

新加坡科技创新机制及优势科技产业的研究

杨燕萍¹ 何俊波²

(1.广西民族大学东盟学院, 广西 南宁 530007;
2.中国科技开发院广西分院, 广西 南宁 530022)

【摘要】新加坡政府设立科技创新执行与管理部, 部门之间总体上各司其职、分工明确, 形成了高效、有序的科技创新机制; 同时, 还布局高科技新兴产业, 加大对高科技新兴产业的资金投入, 鼓励科技创新和科技创新型人才的培育, 不仅拉动了新加坡科技的长足进步, 形成了新加坡以科技创新型为主的优势产业, 也提升了新加坡的科技实力, 促进经济产业的良性发展。

【关键词】新加坡; 科技创新机制; 科技产业

【中图分类号】F276; G321

【文献标识码】A

【文章编号】1008-1151(2023)12-0164-05

Research on Technological Innovation Mechanism and Superior Technological Industry in Singapore

Abstract: The Singapore government has established a department for the execution and management of scientific and technological innovation, with each department performing its own duties and having a clear division of labor, forming an efficient and orderly mechanism for scientific and technological innovation. At the same time, it has also laid out high-tech innovation industries, increased capital investment in high-tech emerging industries, encouraged technological innovation and the cultivation of technological innovation oriented talents. This has not only driven significant progress in Singapore's science and technology, but also formed Singapore's advantageous industries mainly focused on technological innovation. It has also enhanced Singapore's technological strength and promoted the healthy development of the economic industry.

Keywords: Singapore; technological innovation mechanism; technological industry

引言

新加坡是一个东南亚的岛国, 其资源匮乏、人口密集, 但科技创新能力强, 经济发达, 城市交通便捷, 环境优美, 有“花园城市”之称, 且作为“亚洲四小龙”之首, 在科技创新领域领跑东南亚。新兴科技的不断创新推动新加坡的工业发展和产业升级, 经历劳动密集型、技能密集型、资本密集型、科技密集型的发展, 向知识密集型产业转型。新加坡政府长期的部署和引导形成了高效的科技创新体系, 科技进步与科技产业取得了显著的成果。

1 新加坡科技创新执行与管理部

新加坡在科技创新领域建立起以政府为首, 科研机构、研发型企业为辅, 自上而下完整的科技创新管理体系, 体现着鲜明的政府主导、协调统一、分工明确的特点。新加坡科技创新执行与管理部从整体来看主要分为两大部分:

一是由直接隶属内阁, 以创新与创业理事会 (Research, Innovation and Enterprise Council)、国家研究基金会 (National Research Foundation)、教育部 (Ministry Of Education)、贸工部 (Ministry of Trade and Industry) 为主的管理主体; 二是以企业 (包括本土企业和跨国企业)、研发型大学、智库、科技局所属研究所等为主要执行主体的执行机构和部门^[1]。

第一层级——研究、创新与创业理事会 (简称 RIEC) 和国家研究基金会 (简称 NRF)。

RIEC 于 2006 年成立, 由新加坡总理担任主席, 由内阁部长以及来自商业、科学和技术界的杰出本地和外国成员组成, 是该体系的最高领导机构^[2]。主要目标是为国家研发提供战略方向, 以推动新加坡向知识型社会转型, 具备强大的研究、创新和企业能力。新加坡 NRF 成立于 2006 年 1 月 1 日, 是总理府下属的一个部门, 主要任务是制定研究、创新和企业政策、计划和战略来确定国家研发方向, 还为战略计划提供资金, 协调政府各部门的研发计划, 培养研究人才等^[2]。

【收稿日期】2023-04-22

【作者简介】杨燕萍 (1998—), 女, 广西岑溪人, 广西民族大学东盟学院在读硕士研究生, 从事东盟区域与国别研究工作。

【通信作者】何俊波 (1996—), 男, 湖北潜江人, 中国科技开发院广西分院助理工程师, 从事科技评估工作。

第二层级——贸工部(简称 MTI)、教育部(简称 MOE)。

贸工部辖下共有 9 个法定委员会和一个政府部门,其中科学、技术和研究局(A*STAR),经济发展局(EDB),新加坡企业发展局涉及新加坡科技创新和对外科技合作,工作范围为推动研究和创新、打造先进的能源等^[3]。MOE 负责制定和实施有关教育结构、课程、教学法和评估的教育政策。它监督政府资助学校、技术教育学院、理工学院和大学的管理和发展,负责以教学科研导向为主的科技创新^[4]。

第三层级——学术研究基金(AcRF),科学、技术和研究局(A*STAR),经济发展委员会(EDB)。

AcRF 隶属于教育部,于 1994 年设立,旨在支援各类大学进行学术研究工作,助力各类科技创新型和研究型大学的课题研究和发 展,从而为新加坡高校的学术研究质量的大幅度提升、科技创新的发展和 国家综合实力的增强添砖加瓦^[4]。科学、技术和研究局(A*STAR)隶属于贸工部,于 1991 年成立,包括生物医学研究委员会(BMRC)、科学与工程研究委员会(SERC)、A*STAR 研究生院(A*GA)、企业集团、企业五大部门^[5]。其任务是在推进科学发展的同时开发创新技术,以推动经济增长和改善居民生活;在各类研究所、更广泛的研究界、行业培养、发展 高 技 术 人 才 和 杰 出 领 导 者 方 面 发 挥 着 举 足 轻 重 的 作 用^[5]。EDB 是隶属于贸工部的政府机构,负责制定战略,提升新加坡的全球商业、创新和人才中心地位,为新加坡创造可持续的经济增长、充满活力的商业环境和良好的就业机会。

第四层级——各类公立或私立大学和科研院所。

第四层级则是 R&D 计划的各类执行部门和机构,包括各类公立或私立大学,如新加坡国立大学、各类技术学院、公立或私立医院、企业研究单位、各类智库、私人实验室、科技局所属研究所等。这些执行部门和机构主要负责三大类型的研发任务,分别是“研究者主导型基础研究、任务型基础研究、应用产业研究开发”,执行部门和机构是科技创新政策和规划得以落实的主要载体,也是科技成果转化的主力军;其中跨国公司尤为突出,相关调查显示,2010 年跨国公司研发开支占新加坡企业部门总研发开支的 63%;同时,政府通过设立众多研究计划鼓励大学和研究机构参与国际科技合作,如国家研究基金会的 CREATE 项目、RCE 项目等^[1]。

新加坡科技创新的管理和执行部门总体上各司其职、分工明确。新加坡科技创新由政府主导制定宏观战略规划、进行政策扶持和资金扶助、设立基础研究平台和公共服务平台、营造良好的科技创新环境和营商环境等;执行部门和机构则在政府的统筹协调下有序开展科技研发、科技创新和技术成果转化,不断提升新加坡的科技创新能力,助力新加坡成为新兴的科创中心国家。

2 新加坡政府的科技创新布局

在政府的大力支持和资金投入下,新加坡具备世界一流的多元化的研究基地和设备,聚集了前沿的科技研发人才,具有科技研究成果快速转化的良好环境,形成了以政府为主导的产、学、研一体的科技创新布局。

2.1 继续加强生产、生活领域科技创新的投入

新加坡科技创新以实用主义为原则,以科技创新革新产业、创造便捷化的国际大都市生活为导向,加强生产与生活领域的科技创新投入。如由新加坡科技局发布的《Science and Technology Plan 2000》《Research, Innovation and Enterprise 2020 Winning the Future through Science and Technology》和《Research, Innovation and Enterprise 2025 Plan》都共同关注先进制造业;同样由新加坡科技局发布的《Science and Technology Plan 2010》和《Research, Innovation and Enterprise 2015》共同侧重电子、信息通讯与媒体领域^[6];以及《Research, Innovation and Enterprise 2025 Plan》侧重“城市解决方案和可持续发展”等^[7]。

2.2 支持 RIE 领域的扩展任务

为解决新冠肺炎疫情全球大流行造成全球经济的供应链和生产链问题,新加坡政府在《研究、创新与企业 2025 计划》中着手研究相关项目,以提高供应链的弹性,如支持 A*STAR 的 ARTC 开发平台技术,使企业能够将其供应链数字化,实现云端的可视化和重新配置;同时,在供应链转型的基础上更广泛地采用增材制造技术(AM),扩大国家制造创新集群(NAMIC),加强与制造业关键参与者的关系,以增强制造操作的灵活性和效率、减少材料耗费;除此之外,RIE 投资计划将与国家总体计划紧密结合,未来经济委员会推动经济增长和行业转型的工作,支持新加坡构建数字未来的智能国家计划等^[7]。

2.3 继续加强对人才的培养和世界各地一流人才的吸引

在《研究、创新与企业 2025 计划》中,新加坡政府计划将 22 亿美元用于研究生课程和 I&E 人才培养,约占该计划总额的 9%^[7]。具体表现为加大对培养研发人才的大学和各类研究所的资金和政策支持,增加研究生课程的 A*STAR 奖学金,设置新加坡国际预科研究生奖和东盟博士后奖学金等;培养创业技能及创新和企业(I&E)人才库,通过 A*STAR 的企业能力提升技术方案等计划,加强对体验式培训的支持;加强 RIE 生态系统和行业之间的人力循环,以促成知识转移和建立强大的专业知识网络,以及将与新加坡全球网络和全球创新联盟合作,以联系海外人才网络^[7]。

2.4 加强跨学科领域的研究

随着全球气候变暖,新加坡面临着海平面上升和城市热岛效应等问题。为了应对复杂的气候变化和新兴领域的研究,《研究、创新与企业 2025 计划》表示将增加可再生能源和低碳技术的使用,如低碳氢和新型碳捕获、利用和存储(CCUS)技术、开发具有可持续性的建筑材料等;对新兴领域的研究则在于“抢占先机”,不断向世界科技创新中心靠近,以纳米电子学为例,它代表了微电子学的发展趋势,并被大众广泛当作未来数十年将取代微电子学成为信息技术的主体,将对人类的工作和生活产生革命性影响,对该领域的重点投入

和研究意味着将在新一轮的“工业革命”中处于领先地位^[7]。

2.5 扩大 I&E 平台规模，推动科学技术的转化，增强企业的创新能力

一方面，新加坡在以往 RIE 计划搭建 I&E 平台的基础上，扩大技术翻译和商业化方面对当地企业的支持和影响，加快有关企业将科学技术转化为产品或获得解决方案的速度，同时，这些平台作为一个重要节点，以汇集社区、企业、政府机构和监管机构，构成一个完整的生态系统，加强知识、技术、资金、人才等方面的交流；另一方面，以这些平台作为基点向高增长的周边市场发展，如集成医疗设备或数字健康，以促进企业获得跨领域合作伙伴和市场。

新加坡是世界上首先提出“政府信息化”的国家之一^[8]。从 1980 年开始经历了六个发展阶段：国家计算机计划（1980—1985 年）、国家信息技术计划（1986—1991 年）、信息技术 IT2000—智慧岛计划（1992—1999 年）、信息通信 21 世纪计划（2000—2006 年）、智能国 2015 计划（2006—2015 年）、智慧国 2025 计划（2015—2025 年），这一系列计划使新加坡较早踏上了政务信息化的道路^[9]。2014 年新加坡政府启动了“智慧国家 2025”计划，该计划致力于打造更加完善和便捷的数字化基础设施和广泛包容的国民文化这两大建设智慧国家的基础，在此之上构建数字政府、数字经济、数字社会三大支柱，从而落实智慧国家六类方案：国家战略项目、交通、城市生活、电子政务、健康和创业商业。该规划不仅促进了信息领域、数字领域和通信技术领域的发展，更建立了优质的信息化、数字化基础设施，使技术要素的流动更加畅通便捷，加速了技术转移及新加坡知识密集型产业的建成。瑞士洛桑国际管理发展学院（IMD）和新加坡科技设计大学（SUTD）联合发布的《2021 年智慧城市指数》报告显示，新

加坡连续三年稳居全球智慧城市排行榜的榜首^[10]。

3 新加坡科技创新的资金投入与产出

新加坡对创新科技的投入随着经济发展、市场需求以及新加坡人民的需求不断变化，以政府为主导，制订宏观的科技创新计划及加大资金支持，由政府统筹管理和协调科技创新的发展。

3.1 新加坡科技创新的资金投入

从 1991 年实施的第一个科技五年计划至今，如表 1 所示，政府在资金方面的投入呈上升趋势。2016 年新加坡制定了《研究、创新、企业 2020 计划》战略，主要将科技资源投入集中于生物医药、先进技术制造、城市方案及服务与数码经济等 4 大领域，预算投入分别为 40 亿美元、32 亿美元、9 亿美元、4 亿美元；同时，依赖 3 大领域横向支撑，分别是学术研究、科研人才和创新创业，预算投入分别为 28 亿美元、19 亿美元、33 亿美元；另外，将 25 亿美元投入“白色空间”中，以满足国家和社会发展的需求^[11]。

在新加坡最新发布的《研究、创新与企业 2025 计划》中，科技创新投入预算高达 250 亿美元，约 1/4 将用于扩大现有的 4 个重点研究领域——制造业、人类健康、城市解决方案和可持续发展、智慧国家与数字经济，并横向支持学术研究、科技人才和创新创业 3 个领域^[7]。为了应对新冠肺炎疫情，政府制定一项防范和应对流行病的全国科研项目，增强新加坡抗击流行病的能力；还有 1/3 将用以支持基础科学研究，如量子科技研究等略有斩获的领域深耕；另外，新加坡政府把预算中的 37.5 亿美元留给“白色空间”，政府配合科学和科技发展随时进行必要的投资^[7]。

表 1 新加坡科技计划基本情况

起止年份	名称	预算/亿美元	重点产业
1991—1995	《国家技术发展规划》	20	信息技术、微电子、电子系统、制造技术、材料技术、能源与环境、生物技术、食品和农业、医疗科学
1996—2000	《第二个国家科技计划》	40	先进技术制造业、微电子、新材料、生物和药品、信息技术、环境
2001—2005	《科技规划 2005》	60	信息与通信、电子制造、生命科学
2006—2010	《科技规划 2010：创新驱动的可持续发展》	135.5	电子、信息通信与媒体、化学制品、工程
2011—2015	《研究、创新、创业 2015：新加坡的未来》	161	电子、生物医药、信息通信与媒体、工程、清洁技术
2016—2020	《研究、创新、企业 2020 计划》	190	生物医药、先进技术制造、城市方案及服务与数码经济
2021—2025	《研究、创新与企业 2025 计划》	250	制造业、人类健康、城市解决方案和可持续发展、智慧国家与数字经济

3.2 新加坡科技创新的产出

首先，新加坡科技创新的显著成效表现在专利、人才储备、新技术授权收入和研发活动带来的收入 3 个方面^[12]。科技创新成果的多少最直观的表现形式即专利数量，其中具体包含专利申请量、专利授权量与专利保有量 3 个指标，如表 2^[13]所示，1994—2019 年新加坡科技创新产出的这 3 个指标均呈不断增加的趋势；在人才储备方面，其研发科学家与工程师数量（RSEs）也从 1997 年的 11 302 人增加至 2019 年

的 38 887 人，庞大的人才储备为新加坡的科技创新提供了源源不断的智力源泉；1999—2019 年这 20 年间的研发总支出（GERD）占国内生产总值（GDP）的比重基本呈现稳定上升的趋势，说明新加坡政府不断通过政策支持和立法，将资金投入科技创新领域；在技术授权收入和研发活动带来的销售收入方面，也随着政府对科技研发的政策扶助和资金支持的不断投入而基本呈上升趋势，在一定程度上反映了科技成果的商业化水平。

表 2 新加坡科技创新产出情况

年份/年	专利情况/件			GERD/百万美元	GERD/GDP	RSEs/人	创新收益/百万	
	申请量	授权量	保有量				授权收益	销售收益
1994	263	58	204	—	—	—	52.8	—
2000	902	285	1 268	3 009.5	1.82%	14 483	74.63	15 577.77
2010	1 762	653	5 450	6 315.2	1.93%	28 296	32.16	10 900.99
2017	2 852	1 290	9 784	9 061.6	1.91%	35 389	—	—
2018	2 896	1 356	10 114	9 281.8	1.83%	36 264	—	—
2019	2 592	1 476	9 865	9 656.2	1.89%	38 887	—	—

其次，新加坡通过科技自主创新步入世界科技强国的行列，并成为了全球第四大高科技产品出口国，建立起以电子信息、能源与化工、生物医药、机械制造 4 大产业为支柱的高科技工业体系。科技带来新加坡国际竞争力的上升及数字经济的高速发展，如表 3 所示，其科技人才的储备及人才竞争力都为世界瞩目^[14]。

表 3 新加坡的国际竞争力排名

国际竞争力	排名				
	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
科技竞争力 (Competitiveness Ranking)	3	3	1	1	5
人才竞争力 (Talent Ranking)	13	13	10	9	12
数字竞争力 (Digital Competitiveness Ranking)	1	2	2	2	5

最后，科技创新推动了新加坡国内经济的高速发展，促使其成为新兴科技创新型国家，从而步入了发达国家行列。2021 年新加坡 GDP 达到了 5 333.519 亿美元，与上年同期相比，实际增长了 7.6%，新加坡人均国内生产总值升至 7.28 万美元，实现了 7 万美元的新突破^[15]。

总而言之，从 20 世纪 90 年代起，新加坡开始重视对科技创新的投入，从 1991 年开始连续实施了 7 个科技五年计划。新加坡政府极为重视对科技创新的资金投入，科技创新能力因此迅速提升，在生物、医药、科学领域取得了突破性的科技成果；其政策规定资助的重点领域既跟随世界前沿技术领域，又结合本国亟需解决的经济发展和优势领域，如清洁技术、水处理技术、先进服务业等。经过近三十年的发展，新加坡成为新兴科技创新中心国家，科技创新水平位于世界前列。在 2021 年 9 月 20 日世界知识产权组织发布的《全球创新指数报告 2021》中，新加坡在“2021 年全球创新指数”一项中位列第八^[15]。

4 新加坡科技创新形成的优势产业

自 1991 年起，在政府的综合部署和引导下，新加坡经过 30 余年的科技创新，在生物技术、生物医药业、电子工业、精密工程业、电子信息等领域占据了极大的优势，不仅成为相关行业内的领头羊，更创造了巨大的经济效益。

4.1 生物技术

新加坡政府始终十分重视生物技术的发展和创，并将其作为长远的经济增长点，加上新加坡稳定的社会环境、完善的商业服务设施、申请和注册程序的便捷高效、庞大的人才储备、优惠的税收政策和优良的营商环境等优势条件，许多跨国制药公司都选择把总部设在新加坡，进行投资和兴建工厂，利用新加坡庞大的人才储备成立研发中心，并用优厚的条件吸引世界各地的生物技术人才，通过调整生物产业结构和产业链的方式，将新加坡打造成集研究、制造和地区中心为一体的世界级生物科技基地^[16]。

4.2 生物医药业

生物医药业是新加坡政府重点扶持的行业。《研究、创新与企业 2020 计划》、医药创新计划 (PIPS) 等鼓励性政策推动行业发展，自 2014 年起，新加坡政府与制药企业联合培养专业人才，新加坡经济发展局 (EDB) 为生物医药界外商投资者提供充分的优惠政策支持，帮助其搭建伙伴关系，保障国际生物制药企业在新加坡顺利落地。经过多年发展，新加坡形成了医疗制药的 3 大园区，即以医院为中心的诺维娜健康城 (Health city Novena)、以科研为中心的唯一科技城 (One-North) 和以医药制造企业为中心的大士生物医药园，覆盖临床需求、研发转化、生产制造 3 个环节。2020 年产值 184.0 亿新元，占制造业总产值的 5.9%，就业人数 2.44 万人；中外制药 (Chugai)、默克 (MSD)、葛兰素史克 (GSK) 等国际著名医药公司都将全球制造中心设在新加坡^[17]。

4.3 电子工业

电子工业是新加坡传统优势产业之一。从 1999 年开始，西门子、朗讯和飞利浦等跨国公司先后在新加坡投资半导体工业，发展至今，电子产业已经成为拉动新加坡 GDP 增长的支柱产业之一。2020 年产值 1 418.6 亿新元，占制造业总产值的 45.7%^[17]。同时，新加坡还拥有丰富的电子产品及其相关产品的生产中心。不仅纯晶圆代工厂在此设立生产基地，还有许多其他顶级的外包半导体装配和测试公司。新加坡拥有亚太地区最多元化的半导体产业，其产品不仅包括半导体，还包括存储记忆产品、微机电系统 (MEMS)、电信及消费电子等产品等，代表企业有伟创力 (Flex)、格芯 (Global foundries)、英飞凌 (Infineon) 和美光科技 (Micron) 等^[17]。

4.4 精密工程业

据新加坡经济发展局 (EDB) 统计, 新加坡有超过 2 700 家精密工程企业提供了生产复杂零部件和设备所需的关键产品和专业知识, 而这些零部件和设备在半导体、医疗科技、海洋业、近海工程和航空业等领域不可或缺。新加坡的精密工程企业拥有全套的设计、成形、生产和供应链管理的能力。制造商很容易在这里找到“一站式解决方案”, 无需使用多国供应商。该产业 2020 年的产值约 420 亿新元, 主要产品包括半导体引线焊接机和球焊机、自动卧式插件机、半导体与工业设备等^[17]。

4.5 电子信息

新加坡是目前世界上电信业最为发达的国家之一, 目前有 40 家电信设备供应商和超过 1 000 家电信服务提供商^[17]。自新加坡 2000 年电信市场全面自由化以来, 新加坡资讯通信发展管理局与众多合作伙伴开展紧密合作, 提供丰富的资讯通信服务、根据市场的需求打造创新服务与增强知识资本、提升新加坡的经济枢纽地位。特别是正在开启的“智慧国家 2025”的 10 年计划, 更是强调将信息通信技术应用到各行业, 新加坡信息技术发展和应用领域已经处于世界领先地位。在信息通信技术发展水平方面, 世界经济论坛 (WEF) 于 2016 年 7 月 6 日发布的《2016 年全球信息技术报告》显示, 新加坡“网络就绪指数”名列前茅^[18]。

5 结束语

新加坡在不同时期出台国家科技发展计划, 呈现出 3 个基本特点: 一是重视科技创新人才的培育和高科技初创企业的发展; 二是强调基础科学研究和发展新科技产业的重要性, 推动知识密集型产业向科技创新型产业发展、转型; 三是新加坡政府、学界和企业之间, 以及政府机构内部之间开展科技创新的密切合作与协作。新加坡国家科技创新计划为新加坡科技发展指明方向, 也提供了制度保障, 并通过科技管理机制创新和科学技术创新, 建立起了“开放、多元、动态、高效”模式, 进一步释放科技资源的活力和创造力, 不仅对新加坡社会经济发展具有显著的推动作用, 也是其国际影响力的重要支撑点, 使新加坡步入世界科技强国的行列, 成为现代化国家经济建设的标杆。

【参考文献】

[1] 陈强, 左国存, 李建昌. 新加坡发展科技与创新能力的经验及启示[J]. 中国科技论坛, 2012(8): 139-145.

- [2] NRF Singapore: National research foundation[EB/OL]. (2022-04-12)[2022-12-26]. [https://www.nrf.gov.sg/about-nrf/governance/research-innovation-and-enterprise-council-\(riec\)](https://www.nrf.gov.sg/about-nrf/governance/research-innovation-and-enterprise-council-(riec)).
- [3] MTI Family[EB/OL]. (2022-10-13)[2022-12-26]. <https://www.mti.gov.sg/About-Us/MTI-Family>.
- [4] MOE: Our mission and vision[EB/OL]. (2021-10-08)[2022-12-26]. <https://www.moe.gov.sg/about-us/our-mission-and-vision>.
- [5] Organization structure[EB/OL]. (2022-08-01)[2022-12-26]. <https://www.a-star.edu.sg/about-astar/corporate-profile/organisation-structure>.
- [6] 纪慰华, 苏宁. 新加坡建设科技创新中心的特点与启示[J]. 全球城市研究(中英文), 2020, 1(2): 91-102, 193.
- [7] Research, innovation and enterprise 2025 plan[EB/OL]. (2022-10-01)[2022-12-26]. <https://www.nrf.gov.sg/rie2025-plan>.
- [8] 雷巧冰. 借鉴新加坡经验 扎实推进“电商广西 电商东盟”工程: 新加坡信息化建设经验对广西商务信息化建设的启示[J]. 广西经济, 2013(12): 55-57.
- [9] 新加坡成为全世界“最智慧城市政府”[EB/OL]. (2021-04-09)[2022-12-26]. <http://www.e-gov.org.cn/article-176815.html>.
- [10] 新加坡“智慧国”建设的“3C”理念[EB/OL]. (2021-11-19)[2022-12-26]. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_15458705.
- [11] Research, innovation and enterprise 2020 plan: Winning the future through science and technology[EB/OL]. (2019-02-25)[2022-12-26]. [https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie2020-publication-\(final-web\).pdf](https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie2020-publication-(final-web).pdf).
- [12] 杨荣. 新加坡 R&D 投入体系、机制与绩效研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2015, 30(1): 39-46, 59.
- [13] 新加坡科技创新产出情况[EB/OL]. (2021-09-25)[2022-12-26]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/413827412>.
- [14] 新加坡的国际竞争力排名[EB/OL]. (2022-06-24)[2022-12-26]. <http://sg.mofcom.gov.cn/article/dtxx/202206/20220603321636.shtml>.
- [15] 《2021 年全球创新指数报告》发布! 中国名列第 12 位, 连续 9 年稳步上升[EB/OL]. (2021-10-12)[2022-12-26]. <http://co.cgmia.org.cn/News/Detail/13015>.
- [16] 毕世鸿. 新加坡[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2016.
- [17] 对外投资合作国别(地区)指南 新加坡(2021 年版)[EB/OL]. (2021-01-08)[2022-05-29]. <https://fdi.mofcom.gov.cn/go-touziyoushi-con.html?id=305>.
- [18] 何流. 新加坡: 从智慧城市“迈向”智慧国[J]. 中国信息界, 2014(12): 20-25.