

英国重点支持的八个基础研究方向解析

李振兴

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘要: 近期, 英国财政大臣乔治·奥斯本 (George Osborne) 在英国皇家学会 (Royal Society) 的演讲中高度评价了英国科学发展及其对英国经济增长的贡献, 并从政府的角度提出了 8 个未来重点支持的科学研究方向, 包括: 海量数据处理及高效能计算、合成生物学、再生医学、农业科学、能源存储、先进材料和纳米技术、机器人和自动化系统、卫星和空间技术的商业化应用。尽管科技界对奥斯本提出的 8 个重点方向并不完全认同, 但是作为财政大臣, 奥斯本的讲话势必对后续英国科学研究支持重点选择有很大影响。结合调研, 对这 8 个方向进行了介绍和分析, 为国内了解英国科学研究重点提供参考, 也为我国确定基础研究重点提供借鉴。

关键词: 英国; 基础研究; 优先领域

中图分类号: G325.611 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2013.02.006

近期, 英国财政大臣乔治·奥斯本 (George Osborne) 在英国皇家学会 (Royal Society) 的演讲中高度评价了英国科学发展及其对经济增长的贡献, 并指出: 科学研究对国家竞争力提升, 以及长远的经济发展和就业至关重要, 英国将继续大力支持科学研究事业。奥斯本在讲话中, 分析提出了海量数据处理及高效能计算等 8 个未来科学研究重点方向, 并概述了英国在这几个方向上的优势和现状^[1]。尽管科技界对奥斯本提出 8 个重点方向并不完全认同, 但是作为财政大臣, 奥斯本的讲话势必对后续英国科学研究支持重点选择有很大影响。本文结合调研, 对这 8 个方向进行了介绍和分析, 为国内了解英国科学研究重点布局提供参考, 也为我国确定基础研究重点的提供借鉴。

1 海量数据处理及高效能计算

对海量数据进行分析很可能是未来科学发现的新模式, 下一代科学发现将是基于数据的发现。当前全球每天产生 $2.5 \times 1\,030$ 个比特的数据, 相当于

15 万个 iPad 能存储的数据总量^[2]。无论从经济增长、社会发展的角度, 都需要从这些海量数据中发现价值。

英国在大规模数据处理方面具有优势, 世界计算机 500 强中有的 25 台属于英国, 英国在手机和笔记本等通讯计算方面也居世界领先地位。

1.1 ICT 方面优势显著

在 ICT 方面, 英国具有 3 个显著优势: 一是英国具有开展海量数据处理算法的研究基础, 英国在欧洲核子研究组织 (CERN^①) 的工作中承担主要算法开发任务; 二是英国具有世界上最独特和最完整的医疗健康、人口、环境变化和食品数据库资源, 比如, 英国兰开夏大学核能风险研究项目就积累了大量核设施对生态和健康影响的数据, 英国的 NHS 系统也积累了大量医疗和临床数据信息, 对这些数据的充分分析、利用和开发, 将有望带来生命科学领域新的突破; 三是英国具有雄厚的生命科学研究基础, 生命科学与信息技术的结合是未来发展的重要趋势。

第一作者简介: 李振兴 (1980—), 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为科技政策、技术预测与路线图以及农业科技。

收稿日期: 2013-01-18

① CERN 是世界上最大型的粒子物理学实验室, 也是万维网的发祥地。

1.2 政府高度重视高性能计算等相关研究及项目

随着 ICT 技术的快速发展和更广泛的应用, 计算能效问题已经成为一个重要挑战, 迫切需要开发更先进的算法, 减少运算量, 降低能耗。

英国政府高度重视有关研究, 为提高在该领域的竞争力并吸引跨国企业进行投资, 2011 年, 英国投资 1 亿英镑支持高性能计算。同时, 英国在伦敦科技城 (Tech city) 建立了开放数据研究所 (Open Data Institute, ODI)^[3], 主要开展对环境数据的分析和研究。

英国政府致力于使越来越多的数据可以公开并易于被获取, 目前, 正在积极投资计算基础设施, 推动数据公开、获取和分析, 同时还运用公共资金引导和撬动企业在相关领域进行投资。继高性能计算项目实施之后, Intel 公司已经陆续在英国增加了 5 笔投资。

2 合成生物学

运用合成生物学技术能够对生物元件进行设计和工程改造, 创造新器件、系统、工艺和用途。通过合成生物学技术, 既能实现对已有基因序列的重新设计, 也能创造新的基因序列甚至组织。据分析, 到 2016 年, 全球合成生物学市场将达到 110 亿英镑。

2.1 良好的基础与发展条件

英国良好的生命科学研究基础是合成生物学发展的重要条件。从 20 世纪 50 年代的 DNA 结构发现, 到 90 年代人类基因组技术开发, 英国都走在世界前列。当前英国在遗传应用工程技术方面也处于领先地位。比如, 在英国生物技术和生命科学研究理事会的资助下, 帝国理工大学的派生公司 TMO Renewables^[4]在利用家庭有机废物生产生物燃料方面已经获得很好的进展。目前, 该公司已经获得 5 亿美元的订单, 并将在美国成立 15 个分中心, 从事有关业务。

2.2 政府高度重视, 发布合成生物学路线图

英国政府高度重视发展合成生物学, 近期制订并发布了合成生物学路线图^[5]。该路线图面向 2030 年提出的英国合成生物学发展的 5 个主题。该路线图强调要通过发挥英国良好的基础设施和研究力量优势, 加强研究和技术开发以及商业化创新, 促进英国经济发展。英国生物技术与生命科学研究理

事会将投入 2 000 万英镑支持有关大学和研究者面向全球性问题挑战, 通过合成生物学相关研究和开发, 提高低碳能源生产能力, 降低产业发展所需的重要原材料成本。

3 再生医学

再生医学是能够通过一系列现代临床方法, 实现人体受损组织和器官替代的科学。再生医学涉及工程、物理、材料以及医学等多个学科, 是典型的交叉学科。由于英国在上述几个学科都具有优势, 同时还具备较合适的法律和规定, 使得英国在这一领域的研究和应用上具有明显优势。目前, 英国在爱丁堡、剑桥、利兹和伦敦已经建立多个再生医学中心。近期, 英国政府再投资 7 300 万英镑在帝国理工学院的 Hammersmith 校区建立了新的转化和实验医学中心, 该中心能容纳 450 名研究人员, 致力于开展再生医学转化研究, 将新的医学发现和研究成果应用到疾病预防、诊断和治疗中。

目前, 全球再生医学市场价值估计近 5 亿英镑, 到 2021 年可能达到 50 亿英镑。面对这一潜在的巨大市场, 2011 年, 英国政府出台了生命科学发展战略^[6], 通过全面谋划, 对有关研究进行系统设计; 此外, 还专门出台了再生医学战略^[7], 明确了发展重点——通过整合资源, 促进再生医学产业发展。英国政府将投入 4 000 万英镑, 支持英国再生医学战略的实施。

4 农业科学

根据联合国的预测, 全球粮食和食品产量到 2030 年要提高 40%, 到 2050 年要提高 70%, 才能满足不断增长的需求。与此同时, 粮食增产又面临水资源和土地资源的短缺的巨大挑战。英国在农业发展方面的重点是保持可持续性, 在提高粮食产量的同时, 保护土地使用的多样性, 避免高能耗, 保持土地质量。

英国在农业科学研究方面具有优势, 历史上积累下来的大量数据和样品, 为英国发展农业科学提供了坚实基础。英国将继续加强对农业的投入, 以保持其优势。

4.1 传统研究依然发挥作用

英国对农业的研究开展得很早, 而且具有多年

长期连续的数据积累。如，在英国研究理事会的支持下，自 1843 年开始，英国科学家就在 Rothamsted 研究所开展冬小麦田间试验。该试验一直持续到现在，可以说是世界上时间跨度最长的农田试验。该试验对英国小麦产量提高和农业资源管理等方面发挥了重要作用。

4.2 拥有全球领先的农业研究中心

在从事农业研究的机构中，英国诺福克的 John Innes Centre、萨里的 Institute of Animal Health 以及爱丁堡的 Roslin Institute，都是全球领先的农业研究中心。

英国在粮食增产方面的研究处于领先地位，其优势明显。英国小麦产量和抗旱研究已经实现每公顷土地生产 9 吨小麦的目标；Rothamsted 研究所新的研究项目确立了新的目标，计划在 20 年内，将小麦产量提高到每公顷 20 吨。

基于以上考虑，为支持农业研究和创新，英国政府每年在农业研究方面将投资 4 亿英镑，同时，欢迎产业界也进行投入，支持农业持续发展。

5 能源存储

先进的能源存储技术是降低能源消耗的重要手段。英国能源存储技术可能涉及 3 个方面：

(1) 电子和通讯设备。目前这些设备使用的大部分是牛津大学 20 世纪 80 年代初发明的锂电池，亟需根据新的能源储存要求和新的能源类型进行技术更新。

(2) 电动汽车。英国一直大力支持电动汽车研究和技术开发，并取得了较好的进展，这也吸引了日本 Nissan 近期把新型电动汽车 LEAF 的全部生产放在英国 Sunderland 地区。

(3) 电网的储能。英国电网高峰期电量需求是 60 GW，实现稳定供应需要最高 80 GW 的电力。但是，目前英国电网储电容量仅为 3 GW，能源储存容量的空间巨大，需求迫切。

英国已经承诺，到 2050 年节省能源开支 100 亿英镑，提高能源储存能力至关重要。英国研究理事会计划投资 5 亿英镑支持包括能源存储在内的能源技术研究。奥斯本认为，英国仍然需要进一步加强

投入，采取措施推动研究转化为新技术和新产品，以使其产业能抓住全球市场机会，并使英国成为全球能源存储研究和创新的中心。特别是要加强试验示范平台和研发设施的建设，为在全电网范围内进行技术测试和示范提供基础。

英国将投入 8 亿英镑支持产业开展低碳能源创新，继续支持能源研究院与 BP, Caterpillar, EDF Energy, E.ON, Rolls Royce 和 Shell 等企业进行合作，加速技术开发和创新，致力于提供清洁、安全和可负担得起的低碳能源。

6 先进材料和纳米技术

英国在先进材料科学和产业方面一直享有盛名，很多先进材料企业竞争力很强，比如 Wedgwood 和 Pilkington 2 个公司^①。英国在众多材料领域具有领先优势。

6.1 航空和汽车材料领域

在航空和汽车先进材料方面，麦凯伦公司 (McLaren) 投入大量力量，从事材料研发和创新。

6.2 建筑材料领域

在建筑材料领域，帝国理工发明的一项新的水泥材料能吸收 CO₂，该材料可能在低碳建筑方面发挥更重要作用；前不久，英国开放了新的创新和知识中心 (Baglan Bay)，将开展能源存储和释放新型技术以及功能涂料的研发和原型研制，该技术可能使将来的建筑本身成为一个小型电站，有望引领建筑业的革命。

6.3 核能材料领域

在核能方面，日本核事故后，对核反应所需的先进材料需求日益迫切，对安全性要求也不断提高。英国在这方面已经走在前列，如，在牛津 (Culham) 开发了一种能够使超高温的质子稳定控制的技术，可能具有很大的应用空间。为此，英国应发挥优势，并抓住全球核电产业发展机会，提高创新能力，占领价值高端。

英国将进一步加大对先进材料的支持力度。以石墨烯为例，英国曼切斯特大学的 Andre Geim 和 Konstantin Novoselov 两位教授获得诺贝尔奖后^[8]，关于石墨烯研究的国际竞争更加激烈。为此，英国

^① Wedgwood 主要做陶瓷材料，Pilkington 主要做玻璃材料。

迅速反应，投资 5 000 万给英国石墨烯研究团队，希望通过支持领军团队进一步巩固英国的研究优势；英国工程与物质科学研究理事会将再投入 2 200 万英镑支持与石墨烯有关的制造工艺和技术开发。

7 机器人和自动化系统

未来 20 年，能够进行自我学习、自适应和独立决策的机器人，将给经济和社会带来革命性改变。英国拥有发达的制造业，但是就万名劳动者拥有机器人数量来说，却远远落后。比如，日本每万名劳动者机器人数量为 235 台，而英国仅为 25 台。这与英国在该领域的诸多领先优势不相符，英国在这方面尚需努力。

7.1 技术方面

从技术方面看，2018 年将登陆火星的欧洲火星探测器，会比 NASA 的火星探测器更加自动化，而这一探测器主要技术来源是英国。位于布里斯托的机器人实验室正在研制自发电机器人，可以利用有机物发电，为自身提供能源。

7.2 应用方面

从应用方面看，英国先进的机器人技术在国防、医疗、制造、交通、娱乐和教育等方面都有巨大空间，并且英国在某些方面已经走在前列。比如，英国在医疗和外科手术机器人研究方面具有优势。目前，全世界医疗机器人市场以 50% 速度发展，包括实现远程手术、残疾人组织器官替代等方面都是英国领先技术可以拓展的重要的潜在市场。

7.3 加大研发资助及技术支持

英国工程与物质科学研究理事会已经资助了大量有关研究，技术战略委员会也在支持制造业研发的经费中，将再生医学有关研究作为重要部分予以支持。

目前，英国已经设立了支持中小企业进行机器人制造技术开发项目，但是需要加强对这些技术进行大规模示范的支持。英国正在研究制定相关领域发展战略，对其进行更系统的支持。

8 卫星和空间技术的商业化应用

空间技术与人们日常生活结合的越来越紧密。卫星通讯技术的发展使动态实时信息传递成为可能，也使宽带能够覆盖整个英国，特别是偏远农村

地区。空间技术的应用也为英国创造了较多出口机会。英国的空间产业是英国支柱产业之一^[9]，特别是在近几年经济困难的时期，英国的空间产业仍保持每年 8% 的增长速度，年产值 90 亿英镑。

在空间领域，英国拥有很多知名公司，比如 Atrium，Inmareat 和 Ananti。英国空间产业发展潜力巨大，其发展目标是，到 2030 年，产值实现 300 亿英镑。

由于空间技术涉及投入巨大，国际合作至关重要。欧洲空间局（ESA, Europe Space Agency）是英国空间研究和产业合作的重要伙伴，英国在欧盟的通讯、地球观测和气象卫星等方面项目中承担了很多高附加值的研究和开发任务。英国计划每年通过欧洲空间局投入 2.4 亿英镑支持空间高附加值科学研究和产业发展项目，这也将使英国企业从这些项目中受益。比如，目前英国产业界已经从该笔投资涉及的项目发现了价值 10 个亿的订单机会。此外，英国将在牛津郡的 Harwell 打造一个空间集群，欧洲空间局也已经决定将通讯卫星总部设于 Harwell，这些举措都将进一步促进英国空间研究和技术创新，从而带动整个空间产业发展。

9 简要评述

英国历来强调科学家决定科学研究的方向和内容，一般政府不会也不能干涉科学研究的具体实施，特别是在研究项目选择上一直坚持以同行评议（Peer review）为基础的霍尔丹原则^[10]。但近年来，英国政府也逐渐开始从不同的角度对科学发展施加影响，以使其能更好地服务产业发展，以促进经济增长和社会进步，这也是英国在整个科技和创新决策中新的动向。特别是在研究重点方向选择上，强调围绕优势产业和优势领域，并且，政府也逐渐强化影响和发挥作用。但奥斯本也强调：这并不会影响英国一直以来坚持的霍尔丹原则，科学家仍然有权决定科学研究有关经费的使用和具体研究内容；欢迎包括科学界在内的社会各界在以上 8 个研究方面的基础上展开讨论，这 8 个研究重点也将在吸收各方面意见的基础上进行适时动态的调整；此外，英国还将继续大力支持基于科学家兴趣的“蓝天研究”。

本次奥斯本在皇家学会讲话中提出的 8 个研究

方向具有 2 个主要特征：一是基本上覆盖了英国具有研究优势领域，强调要基于英国优秀的研究基础；二是涉及领域都是目前英国经济的支柱产业，或者具有巨大的市场空间未来有望成为支柱产业的领域，对这些领域的支持有望带动英国经济和社会发展的长远和持续发展。奥斯本在讲话中也指出，之所以提出这 8 个研究方向的重点，目的也是引导社会各界将有限的资源投入到上述领域中去，保持和强化英国在上述领域研究和创新的竞争优势，着眼长远，促进经济增长和社会发展。作为财政大臣，奥斯本的讲话在一定程度上代表了英国政府对未来科学研究支持重点的考虑，势必会对未来一段时间英国科学研究发展方向产生重要的影响，这 8 个研究方向也将是我国在科学研究方面和英国合作的重点方向。■

参考文献：

- [1] Speech by the Chancellor of the Exchequer, Rt Hon George Osborne MP, to the Royal Society[EB/OL]. (2012-11-09). http://www.hm-treasury.gov.uk/speech_chx_091112.htm.
- [2] Bringing Smarter Computing to Big Data[R]. IBM, 2012.
- [3] Open Data Institute[OL]. [2012-12-20]. <http://theodi.org/>.
- [4] TMO Renewables[OL]. [2012-12-20]. <http://tmo-group.com/home>.
- [5] UK Synthetic Biology Roadmap Coordination Group. A Synthetic Biology Roadmap for the UK[R/OL]. (2012-07). <http://www.rcuk.ac.uk/documents/publications/SyntheticBiologyRoadmap.pdf>.
- [6] BIS. Strategy for UK Life Sciences[R]. (2011-11). https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/32457/11-1429-strategy-for-uk-life-sciences.pdf.
- [7] A Strategy for UK Regenerative Medicine[R]. Medical Research Council, 2012-03.
- [8] University of Manchester Scientists win the Nobel Prize for Physics[EB/OL]. (2010-10-05). <http://www.manchester.ac.uk/aboutus/news/display/?id=6192>.
- [9] The UK Space Agency. UK Space Agency Civil Space Strategy 2012–2016[R/OL]. [2012-12-25]. <http://www.bis.gov.uk/assets/ukspaceagency/docs/uk-space-agency-civil-space-strategy.pdf>.
- [10] Haldane principle[EB/OL]. (2012-03-07). http://en.wikipedia.org/wiki/Haldane_principle.

Introduction and Analysis of Eight Science Priorities of UK

LI Zhen-xing

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

Abstract: Recently, British Chancellor George Osborn highly appraised the contribution of science and technology development to Britain's economic growth in a speech at the British Royal Society, at the same time proposed eight science priorities from viewpoint of the government. These highlighted fields include the Big Data Revolution and energy-efficient computing, Synthetic Biology, Regenerative Medicine, Agri-Science, Energy Storage, Advanced Materials and Nano-technology, Robotics and Autonomous Systems, and commercial applications of satellites and space technology. Although the British scientific community cannot entirely agree the eight priorities proposed by Osborn, but Osborn's speech is bound to have a great influence on selection of UK's research priority in the future. This paper briefly introduces and analyzes these eight priorities, hoping to provide references for policy making and science priority selection in China.

Key words: UK; fundamental science; priorities