

欧盟基础研究资助格局、机制及其启示

陈敬全

(国家自然科学基金委员会, 北京 100086)

摘要: 欧盟资助基础研究的计划包括欧洲研究理事会(ERC)资助的前沿研究和欧盟网络与数据总司实施的未来新兴技术计划。ERC 面向全球资助优秀研究人员到欧洲开展前沿研究,其资助机制包括启动基金、巩固基金、高级基金、协同基金及概念验证基金;未来新兴技术计划旨在资助信息与通讯领域的基础性、长期性、高风险和跨学科基础研究,具体包括开放项目、先导项目以及旗舰项目等,其已经启动的旗舰项目为“人脑计划”和“石墨烯”。欧盟资助基础研究的有关实践给我们的启示是:基础研究具有“双轮驱动”的时代特征,需要“竞争资助”和“稳定支持”之间的平衡,加强人才培养是繁荣基础研究的关键,加强交叉科学研究是开拓科学前沿的重要方式。

关键词: 欧盟;基础研究;欧洲研究理事会;资助机制;未来新兴技术计划

中图分类号: G325(196.2) **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2014.11.010

欧盟的科研资助体系既简单又复杂,这使得其基础研究布局一直以来难以厘清。简单之处在于,欧盟的主体科技计划只有一个,那就是研发框架计划(2014年开始更名为“2020地平线”计划)。复杂之处有二:一是实施部门较多,由欧盟科研总司、信息总司、企业总司、教育文化总司、联合研究中心和欧洲研究理事会等6个不同的部门共同实施;二是总体格局复杂,例如,欧盟第七研发框架计划(FP7)(2007—2013年)分原始创新、合作、人才和能力四大计划,新的框架计划——“2020地平线”(2014—2020年)分科学卓越、工业领先和社会挑战三大部分,各部分的具体部署和资助机制均较为繁杂。

尽管如此,根据对欧盟第七研发框架计划和“2020地平线”计划资助格局的仔细分析,可以发现,欧盟明确以支持基础研究为使命的资助计划有2个:一是欧洲研究理事会(European Research Council, ERC)资助的前沿研究;二是欧盟未来新兴技术计划(Future and Emerging,

FET)。在FP7预算框架下,ERC和FET经费占其总经费的15.2%^[1];在“2020地平线”计划中,ERC和FET经费预算占其总经费预算的20.5%。^[2]

本文拟分析欧盟资助基础研究的总体布局,重点探讨欧洲研究理事会资助前沿研究和欧盟网络与数据总司(原信息总司)实施未来新兴技术计划的资助机制和实施进展,并在此基础上,基于欧盟资助基础研究的有关实践,对我国基础研究资助工作提出几点启示。

1 欧洲研究理事会对“前沿研究”的支持

1.1 概况

ERC于2007年12月由欧盟委员会成立,专门负责实施FP7原始创新(Idea)计划,支持泛欧层面的“前沿研究”。欧委会强调,“前沿研究”这个词更能体现欧盟对基础研究的最新理解:一是可以凸显基础研究对经济社会至关重要的引领作用;二是可以突出ERC所资助的研究的前沿性、风险性和进取性^[3]。

作者简介:陈敬全(1976—),男,博士,副研究员,政策局发展战略处副处长,主要研究方向为创新战略、科技政策和科研评价。
收稿日期:2014-07-30

在 FP7 预算框架下, ERC 负责的原始创新计划的经费达 75 亿欧元, 约占 FP7 总经费的 14%; 在“2020 地平线”计划中, ERC 的经费预算达 130 亿欧元, 占“2020 地平线”计划的比例为 17%。相比 FP7, 无论是经费总量还是比重, “2020 地平线”计划均出现了显著增长。

ERC 是欧盟设立的第一个支持由研究人员发起的(自下而上的)前沿研究的泛欧资助机构, 其主要目标是支持和鼓励最优秀的科学家、学者(因为还包括人文社科领域)和工程师, 开展高风险的、创造性的研究, 尤其鼓励科学家开展超越当前知识前沿(frontiers of knowledge)和学科边界的研究, 以保持欧盟在基础研究领域的领先地位。

ERC 面向全球资助优秀研究人员到欧洲开展前沿研究。项目申请人均不限国籍, 只要研究者在欧盟境内有依托单位(host institution)或即将到欧洲开展研究工作即可。项目申请不限领域、不限主题, 包括自然科学、工程、社会科学和人文等。项目申请人根据招标要求填写并提交项目简介, 如获批准, 将填写正式申请书。ERC 实行国际化的同行评议, 来自非欧盟国家的评审专家占 ERC 会议评审组(Panel)专家的比例达 15%~17%。

自 2007 年成立以来, ERC 从 4 万项申请中择优资助了 4 000 个项目。ERC 的受资助者中, 产生了 8 位诺贝尔奖获得者和 3 位菲尔兹奖获得者^[4]。尽管成立时间较短, 但 ERC 在欧洲乃至世界已经赢得了广泛的赞誉。

1.2 资助机制

1.2.1 启动基金(Starting Grants)

启动基金旨在资助博士毕业后有 2~7 年研究经历的优秀青年研究人员开展独立研究。申请人不分国籍, 在欧盟及相关国家居住或即将迁往这些国家。启动基金资助金额一般最多不超过 150 万欧元(特殊情况下可达到 200 万欧元), 执行期限最多不超过 5 年。

1.2.2 巩固基金(Consolidator Grants)

巩固基金旨在资助已经能够独立开展研究工作的优秀研究人员, 帮助他们巩固和完善自己的研究团队和研究计划。巩固基金资助对象是博士毕业有 7~12 年研究经历的研究人员。资助金额一般最多不超过 200 万欧元(特殊情况下可达到 275 万欧

元), 执行期限最多不超过 5 年。

1.2.3 高级基金(Advance Grants)

高级基金旨在资助由顶级科研人员主持开展的创新性科研工作, 其资助金额一般最多不超过 250 万欧元(特殊情况下可达到 350 万欧元), 执行期限最多不超过 5 年。

1.2.4 协同基金(Synergy Grants)

协同基金由 ERC 于 2012 年设立, 旨在资助 2~4 名项目负责人(Principal Investigators, PIs)率领各自团队围绕特定学术问题在前沿领域开展创新研究, 其中一名项目负责人担任与 ERC 的联络协调人(Corresponding PI)。协同基金资助金额一般最多不超过 1 500 万欧元, 执行期限最多不超过 6 年。

1.2.5 概念验证基金(Proof of Concept)

2011 年, ER 设立了“概念验证”基金, 专门支持 ERC 项目获得者为推进其研究成果向市场转化的努力。概念验证基金只支持已经获得 ERC 资助的科研人员, 不论其项目是否结题, 只要科研人员认为其 ERC 项目成果有商业化的潜力, ERC 均为其市场化前期的研发提供支持。概念验证基金资助周金额不超过 15 万欧元, 执行期限不超过 18 个月^[5]。

ERC“概念验证”基金可以看作是 ERC 前沿研究项目的延续资助, 只不过其重点放在推动项目研究成果转化上。ERC“概念验证”基金不是资助商业示范项目, 而是试图填补基础研究与示范应用项目之间的空白, 帮助科研人员跨越创业的“死亡谷”, 减少基础研究项目成果转化的风险和不确定性。概念验证基金的设立显示了欧盟对推动基础研究科技成果转化的决心和意志, 反映了基础研究与经济社会活动结合日益紧密的趋势。

2 未来新兴技术计划

2.1 概况

FET 旨在资助信息与通讯领域的基础性、长期性、高风险和跨学科基础研究, 由欧盟网络与数据总司(原信息总司)负责实施。信息与通讯领域是欧盟研发框架计划从 1984 年启动伊始便确定的优先领域, 以追赶美国和日本在信息通讯领域的领先势头。1989 年, 欧盟启动 FET 研究, 2009 年开始

酝酿启动 FET 旗舰项目^[6]。

在 FP7 预算框架下，FET 计划的经费为 6.17 亿欧元，约占 FP7 总经费的 1.2%；在“2020 地平线”计划中，FET 计划经费预算达 26.96 亿欧元，是其在 FP7 中的经费的 4 倍多，占“2020 地平线”计划的比重达到了 3.5%。

2.2 资助项目

2.2.1 FET 开放项目 (FET-Open)

FET-Open 旨在支持由科学家发起的“自下而上”(bottom-up 或 roots-up)的自由探索项目，尤其是信息与通讯技术与其他学科交叉的前沿领域的非传统(non-conventional)、原创性和高风险研究，以促进新的前沿领域的发展^[7]。

2.2.2 FET 先导项目 (FET Proactive)

FET Proactive 是“自上而下”的战略导向型项目，旨在支持科学家在特定主题领域开展前瞻性研究，以满足重大社会挑战和工业发展对信息技术提出的需求。该计划重在支持能够引领长期研发和技术创新的源头研究(initial developments)，着眼未来需求进行前瞻部署。

2.2.3 FET 旗舰项目 (FET Flagships)

FET 旗舰项目是欧盟有史以来最大规模的基础研究项目，旨在资助能够对未来的技术创新和商业开发产生革命性影响的交叉科学研究，通过科学突破为解决经济社会重大挑战做出贡献。FET 旗舰项目的特点是：支持大规模、长期性、基础性和变革性的交叉学科研究；有清晰的研究目标和协调一致的研究日程；具有促进技术创新和商业开发的良好前景；聚焦于欧洲的优势科学领域；能够促进欧盟成员国之间以及欧盟与全球伙伴之间的合作；能够促进学术界和企业的合作^[8]。

FET 旗舰项目采用竞争性的公开招标方式激发创新思想、确定资助项目，不同的 FET 旗舰项目将采取不同的管理模式。FET 旗舰项目不是简单的围绕某个问题的相关项目的松散集合，相反，它要求受资助团队的研究工作要有很高的协同和集成^[9]。FET 旗舰项目是 FET 计划的重点。

2.3 近期启动的 FET 旗舰项目

FET 旗舰项目从 2009 年开始酝酿，2010 年 7 月欧委会公开征集 FET 旗舰行动项目，2011 年 5 月欧委会从收到的 21 个项目申请中挑选出 6 个项

目作为试点，试点项目均为信息科学与脑科学、新材料、机器人、医学、纳米技术、灾害防治等领域的交叉科学项目，每个项目均获得 150 万欧元的资助，用于开展为期 1 年的可行性研究。在对 6 个试点项目实施进展和未来前景进行全面评估的基础上，欧盟委员会从中选出“人脑计划”和“石墨烯”项目予以重点资助。

2.3.1 “人脑计划”

2013 年 10 月 14 日，“人脑计划”(HBP)旗舰项目正式启动。该项目由瑞士洛桑联邦理工学院(EFPL)教授亨利·马克拉姆(Henry Markram)总协调，来自欧盟及世界各地的 130 家脑神经科学、生命科学、临床医学、计算科学和机器人技术等领域的科研机构参加。项目总预算 10 亿欧元，预期研究期限 10 年^[10]。

该项目将分 2 个阶段实施：2013 年 10 月—2016 年 3 月，为成长阶段，由欧盟 FP7 提供 5 400 万欧元资助，并使用其中的 830 万欧元开展竞争性招标扩大和充实研发团队；2016 年 4 月—2023 年 10 月，为稳定研发阶段，由欧盟“2020 地平线”计划每年提供 5 000 万欧元资助。

“人脑计划”旗舰项目旨在深入探索和理解人脑运行过程，研发能模拟大脑的超级计算机，重点研究人脑的低能耗、高效率运行模式，及其学习功能、联想功能、创新功能等，通过信息处理、建模和超级计算等技术开展人脑模拟研究，在此基础上开展人脑诊断和治疗、人脑接口和人脑控制机器人研究以及开发类似人脑的高效节能超级计算机等。项目研发团队已多次举办战略研讨会，制订研发计划、路线图和时间进度表。“人脑计划”研究将主要涵盖 3 个领域，建立 6 个平台，部署 13 个子课题，具体见表 1 所示。

美国的“脑计划”非常重视人脑活动本身的过程和机理研究，相比较而言，欧盟的“人脑计划”更侧重于对数据和人工智能的研究。根据计划，研究人员需将人类大脑切成 8 000 片，然后利用高性能扫描仪进行数字化处理、绘制人脑详图；同时，利用超级计算机处理和模拟大脑所需的海量数据；最后，将成千上万的神元模型组装为一个可正常运转的、完整的人类大脑模型。该项目将凝聚欧洲神经科学、医学和计算机等领域的顶尖专家，集成

表 1 “人脑计划”旗舰项目的研究部署

类 别	具体部署
3 个领域	未来神经科学：研究和模拟神经活动过程 未来医疗：认识、诊断和治疗脑部疾病 未来计算：研究基于人工智能的超级计算机书
6 个平台	神经信息学平台 大脑模拟平台 高性能计算平台 医学信息学平台 神经形态计算平台 神经机器人平台
13 个子课题 (Sub-Project)	战略鼠脑数据 战略人脑数据 认知结构 人脑研究的数学与理论基础 神经信息学 人脑模拟 高性能计算 医学信息学 神经形态计算 神经机器人 应用软件 伦理与社会 项目管理

多方力量，为基于信息通讯技术的新型脑研究模式奠定技术基础，并极大地加速脑科学研究成果转化，进而切实提高欧洲的卫生服务，改善欧洲公民的健康状况，提升欧洲的产业竞争地位。

2.3.2 “石墨烯”

石墨烯是单层碳原子面材料，是已知材料中最薄的一种，兼具极强的硬度和韧性以及优异的导电性能，具有不可估量的应用前景。英国科学家因 2004 年首次从石墨中成功分离出石墨烯而获得 2010 年诺贝尔物理学奖。“石墨烯”旗舰项目旨在探索石墨烯的特性及其在信息与通讯技术中的应用潜力，研究范围将覆盖电子学、自旋电子学、光子学、等离子体光子学和力学等领域。

该项目由瑞典查默斯理工学院教授亚里·基纳雷特 (Jari Kinaret) 牵头，将有超过 100 个研究团队包括 4 名诺贝尔奖获得者在内的 136 个项目负责人 (Principal Investigators) 共同参加。“石墨烯”

旗舰项目也将分 2 个阶段实施：2013 年 10 月—2016 年 3 月，为成长阶段，由欧盟 FP7 提供 5 400 万欧元，资助通过竞争性招标充实和优化研发队伍；2016 年 4 月—2023 年 10 月，为稳定研发阶段，由欧盟“2020 地平线”计划每年提供 5 000 万欧元资助。

“石墨烯”项目分为 16 个工作包 (Work Package)：材料、健康与环境、石墨烯基础科学和类石墨烯二维结构、高频电子学、光电子学、自旋电子学、传感器、柔性电子学、能源、纳米组件、制造、创新、技术扩散、管理、科研管理和协调。其中，后 5 个工作包为项目管理工作包，前 11 个为科技主题工作包。

目前，“石墨烯”旗舰项目的研究团队已经包括了 17 个欧洲国家的 75 家研究机构。2013 年 11 月 25 日，欧委会启动了石墨烯旗舰项目公开招标，希望通过竞争遴选出 20~30 个研究小组加入现有的石墨烯旗舰项目研究团队，从而为该项目的实施提供强有力的人才保障。欧盟委员会于这次公开招标重点加强了该旗舰项目的工程学研究力量，招标预算

为 900 万欧元，由欧盟 FP7 协作项目下的协调与支撑行动计划 (CP-CSA) 提供经费，项目执行周期截至 2016 年 3 月 31 日。本次招标除了涵盖 11 个科技主题工作包外，还有一部分用于资助自下而上的蓝色天空研究 (纯基础研究，没有主题限制)，另有一部分专门用于资助石墨烯和相关层状材料科技发展路线图的制定和更新。通过这次公开招标，受到资助的研究小组均将加入“石墨烯”旗舰项目研究团队，受到欧盟长期稳定的支持^[11]。

3 启示

欧盟对基础研究的资助格局和资助机制体现了欧盟对当代基础研究特点和规律的新认识，其有关理念和实践均值得研究和重视。

3.1 基础研究具有“双力驱动”的时代特征

长期以来，基础研究常常被理解为是完全由好奇心驱动、不考虑应用前景的纯科学研究，人们也

常用“蓝色天空研究”来形容基础研究无边界、完全由好奇心驱动和不受应用前景约束的特性。然而随着科技的快速发展，科学与技术之间的界限日益模糊，基础研究和经济社会的结合也日益紧密。基础研究所研究的科学问题包括科学自身发展和经济社会发展“两个来源”，其发展受“双力驱动”，既有来自科学系统自身不断拓展和深化的内部需求动力，也有来自经济社会发展需要的动力。当代基础研究的使命，不仅服务于人的求知天性，也服务于国家利益，体现科学目标和国家目标的统一；基础研究与应用研究和前沿技术之间的融合与互动日益紧密，体现认知取向与应用取向的统一；基础研究更加强调发挥其在促进知识扩散方面的重大作用，体现知识生产与知识扩散的统一。欧盟 FET 既资助自由探索研究，也资助战略导向型研究，ERC 更开创性地资助“概念验证”项目，均鲜明体现了基础研究的这一特征。

3.2 基础研究需要“竞争资助”和“稳定支持”之间的平衡

通过同行评议系统进行竞争择优是各国资助基础研究的通行模式，然而过度竞争也会导致急功近利、学风浮躁等不良后果，难以让科研人员集中精力开展长期性、基础性和高风险的变革型研究。欧盟在确保科学家之间的公平竞争的同时，积极探索长期稳定支持的机制，例如，ERC 的资助项目一般周期长达 5 年，且目前正在探索延续资助的机制，其“概念探索”基金实际上也是一种延续资助机制。FET 旗舰项目更是开创了高强度（10 亿欧元）和长周期（10 年）稳定支持原创性高风险研究的先河。我国未来可以借鉴欧盟的资助方式，加强资助强度，延长项目周期，探索基础研究的稳定支持模式，以推动重要战略领域的变革性研究。

3.3 加强人才培养是繁荣基础研究的关键

科技发展人才是关键，基础研究尤其如此。ERC 的资助计划完全围绕人才成长的规律，以帮助青年人才独立开展职业生涯、组建科研团队直至成为学科带头人为主线部署其资助计划，体现了基础研究人才成长的规律。据 ERC 统计，ERC 的受资助者平均每人雇佣了 6 个项目合作者，大多数是年轻一代的优秀科研人员。ERC 资助的 7 500 名学科带头人共有 4.9 万名项目合作者，带动了一大批

青年科研人员开始其学术生涯。因此，基础研究的资助工作，除了强调学术卓越和科研产出外，还应重视人才培养，重视项目在促进青年人才成长和前瞻部署、培养未来研究人才上的长期效应。

3.4 加强交叉科学研究是开拓科学前沿的重要方式

进入新世纪以来，不同学科间的交叉、渗透、融合的趋势日益增强。交叉科学的迅速发展，将促进科学的综合与分化，催化新的学科分支，孕育新的科学前沿并在许多领域带来突破。信息科学、纳米科技、微系统及其应用、生物和仿生材料、功能基因组学与蛋白质学、极端条件下物质科学与生命现象、复杂系统与复杂性科学、全球与区域变化、低碳能源技术等领域的研究交织发展，在学科交叉的推动下，一批新的学科前沿和方向正在迅猛发展，基础研究的工作方式在发生变化，有组织地开展综合性交叉学科研究日显重要。FET 旗舰项目重点支持交叉学科研究，体现了现代科学分化、交叉、渗透、融合的演进特征。目前，我国各类科研资助计划以学科划分的特征明显，对于交叉学科的资助还比较薄弱，尤其对于战略领域的交叉学科研究，还缺乏有效的资助机制。建议未来专门设立促进交叉学科研究的资助计划，以经济社会发展的重大需求为导向，以从实际问题中提炼出的科学问题为指南，打破学科壁垒，推动学科交叉，开拓科学前沿，促进新兴学科发展。■

参考文献：

- [1] The Council of the European Union. Concerning the Specific Programme: “Ideas” Implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for Research, Technological Development and Demonstration Activities (2007 to 2013)(Text with EEA relevance)(2006/972/EC) [J]. Official Journal of the European Union, 2006-12-30, L400: 243-269.
- [2] European Commission. Horizon 2020—The EU’s New Research and Innovation Programme[R]. Brussels: European Commission, 2013-11-21.
- [3] Seventh Framework Programme(FP7), ERC-ANNEX II—Single Beneficiary, Support for Frontier Research, General Conditions[R/OL].(2011-01-24)[2014-03-26]. http://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/erc_

- grant%20agreement_annex2_single%20beneficiary.pdf.
- [4] ERC. ERC in a Nutshell[R/OL]. (2014-03-27)[2014-04-10]. http://erc.europa.eu/sites/default/files/content/pages/pdf/ERC_in_a_nutshell_march_2014.pdf.
- [5] European Research Council. IDEAS Coordination and Support Action (CSA) Call identifier: ERC Proof of Concept 2013–Guide for Applicants[R]. Brussels: ERC Scientific Council, 2013-02-07.
- [6] European Commission. EU Launched FET Flagship Pilots [EB/OL]. (2011-05)[2014-04-10]. http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet/flagship/6pilots_en.html.
- [7] European Commission. Moving the ICT Frontiers: A Strategy for Research on Future and Emerging Technologies in Europe European[R]. Brussels: European Commission, 2009-04.
- [8] 陈敬全. 欧盟未来技术和新兴技术旗舰行动及其启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2011, 26(10): 52-55.
- [9] Eutema Technology Management GmbH & Austrian Research Promotion Agency. FET Flagships: Recommendations for Implementation[R]. Vienna: Eutema Technology Management GmbH & Austrian Research Promotion Agency 2010-10.
- [10] European Commission. Graphene and Human Brain Project Win Largest Research Excellence Award in History, as Battle for Sustained Science Funding Continues[R/OL]. (2013-01-28)[2014-05-07]. http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/fet/flagship/doc/press28jan13-01_en.pdf.
- [11] European Commission. Consortium of Graphene Flagship Will Be Expanded with Another 20–30 Groups Through the Open Call[R]. Brussels: European Commission, 2013-11-12.

Portfolio and Mechanism of Basic Research Funding of EU and Its Implications

CHEN Jing-quan

(National Natural Science Foundation of China, Beijing 100086)

Abstract: The portfolio of basic research funding of EU includes the Frontier Research funded by the European Research Council (ERC) and the Future and Emerging Technologies (FET) initiative implemented by DG CONNECT. ERC supports excellent researchers around the world to conduct frontier research in Europe, and developed a series of mechanism including the Starting Grants, Consolidator Grants, Advance Grants, Synergy Grants and Proof of Concept Grants. FET supports the basic research in ICT areas with fundamental, long-term, high-risk and cross-disciplinary characters. The tools of FET include FET-Open, FET-Proactive, and FET Flagships. The latter includes the recently-launched Graphene and Human Brain Flagship Project. The implications of the practice of EU include the following: First, the motive power of basic research comes from both the science development and the social development. Second, the development of basic research needs to keep balance between competition funding and institutional funding. Third, talent cultivation is critical to booming basic research. Last, cross-disciplinary research is one of the most important ways to explore the science frontier.

Key words: European Union ;basic research ;European Research Council ;funding mechanism ;Future and Emerging Technologies