

瑞典生物技术领域当前的扶持政策与技术方向

胡志宇¹, 罗惠², 戴钢²

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038;

2. 中国科学技术部, 北京 100862)

摘要: 瑞典是生物技术强国, 了解瑞典当前扶持政策与技术方向是优化未来对瑞典合作的基础性工作。本文根据文献调研与大量实地走访, 从发展态势、战略规划、政策措施、支持重点与主要技术发展方向5个方面分析, 得出结论如下: 瑞典政府将生命科学列为国家五大战略协作项目之一, 是瑞典政府重点引导的应对未来挑战的战略重点方向; 瑞典将生物经济和生物能源作为新技术引领产业发展的重点领域, 取得了良好的社会效应与经济效益。瑞典目前集中攻关的生命科学和生物技术前沿方向为神经科学、基因组研究、再生医学、蛋白质研究、感染治疗、肿瘤学、糖尿病—胰岛细胞生物学研究。

关键词: 瑞典; 生物技术; 产业政策; 生物质能; 生命科学; 抗生素耐药性

中图分类号: G327.532 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.03.003

瑞典在生命科学研究领域一直保持国际先进水平, 在生物技术产业保持全球领先。瑞典政府高度重视生命科学研究和生物技术开发, 出台了一系列政策措施。

1 瑞典生物技术领域发展情况

瑞典是生物技术强国, 按人均拥有企业数量和产业占国民生产总值比重统计, 瑞典居全球之冠^[1]。瑞典长期高度重视生命科学和生物技术的研究开发, 政府制订长期的科研计划予以支持, 企业对生命科学和生物技术的研究开发一直保持大量的投入, 使瑞典在这一领域的研究开发和产业化一直保持国际领先的竞争优势^[2]。

瑞典生物医药产业发达, 其生物技术、制药和医疗设备等在国际上占有重要地位。瑞典拥有许多影响世界的医学发明, 如心脏起搏器、呼吸器、人造肾、超声波、伽马刀、种植牙、局部麻醉等。此外, 在纳米生物技术、系统技术以及生物材料的研

究方面也处于世界领先地位^[3]。

瑞典生物医药产业已有百年发展史。1911年和1913年成立的法玛西亚和阿斯特拉两家制药公司, 对瑞典现代生物制药产业的发展影响深远。截止到2014年, 瑞典生物医药产业有1487家公司, 雇员40764人。瑞典生物医药产业门类齐全, 包括药物研发和生产、医疗技术和器械、诊断技术和设备、生物材料、临床试验、系统解决技术、咨询、风险投资等。从行业分布看, 药物研制占54%, 生物技术、器材等占21%。

在地域分布上, 瑞典生命科学产业主要集中在3个地区: 一是斯德哥尔摩、乌普萨拉和南曼兰地区, 被称为瑞典东部生命科学产业带, 也是欧洲最大的生命科学产业集群, 拥有世界知名大学和研究机构, 如卡罗林斯卡医学院、乌普萨拉大学、瑞典生命科学国家实验室、乌普萨拉科技园等, 该地区聚集了瑞典一半以上的生命科学产业从业人员和众多生物技术、药物研发、仪器设备公司。二是斯

第一作者简介: 胡志宇(1981—), 男, 助理研究员, 主要研究方向为生命科学、情报学。

通讯作者: 戴钢(1968—), 男, 巡视员, 主要研究方向为科技管理。邮箱: daigang@most.cn。

收稿日期: 2018-01-03

科纳地区, 该地区在瑞典最南部, 与丹麦的哥本哈根相连, 形成北欧著名的药谷, 该地区聚集着瑞典众多生物技术公司、医药企业和保健设备公司, 包括大量的中小型药物研发企业。三是西约特兰和哈兰地区, 该地区以医药和医疗技术研发为主, 阿斯利康公司的研发中心和植入性器械公司 Dentsply 位于该区摩恩达尔市, 还有哥德堡大学和查尔莫斯大学衍生出来的许多小微医药公司位于该区^[3]。

在大学方面, 卡罗林斯卡医学院、乌普萨拉大学和隆德大学都是在医学领域世界排名前 100 位的大学。瑞典高校有强大的医学科研创新能力, 在神经科学、免疫学、蛋白质研究和基因组研究等领域的研发能力世界领先。

瑞典在生物经济、生物能源方面也有独特的技术研发优势和产业发展规划。

2 政府战略规划

瑞典政府明确宣布, 将生命科学列为未来 10 年需要应对挑战的科学研究优先领域。2017 年, 瑞典政府研发经费总投入为 367 亿瑞典克朗。其中, 生物和医药领域获得的资助最多, 为 83 亿瑞典克朗^[4]。2017 年 9 月, 瑞典政府宣布在未来 4 年的预算案中追加 3 亿欧元的研发资金, 其中 1 亿欧元将用于生命科学领域的研究。

瑞典每年全社会研发经费的约 10% 投入到生物医药产业。除了政府的投入之外, 瑞典大型医药企业 (如阿斯利康公司等) 都投入大量经费用于生物医药的研发。同时, 瑞典的瓦伦堡基金会也是科研基础设施和研究资金的另一个主要支持者。该基金会在过去的 5 年里捐赠了约 5.8 亿欧元, 以支持瑞典科技界和工业界开展生物医药研究。

2.1 生命科学

瑞典政府将生命科学列为国家五大战略协作项目之一。2016 年 7 月, 瑞典政府宣布将启动五大战略协作项目, 以应对国家正面临的一系列社会挑战, 把数字化、生命科学、环境与气候技术作为瑞典向绿色经济转变的核心和未来工作的出发点。

在生命科学领域, 政府支持医疗卫生机构、产业界与学术界等开展协作, 使用数字技术开发新型创新药物、护理方法和医学技术, 创造新的创新解

决方案, 增强瑞典高水平医药的国际竞争力, 为经济可持续发展做贡献, 提升瑞典的全民卫生水平。

瑞典首相已将五大战略协作项目作为重点优先工作, 责成瑞典企业与创新部长负责协调, 由瑞典创新署在 2016—2018 年间落实战略协作项目的投资。

2.2 生物经济

2012 年 2 月, 瑞典政府制定发布了《瑞典生物经济研究与创新战略》^[5], 主要包括 4 个方面的举措。

一是鼓励以生物为基础的原料替代化石原料在生产和生活中的应用。包括提高生物基原料的生产优化系统, 加强作物育种, 推广多功能栽培系统, 改进生物基原料的特性, 使作物和生产系统更加适应应对气候变化的要求。

二是优化产品, 更高效深度的使用生物原材料。包括进一步将各种生物质资源提炼成产品, 通过生物炼制等方式使废品成为工业原料和新产品等。

三是改变人们的消费习惯和生活态度。包括注重产品的保质期, 提高重复使用率, 在运输、分配和储存过程中注重循环利用, 为社会提供新服务, 引导消费者行为改变等。

四是更加注重环境保护和循环经济发展。包括提高人们对发展生物经济带来良好的环境和社会经济效果的认识, 研究制定生物经济发展目标、创新激励措施, 提出发展生物经济、选择政策措施的优先顺序等。

2.3 生物能源

瑞典非常重视可再生能源, 包括生物质能源的利用。瑞典首相 2017 年宣布, 瑞典将通过不懈努力, 加速成为“全球首个化石燃料零使用的福利国家”。

2015 年, 瑞典环境署发布《瑞典 2050 年能源展望——基于可再生能源技术和资源》^[6] 报告, 向社会宣布瑞典旨在实现能源消耗 100% 利用可再生能源的方案。其中, 强调生物能源是瑞典能源系统的主要贡献者, 自 20 世纪 90 年代初以来, 生物燃料的使用在能源领域几乎翻了一番, 生物质能源今后将发挥越来越重要的作用。

瑞典在生物质能源利用方面主要依靠其丰富的森林资源, 所使用的生物质材料大多是锯木厂、

造纸和纸浆工业生产的残留物或副产品。其次是利用废物、残留物和农作物，提炼沼气等生物燃料^[7]。今后将重点研发将固体生物质转化为不同类型能量载体的技术，特别是提炼生物燃料、未来为长途汽车提供动力的技术。目标是提高未来生物质能源可靠性，为减缓气候变化做出贡献^[8]。

3 政策措施

3.1 国家生命科学研究计划

2012年，瑞典研究理事会在生命科学领域启动了“国家研究计划”，确定了6个重点研究方向：糖尿病、神经科学、保健科学、癌症、流行病学、干细胞和再生医学。每个研究方向都设立了明确的目标，旨在加快科研成果从临床研究到产业化的进程。该计划由瑞典卡罗林斯卡医学院牵头，联合瑞典相关大学参加，总经费为1.36亿瑞典克朗。

3.2 “Swelife”战略创新计划

2014年，瑞典政府设立了旨在加强瑞典生命科学和改善公众健康的“Swelife”计划，该计划与下面的“Medtech4Health”计划一样都是瑞典创新署目前资助的18个国家级战略创新计划之一。

“Swelife”重点聚焦于两个方面：一是医疗创新的开发、利用和评估，以及个性化和基于价值的医疗实践；二是使瑞典生命科学具有吸引力和国际竞争力。瑞典政府希望通过该计划，组织实施生物医药领域的研究项目，向研发和产业化方面现有的障碍发起挑战，支持创新想法，激发科技界和企业界完成在此领域的创新解决方案，使瑞典的生物医药产业和医疗保健更具创造价值或竞争力。

研发重点领域包括糖尿病、非传染性疾病，瑞典生物标志物使用指南、国家肿瘤学指南的建立，癌症的个性化治疗和“癌症实时数据库”的建立，瑞典国家医疗保健综合生物银行项目的实施等。

2014年设立“Swelife”计划时，经费预算为1 800万瑞典克朗，一半由瑞典创新署投入，另一半由各种企业融资机构提供。到2017年，经费预算已达1.1亿瑞典克朗，仍由瑞典创新署和企业融资各承担一半投入。2016—2019年，该计划已通过瑞典经济和地区增长机构从欧盟区域发展基金（European Regional Development Fund）获得5 000

万瑞典克朗配套投资。

3.3 “Medtech4Health”战略创新计划

2016年，瑞典创新署启动了国家医疗技术战略创新计划（Medtech4Health）。该计划通过教育和宣传等手段，发挥瑞典在医疗科技行业全球领先的研究和创新文化优势，推动医疗保健领域的学术界、企业界等开展合作，在瑞典境内外宣传和推介瑞典先进的医疗理念、医药技术和产品，为更多瑞典医疗技术和理念在医疗保健领域顺利实施提供帮助和保障，帮助瑞典简化医疗保健程序、提升医疗技术行业的竞争力服务。该计划由瑞典创新署、能源署等机构提供资金，企业配套。自2016年初启动后两年内资助了109个项目，资助金额达8 000万瑞典克朗。

3.4 《欧洲抗生素耐药性同一健康行动计划》

2017年9月，瑞典作为创始国签署《欧洲抗生素耐药性同一健康行动计划》。瑞典政府认为在全球范围内准确了解抗生素耐药性问题现状至为关键，瑞典将在世界卫生组织全球抗生素耐药性监测体系（GLASS）框架下积极发挥作用。瑞典政府2018年预算中设立专项经费，支持全球范围内该领域的技术研发与创新。

4 支持的平台项目

除政策层大力支持外，瑞典政府还协调创新资源以重点平台项目打开生物技术产业突破口，推动行业发展。

4.1 生命科学实验室

2009年，瑞典政府启动国家生命科学实验室建设。在卡罗林斯卡医学院、皇家理工学院、斯德哥尔摩大学和乌普萨拉大学联合组建瑞典分子生物学实验室。2013年，瑞典政府加大对该实验室的投入，在2013至2016年度共投资6.5亿瑞典克朗，努力将其打造成生命科学领域的国家科技资源研发和共享平台，实现真正的生命科学数据共享和生物技术共享，促进科技成果转化，培养科研人才，为瑞典的科技界、企业界提供服务。

该实验室现有9个国家级研究平台、12个地方研究平台，研究方向为药物发现、生物成像和临床诊断等。自成立以来，在发表论文、承担科研项目、培养人才等方面做出了显著成绩。

4.2 国家结构生物学中心

2012年, 瑞典研究理事会在卡罗林斯卡医学院成立了国家结构生物学中心。该中心整合了瑞典斯德哥尔摩、哥德堡和隆德3个生命科学研究最集中地区的现有科研基础设施和团队, 包括瑞典生物银行、瑞典生物化学联盟和分子库, 由瑞典研究理事会和卡罗林斯卡医学院共同投资, 集中开展科研项目研究。

4.3 分子医学中心和蛋白质组研究中心

2015年, 瑞典瓦伦堡基金会资助成立了3个分子医学中心和1个蛋白质组研究中心。

(1) 林雪平大学分子医学中心, 该中心由瑞典瓦伦堡基金会投入1.5亿瑞典克朗与瑞典林雪平大学、东约特兰省共同建立, 重点研究医学工程学。

(2) 于默奥大学分子医学中心, 该中心由瑞典瓦伦堡基金会投入1.75亿瑞典克朗与于默奥大学和西博腾省联合建立, 重点研究肿瘤、糖尿病、脑和神经系统疾病、重度感染等重大疾病。

(3) 隆德大学分子医学中心, 该中心由瑞典瓦伦堡基金会资助2.25亿瑞典克朗与隆德大学和斯科纳省共同建立, 重点研究神经系统疾病、呼吸系统疾病、血液病、心血管疾病、内分泌疾病等。

(4) 瓦伦堡蛋白质组学研究中心, 该中心由皇家理工学院、乌普萨拉大学、查尔姆斯理工大学合作建立, 其使命是研究绘制人类蛋白质图谱需要的知识和试剂, 重点是研究与人类健康相关的蛋白质组学, 并开发生物药高效生产平台。中心目前承担6个科研项目, 其中2个项目“生物药细胞工厂开发”和“人类分泌蛋白质细胞工厂”由阿斯利康医药公司共同资助, “人类分泌蛋白质细胞工厂”项目还与丹麦技术大学(DTU)的生物可持续发展中心合作, 得到诺和诺德联合资助。

5 重点研究方向

5.1 神经科学

神经科学有3个重点研究领域。

(1) 支持运动和认知功能的基本机制。目标是定义对神经网络在脊髓和基底神经节的发育和功能至关重要的细胞和分子机制; 使用这些机制作为诱导脊髓损伤和帕金森病后损伤电路的修复手段; 研究人类认知的正常发展和衰老; 为认知和运动功

能开发新的修复训练原则。

(2) 神经发育障碍。该研究方向重点关注儿童早期影响认知和运动功能的脑部障碍(如自闭症), 以及青春期或青年期成年后期的类似问题(如精神分裂症和双相性精神障碍)。目标是描述基于认知功能和生物标志物的诊断实体的内表型; 鉴定易感基因和环境因素; 鉴定控制皮质发育的基因; 开发和研究揭示潜在病理生理学的动物模型; 制定新的干预原则并在临床实践中实施。

(3) 神经退行性疾病和神经炎性疾病。这部分计划集中于成年后期发生的疾病, 如阿尔茨海默病、帕金森病、肌萎缩侧索硬化症和多发性硬化症。目标是使用纵向功能和结构成像研究结合代谢组学、蛋白质组学、遗传学和基因组分析(与测量认知功能相关)来鉴定生物标志物; 揭示神经细胞死亡和炎症的基本机制; 开发新型药物靶点和再生与替代疗法。

5.2 基因组研究

瑞典在精神病基因组学研究方面取得重要进展。找到了超过130个位点的对精神分裂症诊断有帮助的基因。基因组技术方向上瑞典主要组织的项目包括:

(1) 精神分裂症联合网络联盟。科研机构共建该联盟, 用功能基因组学和神经科学集中力量突破神经精神障碍的基因组机理研究。

(2) 临床精神障碍中的合并症和突触生物学项目。该项目由欧盟资助, 整合了欧洲14个合作伙伴, 包括科研机构和企业, 目标是通过个体化医疗治疗突触突变。

(3) 瑞典精神分裂症研究。项目目的为确定导致精神障碍的遗传和环境因素, 并调查这些因素如何相互作用。

(4) 瑞典基因组聚合项目。整合瑞典迄今为止共19项各类基因组研究数据的数据库。整合并标准化后计划用于估计遗传变异频率、进一步研究瑞典国人的群体遗传。

(5) 欧盟诱导多能干细胞联盟。联盟汇集8个欧盟神经科学实验室, 组成一个神经科学家网络研究诱导多能干细胞(iPSCs)在神经领域的机理和应用。

5.3 再生医学

这种技术长期用于骨髓移植，用于治疗白血病和贫血症，以及烧伤后皮肤再生。瑞典的再生医学未来将会应用于在其他一些目前还没有令人满意的治疗方法的疾病，例如神经退行性疾病、糖尿病、脊髓损伤和心肌梗塞。

5.4 蛋白质研究

瑞典皇家理工学院团队利用细胞图谱 (Cell Atlas) 研究了人蛋白质的空间分布。用超过 30 万张图片来系统地确定人蛋白质在体外培养中的空间分布，将它们定位到细胞亚结构中，人类科技史上首次详细描述了蛋白质在多个细胞器和细胞亚结构中的分布。

5.5 感染治疗

此领域研究正从实验室深入到临床，重点在抗微生物治疗和疫苗的临床试验。主要研究领域包括病毒 / 微生物免疫学、抗病毒 / 抗菌疗法、临床细菌感染、临床 HIV 研究、临床肝炎研究、临床结核病研究。

5.6 肿瘤学

瑞典卡罗林斯卡医学院正在研究遗传性癌症易感性。还包括相关分子流行病学研究，恶性肿瘤与正常细胞相互作用、细胞粘附、血管生成、转移形成、肿瘤消退方面的研究，感染与肿瘤发生关系的研究，以及相关的生物信息学研究。

5.7 糖尿病—胰岛细胞生物学研究

目前正在研究调控人胰岛细胞功能和细胞周期的复杂分子机制，探讨胰岛细胞在糖尿病发病机制中的作用。应用研究包括确定治疗 2 型糖尿病的新靶点和 1 型糖尿病胰岛移植中 β 细胞功能和存活的预测标记，改善向患者移植胰岛的临床方法。

6 结论

相对于信息等其他行业，生物技术领域具有开发链条长、投资巨大、监管严格等特点，某种意义上说难度更大。相比巨大的社会效益，研发活动单纯依赖市场驱动将动力不足，需要政府引导。瑞典生物技术领域的产出端表现突出，其政府、企业与学术界的结合模式和具体做法值得借鉴。

一方面，从战略创新计划和公共资金支持重点看，瑞典政府生命科学和生物技术领域的扶持政

策从制定的一开始就是以满足实际应用需求为灵魂的，国家生命科学实验室和其他中心共同提供了共性技术平台研发职能，完成一家一户生物技术企业无力负担的技术攻坚。

另一方面，充分调动企业积极性，大企业承担应有的行业责任。瑞典创新署的公共资金扶持的项目，普遍要求有产业界等额的配套资金投入。这些公私共同资金保证了研究机构的各科研团队的高水平研究，研究成果有些直接由出资企业利用，有些变成派生公司继续技术开发，技术更成熟后以 IPO 或者技术合作形式完成私有资金的退出，形成健康的公私模式。■

参考文献：

- [1] Nilsson A. Biotechnology firms in Sweden[J]. Small Business Economics, 2001(17): 93-103.
- [2] Alessandro Rosiello. The geography of knowledge transfer and innovation in biotechnology: the cases of Scotland, Sweden and Denmark[J]. European Planning Studies, 2007(15): 6.
- [3] 艾瑞婷. 瑞典生命科学发展现状 [R]. 斯德哥尔摩：中国驻瑞典大使馆，2014.
- [4] 艾瑞婷. 2016 年瑞典科技发展综述报告 [R]. 斯德哥尔摩：中国驻瑞典大使馆，2016.
- [5] Swedish Energy Agency, VINNOVA, FORMAS. Swedish Research and Innovation Strategy For a Bio-based Economy[R]. Stockholm, 2012.
- [6] Gustavsson M, Särholm E, Stigsson P, et al. Energy Scenario for Sweden 2050 Based on Renewable Energy Technologies and Sources[R]. Göteborg and Stockholm: IVL Swedish Environment Institute and WWF Sweden, 2011.
- [7] Mårtensson L, Emanuelsson U, Mattiasson B. "Biomass from wetlands and other valuable conservation areas as substrate for industrial biotechnology", in the Ninth International Conference on the Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltic Sea Region, and the World[EB/OL]. [2018-01-01]. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1149127&dswid=-2241>.
- [8] Sandin P, Moula P. Modern biotechnology, agriculture,

Current Guidance Policies and Technical Trends of Biotechnology in Sweden

HU Zhi-yu¹, LUO Hui², DAI Gang²

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038;

2. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100862)

Abstract: Sweden is strong in biotechnology, understanding Sweden's current support policies and technical trends is the basis for optimizing future cooperation with Sweden. According to literature surveys and a large number of field visits, this paper analyzes five aspects, including development situation, strategy, policies, support priorities and technical trends, then gives following conclusions: the Swedish government has listed life science as one of the country's five strategic cooperation projects. The strategic collaboration project is the strategic focus of the Swedish government to guide future challenges. At the same time, Sweden recognizes bio-economy and bio-energy as example of the new technology to lead the industrial development of the key areas, achieving both good social and economic effects. The current frontiers of life sciences and biotechnology focused on in Sweden include neuroscience, genome research, regenerative medicine, protein research, infection therapy, oncology, and diabetes-islet cell biology research.

Key words: Sweden; biotechnology; industrial policy; biomass; life science; antimicrobial resistance

(上接第4页)

Research on De-nuclear Power Policy in South Korea

FU Gui¹, CHEN Bing-shuo², ZHANG Yan-feng³

(1. China Science and Technology Exchange Center, Beijing 100045;

2. Zibo National New & Hi-tech Incubation Center, Zibo, Shangdong, 255086;

3. China United Network Communications Limited, Yanji, Jilin, 133000)

Abstract: In May 2017, after the election of president Wen Zaiyin, he announced the implementation of the "De-nuclear power" policy. The content of the policy includes the proportion of nuclear power will be reduced from 30% to 18%, and the proportion of renewable energy generation is increased from 5% to 20% by 2030, and the energy structure based on renewable energy is gradually constructed. The introduction of this policy due to the demand for energy structure adjustment, and the game factors of different political parties. The south Korean public and critics think that the "De-nuclear power" policy has positive significance for the development of renewable energy, but will undoubtedly weaken the status and international competitiveness of the nuclear power industry. The result of this policy will provide a meaningful reference for China to further understand the nuclear power policy.

Key words: South Korea; nuclear power industry; energy policy; de-nuclear power policy