

瑞士创新体系的特点与思考

王罗汉

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要: 自 2012 年以来, 瑞士已连续 9 年位于全球创新指数榜首并获得全球最具竞争力经济体称号。本文发现, 瑞士所体现出的强大创新实力, 与其背后优质的创新体系分不开。在瑞士的创新体系中, 企业雄厚的高研发投入实力、一流的教育体系和政府不断优化的科研创新环境是其体系的最大特点, 也是最大优势。加强同瑞士各界在培养和吸引全球顶级科研创新团队上的合作, 深化中瑞企业间创新能力的成果转化水平, 提高我国企业的创新成果产出效率, 应作为未来中瑞合作的重点。

关键词: 瑞士; 创新体系; 创新指数; 科技投入; 创新合作

中图分类号: F114.4 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2020.09.007

瑞士是一个只有 851 万人口且长期保持非欧盟成员国身份的小型中立的欧洲内陆国家, 能保持长久的高质量创新竞争力是与其构建的强大创新体系分不开的。而国际上有较大影响力的全球创新指数 (GII), 在国内并未引起学术界的关注和重视^[1]。国外最早由 Luis Suarez^[2] 提出国家创新能力这一重要定义, 认为可以采用该指数来对一国的专利质量水平进行考核。Mathews^[3] 则进一步对该指数在不同技术水平的国家进行了测度, 发现技术领先国家与落后国家对国家创新能力的认知存在差异。而部分国内学者曾进行过相关研究, 如漆苏等^[4] 利用 GI 指数对中国的创新能力进行过研究。陈劲等^[5] 则将国家创新能力量化为创新投入、创新人力资源和创新产出等具体指标进行分类考核。李平等^[6] 则从经济发展、制度环境的构建、社会发展层次与创新水平等维度重构了基于创新型国家的基本属性和特征。整体而言, 学者们虽然对国家创新能力理论展开了系列研究, 但尚未形成统一的概念体系^[7]。本文通过梳理和分析瑞士的创新体系特点, 为我国

下一步开拓中瑞科技创新合作, 加快提升我国创新能力和开放创新水平提供参考和借鉴。

1 企业是研发投入的真正主体, 制药企业是其中的主角

企业是研发投入的主体。2017 年, 瑞士共投入约 304.5 亿瑞士法郎用于研发, 占 GDP 的 3.4%, 研发投入强度排在韩国 (4.55%) 和以色列 (4.54%) 之后。其中企业投资约 224 亿瑞士法郎, 占全部研发支出的 73.77%; 联邦政府投资仅占比 13.28%。此外, 尚有在海外研发中心开展的 150 亿瑞士法郎研发活动未纳入统计。而高等教育机构所接受的各类研发资金仅有 62.17 亿瑞士法郎, 仅占全部研发投入资金的 20.43% (见表 1)。

行业研发投入高度集聚于制药、研发服务业、机械等领域。企业研发投入主要集中在制药 (35.4%)、机械化工 (12.1%) 以及信息和通信技术 (ICT) (10.9%) 等领域, 这也与瑞士的产业结构高度吻合。应特别注意, 瑞士企业的研发服

作者简介: 王罗汉 (1987—), 男, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为产业科技创新政策研究及国际科技创新合作。

项目来源: 科技部科技创新战略研究专项“构建支撑现代化经济体系建设的创新政策体系重大问题研究” (ZLY201817); 国家高端智库重点研究课题“中国—中东欧国家科技创新合作战略研究” (zxzk202010)。

收稿日期: 2020-08-05

表 1 2017 年瑞士 R&D 资金来源与流向 (单位: 百万瑞士法郎 CHF)

来源 \ 流向	商业企业	高等教育机构	联邦公立研发项目	私立非营利机构及其他	海外	总计 (占比 %)
商业企业	14 473	604	7	33	7 331	22 448 (73.77)
联邦政府	73	2 813	173	432	549	4 040 (13.28)
州立基金	83	2 265	—	—	—	2 348 (7.72)
高等教育机构	20	293	—	—	—	313 (1.03)
私立非营利机构及其他	51	19	3	29	—	102 (0.34)
海外研发投入	949	223	1	5	—	1 178 (3.86)
总计 (占比 %)	15 649 (51.43)	6 217 (20.43)	184 (0.60)	499 (1.64)	7 880 (25.90)	30 429

数据来源: 瑞士联邦统计局, 图表作者自行整理。

注: 表中的商业企业为私营企业, 未统计瑞士私立企业控股的海外附属企业在海外的研发支出 150 亿瑞士法郎。

务占比 (15.6%) 非常高 (见图 1)。

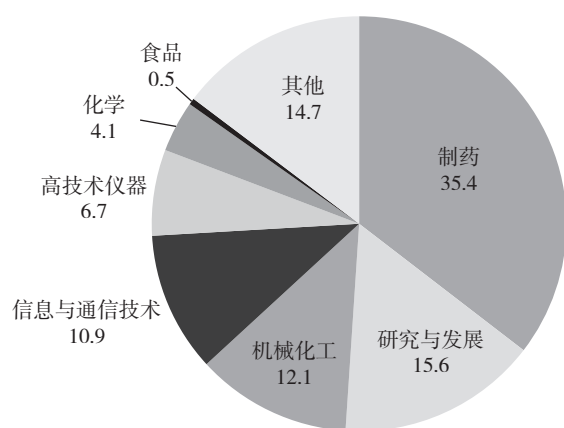


图 1 2017 年瑞士私营企业各行业 R&D 经费占比 (%)

注: 研发经费为各行业内部研发支出。

资料来源: Swiss Healthcare and Pharmaceutical Market, 2018.

国家对企业实施不援助不补贴政策。制药企业研发投入最多, 实力全球顶尖。瑞士的龙头企业全部是私营企业, 不存在政府针对企业研发而出台的各类研发补助金, 政府也不会出手援助濒临倒闭的企业。完全采用市场优胜劣汰的“丛林法则”, 通过市场竞争去锤炼企业。据 2018 年欧盟委员会发布的《2018 年欧盟工业研发投入排名》, 全球研发投入排名前 100 的大企业中, 瑞士共有 2 家药企和 1 家食品制造企业上榜, 且全是私营企业。罗氏

(Roche) 以 89 亿欧元排名第 8, 相比 2004 年上升 10 位; 诺华 (Novartis) 以 73 亿欧元位居第 13, 相比 2004 年上升 7 位; 雀巢 (NESTLE) 以 18 亿欧元排名第 74。另据美国《制药经理人》(Pharm Exec) 杂志公布的 2019 年基于处方药销售的《全球制药企业 50 强》排行榜 (Pharm Exec's Top 50 Companies 2019), 在全球制药企业 50 强榜单中, 罗氏和诺华销售收入分别位居全球第 2 和第 3 位, 而如果从研发投入看, 诺华位居榜首 (2019 年为 98.03 亿美元), 罗氏位居第 3 (2019 年为 81.54 亿美元), 见表 2。

2 强大的高校群体提供了丰富多样的人才储备

瑞士拥有多所世界一流高校。据 Universitas 21 发布的《2019 年国家高等教育系统排名》(Ranking of National Higher Education Systems, 2019)^[8], 在所考察的 50 个国家中, 处于领先地位的 5 个国家分别是美国、瑞士、英国、瑞典和丹麦。具体到 4 项主要指标的排名上, 瑞士的资源排名第 1, 环境排名第 12, 关联度排名第 1, 产出排名第 3。瑞士拥有多所综合性高质量州立大学 (巴塞尔大学、伯尔尼大学、弗里堡大学)、联邦理工学院 (洛桑联邦理工学院、苏黎世联邦理工学院)、应用科学大学 (苏黎世大学、洛桑大学、圣加仑大学) 以及师范大学 (日内瓦大学) 等 (见表 3)。

表 2 2019 年全球排名前 10 的制药企业

排名	公司	总部所在地	处方药销售额 / 研发投入 (亿美元)
1	辉瑞 (Pfizer)	美国	453.02/79.62
2	诺华 (Novartis)	瑞士	445.52/98.03
3	罗氏 (Roche)	瑞士	434.81/81.54
4	强生 (Johnson & Johnson)	美国	388.15/84.46
5	默克 (Merck & Co)	美国	373.53/79.08
6	赛诺菲 (Sanofi)	法国	351.21/62.27
7	艾伯维 (AbbVie)	美国	320.67/50.93
8	葛兰素史克 (GlaxoSmithKline)	英国	306.45/49.87
9	安进 (Amgen)	美国	225.33/36.57
10	吉利德科学 (Gilead Science)	美国	216.77/38.97

表 3 2018 年瑞士重点高校在国际大学排行榜中的排名

重点高校	上海交大世界大学学术排名 2018 年度 (前 500 名)	QS 世界顶级大学排名 (2018)	泰晤士高等教育世界大学排名 2018 年度 (前 800 名)
洛桑联邦理工学院	81	12	38
苏黎世联邦理工学院	19	10	10
巴塞尔大学	96	149	95
伯尔尼大学	101~150	167	105
弗里堡大学	301~400	501~550	201~250
日内瓦大学	59	98	130
洛桑大学	101~150	146	152
圣加仑大学	—	375	401~500
苏黎世大学	54	73	136

注：国际高校排名前 100 名的有具体数值，100 之后的只有区段，特此说明。

数据来源：<https://www.universityrankings.ch/>

顶级学科以生物医药、分子化学和基础科学为主。将瑞士重点高校的优势学科和诺奖分布加以比对可知，在基础科学领域，物理、化学以苏黎世联邦理工学院最强，共培养了 32 位诺奖得主；在生物化学、医学领域以苏黎世大学最强，共培养了 12 位诺奖得主（见表 4）。

全球顶尖人才来瑞工作频繁，高学历人才占比凸显。瑞士拥有世界上占全国人口比例最高的诺贝尔自然科学奖获得者，同时，还有很多著名科学家

都曾在瑞士从事过科学研究，如爱因斯坦、伦琴。据瑞士联邦统计局的数据，同一年出生的人口中，有 2.5% 以上的瑞士人口获得了博士学位，这一比例在经济合作与发展组织（OECD）国家中排名并列第一（与芬兰、德国和瑞典并列）。

高质量的教育水平加上开放的环境吸引着全球外籍教授和优秀留学生来瑞工作。在 2018 年《泰晤士高等教育》特刊举办的“全球最国际化 150 所大学”评比中，按照国际学生以及外籍教职人员比

表 4 瑞士知名高校优势学科及部分高校诺奖统计

知名高校	优势学科	诺奖人数	诺奖分布（人数）
苏黎世联邦理工学院	建筑、工程科学、自然科学	32	物理（10）；化学（17）；医学（5）
洛桑联邦理工学院	工程技术（电子工程、材料工程、人工智能、金融工程、生物工程）	—	—
苏黎世大学	分子生物学、神经科学、人类学、医学、农学、经济学	12	物理（5）；化学（4）；医学（2）；文学（1）
洛桑大学	医学、生物学、经济学	—	—
巴塞尔大学	生物化学	—	—
伯尔尼大学	医学、哲学	—	—
日内瓦大学	药学、现代语言、历史学	—	—
圣加仑大学	经济学、工商管理	—	—
弗里堡大学	哲学、心理学	—	—

例排名，苏黎世联邦理工学院和瑞士洛桑联邦理工学院两所联邦科技类高校分获第 1 和第 2 名（香港大学第 3 名、新加坡国立大学第 4 名），日内瓦大学第 6 名，苏黎世大学第 15 名。以苏黎世联邦理工学院为例，该校 18 000 多名学生，来自世界近 110 个国家，任职教授近 500 名，其中外籍教授比例高达 67%。

3 科技投入多元化，以项目为纽带促进产学研结合

联邦公共资金以支持大学和科研机构为主，由瑞士国家科学基金会（SNSF）和创新署（Innosuisse）负责。国家科学基金会主要支持基础研究、国家研究计划、国际合作研究等，大力投入欧洲核子研究中心、欧空局和欧洲分子生物学实验室等国际科学事业和创新网络，积极参与“欧盟研发创新基金”和“地平线 2020”等欧洲顶级的大科学研究项目。公共创新项目成果与市场对接由创新署为主力进行支持。创新署是一家负责推动创新的联邦机构，下设企业家项目和创业导师项目。前者主要为年轻科技创业者提供创业课程，启发其商业思维，提供建构企业的思路并引导他们科学地制定企业发展规划。后者主要为小微企业安排创业导师服务，提供一对一创业建议和咨询服务等。该机构每年拥有约 2 亿瑞士法郎的促进预算，绝大部

分用于促进创新项目。例如，机械和机电工程促进部门在 2017 年就获得了 1 840 万瑞士法郎的联邦资助，先后成立了 11 个国家主题网络（NTN），包括“碳复合材料”“创新表面”“瑞士光电子”“瑞士数据密集服务联盟”“累计制造网络”以及“物流网络协会”等。

通过支持产学研项目促进成果转化。创新署的项目在申请时的审核标准包括创新性、对经济和社会的有用性，以及在企业研发过程中需要依靠外部力量时给予协助等，并要求每个项目要有高校或非营利性研究机构及负责产出的执行伙伴参与。创新署仅支持公共部门，原则上不向企业直接付款。因此，执行伙伴（企业）必须至少承担项目费用的一半及现金融资的至少 10%。通过这种方式，从源头保证科研成果能够运用于产业。

丰富多样的创新协会组织。一是联邦政府每年拨款 3 000 万瑞士法郎支持瑞士科学院联盟，后者由瑞士自然科学院、瑞士思想和社会科学院、瑞士医学科学院和瑞士技术科学院等组成，主要是推动学界和社会对话并提供咨询。二是民间创新组织，如瑞士科技转移联合会（SWITT）就是专门为技术转移参与者设立的。会员来自各类科研院所、医院及其他公益机构，专门为研究机构、企业和政府对话搭建网络，改善瑞士技术转移的环境。三是慈善基金会等个人资助，例如由私营企业倡导支持的“慈

善性”孵化器，就得到了多位瑞士亿万富豪的支持。此类项目多是支持早期阶段的初创企业，填补公共资金、企业投资项目的空白。

4 联邦政府重视宏观创新环境的治理

一是联邦高度重视科技创新的战略规划制定，强化目标引导和战略部署。如2013年由创新署推出的《知识与技术转移新战略》，旨在重点为企业和公共研究机构提供高效优化的合作平台和长期稳定的资金支持，进一步改善企业与科研机构创新合作环境；面对科研事业对瑞士科研后备力量的吸引力减弱，科研人员的工作方式发生改变，对研究方法和技术提出新需求，联邦出台《2012—2016科学研究战略规划》；为使大科学装置更多入驻瑞士本土，提升国际科研活动话语权和确保组织领导能力，联邦发布《2013—2016年科研基础设施路线图》，借助深化多层次国际合作的机遇，抢占科研制高点和科学前沿阵地。

二是出台系列涉及科技研发体制、人才供给等方面的政策措施，有力地保障了科技创新活动的开展，提升了全社会创新活力。例如，针对科研创新项目的体制机制设计，出台《研究与创新促进法》（FIFG），确保用于研究与创新的政府资金能够有效使用，并检测各个研究机构间的合作情况，必要时联邦可以介入协调；针对人才供给，围绕高等教育制度、现代学徒制度以及职业教育制度，分别发布《高校促进和协调法》《联邦理工大学法》和《联邦职业教育法》，构建完善的各类人才供给制度，共同构成多元化、分层次的人才输送体系。

三是政府通过营造宽松的劳资法律体系、设定低廉的企业税率和优化金融设施，成功地吸引了大批跨国公司将研发总部设在瑞士。

瑞士有着比欧盟更加宽松的法律体系，依托劳动法、合同法、债权法等各种相关协议共同调节雇用双方的关系，使得外资企业自行安排的空间更大。虽然瑞士是高工资国家，人力成本较高，但每周40.5个小时的工作时限则明显长于其他欧洲发达国家，而罢工现象几乎不存在。

由于瑞士是联邦制，各州都有自己的独立税法 and 自由征税权力。为了吸引更多的跨国公司，瑞士的很多州甚至成为全球税率最低的“税收天堂”。

比如，瑞士最小的州楚格（Zug），虽然人口不足12万，却有近3万家企业在此登记落户，其中名气最大的莫过于从美国迁来的全球最大的大宗商品交易商嘉能可（Glencore）。

瑞士的研发活动很大部分涉及国内外的资金周转。苏黎世作为世界最大的离岸金融中心，具备完善而有活力的金融体系、健全的金融基础设施和富有创新能力和融资性极强的金融市场。欧盟的科研计划是瑞士开展科研国际合作的重要平台。截至2016年，瑞士共参与了4269个国际科研创新项目，其中有972项由瑞士牵头，占比达22.7%，从欧盟获得的科研经费总计达24.82亿瑞士法郎。2017年，海外研发投入有11.78亿瑞士法郎投向瑞士各研发机构，占瑞士全部R&D投入的3.8%，其中有80%的部分，即约9.49亿瑞士法郎投向瑞士企业。

5 瑞士强大的创新实力突出表现在创新产出效率高

自2012年以来，瑞士在知识与技术的产出和创新产出上持续保持了第一的成绩。

在产出的细分项目上，瑞士在知识创造力当中的原创PCT专利收入、科技论文的人均投入与产出效率方面，知识影响力中的计算机软件人数的投入产出率和高中技术制造业的占比方面，知识扩散中知识产权的收益和外国直接投资等领域占有绝对优势。

从表5的优势分布可以大致看出，瑞士的创新能力，不论是纯基础理论的产出效率和质量，如科技论文人均投入与产出效率（排名第3）、可引文献指数（排名第9），还是创新成果的市场转化应用水平，如原创PCT专利收入占比（排名第1）、知识产权收入占比（排名第1）和ICT行业及商业模式创新（排名第1），均位居全球前列（见表5）。而这一成绩的取得，是与瑞士所构建的创新体系分不开的。

6 加强中瑞创新合作的重点建议

（1）在国际一流创新人才的培养和引进上加强合作。

一是在一流人才培养方面。在人才培养、师资建设等方面加强同洛桑联邦理工学院、苏黎世联

表 5 2019 瑞士 GII 产出排名表

一级项目	排名	二级项目	排名	三级项目	排名
知识与技术产出	1	知识创造力	1	原创专利 /GDP (按购买力平价 PPP 折算后)	5
				原创 PCT 专利 /GDP (按购买力平价 PPP 折算后)	1
				科技论文人均投入产出效率	3
				可引文献指数 (H 指数*)	9
				人均劳动力增长率	66
		知识影响力	4	计算机软件人均投入与产出效率	3
				ISO9001 质量认证投入	17
				高与中高技术制造业占比	3
				知识产权收入 / 贸易总额	1
				高技术净出口 / 贸易总额	24
				ICT 服务出口 / 贸易总额	27
				外国直接投资净流出 /GDP	1
创造性产出	1	无形资产	7	商标收入 /GDP (按购买力平价 PPP 折算后)	4
				按原产地计价的工业设计 / GDP (按购买力平价 PPP 折算后)	14
				ICT 行业及商业模式创新	1
				ICT 行业及组织模式创新	9
		创意商品与服务	4	文化与创意服务出口 / 贸易总额	37
				企业劳动力 / 劳动力总人口 (15~69 岁)	5
				娱乐及媒体市场人数 / 劳动力总人口 (15~69 岁)	2
				印刷及其他媒体总产出 / 制造业总产出	50
				创意商品出口占总贸易比重	15
		线上创意	7	从事国家代码的互联网域名 (TLD) 服务人口 / 劳动人口 (15~69 岁)	1
				从事通用顶级域名服务人数占劳动人口比重	13
				维基百科编辑占劳动人口比重	27
				人均移动 App 创意收入	15

*H 指数是一个数字,旨在表示特定科学家或学者,或一组科学家或学者(如部门或研究组)的生产力和影响。

资料来源:《2019 全球创新指数(GII)报告》。

邦理工学院等著名高等院校和科研机构开展对接合作。优化留学学科领域,鼓励中国学生到瑞士学习生物、制药、机械化工、前沿技术等理工科专业。二是在人才引进方面。通过与瑞士高校、研究所联

合建设研发机构等方式,充分利用瑞士的智力资源,加强对优势学科领域的人才引进。

(2) 强化同瑞士在创新优势行业创新的深度融合,提升我国企业创新成果产出效率。

一是加快同瑞士生物制药、研发服务和机械加工等优势行业创新研发的“无缝对接”。在瑞士本土布局中瑞合作机构和联络中心，及时将我国产业升级所需的前沿技术情报和资讯传回国内，促使国内有转化能力的企业及与瑞士创新机构开展在创新成果市场转化方面的合作，缩短沟通和认知时间，提高转化效率，实现深度融合。

二是加快培育并择优选出一批中瑞创新平台。例如成立中瑞“一带一路”高端创新联合实验室、“一带一路”沿线创新成果转化交流平台，为中瑞间开展各类创新合作提供便利；同时，在产业链后端的高级应用升级方面，结合我国在人工智能、航天航空、生物技术等方面的需要，建立一批中-瑞双边创新园。为我国各类创新主体开展创新合作提供信息咨询、环境评估、中介沟通等服务。开展中瑞研发合作、技术转移和知识产权培训，协助各类创新主体建立中瑞合作伙伴关系。■

参考文献：

[1] 耿燕，张郁，张业倩. 全球创新指数视角下的瑞士创新能力研究 [J]. 科技与创新，2019（10）：15-19.

- [2] Villa L S. Invention, inventive learning, and innovative capacity[J]. Systems Research and Behavioral science, 1990, 35(4): 290-310.
- [3] Mathews J A, Mei-Chihhu. Enhancing the role of universities in building national innovative capacity in Asia: The case of Taiwan[J]. World Development, 2007, 35(6): 1 005-1 020.
- [4] 漆苏，刘立春. 基于全球创新指数的中国创新能力现状及影响因素分析 [J]. 科技进步与对策，2018，35（18）：1-10.
- [5] 陈劲，陈钰芬，王鹏飞. 国家创新能力的测度与比较研究 [J]. 技术经济，2009，28（8）：1-5.
- [6] 李平，吕岩威，王宏伟. 中国与创新型国家建设阶段及创新竞争力比较研究 [J]. 经济纵横，2017（8）：57-63.
- [7] 孙玉涛，刘凤朝，李滨. 基于专利的中欧国家创新能力与发展模式比较 [J]. 科学学研究，2009，27（3）：439-444.
- [8] U21 Ranking of national higher education systems 2019[J/OL]. [2020-08-15]. <https://universitas21.com/what-we-do/u21-rankings/u21-ranking-national-higher-education-systems-2019>.

Features of the Swiss Innovation System and Related Recommendation

WANG Luo-han

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038)

Abstract: Since 2012, Switzerland has been at the top of the Global Innovation Index for nine consecutive years and has been awarded the title of the world's most competitive economy. This paper finds that the strong innovation strength of Switzerland is inseparable from the high-qualified innovation system behind it. In the Swiss innovation system, the company's strong R&D investment strength, first-class education system, and the government's continuously optimized environment of technological innovation are the biggest features and advantages of its system. Strengthening cooperation with all sectors of Switzerland in cultivating and attracting the world's top scientific research and innovation teams, deepening the level of innovation transformation between Chinese and Swiss enterprises' innovation capabilities, and improving the efficiency of innovation output of Chinese enterprises should be the focus of future Sino-Swiss cooperation.

Key words: Switzerland; innovation system; innovation index; technology investment; innovation cooperation