明日期)。
- 45 见 Lowensohn (2015 年)。
- 46 见 Vasilash (2018 年)。
- 47 见卡内基梅隆大学 (未注明日期)。
- 48 Wiggers (2019 年)。
- 49 见加利福尼亚州机动车辆部 (未注明日期)。
- 50 见 Teece (2019 年)。
- 51 见完整译文: 中国新一代人工智能发展计划 (2017 年)。
- 52 见经济学人 (2019 年)。
- 53 见 Feifei (2019 年)。
- 54 见 Silver (2018 年)。
- 55 见 Teece (2019 年) 和 Jing (2018 年)。
- 56 访问 [apollo.auto](http://apollo.auto)。
- 57 见新华社 (2019 年)。
- 58 见 Liao (2019 年)。
- 59 访问 [research.baidu.com](http://research.baidu.com)。
- 60 见 Korosec (2018 年)。
- 61 访问 [www.ukautodrive.com/the-uk-autodrive-project](http://www.ukautodrive.com/the-uk-autodrive-project)。
- 62 见舰队新闻 (2018 年)。
- 63 见英国交通部 (2015 年)。
- 64 见 Dennis 和 Brugeman (2019 年)。
- 65 个人快速交通 (PRT), 也称为豆荚车, 是一种公共交通方式, 以小型自动化车辆在专门建造的导轨网络上运行为特征。
- 66 见 Dennis 和 Brugeman (2019 年)。
- 67 见 Taylor (未注明日期)。
- 68 见 ARM (未注明日期)。
- 69 见 Poulanges (2017 年)。
- 70 见 PSA Groupe (未注明日期)。
- 71 见 PSA Groupe (未注明日期)。
- 72 见 Valeo (2015 年)。
- 73 见高等教育、研究和创新部 (2019 年)。
- 74 见 Dennis 和 Brugeman (2019 年)。
- 75 访问 [www.keolis.com/en](http://www.keolis.com/en)。
- 76 见 Dennis 和 Brugeman (2019 年)。
- 77 访问 [www.transdev.com/en](http://www.transdev.com/en)。
- 78 见 McQuilkin (2019 年)。
- 79 见法国 UBI 移动互联汽车公司 (2018 年)。
- 80 见 Dickmanns (2002 年)。
- 81 见 Gregor 等人 (2002 年)、Daimler (2016 年)、Oagana (2016 年)。
- 82 见 Taylor 和 Wissenbach (2019 年)。
- 83 见奥迪公司 (2017 年)。
- 84 见 Ulrich (2019 年)。
- 85 见 Hetzner (2018 年)。
- 86 见 DeMattia (2018 年)。
- 87 见 Continental AG (未注明日期)。
- 88 见 Continental AG (2018 年)。
- 89 见 Behrmann 和 Rauwald (2018 年)。
- 90 见 Daimler (未注明日期)。
- 91 见应用人工智能倡议 (未注明日期)。
- 92 见 Slinger (2018 年)。
- 93 见南非以色列商会 (2016 年)。
- 94 见 Leichman (2017 年)。
- 95 见 Scheer (2018 年)。
- 96 见英特尔 (2018 年)。
- 97 见 Reichert (2019 年)。
- 98 见 Saxenian (1996 年) 和 (2007 年)。
- 99 见 Zehtabchi (2019 年)。
- 100 见 Zehtabchi (2019 年)。
- 101 见 Ghemawat (1991 年)。



## 参考文献

- Abernathy, W.J. and K.B. Clark (1985). Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3–22.
- Abernathy, W.J. and J.M. Utterback (1978). Patterns of industrial innovation. *Technology Review*, 80(7), 40–47.
- Abuelsamid, S. (2017). Delphi acquires nuTonomy for \$450M, advancing push for automated Driving. *Forbes*, October 24. [www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/10/24/delphi-acquires-automated-driving-startup-nuTonomy-for-450m](http://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2017/10/24/delphi-acquires-automated-driving-startup-nuTonomy-for-450m)
- ARM. (n.d.). Automotive Autonomous Drive. [www.arm.com/solutions/automotive/autonomous-car](http://www.arm.com/solutions/automotive/autonomous-car)
- Arora, A. and A. Gambardella (1990). Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology. *The Journal of Industrial Economics*, 38(4), 361–379.
- Audi. (2017). *Audi piloted driving*. [media.audiusa.com/models/piloteddriving](http://media.audiusa.com/models/piloteddriving)
- Audretsch, D.B. and M.P. Feldman (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11(2), 253–273.
- Behrmann, E. and C. Rauwald (2018). ZF plans \$14 billion autonomous vehicle push, concept van. *Automotive News*, September 19.
- Bigelow, P. (2019a). Waymo firms up plans for autonomous car assembly plant in Detroit. *Automotive News*, April 23.
- Bigelow, P. (2019b). Waymo to build self-driving cars in Detroit, invest \$13.6 million in factory. *Crain's Detroit Business*, April 23.
- Bresnahan, T.F. and M. Trajtenberg (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83–108.
- California Department of Motor Vehicles. (n.d.). Testing of autonomous vehicles with a driver. [www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/testing](http://www.dmv.ca.gov/portal/dmv/detail/vr/autonomous/testing)
- Capron, L. and W. Mitchell (2012). *Build, Borrow, or Buy: Solving the Growth Dilemma*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Carnegie Mellon. (1986). NavLab 1. Robotics Institute History of Self-Driving Cars. YouTube video, [www.youtube.com/watch?v=ntlczNqKfjQ](http://www.youtube.com/watch?v=ntlczNqKfjQ)
- Carnegie Mellon University. (n.d.). No Hands Across America. [www.cs.cmu.edu/~tjochem/nhaa/nhaa\\_home\\_page.html](http://www.cs.cmu.edu/~tjochem/nhaa/nhaa_home_page.html)
- Chesbrough, H.W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Continental AG (2018). Continental expands automated driving tests on the autobahn. Press Release, April 26. [www.continental.com/en/press/press-releases/cruisingchauffeur-128928](http://www.continental.com/en/press/press-releases/cruisingchauffeur-128928)
- Continental AG. (n.d.). Driverless mobility. [www.continental-automotive.com/en-gl/Landing-Pages/CAD/Automated-Driving/Hidden-Pages/Driverless-Mobility](http://www.continental-automotive.com/en-gl/Landing-Pages/CAD/Automated-Driving/Hidden-Pages/Driverless-Mobility)
- Cozzolino, A. and F.T. Rothaermel (2018). Discontinuities, competition, and cooperation: Cooperative dynamics between incumbents and entrants. *Strategic Management Journal*, 39(12), 3053–3085.
- Daimler. (2016). The PROMETHEUS project launched in 1986: Pioneering autonomous driving. Press release, September 20.
- Daimler. (n.d.). Reinventing safety: a joint approach to automated driving systems. [www.daimler.com/innovation/case/autonomous/reinventing-safety-2.html](http://www.daimler.com/innovation/case/autonomous/reinventing-safety-2.html)
- DeMattia, N. (2018). Klaus Fröhlich talks about BMW iNEXT. *BMW Blog*, September 24. [www.bmwblog.com/2018/09/24/klaus-frohlich-to-talks-about-bmw-inext](http://www.bmwblog.com/2018/09/24/klaus-frohlich-to-talks-about-bmw-inext)
- Dennis, E.P. and V.S. Brugeman (2019). *Automated and Connected Vehicle Deployment Efforts: A Primer for Transportation Planners*. Ann Arbor, MI: Center for Automotive Research; Lansing, MI: Michigan Department of Transportation.
- Dickmanns, E. (2002). The development of machine vision for road vehicles in the last decade. In *Proceedings Intelligent Vehicle Symposium 2002*, Versailles, June 17–21. Piscataway, NJ: IEEE, 268–281.
- Dziczek, K, E.P. Dennis, Q. Hong, Y. Chen, V. Sathe-Brugeman and E. Marples (2019). Automated Driving Technology Report. Unpublished background report for the World Intellectual Property Organization.

- Economist (2019). Chinese firms are taking a different route to driverless cars. *The Economist*, October 12. [www.economist.com/business/2019/10/12/chinese-firms-are-taking-a-different-route-to-driverless-cars](http://www.economist.com/business/2019/10/12/chinese-firms-are-taking-a-different-route-to-driverless-cars)
- Engel, J. (2017). Optimus Ride drives off with \$18M for autonomous vehicle tech. *xonomy*, November 2. [xonomy.com/boston/2017/11/02/optimus-ride-drives-off-with-18m-for-autonomous-vehicle-tech](http://xonomy.com/boston/2017/11/02/optimus-ride-drives-off-with-18m-for-autonomous-vehicle-tech)
- Feifei, F. (2019). Autonomous vehicles gaining more ground. *China Daily*, January 15. [www.chinadaily.com.cn/a/201901/15/WS5c3d2bb0a3106c65c34e46e2.html](http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/15/WS5c3d2bb0a3106c65c34e46e2.html)
- Fleet News (2018). UK CITE enters second phase of Coventry autonomy testing with Jaguar Land Rover. *Fleet News*, July 2. [www.fleetnews.co.uk/news/environment/2018/07/02/uk-cite-enters-second-phase-of-coventry-autonomy-testing-with-jaguar-land-rover](http://www.fleetnews.co.uk/news/environment/2018/07/02/uk-cite-enters-second-phase-of-coventry-autonomy-testing-with-jaguar-land-rover)
- Foundation for Law and International Affairs (FLIA) (2017). China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan. [flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan](http://flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan)
- Gans, J.S. and S. Stern (2003). The product market and the market for "ideas": commercialization strategies for technology entrepreneurs. *Research Policy*, 32(2), 333–350.
- Ghemawat, P. (1991). Market incumbency and technological inertia. *Marketing Science*, 10(2), 161–171.
- Gregor, R., M. Lutzeler, M. Pellkofer, K-H. Siedersberger and E. Dickmanns (2002). MS-Vision: a perceptual system for autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 3(1), 48–59.
- Hawkins, A.J. (2019). Waymo is making some of its self-driving car data available for free to researchers. *The Verge*, August 21. [www.theverge.com/2019/8/21/20822755/waymo-self-driving-car-data-set-free-research](http://www.theverge.com/2019/8/21/20822755/waymo-self-driving-car-data-set-free-research)
- Hetzner, C. (2018). Mercedes plans advanced self-driving tech for next S class. *Automotive News*, October 11.
- Higgins, M.J. and D. Rodriguez (2006). The outsourcing of R&D through acquisitions in the pharmaceutical industry. *Journal of Financial Economics*, 80(2), 351–383.
- Hummel, T. (2019). BMW, Daimler seal self-driving tech partnership. *Automotive News Europe*, July 4. [europe.autonews.com/automakers/bmw-daimler-seal-self-driving-tech-partnership](http://europe.autonews.com/automakers/bmw-daimler-seal-self-driving-tech-partnership)
- Initiative for Applied Artificial Intelligence. (n.d.). German Startup Landscape of Autonomous Driving. [appliedai.de/insights/autonomous-driving](http://appliedai.de/insights/autonomous-driving)
- Intel. (n.d.). 5G is key to fully realizing connected and autonomous vehicles. [www.intel.com/content/www/us/en/communications/5g-connected-vehicle.html](http://www.intel.com/content/www/us/en/communications/5g-connected-vehicle.html)
- Intel. (2018). Volkswagen, Mobileye and Champion Motors to invest in Israel and deploy first autonomous EV ride-hailing service. *Intel Newsroom*, October 29. [newsroom.intel.com/news-releases/volkswagen-mobileye-champion-motors-invest-israel-deploy-first-autonomous-ev-ride-hailing-service/#gs.bt6x8i](http://newsroom.intel.com/news-releases/volkswagen-mobileye-champion-motors-invest-israel-deploy-first-autonomous-ev-ride-hailing-service/#gs.bt6x8i)
- International Energy Agency (IEA). (2019). *Global EV Outlook 2019*. Paris: IEA. [www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019](http://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019)
- Jiang, H. and F. Lu (2018). To be friends, not competitors: a story different from Tesla driving the Chinese automobile industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 491–499.
- Jing, M. (2018). Baidu's self-driving cars require more human intervention than Alphabet's Waymo. *South China Morning Post*, May 7. [www.scmp.com/tech/enterprises/article/2144863/baidus-self-driving-cars-require-more-human-intervention-alphabets](http://www.scmp.com/tech/enterprises/article/2144863/baidus-self-driving-cars-require-more-human-intervention-alphabets)
- Jovanovic, B. and G.M. MacDonald (1994). The life cycle of a competitive industry. *Journal of Political Economy*, 102(2), 322–347.
- Klepper, S. (1997). Industry life cycles. *Industrial and corporate change*, 6(1), 145–182.
- Korosec, K. (2018). Waymo opens subsidiary in China. *TechCrunch*, August 24. [techcrunch.com/2018/08/24/waymo-opens-subsidiary-in-china](http://techcrunch.com/2018/08/24/waymo-opens-subsidiary-in-china)
- Lee, K. and C. Lim (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), 459–483.

- Leichman, A.K. (2017). Porsche invests 8-figure sum in Israeli auto innovation. *Israel21c*, June 4. [www.israel21c.org/porsche-invests-8-figure-sum-in-israeli-auto-innovation](http://www.israel21c.org/porsche-invests-8-figure-sum-in-israeli-auto-innovation)
- Liao, R. (2019). Search giant Baidu has driven the most autonomous miles in Beijing. *TechCrunch*, April 2. [techcrunch.com/2019/04/02/baidu-self-driving-2018](http://techcrunch.com/2019/04/02/baidu-self-driving-2018)
- Lowensohn, J. (2015). Uber just announced its own self-driving car project. *The Verge*, February 2. [www.theverge.com/2015/2/2/7966527/uber-just-announced-its-own-self-driving-car-project](http://www.theverge.com/2015/2/2/7966527/uber-just-announced-its-own-self-driving-car-project)
- MacDuffie, J.P. (2018). Response to Perkins and Murmann: Pay attention to what is and isn't unique about Tesla. *Management and Organization Review*, 14(3), 481–489.
- McKenzie, R. and J. McPhee (2017). Research and educational programs for connected and autonomous vehicles at the University of Waterloo. *Mechanical Engineering*, 139(12), S21–S23. [www.memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2676826](http://www.memagazineselect.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?articleid=2676826)
- McQuilkin, K. (2019). Blacksburg's Torc Robotics is launching autonomous shuttle buses in France. *RichmondInno*, January 8. [www.americaninno.com/richmond/tech-news-richmond/blacksburgs-torc-robotics-is-launching-autonomous-shuttle-buses-in-france](http://www.americaninno.com/richmond/tech-news-richmond/blacksburgs-torc-robotics-is-launching-autonomous-shuttle-buses-in-france)
- Ministère de l'Enseignement supérieur de la Recherche et de l'Innovation (2019). Lancement de 4 Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) et ouverture de deux appels à projets complémentaires. Press release, April 24. [www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid141320/lancement-de-4-instituts-interdisciplinaires-d-ia-3ia-et-ouverture-de-deux-appels-a-projets-complementaires.html](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid141320/lancement-de-4-instituts-interdisciplinaires-d-ia-3ia-et-ouverture-de-deux-appels-a-projets-complementaires.html)
- Nicas, J. (2017). Google parent retires 'Firefly' self-driving prototype. *Wall Street Journal*, June 13.
- nuTonomy. (2017). Aptiv opens Boston Technology Center. Press release, December 12. [www.aptiv.com/media/article/2017/12/12/aptiv-opens-boston-technology-center](http://www.aptiv.com/media/article/2017/12/12/aptiv-opens-boston-technology-center)
- Oagana, A. (2016, January 25). A short history of Mercedes-Benz autonomous driving technology AutoEvolution. Retrieved from [www.autoevolution.com/news/a-short-history-ofmercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html](http://www.autoevolution.com/news/a-short-history-ofmercedes-benz-autonomous-driving-technology-68148.html)
- Perkins, G. and J.P. Murmann (2018). What does the success of Tesla mean for the future dynamics in the global automobile sector? *Management and Organization Review*, 14(3), 471–480.
- Poulanges, M. (2017). Renault presents eyes-off/hands-off technology for the autonomous vehicle of the future. Groupe Renault, June 28. [group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-presents-eyes-offhands-off-technology-for-the-autonomous-vehicle-of-the-future](http://group.renault.com/en/news/blog-renault/renault-presents-eyes-offhands-off-technology-for-the-autonomous-vehicle-of-the-future)
- Prahalad, C.K. and G. Hamel (1997). The core competence of the corporation. In *Strategische Unternehmensplanung/Strategische Unternehmensführung*. Heidelberg: Physica, 969–987.
- PSA Groupe. (n.d.). On the road to the autonomous car! [www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome](http://www.groupe-psa.com/en/story/en-route-vers-la-voiture-autonome)
- Randall, T. (2019). Waymo starts selling sensors to lower cost of self-driving cars. *Bloomberg Hyperdrive*, March 6. [www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-06/waymo-starts-selling-sensors-to-lower-cost-of-self-driving-cars](http://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-06/waymo-starts-selling-sensors-to-lower-cost-of-self-driving-cars)
- Reichert, C. (2019). CES 2019: Mobileye inks autonomous vehicle deals across China. *ZD Net*, January 8. [www.zdnet.com/article/ces-2019-mobileye-inks-autonomous-vehicle-deals-across-china](http://www.zdnet.com/article/ces-2019-mobileye-inks-autonomous-vehicle-deals-across-china)
- Reuters (2019). Audi to join Mercedes, BMW development alliance: paper. [www.reuters.com/article/us-volkswagen-audi-bmw-daimler/audi-to-join-mercedes-bmw-development-alliance-paper-idUSKCN1VC0YT](http://www.reuters.com/article/us-volkswagen-audi-bmw-daimler/audi-to-join-mercedes-bmw-development-alliance-paper-idUSKCN1VC0YT)
- Rothaermel, F. T. (2001). Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic management journal*, 22(6-7), 687--699.
- Rothaermel, F.T. and A.M. Hess (2007). Building dynamic capabilities: innovation driven by individual-, firm-, and network-level effects. *Organization Science*, 18(6), 898–921.
- Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Saxenian, A. (2007). *The New Argonauts: Regional Advantage in a Global Economy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scheer, S. (2018). Mobileye gets self-driving tech deal for 8 million cars. *Automotive News Europe*, May 17. [europe.autonews.com/article/20180517/ANE/180519817/mobileye-gets-self-driving-tech-deal-for-8-million-cars](http://europe.autonews.com/article/20180517/ANE/180519817/mobileye-gets-self-driving-tech-deal-for-8-million-cars)
- Silver, D. (2018). Baidu brings the Waymo model to China. *Forbes*, November 1. [www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/11/01/baidu-brings-the-waymo-model-to-china/#d0b52193d961](http://www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/11/01/baidu-brings-the-waymo-model-to-china/#d0b52193d961)
- Singapore Economic Development Board. (2016). World's first driverless taxi system comes to Singapore. [www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/worlds-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html](http://www.edb.gov.sg/en/news-and-events/insights/innovation/worlds-first-driverless-taxi-system-comes-to-singapore.html)
- Singer, D. (2018). Israel's artificial intelligence start-ups. *StartupHub.ai*. [www.startuphub.ai/israels-artificial-intelligence-startups-2018](http://www.startuphub.ai/israels-artificial-intelligence-startups-2018)
- Snavely, B. (2017). Roush expands in Troy, will hire 150 engineers of self-driving tech. *Detroit Free Press*. May 9.
- South Africa Israel Chamber of Commerce. (2016). Autonomous cars herald new era for Israeli high-tech. [saicc.co.za/general-motors-to-triple-size-of-rd-israelicentre](http://saicc.co.za/general-motors-to-triple-size-of-rd-israelicentre)
- Stone, A. (2018). What the three tiers of automotive marketing mean today. *Forbes*, June 28. [www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/28/what-the-three-tiers-of-automotive-marketing-mean-today/#c449dec26510](http://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2018/06/28/what-the-three-tiers-of-automotive-marketing-mean-today/#c449dec26510)
- Taylor, M. (n.d.). AI in Cambridge: the machine learning capital of the U.K.? *Luminous PR*. [luminouspr.com/cambridge-the-ai-capital-of-the-uk](http://luminouspr.com/cambridge-the-ai-capital-of-the-uk)
- Taylor, E. and I. Wissenbach (2019). As Google races ahead, German carmakers look to go faster on autonomous driving. Reuters, January 23. [www.reuters.com/article/us-germany-autos/as-google-races-ahead-german-carmakers-look-to-go-faster-on-autonomous-driving-idUSKCN1PH18C](http://www.reuters.com/article/us-germany-autos/as-google-races-ahead-german-carmakers-look-to-go-faster-on-autonomous-driving-idUSKCN1PH18C)
- Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305.
- Teece, D.J. (2018). Tesla and the reshaping of the auto industry. *Management and Organization Review*, 14(3), 501–512.
- Teece, D.J. (2019). China and the reshaping of the auto industry: a dynamic capabilities perspective. *Management and Organization Review*, 15(1), 177–199.
- Toyota Research Institute-CSAIL. (n.d.). *Joint Research Center*. [toyota.csail.mit.edu](http://toyota.csail.mit.edu)
- Tripsas, M. (1997). Unraveling the process of creative destruction: complementary assets and incumbent survival in the typesetter industry. *Strategic Management Journal*, 18(S1), 119–142.
- UBI Mobility-Connected Cars France (2018). French delegation: Connected autonomous vehicles. [1419891vq14j2fapah1bpghjzyq.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/uploads/2018/05/French-delegation\\_Ubimobility-2018-Detroit-Final.pdf](http://1419891vq14j2fapah1bpghjzyq.wpengine.netdna-cdn.com/wpcontent/uploads/2018/05/French-delegation_Ubimobility-2018-Detroit-Final.pdf)
- U.K. Department for Transport. (2015). *The Pathway to Driverless Cars: Code of Practice for Testing*. [assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/446316/pathway-driverless-cars.pdf](http://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/446316/pathway-driverless-cars.pdf)
- Ulrich, L. (2019). 2019 Audi A8 review: Tech-packed flagship delivers almost everything, except level 3 autonomy. *The Drive*, January 31. [www.thedrive.com/new-cars/26252/2019-audi-a8-review-tech-packed-flagship-sedan-delivers-almost-everything-except-level-3-autonomy](http://www.thedrive.com/new-cars/26252/2019-audi-a8-review-tech-packed-flagship-sedan-delivers-almost-everything-except-level-3-autonomy)
- University of Toronto. (2019). News: Self-driving cars. [www.utoronto.ca/news/tags/self-driving-cars](http://www.utoronto.ca/news/tags/self-driving-cars)
- University of Waterloo. (n.d.). *Centre for Automotive Research*. [uwaterloo.ca/centre-automotive-research/research-expertise/connected-andautonomous](http://uwaterloo.ca/centre-automotive-research/research-expertise/connected-andautonomous)
- U.S. Defense Advanced Research Projects Agency. (n.d.). The grand challenge. [www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles](http://www.darpa.mil/about-us/timeline/-grand-challenge-for-autonomous-vehicles)
- Valeo (2015). *The Autonomous Car Takes to the Road*. Retrieved from [www.valeo.com/en/the-autonomous-takes-to-the-road](http://www.valeo.com/en/the-autonomous-takes-to-the-road)
- Vasilash, G. (2018). Argo AI and getting Ford to Level 4 autonomy. *Autoblog*, September 8. [www.autoblog.com/2018/09/08/argo-ai-ford-level-4-autonomy-self-driving-car](http://www.autoblog.com/2018/09/08/argo-ai-ford-level-4-autonomy-self-driving-car)

VIA Technologies (2018). VIA partners with Lucid to develop industry-leading VIA Edge AI 3D developer kit powered by Qualcomm APQ8096SG embedded processor. [www.viatech.com/en/2018/11/via-partners-with-lucid-to-develop-industry-leading-via-edge-ai-3d-developer-kit](http://www.viatech.com/en/2018/11/via-partners-with-lucid-to-develop-industry-leading-via-edge-ai-3d-developer-kit)

产权组织 (2019年)。2019年技术趋势: 人工智能。日内瓦: 产权组织。

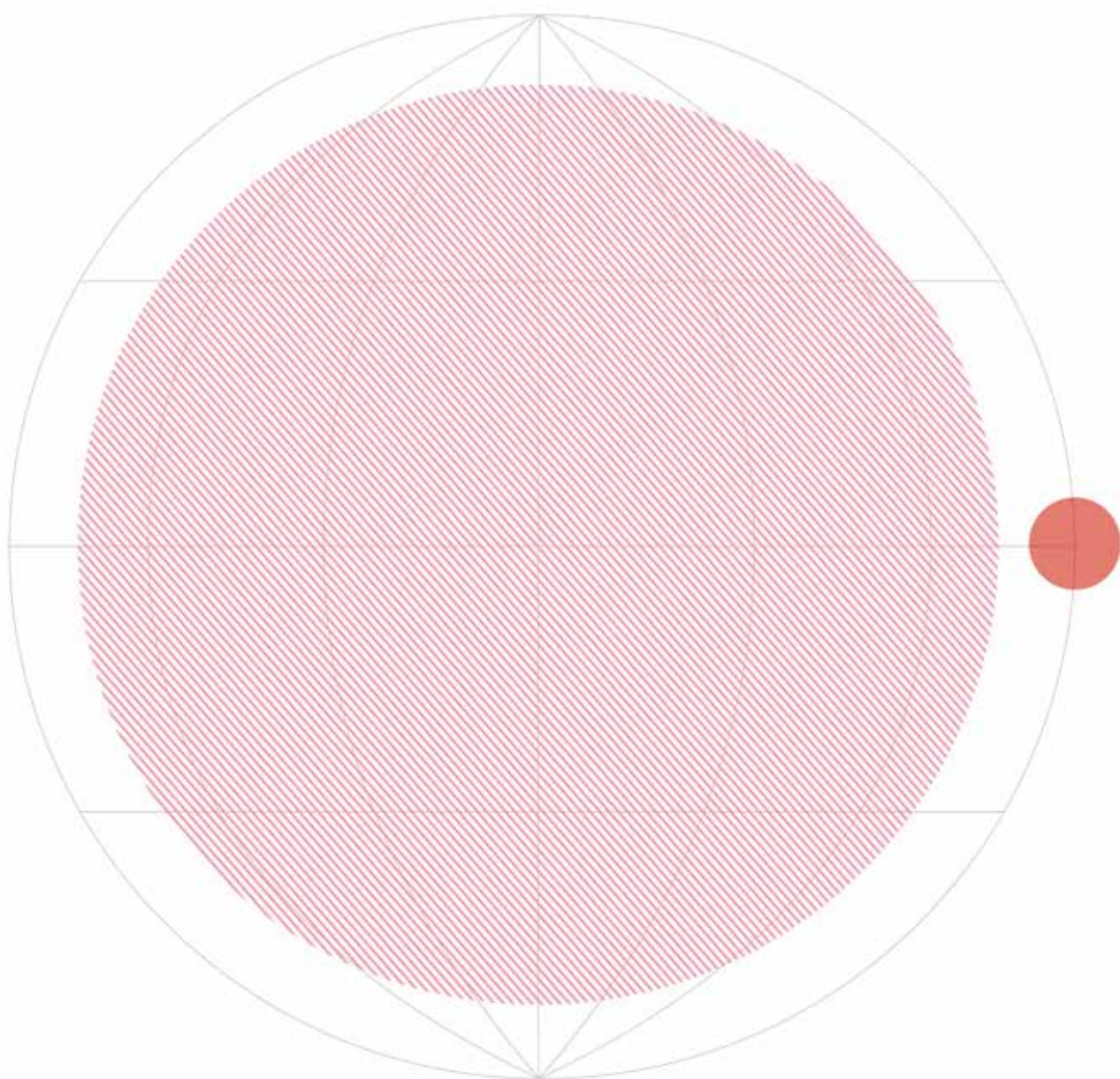
Wiggers, K. (2019) 5 companies are testing 55 self-driving cars in Pittsburgh. *Venture Beat*, April 26. [venturebeat.com/2019/04/26/5-companies-are-testing-55-self-drivingcars-in-pittsburgh](http://venturebeat.com/2019/04/26/5-companies-are-testing-55-self-drivingcars-in-pittsburgh)

Xinhua (2019) Baidu's self-driving taxis to run in Changsha in late 2019. Xinhuanet.com, April 5. [www.xinhuanet.com/english/2019-04/05/c\\_137952253.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2019-04/05/c_137952253.htm)

Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

Zucker, L.G. and M.R. Darby (1997). Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm. *Research Policy*, 26(4–5), 429–446.

植物生物技术创新的影响  
远超实验室。在大都市热  
点产生的创新可以使大于  
其75倍的土地受益。



■ 200,000平方千米

- 都市区热点
- ▨ 农业土地

# 植物生物技术—— 将城市创新与农村应用联系起来

数千年前，在无人知晓何为基因之前，人类就已经开始对植物进行遗传改良。大约从公元前 10,000 年开始，人类开始从自然植物生物多样性中选择和培育作物。这些作物与野生植物不同，是从为人类消费和使用而种植的精选特定植物培育繁殖而成。<sup>1</sup>

用于选择和繁殖具有理想性状的作物品种即栽培品种的技术通常可以分为三类：发端于培植的常规技术、传统技术和现代技术，今天仍在不同程度地使用这三种方法。

新作物品种和性状的常规培植涉及将两种相容作物品种进行有性繁殖，用来培育出具有理想生物性状的变异品种。<sup>2</sup> 这种方法通常需要进行多次杂交，目的是找到正确的基因组合，从而培育出理想的作物品种。此外，还需要作物在性方面兼容。

现在，可通过生物技术培育出新的作物品种。这种现代技术凭借对植物遗传组成的了解，使用不同的基因工程方法来改变其脱氧核糖核酸（DNA），脱氧核糖核酸是核苷酸分子，负责传递所有已知生物体的发育、运行、生长和繁殖的遗传指令。

生物技术系指“任何使用生物系统、生物有机体或其衍生物来制造或改变产品或工艺用于特定用途的技术应用”。<sup>3</sup> 它还可能涉及应用先进分子和细胞技术和工艺。从广义和狭义的应用来看，农业生物技术依赖于相对较新科学领域的发明和研究工具。

生物技术正在改变农业产业。<sup>4</sup> 生物技术的进步帮助培育出能够抵抗某些疾病、产量更高、可以在干旱和含盐环境等极端土壤条件下生长，甚至可以注入营养的作物。<sup>5</sup>

生物技术创新有可能提高农业生产率和质量，最终增加世界各地农民的收入。它还可以解决有关使用化学杀虫剂带来的环境问题。Klümper 和 Qaim (2014 年) 指出，转基因技术使全球农民收益增加了 68%，作物产量增加了 22%，化学杀虫剂的使用减少了 37%。Brookes (2018 年) 估计，同传统种子相比，在转基因大豆种子（含有另一种生物基因的种子）方面每多投入一美元，农民的收入就会增加 3.88 美元。收入增加表明，使用更少的杀虫剂和除草剂后，产量提高，成本降低。此外，这项技术被视为是解决全球饥饿和贫困问题的可能解决方案。

本章以农业生物技术，特别是植物生物技术为例，对全球创新网络的运作方式进行了说明。<sup>6</sup> 依靠专利文件和科学出版物中包含的信息来确定创新的行为体和所在地点，进而利用这两种创新活动的互补措施来说明不同的创新集群是如何相互联系的。

本章第一节介绍了植物生物技术产业的发展演变情况，并确定了推动创新的因素。第二节介绍了植物生物技术产业创新格局的演变以及更多国家如何进一步参与创新的。倒数第二节考察了世界不同地区创新中心之

15,000,000平方千米

间的联系。本章最后介绍了植物生物技术的全球创新格局及网络可能因该产业的最新发展状况而发生的变化。

#### 4.1 植物生物技术日益重要

植物生物技术通常涉及农产品加工业的三个领域：(一) 植物培植和种子，(二) 土壤健康和肥力，(三) 虫害防治和杀虫剂。

生物技术在植物培植和种子中的应用是指通过杂交、异交（杂种繁殖）、突变、组织培养、植物嫁接和克隆、基因工程和基因组编辑（基因组指的是植物 DNA 中进行编码的全部遗传信息）等来开发新的品种和性状。大多数创新都集中在这个领域。

对于土壤健康和肥力，生物技术使用生物肥料——培养和使用微生物对土壤进行改良并促进植物生长。最后，用于病虫害防治和杀虫剂的生物技术涉及生物控制策略、生物杀虫剂、作物害虫抗性性状的培育和基因工程，以及除草剂耐受性的突变和基因工程。

#### 生物技术是如何进入农业的

农业生物技术的起源可以追溯到 1866 年，当时，奥古斯丁的一位修士格雷戈尔·孟德尔根据他对豌豆植物的研究，提出了基因遗传的基本规律。他为科学培植和基因工程奠定了基础。

随后在 1920 年代和 1930 年代在染色体和基因突变方法上取得的突破和发现，以及随后于 1953 年在联合王国的剑桥和伦敦发现 DNA 的双螺旋结构导致遗传学即对基因、遗传变异和生物体遗传的研究激增。

然而，位于美利坚合众国旧金山的斯坦福大学和加利福尼亚大学的研究人员在 1974 年发明了细菌中重组 DNA (rDNA) 的技术，将一种生物体与另一种生物体的 DNA 分子链拼接在一起，为基因工程在植物和其他生物体中的展开扫清了道路。

表 4.1 列出了一些突破性的发明和创新，这些发明和创新构成了当今生物技术方法及其在植物生物技术中应用的基础。

生物技术工具和技术的商业应用在 1970 年代中期首次进入医学领域；几年后开始进军农业领域。<sup>7</sup> 这主要是因为分子生物学大多是在与农业关系不太大的医学院和大学中发展起来的。<sup>8</sup>

然而，随着生物技术在医学和人类健康方面的应用变得更加突出，科学家开始将生物技术应用于服务动物健康的兽医学，之后又将其应用于植物培植。首先应用于动物是因为它们与人类在基因上相对接近。<sup>9</sup>

到了 1980 年代中期，作物生物技术产业开始发展壮大。美国就活生物体是否可以获得专利作出的若干里程碑式的法律裁决导致转基因植物获授专利。<sup>10</sup> 在那个十年即将结束之际，澳大利亚、加拿大、美国和一些欧洲国家开展了转基因植物的田间试验。大约在同一时期，发展中经济体墨西哥也开始进行转基因作物的田间试验。<sup>11</sup>

与此同时，中国在 1988 年成为第一个商业化种植抗虫害转基因烟草植物的国家。然而，中国农民在 1990 年代中期停止种植这些植物，因为许多烟草生产公司对其产品中使用这些基因改良生物 (GIO) 表示担忧。尤其是，消费者对消费含有基因改良生物的香烟感到担忧。这些里程碑式的事件发生之时恰逢 1980 年代和 1990 年代期间专业农业生物技术初创企业数量增多，尤其是在美国。

图 4.1 显示 1970 年至 2016 年全球对植物生物技术发明专利的需求日益上升。红线表示在全球不同知识产权局提交的该领域专利申请总数。<sup>12</sup> 深红线则表示新的植物生物技术专利的初始申请数量，也称为初次申请。专利申请总数和初次申请之间的差额部分称为后续申请。后续申请表示同一发明在多个国家或管辖区域的申请数量。从 1980 年代开始，两条线之间的差距越来越大，这表明发明人越来越多地针对多个市场的竞争对手申请对其发明进行专利保护。更重要的是，它说明植物生物技术发明在全球范围内的商业重要性日益增加。

#### 什么影响该领域的创新？

政策、细则和条例规范并影响植物生物技术产业领域的创新，其中包括是否有知识产权权利作为确保创新投资回报的机制，关于健康和安以及保护环境等的条例。

#### 适当的投资回报

大多数司法管辖区不允许自然界中存在的事物获得专利，包括生物有机体。然而，随着生物技术取得新的技术进步，这些界限已经变得模糊。<sup>13</sup>

对农业生物技术创新可专利性的关切一般类似于对生物技术领域专利申请所表达的关切。<sup>14</sup> 对研究工具授



## 主要生物技术科学进步简史

表 4.1 一些作物生物技术发明或科学突破

年	发明/科学突破	归属
1974	Stanley Cohen和Herbert Boyer发明了一种技术rDNA, 将来自多个生物体的DNA分子链拼接在一起, 为基因工程铺平了道路	位于美国加利福尼亚州旧金山的斯坦福大学和加利福尼亚大学
1977	Walter Gilbert与研究生Allan Maxam以及Frederick Sanger一起独立设计了DNA测序方法	位于美国马萨诸塞州的哈佛大学剑桥学院和英国剑桥大学
1981	George Willems和Robert Schilperoort利用细菌土壤杆菌进行基因工程改造的第一种植物(烟草)(见框4.1)	位于荷兰莱顿的莱顿大学
2000	拟南芥(一种小型植物)基因组的完整测序, 2000年作为全球植物基因组测序计划的一部分发表	美国、日本和欧洲的大学和公共研究机构联盟
2012	发明了一种新的基因组编辑技术CRISPR-Cas9	美国加利福尼亚州加州大学伯克利分校、奥地利维也纳大学、位于美国马萨诸塞州麻省理工学院和哈佛大学剑桥学院、立陶宛维尔纽斯大学

资料来源：依据全球植物基因组测序计划（2000年）、Babinard（2001年）、斯瓦米纳坦（2012年）、格拉夫和哈姆丹-利夫拉门图（2019年）。

予专有权可能会抑制后续创新。<sup>15</sup> 在作物生物技术领域，专利可能会使较贫穷的经济体难以从能够减缓贫困和解决世界饥饿问题的研究中受益。此外，批评人士认为，大多数授予的专利过于宽泛，可能侵犯其他专有技术，导致该行业的诉讼数量相对较多。

在美国，1980年代与知识产权政策相关的两项变革在打造美国农业生物技术产业方面发挥了重要作用。特别是，它们导致对知识产权的依赖日益增加，将其作为确保创新投资获得适当回报的一种方式。<sup>16</sup>

第一项变革是1980年通过的《拜杜法案》。《拜杜法案》允许对大学的研究申请专利，即使研究是由纳税人资助的。第二项变革是通过美国最高法院1980年裁决的里程碑式的案件（戴蒙德诉查克拉巴蒂案）将专利保护扩大到转基因生物。<sup>17</sup> 到1985年，美国专利商标局（美国专商局）已将专利保护扩大到转基因植物。欧洲和世界其他地区很快也纷纷效仿。

与此同时，世界贸易组织（世贸组织）于1995年成立，其中包括有关签署国保护知识产权的具有国际约束力的规则。这为许多跨国公司申请植物生物技术发明专利保护开辟了道路。但巴西等一些发展中经济体限制某些植物生物技术产品，特别是那些与种子或新植物品种相关的产品的专利申请。相反，巴西的私营部门依靠专有权来保护其创新。<sup>18</sup> 有些私营部门就发明程序本身而不是生物技术成果申请专利，或者获得最终

作物生物技术产品的补充资产即基础设施、能力或其他发明申请专利。<sup>19</sup>

### 保护消费者和环境

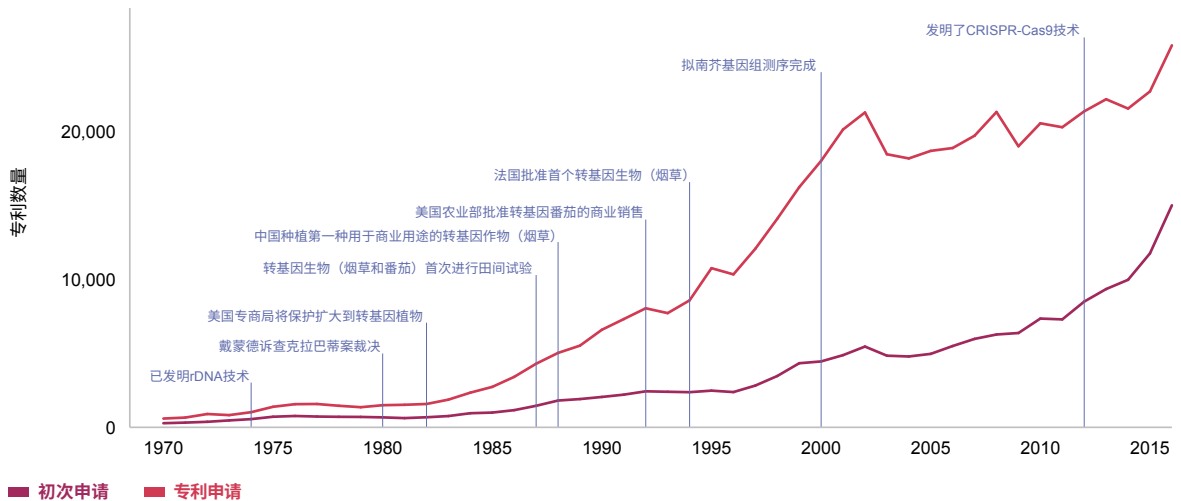
植物生物技术的潜在商业重要性日益增长导致政府监管机构和公众质疑何时以及如何确保这些有意转化的作物或转基因作物不会危害人类健康或环境。

无论是在国内，还是在国际，在植物生物技术的使用方面都有若干层级的规定。<sup>20</sup> 它们有助于确保基因改良生物符合生物安全、食品安全和消费者保护标准。例如，在国际一级，《联合国食品法典》制定了食品安全标准的指导方针，国际协定《卡塔赫纳生物安全议定书》为生物安全条例提供指导方针，另一项国际契约《奥胡斯公约》赋予公众获取有关影响环境的政策决定的信息的权利。<sup>21</sup>

在国家一级，在一种新的转基因植物可以商业化种植之前，通常至少有三个监管流程。这些流程包括：（一）批准进行田间试验，（二）批准用于商业目的的耕作，以及（三）批准向消费者销售和营销。在美国，这些机构包括负责批准田间试验的美国农业部（USDA）和美国环境保护局（EPA），以及负责商业批准的美国食品药品监督管理局（FDA）。

## 基因工程的兴起与后续专利申请增多相吻合

图 4.1 1970 年至 2016 年植物生物技术专利申请总数



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

### 框4.1 培植技术之间的关键区别

可以采用两种方法将期望的性状引入植物，它们因植物类型而异。双子叶植物，或阔叶作物，如棉花、大豆和番茄，依赖被称为根癌土壤杆菌的细菌进行转化。在自然界中，这种细菌会感染植物，将自身的某些 DNA 直接注入该植物的 DNA 中。通过对细菌进行改良，将其不需要的性状排除在外，纳入目的基因，通过细菌感染转化作物。随后，可以使用植物细胞培养技术鉴定含有新基因的细胞，并将其培养成现在其 DNA 含有新转基因的完整植物。

单子叶植物，或者像玉米、小麦和水稻这样的草类物种，则通过向植物基因组中实际喷上涂有外来 DNA 的小钨球来进行转化。一些 DNA 脱落，然后被融入受体植物的 DNA 中。这些细胞也可以被识别，并生长成含有外来 DNA 的整株植物。

传统和常规培植与现代培植的区别在于其对培植流程的控制。通过传统和常规方法培育的植物得到的结果往往不可预测。培植者选择具有所需性状的亲本进行杂交，但后代可能不携带具有所需性状的基因型或显示基因型，即表型。

现代培植技术，如基因工程，允许有针对性地转移理想的作物性状（转基因）并以高效、快速的方式

培育新的转基因植物。这些转基因作物也被称为转基因生物。现代技术简化了培植过程，不再要求植物与所需性状具有性兼容性，并使之能够从任何活生物体中选择所需性状。所需性状可以来自同一物种或跨物种；它们甚至可以通过植物自身基因表达的改变而实现。目标基因的定位、跟踪和将其植入一种作物的 DNA，将确保作物品种的纯净，并排除了可能出现的那些不需要的辅助性状，这些性状通常是传统培植和常规培植的副产品。此外，在现代培植技术中，新作物品种的开发的转变速度比之前更快。

资料来源：粮农组织（2004 年），Persley 和 Siedow（1999 年）。

欧洲在植物生物技术上取得了一些重大突破。1990 年代初，比利时、法国和联合王国位列该行业的前五名，这五个国家共占据转基因作物产量的近 95%——另外两个国家是加拿大和美国。然而，到了本世纪初，欧洲人对转基因作物的看法发生了显著变化。<sup>22</sup>

1998 年至 2004 年期间，欧洲联盟的执行机构欧洲联盟委员会（欧盟委员会）和五个欧盟成员国实际上暂停批准转基因生物。<sup>23</sup> 从 2003 年起，欧盟委员会制定了几项关于转基因生物的条例和指令。<sup>24</sup> 在暂停期间，欧盟委员会对利用传统培植方法进行基因编辑的

植物与利用生物技术工具进行基因编辑的植物作了区分(见框 4.1)。这些措施为转基因作物的田间试验和种植、进口和使用以及转基因生物产品的标签规定了具体要求。

除了环保和消费者团体发起的反对转基因作物的强有力政治运动之外,针对欧洲大陆对转基因作物的这种态度变化,有人提出了一些商业解释。Graff and Zilberman (2007 年)认为,欧洲强大的农用化学品企业在化学领域享有相对优势,并希望阻止其竞争对手进入市场。Sheldon (2004 年)建议欧盟农民将限制批准转基因植物的措施视为阻止世界其他地区农产品进入市场的机会。

无论如何,欧盟法规对欧洲农业生物技术的研究和发

展产生了冷却效应。

图 4.2 显示了美国(深红色)和几个欧洲国家(红色和浅红色)的专利申请在全球植物生物技术申请总量中所占的份额。<sup>25</sup>直到 1990 年代末,美国和欧盟申请的植物生物技术专利所占的份额大致平行上升。然而,从 1997 年开始,美国和欧盟专利申请增长率之间的差距越来越大。很难说这是否因为欧洲事实上暂停批准转基因生物之故。但自 1998 年以来,欧盟国家作物生物技术专利的专利申请速度与总的专利申请速度比较类似(如果不是更慢的话)。

据业内报告,欧盟对转基因作物的立场影响到企业的商业战略。美国农业部农产品外销局进行的一项研究显示,许多欧洲公司已将其研发转移到欧洲以外的地方,迁往美国等地。尽管欧洲的公共机构和大学继续对植物遗传学进行基础研究,但这些产品进入欧盟市场的可能性很小。此外,该报告指出,许多欧洲生物技术公司已将重点从农业用途转向医药和生物燃料工业应用。<sup>26</sup>作为该行业的欧洲主要跨国公司之一的德国巴斯夫化学品公司于 2012 年停止了其转基因作物在欧盟的开发和销售。<sup>27</sup>

### 谁在推动创新?

公共和私营部门的投资推动植物生物技术产业的创新。

#### 公共部门大力推动农业研究

公共部门通过资助和提供研究所需要的重要基础设施,在植物生物技术研究中发挥着关键作用。在欧洲和美国,重要的政策文件和发表的报告均强调了投资基因工程研究的重要性。<sup>28</sup>

公共研究机构的科学家和研究人员实现重大发现,为基因工程铺平了道路。如今,基础科学对植物生物技术领域创新依然非常重要。例如,分子生物学和遗传学取得的根本性进展为识别和定位生物体中的特定基因型提供了更有效的方法。此外,基因编辑技术 CRISPR-Cas9 的发明大大降低了基因工程领域的 T 成本。<sup>29</sup>

农业研究中心和专门从事农业科学研究的高校在调整研究和推广作物生物技术创新方面发挥着重要作用。这些研究中心的任务是着手开展工作,改进农业经济学,推进作物遗传改良和整体农业创新。此外,对其研究工作的支持包括政府、基金会和各种政府间和非营利组织和机构的资助。强有力的授权和资金支持有助于确保这些机构工作的连续性和重要性。

在美国,1862 年的《莫里尔法案》批准为高校提供土地,在全国划拨 30,000 英亩(近 121.5 平方公里)的联邦土地,用以建立教授和促进农业发展的学院和大学。1890 年通过的第二个《莫里尔法案》确保了这些高校能够定期获得联邦资助。

为高校提供土地取得了成功,这为在新兴经济体建立类似研究中心奠定了基础。<sup>30</sup>墨西哥城的国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)和菲律宾洛斯巴尼奥斯的国际水稻研究所(IRRI)是头两个这样的机构。这两个国家农业研究系统(NARS)后来将成为国际农业研究协商组织(CGIAR)的一部分,这是一个由 15 个独立的非营利研究中心组成的伞式组织,专注于农业创新。CGIAR 影响了农业生物技术创新的历史演变,特别是在作物遗传发展方面。

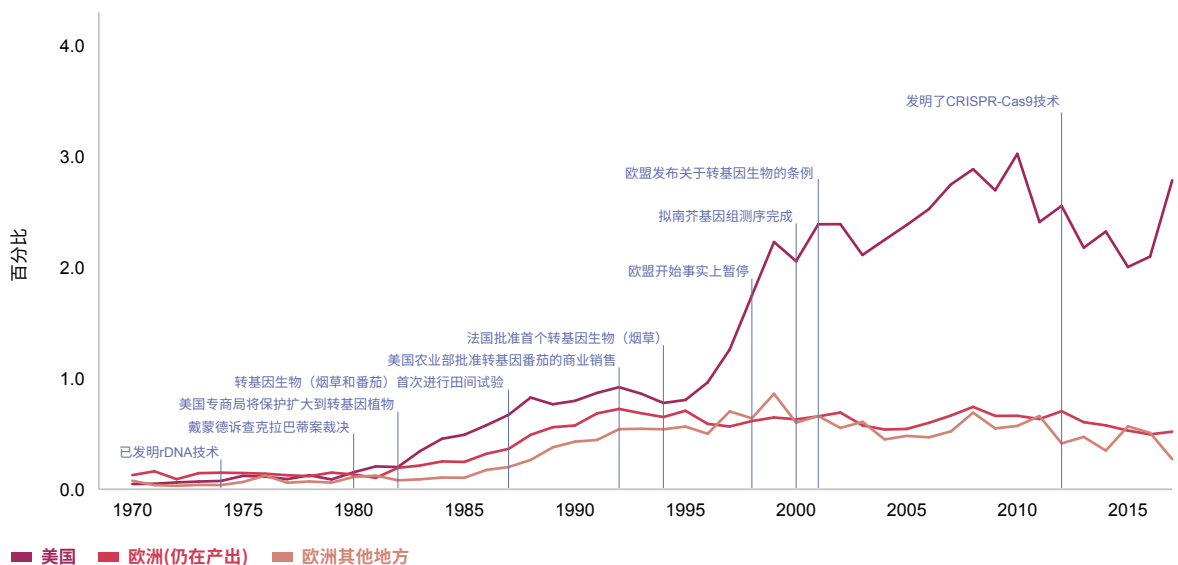
农业需要创新,以适应不同的区域农业生态条件,包括土壤、地形和气候特征等。<sup>31</sup>这意味着转基因作物应与当地品种一起培育,并在当地田间进行试验。在许多发展中国家,这些栽培品种和种质(为动物或植物培植或保护而保存的生物遗传资源)由国家农业研究系统或国际农业研究中心等公共机构保存。<sup>32</sup>

公共机构之间的合作非常重要,尤其是在欠发达经济体试图将基因改良作物商业化时。1990 年代末,这些经济体种植的大多数转基因作物都是北美同行已在当地适应的种质资源。<sup>33</sup>在较贫穷的国家,国际农业研究中心可以作为全球创新网络的节点,将包括世界农业研究型大学在内的许多国家农业研究系统的农业科学家和培植者联系起来。

植物生物技术创新有可能解决缺粮和粮食安全问题。<sup>34</sup>因此,发展植物生物技术得到公共部门,包括政府间组织和非营利机构的大力支持,以便将植物生物技术向世界其他地方推广。<sup>35</sup>

## 美国作物生物技术专利申请的增长速度快于欧洲

图 4.2 1970 至 2016 年按来源分列的植物生物技术申请占专利申请总额的比例 (%)



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

在很多新兴经济体，政府为大部分农业研究提供资助。在中国、印度和巴西等少数国家，公共部门投入农业方面的研发支出迅速增加。从 1990 年到 2013 年，中国公共部门农业研发支出增长了近十倍，从 10 亿美元增长到 90 亿美元以上。<sup>36</sup> 同一时期，印度研发支出增长了两倍，从不到 10 亿美元增长到近 30 亿美元，巴西几乎增长了一倍，从不到 20 亿美元增长到近 30 亿美元。相比之下，美国农业领域的公共部门支出仅从 1990 年的约 40 亿美元适度增长，并从 2003 年开始下降。

但是，许多新兴经济体，特别是那些植物生物技术创新能力有限的经济体和（或）那些缺乏财政资源无法在该领域开展研究的经济体，往往依赖国家农业研究系统和 / 或国际农业研究中心的工作。<sup>37</sup>

### 由市场整合支持的激励措施

在最初几年里，以大学为基础的小型创业公司在植物生物技术市场占主导地位。然而，从 1990 年代开始，跨国公司收购了其中的很多公司。一项研究估计，几乎 90% 的农业生物技术研发协议是在初创企业与大型跨国公司之间签订的。<sup>38</sup>

与此同时，富国和穷国的种子、化学和肥料行业的公司发现市场高度集中。<sup>39</sup> 导致这一现象的原因有很多。转基因植物商业化的固定成本非常高，需要大量的财政资源，而许多初创公司可能不具备这些资源。其次，高额的固定成本也要求更加依赖知识产权，以确保投资得到回报。植物生物技术领域累积的专有技术可能会阻碍创新，半导体行业的情况就是如此。合作公司不太可能侵犯彼此的知识产权。例如，孟山都公司、巴斯夫公司、道琼斯公司、拜耳公司、杜邦公司和先正达公司相互交叉许可另一家公司有关转基因作物的知识产权。<sup>40</sup>

到 2001 年，种子和农用化学品行业的 30 家独立公司已经减少到 6 家（孟山都公司、杜邦公司、瑞士先正达公司、拜耳公司、道琼斯公司和巴斯夫公司）。最大的四家公司占农业生物技术市场的近 60%。主要农用化学品种子集团有：德国拜耳作物科学公司和巴斯夫公司、美国科迪华农业科技公司 and 2017 年在中国收购先正达公司的中国化工集团。

作物生物技术创新集中在少数公司手中并不一定意味着该领域创新活动的减少。<sup>41</sup>

表 4.2 列出了跨国种子和农用化学品公司的若干联盟，包括兼并和收购。它显示了自 1990 年代以来，该行业变得更加集中。

## 需要公私合作

Zilberman 等人 (1997 年) 对美国的植物生物技术公司进行了一项调查, 找到许多公共和私营部门合作的案例。特别是, 他们报告说, 在大多数植物生物技术创新模式中, 大学做出了重大发现, 然后, 私营部门开发并将创新商业化。私营部门和公共部门之间的这种合作模式仍在继续。

大型化学和种子跨国公司商业化并培育了早期通过基因改造培育的所有主要转基因作物。<sup>42</sup> 唯一的例外是苏云金芽孢杆菌 (Bt) 棉花, 它是由中国一家公共研究机构 (位于深圳的中国农业科学院 (CAAS) 生物技术研究中心) 开发的。然而, 中国农业科学院与美国公司孟山都公司、Delta and Pineland 公司以及中国河北省种子子公司建立了合资企业, 将苏云金芽孢杆菌棉花推向市场。转基因作物于 1997 年向中国农民供应。<sup>43</sup>

农业生物技术创新需要获得补充资产, 这就需要创新者之间的合作。发达经济体和发展中经济体的大学或公共研究机构的研究工作商业化可能需要私营部门提供进一步援助。中国的苏云金芽孢杆菌棉花就是如此, 大学研究实验室和私营公司之间的许多合作研究项目也是如此。

在许多发展中经济体, 国家农业研究系统与大型跨国公司合作开发适合该区域的转基因作物的例子不多。<sup>44</sup> 这些公共机构可能需要获得专有生物技术研究工具来开展研究工作, 因此, 需要知识产权所有者的配合。其中一个例子是通过许可私营公司拥有的专有技术。<sup>45</sup> 另一个例子是通过以商定的成本购买技术。该公司的技术可能由捐助国筹集的资金支付资金。国际农业研究中心和私营公司之间的合作可以免许可费提供, 或者以合理的特许权条款向发展中经济体提供技术。<sup>46</sup> 例如, 秘鲁的国际马铃薯中心 (IPC) 与后来被拜耳作物科学公司收购的比利时公司植物遗传系统达成协议, 使用苏云金芽孢杆菌基因测试其转基因马铃薯系列。<sup>47</sup>

私营公司可以与国家农业研究系统或国际农业研究中心合作进行研究, 以换取发达市场中任何由此产生的技术的独家商业权利。发展中经济体将有权以优惠价格获得由此产生的技术。也可能对知识产权采取混合办法, 私人公司只能在发达市场申请专利。

私营部门也开始合作。例如, 大型生命科学公司可能需要访问由不同国际农业研究中心和国家农业管理系统管理的不同种质库, 以进一步创新。CGIAR 有一个种质资源库, 并承诺将其作为公有领域的资源。获得这些种质资源有助于培育各种不同版本的转基因作物, 供世界许多地方使用。

私营部门和公共部门之间日益需要开展合作, 这意味着知识产权的使用发生了一些变化。许多新兴经济体的研究机构过去常常回避依赖知识产权制度, 而是侧重于确保知识能够方便共享。这种观点已经发生变化。私营部门和公共部门之间的合作, 无论是帮助商业化 (对研究机构而言), 还是作为种质和品种的来源 (对私营部门而言), 都需要对知识产权的使用采取混合方法。

从专利文件中收集的证据表明, 私营部门和公共部门之间的合作正在增多。平均而言, 只有 18% 的植物生物技术专利是共同申请的发明。<sup>48</sup> 然而, 这低估了合作活动。并非所有合作都会产生专利发明, 而且这个数字并不能准确地反映大型跨国公司在不同地点的子公司之间的合作, 因为在许多跨国公司专利申请中, 通常只有总部作为申请人出现。此外, 一些公私合作发生在商业化阶段, 例如在田间试验期间, 专利或科学出版物数据通常不会涵盖这些。

图 4.3 反映了涉及私营和公共部门共同申请的数量。这一趋势表明, 自 1999 年以来, 向至少一个公共部门申请人提交的专利份额有所增加。

## 4.2 植物生物技术的创新格局

植物生物技术的全球创新格局在全球范围内相对广泛地传播。图 4.4 使用两个具有代表性的创新活动 (专利和科学出版物, 以文章和会议记录的形式) (见第一章和第二章) 绘制了 1998 至 2007 年 (上) 和 2008 年至 2017 年 (下) 两个时间段的全球创新格局。

它展示了该产业创新区域的演变, 并说明了专利和出版物是如何相互反映的, 至少对于排名靠前的植物生物技术集群来说是如此。植物生物技术创新活动最多的四个国家分别是中国、德国、日本和美国, 瑞士和法国分别在专利申请和科学出版物方面位列前五。

此外, 图 4.4 还显示, 一些地区倾向于授予专利, 而另一些地区则倾向于科学出版物。美国、欧洲、日本和中国专利更多, 而发展中国家通常有更多的地区在科学出版物工作方面表现突出。<sup>49</sup>

图 4.4 显示, 植物生物技术在专利和科学出版物的创新成果方面差异巨大。造成这一现象的原因有两个。

首先, 不同司法管辖区对植物生物技术发明的专利申请有不同的标准。因此, 利用专利申请作为作物生物技术创新的唯一指标可能会忽视专利申请可能性有限的国家的科学家开展的重要研究工作。

第二，虽然专利发明和科学出版物都被用来衡量创新活动，但它们有重要区别。例如，根据专利申请要求披露的发明可能比在科学出版物上发表研究更接近商业化阶段，后者可能更“上游”且与科学相关。<sup>50</sup>此外，美国大多数创新活动都是由私营部门开展的，私营部门往往依赖专利，而在中国，大学和公共机构主要开展这类活动。

图 4.5 描绘了世界各地作物生物技术的国际和国内集群。这些集群是由植物生物技术产出的发明人和作者在国家间（国际集群）和国家内（国内集群）相对大量集中在同一地方决定的。

框 4.2 强调了用于识别这些集群的方法。它强调了只有国际植物生物技术集群才能在国家之间进行比较，而国内集群只能在一个国家的不同区域进行比较。

植物生物技术的国际集群表明了其创新格局的地理多样性。这些集群包括三个主要创新走廊，即美国、欧洲和东亚国家即日本和大韩民国。它们还包括亚洲的印度、以色列、中国和新加坡，大洋洲的澳大利亚，以及拉丁美洲和加勒比区域的阿根廷和墨西哥。但与此同时，这些国际植物生物技术集群反映了它们相关的生物技术领域集群。

并非所有开展重大创新活动的国家都有国际集群。例如，巴西是一个主要发展中经济体，在该领域有重要的创新活动，但没有国际集群。造成这一现象的主要原因是，它在植物生物技术方面的创新活动分布在七个不同的区域，就个体而言，这些区域没有达到生产专利和科学文章的数量阈值（见框 4.2）。巴西农业研究公司（EMBRAPA）、其国家农业研究系统分公司要求其研究活动分散在不同的研究园区，而不仅仅是集中在位于巴西利亚的总部。

从植物生物技术国际和国内集群的全球地图可以得出两个值得注意的看法。首先，创新中心的地点和创新所针对的农业之间存在城乡差距。<sup>51</sup>植物生物技术产业中的大多数创新都是在城市地区而非农耕地区构思、研究和开发的。然而，在农村地区进行田间试验可能需要一些创新活动，以便使转基因作物适应当地农业生态条件，即适应当地土壤、地形和气候特征。<sup>52</sup>

图 4.6 将国际和国内作物生物技术集群与世界四个区域（北美、欧洲、亚洲和拉丁美洲）的作物区（绿色阴影）进行了对比。大多数国际集群往往位于城市地区。例如，在美国，国际集群位于圣何塞、波士顿和纽约市等地。

然而，有些集群与作物区相邻。这些集群位置的出现并非偶然。它们大多位于与农业相关的主要大学，例如已经提到的美国赠地大学。一个值得注意的例子是衣阿华州的得梅因，它既是一个农耕区，也是一个国

## 生物技术产业高度集中

表 4.2 1996 年至 2016 年生物技术产业领域的若干联盟

拜耳[德国]收购孟山都[美国] (2016年)	
孟山都公司[美国](2000年3月与法玛西亚公司合并; 2002年8月完全分拆)	拜耳(收购安万特作物科学公司, 2001年)[德国]
<b>生物技术</b>	<b>农业化学品</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Agracetus公司 [美国] (1995年)</li> <li>卡尔京公司[美国] (1996年)</li> <li>Ecogen公司 [美国] (2003年)</li> <li>与千禧制药公司成立合资企业 [美国] (1998年)</li> <li>Paradigm Genetics公司 [美国] (2000年), 更名为艾柯瑞亚公司 (2004年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>赫克斯特[化学公司, 德国]与先灵制药公司[德国]合并创建赫克斯特先灵公司[杜塞尔多夫, 德国](1994年)</li> <li>赫克斯特公司(阿格列佛)和Rhône-Poulenc [制药公司, 法国]合并为(其农用化学品部门成为)安万特作物科学公司(1999年)</li> <li>拜耳于2002年8月收购安万特作物科学公司</li> </ul>
<b>种子</b>	<b>生物技术</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>DeKalb [美国] (1996年)</li> <li>阿斯格罗公司 [美国] (1997年)</li> <li>Holden的基金会种子子公司 [美国] (1997年)</li> <li>嘉吉国际种子公司、植物培植国际公司 [美国] (1998年)</li> <li>Delta and Pineland公司 [美国] (联盟, 1994年; 2007年收购)</li> <li>Sensako公司 [南非] (2002年); Carnia [南非] (2002年); 后来合并到DaKalb品牌下</li> <li>圣尼斯公司 [美国] (2005年)</li> <li>Emergent Genetics 公司 [美国] (2005年)</li> <li>通过圣尼斯公司收购德鲁特公司 [荷兰]和Peotec 种子子公司 [意大利] (2008年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物遗传系统(PGS)(1996年由艾格福公司收购; 2002年成为孟山都公司的一部分)[比利时]</li> <li>普朗泰科公司 [日本] (1999年)</li> <li>Lion Biosciences 公司 (11.3%, 1999年)</li> <li>利马格兰公司 (收购加拿大种子活动; 2001年) [法国]</li> </ul>
	<b>种子</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>纽内姆公司 [荷兰]、Vanderhave公司 [荷兰]、Plant Genetic Systems公司 [比利时]、Pioneer Vegetable Genetics公司、Sunseeds 公司 (1997年) [美国]</li> <li>Nunza公司 (蔬菜)、Proagro 公司 (印度)和两家巴西种子公司 (1999年)</li> <li>Fibermax (与澳大利亚棉花种子公司的合资企业, 2000年)</li> </ul>

注：

a 当前存在的企业实体。

b 在近期合并、收购或接管之前一直存在的公司实体。

资料来源：最新资料依据普雷和纳塞姆 (2003年)。

中国化工集团[中国]收购先正达公司[瑞士] (2017年)

先正达公司[瑞士]

**农业化学品**

- 汽巴-嘉吉和山德士合并组成诺华公司 [瑞士] (1996年)
- 诺华公司[瑞士]以9.1亿美元收购默克公司的农药业务(1997年)
- 诺华公司农业部门[瑞士]和阿斯利康公司化学品[联合王国]合并组建先正达公司[瑞士] (1999年)

**生物技术**

- 捷利康公司[联合王国]收购了 Modern 国际有限公司[荷兰] [(1997年)]
- 就水稻业务与日本烟草公司[日本]结盟 (1999年)
- 与Diversa公司结盟 [美国] (2003年)
- 捷利康公司[制药公司, 联合王国]购买PSA遗传学 (通过Garst子公司, 1999年)

**种子**

- NorthrupKing和 Ciba Seeds公司的合并将S&G 种子公司、Hilleshog公司和Rogers 种子公司合并为同一品牌公司(1997年)
- ICI[帝国化学工业、制药和农业化学公司] [联合王国]分成捷利康公司(包括ICI种子公司)和ICI PLC (1993年)
- Garst [美国]重组为一家捷利康公司(1996年)
- 捷利康公司[联合王国]通过Garst公司 [美国] 收购Agripro Seeds公司 [美国] (1998年)、Gutwein Seeds公司 (2000年)

杜邦公司和陶氏化学集团合并 (2015年) 后成立了分公司科迪华农业科技[美国] (2019年)

陶氏化学[美国];  
陶氏益农公司[美国]

**农业化学品**

- 陶氏化学公司收购礼来公司 [美国]陶氏-礼来公司40%的股份, 价值9亿美元(1997年)
- 罗门哈斯化学公司 [美国] (2001年)

**生物技术**

- Mycogen公司(1996年) [美国]
- Ribozyme制药公司 [美国] (1999年)
- 与蛋白质组学系统公司 [澳大利亚]签约(1999年)

**种子**

- Mycogen公司收购Agrigenetics 公司[美国] (1992年)
- United AgriSeeds公司 [美国] 成为Mycogen公司的一部分(1996年)
- Mycogen公司[美国] 与Boswell公司[美国]就棉花种子业务合资经营, 成立Phytogen公司(1998年)
- 与Danisco Seeds公司 [丹麦] 组成合资企业(1999年)
- 与 Illinois Foundation Seed 公司[美国] 订立协定(1999年)
- Cargill Hybrid Seeds公司[美国] (2000年)

杜邦公司[美国]

**生物技术**

- 与人类基因组科学公司 [美国]结盟 (1996年)
- 与Curagen结盟[美国] (1997年)
- 以6,500万美元的价格从Maxygen公司 [美国] 收购Verdia公司(2004年)

**种子**

- Pioneer公司[美国] (1997年, 20%)
- Hybrinova公司[法国] (1999年)

巴斯夫公司 [德国]

**农业化学品**

- 从山德士公司[瑞士]收购玉米除草剂业务 (1996年)
- American Cyanamid公司 [美国]即American Home Products公司的植物保护子公司, 38亿美元(2000年)

**生物技术**

- 与植物遗传与作物研究研究所 [德国]合资成立 SunGene 公司[德国] (1998年)
- 与马克斯-普朗克研究所 [德国] 和Metanomics [德国] 组成合资企业(1997年))

**种子**

- 收购Saviöf Weibell公司 [瑞典]40%的股份 (1999年)

际植物生物技术集群。得梅因是爱荷华州立大学和先锋良种公司的所在地，前者是一所赠地大学，后者是第一批专门研究农业生物技术的初创企业之一。

#### 框4.2 确定国际和国家作物生物技术集群

确定国际和国内农业生物技术集群至少涉及三个步骤。

##### 步骤 1：确定植物生物技术专利和科学出版物

专利：同时使用两种国际技术分类方案，即国际专利分类 (IPC) 和合作专利分类 (CPC) 代码及关键词，找到针对具体作物的农业生物技术（有关搜索策略中使用的代码和关键词的完整列表，见技术注释）。作物专利的类别包括：（一）作物的遗传改良；（二）作物虫害控制；（三）土壤肥力；和（四）气候变化。

科学出版物：同时使用农业生物技术领域著名的顶级期刊，结合相关的植物生物技术特定关键词（详见技术注释）。

##### 步骤 2：对发明人和作者的地址进行地理编码

对专利发明和植物生物技术相关科学文章的作者的地址进行地理编码和绘制。使用专利文件中所列发明人的居住地址，而对于科学出版物，通常不披露作者的地址，而是使用作者所属的地方。

##### 步骤 3：区分国内集群和国际集群

一旦专利发明和科学出版物的位置都确定下来，使用两个不同的阈值来确定国际和国内集群。对于国际集群，结合已发表的科学文章，只考虑面向外国的同族专利。这些专利必须在不同于申请人居住地的知识产权局提交，或者至少在一个外国知识产权局提交，例如在一个国家知识产权局和一个外国知识产权局提交。在国际专利局（如欧洲专利局）或通过《专利合作条约》(PCT) 提交的专利也被视为面向外国的同族专利。

对于国内集群，使用所有同族专利以及科学出版物。同族专利包括单个专利，指的是在申请人居住地的同一知识产权局而不是其他地方申请的专利。

以国际集群进行的分类是基于面向外国的专利和科学出版物的全球门槛。国内集群仅基于特定国家的门槛。

因此，国际集群在两个主要方面不同于国内集群。首先，国际集群仅考虑面向外国的同族专利计算得出。而国内集群是基于一个国家的居民申请的所有专利，包括单个专利和面向外国的专利。其次，在国际一级确定的门槛标准是基于全球某个区域专利和科学文章的平均数量。国家一级的门槛是用国内某一地区专利和科学出版物的平均数量来衡量的。

只有国际集群在国家间具有可比性。

注：见第二章框 2.1 和框 2.2。另见产权组织附件中的词汇表（2018 年）。

对许多发展中经济体来说，相关的国际和国家植物生物技术集群临近各自的国家农业研究系统，往往位于农耕区。德斯科科的国际玉米小麦改良中心离墨西哥城大约一个小时，而布宜诺斯艾利斯是阿根廷国家农业技术研究所 (INTA) 的所在地。国际半干旱热带作物研究所是 CGIAR 的一个研究所，位于印度海得拉巴附近的伯登杰鲁，而菲律宾洛斯巴尼奥斯的国际水稻研究所距离达斯马里尼亚斯市约一小时车程。在巴西，国内集群与巴西农业研究公司中心位于同一个地方。所有这些国家农业研究系统都在国家作物生物技术集群半径 50 公里以内。

这些农业机构的存在可能会形成有利于创业的区域生态系统以及建立该行业公司的研发设施。Samad 和 Graff (2020 年) 指出，决定某一地区发明数量的最重要因素是过去来自该地区的发明数量。这种关系代表了区域知识基础设施和人力资本固定投资的“粘性”以及知识溢出的本地化性质，事实上，相对于信息，知识不容易在不同地点之间转移（见第一章）。

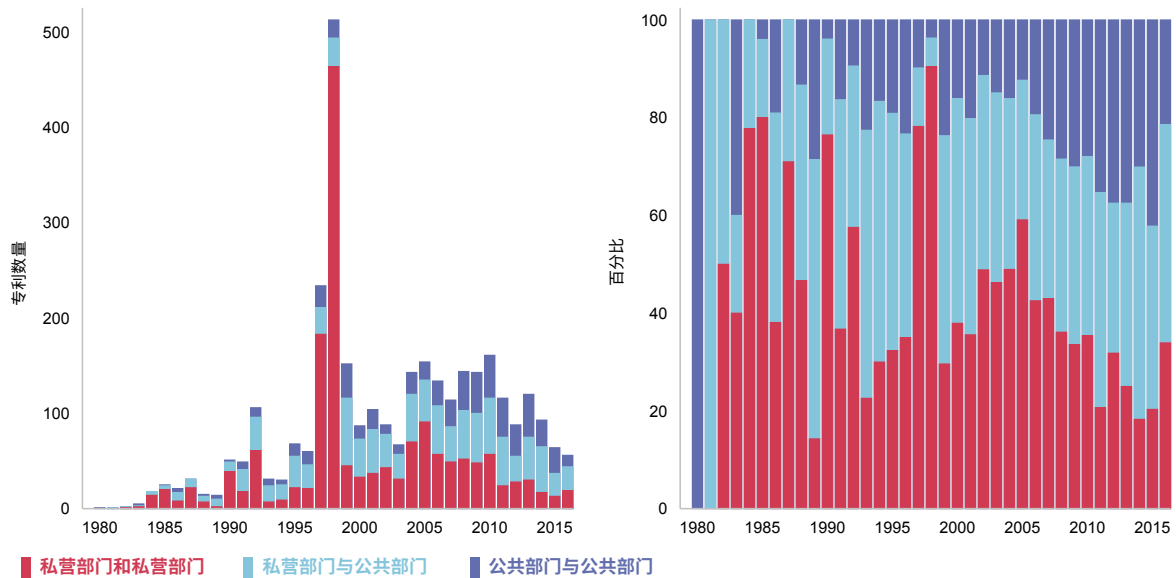
其次，如前所述，大多数国际植物生物技术集群都集中在大都市地区。图 4.7 描绘了本报告第二章所定义的这些国际集群与全球创新热点 (GIH) 和专业化专精集群的位置。

强大的聚集力决定了植物生物技术创新区域的位置。通过汇聚在有强大创新活动的地区，无论这些活动是否针对植物生物技术，公共和私营部门的研究人员都能够从知识溢出中受益（见第二章）。例如，其他相关创新产业和专业技术工人的存在可能对他们有好处，其中一些可能与其相关并对其帮助，能够促进植物生物技术产业取得新的技术进步。<sup>53</sup>



### 私营部门的创新是农业生物技术创新的主要推动力，但公私合作和公共部门之间合作正在增加

图 4.3 1980 年至 2016 年按数量（左）和所占份额（右）分列的专利合作申请类型的趋势



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。

### 4.3 植物生物技术的创新网络

毫不奇怪，农业生物技术的主要创新集群出现在投资农业研发的主要国家。

图 4.8 概括说明了基于 2010 年至 2017 年专利发明（左）和科学出版物（右）的前 30 个国际集群是如何相互联系的。这些联系基于跨区域共同发明人和共同作者。图中气泡的大小代表特定集群中专利发明（或科学出版物）的数量大小，而线条的粗细代表它们之间相互作用的频率。气泡的颜色表示这些集群所属的国家。

美国、加拿大、欧洲特别是德国、法国、荷兰、丹麦和联合王国以及东亚国家（日本、大韩民国和中国）是大多数作物生物技术专利创新国际集群的所在地。<sup>54</sup>就生物技术而言，距离不一定是连接集群的主要标准。

例如，两个最大国际集群（圣何塞和纽约市，相距近 4,724 公里）的发明人之间的互动比圣何塞与圣迭戈（相距约 739 公里）之间更加频繁。荷兰鹿特丹的发明人与圣迭戈的发明人合作发明的频率高于他们与其埃因霍温的同胞合作的频率。

基于已发表科学文章的国际集群也有类似的情况。然而，集群的大小以及集群之间相互作用更加多样和密集。基于出版物的两大集群是北京和东京。美国的集群在专利申请方面不如它们那么突出。

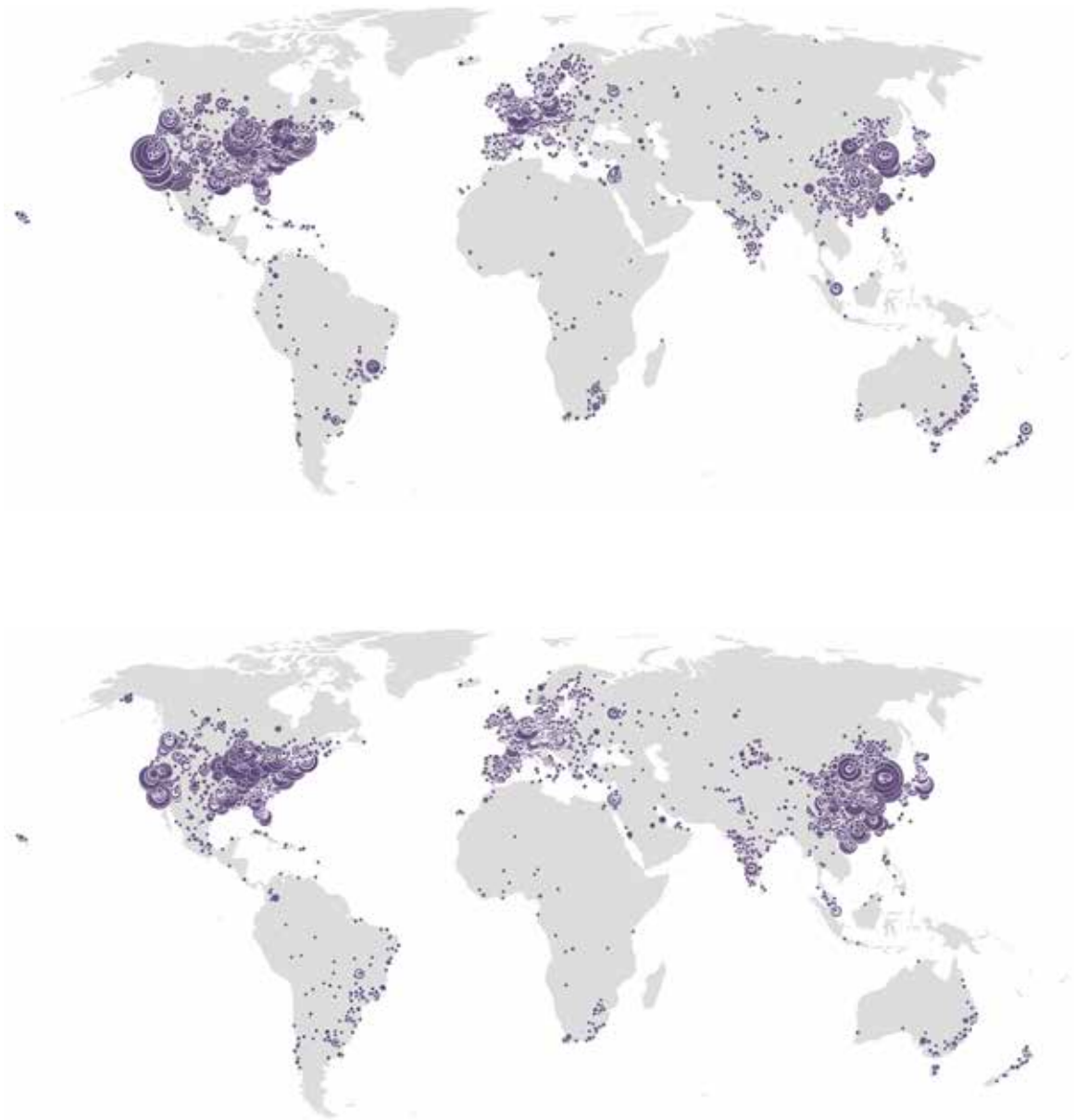
然而，迄今为止，美国拥有基于这两种创新衡量标准的国际化程度最高的集群：16 个使用专利的集群和 8 个使用科学出版物的集群。其次是德国和中国，按照专利衡量，德国有 3 个国际集群，按照科学出版物衡量，中国有 6 个国际集群。

具有国际可比性的作物生物技术集群的两个衡量标准都显示，美国是植物生物技术创新的中心。美国在国际植物生物技术集群中举足轻重的一个原因在于其专业发明人和研究人员的数量和质量。仔细研究大多数发明人的居住地，特别是当发现这些地方与专利申请人所在地不同时，我们会发现美国作为作物生物技术研究人员所在地处于压倒性的中心地位。

图 4.9 利用特定专利申请人（左）和发明人（右）的不同地点说明了植物生物技术研究人员的所在地。左侧显示了 1970 年至 1999 年间申请人 - 发明人之间的联系，而右侧描绘了 2000 年至 2017 年的情况。将申请人与发明人联系起来的线条代表了这种关系的强度：线条越粗，互动就越频繁。

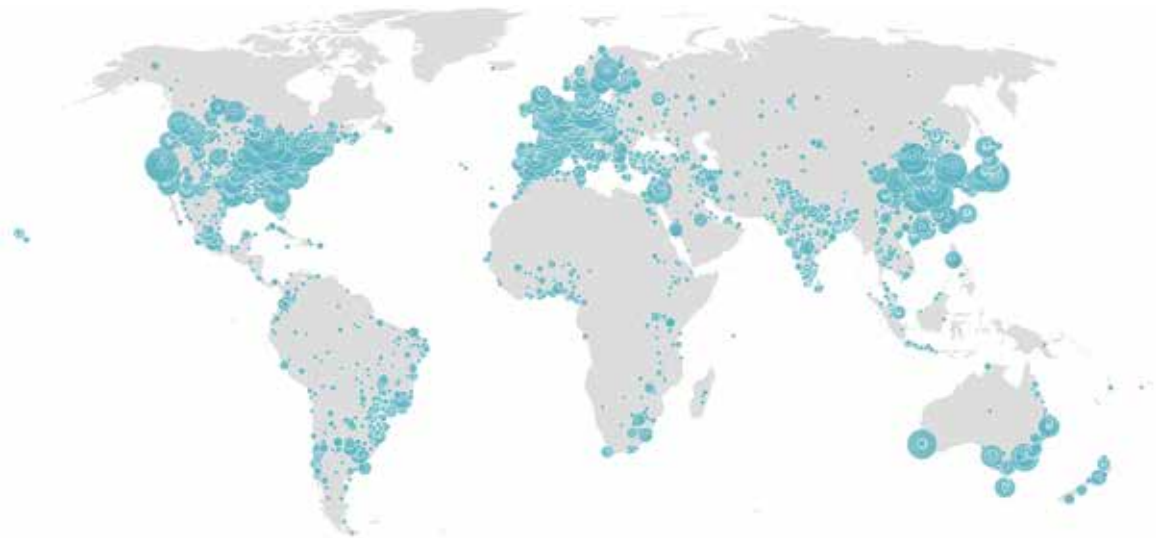
### 2000年代以来，农业生物技术创新的分布相对较广

图 4.4 1998 年至 2007 年（上）和 2008 年至 2017 年（下）按专利申请（本页）和出版物（下页）分列的植物生物技术创新中心分布情况



■ 专利 ■ 科学出版物

资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。  
注：气泡的大小分别对应于专利和科学出版物的相对数量。



## 农业生物技术集群遍布全球

图 4.5 1970 年 - 2017 年植物生物技术创新集群的全球分布情况



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。

在这两个时期，美国以外的许多专利申请人都在寻找美国研究人员和科学家。农业生物技术的许多重要发现来自美国大学和公共机构，这是美国科学家和研究人员广受追捧的原因之一。另一个解释是，美国的私营公司通常是第一批对植物生物技术商业应用探索进行战略性投资的公司。这些因素共同增加了美国在作物生物技术创新网络中的权重。

### 4.4 植物生物技术的未来

在植物生物技术方面的三个新的事态发展可能改变当前的全球创新网络。分子生物学的最新突破为植物生物技术开辟了新的研究天地和应用。调整 CRISPR-Cas9 可能会重振作物和牲畜遗传改良的研究。此外，随着这种技术变得更加廉价，有可能使农业生物技术的创新“民主化”。<sup>55</sup> 此外，随着发展中经济体在这种创新中的作用日益凸显，这一最新进展可能导致全球创新网络分散得更加均匀。世界不同地区的集群很快将做出重要贡献，以高效和可持续的方式加强粮食安全。

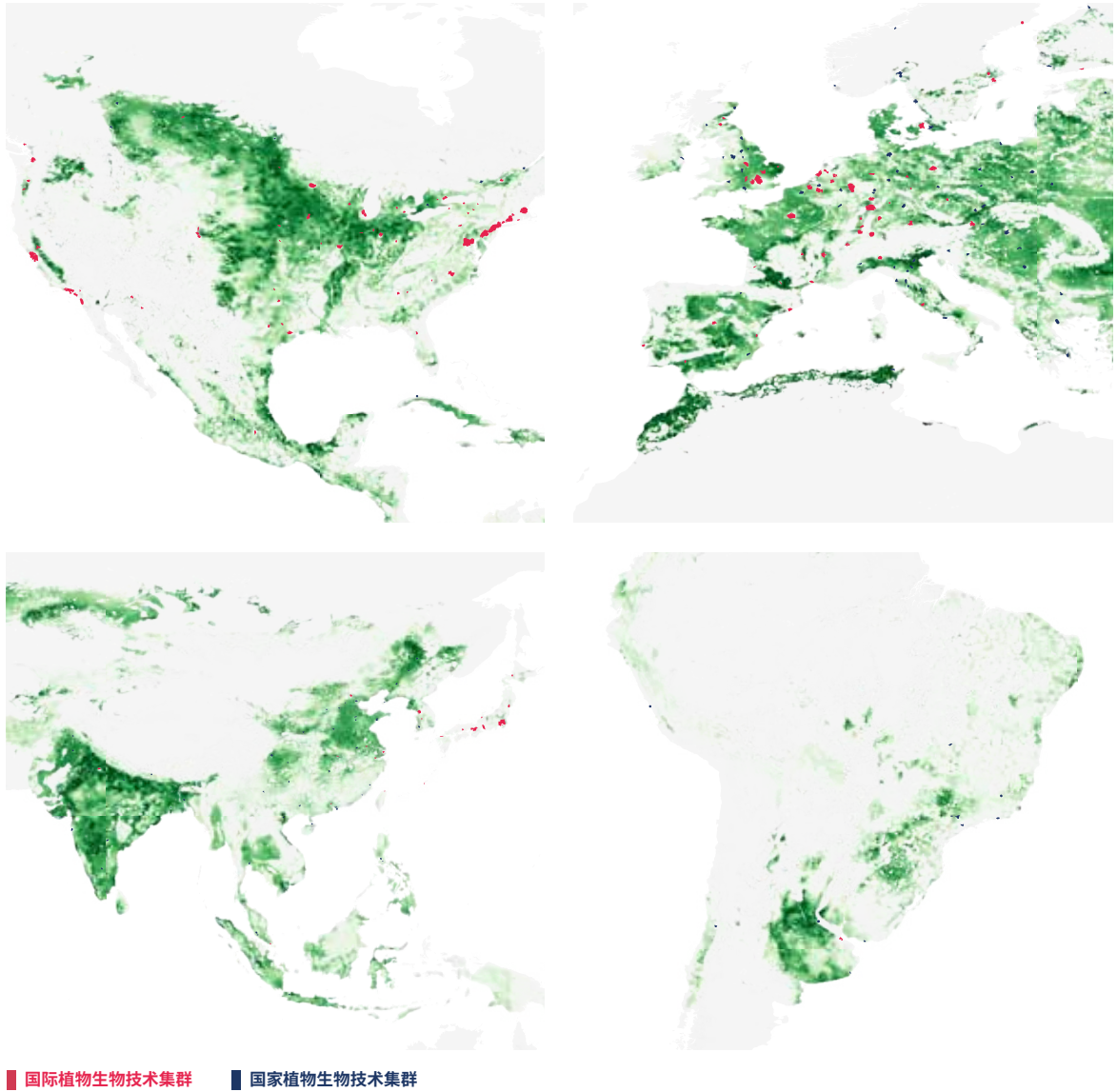
此外，传感器和人工智能的新应用使生物体表型和物理性状的量化系统化，能够在基因型、遗传性状和表型之间建立比以前更强大和更准确的联系。凭借“阅读”、“书写”和“编辑”核苷酸序列的综合能力，农作物和牲畜的遗传改良有可能获得新的技术机会。

第二个可能改变全球创新格局并改善发展中经济体参与全球创新网络的事态发展是 CGIAR 最近在知识产权问题上的立场转变。<sup>56</sup> 过去，CGIAR 一直致力于确保其成员的工作可以共享并便于所有人获取；它回避了知识产权权利的排他性。这一立场已经改变。CGIAR 已认识到与私营部门合作的重要性，并已开始利用知识产权权利作为这种合作和伙伴关系的激励措施，并鼓励创新。

最后，欧洲法院 (ECJ) 在 2018 年 7 月裁定，使用基因编辑技术（如 CRISPR-Cas9）改良的植物将受到与转基因生物相同的条例监管。CRISPR-Cas9 技术改变了植物的组成即其 DNA，但没有引入任何外来物质，而且按理说可以免受监管。然而，欧洲法院裁定这项技术仍受欧盟委员会指令的约束。科学家和研究人员认为，这项裁决可能会导致植物生物技术研发进一步外流到欧洲以外。如果事实确实如此，那么这项裁决将进一步改变植物生物技术的创新格局和网络。

### 创新发生在远离农田的地方

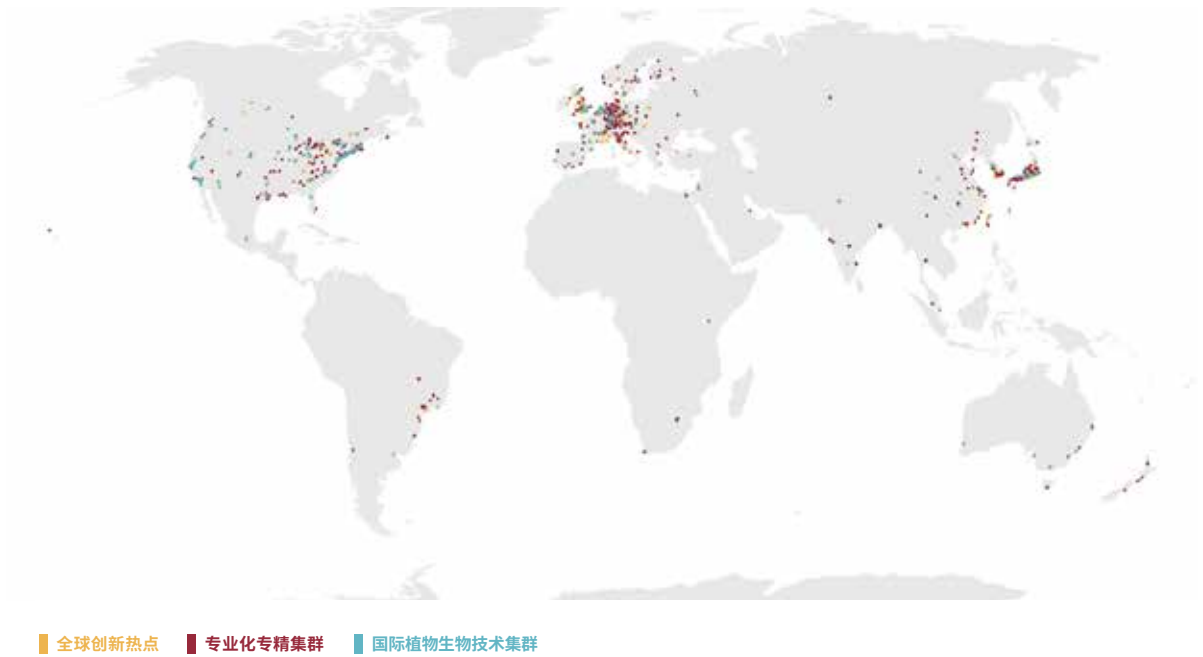
图 4.6 植物生物技术创新中心和农田的位置



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。农田数据来自 Ramankutty 等人（2008 年）。  
注：绿色区域代表大约 2000 年的农田和牧场。

### 创新活动往往聚集在一起，尤其是在大都市地区

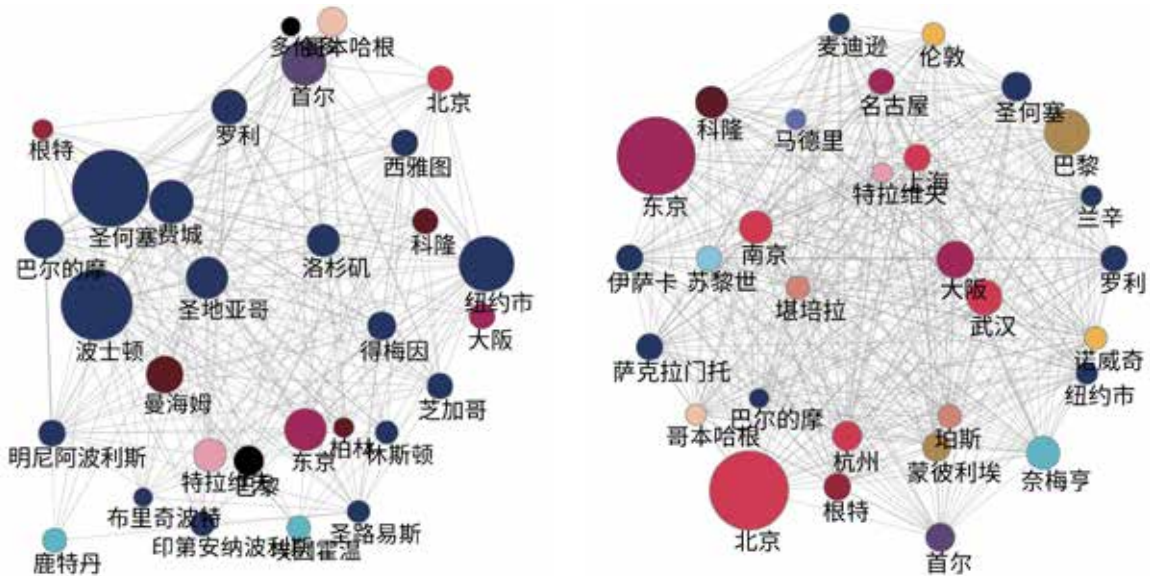
图 4.7 全球创新分布（全球创新热点、专业化专精集群和国际植物生物技术集群）



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。

科学出版物比专利更开放?科学出版物中植物生物技术集群之间的联系比专利活动中更加频繁和密集

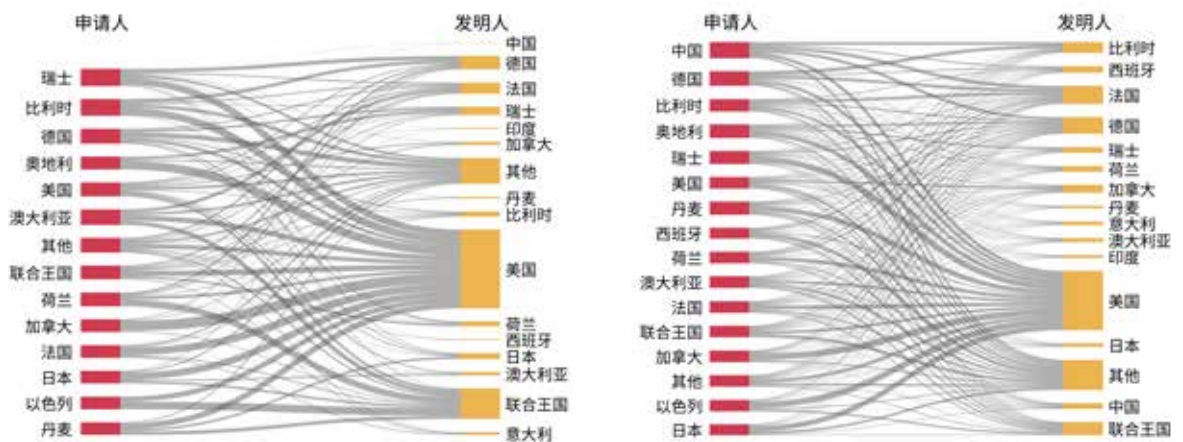
图 4.8 2010 年至 2017 年基于专利申请（左）和科学出版物（右）的前 30 个国际生物技术集群之间的联系



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。  
注：气泡的大小分别对应专利和科学出版物的相对数量。

农业生物技术的专业研究人员往往来自美国

图 4.9 1970 年至 1999 年（左）和 2000 年至 2017 年（右）前 10% 外国专利申请人 - 发明人关系的比较



资料来源：产权组织基于 PATSTAT、PCT 和科学网数据（见技术注释）。  
注：仅显示面向国外的同族专利。此外，显示了申请人与发明人居住地不同的申请人 - 发明人关系。

## 注

- 1 本章借鉴了 Graff 和 Hamdan-Livramento (2019 年) 的研究成果。
- 2 其他传统方式包括杂交和嫁接。
- 3 《联合国生物多样性公约》的定义。该定义与主要行业协会生物技术创新组织略有不同。生物技术创新组织将生物技术定义为“基于生物学的技术——[它]利用细胞和生物分子过程开发有助于改善我们的生活和地球健康的技术和产品”(bio.org/what-biotechnology)。
- 4 Graff 等人 (2003 年)。
- 5 粮农组织 (2003 年)。
- 6 “农业生物技术”一词不同于“植物生物技术”，因为前者指一般工业，而后者适用于农业生物技术的特定领域。“植物生物技术”与“作物生物技术”可互换使用。
- 7 使用 rDNA 技术的第一种许可药物是人类胰岛素药物，由基因技术公司生产，并许可给礼来公司 (Johnson, 1983 年)。
- 8 Kenny (1988 年)。
- 9 人与动物之间的距离。在动物界，人类属于哺乳动物，这使人类健康与动物健康之间的过渡更加容易。
- 10 Carrer 等人 (2010 年)。在本章中，转基因生物、基因改变的生物体和基因改良生物三个术语可以互换使用。与这些一起使用的另一个术语是转基因作物。
- 11 见 Alvarez-Morales (2000 年)。
- 12 专利本质上具有属地性。这意味着在一个国家或司法管辖区授予的专利不一定可以在另一个国家或司法管辖区强制执行。想要确保自己的发明不被跨国模仿，发明人必须在这些司法管辖区为同一发明申请专利。
- 13 植物知识产权保护的其他形式是植物品种和植物专利 (特定于美国)。然而，这两项知识产权文书不在本文的讨论范围之内，在此不予讨论。
- 14 Barton (2000 年)。
- 15 见 Eisenberg (1996 年) 及 Heller 和 Eisenberg (1998 年)。
- 16 Barton 和 Berger (2001 年)。
- 17 Brennan (1980 年)。
- 18 保护植物创新的另一个工具是国际植物新品种保护联盟 (UPOV) 植物品种权制度。本章不涉及这一权利。
- 19 Figueiredo 等人 (2019 年)。关于补充资产的重要性，见 Teece (1986 年) 和 Rothaermel (2001 年)。
- 20 了解不同现有监管框架的概述，见 Eckerstorfer 等人 (2019 年)。
- 21 见 Glowka (2003 年) 和 Komen (2012 年)。
- 22 见 Graff and Hamdan-Livramento (2019 年) 以及 Brenner 和 Komen (1994 年)。
- 23 见世贸组织争端解决案例 DS291：欧洲共同体——影响生物技术产品批准和销售的措施 ([http://www.wto.org/english/tratop\\_e/dispu\\_e/cases/e/ds291\\_e.htm](http://www.wto.org/english/tratop_e/dispu_e/cases/e/ds291_e.htm))。
- 24 有关基因改变的生物的法规和指令清单，请访问 [ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation\\_en](http://ec.europa.eu/food/plant/gmo/legislation_en)。
- 25 图中包括的欧洲国家有：欧盟 28 国 (马耳他、保加利亚和波兰的缺失数据除外)。葡萄牙、西班牙和联合王国被列入欧洲仍在种植转基因作物的国家名单。
- 26 美国农业部农产品外销局 (2018 年)。
- 27 农业生物技术应用国际置办服务处 (2017 年)。2012 年，巴斯夫公司宣布将关闭其在德国 Gatersleben 的主要植物生物技术活动 SunGene，以便在 2013 年前专注于北美和南美市场。请访问 [www.sungene.de](http://www.sungene.de)。
- 28 见欧洲联盟委员会 (2004 年、2009 年)；国家科学委员会 (1987 年、1998 年)；粮农组织 (2003 年、2004 年)。
- 29 “CRISPR”指簇状规则间隔的短回文重复序列，而“Cas9”指 CRISPR 关联蛋白 9。
- 30 Wright (2012 年)。见 Alston 等人 (2010 年) 及 Olmstead 和 Rhode (2011 年)，了解这些赠地学院如何对美国农业产业产生作用。
- 31 关于农业生态条件的更多细节，见粮农组织第二章 (1996 年)。
- 32 Byerlee 和 Fischer (2002 年) 和粮农组织 (2004 年)。
- 33 Barry 和 Hosch (2000 年)。
- 34 见粮农组织 (2004 年)，Serageldin 和 Persley (2000 年)。
- 35 Bijman 和 Tait (2002 年)。
- 36 Clancy 等人 (2016 年)。
- 37 Komen 和 Persley (1993 年)、Persley (2000 年) 和 Fukuda-Parr (2006 年)。
- 38 Kalaitzandonakes 和 Bjornson (1997 年) 计算得出 1981 年至 1985 年间初创企业与跨国公司之间的合并、收购和战略联盟数量为 167 起，1991 年至 1996 年间为 801 起。
- 39 见 Kalaitzandonakes (2000 年)；Fulton 和 Giannakas (2001 年)；Tait 等人 (2002 年)；和经合组织 (2018 年)。
- 40 Howard (2015 年)。
- 41 见经合组织 (2018 年) 和 Fuglie 等人 (2012 年)。经合组织 (2018 年，第 104 页) 审查了关于种子产业集中度和对创新影响的实证文献。该研究得出结论认为，根据历史数据，很少有证据表明集中对创新产生不利影响。
- 42 Fukuda-Parr (2006 年)。
- 43 Huang 等人 (2002 年)。
- 44 Byerlee 和 Fischer (2002 年)。
- 45 见 Barton 和 Berger (2001 年)。
- 46 Pinstrup-Andersen 和 Cohen (2003 年)。
- 47 见国际马铃薯中心 (1995 年)。
- 48 共同申请是指文件上至少列出两个申请人的专利申请。
- 49 似乎应该包括更多的地区，而不是本章中显示的地区。换句话说，科学出版物覆盖的地区可能被低估了。这是因为识别植物生物技术的相关文章对所使用的方法很敏感。这里依据的是植物生物技术的顶级期刊。其他不太知名但可能有同等相关贡献的期刊被排除在外。
- 50 见 Griliches (1990 年)。
- 51 Samad 和 Graff (2020 年) 在研究美国农业生物技术创新中心时也发现了这种城乡差距。
- 52 了解有关种植转基因作物程序的更多信息见 Graff 和 Hamdan-Livramento (2019 年)。
- 53 Hermans 等人 (2008 年)。



- 54 见 Graff 和 Hamdan-Livramento (2019 年) 的附件, 分别按专利和发表的科学文章列出前 30 个集群的详细列表。
- 55 见 Mahfouz 等人 (2014 年) 和 Shwartz (2018 年)。
- 56 见国际农业研究协商小组 (2006 年、2013 年)。

## 参考文献

- Alston, J.M., M.A. Andersen, J.S. James and P.G. Pardey (2010). *Persistence Pays: US Agricultural Productivity Growth and the Benefits from Public R&D Spending*, Natural Resource Management and Policy, Zilberman, D., R. Goetz and A. Garrido (eds), Vol. 34. New York: Springer.
- Alvarez-Morales, A. (2000). Mexico: ensuring environmental safety while benefiting from biotechnology. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor: Proceedings of an International Conference, Washington, D.C., 21–22 October 1999*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research.
- Babinard, J. (2001). A short history of agricultural biotechnology. In Nelson, G.C. (ed.), *Genetically Modified Organisms in Agriculture*. London: Academic Press, 271–274. [doi.org/10.1016/B978-012515422-2/50029-1](https://doi.org/10.1016/B978-012515422-2/50029-1)
- Barry, G. and R. Horsch (2000). Evolving role for the public and private sector in agricultural biotechnology in developing countries. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 183–185.
- Barton, J.H. (2000). Intellectual property, biotechnology, and international trade: two examples. *World Trade Forum*, 3, 1–15.
- Barton, J.H. and P. Berger (2001). Patenting agriculture. *Issues in Science and Technology*, 17(4). [issues.org/barton](https://doi.org/10.1016/S0167-6369(01)00013-0)
- Bijman, J. and J. Tait (2002). Public policies influencing innovation in the agrochemical, biotechnology and seed industries. *Science and Public Policy*, 29(4), 245–251. [doi.org/10.3152/147154302781780895](https://doi.org/10.3152/147154302781780895)
- Brennan, A.A. (1980). Patentability of micro-organisms: *Diamond v. Chakrabarty*, 100 S. Ct. 2204. *Akron Law Review*, 14(2), 341–349.
- Brenner, C., and J. Komen (1994). International Initiatives in Biotechnology for Developing Country Agriculture: Promises and Problems. *OECD Development Centre Working Papers, No. 100*. Paris: OECD Publishing. [doi.org/10.1787/257557587410](https://doi.org/10.1787/257557587410)
- Brookes, G. (2018). The farm level economic and environmental contribution of Intacta soybeans in South America: the first five years. *GM Crops & Food*, 9(3), 140–151. [doi.org/10.1080/21645698.2018.1479560](https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1479560)
- Byerlee, D. and K. Fischer (2002). Accessing modern science: policy and institutional options for agricultural biotechnology in developing countries. *World Development*, 30(6), 931–948. [doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00013-X](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00013-X)
- Carrer, H., A.L. Barbosa and D.A. Ramiro (2010). Biotechnology in agriculture. *Estudos Avançados*, 24(70), 149–164. [doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010](https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000300010)
- CGIAR (2006年)。CGIAR在知识产权权利背景下的IPG研究战略：基于三项研究的报告和建议。罗马：国际农业研究协商小组。 [ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC\\_IPGStrategiesIPR.pdf](https://ispc.cgiar.org/sites/default/files/ISPC_IPGStrategiesIPR.pdf)
- CGIAR (2013年)《CGIAR知识产权管理原则实施指南》。
- Clancy, M., K. Fuglie and P. Heisey (2016, November 10). U.S. Agricultural R&D in an era of falling public funding. *Amber Waves*. [www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/november/us-agricultural-rd-in-an-era-of-falling-public-funding](http://www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/november/us-agricultural-rd-in-an-era-of-falling-public-funding)
- Eckerstorfer, M.F., M. Engelhard, A. Heissenberger, S. Simon and H. Teichmann (2019). Plants developed by new genetic modification techniques – comparison of existing regulatory frameworks in the EU and non-EU countries. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7. [doi.org/10.3389/fbioe.2019.00026](https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00026)
- Eisenberg, R.S. (1996). Intellectual property issues in genomics. *Trends in Biotechnology*, 14(8), 302–307. [doi.org/10.1016/0167-7799\(96\)10040-8](https://doi.org/10.1016/0167-7799(96)10040-8)
- 欧洲联盟委员会 (2004年)。《未来植物：2025年欧洲植物生物技术展望》，EUR 21359 EN。布鲁塞尔：欧盟委员会食品质量和安全研究总局。
- 欧洲联盟委员会 (2009年)。欧盟委员会给理事会、欧洲议会、欧洲经济和社会委员会和地区委员会的信函：欧盟委员会生物多样性行动计划执行情况中期评估。《国际野生生物法律和政策期刊》，12 (1–2)，108–120. [doi.org/10.1080/13880290902938435](https://doi.org/10.1080/13880290902938435)。
- 粮农组织 (1996年)。《农业生态区划指南》，粮农组织土壤学公报第73期。罗马：联合国粮食及农业组织。 [fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm#P-2](http://fao.org/3/w2962e/w2962e00.htm#P-2)
- 粮农组织 (2003年)。《世界农业：走向2015/2030年。粮农组织的观点》。罗马：联合国粮食及农业组织。

- 粮农组织 (2004年)。2003-2004年粮食和农业状况。《农业生物技术：满足穷人的需求?》。罗马：联合国粮食及农业组织。 [fao.org/3/Y5160E/y5160e00.htm#TopOfPage](http://fao.org/3/Y5160E/y5160e00.htm#TopOfPage)。
- Figueiredo, L.H.M., A.G. Vasconcellos, G.S. Prado and M.F. Grossi-de-Sa (2019). An overview of intellectual property within agricultural biotechnology in Brazil. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(1), 69–79. [doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003](https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003)
- Fuglie, K.O., J.L. King, P.W. Heisey and D.E Schimmelpfennig (2012). Rising concentration in agricultural input industries influences new farm technologies. *Amber Waves*, 10(4). [ageconsearch.umn.edu/record/142404](http://ageconsearch.umn.edu/record/142404)
- Fukuda-Parr, S. (ed.) (2006). *The Gene Revolution: GM Crops and Unequal Development*. London and Sterling: Earthscan.
- Fulton, M. and K. Giannakas (2001). Agricultural biotechnology and industry structure. *AgBioForum*, 4(2), 137–151.
- Glowka, L. (2003). *Law and Modern Biotechnology*, FAO Legislative Study. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Roots of Innovation in Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: World Intellectual Property Organization.
- Graff, G., A. Heiman, C. Yarkin and D. Zilberman (2003). Privatization and Innovation in agricultural biotechnology. *ARE Update*, 6(3), 5–7.
- Graff, G. and D. Zilberman (2007). The political economy of intellectual property: re-examining European Policy on plant biotechnology. In J. Kesan (ed.), *Intellectual Property Protection for Agricultural Biotechnologies: Seeds of Change*. Wallingford: CABI Press.
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4), 1661–1707.
- Heller, M.A. and R.S. Eisenberg (1998). Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research. *Science*, 280, 698–701. [doi.org/10.1126/science.280.5364.698](https://doi.org/10.1126/science.280.5364.698)
- Hermans, R., A. Löffler and S. Stern (2008). Biotechnology. In J.T. Macher and D.C. Mowery (eds), *Innovation in Global Industries: U.S. Firms Competing in a New World (Collected Studies)*. Washington, D.C.: The National Academies Press. [doi.org/10.17226/12112](https://doi.org/10.17226/12112)
- Howard, P.H. (2015). Intellectual property and consolidation in the seed industry. *Crop Science*, 55 (November–December). [www.apbrebes.org/files/seeds/files/Howard\\_seed\\_industry\\_patents\\_concentration\\_2015.pdf](http://www.apbrebes.org/files/seeds/files/Howard_seed_industry_patents_concentration_2015.pdf)
- Huang, J., R. Hu, Q. Wang, J. Keeley, and J.F. Zepeda (2002). Agricultural biotechnology development, policy and impact in China. *Economic and Political Weekly*, 37(27), 2756–2761.
- 国际马铃薯中心 (1995年)。《1993-1994年方案报告》。秘鲁利马：国际马铃薯中心。
- 农业生技处 (2017年)。《2017年商业化生物技术/转基因作物的全球状况：随着22年的经济效益积累，采用生物技术的作物激增》(农业生技处简报第53期)。纽约州伊萨卡：农业生物技术应用国际置办服务处。
- Johnson, I. S. (1983). Human insulin from recombinant DNA technology. *Science*, 219(4585), 632–637. [doi.org/10.1126/science.6337396](https://doi.org/10.1126/science.6337396)
- Kalaitzandonakes, N. G. and B. Bjornson (1997). Vertical and horizontal coordination in the agrobiotechnology industry: evidence and implications. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 29(1), 129–139. [doi.org/10.1017/S1074070800029187](https://doi.org/10.1017/S1074070800029187)
- Kalaitzandonakes, N. G. (2000). Agrobiotechnology and Competitiveness. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(5), 1224–1233.
- Kenny, M. (1988). *Biotechnology: The University-Industrial Complex*. New Haven: Yale University Press.
- Klümper, W. and M. Qaim (2014). A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. *PLOS ONE*, 9(11), e111629. [doi.org/10.1371/journal.pone.0111629](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111629)
- Komen, J. (2012). The emerging international regulatory framework for biotechnology. *GM Crops & Food*, 3(1), 78–84. [doi.org/10.4161/gmcr.19363](https://doi.org/10.4161/gmcr.19363)

- Komen, J. and G.J. Persley (1993). *Agricultural Biotechnology in Developing Countries: A Cross-Country Review* (ISNAR Research Report No. 2). The Hague: International Service for National Agricultural Research.
- Mahfouz, M.M., A. Piatek and C.N. Stewart (2014). Genome engineering via TALENs and CRISPR/Cas9 systems: challenges and perspectives. *Plant Biotechnology Journal*, 12(8), 1006–1014. [doi.org/10.1111/pbi.12256](https://doi.org/10.1111/pbi.12256)
- 国家研究委员会 (1987年)。《农业生物技术：国家竞争力战略》(农业生物技术国家战略委员会的报告)。华盛顿特区：国家研究委员会。
- 国家研究委员会 (1998年)。《设计农业基因组计划》。生物委员会和农业委员会的报告。华盛顿特区：国家科学院出版社。
- 经济合作与发展组织 (经合组织) (2018年)。《种子市场集中度：潜在影响和政策反应》。巴黎：经合组织出版。
- Olmstead, A.L. and P.W. Rhode (2011). Adapting North American wheat production to climatic challenges, 1839–2009. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(2), 480–485. [doi.org/10.1073/pnas.1008279108](https://doi.org/10.1073/pnas.1008279108)
- Persley, G.J. (2000). Agricultural biotechnology and the poor: Promethean science. In Persley, G.J. and M.M. Lantin (eds), *Agricultural Biotechnology and the Poor*. Washington D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research, 3–21.
- Persley, G.J. and J.N. Siedow (1999). Applications of Biotechnology to Crops: Benefits and Risks. *Council for Agricultural Science and Technology Issue Paper No. 12*.
- Pinstrup-Andersen, P. and M.J. Cohen (2003). Biotechnology and the CGIAR. In Plenderleith, K. and P. De Meyer (eds), *Sustainable Agriculture in the New Millennium: The Impact of Biotechnology on Developing Countries*. Brussels: Friends of the Earth Europe.
- Pray, C.E. and A. Naseem (2003). The Economics of Agricultural Biotechnology Research. *ESA Working Paper No. 03-07*. Rome: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/ae040e/ae040e00.pdf](http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/007/ae040e/ae040e00.pdf)
- Ramankutty, N., A.T. Evan, C. Monfreda and J.A. Foley (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(1), GB1003. [doi.org/10.1029/2007GB002952](https://doi.org/10.1029/2007GB002952)
- Rothaermel, F.T. (2001). Complementary assets, strategic alliances, and the incumbent's advantage: an empirical study of industry and firm effects in the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 30(8), 1235–1251.
- Samad, G. and G.D. Graff (2020). The urban concentration of innovation and entrepreneurship in agricultural and natural resource industries. In Iftikhar, M.N., J.B. Justice and D.B. Audretsch (eds), *Urban Studies and Entrepreneurship*. Cham: Springer International Publishing, 91–116. [doi.org/10.1007/978-3-030-15164-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15164-5_6)
- Serageldin, I. and G.J. Persley (2000). *Promethean Science: Agricultural Biotechnology, the Environment, and the Poor*. Washington, D.C.: Consultative Group on International Agricultural Research. [documents.worldbank.org/curated/en/698501468739325409/Promethean-science-agricultural-biotechnology-the-environment-and-the-poor](https://documents.worldbank.org/curated/en/698501468739325409/Promethean-science-agricultural-biotechnology-the-environment-and-the-poor)
- Sheldon, I.M. (2004). Europe's regulation of agricultural biotechnology: precaution or trade distortion? *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 2(2), 1–28.
- Shwartz, M. (2018). CRISPR is a gene-editing tool that's revolutionary, though not without risk. *Stanford Medicine*, Winter. [stanmed.stanford.edu/2018winter/CRISPR-for-gene-editing-is-revolutionary-but-it-comes-with-risks.html](https://stanmed.stanford.edu/2018winter/CRISPR-for-gene-editing-is-revolutionary-but-it-comes-with-risks.html)
- Tait, J., J. Chataway and D. Wield (2002). The life science industry sector: evolution of agrobiotechnology in Europe. *Science and Public Policy*, 29(4), 253–258.

Teece, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285–305. doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2

全球植物基因测序计划 (2000年)。《开花植物拟南芥基因组序列分析》。《自然》，408 (6814)，796–815。doi.org/10.1038/35048692。

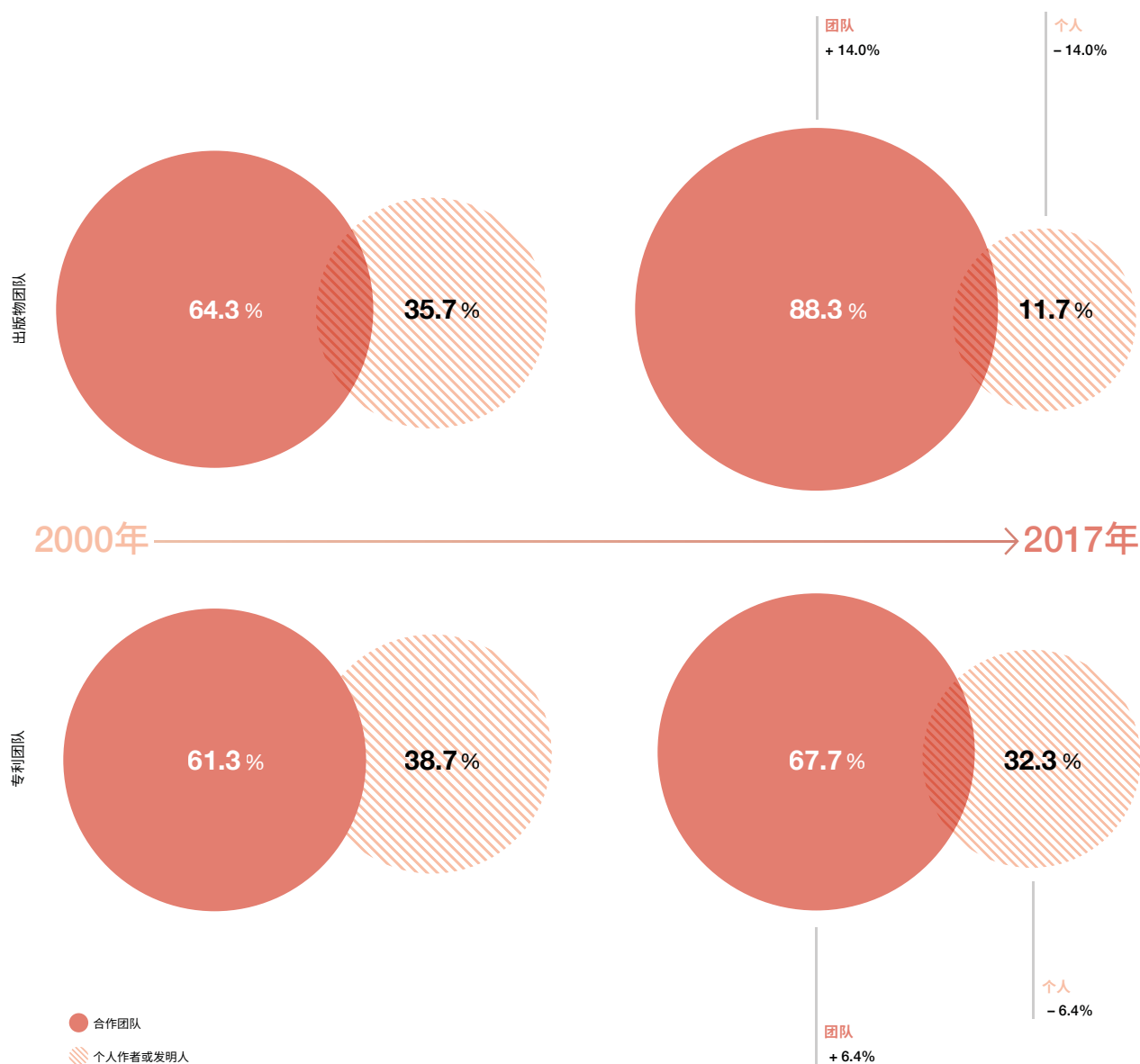
美国农业部农产品外销局 (2018年)。《EU-28: 农业生物技术年度报告》，全球农业信息网络报告第FR 1827号。全球农业信息网。fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Agricultural%20Biotechnology%20Annual\_Paris\_EU-28\_12-14-2018.pdf。

产权组织 (2018年)。《世界知识产权指标》。日内瓦: 世界知识产权组织。

Wright, B.D. (2012). Grand missions of agricultural innovation. *Research Policy*, 41(10), 1716–1728. doi.org/10.1016/j.respol.2012.04.021

Zilberman, D., C. Yarkin and A. Heiman (1997). Agricultural Biotechnology: Economic and International Implications. Paper presented at the International Agricultural Economics Association, Sacramento, California, August. are.berkeley.edu/~zilber11/yark.pdf

随着技术变得越来越复杂，创新变得越来越具有协作性。为了让大型多技能团队蓬勃发展，知识需要能够自由地跨境流动。



# 政策视角：开放的理由

创新总是跨越国家和大陆。20 世纪之交，美利坚合众国（美国）的莱特兄弟和巴西的阿尔贝托·桑托斯-杜蒙特发明了首批成功飞行的飞机。然而，现代飞机的发展在很大程度上要归功于欧洲的科学进步，这些进步解释了为什么重于空气的机器能够飞行。<sup>1</sup> 农业技术在第二次世界大战后引发绿色革命，其发展和传播依赖于美国福特基金会和洛克菲勒基金会与发展中经济体大量农业研究机构之间的伙伴关系。<sup>2</sup> 蒂姆·伯纳斯·李在欧洲核研究组织（CERN）发明了万维网。欧洲核研究组织是一个位于法国-瑞士交界处的研究联合会，得到了 23 个欧洲国家（大部分为欧洲国家）的赞助。<sup>3</sup>

正如本报告所述，今天的创新既高度本地化，也很国际化。不同的聚群力量有利于创新热点的形成，而创新热点通常属于大型都市地区。一组为数有限的热点引领全球创新网络的发展，并处于全球创新网络的中心。各种正式和非正式的联系连接着这些网络的节点，跨国公司在其中发挥着关键作用。来自专利和科学出版物记录的证据表明，在过去几十年里，其中的跨境联系有所增加。

创新日益国际化，在很大程度上，归功于技术本身。尤其是信息和通信技术（信通技术）的进步推动了知识的长距离流动。然而，至关重要的是，全球创新网络的增长依赖于支持开放和国际合作的政策。不应当将这种开放与合作的环境视为理所当然，尤其是近年来，公众对全球化的总体好处越来越持怀疑态度。

因此，作为报告的最后一章，本章回顾了追求创新中坚持开放的理由。它主要是从经济角度进行回顾。有时，是否与外国创新者合作以及如何合作都涉及国家安全问题，这超出了本章的讨论范围。

## 5.1 开放经济学

国家创新体系的开放需要经济体之间自由交流知识。当研究人员相互沟通交流时，或者当他们阅读国外出版的科学期刊和公布的专利文件时，知识可能会跨越国界流动。知识嵌入商品和服务时，也可能通过国际贸易流动；知识植入人体时，可能通过移徙流动。

限制国际知识流动会如何影响国家经济和整个世界呢？关键上取决于限制针对的是哪些知识流动、国家创新体系的能力、生产和就业模式以及经济增长过程的性质。虽然经济文献没有给出一个明确的结论，却对知识流动限制的影响提供了一些指导，本节试图对此加以总结。

### 专业化的利益

处理这个问题的一种简化方法是把知识和其他任何商品等量齐观。正如生产汽车需要资本和劳动力投入一样，通过创新来生产新的知识也是如此。

因此，限制国际知识流动会影响到各经济体如何将资源分配给不同生产活动的方式。从这个角度来看，国际贸易理论的传统预测是适用的。最重要的是，开放导致生产和贸易模式，生产和贸易模式允许各经济体根据自身的比较优势进行专业化。贸易经济学家通常考虑导致专业化的两种力量：<sup>4</sup>

- 要素禀赋的差异。一个资本丰富的经济体将专门生产和出口资本密集型产品。相反，一个劳动力丰富的经济体将专门生产和出口劳动密集型产品。
- 差异化品种和规模经济。如果商品有差异化品种（比如说，不同的汽车品牌），而这些品种的生产需要规模经济，那么经济体将专门生产和出口某些品种，而进口其他品种。

这些预测可以揭示全球创新地理版图的重要方面。创新需要高技能劳动力，这解释了为什么大多数创新活动发生在高收入国家，因为那里的高技能劳动力相对丰富。与此同时，跨国公司决定将一些研发活动放在某些发展中经济体，如中国和印度，这反映了支付较低的工资可以获得高技能劳动力，也完全符合比较优势模式。<sup>5</sup>

反过来，差异化品种概念在世界各地不同创新集群的专业化中找到了等价概念。例如，有许多以医疗技术为重点的创新集群，每个集群都提供其他地方没有的专业知识。这就产生了双向知识流动，即使在其他类似经济体中也是如此。全球创新网络成为这种知识流动的中介。

贸易理论认为，基于比较优势的贸易带来共同收益。这些收益表现为经济效率的提高，企业和最终消费者可以获得更多种类的商品。鉴于创新产出的高度专业化性质，品种效应对知识交易似乎尤为重要。

尽管有这些共同收益，但贸易理论也认为，开放贸易会影响经济内部的收入分配。如果资本和劳动力禀赋的差异导致国际贸易，这种分配效应会更强。换句话说，它们对相异经济体之间的贸易，尤其是处于不同发展水平的经济体之间的贸易更为重要。如下文将进一步讨论的，这些分配效应对政策至关重要。

## 创新是一种全球公共产品

把知识与任何其他商品等量齐观，有助于解释全球创新格局的重要方面。然而，这是一种高度简化的观点，未能说明知识生产和知识消费的独特特征。

最重要的是，知识具有经济学家所称的公共产品的属性：许多人可以同时使用它，而不会减少生产知识的

人对知识的使用。<sup>6</sup>例如，人工智能背后的基础科学出自为数有限的科学组织，但有大量创新在世界各地的广泛应用中都利用这一基础科学。<sup>7</sup>

实际上，知识共享的范围是有限的。事实上，经济地理学研究的一个核心原则是，知识不能在经济体内部和经济体之间自由流动；知识流动具有独特的地理模式和偏向。<sup>8</sup>一个原因是，吸收和应用前沿知识往往需要高度专业化的技能，而这些技能是稀缺的。<sup>9</sup>此外，某些形式的知识流动需要人际互动，这正是创新活动产生聚群效应的一个关键原因（见第一章）。<sup>10</sup>

然而，就知识实现其公共产品的潜力而言，这是否改变了开放的理由？事实上，它加强了开放的理由。如果知识外流在不减少国内知识使用的情况下在国外产生经济利益，那么开放必然会带来共同利益。

## 创新与增长

在另一个重要方面，创新不同于经济中生产的其他商品。通过创新，公司可以创造出超越竞争对手的竞争优势。一个成功的创新者可以吞掉技术不领先的公司，获得市场份额。基于创新的竞争，反过来又会驱动生产率的提高和长期经济增长。

由于各公司都在全球舞台上竞争，评论员将同样的逻辑应用于整个经济体。因此，那些创新成功经济体将以创新不成的经济体为代价加快增长。<sup>11</sup>在这样一个零和世界中，限制知识外流将有助于经济体保持创新优势，避免“落后于”其他成功创新的经济体。

一开始，国际经济学文献就不理会这种“简单化”的零和假设。经济作为一个整体与公司有种种重要的不同。首先，作为一个整体，经济不会破产。如果某一特定行业的公司退出市场或由于外国竞争而失去市场份额，它们就会释放劳动力和资本，这些劳动力和资本可以部署到经济的其他领域。

相反的情况发生在获得国际市场份额的部门——它们从经济其他领域吸引劳动力和资本。此外，在创新成功经济体中，生产率增长更快，因此，扩大了这些部门的规模，也增加了对外国产品的需求。

总体而言，创新导致价格、工资和汇率的调整，从而促使生产和贸易模式的转变。显然，从长远来看，与创新失败的经济体相比，创新成功经济体的总体经济增长更快。然而，这并不一定意味着一个经济体的成功会限制另一个经济体取得同样的成功。事实上，知识的公益性质表明，创新可以促进各地的生产率增长。



### 框5.1 战略贸易政策的理论基础

1980年代和1990年代初，贸易理论有一个分支致力于分析偏离自由贸易政策可能会增加福利的情况。许多基本模型侧重于不完全竞争市场和贸易政策，这些市场和政策可能增加流向国内经济的超额经济利润份额。<sup>12</sup>一些更复杂的理论也说明了创新在推动长期增长方面的作用。吉恩·格罗斯曼和埃尔哈南·赫尔普曼（1991年）合著的书对后一种理论进行了最详细的论述。

在相关模型中，企业在研发中投资，希望在不完全竞争的产品市场中获得经济租金。反过来，竞争的市场力量会维持对持续投资研发的激励，从而提高生产率，维持长期增长。考虑到公司在全球舞台上竞争，这些模型随后又分析了不同国家增长过程的相互依赖性。

源自这些模型的预测首先证实了文本中表达的普遍乐观看法：全球互动产生了加速每个国家增长的力量。但它们也指出了为什么情况并非总是如此的原因。例如：

- 假设一个经济体由于高技能劳动力有限，在研究方面处于相对劣势。然后，与世界其他地区的一体化可能会导致它专门从事更加停滞不前的活动，整体产出增长会更慢。
- 假设知识不容易跨境流动，因为很难进行逆向工程，或者需要接受国没有的关键技能，如正文所述。然后，一体化可能会导致规模较小的经济体，或者历史上几乎没有进行过研究的经济体，专门从事制造活动，从而阻止创新活动的开始。事实上，经济体之间初始条件的细微差异可能会导致生产率增长的永久性差异。

有了这种力量，战略性贸易和相关政策就很可能重塑生产模式，改变一个经济体的增长道路。实际上，成功实施这些政策很难。政策工具的选择关键取决于初始条件、竞争的演变性质和技术机会。鉴于技术的未来之路及其对市场的影响高度不确定，以前瞻性的方式选择正确的政策组合是一项艰巨的挑战。

尽管普遍抱有这种乐观态度，但由于国家创新绩效就生产和贸易模式，所以，可以想象，一个经济体最终会专门从事那些使其永远走上更快或更慢增长之路的活动。于是，从战略角度限制贸易和知识流动可能会使生产模式倾斜，以利于国内更快的增长。框5.1总结了确定可能出现这种“零和”结果的条件的理论研究。

这些条件在实践中是否普遍，归根结底是一个经验问题。严格回答这个问题并不容易，因为人们不知道，在不同贸易和知识流动政策下，不同的经济体将表现如何。然而，大家可以看看过去几十年世界各经济体的实际增长经验。一个重要的模式是，今天的高收入经济体在过去40年中经历了非常相似的增长。1980年以前，较贫穷的高收入经济体的人均收入比较富裕的高收入经济体增长更快。但是这个趋同过程最终变慢了（图5.1）。尽管人均收入的差异依然存在，但自1990年代以来，最发达经济体的增长速度大体相似（图5.2）。这可能表明，新技术已经无缝扩散到这组已经处于技术前沿的经济体中，并刺激了同等规模的增长。

除了高收入经济体集团之外，增长经历都是喜忧参半。很长一段时间以来，全世界的收入出现差异。<sup>13</sup>1870年，最富裕经济体的人均国内生产总值（GDP）大约是最贫穷经济体的10倍；到2008年，这一差距扩大到126倍。<sup>14</sup>在很长一段时间里，较贫穷的经济体并不比较富裕的经济体增长快。从1990年代开始的最新数据显示，随着收入在不同经济体间趋同，这一趋势出现逆转。换句话说，自1990年代以来，平均而言，较贫穷经济体的增长速度高于较富裕经济体。<sup>15</sup>

尽管趋势出现逆转，但平均趋同并不意味着普遍或自动趋同。一些较贫穷的经济体比其他经济体更成功地赶上了较富裕的经济体。东亚的发展中国家以及最近的印度在这方面尤其成功。知识流动和创新在增长过程中发挥核心作用，所以，它们肯定是支撑这些趋势的部分原因。然而，到底是哪些结构性力量和经济政策有利于追赶型增长，仍是争议相当大的话题。<sup>16</sup>一种悲观的观点认为，从历史上讲，创新活动集中在一组为数有限的经济体中，而与此类活动相关的强大聚群力量强化了全球核心-外围的分化。即使政策不限制知识流动，这种分化也会助长不同的发展道路。更乐观的观点是，创新最终会扩散到创新者的核心群体之外；有了正确的政策，外围经济体也可以吸收外国知识，迎头赶上。

总之，经济文献提供了很好的理由，说明开放必然有利于创新的追求。从理论上讲，在某些情况下，对贸易和知识流动的战略限制可能会改变经济的增长路径。然而，很难将这一理论可能性转化为具体的政策提案。正如框 5.1 所指出的那样，以前瞻性的方式采用正确的政策工具是一项艰巨的挑战。实际上，在不限制知识在经济体内部流动的情况下，很难阻止知识向外流动。此外，一个经济体的政策选择可能会促使其他经济体做出政策回应。这种政策互惠很可能让限制开放的战略理由不攻自破。最后，高收入经济体过去几十年的增长经验表明，新技术产生的总体影响之和为正。

## 5.2 在研发生产率不断下降的时代保持开放

考虑到当今创新发生的背景，保持开放的理由变得更加充分。不断推进技术前沿正变得异常困难。有证据表明，要实现与过去相同的技术进步水平，需要越来越多的研发努力。例如，英特尔的联合创始人戈登·摩尔在 1975 年做出了著名的预测，即计算机芯片上的晶体管数量将每两年增加一倍。这种后来被称为摩尔定律的理论至今仍然基本成立。然而，值得注意的是，今天要将芯片密度增加一倍，需要的研究人员比 1970 年代初增加 18 倍。<sup>17</sup>

其他技术领域也显示出研发生产率增长放缓的类似迹象：要像过去那样实现预期寿命的类似延长，就需要做出数倍的医疗研发；农业研发投入增长速度快于农作物产量的增长。<sup>18</sup>更泛泛地说，在过去半个世纪里，大多数高收入经济体的经济生产率增长逐渐下降。经济学家罗伯特·戈登显然认为，出现这种下降的主要原因是最近促进生产率增长的创新不及更遥远的过去的创新那样有力。<sup>19</sup>他特别认为，与第二次工业革命相关的创新支持高收入经济体生产率快速增长持续到 1970 年代；而与第三次（数字）工业革命相关的创新却无法维持如此快速的生产率增长。

政策无法改变技术进步的机会。然而，政策决定了这些机会落地的程度。它们决定了在研发上投入多少资源，研发如何进行，创新如何进入经济之中。研发生产率不断下降，要求不断增加创新投资，无论是科学研究还是应用研发；还要求协作与开放。为日益复杂的技术问题找到解决方案，需要扩大研究人员团队（见第二章），也需要研究更专业化。开放和国际协作促进了这种专业化，因此，可以有助于减缓研发生产率的下降。

为了使开放发挥作用，政策制定者需要的不简单地拆除边境壁垒。国际合作在支持开放方面可发挥重要作用。同样重要的是，决策者也需要解决开放可能在

一定程度上加剧地区失衡的问题。本章的最后一部分探讨了这两个关键内容。

## 促进国际合作

创新方面的国际合作有许多层面。一个重要层面就是促进反映全球经济需求和规模的创新投资激励措施。制定保护知识产权权利的国际规则就是为了达到这一目的。在实践中，国际知识产权条约通常确立了非歧视原则，即国内法平等对待国内和外国知识产权所有人。它们还为保护不同类型的知识产权制定了某些标准，例如，哪些发明应当有资格获得专利保护，或者版权应当持续多长时间。与此同时，这些标准没有充分协调世界各地的知识产权保护，并为国家政策根据国家需要开展知识产权保护留出空间。

第二个重要方面是促进国际营商交易的便利性。创新型公司和知识型工作者在全球市场经营时面临各种监管措施。促进各国监管体系彼此兼容，有助于降低监管合规成本。例如，在一定程度上承认外国监管标准可以减少产品测试和相关文书工作的重复浪费，而不会一定损害监管目标。根据国内标准承认外国资格有助于促进知识型工作者的国际流动。国家监管机构之间的定期对话是支撑这种认可框架的基础。同样，在国际一级制定技术标准可以避免产品适应不同市场的高昂费用。在知识产权领域，产权组织的国际申请条约（特别是《专利合作条约》、马德里体系和海牙体系）通过提出国际申请为在许多国家获得知识产权权利提供了便利；知识产权权利的最终授予仍然由国家决定。

最后，各国政府可以汇集资源，资助超出国家预算范围或需要不同国家现有技术知识的大型科学项目。本章开头提到的欧洲核研究组织就是这种合作的一个很好的例子。国际空间站也是一个很好的例子。这是加拿大、日本、俄罗斯联邦和美国国家航天局以及欧洲航天局之间的一个联合项目。该项目于 1998 年启动，接待了来自 18 个不同国家的 200 多名访问者。<sup>20</sup>

## 解决地区失衡问题

正如第一章所述，过去几十年一个令人担忧的趋势是，各国内部收入、创新活动、高技能就业和工资的地区间两极分化日益加剧。直到 1980 年代，大多数高收入经济体的收入在各地区之间稳步趋同。<sup>21</sup>各国贫穷地区赶上了富裕地区。自那时以来，地区间的趋同已经放缓，在某些情况下，甚至出现了逆转。在美国，自 1990 年代开始，趋同进程明显放缓。<sup>22</sup>欧洲经济体也同样出现了地区趋同放缓问题，自 2008 年大衰退开始以来，出现了彻底分化。欧洲经济中几个收入水平已经很高的“龙头”地区的增长速度大大快于许多较贫穷的地区。<sup>23</sup>

## 高收入经济体以相似的速度增长

图 5.1 高收入经济体集团实际人均国内生产总值基尼系数

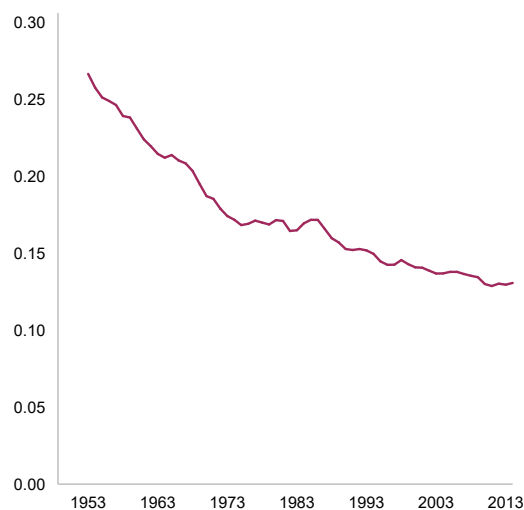
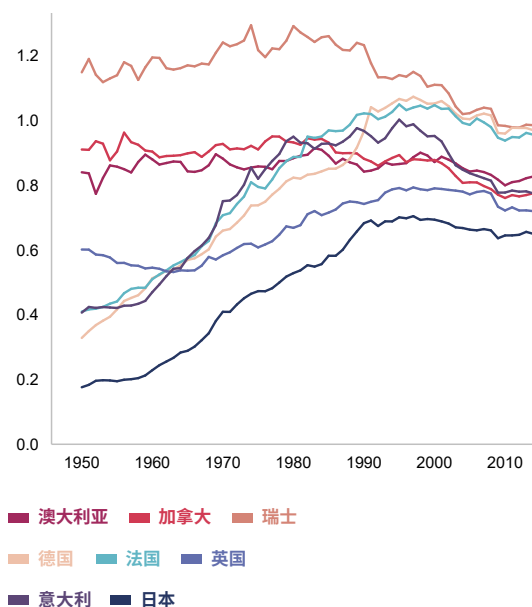


图 5.2 相对于美国每小时工作创造的实际国内生产总值



注：基尼系数以 0 比 1 的比例衡量收入分配；数值越低，平等程度越大。图 5.2 中的人均国内生产总值比率基于 2011 年不变的美元实际国内生产总值数字，1.0 代表与美国持平。数值大于 1.0，意味着一个国家的每小时工作创造的国内生产总值超过美国。高收入国家集团包括澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、丹麦、芬兰、法国、德国、爱尔兰、以色列、意大利、日本、荷兰、新西兰、挪威、大韩民国、西班牙、瑞典、瑞士、英国、美国。  
资料来源：佩恩世界表，9.0 版，查阅可登陆 [www.ggd.net/pwt](http://www.ggd.net/pwt)。

国家内部经济活动两极分化有许多原因。农业和矿业活动在经济产出中的重要作用不断下降，长期以来一直有利于增加大城市的吸引力。在一个以知识为基础、以服务为主导的经济中，企业有强烈的动机去大都市地区落户。开放可以说增强了龙头地区的吸引力。成为全球创新网络一部分的最有活力的创新热点往往位于其国内已经最富有的城市群中。它们在国际上取得的成功巩固了它们在国内的领先地位。如第一章所述，成功的创新聚群内部也可能出现收入差异，高技能工作的快速增长给低技能职业的可支配收入带来压力。以色列就是一个很好的例子，说明蓬勃发展的创新活动如何引起对双轨经济的关切（见框 5.2）。

解决这种不断加剧的地区失衡问题是决策者面临的最艰难的挑战之一。试图逆转成功地区的吸引力，可能既不可行，也不可取。尤其是限制对全球创新网络的参与将会削弱一个经济体产生尖端创新的能力。无论如何，开放只是加剧地区失衡的一个因素。<sup>24</sup>可以说，经济活动的长期结构转型是这种失衡背后的根本驱动力。从落后地区向繁荣地区的内部迁移只能部分消除地区差异。个人可能没有能力或意愿迁移。仅是繁荣地区的高房价就对国内迁移构成重大障碍。<sup>25</sup>

政策可以在支持那些财富落后的地区方面发挥重要作用。当然，支持较弱地区的发展有悠久的历史，有成功，也有失败。对历史政策举措的全面审查超出了本报告的探讨范围。然而，最近的研究指出了在设计地区扶持政策时要考虑一些重要因素：<sup>26</sup>

- 在理想情况下，地区发展战略应寻求建立在地区现有能力和优势的基础上，旨在通过基础设施、教育和技术投资来扩大这些能力和优势。现有能力和优势可以是相对廉价的土地和劳动力、一般工业能力，也可以是信誉资产。
- 政策制定应确定发展现有能力的主要障碍，并依靠地方所有相关利益攸关方的投入。
- 由此产生的发展政策应接受定期评估。由此取得的证据应该指导未来政策的调整。

虽然这些政策不能逆转成功地区的吸引力，但可以确保创新驱动的增长有益于整个经济体。因此，它们至关重要，是国家创新体系开放的基础。

### 框5.2 以色列蓬勃发展的创新体系：是创业之国，还是创业区域？

以色列拥有繁荣的创新经济。相对于国内生产总值的规模，没有哪个国家在研发支出方面能出其右，并能吸引更多的风险资本投资。世界上大多数领先技术公司都在以色列设有研发中心，以吸收利用该国充满活力的研究界提供的技能和经验。在许多领域，尤其是在网络安全领域，以色列公司引领了这一趋势。其活跃的创业场景为以色列赢得了“创业之国”的昵称。

以色列充满活力的创新经济一直是整体经济增长的关键动力。自2008年至2018年，以色列经济年均增长率为3.5%，再次远超大多数发达经济体。<sup>27</sup>2018年，失业率降至4%的创纪录低点。<sup>28</sup>

然而，这个昵称掩盖了创新活动在以色列的高度地理集中。特拉维夫都市区独占鳌头，是明显的龙头地区。它占到全部创业公司的77%，占有高科技工作的60%。<sup>29</sup>它拥有以色列专利申请中所列发明人的一半以上（见图5.3）。

外围地区的工资比以色列中部低35%左右。近年来，特拉维夫的主导地位甚至有所加强。在2015年至2017年期间，该地区在高科技员工增长方面的贡献超过三分之二。<sup>30</sup>特拉维夫也与全球领先的创新热点密切相联，例如，有直飞旧金山的航班。

和其他全球创新热点一样，特拉维夫也越来越担心科技公司的扩张正在推高房价，扩大收入差距。<sup>31</sup>

以色列政府承认，特拉维夫地区的吸引力反映了相对的地区优势和自然聚群力量。然而，它也认识到，这种地区失衡带来了社会经济挑战。因此，以色列创新管理局通过了一项外围创新驱动型经济战略。

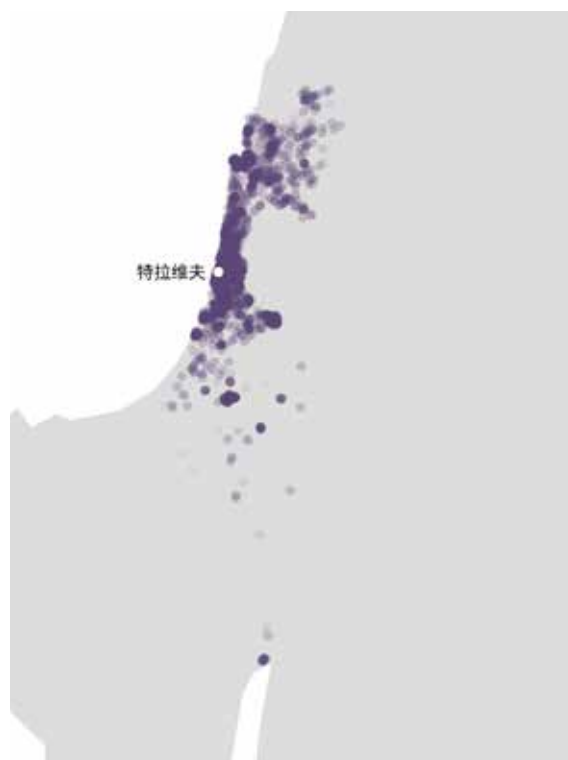
这一战略有四个核心支柱：<sup>32</sup>

- 将外国人力资本与领先的高科技公司联接起来；
- 促进外围地区制造业、农业和食品部门的技术创新；
- 鼓励利用当地学术机构和其他来源的本土知识和工业专长进行创业；
- 加强海法、耶路撒冷和贝尔谢巴等拥有高科技生态系统所需重要基础的地区的高科技生态系统。

这些支柱既力求减少创新经济中日益严重的高技能劳动者短缺现象，也力求促进当前落后地区的发展，以实现全国更平衡的增长。

### 大特拉维夫地区是大多数以色列发明家的聚居地

图 5.3 2008年-2018年专利申请中所列发明人的热图



资料来源：产权组织基于 PATSTAT 和 PCT 数据（见技术注释）。  
注：专利数字按国际同族专利计算。

## 注

- 1 见产权组织 (2015 年)。
- 2 见第四章农业生物技术案例研究。
- 3 访问 [home.cern](http://home.cern)。以色列是欧洲核研究组织唯一来自欧洲以外的成员。
- 4 见 Krugman 等人 (2018 年)。国家间生产力水平的差异是驱动专业化的第三种力量。
- 5 要素禀赋的差异也可以解释国际移民的模式。因此, 高技能劳动者, 比如说, 来自印度的软件工程师, 都倾向于移居到高收入经济体, 他们在那里获得更高的工资 (见 Krugman 等人, 2018 年)。诚然, 研发人员的工资较低只是跨国公司将研发活动设在发展中经济体的动机之一; 本地市场的增长潜力往往是另一个重要因素 (见 Thursby 和 Thursby, 2006 年)。
- 6 诺贝尔奖获得者经济学家 Kenneth Arrow 首先观察到知识的公益性 (Arrow, 1962 年)。知识生产者, 除了在消费方面不是竞争对手, 在没有知识产权保护的情况下, 也不能排除其他人使用向公众传播的知识。深入讨论, 见产权组织 (2011 年)。
- 7 见产权组织 (2019 年)。
- 8 见 Crescenzi 等人 (2019 年)。
- 9 见 Cohen 和 Levinthal (1989 年), 了解论述吸收能力重要性的一篇早期论文。
- 10 见 von Hippel (1994 年)。
- 11 这种论点在 1980 年代首次变得很著名, 人们认为, 当时东亚经济体的快速增长威胁到西方经济体的技术主导地位 (例如, 见 Tyson, 1984 年)。
- 12 见 Brander 和 Spencer (1985 年), 了解开创性贡献。
- 13 Pritchett (1997 年) 将这种长期历史趋势描述为“分化, 大时代”, 名满天下。
- 14 见产权组织 (2015 年)。
- 15 见 Patel 等人 (2018 年)。
- 16 见产权组织 (2015 年)。
- 17 见 Bloom 等人 (2019 年)。
- 18 见 Bloom 等人 (2019 年)。在分析美国经济的公司层面数据时, 作者还记录了研发生产率不断下降的情况。此外, 他们还考虑了新技术的出现弥补现有技术研发生产率下降的可能性, 并拒绝接受这种可能。
- 19 见 Gordon (2018 年)。
- 20 访问 [en.wikipedia.org/wiki/International\\_Space\\_Station](http://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station)。
- 21 见 Crescenzi 等人 (2019 年)。
- 22 见 Ganong 和 Shoag (2017 年)。
- 23 见 Alcidi 等人 (2018 年)。
- 24 在回顾 20 年来的研究时, Helpman (2018 年) 得出结论称, 全球化只是造成各国内部不平等现象小幅增加的原因。
- 25 见 Ganong 和 Shoag (2017 年)。
- 26 见 Foray (2015 年) 和 Rodríguez-Pose (2018 年)。
- 27 按世界银行报告的 2010 年不变美元 GDP 价值计算。
- 28 根据国际劳工组织编写的以色列国家概况。
- 29 见以色列创新管理局 (2019 年)。
- 30 见以色列创新管理局 (2019 年)。
- 31 见 Srivastava (2018 年)。
- 32 见以色列创新管理局 (2019 年)。

## 参考文献

- Alcidi, C., J.N. Ferrer, M. Di Salvo, R. Musmeci and M. Pilati (2018). Income Convergence in the EU: A Tale of Two Speeds. *Commentary*, January 9. Brussels: Centre for European Policy Studies.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In Nelson, R.R. (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 609–626.
- Bloom, N., C.I. Jones, J. Van Reenen and M. Webb (2019). Are Ideas Getting Harder to Find? *NBER Working Paper Series, No. 23782*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Brander, J.A. and B.J. Spencer (1985). Export subsidies and international market share rivalry. *Journal of International Economics*, 18(2), 83–100.
- Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1989). Innovation and learning: two faces of R&D. *Economic Journal*, 99, 569–596.
- Crescenzi, R., S. Iammarino, C. Ioramashvili, A. Rodríguez-Pose and M. Storper (2019). 《创新版图：地区热点和全球创新网络》。产权组织第57号经济学研究工作文件。日内瓦：产权组织。
- Foray, D. (2015). *Smart Specialisation: Opportunities and Challenges for Regional Innovation Policy*. Abingdon: Routledge.
- Ganong, P. and D. Shoag (2017). Why has regional income convergence in the U.S. declined? *Journal of Urban Economics*, 102, 76–90.
- Gordon, R.J. (2018). Declining American economic growth despite ongoing innovation. *Explorations in Economic History*, 69, 1–12.
- Grossman, G.M. and E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Helpman, E. (2018). *Globalization and Inequality*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Israel Innovation Authority (2019). *State of Innovation in Israel 2018*. [www.innovationisrael.org.il](http://www.innovationisrael.org.il)
- Krugman, P.R., M. Obstfeld and M. Melitz (2018). *International Economics: Theory and Policy* (11<sup>th</sup> edition). Boston, MA: Pearson Education.
- Patel, D., J. Sandefur and A. Subramanian (2018). Everything you know about cross-country convergence is (now) wrong. *Realtime Economic Issues Watch*, October 15. Peterson Institute for International Economics. [www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/everything-you-know-about-cross-country-convergence-now-wrong](http://www.piie.com/blogs/realtime-economic-issues-watch/everything-you-know-about-cross-country-convergence-now-wrong)
- Pritchett, L. (1997). Divergence, big time. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 3–17.
- Rodríguez-Pose, A. (2018). The revenge of the places that don't matter. *VOX*, February 6. [voxeu.org/article/revenge-places-dont-matter](http://voxeu.org/article/revenge-places-dont-matter)
- Srivastava, M. (2018). Israel's tech expansion stokes glaring inequality in Tel Aviv. *Financial Times*, December 10.
- Thursby, J. and M. Thursby (2006). *Here or There? A Survey of Factors in Multinational R&D Location*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Tyson, L.D. (1984). *Who's Bashing Whom: Trade Conflict in High-technology Industries*. Washington, D.C.: Institute for International Economics.
- von Hippel, E. (1994). 'Sticky information' and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, 40, 429–439.
- 产权组织 (2011年)。《2011年世界知识产权报告：变化中的创新格局》。日内瓦：产权组织。
- 产权组织 (2015年)。《2015年世界知识产权报告：突破式创新与经济增长》。日内瓦：产权组织。
- 产权组织 (2019年)。《2019年技术发展趋势：人工智能》。日内瓦：产权组织。

## 技术注释

### 国别收入分组

本报告利用世界银行的收入分类标准对各国进行分组。该分类标准以 2018 年人均国民总收入为基础，将各国划分为以下四组：低收入经济体（1,025 美元或以下）；中等偏下收入经济体（1,026-3,995 美元）；中等偏上收入经济体（3,996-12,375 美元）和高收入经济体（12,376 美元或以上）。

有关该分类标准的更多信息，可查阅 [data.worldbank.org/about/country-classifications](http://data.worldbank.org/about/country-classifications)。

### 国家所在区域分组

本报告采用的国家区域严格基于联合国经济和社会事务部统计司出版的 1999 年《用于统计目的的国家或地区标准编码》（第 4 版）（M49）中的地理区域。完整的区域分组方法见 [unstats.un.org](http://unstats.un.org)。

为了简化分析，对这一分组方法进行了一些修改。修改情况如下：西欧包括安道尔、奥地利、比利时、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、列支敦士登、卢森堡、马耳他、摩纳哥、荷兰、挪威、葡萄牙、圣马力诺、西班牙、瑞典、瑞士和联合王国。中东欧包括 M49 中已列入北欧和南欧区域但未列入西欧的所有国家。南亚、中亚和东南亚地理次区域被归入一个类别，其中还包括蒙古国。

### 科学出版物数据

本报告采用的科学出版物数据来自科睿唯安公司运营的引文数据库科学网科学引文索引扩展版于 1998 年至 2017 年发布的 27,726,805 条记录。该分析侧重于仅援引科学文章、会议记录、科学摘要和数据论文的 23,789,354 项结果。科学文章构成了最终数据集的主体。

### 专利数据

本报告中使用的专利数据引自欧洲专利局全球专利统计数据库（PATSTAT，2019 年 4 月）和产权组织《专利合作条约》收集的数据。在分析期间（1970 年 - 2017 年），这些来源包括 49,286,675 项首次专利申请和 26,626,660 项后续专利申请，共计来自 168 个不同专利局的 75,913,335 项专利申请。

主要分析单位是在一个或多个国家提出并要求保护同一发明的一组专利申请的初次申请。包含第一次和随后几次提交申请的每套专利申请被视为同族专利。该分析还将面向外国的同族专利（也称为国际同族专利）与只面向国内的同族专利区分开来。面向外国的同族专利涉及申请人在其本国专利局之外寻求专利保护的那些发明。这一定义还包括申请人仅在国外提出、仅

通过 PCT 体系提出或仅在欧洲专利局提出的专利申请。而仅在国内提出的同族专利系指那些仅在申请人所在国主管局提出的专利申请（无论向所在国主管局提出多少专利申请但属于同族专利），而事后没有通过巴黎公约或 PCT 途径在国外提出专利申请。同样，根据定义，由多个来源国的申请人提交的专利申请属于面向外国的同族专利。此外，大约 30% 的同族专利只涉及实用新型保护，其中大部分是仅在国内提交的专利。

除非另有说明，报告仅使用国际同族专利作为报告的所有专利统计数据的分析单位。这主要是因为全球专利统计数据库中收集的许多国家仅在国内提出的专利（和实用新型）的覆盖面不完整。虽然全球专利统计数据库中通常完整地涵盖排名靠前的国家和国际主管局即美国专利商标局、日本特许厅、韩国特许厅、中国国家知识产权局、欧洲专利局和产权组织，但其他一些主管局的覆盖面有限。例如，在全球专利统计数据库中，对于从排名前 20 位的专利局，如印度、印度尼西亚、伊朗（伊斯兰共和国）、墨西哥和土耳其专利局收集的国家数据的覆盖面有限。因此，报告采用了 8,955,990 项国际同族专利的信息，其中包含 35,582,650 项不同的专利申请。

### 地理编码

利用所有现有地址信息和这些数据的现行地理编码办法对科学出版物和专利数据进行地理编码（即确定某一位置的纬度和经度）。

就科学出版物而言，本报告假定，为任何出版物进行的研究都是在作者声称其所属机构和组织进行的。目前 97% 的联系地址都是按邮政编码或城市以下级别进行了地理编码的。如果同一出版物的作者有一个以上的隶属机构或组织，则所有不同地址均纳入考虑。

就专利而言，对 1976 年到 2015 年提出的 87% 的国际同族专利进行了地理编码。没有进行地理编码的大多数案例是因为没有可用的地址信息。通过使用每个同族专利中目前最完整和最可靠的数据源，尽可能对发明者的地址进行地理编码。此外，现有的地理编码专利数据丰富了这些数据（见 Yin 和 Motohashi，2018 年；Ikeuchi 等人，2017 年；Li 等人，2014 年；de Rassenfosse 等人，2019 年；Morrison 等人，2017 年）。对所有这些来源和产权组织的地理编码进行了分析和汇总，以获得每个同族专利的最佳地理编码数据。当特定同族专利有多个来源时，优先顺序如下：(1) 来源含有发明者提供的信息（发明者原则）；(2) 来源涵盖多个发明人的地址（覆盖面原则）；(3) 来源具有最佳地理编码分辨率（分辨率原则）；(4) 来源最

贴近地址所在国，例如，将中国地址委托给中国国家知识产权局提供数据，将日本地址委托给日本特许厅提供数据，等等（当地原则）；以及（5）当仍然有两个或多个源时，人工核实和专门筛选。因此，许多发明者的地址地理编码精确到街道或街区等层级，但其他人的地址只在邮政编码或其他城市以下级别进行了地理编码。涉及多个主管局的同族专利更有可能进行地理编码，且质量更高。这也是报告只依据国际同族专利的另一个原因。更多信息，请参考 Miguelez 等人（2019 年）。

### 衡量创新集聚

为了处理可变面积单位问题（MAUP）及其导致的统计失真问题，本报告设定了两组特别可比区域，以取代行政区域（见 Ester 等人，1996 年）。第一组区域被命名为全球创新热点，按照每平方公里拥有的科学文章或同族专利来反映世界上创新密度最高的地理区域。根据定义，这些地区具有国际可比性和地理独特性。相同的科学出版物或专利密度表明世界何处具有相同热点，尽管科学出版物和专利数据的阈值不同。专利或科学出版物地址不能同时位于两个热点。

第二组区域被称为专业化专精集群，这是为了避免因一些科学或技术领域在科学出版物和专利数据中分量过重而出现偏差。专业化专精集群反映一个或多个特定科学出版物或专利领域中创新密度高的区域，否则这些区域不符合标准，不能成为全球创新热点。由此形成的集群同样也是独特的地理区域，因为不同领域的重叠集群被合并成为一个集群。但它们仅在其特定科学或技术领域内才能进行国际比较。

因此，报告确定了全世界 174 个全球创新热点和 313 个专业化专精集群。详细的识别方法描述如下：

首先，使用聚类算法即基于密度的噪声聚类方法来识别全球创新热点中的点，该算法分别应用于已进行地理编码的专利和科学出版物数据。基于密度的噪声聚类方法需要两个参数（最小半径和点）来确定形成候选区域的最小可接受密度。对专利和科学出版物设置的这两个参数不同。科学出版物数据的半径被设定为 23 公里，这是经合组织国家的平均通勤距离。鉴于专利数据的地理编码更加精确，并且根据目检，将半径设置为较小值 13 公里。考虑到每个数据集的半径，最小点的参数被设置为所有可能圆周范围内专利和科学出版物的平均密度。因此，全球创新热点的最小专利密度被设定为每 10 公里 1,453 项专利，科学出版物的最小密度被设定为每 10 公里 3,328 份科学出版物。

第二，使用基于密度的噪声聚类方法得到的点群用于确定全球创新热点的候选地理区域——即边界。对于每个专利和科学出版物的点群，使用近邻凸包算法确

定每个科学出版物和专利集聚的边界（见 Moreira 和 Santos, 2007 年）。为了避免出现异常多边形形状，凸包算法被设置为某一组的所有外部点至少覆盖 75% 的凸区。在少数情况下，如果该组的坐标少于三个，多边形被设置为半径为 13 公里的圆周。重叠的多边形被合并，只保留所有相关集聚的外部边界。但是，如果重叠部分在任一多边形中所占比例不足 5%，则人工检查并纠正这些重叠部分。分析中会考虑所得多边形内的所有专利和科学文章，无论它们是否是使用基于密度的噪声聚类方法所得结果的一部分。

第三，对分别涉及 12 个科学领域和 13 个技术领域的同一出版物和专利数据的 25 个子样本重复上述方法。专利的半径参数再次被设定为 13 公里，科学出版物的半径参数被设定为 25 公里。给定每个数据集的半径，最小点被设置为 13 个技术领域中每个技术领域的平均专利密度和所有可能圆周范围内 12 个科学领域中每个科学领域的平均科学出版物密度。根据这 25 次迭代中每一次迭代得到的结果分组，只保留不包含在全球创新热点内的点来计算凹多边形区域。根据生成的多边形，按照上述同样的方法将重叠的多边形合并。

### 摸底调查战略

这两个行业（第三章中的无人驾驶汽车和第四章中的植物生物技术）的专利摸底调查战略均基于先前的研究和专家建议。每项战略都尽可能基于现有同等科学出版物和专利的摸底调查活动，并与之进行比较。详情见 Graff and Hamdan-Livramento (2019 年) 和 Zehtabchi (2019 年)。

### 无人驾驶汽车

无人驾驶汽车摸底调查基于 PATSTAT 中的专利数据和 WoS SCIE 中的科学文章数据，这些数据根据专利分类、科学主题和关键词采样，详情如下。

以下 IPC 和 CPC 号用于确定无人驾驶汽车相关专利，并基于英国知识产权局、欧洲专利局和日本特许厅之前的专利态势。一些 CPC 和 IPC 号仅与一些关键字结合使用。

独立符号：G05D 1/0088; G05D2201/0207; G05D2201/0212; G08G 1/22; B60L2260/40%; B60L2230%; B60K31/0008; B60K31/0008; B60K2031/0091; B60K31/0058; B60K31/0066; B60W2550/40; B60W2600%; G01S15/88; G06K9/00791; G06T2207/30252; G08G1/096791; G08G1/16; G08G1/22; H04L67/12; Y02P90/285。

符号与关键词相结合：B60L%; B60W%; B60W2030/%; B60W2040/%; B60W2050/%; B60W30/%; B60W40/%; B60W50/%; B60Y%;



B60Y2200/11; B62D%; G01S13/93; G01S13/931; G01S15/93; G01S15/931%; G01S17/88; G01S17/93; G01S17/936; G01S7/022; G01S7/4806; G05D1/02; G05D1/021%; G08G1/16%; Y02T10%; Y02T90%。

关键词：(ground | car | cars | lorri | lorry | road | street | highway | convoy | platoon | fleet) , (autonomous | unmanned | driver[.]{0,}less | agv) , and NOT (air | aer | drone | flight | flies | fly)。

在科学出版物数据方面，采用了迭代过程。首先，通过合并以下两个术语表，对 WoS SCIE 的数据摘要制定了基于关键词的策略：(1) automated, autonomous, self-driving, driverless, unmanned, robotic, pilotless and unpiloted 及 (2) vehicle, car, truck, taxi, shuttle, lorry, driving, transport (ation) and automobile。

其次，随后通过人工检查由此产生的科学文章的作者所声明的标签，以建立一个包含以下 40 个术语的新列表：自适应巡航控制、高级驾驶员辅助系统、自动驾驶系统、自动变道机动、自动车辆控制、自动车辆跟踪、汽车雷达、汽车传感器、自主移动机器人、自主导航、自主代客泊车、自主车辆网络、自动车道、避免碰撞、防撞、国防高级研究计划署、国防高级研究计划署城市挑战、国防高级研究计划署城市挑战、可驾驶区域检测、智能巡航控制车辆、智能无人自主系统、光探测和测距、激光成像探测和测距、光探测和测距、光探测和测距目标探测、光探测和测距（激光雷达）、前瞻感知、移动车辆检测、避障、障碍物探测、行人检测、人行横道检测、排；预测巡航控制、无人驾驶地面车辆、无人地面车辆、车辆自动化、车辆检测、视觉导航、轮式机器人车辆。

第三，科学文章摘要和标题中使用了 40 个术语来提取新的数据集。为了避免误报，发表在期刊上在 WoS 中标记为以下主题的文章被排除在外：解剖学 / 形态学、艺术、天文学 / 天体物理学、听力学 / 语言病理学、行为科学、生物化学 / 分子生物学、生物多样性 / 保护、生物物理学、生物技术 / 应用微生物学、心血管系统 / 心脏病学、细胞生物学、化学、结晶学、发育生物学、教育 / 教育研究、急救医学、内分泌学 / 新陈代谢、昆虫学、环境科学 / 生态学、进化生物学、渔业、食品科学 / 技术、林业、胃肠病学 / 肝病、全科医学 / 内科学、地球化学 / 地球物理学、地理、地质学、老年病学 / 老年学、保健科学 / 服务、免疫学、传染病、情报学 / 图书馆学、生命科学 / 生物医学——其他主题、语言学、海洋 / 淡水生物学、医学信息学、医学实验室技术、气象学 / 大气科学、微生物学、矿物学、采矿 / 矿物加工；神经科学 / 神经学；核科学 / 技术、护理；营养 / 营养学、产科 / 妇科、海洋学、眼科、骨科、

耳鼻喉科、病理学、儿科、药理学 / 药学、生理学、植物科学、精神病学、心理学、公共环境 / 职业健康、放射核医学 / 医学成像、康复、研究 / 实验医学、呼吸系统、风湿病、社会科学——其他主题；体育科学、外科手术、毒理学、移植、热带医学、泌尿学 / 肾病学、兽医科学、水资源、动物学。

### 作物生物技术

作物生物技术摸底调查基于 PATSTAT 中的专利数据和 WoS SCIE 中的科学文章数据，这些数据根据专利分类、科学主题和关键词采样，详情如下。

以下 IPC 和 CPC 号用于确定每一种作物生物技术类别的专利，它们共同构成了作物生物技术专利总数：

作物遗传改良：A01H1%; A01H3%; A01H4%; A01H5%; A01H6%; A01H7%; A01H17%; C12N5/04%; C12N5/14%; C12N15/05%; C12N15/29%; C12N15/79%; C12N15/82%; C12N15/83%; C12N15/84%; (C07K14/415% 而非 A61K%)。

作物害虫防治：A01N63%; A01N65%; C12N15/31%; C12N/32%; (C07K14/325% 而非 A61K%)。

土壤肥力：C05F%。

气候变化：Y02A40/146; Y02A40/162; Y0240/164。

这些科学出版物选自排列靠前的植物生物技术科学期刊以及农业生物技术排名靠前的科学期刊和关键词。这些包括：

选自以下排名靠前的植物生物技术期刊的所有文章：《农业基因》、《作物科学》、《荷兰植物育种杂志》、《遗传、选择和进化》、《实验植物学杂志》、《植物生理学杂志》、《新植物学家》、《植物生理学》、《植物与细胞生理学》、《植物细胞》、《植物细胞与环境》；《植物细胞报告》、《植物学报》、《植物分子生物学》、《植物生理学》、《植物生理学与生物化学》；《植物科学》、《植物学》。

排名靠前的农业生物技术科学期刊及关键词：

排名靠前的农业生物技术科学期刊：《生物化学与生物物理研究通讯》、《细胞》、《生物化学杂志》、《生物学杂志》、《细胞生物学杂志》、《分子生物学杂志》、《美国医学协会杂志》、《分子与细胞生物学》、《自然》、《自然生物技术》、《新英格兰医学期刊》、《公共科学图书馆》、《美国国家科学院院报》、《科学》、《欧洲分子生物学杂志》、《理论与应用遗传学》。

关键词：abscisic acid; ACC oxidase; ACC synthase; aerenchyma; agrobacterium rhizogenes; agrobacterium tumefaciens; agrobacterium; alfalfa; ammonium; anther culture; anthocyanins; apoplast; arabidopsis; arbuscular mycorrhiza\*; auxin; bacterial blight; banana; barley; beta vulgaris; rachypodium distachyon; brassica; bread wheat; breeding; breeding value; C-4 photosynthesis; canola; capsicum annuum; carrot; cassava; chickpea; chinese cabbage; chlorophyll a fluorescence; chloroplast DNA; citrus; coffea arabica; cold tolerance; common bean; conifer\*; cotton; cross-breeding; cucumis melo; cucumis sativus; cytokinins; cytoplasmic male sterility; daucus carota; defoliation; distillers grains; doubled; downy mildew; drought resistance; ectomycorrhizal; eucalyptus; flaxseed; forage; fructan; fruit development; fruit quality; fruit ripening; fusarium; fusarium graminearum; fusarium head blight; garlic; genome; genotype x environment interaction; genotype; germplasm; gibberellins; glycine max; gossypium hirsutum; grain; grain filling; grain yield; grapevine; hairy root; haploid; hevea brasiliensis; high; hordeum vulgare; hypersensitive response; kiwifruit; leaf anatomy; leaf growth; leaf rust; legume; linseed; lolium perenne; lycopersicon esculentum; maize; male sterility; marker; medicago truncatula; methyl jasmonate; micropropagation; mycorrhiza\*; nicotiana tabacum; nitrogen fixation; orchid; oryza; oryza sativa; osmotic adjustment; osmotic potential; pea; peach; pectin; pepper; perennial ryegrass; phaseolus vulgaris; phenotyping; phloem transport; physcomitrella patens; phytic acid; phytotoxicity; picea abies; pinus; pinus pinaster; pinus taeda; pisum; plant breeding; plant defence; plant regeneration; plant transformation; pollen development; pollen germination; pollen tube; potato; prunus persica; QTL\*; QTL analysis; QTL mapping; QTLs; quantitative trait loc\*; rapeseed; resveratrol; RFLP; rice; root elongation; root exudates; rubisco activase; rye; sap flow; seed; self-incompatibility; shoot regeneration; solanum lycopersicum; solanum tuberosum; somaclonal variation; somatic embryogenesis; sorghum; soybean; spinacia oleracea; stomatal conductance; strawberry; sucrose synthase; sugar beet; sugarcane; sunflower; suppression subtractive hybridization; tall fescue; thlaspi caerulescens; tomato; transgenic plant\*; transgenic rice; transgenic tobacco; tritic\*; triticum aestivum; vicia faba; vitis vinifera; water potential; water use efficiency; wheat; winter wheat; xylem sap; zea may\*。

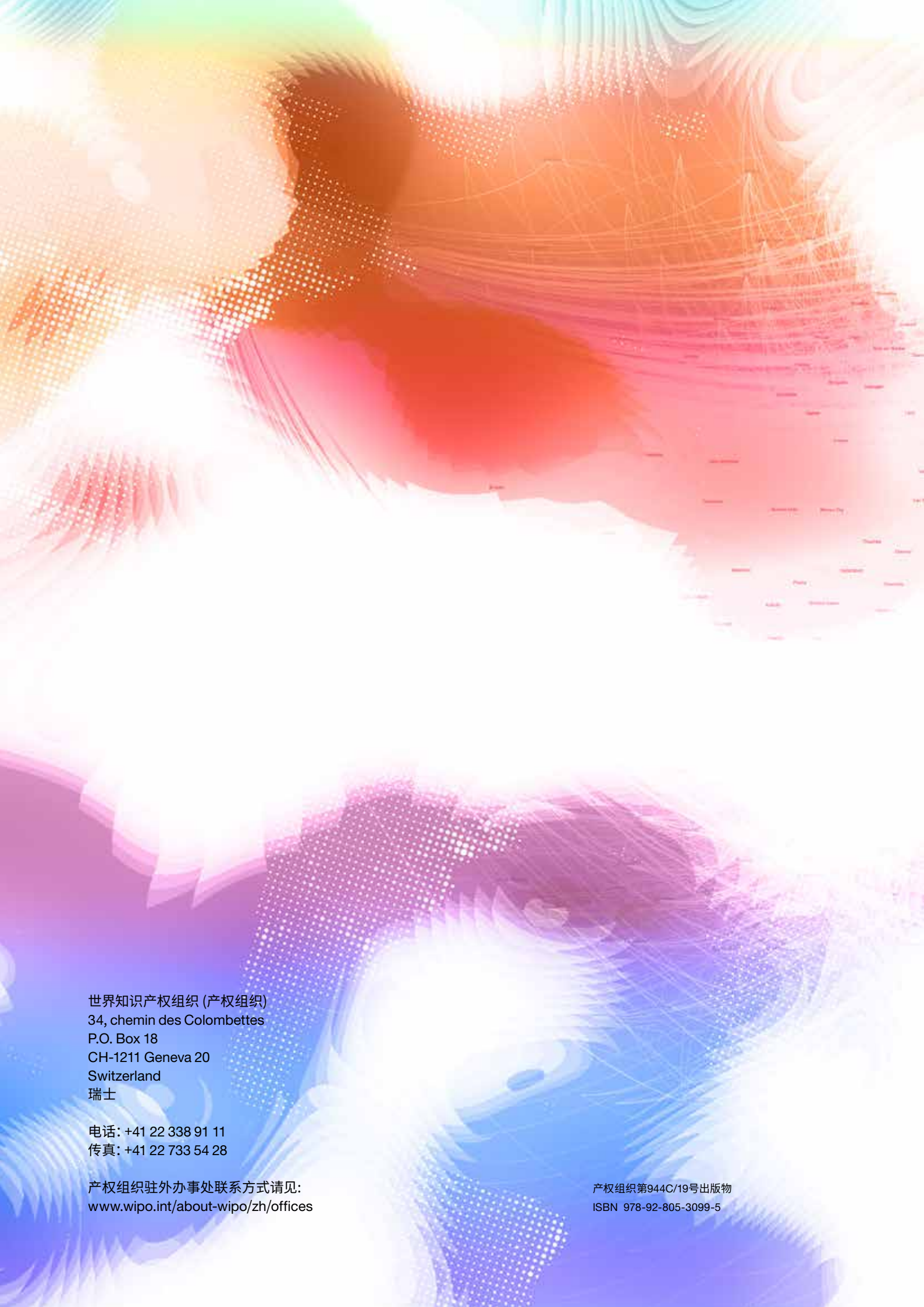
## 参考文献

- de Rassenfosse, G., J. Kozak and F. Seliger (2019). Geocoding of worldwide patent data. [papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3425764](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3425764)
- Ester, M., H.-P. Kriegel, J. Sander and X. Xu (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, Portland, Oregon, August 2–4, Menlo Park, CA: AAAI Press, 226–231.
- Graff, G. and I. Hamdan-Livramento (2019). The Global Innovation Network of Plant Biotechnology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 59*. Geneva: WIPO.
- Ikeuchi, K., K. Motohashi, R. Tamura and N. Tsukada (2017). Measuring Science Intensity of Industry using Linked Dataset of Science, Technology and Industry. *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-056. [www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html](http://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/17030073.html)
- Li, G.-C., R. Lai, A. D'Amour, D.M. Doolin, Y. Sun, V.I. Torvik, A.Z. Yu and L. Fleming (2014). Disambiguation and co-authorship networks of the U.S. patent inventor database (1975–2010). *Research Policy*, 43, 941–955.
- Migueluez, E., J. Raffo, C. Chacua, M. Coda-Zabetta, D. Yin, F. Lissoni and G. Tarasconi (2019). Tied In: The Global Network of Local Innovation. *WIPO Working Paper No. 58*, November. Geneva: WIPO.
- Moreira, A. and M.Y. Santos (2007). Concave hull: A k-nearest neighbours approach for the computation of the region occupied by a set of points. In *Proceedings of the Second International Conference on Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2007)*, Barcelona, March 8–11. INSTICC Press. ISBN 978-972-8865-71-9, pp. 61–68.
- Morrison, G., M. Riccaboni and F. Pammolli (2017). Disambiguation of patent inventors and assignees using high-resolution geolocation data. *Scientific Data*, 4. doi: [org/10.1038/sdata.2017.64](https://doi.org/10.1038/sdata.2017.64)
- Yin, D. and K. Motohashi (2018). Inventor Name Disambiguation with Gradient Boosting Decision Tree and Inventor Mobility in China (1985–2016), *RIETI Discussion Paper Series*, 18-E-018.
- Zehtabchi, M. (2019). Measuring Innovation in the Autonomous Vehicle Technology. *WIPO Economic Research Working Paper No. 60*. Geneva: WIPO.

## 缩略语

ADAS	高级驾驶员辅助系统	MaaS	出行即服务
ADS	自动驾驶系统	MAUP	可变面积单位问题
AHS	自动公路系统	MIT	麻省理工学院
AI	人工智能	MNC	跨国公司
AV	无人驾驶车辆	NARS	国家农业研究系统
BIO	生物技术创新组织	NOAA	国家海洋和大气管理局
Bt	苏云金芽孢杆菌	OECD	经济合作与发展组织
CAAS	中国农业科学院	OEM	原始设备制造商
CBD	生物多样性公约	PCT	专利合作条约
CEO	行政事务主任干事	R&D	研究与开发
CERN	欧洲核研究组织	rDNA	重组DNA
CGIAR	国际农业研究协商组织	S&T	科学与技术
CIMMYT	国际玉米小麦改良中心	SCIE	科学引文索引扩展版
CIP	国际马铃薯中心	SNC	专业化专精集群(专业化集群)
CMU	卡内基梅隆大学	TRI	丰田研究所
CNRS	国家科学研究委员会	U.K.	联合王国
Commission	欧洲联盟委员会	U.S.	美利坚合众国
CPC	合作专利分类	UN	联合国
CRISPR-Cas9	簇状规则间隔短回文重复序列- 关联蛋白9	UPOV	保护植物新品种联盟
CSAIL	麻省理工学院计算机和人工智能实验室	USDA	美国农业部
CTO	首席技术干事	USPTO	美国专业商标局
C-V2X	蜂窝车联	V2I	汽车对基础设施
DARPA	国防高级研究计划署	V2V	汽车对汽车
DNA	脱氧核糖核酸	VW	大众汽车
ECJ	欧洲法院	WatCAR	滑铁卢汽车研究中心
EMBRAPA	巴西农业研究公司	WIPO	世界知识产权组织
EPA	美国环境保护局	WTO	世界贸易组织
EU	欧洲联盟		
FAO	联合国粮食及农业组织		
FCA	菲亚特克莱斯勒汽车公司		
FDA	美国食品药品监督管理局		
FDI	外国直接投资		
GDP	国内生产总值		
GEO	转基因生物		
GIH	全球创新热点		
GIN	全球创新网络		
GIO	基因改良生物		
GM	通用汽车公司		
GMO	转基因生物		
IARC	国际农业研究中心		
ICT	信息和通信技术		
IP	知识产权		
IPC	国际专利分类		
IRRI	国际水稻研究所		
IT	信息技术		





世界知识产权组织 (产权组织)  
34, chemin des Colombettes  
P.O. Box 18  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland  
瑞士

电话: +41 22 338 91 11  
传真: +41 22 733 54 28

产权组织驻外办事处联系方式请见:  
[www.wipo.int/about-wipo/zh/offices](http://www.wipo.int/about-wipo/zh/offices)

产权组织第944C/19号出版物  
ISBN 978-92-805-3099-5