

全球生命科学集群 创新发展报告

2024



nature
research intelligence

中关村生命科学园 (Zhongguancun Life Sciences Park)

中关村生命科学园位于北京市昌平区未来科学城西区, 总占地面积 7.2 平方公里。生命科学园是北京国际科技创新中心“三城一区”主平台的重要支撑, 是北京自贸试验区科技创新片区的重要组成, 也是中关村国家自主创新示范区的重要专业园区, 正在加快建设北京高水平人才高地主阵地, 定位为具有全球领先水平的“生命谷”, 将加快打造具有全球竞争力的医药健康产业发展高地。经过多年发展积淀, 生命科学园已成为中国生命科学领域创新资源最为集中的园区之一, 是北京医药健康产业发展的创新引擎。

自然科研智讯 (Nature Research Intelligence)

致力为政策制定者、科研管理者、研究机构、资助机构及企业等提供深入的科研分析和科研全景概览。通过整合利用 Dimensions、The Lens、Nature Index、SpringerMaterials、ADIS Insight、Crossref、OpenAlex 等数据来源, 关联分析科研文章、经费、专利、临床试验和政策文件等数据, 灵活组合自然指数 (Nature Index)、自然引航 (Nature Navigator)、自然策略报告 (Nature Strategy Report), 进行全面的文献计量分析, 提供客观而全面的科研表现数据分析, 洞察科研发展趋势, 揭示研究潜力和机会, 支持战略决策制定。

执行摘要	2
第一章 引言	3
第二章 全球生命科学产业发展现状	4
2.1 全球生命科学产业规模	4
2.2 全球各国生命科学战略	5
2.3 生命科学产业地域分布	6
2.4 小结	6
第三章 基于科技数据的全球生命科学集群研究	8
3.1 人才汇聚与多样性	8
3.2 基础科研突破与国际合作	11
3.3 科研产出与商业化	19
3.4 小结	21
第四章 全球生命科学集群创新实践	22
4.1 波士顿—高能级的生命科学创新生态典范	22
4.2 西雅图—建立生命科学跨区域研发生产合作体系	24
4.3 巴黎—依托国际临床研究优势建立的生物医疗创新集群	25
4.4 北京—高度整合顶尖科研资源的策源型创新集群	26
4.5 上海—中国生命科学嵌入国际创新网络的先锋	27
4.6 小结	27
第五章 全球生命科学集群创新发展的机遇与挑战	28
5.1 生命科学发展的挑战和机遇	29
5.2 生命科学创新的未来	30
5.3 小结	30
第六章 总结	31
参考文献	32
附录	33
附录 1: 数据来源	33
附录 2: 数据名称和分析方法	34
附录 3: 数据	35
团队	36

执行摘要

生命与健康是人类社会发展的永恒主题，也是一个国家或城市发展的核心目标。近年来，生命科学领域的关注度与日俱增，前沿技术创新层出不穷，交叉融合带来的赋能也催促着生命科学领域的加速前进。为更好地为生命科学集群创新发展提供全景式的参考和借鉴，自然科研智讯（Nature Research Intelligence）基于出版物中生命科学领域创新发展的前沿数据追踪，结合全球案例分析编制了《全球生命科学集群创新发展报告 2024》。报告从科技人才、国际合作、成果应用等方面，客观评估了全球 22 个生命科学集群创新发展的前沿动态，并深入分析了波士顿、西雅图、巴黎、北京、上海在生命科学集群创新发展的实践情况，为理解生命科学集群创新发展演化的历史脉络和未来方向提供战略性参考。

全球生命科学领域前沿研发竞争激烈。人口增长、老龄化、流行疾病、环境问题等推动生命科学领域的市场规模快速扩充，在强烈的需求驱动下，全球生命科学领域的研发投入达到 3000 亿美元。美国、欧盟、英国、日本等发达国家，中国、印度等新兴发展中国家均加强了在生命科学领域的战略布局和研发资助，各个国家的研发规模迅速发展，突破性成果层出不穷，北美、欧洲发展较为成熟，亚洲国家发展迅速。

创新的“浓度”“广度”“速度”成为了当下全球生命科学集群的重要标志。纽约、东京、北京等国际科创中心在生命科学领域的资源投入和产出比重不断提升，圣地亚哥、弗洛伦萨、洛桑、鹿特丹等迷你型的科创中心更是几乎完全聚焦于生命科学领域，从而推动区域的优势化发展。从现状来看，无一例外，全球重要生命科学集群都是各类创新资源高度集聚的区域。从趋势来看，全球生命科学的国际合作日趋深入，交流合作能力成为了发展的关键。从成果来看，生命科学领域研究成果质量显著提升，高水平的研究论文成果和产业应用场景不断拓展。

政策支持是生命科学集群发展的关键推动力。在全球范围内，政府的政策支持在推动生命科学产业发展中都起到了至关重要的作用。全球生命科学集群的成功经验显示，政策不仅能够促进集群内的创新生态系统建设，还能引导创新资源的高效配置。中国的

“十四五”规划和地方政府对生命科学集群的支持，也为产业发展提供了重要的政策保障。通过政策激励，集群不仅吸引了国际资本和技术的投入与合作，也促进了本土创新资源的整合与利用。

全球生命科学集群呈现多样化的创新发展模式。波士顿依托高能级的生命科学创新生态在生命科学领域“异军突起”，将以电子信息技术闻名全球的 128 公路打造成了生命科学全球策源地。西雅图依靠强大的健康医疗体系和跨区域合作成为了美国西海岸生命科学发展高地。巴黎以国际化的临床资源和产学研合作成为欧洲生命科学创新重要集散地。北京通过集聚中国尖端研发资源在生命科学领域的原始创新上加速发力。上海仍然承袭着开放、包容、创新和多元化的城市精神，加速实现中国生命科学的国际化合作。这些集群虽然在组织形式上存在一定差别，但是仍有一些关键的共性要素，存在内在的必然联系。

全球生命科学集群发展面临多重挑战与机遇。一方面，全球资本寒冬、科技竞争、生物伦理、规则标准接轨等问题为生命科学发展带来了多重复杂挑战，对世界各国制度创新、政府监管、经济刺激、法规制定等提出了更高要求。另一方面，生命科学前沿技术突破及其在其他领域的应用也为产业发展带来了巨大机遇，合成生物、脑机接口、超超分辨率、AI 制药等新兴技术，以及生物+化工、生物+能源等“生物+”生产方式将成为驱动生命科学范式变革的重要力量。中国生命科学集群发展势头强劲但挑战并存。中国的生命科学集群近年来发展迅速，形成了以北京、上海等地为代表的创新中心。这些集群在新药研制、器械创新和现代中药等领域表现突出。国际化竞争加剧、人才短缺是全球生命科学集群面临的关键问题。

新一轮科技革命，重大科学基础设施的建设，关联技术发展带来的交叉创新，都是生命科学领域发展的催化剂。为牢牢把握生命科学领域创新发展的重要机遇窗口，本报告为全球生命科学集群的发展路径提供了多维度的定量分析和案例研究，揭示了全球各主要集群的创新优势，以及未来合作的广阔前景，助力政府、企业和科研机构在全球生命科学领域寻找新的突破口和增长点。



©MATHIAS KULIKVETTY

第一章

引言

新一轮科技革命和产业变革正在不断深入，科学技术的研究正向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力，不断突破人类认知边界。近年来，以合成生物学、脑机接口、创新药物、生物工程、细胞图谱、精准治疗、疫苗研发为主的生命科学领域创新发展持续加速，帮助人类不断克服疾病困扰，突破生理极限。同时，人工智能技术、生物芯片技术、光学成像技术、纳米材料技术、激光射线技术等的发展助推生命科学在交叉领域实现大量创新，并加速生命科学从基础研究、试验发展到商业化的全链条、全过程。^[1]

追求健康长寿、扩充生理极限、摆脱疾病困扰、探索人机共存等因素不断驱动着生命科学领域市场规模的进一步扩充。近年来，世界各国相继出台支持生命科学创新发展的战略规划与政策体系，推动本国生命科学产业在新一轮科技革命下协同变革。此外，全球的高校、科研机构、跨国公司正在强化生命科学重点领域的研发布局和人才培养，把生命科学领域视为继信息技术领域之后的“新增长点”，全球生命科学集群创新

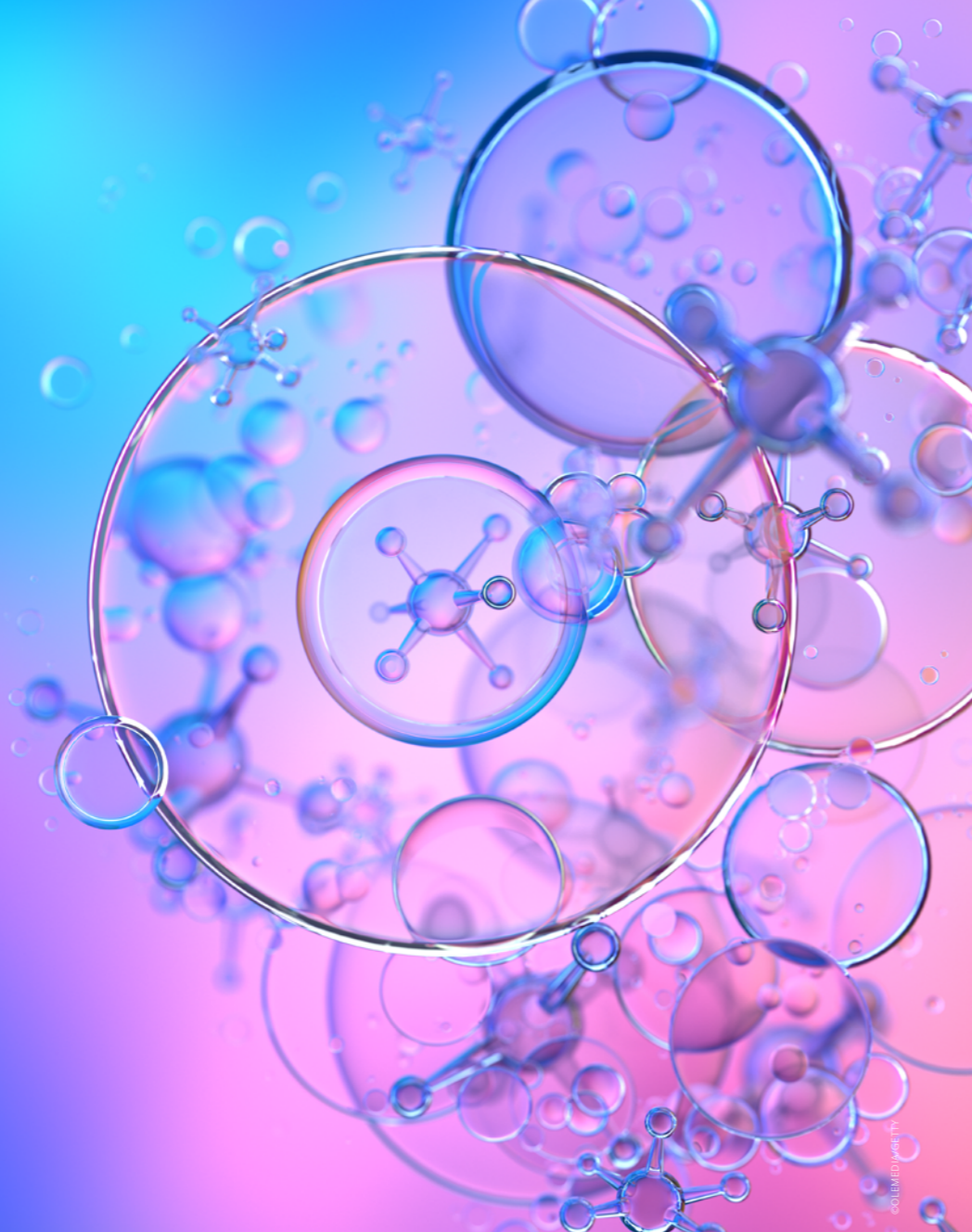
规模不断扩大，竞争愈发激烈。

放眼全球，以美国波士顿、旧金山湾区，瑞士洛桑，英国伦敦，法国巴黎，日本东京-神户等为代表的发达国家和重点区域在建设生命科学领域的创新集群方面已经展现出强劲的优势，不断推动全球各类创新资源整合，加速尖端人才的吸引和汇聚，成为当今生命科学创新发展的策源地。在这全球化的浪潮中，中国生命科学领域的研发创新和产业发展也在快速崛起，以北京、上海、苏州等为代表的生命科学园区逐步融入到了全球创新合作网络中，为生命科学领域发展贡献了“中国力量”。^[2]

本报告以自然科研智讯文献计量学数据为基础，透视生命科学文献背后的科技人才发展进程，全球科研合作网络以及关键领域的基础研究和产业化链接情况，展示生命科学领域的创新进展。同时，深入刻画世界各地生命科学集群发展模式和主要特色，并在此基础上分析生命科学领域的机遇挑战与创新趋势，更好地推动生命科学领域的发展，推进国际合作和良性竞争。

第二章

全球生命科学产业发展现状



根据世界卫生组织（WHO）预测，2015年至2050年期间，世界60岁以上人口占比将翻一番，从12%增至22%。^[3]在人口老龄化、环境问题、气候变化、全球性流行病、传染病等多种因素影响下，公众健康和免疫力面临越来越严重的潜在威胁，慢性疾病、癌症等大病重病的患病率攀升。新冠疫情的爆发再次引发了全人类对生命、健康、公共卫生的关注。在技术进步和各国政府的大力支持下，生命科学产业规模发展势头强劲。

2.1 全球生命科学产业规模

生命科学产业研发投入加大。近年来，

全球生命科学领域的研发投入保持稳定增长。根据欧盟每年发布的《欧盟产业研发投入记分牌》统计的企业研发投入前2500强的数据，全球在生命科学领域（包含医药与生物技术、健康护理设备与服务两个领域）的研发资金投入从2019年的2023亿美元增长至2022年的2849亿美元，复合年均增长率达12.1%，为未来产业的发展提供持续的源动力。^[4]根据AdisInsight数据库，2023年全球共有14831种药物处于研发/临床前研究阶段，7586种药物处于临床试验阶段，349种药物处于监管审批阶段，646种药物处于市场推广阶段。相较于2004年，这些数据分别为2716种、1277种、67种和133种。全球药物研发上市数量始终保持逐年上

升趋势，尤其在2015年至2023年，处在研发/临床前研究阶段的药物数量快速增加，复合年均增长率约为13.5%。

生物医药产业增长迅速。根据艾昆纬（IQVIA）最新发布的《2024年全球药品使用趋势报告-展望至2028》，2023年全球药品支出已达到1.6万亿美元；预计到2028年，全球药品市场将突破2.2万亿美元；未来五年内的复合年均增长率将保持在6-9%之间。其中，生物药品支出预计将从2023年的0.50万亿美元，增长至2028年的0.89万亿美元，复合年均增长率将保持在9.5-12.5%之间^[5]，高于2024年全球经济预期增速的3.2%^[6]，这一趋势反映了全球生命科学产业强劲的增长动力。

全球生命科学产业发展现状

前沿技术交叉融合带来新的发展机遇。

科技与医疗保健的深度融合为全球生物医药产业带来了新的增长点。人工智能、基因技术、免疫治疗等新一轮科技革命正在催生全球生命科学的巨大变革。不少企业正在积极探索如何在现有数据和AI模型之上叠加生成式AI，包括OpenAI的ChatGPT等大型语言模型（LLM），以数据驱动的方法进一步改进新药研发过程，提升运作效率，降低研发成本和失败率，加快研发进程。基因工程药物和基因工程疫苗的出现，为人类治疗疾病和预防传染病提供了更安全、有效和精准的手段，个性化医疗和精准医疗的发展正成为行业新兴方向。

2.2 全球各国生命科学战略

全球生命科学的飞速发展和应用拓展，多学科交叉融合共生，推动前沿技术颠覆性创新。生命科学产业展现出推动产业革命和结构调整的潜力，有望从根本上解决当前人类共同面对的人口、粮食、资源、环境、能源等重大问题，是促进经济社会可持续发展的有效途径。各国在生物科技领域的竞争也日益加剧。从21世纪初开始，世界各主要经济体在生命科学领域就开始进行战略布局，在顶层设计、技术研发投入、人才培养、服务保障等方面出台支持政策。

美国将生物医药作为国家战略，2023年发布《美国生物技术和生物制造远大目标》，涉及五大领域，包括：气候、食品农业、供应链、大健康、基因生物等领域，旨在推动美国生物技术和生物制造的发展。^[7]2024年3月22日，美国白宫宣布成立国家生物经济委员会，推动生物技术和生物制造领域

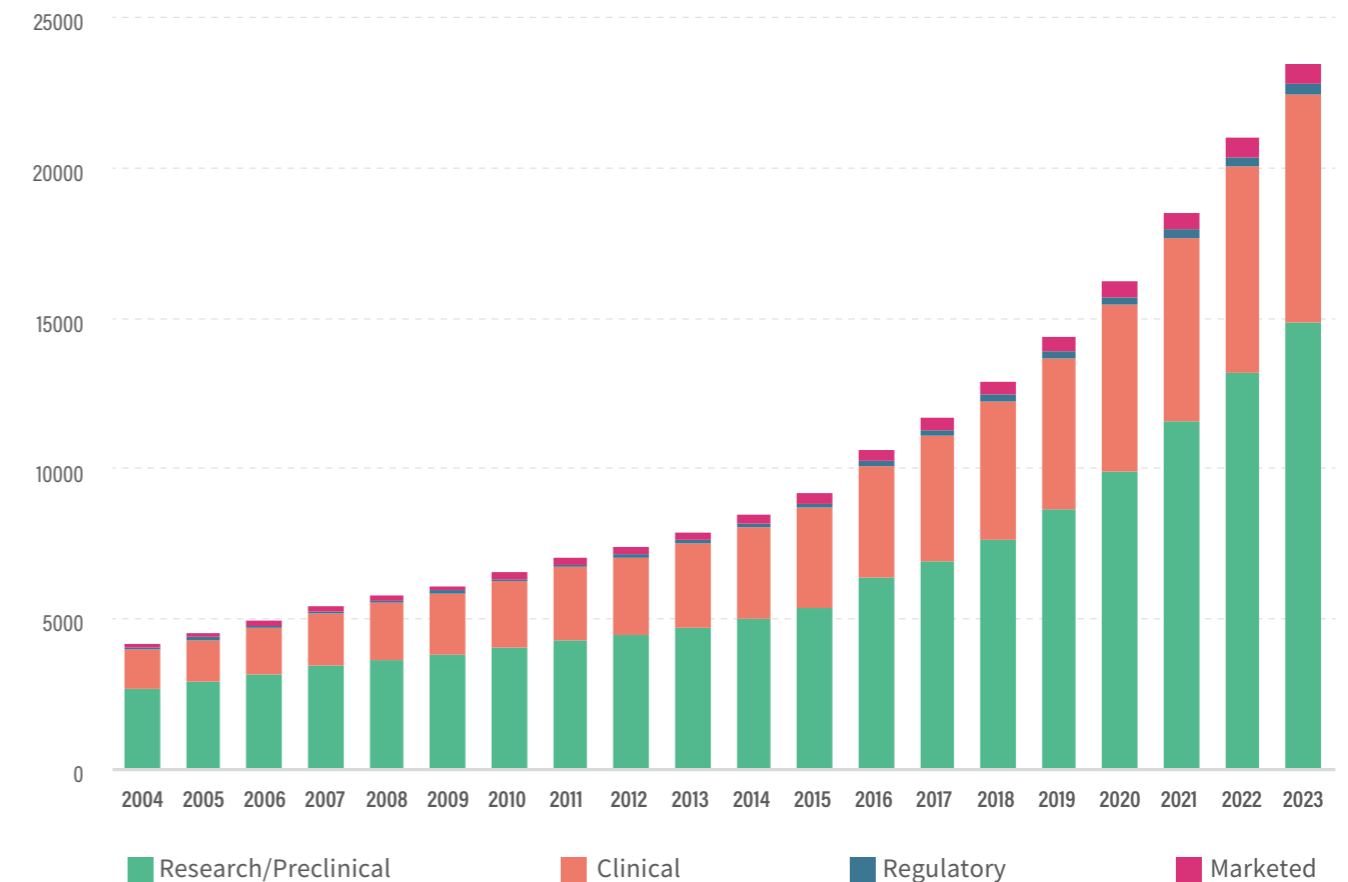
的公共和私营部门合作。^[8]与此同时，美国通过研究制定相应的法律法规、财政预算、管理制度、税收政策等，不断加强生物技术研究，鼓励发明创新，促进生物技术转移。

欧盟将大力支持生物技术和生物制造产业。为此，欧盟委员会于2024年3月提出《与自然共建未来：推动生物技术和生物制造》文件，利用研究成果促进创新、刺激市场需求、简化监管途径、鼓励公共和私人投资、提升生物技术相关技能水平、制定并更新标准、发挥区域和主体协同作用、开展国际合作等一系列针对性措施，促进欧盟生物技术和生物制造发展，应对市场化转移机制不完善、监管环境复杂、融资渠道不畅、技能人才储备不足等挑战。^[9]

英国政府早在1981年就设立了“生物技术协调指导委员会”。2021年6月，英国政府宣布成立科技战略办公室（OSTS），目的是发展、培养和利用英国的科技能力，为社会带来战略优势和利益。健康和生命科

图 1

全球药物研发趋势



学作为两个关键领域，被重点关注和加大投入。2023年秋季声明（Autumn Statement 2023）中引入了一系列措施和投资，其中包括5.2亿英镑（约合6.5亿美元）用于生命科学资金、研发税收抵免以及临床试验加速器计划。^[10]

日本在21世纪初就制定了“生物产业立国”战略，2002年发布了《生物技术战略大纲》，支持生命科学技术的发展。2024年6月制定最新版“生物经济战略”，提出要发挥日本优势，打造领先世界的生物经济社会，并将市场分为五大领域，分别为：①生物制造和生物衍生产品，②可持续初级生产体系，③大型木材建筑和智慧林业，④生物医药、再生医学、细胞治疗和基因治疗相关产业，⑤生活方式改善保健和数字健康，提出到2030年要将日本企业在上述领域的海内外市场规模增至100万亿日元以上。^[11]

中国政府近年来也加大了对生物医药领域的支持力度。根据中国国家统计局的数据，2022年中国的医药制造业固定资产投资同比增长了14.8%，远高于其他制造业的平均增速。^[12]此外，中国还通过一系列政策推动生命科学产业的发展，如“十四五”规划明确提出要推动生物技术和信息技术融合创新，加快发展生物医药、生物育种、生物材料、生物能源等产业，重点攻关脑科学与类脑研究、基因与生物技术、临床医学与健康等前沿领域，完善创新药物、疫苗、医疗器械等快速审评审批机制，为人民提供全方位全生命周期健康服务。^[13]在二十大报告中强调，要“推进健康中国建设”，“把保障人民健康放在优先发展的战略位置，完善人民健康促进政策”。2024年9月，国家药监局表示将进一步加快临床急需创新药和医疗器械的审评审批，在北京、上海等地开展试点，将创新药临床试验审评审批时限由60个工作日压缩至30个工作日。

印度政府于2024年批准了“生物技术研究创新和创业发展”（Bio-RIDE）计划，旨在促进该国生物技术产业的发展。该计划整合了生物技术部（DBT）的两个现有计划，并引入了生物制造和生物铸造领域，总预算达919.7亿卢比，计划于2021-2026年间实施。Bio-RIDE计划的核心目标包括：推动生物创业、促进创新、强化产学研合作、支持可持续

生物制造、吸引外部研究资金和培养人才资源。该计划将为生物技术初创企业提供种子资金、孵化服务和专业指导，同时资助前沿领域的研究，如合成生物学、生物制药、生物能源和生物塑料等。^[14]

2.3 生命科学产业地域分布

随着政策的引导，大量资本、企业、人才、劳动力和知识信息汇集，全球生命科学产业呈现集群化发展模式，且前沿技术发展方向日益多元化，成为推动全球经济发展的重要引擎。从全球生命科学产业集群的发展来看，欧美地区依然是全球产业发展的领军者，生物医药与医疗健康产业发达，目前呈现出以下分布格局：

北美：北美市场在全球生命科学产业中占有重要地位，拥有先进的医疗设施、强大的研发能力和大量的生命科学企业。美国作为全球生命科学产业的领头羊，其生物医药产业总产值约占GDP的17.36%^[15]，在研发实力和产业发展方面处于世界领先地位。美国企业主导着全球生物药品市场，占据了全球大部分生物药品专利，生物药品主要由美国企业生产，如默克、强生、罗氏、诺华等巨头公司。美国高校在生物科学领域的表现优异，生物科学QS世界排名前200的大学中，美国高校占据了一半以上。此外，美国的波士顿、西雅图等地已发展成为世界知名的生命科学产业集群，集中了众多世界顶尖的科研机构和企业。

欧洲：欧洲同样是生命科学产业的重要中心。瑞士、英国、法国等国在生物医药技术研发和产业化方面处于全球前列。瑞士洛桑和日内瓦、英国伦敦、法国巴黎等地都形成了欧洲最具代表性的生命科学产业集群，集聚了如诺华、罗氏、阿斯利康等全球领先的制药企业，形成了高度集中的生物医药创新生态系统。英国伦敦凭借伦敦大学学院、帝国理工学院等顶尖高校和阿斯利康、葛兰素史克等跨国药企，成为了全球生物医药技术研发的核心之一。

亚太地区：是全球生命科学产业增长最快的地区之一。这一地区的市场需求增长迅

速，预计将在未来几年保持较高的增长率。亚洲的生命科学产业集群发展迅速，尤其是中国、日本和新加坡表现突出。中国的北京、上海和苏州等地，通过大力发展生命科学产业集群，已经成为全球创新地图上的新兴力量，在生物技术和医药研发方面取得了显著进展。日本东京-神户医疗产业集群凭借其独特的政策支持和先进的技术能力，迅速崛起为亚洲的生命科学产业领导者。新加坡通过政府主导成立研究创新与企业委员会，邀请顶尖科学家提供战略建议，也成为了高度集中化发展的典范。

虽然**中东和非洲**在全球生命科学产业中的占比相对较小，但这些地区，特别是沙特阿拉伯和南非，正在逐渐发展成为重要的市场，这与政府对医疗保健和生物技术研究的投入增加密不可分。

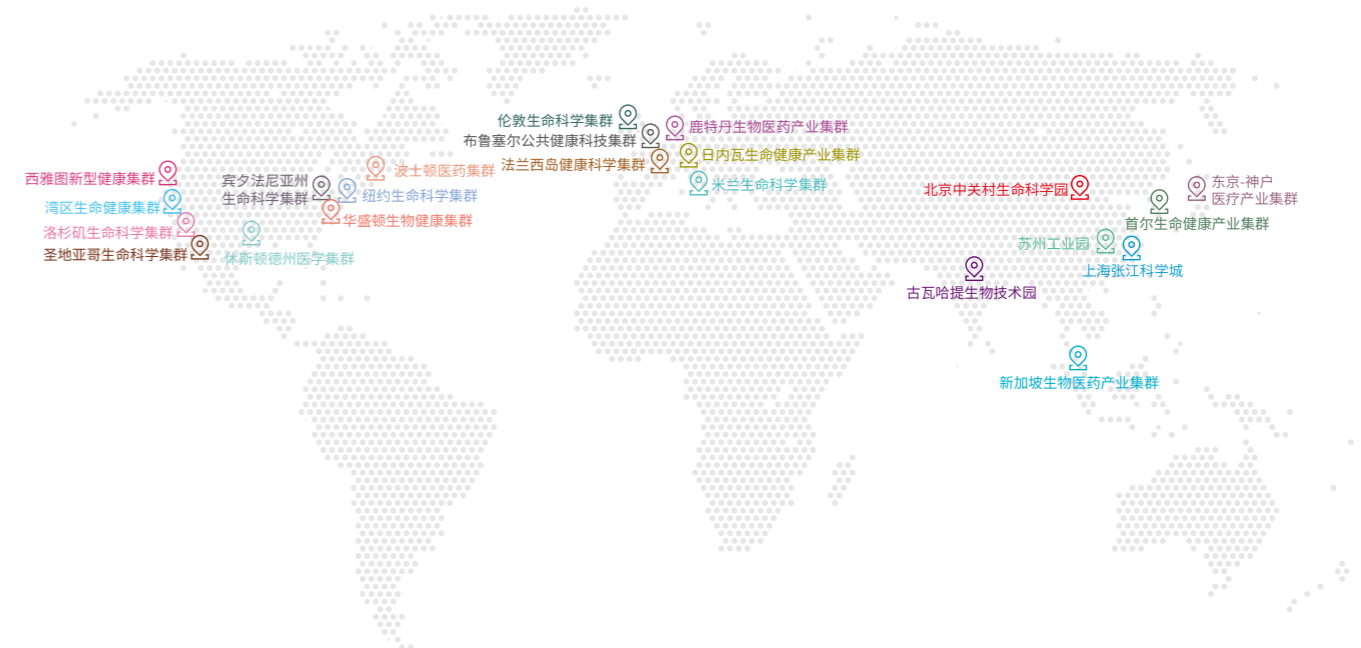
为了进一步了解全球生命科学集群的发展状况和未来趋势，本报告对全球代表性生命科学集群进行详细分析。通过对全球多个国家和地区的生命科学集群进行调研，筛选出22个在科研、人才、产业链完善度及技术转化能力等方面具有代表性的集群。这些集群包括美国的湾区生命健康集群、西雅图新型健康集群、波士顿医药集群，欧洲的日内瓦生命健康产业集群、伦敦生命科学集群、米兰生命科学集群，以及中国的北京中关村生命科学园、上海张江科学城、苏州工业园等。

2.4 小结

全球范围来看，生命科学产业发展势头强劲，市场规模稳步扩大，增长速度远超整体经济发展水平。各国在战略布局上也是千帆竞发，纷纷出台了中长期的产业规划、成立专门的组织机构、编制细分领域的产业发展路线、鼓励科技主体创新、制定配套的法律法规和政策举措，助力生命科学产业发展。从现有的空间分布来看，因各类资源投入的集聚，市场需求的牵引，政策的引导，在各地地区形成了多元化的产业集群，发展模式各具特色，其中欧美国家优势相对明显，成为生命科学产业发展的重要阵地。

图 2

全球典型生命科学集群



集群名称	地理位置	所属国家
湾区生命健康集群	旧金山-圣何塞	美国
西雅图新型健康集群	西雅图-塔科马-贝尔维尤	美国
休斯顿德州医学集群	休斯顿	美国
波士顿医药集群	波士顿	美国
北京中关村生命科学园	北京	中国
上海张江科学城	上海	中国
苏州工业园	苏州	中国
圣地亚哥生命科学集群	圣地亚哥	美国
纽约生命科学集群	纽约	美国
华盛顿生物健康集群	巴尔的摩-华盛顿	美国
洛杉矶生命科学集群	洛杉矶-长滩-阿纳海姆	美国
宾夕法尼亚州生命科学集群	费城	美国
伦敦生命科学集群	伦敦	英国
法兰西岛健康科学集群	巴黎	法国
鹿特丹生物医药产业集群	鹿特丹	荷兰
米兰生命科学集群	米兰	意大利
日内瓦生命健康产业集群	洛桑&日内瓦	瑞士
布鲁塞尔公共健康科技集群	布鲁塞尔	比利时
新加坡生物医药产业集群	新加坡	新加坡
东京-神户医疗产业集群	东京&京都-大阪-神户	日本
首尔生命健康产业集团	首尔	韩国
古瓦哈提生物技术园	德里中央直辖区	印度

第三章

基于科技数据的全球生命科学集群研究

一个地区生命科学产业的集群化发展构建了复杂的生态系统，各个要素相互影响，协同发展，促进了创新的效率与速度。本章基于自然科研智讯的科技文献等数据，探讨了近年全球重点生命科学集群的人才、科研能力、国际合作、科研成果商业化等方面的绩效，分析全球生命科学集群的分布特征、增长趋势、创新崛起的要素，形成全球生命科学集群能力的动态图景。

考虑到大多数的合作往往在同一地域发生，集群内的创新活动不局限于某个机构或特定地域区划，因此，本章中的数据依据为集群所在的都市圈。

3.1 人才汇聚与多样性

人才是创新与发展的基石。全球主要生命科学集群多位于经济发达的城市，吸引了科研人员、技术专家、企业家、金融法律专家汇聚于此。近年来，各地政府也纷纷完善、



©YUICHIRO CHINO/GETTY

升级本地教育和科研支持体系，主导培养和吸引了高水平的科技人才，提升其科技研发能力。由于生命科学产业的广泛性，参与的科技人才不仅来自生物学、医学专业，还需要物理、化学、计算机、工程等领域人才的协同合作，特别是在生物信息学、基因编辑、医疗人工智能等交叉领域。

例如，旧金山湾区的生命科学集群是全

球生命科学创新最活跃的区域之一，湾区不仅拥有加州大学旧金山分校（UCSF）、斯坦福、伯克利等知名学府，还聚集了大量的生命科学公司、风险投资者和孵化器。北京的中关村生命科学园毗邻中国最顶尖的大学和科研机构，如北京大学、清华大学，中科院等，此外还聚集了大量的金融、专业投资机构，吸引了来自全球的顶尖人才。

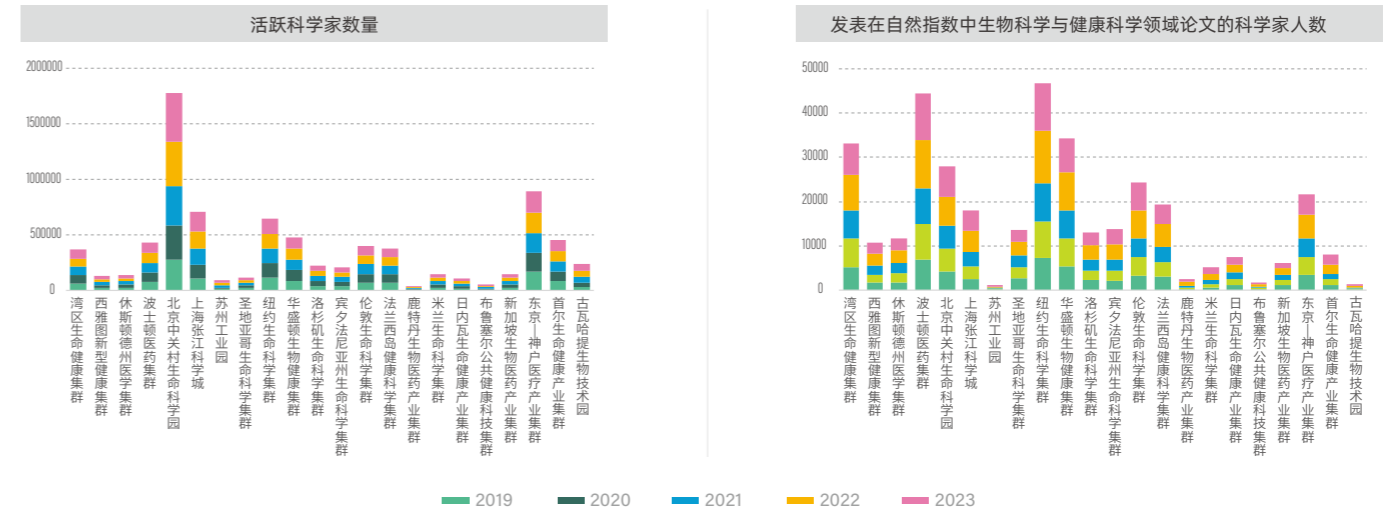
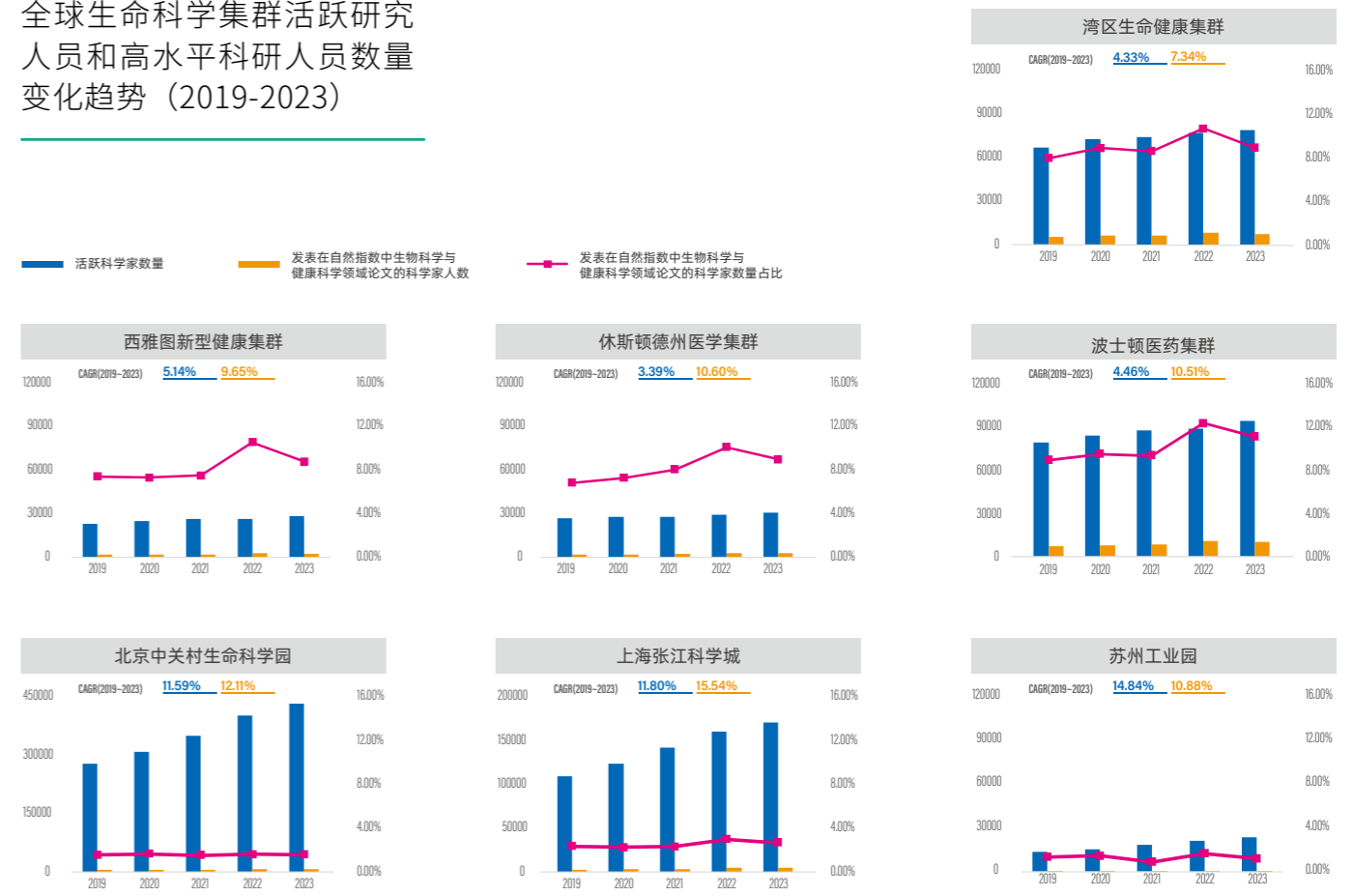
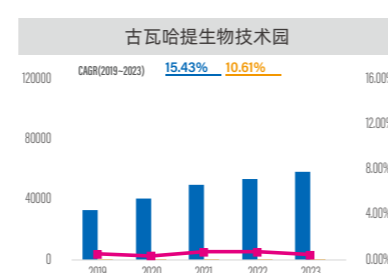
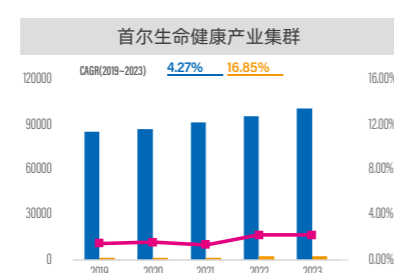
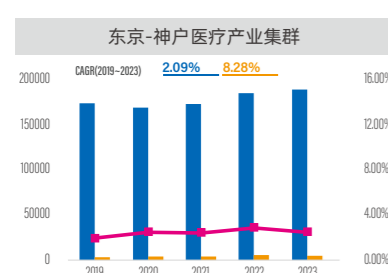
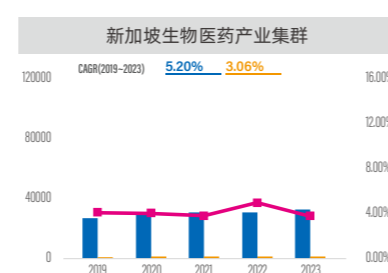
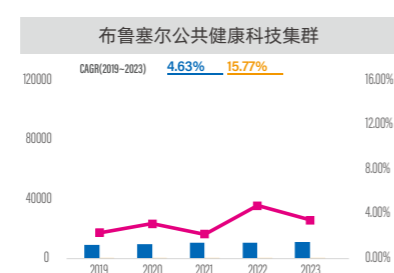
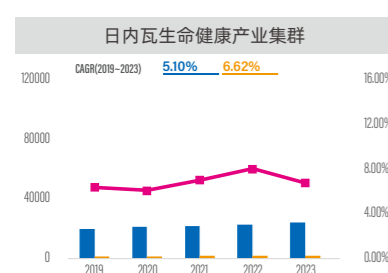
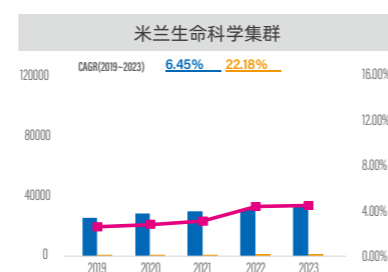
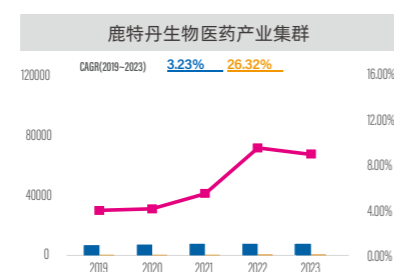
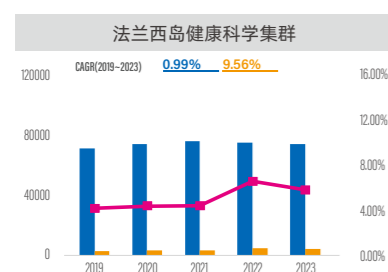
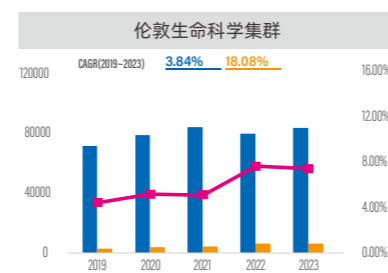
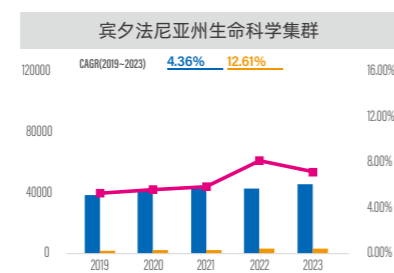
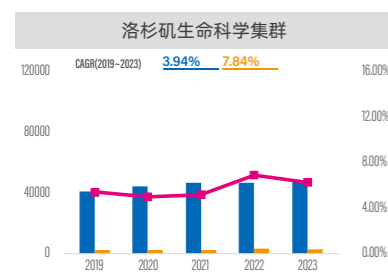
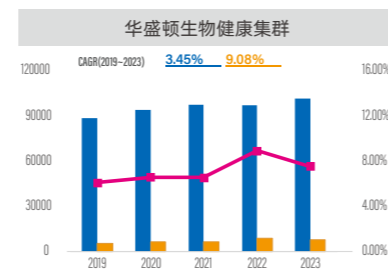
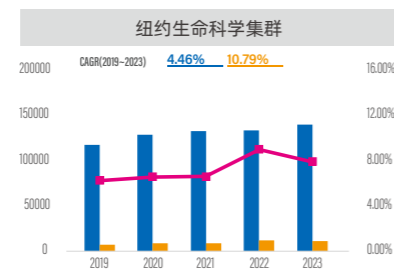
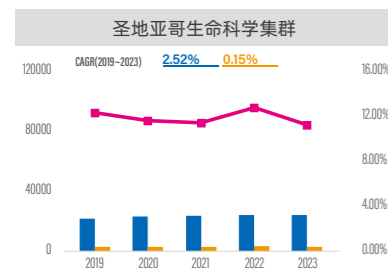


图 3
全球生命科学集群活跃研究人员和高水平科研人员数量变化趋势（2019-2023）





北京研究人员规模遥遥领先。北京是全球科研人员保有量最多的集群，2023年的活跃科研人员超过43万人，东京约为19万人，上海保有的活跃科研人员约为17万人，纽约约为14万人，华盛顿生物健康集群和首尔生命健康产业集群约为10万人，保有科研人员数量在5-10万的集群有湾区、波士顿、伦敦、巴黎和古瓦哈提所在的德里，少于5万的有西雅图、休斯顿、苏州、圣地亚哥、洛杉矶、费城、米兰、瑞士、新加坡，鹿特丹的生物医药产业集群和布鲁塞尔公共健康科技集群人数约为1万人。虽然一些非常知名的集群，如波士顿、西雅图、伦敦等并不是保有活跃科研人员最多的城市，但考虑到当地的人口密度，其科技人才还是相当集中的。同时，考虑到这些城市多为知名的国际化都市，汇集了世界各地的顶尖人才，也有助于提升人才的丰富度和人才顶尖程度。

东亚是全球科研人员增长最快的区域。北京在人员基数最大的基础上，2019至2023年间，保持了复合年均增长率11.59%，上海的复合年均增长率为11.80%，与北京接近，苏州和德里因基数较小，均保持了约15%的复合年均增长率。美国的生命科学集群的活跃科研人员数量相对较为稳定，复合年均增长率多在3-5%的区间内。欧洲各个生命科学集群的活跃科研人员增长趋势也较类似，多在3-5%内。发展较快的意大利复合年均增长率为6.45%，瑞士为5.1%，法兰西岛健康科学集群所在的巴黎的活跃科研人员数量基本保持不变。欧美各集群的科学家数量常受其移民政策影响而波动。北京、上海、米兰等集群活跃科研人员数量的提升与我们看到的这些集群近年的高速发展是密不可分的。

生命科学领域高水平科研人员多集聚在美国。自然指数监测发表在顶级期刊上最有突破性的成果，并进一步分析发表了这些成果的科研人员数量。在2019到2023年间，每年能发表在顶级期刊上的科研人员在各集群里都呈现出一定的浮动，而非单边上涨或下降，反映出最前沿科学中的激烈竞争现象。以2019到2023年的数量计算过去5年的复合年均增长率，绝大多数集群的高水平科研人员复合年均增长率均超过7%，苏

州的复合年均增长率为10.88%，圣地亚哥基本保持不变。尤其是欧洲和韩国地区，欧洲集群的鹿特丹生物医药产业集群的复合年均增长率为26.32%，米兰生命科学集群为22.18%，韩国的首尔生命健康产业集群达到了16.85%，表明生命科学集群在吸引高水平研究人员和培育高水平研究人员方面的优势，而这些高水平研究人员也同时引领着整个集群的创新。

历史悠久集群以及小微型集群在生命科学领域的集聚程度更高。分析生命科学领域高水平研究人员在全部研究人员中的占比，可以发现，在发展历史更悠久，集中化程度更高的小微型科技创新集群，如波士顿、圣地亚哥的生命科学领域高水平科研人员占活跃科研人员比重超过10%，湾区、西雅图、休斯顿在8%以上，纽约在7%左右，欧洲最高的是鹿特丹，占比超过9%，其他欧洲集群以及亚洲的东京、首尔多在2%-4%的区间内，高水平科研人员的高占比也体现出这些集群在吸引人才、培育人才、科研基础设施等方面的先进性，是这些集群在生命科学领域的优势基础。在科研人员较多的生命科学集群，如北京、上海、苏州、德里，该比例为1%左右，与全球顶尖生命科学集群相比仍有一定差距。

大力引育高水平人才是集群未来竞争的关键。总的来说，传统的知名集群，如旧金山湾区、纽约、西雅图、东京等科研人才保有量较稳定，复合年均增长率多在5%以内，亚洲集群的人才保有量呈现出高速增长态势，北京更是在科研人员保有量全球最高的情况下，保持了10%以上的复合年均增长率。这也展现出，当地的经济、基础设施、政府的政策等在吸引人才方面卓有成效。人才的国际化流动，如波士顿、旧金山、伦敦、北京、上海等地，因其国际化的氛围和开放的政策，吸引了大量高素质的科研人才。世界知名的科学家谢晓亮在北京的中关村生命科学园建立昌平实验室，王晓东、邵峰等科学家加入北京中关村生命科学园，进一步吸引了大批科研人才加入，促进了国际化的创新合作。这些集群的人才是其创新和高速发展的核心驱动力，集群对人才的培育和支持带动了人才群体的成长，进一步促进了集群

创新活力的增强。谢晓亮、王晓东、饶毅、邵峰、罗敏敏等一批世界知名的科学家也选择加入北京中关村生命科学园的昌平实验室、北京生命科学研究所、北京脑科学与类脑研究所等国家战略科技力量和新型研发机构，进一步吸引了大批科研人才加入，促进了国际化的创新合作。这些集群的人才是其创新和高速发展的核心驱动力，集群对人才的培育和支持带动了人才群体的成长，进一步促进了集群创新活力的增强。

3.2 基础科研突破与国际合作

依托人口红利的地区基础科研产出数量大且增速快。全球生命科学集群的基础科研能力驱动着其整体的创新活力。各大集群所在城市的科研能力持续提升，科研能力的量化指标之一论文发表量在2019至2023年间均呈现上升趋势。从绝对数量来看，北京的论文量最高，年均超过了20万篇，年均超过或接近10万篇的还有纽约和东京代表的集群。从科研产出的变化来看，上升最快的德里、苏州、上海及北京等中心区域的复合年均增长率均接近或超过10%。一些历史悠久的生命科学集群，如旧金山湾区、西雅图、休斯顿、纽约等科研产出较为平稳。

美欧在生命科学领域的历史积淀较深。生命科学相关领域的论文数量占全部领域论文的比例显示，大部分历史悠久的集群，如美国、欧洲的生命科学相关领域的发文量占据了集群总发文量的60%以上，在鹿特丹生物医药产业集群，这一比例甚至达到了83%。说明了拥有如哈佛大学、丹娜法伯癌症研究院、纪念斯隆-凯特琳癌症中心等历史悠久的生命科学创新机构，生命科学集群经过研究沉淀，积累的优势更加突出，领域集中度更高；在发展迅猛的集群中，如北京、上海、苏州、德里，生命科学领域的集中度相对较低，优势在于所有学科均在迅速发展，学科之间的交叉融合趋势成为重要发展机遇。

哈佛、麻省理工大学引领全球生命科学高质量产出。基础科研的突破往往引领着产业的革新。对于高质量科研成果，这些集



图 5

全球生命科学集群在自然指数中生物科学与健康科学领域的论文数量变化趋势 (2019-2023)

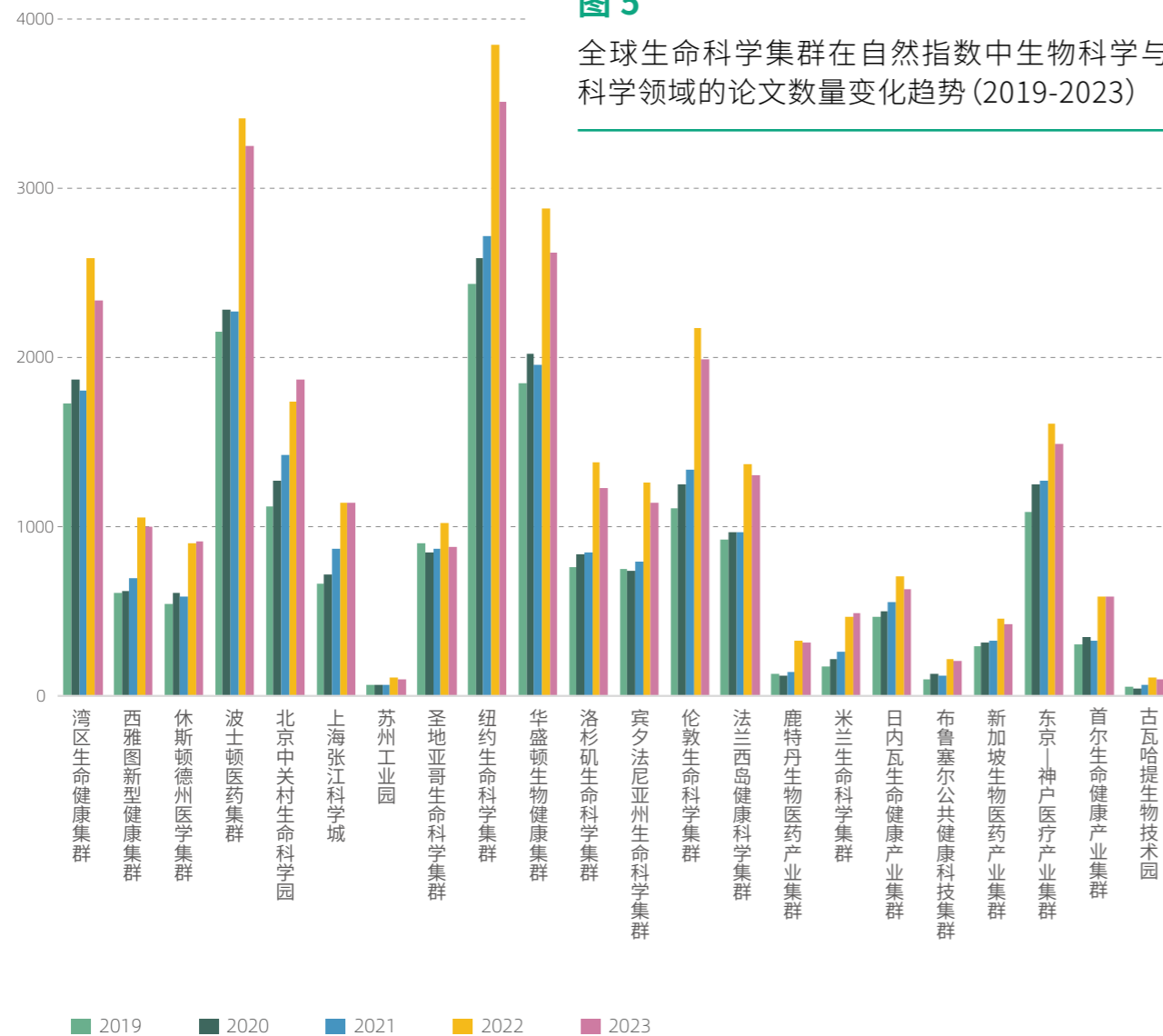


图 6

全球生命科学集群高水平论文的国际合作变化趋势 (2019-2023)



群所在城市在数据库中的收录情况显示，集群所在的纽约、波士顿、华盛顿、旧金山湾区、北京、圣地亚哥、伦敦、巴黎、东京等在相关领域中的高质量科研成果较多，特别是哥伦比亚大学、耶鲁所在的纽约，哈佛、麻省理工所在的波士顿，高质量成果远超其他地区。从上升速度来看，除圣地亚哥外，各集群所在城市均表现出快速上升的趋势，即便是基数最大集群之一的波士顿，也保持了 10% 的复合年均增长率，北京、上海、苏州也表现出 10% 左右的增长，说明了近些年全球的生命科学普遍发展迅速。米兰、鹿特

丹和布鲁塞尔的复合年均增长率在 20% 左右，说明了集群的生命科学高质量研究发展较快。从高质量研究成果占总的生命科学发文量的百分比来看，圣地亚哥、湾区、波士顿、西雅图均在 4% 左右，说明这些地区的高质量研究更突出，生命科学集群的发展与当地生命科学科研实力密切相关，高水平科研进一步促进了集群的发展。

欧洲的国际合作更加开放多元。国际合作已成为推动科研水平提升的重要因素。2019 至 2023 年间，全球各生命科学集群在高质量文章中国际合作论文的数量持续增长，

纽约、波士顿、伦敦的国际合作论文数量远超其他集群，国际化平台成为国际合作的重要枢纽。复合年均增长率超过 10% 的集群有 13 个，主要集中在欧美地区，其中米兰复合年均增长率最大，为 27%，北京和上海的增长率约为 7%，苏州和圣地亚哥增长缓慢。反映了各集群所在地区在国际合作网络中的扩展速度仍有差异。从国际合作论文占论文总量比重来看，欧洲集群的国际开放合作占比均超过了 80%，其中布鲁塞尔公共健康科技集群达到 91%，体现了欧洲人才、知识、技术、数据等创新资源加速流动，成为全球国际化

合作的重要桥梁。

“高质量”与“国际化”成为生命科学领域科研发展的趋势。对比全球生命科学领域总论文量、自然指数收录的生物科学与健康科学的高质量论文量、及自然指数收录的有国际合作的高质量论文这三类论文总量的复合年均增长率，高质量论文与有国际合作的高质量论文复合年均增长率平均超过 10%，高于生命科学领域论文总量 5% 的复合年均增长率。这说明高质量成果与国际合作在提升生命科学领域科研方面发挥着巨大作用，将会成为未来生命科学发展的重要驱动力。

这些重点生命科学园区往往位于科技、经济、社会较发达的大城市，汇聚大批高等院校、科研机构及重点企业，国际化水平更高，科研人员也有更多的机会进行国际交流与合作。相较之下，北京、上海和苏州的高水平科研则更趋向于本土化，三地国际合作的高质量论文的复合年均增长率均未达到全球平均水平，不足 10%，且低于生命科学领域论文总量以及高质量论文的增长率。

全球 22 个重点的生命科学集群所在的城市普遍科研活动活跃，科研产出丰富，在过去 5 年里保持着快速的增长势头。生命科

学领域的研究在科学文化积淀较深的集群中生命科学领域的研究更集中，在这些地区占相对主导地位，在新兴的集群中研究的领域则更加多样化。集群的高质量科研成果产出增长更快，国际交流也进一步促进了高质量科研的发展。活跃的科研活动与高质量、突破性的科研成果共同驱动着生命科学集群的创新活动和技术进步。

前沿方向研究活跃度各有侧重。合成生物学、脑科学、表型组学、计算生物学和基因与细胞治疗等都是生命科学近年来的前沿方向，突破性成果层出不穷。这些前沿方向

表 1
全球生命科学集群的论文年
化增长率(2019-2023)对比

在过去 10 年里的论文数量增长迅速，其中以计算生物学方向增长最为迅猛，过去 10 年的复合年均增长率为 50.8%；脑科学方向吸引的研究者最多，2023 年发文量达 67 万余篇。综合比较这 22 个集群在这些前沿方向的研究活跃程度，北京在五个方向上的研究都非常活跃，在论文数量上位列全球之首；

伦敦、波士顿和纽约均侧重于计算生物学、基因与细胞治疗；上海侧重于基因与细胞治疗。这样的活跃度分布受到当前生命科学研究热点，当地科研机构中科研人员的兴趣，当地新兴企业的业务重点，投融资机构的侧重，当地政府和集群管理机构的战略规划等共同作用。

序号	集群名称	生命科学领域论文量 CAGR (2019~2023)	自然指数生物科学与健康科学领域论文数量 CAGR (2019~2023)	自然指数生物科学与健康科学领域国际合作论文数量 CAGR (2019~2023)
1	湾区生命健康集群	3.76%	7.75%	9.71%
2	西雅图新型健康集群	2.93%	13.09%	11.41%
3	休斯顿德州医学集群	3.80%	14.21%	13.33%
4	波士顿医药集群	3.64%	10.80%	12.97%
5	北京中关村生命科学园	8.90%	13.75%	7.89%
6	上海张江科学城	9.61%	14.53%	7.11%
7	苏州工业园	12.91%	9.05%	0.95%
8	圣地亚哥生命科学集群	1.27%	-0.48%	-1.20%
9	纽约生命科学集群	3.97%	9.59%	10.87%
10	华盛顿生物健康集群	1.99%	9.16%	9.27%
11	洛杉矶生命科学集群	4.81%	12.82%	13.20%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	3.63%	11.14%	10.67%
13	伦敦生命科学集群	2.46%	15.73%	15.76%
14	法兰西岛健康科学集群	0.74%	8.77%	8.11%
15	鹿特丹生物医药产业集群	2.45%	24.72%	19.78%
16	米兰生命科学集群	7.31%	28.87%	27.07%
17	日内瓦生命健康产业集团	4.22%	7.44%	8.79%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	5.83%	19.82%	19.42%
19	新加坡生物医药产业集群	4.42%	9.43%	11.61%
20	东京 - 神户医疗产业集群	2.58%	8.09%	6.31%
21	首尔生命健康产业集团	1.86%	17.63%	15.62%
22	古瓦哈提生物技术园	17.17%	15.33%	16.86%

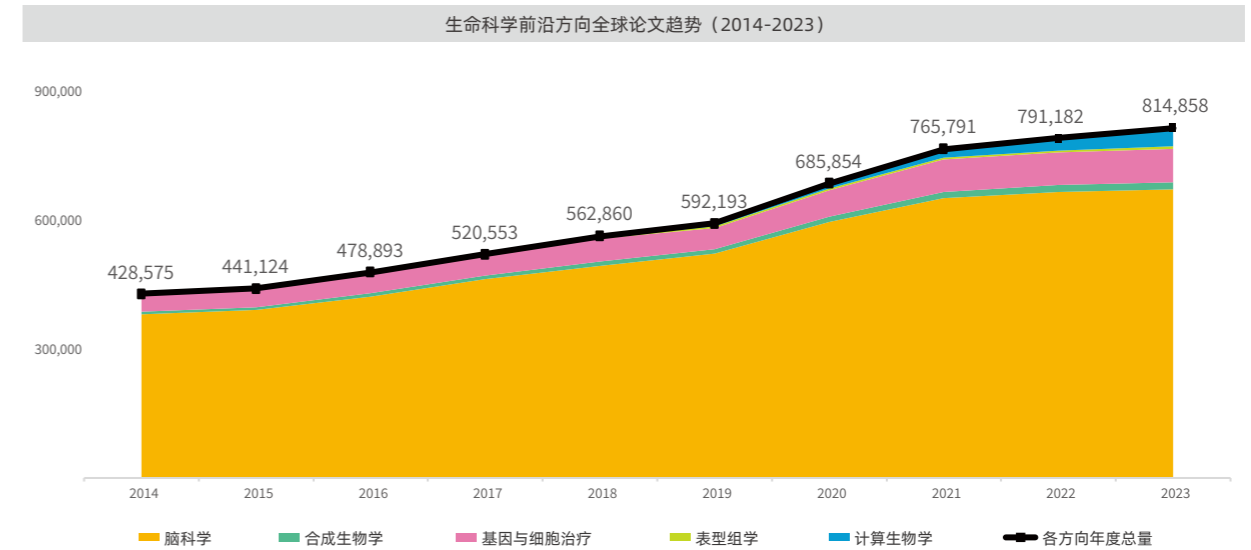
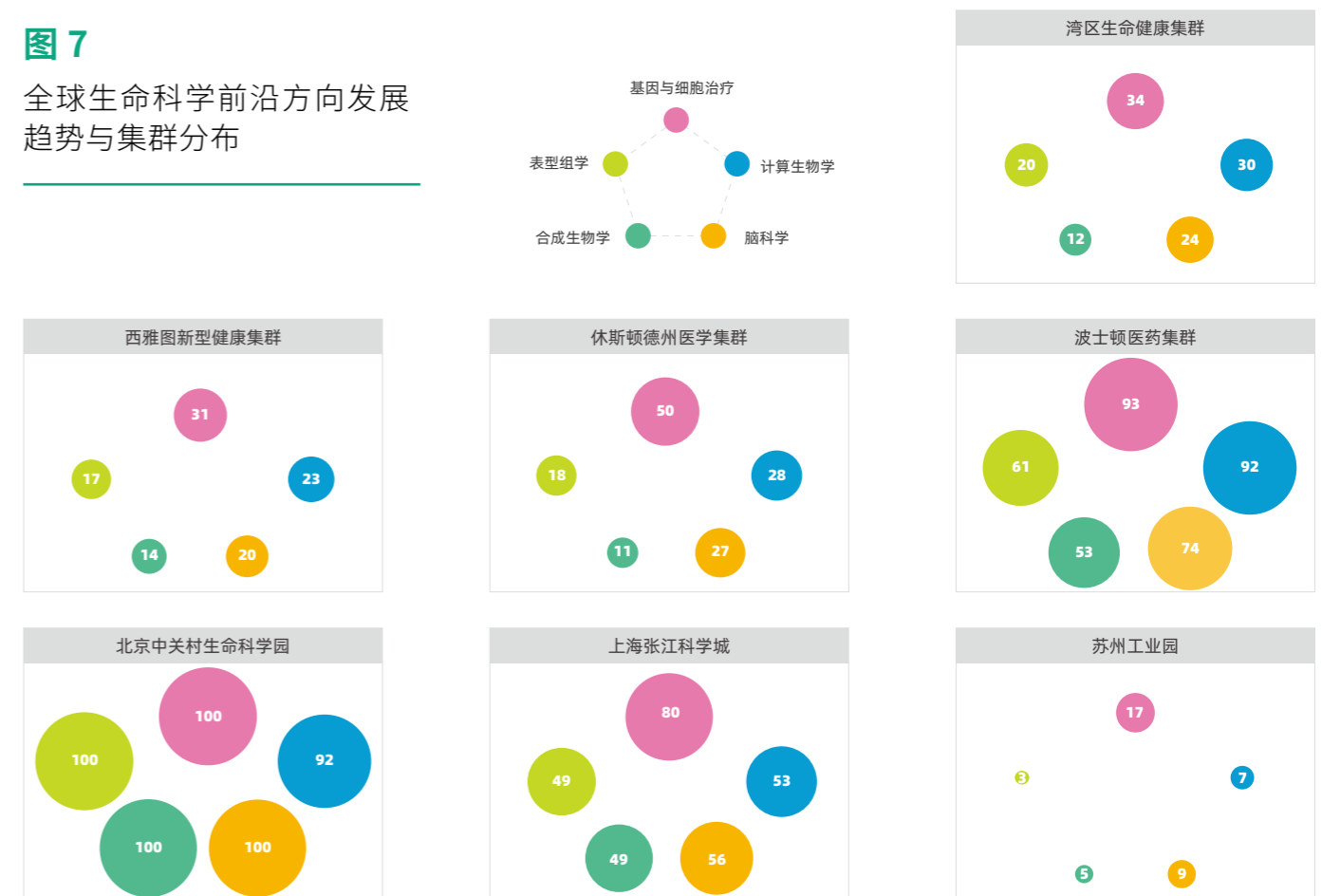
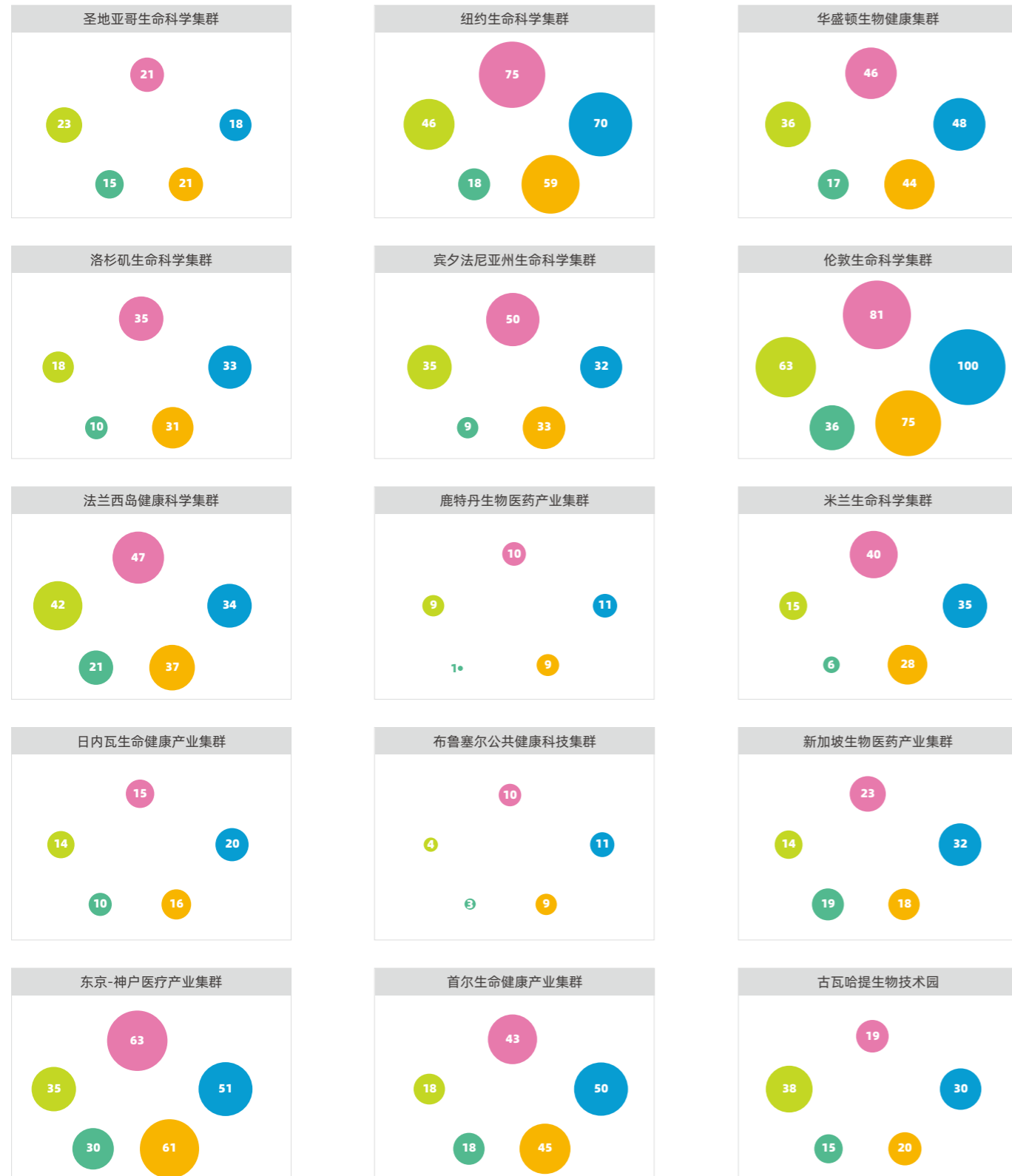


图 7
全球生命科学前沿方向发展
趋势与集群分布





3.3 科研产出与商业化

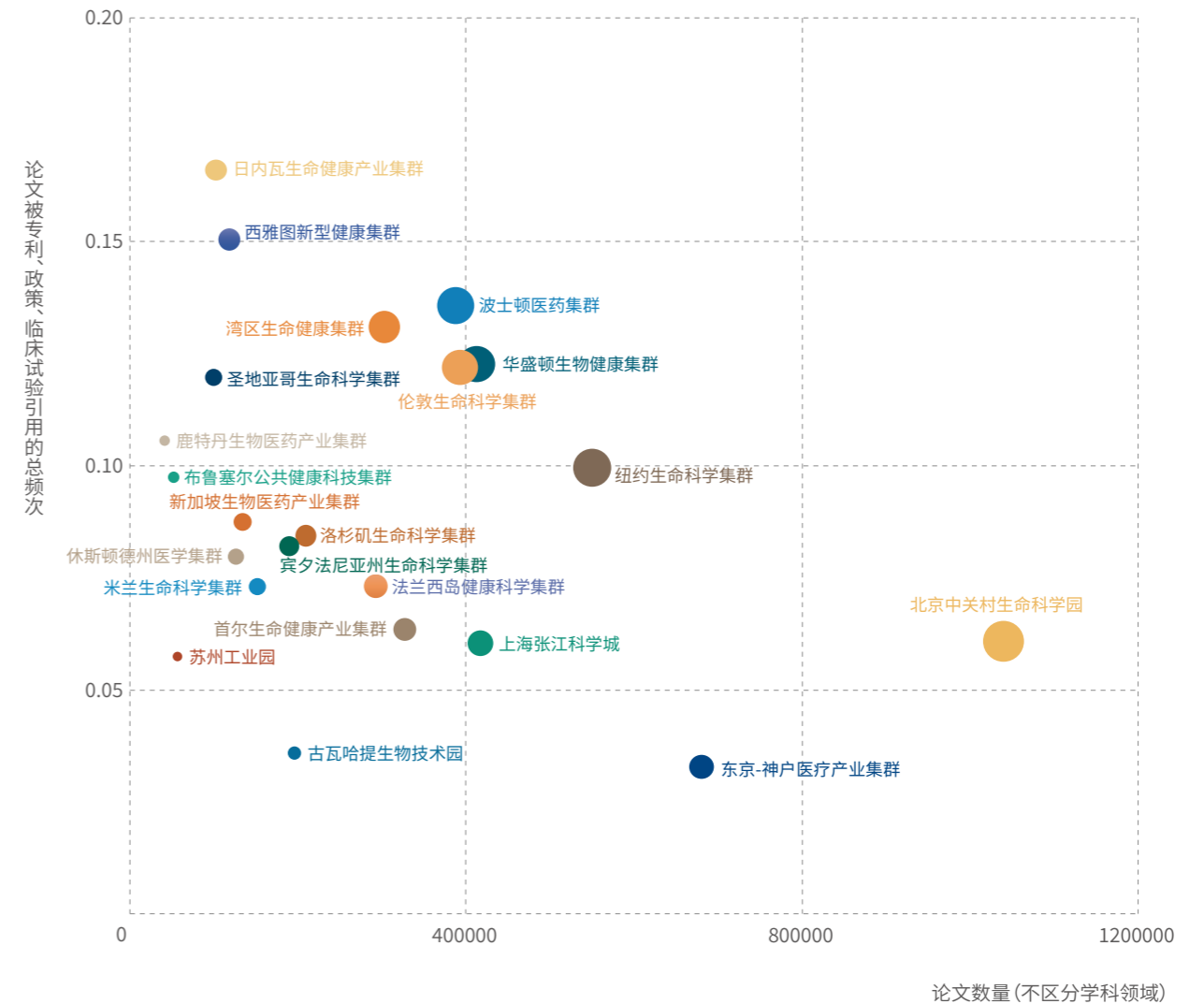
基础科研与产业创新的双向链接。在全球重要的生命科学集群中，企业与研究机构在地理位置上接近，交流密切，共享人才，科研基础设施，知识信息资源，政府和当地集群管理机构积极促进企业与研究机构的互动，这些都催化了基础科研成果快速被市场捕获并迅速开展应用化和商业化的各种尝试，

同时，应用中发现的无法通过工程优化解决的问题，以及由企业探知的有商业化前景的问题，都可以及时地反馈给基础科研界，通过基础科研上的创新和突破来实现解决。

依托企业为主体的集群专利产出能力更强。专利数量的变化趋势反映出集群的创新力。研究全球重要生命科学集群的专利数据发现，自2019年以来，年专利总量最多的集群为东京-神户医疗产业集群所在的东京-

图 8

全球生命科学集群论文被专利、政策、临床实验引用总频次及平均被引用频次 (2019-2023)



神户，2023年专利数量超16万个，专利数量最多，近5年来专利数量平稳，东京-神户的众多大企业持续为科技创新的发展提供技术与创新成果。其次为中关村生命科学园所在的北京，2023年达到13万个，拥有如百济神州等药企，专利产出较高。从增长速度来看，德里的复合年均增长率为30.35%，专利体量较小但增长较快。北京复合年均增长率为10.56%，体现了北京不仅专利总量多，且年均增幅较大，成为推动北京生命科学集群技术与产业发展的重要动力。

高校、院所、企业集聚的区域应用转化能力更强。论文被专利、政策、临床实验引用的频次常被用来研究基础科研向产业转化的活跃度。2019到2023年的数据显示，中关村生命科学园所在的北京是全球频次最高的集群，总频次约6.3万，集群所在的纽约、波士顿、华盛顿的总频次也超过了5万，集群所在的伦敦和湾区的总频次超过3万次，张江科学城所在的上海的总频次超过2.5万次，集群所在的东京-神户、巴黎、首尔的总频次均超过2万次，剩余的小于2万。这些区域集聚了一大批顶尖的高校院所和企业，加速知识、信息、数据的互联互通，促进科学、技术到产业的双向链接，提升从创意到产品的应用转化。从论文平均被专利、政策、临床实验引用频次来观察，集群所在的日内瓦和西雅图的论文平均被引用频次超过0.15，集群所在的波士顿、湾区、华盛顿、伦敦、圣地亚哥、鹿特丹以及纽约的论文平均被引用频次超过0.099，集群所在的布鲁塞尔、新加坡、洛杉矶、费城、休斯顿、巴黎、米兰、首尔的论文平均被引用频次超过0.062。集群所在的北京、上海、苏州的论文平均被引用频次落在0.05-0.061的区间里。剩余的集群的论文平均被引用频次则少于0.05。

生命科学集群是创新生态系统高效作用的产物。以上数据分析显示出，中关村生命科学园所在的北京是基础科研向产业转化活动最密集、最活跃、增长最快的集群。北京中关村生命科学园区通过与国内外企业的合作，加速了生物医药领域的技术转化，其中包括与国际知名医药设备企业丹纳赫（Danaher）的合作，推动了合成生物制造共性技术平台落地。引入飞镖国际创新平台、



新生巢创新中心、远毅数字医疗加速器等专业化孵化加速载体，持续为初创企业链接产业链上下游高端要素，打通从研发创新到产业落地的通道。这种生态系统的有效运作，不仅提高了集群的创新能力，还大大缩短了科研成果的转化时间。东京-神户的医疗产业集群基础科研的产业化也很活跃，但增长变化不明显。欧美历史悠久的生命科学集群在基础科研向产业转化的方面已经积累了很多经验，也保持了平稳的增长，如波士顿医药集群中，通过哈佛大学和MIT等高校与企业的密切合作，形成了强大的协同创新生态系统。例如，哈佛大学与辉瑞公司（Pfizer）共同设立了创新实验室，专注于推动生物技术和制药领域的早期创新。此外，波士顿还拥有多家生物医药孵化器和风险投资公司，这些机构定期举办创新大赛、研讨会等活动，

推动科研成果快速转化为商业应用。值得注意的是，以上频次数据的并不局限于集群所在地，论文、专利数据信息全球共享的属性，让基础科研成果的影响力不局限于本地或本国，而是被全球的企业、投融资机构关注；但地理上的接近会更利于交流，因此在基础科研商业化的过程中，人们更倾向于选择同城、同地区、甚至是同园区的合作伙伴。

发达国家与新兴市场正在发挥自身的优势来提升集群的影响力。全球生命科学集群在基础科研与产业间合作的活跃度有明显的地域差异。欧美发达国家，尤其是美国的生命科学集群在专利创新与产业化对接方面具有显著优势，专利技术不仅在学术界广泛引用，还对全球相关领域的科研活动产生了深远影响，不断提升了区域的创新生态系统能力。同时，亚洲新兴集群，特别是北京和新

加坡，展现出强劲的创新势头和国际科研影响力，表明这些地区在全球创新发展的崛起。生命科学集群所在地的科研成果转化效能提高不仅体现在专利数量的持续增长上，还展现出其在学术界和产业界的广泛影响力。欧美发达国家集群的专利引用率和辐射效应尤为突出，显示了这些地区创新成果在推动科研活动和产业化中的核心作用。与此同时，新兴市场的集群也展现出强劲的专利增长趋势和一定的学术影响力，进一步印证了全球创新活动正快速走向多样化发展。很多生命科学集群管理机构通过设立联合实验室、技术转移中心等方式，加速科研成果向实际应用的转化中的信息资源共享。此外，集群内还经常举办各类研讨会、创新大赛等活动，进一步促进了学术界与产业界的沟通与合作。

如何让基础科研惠及人类是一个受到广泛关注的问题，也是加速人类发展的强大动力。生命科学产业的集群化，已经以一种自组织的方式来优化这一关键环节，集群中的管理组织也可以通过各种方式来进一步催化这一过程。对于一个集群来说，基础科研和产业间的密切合作，也是这个集群创新能力的核心驱动要素。

3.4 小结

系统分析全球生命科学集群的人才分布、科研论文产出、国际合作网络以及科技成果的应用转化趋势，可以发现，以波士顿、纽约、旧金山湾区、伦敦、东京等为代表的美欧日发达国家集群，依托在生命科学领域

的传统积累优势，集聚了一大批顶尖机构与高水平人才，产出高质量科研成果，特别是小微型集群，在生命科学领域拥有较高的集中度，有利于领域的纵深发展。欧洲的国际开放合作水平高，成为全球生命科学领域合作的重要枢纽。以北京、上海、苏州、德里为代表的新兴集群，在研究人员、科技论文、科技成果应用转化的总量规模上占据优势，具有人口红利优势，且增长速度快，发展势头猛，成为全球生命科学领域的一股“新势力”，同时，新兴集群的生命科学领域集中度较低，体现了新兴集群多元化的发展趋势，有利于学科交叉融合发展，新兴集群也在积极融入全球创新网络。随着全球科学技术的不断发展，学科交叉融合的趋势更加显著，生命科学集群的创新实践将更加丰富多样，迎来新的飞跃。

第四章

全球生命科学集群创新实践



全球生命科学集群创新发展不断演化，世界各地逐渐形成了独有特色的生命科学集群发展模式，虽然在组织形式上略有差别，但是仍有大量的共性要素存在，这些共性要素的甄别和耦合是地方生命科学集群创新发展的关键，其中科研机构的创新策源，跨国公司的全球研发、临床试验和市场资源整合，园区的赋能、风投的资助以及生命科学领域重大科学基础设施，这些要素在全球生命科学集群创新发展中可见一斑。

4.1 波士顿—高能级的生命科学创新生态典范

多元化的科技主体不断摩擦出“创新的火花”。从“东部硅谷”到“马萨诸塞奇迹”，波士顿生命科学集群的创新发展绝非偶然，成功的关键在于区域内多元化创新主体带来的集群效应。从创新策源端来看，波士顿集聚了麻省理工学院、哈佛大学、波士顿大学、达娜-法伯癌症研究所等 30 多所高校和 40

多所研究型医院，这些研究机构在基因编辑技术、单细胞测序技术、脑科学、抗衰老、3D 器官类组织培养等方面实现了大量的前沿技术突破，为整个生命科学领域的发展提供了强大的支撑。从市场主体来看，大量跨国公司在波士顿布局，阿斯利康、赛默飞、诺华、辉瑞、拜耳、基因泰克、千禧制药等，目的就是吸引尖端人才的加入并获得地方创新生态的赋能。其中大量市场主体和高校科研院所开展了充分的产学研合作，将前沿的

科学技术快速转化到商业化应用和产业化发展，麻省理工和 Verve Therapeutics 公司合作开发出通过基因编辑技术来降低胆固醇的疗法，成为基于 CRISPR 技术的一个重大进展。哈佛大学成功在体外制造出功能型的胰岛细胞，通过生物技术公司 Semma 开展了医学转化，后被福泰制药所收购。

创新需求牵引的新型科研组织和专业服务机构应运而生。在波士顿，随着生命科学企业的快速崛起，对于创新发展的需求愈

加强烈，2008 年开始，波士顿生命科学中心（CLSB）就落地发展，成为了波士顿生命科学集群创新发展的一个重要里程碑。该实验室坐落在朗伍德医学区域，是区域最高的建筑和最大的研究中心，目标就是打造世界一流的研发中心。波士顿生命科学中心是地方政府、私人医学研究机构、市场融资多方合作的标杆性产物。惠氏生物启发工程研究所、辉瑞创新中心、达娜-法伯癌症研究所、波士顿儿童医学中心等研究型医学机构

4.2 西雅图—建立生命科学跨区域研发生产合作体系

拥有丰富的生命健康创新资源禀赋。

西雅图地处美国西海岸，拥有着一大批美国先进的医疗机构和研究中心，包括了哈金森癌症研究中心、华盛顿大学、弗吉尼亚梅森医疗中心、西雅图儿童医学研究中心，拥有着世界上最大的癌症控制和预防研究项目。根据2024年初比利时鲁汶大学在《Nature Biotechnology》上发表的成果可以看到，西雅图地区拥有4783个专利族，拥有美国国家卫生研究院（NIH）资助的2486项研究项目，涉及研究经费18.42亿美元。仅2023年，西雅图获得生命科学领域投融资8.545亿美元。在实验室空间方面，西雅图更是拥有超过850万英尺的实验室空间。在生命科学工作岗位上，2022年西雅图就提供了超过46500个以上的工作岗位。以上生命科学领域的的数据结果在全美所有城市中排名前十，可见西雅图近年来在生命科学领域取得的科学成就和市场化成效非同一般。

构建跨部门跨区域的生命科学领域专项规划和执行委员会。2018年，链接美国西雅图、波特兰和加拿大温哥华的卡斯卡迪

创新走廊启动建设，其中生命科学委员会（包括了西雅图儿童医学研究中心、比尔梅琳达盖兹基金会、弗莱德哈钦森癌症研究中心、凯萨医疗以及加拿大温哥华安永生命科学顾问委员会、加拿大产业研究委员会、斯蒂芬保罗基金会、迈克尔·史密斯健康研究基金会、加拿大大不列颠哥伦比亚省卫生部等机构的相关负责人），更是牵头制定了卡斯卡迪创新走廊生命科学专项规划，明确了三地之间加速生命科学合作的具体方案，生命科学数据共享和使用的方案，区域生命科学创新合作与研究合作网络建设方案，并在此基础上确立了一系列的关键里程碑工作。这一份跨部门跨区域的生命科学领域专项规划得到了来自政府主管部门、科研机构、投资基金的协同支持，促使西雅图地区的生命科学产业得到了快速发展。

探索 and 建立服务生命科学创新发展的全新开放机制。西雅图、波特兰和温哥华共建了卡斯卡迪风险加速网络（CVAN），使大学、孵化器、投资基金、行业协会等50个组织得以协同创新。在此基础上，还配套建立了西雅图-温哥华金融创新网络，打造了“创意、技术、资金”立体化的支撑网络。通过“识别生命科学领域具备价值的创新项目、为创业者提供跨境资金支持、对接各类科研资源、分享各类活动和平台”等手段，帮助创新项目和新创科技型企业迅速建立合作网络，提高生命科学领域的资源整合效率。以数据科学为基础，研究优化科技创新所面临的挑战，是该集群的新探索。不列颠哥伦比亚大学和华盛顿大学共同成立了卡斯卡迪城市分析合作社，每年投入超500万美元的研究经费，建立公共—私人部门的数据共享应用平台，分析解决城市建设、交通、人口等与创新密切相关的重要问题。除了这些支持以外，卡斯卡迪不断提升跨区域工作的连接能力。为更好实现三地工作生活的协调，一些众创空间率先出台“卡斯卡迪护照计划”，该计划可以让全球持有该护照的会员有限期地免费使用西雅图、温哥华和波特兰大量共享办公室和会议室，在生命科学领域跨区域合作中率先实现了研发、工作、生活的协调。^[16]

4.3 巴黎—依托国际临床研究优势建立的生物医疗创新集群

以顶尖科研院所推动源头知识创造。巴黎生命科学集群的崛起首先得益于大量的世界级生命科学研究机构。在应用基础研究方面，法国国家健康与医学研究院（INSERM）、法国国家科学研究中心（CNRS）等机构总部均位于巴黎。其中，法国国家健康与医学研究院是欧洲第一大生物医学科研机构，下设9个研究所涵盖细胞生物学、基因治疗、流行病学等50余个生命健康学科。法国国家科学研究中心生命科学研究所（INSB）聚焦生物复杂性、分子生物学、基因组学等基础研究领域，并依托CNRS庞大的研究网络积极推动跨学科融合研究。在专业化的生物医学研究方面，巴黎拥有巴斯德研究所（Institut Pasteur）、居里研究所（Institut Curie）、古斯塔夫·鲁西研究所（Gustave-Roussy Institute）等世界一流的生物医学研究机构。其中，巴斯德研究所在传染病、免疫学等领域处于世界领先水平，曾走出过10位诺贝尔奖得主。居里研究所专注癌症研究，在细胞和基因疗法、免疫疗法、类器官芯片等领域引领世界前沿研究。除此之外，巴黎还集聚了法国生命科学领域最顶尖的高等院校，包

括索邦大学（Sorbonne University）、巴黎萨克雷大学（Université Paris-Saclay）、巴黎第六大学（Université Pierre et Marie Curie）等高校，为巴黎生命科学发展提供全面的基础研究支撑。在国际科研合作网络方面，巴黎依托世界顶尖科研院所构建起了辐射欧洲乃至全球的生命科学研究网络，如法国国家健康与医学研究院在本地和世界各地拥有约350个研究分部，巴斯德研究所在本土和海外设有十几个分支机构。

通过大规模医院网络打造国际临床研究中心。据Choose Paris Region资料，全球约10%的国际临床研究都在巴黎开展，为巴黎生命科学基础研究成果临床应用和转化提供了强力支撑。^[17]巴黎拥有欧洲最大的医院网络集团——巴黎公立医院集团（AP-HP），巴黎公立医院集团由39家医院组成，每家医院在特定医疗领域都有独特优势，其中皮蒂埃-萨尔佩特里耶尔医院（Hôpital Pitié Salpêtrière）和庞比杜欧洲医院（Hôpital Européen Georges Pompidou）被《新闻周刊》评选为全球最佳医院，分别在心血管医学、微创手术、神经科学、脑科学等领域享有盛誉。除AP-HP之外，巴黎还设有250多家医院，全面覆盖各个医学领域。

依托基础研究和临床研究高地培育生物



©CAVANI IMAGES/GETTY

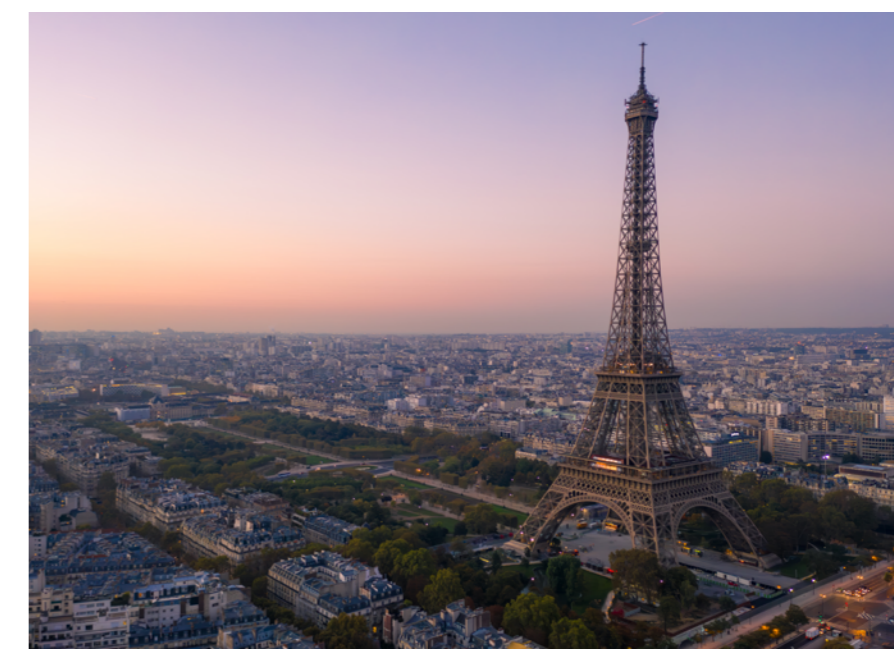
相继入驻，在波士顿生命科学中心形成了生命科学创新机构发展高地。除此之外，以飞镖实验室和巢生实验室为代表的新型生命科学实验室孵化机构在肯德尔广场诞生，相比高校和科研院所而言，飞镖和巢生重点解决的是“1-10”的问题，加速将实验室成果推向市场化。截至目前，这些新型生命科学实验室孵化机构已经相继孵化了HiFiBio Therapeutics、Engine Bio、Bota Biosciences等一批高水平的科技型企业，在单细胞技术、合成免疫学、蛋白质降解等领域实现了重要突破。

全球生命科学风险资本高度集中带来的“创新-发展-再创新”的良性循环。放眼全球生命科学领域，风险资本最为集聚的一平方英里毫无疑问就是波士顿剑桥的肯德尔广场，汇聚了各类生命科学领域风投机构80多家。截至目前，各类生命科学专业数据库和公开披露信息均显示，已经有上百个医药企业在此完成IPO或被头部企业兼并收购。尤其是来自行业最顶尖的跨国公司，成为了波士顿从创新策源到产业化发展循环往复的重要“燃料”，如赛诺菲斥巨资收购美国健赞公司，武田制药斥巨资收购千禧制药。除了充裕的全球生命科学风投资本以外，每年在波士顿举办的各类创业挑战赛为这些风投

资本的活跃提供了重要舞台，如MGH转化医学年会、BCIC国际生物医疗创投大赛、麻省理工创业比赛、哈佛创投、美国华人生物医药科技协会创业比赛、波士顿健康科技创业大赛等等。由此可见，波士顿128公路依靠生命科学集群创新再度崛起的路径是独树一帜的。



©PNC/GETTY



©MIKE REID PHOTOGRAPHY/GETTY

医疗产业集群。依托世界顶尖的科研院所和医院网络，巴黎吸引了来自全球各地 1000 余家生命科学企业和 56000 余家生物医药产业相关的上下游企业，形成了 Medicen（法兰西岛健康创新中心）、Genopole（位于巴黎南部埃夫里-库尔库罗纳）、Biocitech（位于罗曼维尔）等多个生命科学产业集群。其中，Medicen 以生物技术、医疗技术、数字健康为重点方向，汇聚了 450 多家生命科学领域的企业、学术机构、医院和组织，包括 INSERM、INSB、巴斯德研究所、居里研究所等顶尖科研机构，巴黎圣·约瑟夫医院、古斯塔夫·鲁西癌症中心、福煦医院等知名医院，索邦大学、巴黎大学、巴黎萨克雷大学等顶尖高校，以及赛诺菲、勃林格殷格翰等大型跨国企业，形成了“科研机构+医院+高校+企业”融合发展的生命科学创新集群，成为推动法国生命科学发展的重要增长级。

4.4 北京—高度整合顶尖科研资源的策源型创新集群

打造顶尖高校院所集聚的生命科学创新策源地。医药健康产业是助推北京创新发展的“双发动机”之一，也是昌平重点培育发展的主导优势产业。经过多年发展积淀，昌平中关村生命科学园已成为中国生命科学领

域创新资源最为集中的园区之一，是北京医药健康产业发展的创新引擎。这里集聚了大量高水平研究型大学和科研机构。在园区内部，北京中关村生命科学园集聚了昌平实验室、北京生命科学研究所、北京脑科学与类脑研究所、国家蛋白质科学中心等 10 余家国际一流的科研机构，以及北京大学国际医院、高博国际研究型医院、北京大学第六医院等一批顶尖医院。在周边外围区域，北京中关村生命科学园紧邻北京市北部的科研资源密集区域，包括中国科学院、北京大学、清华大学等顶尖高校和科研机构，享有优越的学术氛围和高度集聚的顶尖科研资源。在世界顶尖的基础研究和临床医学资源支撑下，北京中关村生命科学园在小分子化药、细胞与基因治疗和数字医疗等领域具备世界领先的研究优势，在小分子化药方面，通过自主研发和国际合作，取得了多项研究发现和突出成果，如第一款由中国企业自主研发、在美国获准上市的抗癌新药“泽布替尼”、细胞焦亡抗肿瘤免疫功能发现等。在细胞与基因治疗方面，依托中国科学院和北京大学等机构的前沿研究打造中国基因编辑技术的核心研发基地，并取得了多项重大突破，如化学小分子诱导人体细胞实现重编程、基于独家靶点的渐冻症基因治疗药物研发等。在数字医疗方面，北京中关村生命科学园同样具备较强的全球竞争力，如全球首张心脏冠脉狭

窄 AI 辅助诊断领域医疗器械注册证“心血管 AI 诊断软件”。

以前沿技术为引领打造医疗健康产业创新集群。依托高度集聚的高校院所和医院资源，北京中关村生命科学园重点布局细胞与基因治疗、数字医疗、合成生物制造、新一代抗体等前沿领域，打造具有全球竞争力的医药健康产业发展高地，集聚百济神州、诺诚健华、万泰生物创新型生物医药企业 600 余家，诺和诺德、保诺科技等跨国企业研发中心，以及维泰瑞隆、炎明生物、优脑银河等知名科学家创办的前沿领域的创新型企业，形成了基础研究、中试研发、生产流通、终端医疗的全产业链资源聚集。在孵化加速、中试研发等环节，北京中关村生命科学园已集聚 50 余个专业创新服务平台载体，包括国际研究型医院、北京重大疾病临床生物样本资源公共服务平台、中关村 AI 新药研发平台、全功能冷冻电镜技术服务平台、细胞与基因治疗 CDMO 平台、大分子药物中试公共服务平台、昌科华光医疗器械（CMO）平台等专业技术服务平台。同时，还搭建了北京药品医疗器械创新服务站、“昌生驿站”政务服务场景、国际人才活动室、外国人服务大厅、自贸区集群注册平台等公共服务体系，为企业发展提供全方位保障。目前，北京中关村生命科学园正处于飞速发展阶段，各类平台载体和创新企业仍在加速集聚和成长。

构建以专业化运营服务为支撑的开放式产业创新生态。一是依托专业运营团队打造国际化产业创新生态。北京中关村生命科学园依托未来城公司、昌发展公司、生命园公司三大专业化服务平台，构建起“全过程项目管理+全链条孵化投资加速+全方位园区运营服务”的产业创新生态体系，为生命科技企业提供从选址落地、基金引导到成果转化的一站式集成服务。二是依托国家规划和政策优势打造高能级产业创新园区。北京中关村生命科学园具备中关村国家自主创新示范区、国家服务业扩大开放综合示范区、中国（北京）自贸试验区科技创新片区、北京高水平人才高地四区叠加的发展优势，具备资源集聚、制度开放、机制灵活等多重优势，成为北京打造世界领先生命科技园区的重要承载地。三是面向全域资源打造国际一流的

产业承载空间。以北京中关村生命科学园为核心，集中布局建设了一批医药健康标准厂房项目，国际精准医学产业园、国际生物工程创新中心、科兴高精尖成果转化基地三个项目主体结构完工，2024 年起可陆续提供高品质标厂空间约 50 万平方米。按照“一核一带两片区”的空间布局加快打造生命科学创新走廊，以生命科学园为核心，京新、京藏高速为主轴向北延伸，梯次实施生命谷国际医药智造园、国际医疗器械城等一批产业项目，未来 3-5 年将新供应高品质医药健康产业空间 450 万平方米。四是面向医药健康产业重点领域和环节出台了一系列支持措施。围绕创新成果加速转化、创新项目引进落地、创新企业做强升级、产业生态优化提升等方面出台了首个自贸试验区医药健康产业发展政策，2022 年兑现资金近亿元，2023 年又优化升级出台了政策 2.0 版。北京市政府投资引导基金设立北京市医药健康产业投资基金，注册资金 200 亿元，重点投向创新药、创新医疗器械等重点产业领域以及细胞与基因治疗、数字医疗等新兴产业领域，2023 年在生命科学园注册成立。

4.5 上海—中国生命科学嵌入国际创新网络的先锋

“政产学研”的空间集中和接续助力。这些年，在创新驱动发展和建设具有全球影响力的科创中心的推动下，上海生命科学创新集群加速发展，逐步从“打基础”“建框架”向“强功能”跃迁。尤其是上海张江，成为了生命科学“政产学研”集中发展的重要阵地。上海张江拥有上海科技大学、中医药大学和中科院药物所等高水平生命科学研究机构，依托张江平台生态，不断孵化出一批批拥有“硬科技实力”的创新型企业，同时，上海张江生命科学创新集群获得的国内风险投资规模较为充裕，2021 年、2022 年，上海张江生命科学领域风险投资数量占据全国的 7% 和 8% 以上^[18]。同时，上海张江成为了大量新政落地的试验田，药品上市许可持有人 MAH 制度试点在上海张江先行先试，帮助大量药物研发企业可以进行研发生产分离，



©JACKAL PANGETTY

大大提高了药物上市速度，部分药企可以缩短将近两年的新药上市速度并节省上亿元的生产线投入。此外，在 2024 年 9 月，商务部、国家卫生健康委、国家药监局发布《关于在医疗领域开展扩大开放试点工作的通知》，在北京、上海、广东自贸区和海南自贸港突破了对外资投资人体干细胞及基因诊疗行业的限制，允许外商投资企业从事人体干细胞、基因诊断与治疗技术开发和技术应用，以用于产品注册上市和生产。

上海是生命科学国内外合作的关键枢纽。通过对上海张江生命科学高校、科研机构和企业的调查发现，有超过 4000 位的全球知名科学家在此地集中，这 4000 位科学家中拥有海外经历的比例占到 60%，分别来自 44 个国家。从国际科技论文合作的角度分析可以更为清晰地发现，上海张江高校、科研院所和科技型企业与 120 个国家 7600 多个机构开展了科研合作，累计获得国际专利 400 余项，成为推动全球生命科学创新的重要策源地。据统计，2015-2022 年上海张江跨境 License Out 达到 46 项，涉及金额 1033 亿元；跨境 License In 达到 142 项，涉及金额 1050 亿元，占到全中国的 1/4。在国内 License 交易项目中，上海张江输出技术项目到江苏、浙江、安徽约 50 项，超过总量的一半。由此可见，上海的生命科学创新集群发展离不开全球化、长三角的网络支撑。

重大科学基础设施集群推动上海生命科

学领域基础研究的突破创新。国家蛋白质研究设施、活细胞结构线站工程、肝癌医学中心、转化医学中心、同步辐射光源、冷冻电镜等重大科学基础设施的集聚为上海生命科学领域的基础研究创新突破带来了众多支持。这些重大科学基础设施对生命科学领域成像能力提供了重大的支持，尤其是在疫情期间，上海光源成功开展了新冠病毒蛋白结构解析工作，为进一步研发针对冠状病毒的广谱性靶向药物提供了强有力的基础性支撑。

4.6 小结

纵览全球，生命科学创新集群发展有着一条清晰的脉络，即生态赋能的作用显得尤为突出，无论波士顿、西雅图、巴黎、北京还是上海，政府的引导、市场的牵引、创新的投入都是推动生命科学集群创新发展至关重要的因素。如果缺乏生态的涵养，生命科学的创新就会少了“灵魂”，无法在空间聚集的有限边界内发生“化学反应”。从目前的研究分析来看，生命科学的创新生态需要开放协同的科学园区和产业园区，需要长周期的“耐心资本”，需要提供专业化服务的开放共享实验室，也需要服务产业的重大科学基础设施和专用科研仪器，只有这些要素在区域形成高度集中，并开始相互耦合，一流的生命科学集群便更易于相应而生。



©IAN CUIWIGGETTY

第五章

全球生命科学集群创新发展的机遇与挑战



©ANDRIY ONUFRIYENKO/GETTY

5.1 生命科学发展的挑战和机遇

全球“资本寒冬”为生命科学创新带来严峻挑战。近年来，全球生物医药领域普遍面临市场投融资遇冷和资金流动性困境，对生命科学发展产生了严重影响。在新冠疫情等黑天鹅事件的冲击下，全球生物技术公司和平台公司融资自2021年开始进入下行趋势，生物技术公司IPO数量持续低迷。2024年风险投资总额尽管进入恢复期，但“贫富差距”现象愈发凸显，资金越来越多的向热门领域和临床阶段集中，资本耐心普遍不足，严重阻碍了生命科学基础研究和原始创新的推进。在资本市场遇冷的大环境下，大量生物技术初创公司不得不通过精简裁员、让渡权益等方式获取生存机会，削弱了生物医疗产业的创新创业活力。^[19]

生命科学特有的安全敏感性制约着国际科技合作进一步深化。随着全球化进程的加快，各国在生物医药领域的合作日益紧密，但仍有诸多环节难以突破地域隔阂。一方面，生命科学前沿研究往往涉及胚胎干细胞、人体基因组等人类遗传资源，这些资源与各国生物安全、人民健康、个人隐私等息息相关，在涉及对外开放和国际合作时往往难以突破各国政策法规的约束和限制，从而严重制约了国际临床研究、国际科技合作等相关工作的深入开展。另一方面，各国在生命科学领域的知识产权法律、执法方式、监管法规、审核标准和市场准入要求等相关标准存在较大差异，跨国企业在拓展国际业务过程中会面临复杂的合规挑战，可能导致市场进入时间延迟和额外成本，增加了企业的运营风险和不确定性。从中国等新兴国家或地区发展来看，生命科学集群发展在跨国运营、研发投入、工艺流程、专业服务、行业内企业整合等方面仍面临着诸多瓶颈和挑战。

生命科学前沿技术突破带来了新的伦理挑战。人类社会对于克隆技术、胚胎干细胞研究如火如荼的伦理争议尚未停歇，基因编辑技术、类器官研究、合成生物学等新一代前沿技术的突破又带来了新的伦理挑战。基

因编辑技术在DNA设计方面的应用若失去约束，将会导致基因优越性和基因歧视等问题，引发伦理挑战。合成生物学的突破将赋予人类创造全新生物实体的权力，同样引发了大量关于生命定义、生物安全、生物伦理的讨论。类器官研究尤其是大脑类器官的研究则可能会在意识起源方面引发深远的影响。而最终，生命科学高度发展带来的人类寿命延长乃至永生的可能性将会引发关于人口规模、人类繁衍等相关议题的争论和抉择。

生命科学创新在其他领域具有广阔的应用和发展空间。随着合成生物、生物制造等生物技术的突破发展，生命科学正成为影响未来产业发展的基础性学科。生物制造产业是目前最有希望实现人类社会可持续发展的技术之一，具有产物可设计、原料可再生、绿色低碳等特性，能够广泛应用于能源、化工、材料、食品、农业等重要行业。如生物燃料技术的发展将会降低乃至替代能源行业对于不可再生化石能源的依赖，人工合成蛋白将会改变种植业、畜牧业的生产方式并对食品行业产生深远影响，生物基材料可以广泛应用于包装、纺织、环保、工业制造等行业。未来，生物+化工、生物+能源、生物+轻工等全新的“生物+”生产方式将不断涌现，为工业生产方式带来巨大变革。

人类对于医疗健康产业“质”与“量”的需求远未满足。从对“质”的需求来看，随着全球人口老龄化的加深，人口中慢性疾病的比例也在不断提高，对当今医疗健康服务的质量提出了更高的要求。根据世界卫生组织统计^[20]，2021年全球非传染性疾病死亡率为65.3%，约占全部死亡原因的2/3；而在中高收入国家和高收入国家，非传染性疾病死亡率达到了74.9%和80.0%。非传染性疾病会极大危害老年人口的健康状况和价值创造能力，在人口老龄化日趋严重的背景下将会对整个经济社会发展活力产生严重影响。从对“量”的需求来看，当前全球医疗健康资源的分布还极度不均，医疗健康资源的供给还远不能满足需求，这为数字医疗、远程医疗技术的发展带来了巨大机遇。

5.2 生命科学创新的未来

参考总结近期生命科学的突破性进展可以发现，当前生命科学的基础研究和交叉创新成果层出不穷，重点领域正迎来创新发展的转折期和高峰期。

1. 面向蛋白质设计的深度学习算法 (Deep learning for protein design)：蛋白质工程领域正经历一场范式转变，深度学习的人工智能算法大幅提高了设计功能性蛋白质的能力。这些交叉技术的赋能不仅加速了新酶和治疗蛋白的开发，同时也为药物递送和疫苗研制方面的创新应用打下了坚实的基础。将蛋白质序列视为语言结构的大型语言模型，对揭示蛋白质结构的奥秘起到了决定性作用，加快了人类创造稳定、高效、适用的合成蛋白质的进程。^[22]

2. 纳米级材料的3D打印技术 (3D printing of nanomaterials)：3D打印正在向微尺度材料的打印进军，使得一些微小型功能材料制造成为了可能，尤其适用于生命科学领域的医药和器械研发。克服了传统技术在速度、材料兼容性和成本方面的限制，纳米材料3D打印使得纳米级的体内诊断和机器人技术变得更加成熟，也预示着在材料科学赋能下的生命科学领域新时代到来。^[23]

3. 超超分辨率 (Super-duper resolution)：MINSTED 和 DNA-PAINT 等创新技术，使人们能够在分子和原子层面上观察生物过程，为理解复杂的生物系统和疾病机制开辟了新图景。其中 MINSTED 就是基于 STED 的超分辨率荧光显微镜技术。^[21]

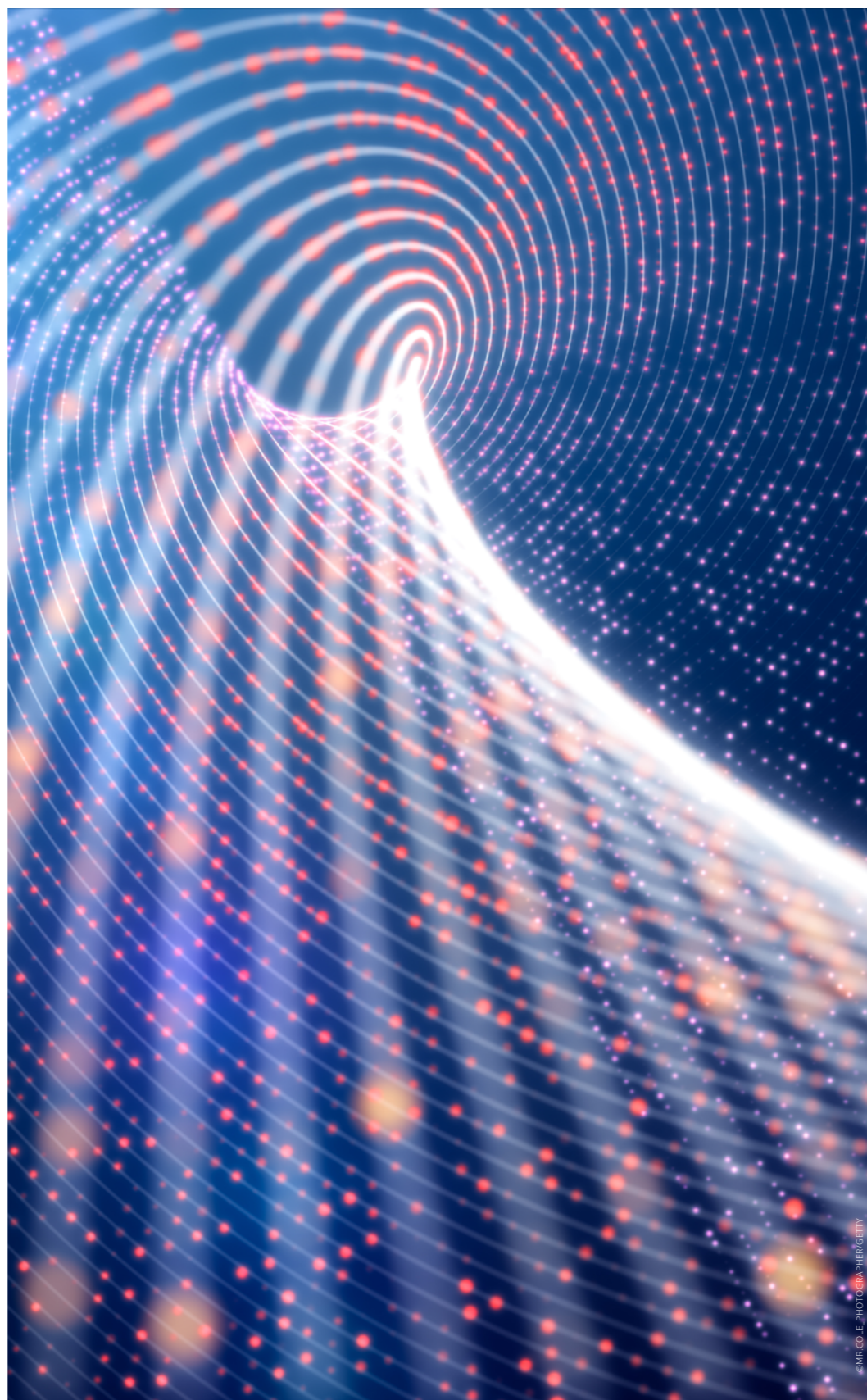
4. 脑-计算机接口 (Brain-computer interfaces)：脑-计算机接口 (BCI) 技术正改变丧失行动能力和语言能力人们的生活。在充分识别脑部信号基础上，使得通信和控制得以融合为一体。BCI 技术的发展不仅提高了许多功能障碍人的生活质量，还为更广泛的应用提供了方向，包括治疗认知障碍、心理健康问题、意念操控等。^[24]

5. 合成生物 (Synthetic biology)：合成生物改变了我们的生产方式，并可能将深入影响我们的饮食结构、燃料生成以及专用药物的制作。目前科学家利用酵母作为底盘细胞，通过工程改造产生了大豆血红蛋白，添加到了植物性汉堡中，让食客“真假难辨”。^[25]随着人口的进一步增长，接下来的几年甚至几十年的时间里，将会出现更多的微生物群落来替代糖原料。同时，在现行的化学品中，将会有更多的生物合成替代化学合成，充分发挥生物基材料合成的绿色低碳、环境友好、原料可再生等特征。^[26]

6. 细胞基因治疗 (Cellular gene therapy)：细胞基因治疗是近年来备受关注的新技术，为很多疑难病症提供了新的治疗与改善途径。然而，该疗法因其高昂的价格，实际上限制了可获取的人群。目前，科学家提出，通过即时制造技术，让这种新的疗法可以在患者身边被生产和应用，有望突破价格瓶颈，让新技术平等地惠及人类。^[27]

5.3 小结

随着前沿技术不断取得突破，生命科学在基础研究端正加速向未知领域迈进，在产业技术端正迅速向其他领域拓展，已成为推动新一轮科技革命和产业变革的重要源泉。一方面，生命科学技术与其他学科和新兴技术领域加速融合，AI 制药、合成生物、脑机接口、基因编辑等新方向新领域不断涌现，推动生命科学向极微观领域和生命源头迈进。另一方面，生命科学创新成果正向其他领域不断溢出，赋能加速农业、食品、能源、化工、材料等重要领域的创新发展，为实现人类社会的绿色可持续发展带来希望。此外，生命科学技术发展带来的伦理挑战和不平衡问题同样日益凸显，迫切需要世界各国相关部门和科研机构的重点关注，为生命科学向有益于人类福祉的方向发展塑造有序的规则框架。



第六章

总结

本报告通过对全球生命科学集群的整体分析和重点生命科学集群案例的深入探究，对当前全球生命科学产业集群发展的驱动因素、发展特征、发展模式和趋势进行了全面分析。全球生命科学产业集群发展在迎来广阔的发展机遇的同时，也面临着诸多挑战。

自生命科学进入现代分子生物学和细胞生物学时代以来，全球生命科学集群经过近百年发展已形成了多极分立格局。以美国、英国、瑞士、法国、日本等为代表的发达国家在生命科学创新能力上具有明显的领先优势，成为现代生命科学发展的中心，而以新加坡、中国等亚洲国家为代表的生命科学集群正在加速崛起，成为生命科学产业发展新的增长极。随着生命科学研究向极微观领域、极端条件和极综合交叉方向不断深入，其重科研、重资产、长周期、高成本、高风险的特征愈发凸显，需要高浓度创新资源要素的支撑，生命科学集群发展的两极化格局将更加显著。

基于所用的数据库的数据分析结果，同样表明，全球生命科学领域的基础研究产出、国际科技合作、科研成果商业化都主要发生在美国、英国、法国、瑞士等发达国家的大型城市，以及中国的北京、上海、苏州等亚洲热点地区。美国在生命科学创新领域仍然

占据明显的领先优势，依托在生命科学领域的长期积累，培育出大量的顶尖人才、机构、高校和企业。北京、上海、苏州等新兴生命科学集群在科技成果应用转化方面增长迅速，但在基础研究领域和国际合作方面仍然与美欧存在差距。

波士顿、西雅图、北京、上海等生命科学集群的崛起历程显示，生命科学集群的蓬勃发展不仅需要高层次科技人才、科研机构、高校、科技企业的支撑，还离不开完善的生命科学创新生态，即专业化平台载体的服务支撑、专门科技园区的集聚承载、科技产业政策的配套服务、重大科技基础设施的支撑以及大规模创投资本的赋能支持。生命科学集群只有在具备这些条件后经过长久发展和积累才能逐渐形成发展优势，这为后发国家生命科学发展和追赶带来了巨大挑战。

新时代孕育着新机遇，新一轮科技革命和产业变革将成为后发国家缩小差距的重要机会。以北京中关村生命科学园为代表，中国生命科学集群正在从打基础、建框架向强功能的阶段迈进，通过构建政策、平台、科研、技术、产业紧密结合的创新生态体系，中国生命科学集群将在 AI 制药、合成生物、脑机接口、基因编辑等新一代生命科学技术发展进程中做出更大贡献。

参考文献

- [1] 张先恩 . 世界生命科学格局中的中国 . 中国科学院院刊 37, 622-635 (2022)
- [2] Van Looy, B., Grabowska, M., Vlasisavljevic, V. et al. Growth of biotech clusters over several decades through pioneering, variety and entrepreneurial science. *Nature Biotechnology* 42, 20–25 (2024).
- [3] WHO. Ageing and health. (2024). <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ageing-and-health>.
- [4] European Commission, Joint Research Centre Nindl, E., Confraria, H., Rentocchini, F., et al., The 2023 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. (Publications Office of the European Union, 2023). doi:10.2760/506189.
- [5] IQVIA, Institute for Human Data Science. The Global Use of Medicines 2024: Outlook to 2028. (2024). <https://www.iqvia.com/insights/the-iqvia-institute/reports-and-publications/reports/the-global-use-of-medicines-2024-outlook-to-2028>.
- [6] IMF. World Economic Outlook. (2024). <https://www.imf.org/zh/Publications/WEO>.
- [7] The White House, Office of Science and Technology Policy. FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Bold Goals and Priorities to Advance American Biotechnology and Biomanufacturing. (2023). <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/22/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-bold-goals-and-priorities-to-advance-american-biotechnology-and-biomanufacturing/>.
- [8] The White House, Office of Science and Technology Policy. The White House Advances Biotechnology and Biomanufacturing Leadership with the Launch of the National Bioeconomy Board. (2024). <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2024/03/22/the-white-house-advances-biotechnology-and-biomanufacturing-leadership-with-the-launch-of-the-national-bioeconomy-board/>.
- [9] European Commission. Building the future with nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU. COM 137, (2024). https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_1570.
- [10] UK Government. Autumn Statement 2023. (HH Associates Ltd, 2023). www.gov.uk/official-documents.
- [11] Cabinet Office, Council for Science, Technology and Innovation. Bioeconomy Strategy. Integrated Innovation Strategy 2024. (2024). https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy_en.pdf.
- [12] 中华人民共和国国家统计局 . 中国统计年鉴 . (2024). <https://data.stats.gov.cn/index.htm>.

- [13] 中华人民共和国中央人民政府 . 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 . (2024). https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [14] Government of India, Ministry of Science & Technology, Department of Biotechnology. Cabinet approves “Bio-RIDE” scheme to support cutting edge research and development in Biotechnology. (2024). <https://dbtindia.gov.in/pressrelease/cabinet-approves-%E2%80%98bio-ride%E2%80%99-scheme-support-cutting-edge-research-and-development>.
- [15] WHO. Indicators and data. <https://apps.who.int/nha/database/Select/Indicators/zh>
- [16] 张宓之, 裴文乾, 何雪莹 . 美国—加拿大 “卡斯卡迪亚” 创新走廊建设模式与协同机制研究 . *创新科技* 22, 81-88 (2022).
- [17] Choose Paris Region. <https://www.chooseparisregion.org/paris-2024>
- [18] 黄海华 . 张江生物医药 “逆势而上” 韧性强劲 创新指数同比增长 4.81%, 风险投资同比增速超六成 . *解放日报* 27430, 6 (2022).
- [19] Senior, M. Biotech financing: darkest before the dawn. *Nature Biotechnology* 42, 1331-1338 (2024).
- [20] WHO. World health statistics 2024: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. (Geneva, 2024). <https://www.who.int/publications/i/item/9789240094703>.
- [21] Eisenstein, M. Seven technologies to watch in 2024. *Nature* 625, 844-848 (2024).
- [22] Abramson, J., Adler, J., Dunger, J. et al. Accurate structure prediction of biomolecular interactions with AlphaFold 3. *Nature* 630, 493–500 (2024).
- [23] Bashir, S., Amn Z., M., Shoukat, M. et al. Nanoparticles as a novel key driver for the isolation and detection of circulating tumour cells. *Scientific Reports* 14, 22580 (2024).
- [24] Drew, Liam. United States sets the pace for implantable brain-computer interfaces. *Nature* 634, S8-S10 (2024).
- [25] Voigt, C.A. Synthetic biology 2020–2030: six commercially-available products that are changing our world. *Nature Communication* 11, 6379 (2020).
- [26] Karim, A.S., Brown, D.M., Archuleta, C.M. et al. Deconstructing synthetic biology across scales: a conceptual approach for training synthetic biologists. *Nature Communication* 15, 5425 (2024).
- [27] Dropulić, B. CAR-T and cellular gene therapies are too expensive. *Nat Med* 30, 2714 (2024).

附录 1

数据来源

Dimensions 数据库：是一个综合性的科研信息资源库，汇集了超过 1.4 亿条文献数据、3200 万条数据集、740 万条科研经费数据、1.6 亿条专利数据、90 万条临床试验数据以及 210 万条政策文档数据，所有数据均实时更新。通过灵活整合和关联不同类型的数据，Dimensions 数据库能够有效协助科研机构和研究人员进行多维度的科研分析和研究。研究人员可以基于论文和引文分析，结合机构、国家 / 地区或城市以及时间等多维度，开展研究主题、优势学科科研表现、科研表现对比、科研合作网络等方面的研究工作，从而梳理科研发展脉络，提供全面、客观且坚实的科研数据支持。

The Lens：是一个专利检索平台，将学术和专利知识整合为一种公共产品，为科学和技术驱动的问题解决方案提供信息。该平台汇集了全球专利和学术出版物数据，通过先进的检索和分析工具，为研究人员、企业和政策制定者提供全面的专利信息 and 学术成果分析支持。

自然指数 (Nature Index)：由施普林格·自然编制的用于衡量全球高水平科技成果的数据库，实时监测 145 种高质量自然科学和健康科学期刊。期刊选择完全独立于 Nature Portfolio，由独立专家小组推荐期刊，经全球大规模科研人员调查，综合评价以确保选取最合理一致的顶级期刊。自然指数提供了客观衡量全球高质量科研产出和合作的数据标准，是目前评价机构和地区高质量研究最权威、认可度最高的指标之一。

AdisInsight 数据库：全球药物研发管线信息实时监测数据库，针对药物研发、疾病治疗、投资决策，帮助科研人员、投资人员了解药物研发进程，识别最具潜力的研发领域，评估潜在研发机会，聚焦最具前景的研发路径。

附录 2

数据名称和分析方法

生命科学集群：本报告所选集群以所在都市圈或主要城市作为地理边界进行研究和分析。

活跃科研人员：在选定时间区间和选定领域里至少发表过一篇论文的科研工作者。

复合年均增长率 (CAGR)：发表的论文数量，或科学家数量，或论文被引用频次在选定时期内的复合年均增长率。

生命科学领域：依据 Dimensions 数据库 FOR 一级分类，包括生物医学与临床科学、生物科学、健康科学、心理学、环境科学和农业、兽医和食品科学。如果某篇论文属于多个学科领域，只统计一次。

自然指数数据：上一个自然年份自然指数数据库中收录的论文数据。自然指数收录科研人员指在选定时间区间和选定领域里至少有一篇论文被自然指数收录的科研工作者。

论文被专利、政策、临床试验引用的总频次：指论文被专利、政策、临床试验引用的总频次，每次引用都纳入统计。

前沿方向研究活跃度：根据各前沿方向的论文数据进行归一化处理，计算原理如下：该集群在某前沿方向的论文数量 (Xi) 与整个对比集群组中的最大值进行对比，并且转换成百分比形式。计算公式如下：前沿方向研究活跃度分值 = $\frac{X_i}{\max_{1 \leq j \leq n} X_j} \times 100$ 。注：前沿方向研究与其他数据的地理边界稍有差异。

附录 3

数据

表 1

全球药物研发趋势

	RESEARCH/PRECLINICAL	CLINICAL	REGULATORY	MARKETED
2004	2716	1277	67	133
2005	2954	1377	70	137
2006	3198	1521	84	141
2007	3469	1717	80	158
2008	3654	1884	84	170
2009	3838	2023	85	176
2010	4058	2214	82	189
2011	4299	2438	97	208
2012	4463	2591	111	234
2013	4726	2807	111	264
2014	5017	3050	116	292
2015	5381	3346	131	348
2016	6364	3748	158	377
2017	6942	4153	174	417
2018	7659	4583	207	452
2019	8680	5007	226	491
2020	9938	5492	280	524
2021	11558	6098	287	563
2022	13173	6875	314	614
2023	14831	7586	349	646

表 2

序号	集群名称	活跃科研人员数量					CAGR
		2019	2020	2021	2022	2023	
1	湾区生命健康集群	66461	72422	73981	76579	78739	4.33%
2	西雅图新型健康集群	23259	24993	26294	26564	28427	5.14%
3	休斯顿德州医学集群	26767	27982	27915	29079	30582	3.39%
4	波士顿医药集群	78670	83766	87581	88390	93688	4.46%
5	北京中关村生命科学园	279185	308395	350479	402466	432884	11.59%
6	上海张江科学城	109549	123327	142116	160163	171129	11.80%
7	苏州工业园	13378	14916	18126	20742	23268	14.84%
8	圣地亚哥生命科学集群	21424	22693	23502	23701	23669	2.52%
9	纽约生命科学集群	116786	127812	131504	132156	139047	4.46%
10	华盛顿生物健康集群	88704	94132	97480	97177	101595	3.45%
11	洛杉矶生命科学集群	41220	44459	46694	46574	48110	3.94%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	38710	41568	42678	42942	45916	4.36%
13	伦敦生命科学集群	72213	79145	84508	80489	83958	3.84%
14	法兰西岛健康科学集群	72037	74935	76823	75725	74925	0.99%
15	鹿特丹生物医药产业集群	7144	7255	8065	8058	8112	3.23%
16	米兰生命科学集群	25457	28350	30023	31425	32687	6.45%
17	日内瓦生命健康产业集群	19875	20970	21672	22355	24253	5.10%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	9359	10013	10656	10634	11217	4.63%
19	新加坡生物医药产业集群	26804	29813	30849	30975	32832	5.20%
20	东京·神户医疗产业集群	174149	168825	172956	185452	189161	2.09%
21	首尔生命健康产业集群	84823	86534	90946	95233	100259	4.27%
22	古瓦哈提生物技术园	32865	40896	50070	53892	58343	15.43%

2019	2020	2021	2022	2023	CAGR	在自然指数中生物科学与健康科学领域论文的科学家数量占比				
						2019	2020	2021	2022	2023
5269	6398	6321	8139	6994	7.34%	7.93%	8.83%	8.54%	10.63%	8.88%
1724	1824	1974	2795	2492	9.65%	7.41%	7.30%	7.51%	10.52%	8.77%
1830	2032	2243	2931	2738	10.60%	6.84%	7.26%	8.04%	10.08%	8.95%
6964	7944	8151	10890	10386	10.51%	8.85%	9.48%	9.31%	12.32%	11.09%
4286	5055	5274	6485	6771	12.11%	1.54%	1.64%	1.50%	1.61%	1.56%
2553	2762	3287	4788	4549	15.54%	2.33%	2.24%	2.31%	2.99%	2.66%
174	213	150	333	263	10.88%	1.30%	1.43%	0.83%	1.61%	1.13%
2621	2616	2664	3003	2637	0.15%	12.23%	11.53%	11.34%	12.67%	11.14%
7225	8325	8587	11781	10884	10.79%	6.19%	6.51%	6.53%	8.91%	7.83%
5408	6203	6396	8657	7656	9.08%	6.10%	6.59%	6.56%	8.91%	7.54%
2234	2222	2425	3219	3021	7.84%	5.42%	5.00%	5.19%	6.91%	6.28%
2056	2351	2518	3515	3306	12.61%	5.31%	5.66%	5.90%	8.19%	7.20%
3250	4161	4380	6256	6319	18.08%	4.50%	5.26%	5.18%	7.77%	7.53%
3061	3334	3436	5049	4411	9.56%	4.25%	4.45%	4.47%	6.67%	5.89%
293	308	455	788	746	26.32%	4.10%	4.25%	5.64%	9.78%	9.20%
653	787	922	1368	1455	22.18%	2.57%	2.78%	3.07%	4.35%	4.45%
1265	1271	1519	1789	1635	6.62%	6.36%	6.06%	7.01%	8.00%	6.74%
216	313	233	506	388	15.77%	2.31%	3.13%	2.19%	4.76%	3.46%
1092	1199	1174	1532	1232	3.06%	4.07%	4.02%	3.81%	4.95%	3.75%
3397	4162	4180	5309	4669	8.28%	1.95%	2.47%	2.42%	2.86%	2.47%
1211	1309	1171	2150	2258	16.85%	1.43%	1.51%	1.29%	2.26%	2.25%
171	147	353	374	256	10.61%	0.52%	0.36%	0.71%	0.69%	0.44%

表 3

		全部领域 (FOR 一级分类) 论文总量					
序号	集群名称	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR (2019~2023)
1	湾区生命健康集群	54088	60615	61278	60137	60286	2.75%
2	西雅图新型健康集群	21116	23614	23992	23516	23575	2.79%
3	休斯顿德州医学集群	22813	25306	25158	25519	25791	3.11%
4	波士顿医药集群	68780	77965	78864	76468	77795	3.13%
5	北京中关村生命科学园	164985	183198	206264	235536	240966	9.93%
6	上海张江科学城	64469	74258	85177	95050	95973	10.46%
7	苏州工业园	8387	9517	11306	13387	14223	14.12%
8	圣地亚哥生命科学集群	18290	20381	20591	19641	19247	1.28%
9	纽约生命科学集群	97423	109264	110906	108560	110688	3.24%
10	华盛顿生物健康集群	75268	83353	83682	80620	80304	1.63%
11	洛杉矶生命科学集群	37126	41529	42720	41744	41927	3.09%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	33553	38005	38529	37462	37942	3.12%
13	伦敦生命科学集群	69169	78133	83706	77252	76920	2.69%
14	法兰西岛健康科学集群	52052	56389	57034	54136	53658	0.76%
15	鹿特丹生物医药产业集群	7497	7981	8388	8420	8241	2.39%
16	米兰生命科学集群	24481	29870	31303	31402	32102	7.01%
17	日内瓦生命健康产业集群	17879	19938	20614	20304	20643	3.66%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	8777	10002	10566	10335	10706	5.09%
19	新加坡生物医药产业集群	23337	26443	27252	27313	28040	4.70%
20	东京 - 神户医疗产业集群	106243	112678	117009	113715	112552	1.45%
21	首尔生命健康产业集群	58925	62881	65885	66187	66968	3.25%
22	古瓦哈提生物技术园	25109	33856	41690	44448	47298	17.15%

在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量占全 部领域论文总 量的百分比	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量占全 部领域论文总 量的百分比	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量占全 部领域论文总 量的百分比	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量占全 部领域论文总 量的百分比	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量	在自然指数中 生物科学与健康 科学领域的 论文数量占全 部领域论文总 量的百分比
2019	2019	2020	2020	2021	2021	2022	2022	2023	2023
1731	3.20%	1872	3.09%	1805	2.95%	2588	4.30%	2333	3.87%
609	2.88%	617	2.61%	690	2.88%	1057	4.49%	996	4.22%
539	2.36%	606	2.39%	591	2.35%	899	3.52%	917	3.56%
2153	3.13%	2275	2.92%	2266	2.87%	3415	4.47%	3245	4.17%
1114	0.68%	1267	0.69%	1417	0.69%	1735	0.74%	1865	0.77%
665	1.03%	718	0.97%	864	1.01%	1138	1.20%	1144	1.19%
70	0.83%	69	0.73%	66	0.58%	104	0.78%	99	0.70%
901	4.93%	847	4.16%	873	4.24%	1015	5.17%	884	4.59%
2434	2.50%	2589	2.37%	2713	2.45%	3849	3.55%	3511	3.17%
1844	2.45%	2018	2.42%	1953	2.33%	2880	3.57%	2618	3.26%
755	2.03%	831	2.00%	842	1.97%	1383	3.31%	1223	2.92%
746	2.22%	737	1.94%	789	2.05%	1258	3.36%	1138	3.00%
1105	1.60%	1247	1.60%	1330	1.59%	2169	2.81%	1982	2.58%
928	1.78%	967	1.71%	963	1.69%	1373	2.54%	1299	2.42%
131	1.75%	118	1.48%	144	1.72%	327	3.88%	317	3.85%
178	0.73%	220	0.74%	260	0.83%	465	1.48%	491	1.53%
469	2.62%	498	2.50%	549	2.66%	704	3.47%	625	3.03%
98	1.12%	134	1.34%	115	1.09%	217	2.10%	202	1.89%
295	1.26%	317	1.20%	324	1.19%	460	1.68%	423	1.51%
1088	1.02%	1250	1.11%	1266	1.08%	1602	1.41%	1485	1.32%
304	0.52%	345	0.55%	326	0.49%	582	0.88%	582	0.87%
52	0.21%	39	0.12%	67	0.16%	110	0.25%	92	0.19%

表 3

		生命科学领域论文量					
序号	集群名称	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR (2019~2023)
1	湾区生命健康集群	32532	37621	37884	37811	37701	3.76%
2	西雅图新型健康集群	15101	17303	17291	17058	16947	2.93%
3	休斯顿德州医学集群	17464	19775	19692	20029	20276	3.80%
4	波士顿医药集群	47797	55690	56143	54735	55141	3.64%
5	北京中关村生命科学园	52740	64956	72075	78908	74165	8.90%
6	上海张江科学城	24333	30596	34038	37124	35120	9.61%
7	苏州工业园	3417	4235	4833	5499	5554	12.91%
8	圣地亚哥生命科学集群	12565	14425	14242	13593	13214	1.27%
9	纽约生命科学集群	66879	77384	77880	76698	78159	3.97%
10	华盛顿生物健康集群	50152	56683	56993	54851	54264	1.99%
11	洛杉矶生命科学集群	21982	25741	26508	26092	26527	4.81%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	24893	28749	28897	28313	28713	3.63%
13	伦敦生命科学集群	45133	52102	56107	50853	49749	2.46%
14	法兰西岛健康科学集群	27475	30682	30536	29123	28293	0.74%
15	鹿特丹生物医药产业集群	6276	6659	7025	7027	6915	2.45%
16	米兰生命科学集群	15772	20475	21262	20909	20913	7.31%
17	日内瓦生命健康产业集群	10001	11588	12203	12008	11800	4.22%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	5173	6174	6438	6400	6490	5.83%
19	新加坡生物医药产业集群	9018	11138	11417	10911	10722	4.42%
20	东京 - 神户医疗产业集群	49849	56009	59719	57257	55205	2.58%
21	首尔生命健康产业集群	30088	32166	32955	32857	32394	1.86%
22	古瓦哈提生物技术园	12058	17381	20600	21503	22728	17.17%

生命科学领域论文占全部领域论文的百分比						
2019	2020	2021	2022	2023	CAGR (2019~2023)	
60.15%	62.07%	61.82%	62.87%	62.54%	0.98%	
71.51%	73.27%	72.07%	72.54%	71.89%	0.13%	
76.55%	78.14%	78.27%	78.49%	78.62%	0.67%	
69.49%	71.43%	71.19%	71.58%	70.88%	0.50%	
31.97%	35.46%	34.94%	33.50%	30.78%	-0.94%	
37.74%	41.20%	39.96%	39.06%	36.59%	-0.77%	
40.74%	44.50%	42.75%	41.08%	39.05%	-1.05%	
68.70%	70.78%	69.17%	69.21%	68.65%	-0.02%	
68.65%	70.82%	70.22%	70.65%	70.61%	0.71%	
66.63%	68.00%	68.11%	68.04%	67.57%	0.35%	
59.21%	61.98%	62.05%	62.50%	63.27%	1.67%	
74.19%	75.65%	75.00%	75.58%	75.68%	0.50%	
65.25%	66.68%	67.03%	65.83%	64.68%	-0.22%	
52.78%	54.41%	53.54%	53.80%	52.73%	-0.03%	
83.71%	83.44%	83.75%	83.46%	83.91%	0.06%	
64.43%	68.55%	67.92%	66.58%	65.15%	0.28%	
55.94%	58.12%	59.20%	59.14%	57.16%	0.54%	
58.94%	61.73%	60.93%	61.93%	60.62%	0.71%	
38.64%	42.12%	41.89%	39.95%	38.24%	-0.26%	
46.92%	49.71%	51.04%	50.35%	49.05%	1.12%	
51.06%	51.15%	50.02%	49.64%	48.37%	-1.34%	
48.02%	51.34%	49.41%	48.38%	48.05%	0.02%	

表 3

		在自然指数中生物科学与健康科学领域的论文中国际合作论文量					
序号	集群名称	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR (2019~2023)
1	湾区生命健康集群	896	971	966	1357	1298	9.71%
2	西雅图新型健康集群	344	342	406	572	530	11.41%
3	休斯顿德州医学集群	314	357	320	481	518	13.33%
4	波士顿医药集群	1164	1304	1340	1898	1896	12.97%
5	北京中关村生命科学园	679	742	786	863	920	7.89%
6	上海张江科学城	430	464	514	582	566	7.11%
7	苏州工业园	52	49	40	57	54	0.95%
8	圣地亚哥生命科学集群	532	487	501	567	507	-1.20%
9	纽约生命科学集群	1303	1459	1536	2142	1969	10.87%
10	华盛顿生物健康集群	944	1096	1080	1491	1346	9.27%
11	洛杉矶生命科学集群	422	489	484	751	693	13.20%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	382	398	411	643	573	10.67%
13	伦敦生命科学集群	926	1041	1116	1789	1663	15.76%
14	法兰西岛健康科学集群	760	785	790	1081	1038	8.11%
15	鹿特丹生物医药产业集群	120	98	119	273	247	19.78%
16	米兰生命科学集群	158	192	229	397	412	27.07%
17	日内瓦生命健康产业集群	377	400	478	591	528	8.79%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	88	125	107	201	179	19.42%
19	新加坡生物医药产业集群	252	281	285	406	391	11.61%
20	东京 - 神户医疗产业集群	674	756	771	967	861	6.31%
21	首尔生命健康产业集群	202	240	228	378	361	15.62%
22	古瓦哈提生物技术园	37	26	38	75	69	16.86%

国际合作论文数量占比 (均在自然指数中生物科学与健康科学领域)						
2019	2020	2021	2022	2023	CAGR (2019~2023)	
51.76%	51.87%	53.52%	52.43%	55.64%	1.82%	
56.49%	55.43%	58.84%	54.12%	53.21%	-1.48%	
58.26%	58.91%	54.15%	53.50%	56.49%	-0.77%	
54.06%	57.32%	59.14%	55.58%	58.43%	1.96%	
60.95%	58.56%	55.47%	49.74%	49.33%	-5.15%	
64.66%	64.62%	59.49%	51.14%	49.48%	-6.47%	
74.29%	71.01%	60.61%	54.81%	54.55%	-7.43%	
59.05%	57.50%	57.39%	55.86%	57.35%	-0.72%	
53.53%	56.35%	56.62%	55.65%	56.08%	1.17%	
51.19%	54.31%	55.30%	51.77%	51.41%	0.11%	
55.89%	58.84%	57.48%	54.30%	56.66%	0.34%	
51.21%	54.00%	52.09%	51.11%	50.35%	-0.42%	
83.80%	83.48%	83.91%	82.48%	83.91%	0.03%	
81.90%	81.18%	82.04%	78.73%	79.91%	-0.61%	
91.60%	83.05%	82.64%	83.49%	77.92%	-3.96%	
88.76%	87.27%	88.08%	85.38%	83.91%	-1.40%	
80.38%	80.32%	87.07%	83.95%	84.48%	1.25%	
89.80%	93.28%	93.04%	92.63%	88.61%	-0.33%	
85.42%	88.64%	87.96%	88.26%	92.43%	1.99%	
61.95%	60.48%	60.90%	60.36%	57.98%	-1.64%	
66.45%	69.57%	69.94%	64.95%	62.03%	-1.71%	
71.15%	66.67%	56.72%	68.18%	75.00%	1.32%	

表 4

		专利总量					
序号	集群名称	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR(%)
1	湾区生命健康集群	37992	37239	35443	32980	35280	-1.83%
2	西雅图新型健康集群	9744	9160	7985	6814	6904	-8.25%
3	休斯顿德州医学集群	4413	3587	3645	3214	3078	-8.61%
4	波士顿医药集群	9653	9715	9330	8484	8951	-1.87%
5	北京中关村生命科学园	89821	108945	132995	142786	134205	10.56%
6	上海张江科学城	16376	19579	25239	24206	21511	7.06%
7	苏州工业园	2578	3049	3711	3539	3341	6.70%
8	圣地亚哥生命科学集群	9153	8445	8439	7746	10864	4.38%
9	纽约生命科学集群	29268	29401	28320	22832	23127	-5.72%
10	华盛顿生物健康集群	5084	4913	4722	4420	4442	-3.32%
11	洛杉矶生命科学集群	2393	2477	2542	2552	2949	5.36%
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	4102	3807	3752	3631	3769	-2.09%
13	伦敦生命科学集群	3613	3541	3286	2893	2880	-5.51%
14	法兰西岛健康科学集群	16977	16714	16611	14548	14307	-4.19%
15	鹿特丹生物医药产业集群	305	259	137	14548	126	-19.83%
16	米兰生命科学集群	1019	1105	1118	1058	1183	3.80%
17	日内瓦生命健康产业集群	1821	1962	2013	1991	2168	4.46%
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	473	437	414	361	352	-7.12%
19	新加坡生物医药产业集群	1750	1471	1377	1408	1558	-2.86%
20	东京·神户医疗产业集群	166382	162428	157361	162863	160225	-0.94%
21	首尔生命健康产业集群	37209	37148	37750	36556	41509	2.77%
22	古瓦哈提生物技术园	621	879	1207	1083	1793	30.35%

论文被专利、政策、临床试验引用的总频次 (2019-2023)			临床试验被论文引用的总频次					
论文数量 (不区分学科领域)	论文被专利、政策、 临床试验引用的总 频次	论文平均被引用频 次	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR(%)
303137	39698	0.131	482	470	443	398	388	-5.28%
118463	17826	0.150	249	275	240	240	259	0.99%
126921	10108	0.080	402	419	347	380	386	-1.01%
388038	52666	0.136	553	552	524	456	430	-6.10%
1040123	63303	0.061	136	181	174	185	190	8.72%
417710	25247	0.060	100	131	105	143	183	16.31%
57116	3280	0.057	12	13	23	20	27	22.47%
100118	11983	0.120	192	188	170	130	154	-5.36%
550489	54822	0.100	1048	1059	1010	861	865	-4.68%
412869	50674	0.123	709	723	666	623	594	-4.33%
209818	17700	0.084	483	495	466	427	470	-0.68%
190033	15592	0.082	348	399	331	299	281	-5.21%
393019	47899	0.122	330	354	283	321	291	-3.10%
292564	21412	0.073	273	333	304	284	256	-1.59%
41377	4370	0.106	55	56	44	49	45	-4.89%
151811	11092	0.073	153	195	173	164	173	3.12%
102646	17034	0.166	50	47	42	61	39	-6.02%
51842	5055	0.098	107	127	109	98	88	-4.77%
134215	11732	0.087	45	61	47	39	34	-6.77%
680478	22314	0.033	234	258	220	220	219	-1.64%
327471	20784	0.063	180	187	185	154	179	-0.14%
196374	7065	0.036	20	27	21	15	15	-6.94%

表 5

		生命科学前沿方向论文数量 (2019-2023)				
序号	集群名称	合成生物学	脑科学	表型组学	计算生物学	基因与细胞治疗
1	湾区生命健康集群	513	25,335	225	1,351	4,330
2	西雅图新型健康集群	597	20,889	192	1,043	3,858
3	休斯顿德州医学集群	482	28,567	197	1,254	6,275
4	波士顿医药集群	2347	78,824	674	4,187	11,691
5	北京中关村生命科学园	4408	106,231	1,106	4,172	12,638
6	上海张江科学城	2142	59,501	543	2,398	10,133
7	苏州工业园	199	9,720	33	306	2,155
8	圣地亚哥生命科学集群	662	22,093	252	841	2,606
9	纽约生命科学集群	815	62,991	506	3,192	9,538
10	华盛顿生物健康集群	740	47,080	403	2,183	5,757
11	洛杉矶生命科学集群	442	32,729	201	1,514	4,473
12	宾夕法尼亚州生命科学集群	385	34,656	384	1,446	6,259
13	伦敦生命科学集群	1591	79,755	701	4,555	10,239
14	法兰西岛健康科学集群	940	39,005	466	1,565	5,949
15	鹿特丹生物医药产业集群	44	9,985	100	501	1,306
16	米兰生命科学集群	247	29,703	162	1,587	5,000
17	日内瓦生命健康产业	446	17,295	150	896	1,873
18	布鲁塞尔公共健康科技集群	143	9,234	49	509	1,240
19	新加坡生物医药产业集群	826	19,158	159	1,479	2,877
20	东京-神户医疗产业集群	1,343	64,685	384	2,312	8,005
21	首尔生命健康产业	788	47,411	196	2,265	5,382
22	古瓦哈提生物技术园	662	20,906	422	1,387	2,461

生命科学前沿方向研究活跃度分值 (2019-2023)					
合成生物学	脑科学	表型组学	计算生物学	基因与细胞治疗	
12	24	20	30	34	
14	20	17	23	31	
11	27	18	28	50	
53	74	61	92	93	
100	100	100	92	100	
49	56	49	53	80	
5	9	3	7	17	
15	21	23	18	21	
18	59	46	70	75	
17	44	36	48	46	
10	31	18	33	35	
9	33	35	32	50	
36	75	63	100	81	
21	37	42	34	47	
1	9	9	11	10	
6	28	15	35	40	
10	16	14	20	15	
3	9	4	11	10	
19	18	14	32	23	
30	61	35	51	63	
18	45	18	50	43	
15	20	38	30	19	

表 6

		全球论文数量逐年趋势 (2014-2023)				
序号	生命科学前沿方向	2014	2015	2016	2017	2018
1	合成生物学	5942	7662	7771	7893	10211
2	脑科学	381021	390622	421457	463848	493940
3	表型组学	1074	1261	1872	1803	2487
4	计算生物学	1075	1124	1297	1873	3639
5	基因与细胞治疗	39463	40455	46496	45136	52583

序号	生命科学前沿方向	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR(%) 2014-2023
1	合成生物学	11141	12149	14213	15074	17169	12.51%
2	脑科学	521654	595582	651415	666886	672089	6.51%
3	表型组学	2616	3312	4381	4736	5028	18.71%
4	计算生物学	6849	12461	19961	28866	43241	50.76%
5	基因与细胞治疗	49933	62350	75821	75620	77331	7.76%

团队

内容与数据

巨蓉
黄珏珺
Jacob Dreyer
王清影
张立
林婧
Jolie Wu
Rebecca Dargie
John Pickrell
Daren Howell
Steven Riddell
Vivek Aggarwal
Jack England
Bo Wu
Aayush Kagathra
Vera Nienaber

项目统筹

岑黎超
沈燕华
王晓夏
阎子君
孙晓俭
王皓

排版与设计

Sou Nakamura

全球生命科学集群创新发展报告2024

© KIDS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/GETTY



nature
research intelligence
