

欧盟量子技术旗舰计划的部署及组织管理研究

宋海刚

(科技部高技术研究发展中心, 北京 100044)

摘要: 量子技术旗舰计划是欧盟继石墨烯和人脑项目之后, 即将于 2018 年启动的第三个未来新兴技术旗舰计划。本文围绕量子旗舰计划的战略部署和组织管理模式, 分析梳理了整体目标和研发部署总体框架, 较详细地阐明了管理实体的基本构成与职责、组织结构及相互关系。量子旗舰计划的突出特点是不设核心项目, 按“四纵一横”五大领域部署形成项目群, 通过优化决策层级, 实现扁平化、高效率的组织管理, 其实施效果和经验值得跟踪研究并批判借鉴。

关键词: 欧盟; 量子技术旗舰计划; 未来新兴技术; 组织管理

中图分类号: G327.196.2 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2017.11-12.002

2017 年 11 月 6 日, 欧委会与欧盟轮值主席国爱沙尼亚共同主办“未来新兴技术 (Future Emerging Technologies, FET) 旗舰计划——联合卓越”大会, 盘点未来新兴技术旗舰计划的实施进展。会上, 量子技术旗舰计划 (the Quantum Technology Flagship) 高级别指导委员会正式向欧委会提交《量子技术旗舰计划报告》^[1]。该报告描绘了欧洲量子技术发展蓝图, 欧委会将把它作为量子技术旗舰计划组织实施的重要基础。

目前, 在量子技术领域, 欧洲处于世界前沿。据麦肯锡统计, 该领域超过 50% 的学术论文出自欧洲学者。2013 年至 2015 年间, 量子物理论文的所有作者中, 有 2 455 位来自欧洲, 1 913 位来自中国, 1 564 位来自北美^[2]。过去 20 年里, 欧盟在量子技术领域累计研发投入超过 5 亿欧元^[3]。2016 年 4 月, 来自欧洲科学界和产业界的超过 3 500 个利益相关方联合发布《量子宣言》(Quantum Manifesto)^[4], 呼吁建立欧盟层面的量子技术旗舰计划。同月, 在关于“欧洲云计划”的官方文件^[5]中, 欧委会正式建议启动量子技术旗舰计划。上述两大事件成为欧洲量子研究进入分水岭的重要标志。

未来新兴技术旗舰计划是欧盟基础研究领域执行期最长、资助强度最大的计划。其主要目标是, 为具有颠覆性、高风险、高回报的技术创新及其商业开发提供长期稳定支持。量子技术旗舰计划将是继石墨烯^[6]和人脑计划^[7]之后的第 3 个未来新兴技术旗舰计划。该旗舰计划将于 2018 年启动, 历时 10 年, 研发投入规模为 10 亿欧元。整个旗舰计划实施分为两个阶段: 一是加速 (Ramp-up) 提升阶段, 时间节点为 2018 年至 2020 年, 由地平线 2020 计划提供支持; 二是稳步 (Steady-state) 发展阶段。时间节点为 2021 年至 2027 年, 由未来的第九研发框架计划 (FP9) 提供支持。

1 量子技术旗舰计划的战略部署

1.1 战略目标

欧盟认为, 第二次量子革命正在世界范围内广泛展开, 必将推动科学、产业和社会取得革命性进步。量子技术发展能为欧洲创造一个回报丰厚的量子产业并带来长期的经济和社会效益, 使欧洲更可持续、更高效、更富创业精神和更加安全。欧洲必须在第二次量子革命中保持领先地位,

作者简介: 宋海刚 (1975—), 男, 博士, 副研究员, 主要研究方向为科技政策与管理、国际科技合作、创新发展战略。

收稿日期: 2017-11-20

通过释放量子技术潜力，创造新的商机并解决全球性难题，同时也为将来发展尚未想到的能力奠定基础。因此，欧盟把量子技术旗舰计划项目的战略目标确定为：巩固和扩大欧洲在量子研究领域的领先性与卓越性，包括相关技能培训；发展具有竞争力的量子产业，使欧洲在全球产业版图中处于领导地位；使欧洲在量子技术创新、商

业和投资等方面成为富有活力和吸引力的地区，加速量子技术的发展和市场化进程。

1.2 总体框架

量子技术旗舰计划的总体框架可概括为“四纵一横”五大领域（如图1所示）。量子技术旗舰计划项目的部署将分别针对五大领域进行，而且每个领域配置的资源规模可以各不相同。

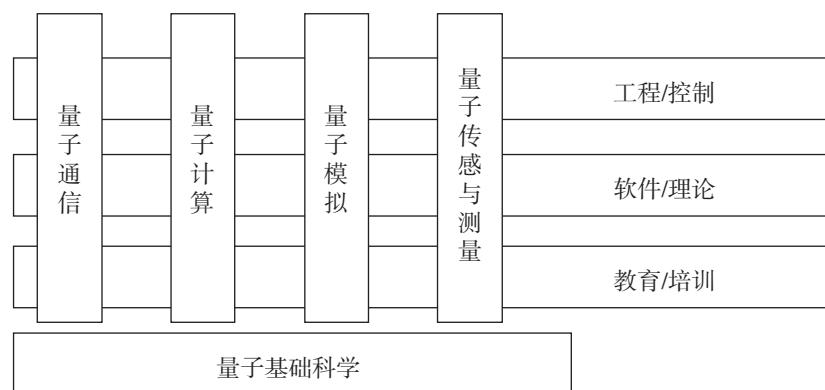


图1 量子技术旗舰计划的总体框架

“四纵”是指量子通信、量子计算、量子模拟以及量子传感与测量这四大应用领域（Application Domains）。

（1）量子通信：将量子资源应用于通信协议，以确保安全的数据传输乃至信息社会的长期安全。

（2）量子计算：利用可编程量子装置解决经典处理器不能处理的问题。

（3）量子模拟：为理解和解决化学过程、新材料开发以及基本物理理论等方面的重要问题，采用类比（Analogue）或数字方式，将其在可控量子系统上进行映射，以实现对问题的理解和解决。

（4）量子传感与测量（Sensing and Metrology）：通过对量子的一致性操控，在测量和诊断方面获得前所未有的敏感度、准确性和分辨率。

“一横”是指量子基础科学。它涵盖了从理论与实验基础科学到原理验证实验的全部科研活动，将为量子技术旗舰计划目标的实现提供概念、工具、组件、材料、方法以及工艺。量子基础科学属于交叉领域，由其发展出来的新想法、新思路或新点子可能对四大应用领域产生重大影响。

另外，对于四大应用领域的项目而言，还必须承担起以下三类能力建设（Enabling Aspects）方面的责任：

（1）工程/控制：推动对新技术的理解、设计、控制、构建和使用，通过加快新材料的研制、多技术平台适用的设备和系统小型化或集成化，促进新技术从概念、理论、一次性（One-off）和原理验证实验到可应用装置以及最终产品的转变。

（2）软件/理论：开发量子算法、协议及应用，综合运用能够理解并利用量子优势的控制和认证工具。

（3）教育/培训：培养新一代量子技术人员、工程师、科学家和应用开发人员，并为之营造良好的科研环境和条件，以共同开展任务驱动的技术研发，以及工具和软件的开发与标准化。这其中也包括面向全社会开展科学普及，让更多的人了解量子技术的发展潜力和好处。

其中，教育/培训是量子技术旗舰计划要求每个项目都必须涉及的内容，而对于另外两个方面，每个项目则必须至少涉及其中一项内容。

2 组织管理模式

在组织管理方面，与目前正在实施的石墨烯和人脑旗舰计划相比，量子技术旗舰计划将做出一项重要改变，即不再是由一个核心项目团队（Core Consortium）来负责整个旗舰计划组织实施，而是通过部署一批有限数量的项目，由它们协同完成旗舰计划战略目标。这批项目的遴选将采取同行评议方式。在执行具体研发任务时，特别是研究领域存在交叉的情况下，相关项目必须紧密协调，通力合作。此外，针对一些预先共同确定的跨项目任务活动，所有项目都要做出应有贡献。

针对量子技术旗舰计划的具体组织管理，欧盟提出“七个确保”工作要求：

- (1) 确保通过针对总体战略的定义和更新，尽可能使量子技术旗舰计划产生最广泛的社会影响。
- (2) 确保为量子技术旗舰计划实施提出战略性的、协调一致的建议。
- (3) 确保建立简捷高效的组织结构，以明确

区分资助机构和欧委会的责任分工。

(4) 确保量子旗舰计划项目之间的高效协调与合作。

(5) 确保工作层和决策层的透明性，为量子技术旗舰计划战略的制定广开言路。

(6) 确保与欧盟成员国国家层面的量子计划紧密协调。

(7) 确保研发创新活动以外的其他工作的有效落实，包括社会推广、市场评估、标准化与规范的推动等。

2.1 管理主体及其相互关系

在量子技术旗舰计划中，管理主体共有 5 个，分别是出资方委员会（Board of Funders, BoF）、指导委员会（Steering Board, SB）、科学与工程委员会（Science and Engineering Board, SEB）、协调支持行动（Coordination Support Action, CSA）、旗舰计划协调办公室（Flagship Coordination Office, FCO）、（Science Advisory Board, SAB），它们之间的相互关系如图 2 所示。

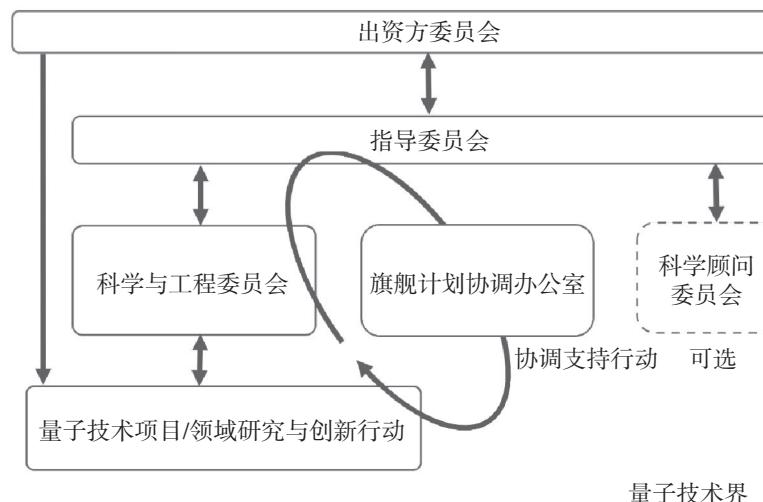


图 2 量子技术旗舰计划管理主体及相互关系

各个管理主体的基本构成和主要职责介绍如下。

2.1.1 出资方委员会

出资方委员会由未来新兴技术旗舰计划出资方代表构成，即欧委会、欧盟成员国及地平线 2020 计划联系国（Associated Countries）。因此，

它其实是针对所有未来新兴技术旗舰计划而组建的决策主体，其最重要的职责是研究和规划针对未来新兴技术旗舰计划的资金支持。它拥有未来新兴技术旗舰计划管理的最高决策权。

单就量子技术旗舰计划而言，它将选择对熟悉量子技术或对其感兴趣的若干成员组成量子技术工

工作组，专门负责与量子技术旗舰计划有关的事务，帮助向成员国/联系国的政府传递量子技术旗舰计划的重要信息，同时也负责向全体委员提供各国政府与量子技术旗舰计划相关的重要举措等信息。

2.1.2 指导委员会

指导委员会由欧委会组建任命，共约 20 个成员，设主席 1 名、副主席 1 名或多名，成员来自学术界、产业界以及科研院所。其中，来自学术界和产业界的代表人数相同。指导委员会每年开会 2~4 次。如有必要，指导委员会可以形成子工作组，视情况增加开会频次。

指导委员会负责根据科学与工程委员会和旗舰计划协调办公室所提供的信息和数据，来准备和更新量子技术旗舰计划的战略科研议程；负责监测量子技术旗舰计划科研创新目标和非技术目标（如推广、教育等）的进展情况。为此，它将负责提出关键绩效指标（KPIs），定期评价量子技术旗舰计划的实施效果和影响；定期向出资方委员会汇报旗舰计划实施进展，并针对所发现的问题提出工作建议。

由于指导委员会与科学与工程委员会、旗舰计划协调办公室之间的互动十分密切，因此，科学与工程委员会的主席和旗舰计划协调办公室的主任要列席指导委员会的会议，但不具有表决权。指导委员会的后勤保障由旗舰计划协调办公室的工作人员提供。

指导委员会内部将建立利益冲突处理机制。例如，为确保最大程度的透明性，如果某成员的科研团队得到量子技术旗舰计划的直接资助，那么他将不能再作为指导委员会的成员。此外，在人员组成方面，指导委员会将力求学术界和产业界之间的平衡，尽量避免因量子产业规模及中小企业的数量有限而导致向学术界倾斜。

2.1.3 科学与工程委员会

科学与工程委员会由两方面人员构成：一是量子技术旗舰计划所有项目的协调人，二是由欧洲研究区量子项目（QuantERA^①）协调人自行选出的部分代表。所有成员推选产生 1 位主席、5 位领域代

表和 2 位交叉主题的代表（工程/控制、软件/理论）。与指导委员会类似，上述推选将尽量平衡学术界和产业界代表的数量。科学与工程委员会根据实际需要来安排召集会议的频次（理想情况是两月 1 次）。为了确保密切协调，旗舰计划协调办公室的主任将受邀出席科学与工程委员会的会议。

科学与工程委员会的主要职责包括：监督量子技术旗舰计划工作计划的实施进度，确保不同项目及五大领域之间的科研创新活动的协调，特别是，在不同科研团队之间寻找合作点并加以协调，如联合技术开发或科研基础设施共享；针对在研项目执行情况为指导委员会提供咨询意见，同时，根据项目取得的科技进展或遇到的阻碍，向指导委员会提出战略科研议程的更新或修改建议。由于需要分别向指导委员会、欧委会以及出资方委员会汇报旗舰计划项目整体实施情况及进展，因此，它将在旗舰计划协调办公室的支持下收集汇编有关信息。

2.1.4 协调支持行动 / 旗舰计划协调办公室

在加速提升阶段，由大约 10 位量子界资深人士作为全职雇员组成管理团队，设 1 名主任。在稳步发展阶段，将根据需要增加雇员数量。

主要职责包括：负责量子技术旗舰计划所有项目非研发创新活动的协调，特别是，以中间人的角色处于其他管理主体、量子界、国家层面的量子计划、量子技术相关贸易协会等之间，力争在它们中间达成关于量子技术未来发展的共识，形成强大坚实的共同愿景，从而保障量子技术旗舰计划的顺利有效实施；确保针对量子技术旗舰计划的推动、传播和推广工作，如运营一站式服务网站、确保量子技术旗舰计划在社交媒体上的显示度、组织会议/研讨会/协调活动（Concertation Events）等；有关教育培训和标准化等方面的工作也由旗舰计划协调办公室负责协调。

另外，如前所述，旗舰计划协调办公室还负责为科学与工程委员会和指导委员会提供数据及分析支持。为此，它将收集关键绩效指标数据、项目结果和成果、量子各界关于量子技术旗舰计划战略科研议程的反馈等，为指导委员会提供后勤保障。最

^① QuantERA 是 2016 年 11 月启动的一项欧洲研究区网络（ERA-NET）项目，利用欧盟 26 个成员国及地平线 2020 计划联系国的国家层面资助计划，联合资助量子技术领域的跨国合作。

后，负责提出量子技术旗舰计划科研创新活动的相关基准指标（Benchmarks），用于同其他国家或国际层面的量子计划进行对比。

需要指出的是，旗舰计划协调办公室与科学与工程委员会之间的互动最为密切。它们在与指导委员会沟通之前，彼此先要努力达成共识。因此，它们需要经常召开会议，确保信息畅通且讨论充分。

2.1.5 科学顾问委员会

科学顾问委员会由至多 10 位国际顶尖量子技术专家构成，包括诺贝尔奖获得者、重大量子技术行动的负责人、公司企业的总裁 / 技术总裁等。其成员不能同量子技术旗舰计划资助的项目有任何利益关系。主要职责是为指导委员会提供独立的科学建议，尤其是在指导委员会内部专业力量不足的某些领域。此外，它还要发挥一个重要作用，即为量子技术旗舰计划增添国际视野。科学顾问委员会与指导委员会每年至少召开 1 次会议，也可以应指导委员会要求，增加会议频次。

2.2 决策层级

在量子技术旗舰计划中，从利益相关方代表层面到科学层面，乃至咨询、监督和执行机构层面等，每一层的管理决策都力求精简高效，并有快速反馈机制。同时，还把决策权放在尽可能低的层面，通过减少控制环节实现高效决策。总体来看，量子技术旗舰计划的组织管理将设置 3 个决策层级。

(1) 操作层（Operational Level）：包括两个方面，一是在从事科研创新活动的项目内部，为了协调任务和进度而进行的日常决策；二是在协调支持行动 / 旗舰计划协调办公室内部，为了社会推广、教育培训、创新以及社会参与等活动而进行的日常决策。

(2) 协调层（Coordination Level）：包括两个方面，一方面由科学与工程委员会负责，主要关注不同项目之间的相互协调，如共用技术的联合开发或基础设施的共享等；另一方面，旗舰计划协调办公室要负责监测量子技术旗舰计划与国家层面的量子计划之间的协调，搜集最新信息并及时更新战略科研议程，对社会推广、教育、创新和社会参与等进行全面的协调。在进入更高层决策之前，旗舰计划协调办公室同科学与工程委员会之间必须首先达成一致意见。

(3) 战略层（Strategic Level）：由指导委员会负责针对具有长远影响的重大事务（如科研创新的重点领域）提出战略性决策建议。这些建议提交给欧委会和出资方委员会。量子技术旗舰计划的最终决策权在欧委会和出资方委员会。此外，科学顾问委员会负责提出独立的科学咨询意见或建议，为指导委员会提供决策支持。

上述组织管理模式并非一成不变的。在加速提升阶段结束之后，也就是 2021 年，指导委员会、欧委会和出资方委员会将针对该模式进行评估和完善，力争使组织结构更加精简，管理程序更加流畅。此外，欧委会还将在规定时间，对量子技术旗舰计划进行独立的中期评估。

3 结语

2016 年 12 月，全球首颗量子卫星“墨子号”成功发射，这无疑确立了我国在量子通信领域研究中的国际领跑地位。据英国政府 2016 年末发布的《量子时代的技术机遇》报告统计，我国量子科技的论文发表数量位列全球第一、专利应用排名第二^[8]。可以说，我国在量子研究领域正在高歌猛进。而在这背后，凸显的是国家战略的支持，是我国“集中力量办大事”的优势。欧盟决定启动量子技术旗舰计划并以项目群方式进行研发部署，目的同样是希望从整个欧盟层面凝心聚力，达到“联合攻关”的效果。我国与欧盟在量子研究领域既存在竞争，也有机会合作。因此，欧盟针对量子技术发展的新政策、新举措及新进展值得密切关注。

即将启动的量子技术旗舰计划，彰显了欧盟抢抓第二次量子革命制高点的雄心。与前两个未来新兴技术旗舰计划——石墨烯和人脑项目相比，量子旗舰计划的最大特点是不再设置核心项目，而是按照“四纵一横”五大领域，部署形成一个项目群，同时通过优化决策层级，实现扁平化、高效率的项目组织管理。另外，高质量的“协调”是未来新兴技术旗舰计划组织管理中最核心的问题之一。为此，量子技术旗舰计划专门设置协调支持行动 / 旗舰计划协调办公室，一方面负责内部各个管理主体之间的密切协调，另一方面负责同旗舰计划外部各方力量的紧密互动，以确保量子技术旗舰计划的顺利有效实施。量子技术旗舰计

划启动实施之后，其“协调”的效果和经验值得跟踪研究并批判借鉴。■

参考文献：

- [1] QT Flagship High-Level Steering Committee. Quantum Technologies Flagship Final Report[R]. Brussels: EC, 2017.
- [2] Gustav Kalbe. The new flagship on quantum technologies: state of play[EB/OL]. (2016-06-20)[2017-11-08]. <https://www.flagera.eu/wp-content/uploads/2016/02/05-EC-QT-Flagship-State-of-Play-30-June-2016.pdf>.
- [3] Andrus Ansip. The race to quantum: taking computing to a new level in Europe[EB/OL]. (2017-10-31)[2017-11-08]. https://ec.europa.eu/commission/commissioners/2014-2019/ansip/blog/race-quantum-taking-computing-new-level-europe_en.
- [4] QUROPE. Quantum Manifesto: A new era of technology[EB/OL]. [2017-11-08]. http://qurope.eu/system/files/u7/93056_Quantum%20Manifesto_WEB.pdf.
- [5] European Commission. European Cloud Initiative—Building a competitive data and knowledge economy in Europe[R]. Brussels: EC, 2016.
- [6] Graphene Flagship. About Graphene Flagship[EB/OL]. (2017-10-31)[2017-11-08]. <http://graphene-flagship.eu/project/Pages/About-Graphene-Flagship.aspx>.
- [7] Human Brain Flagship. Short overview of the Human Brain Project[EB/OL]. [2017-11-08]. <https://www.humanbrainproject.eu/en/about/overview/>.
- [8] 董瑞丰, 徐海涛, 周琳. 中国量子研究领先世界 [EB/OL]. (2017-06-17) [2017-11-08]. http://news.xinhuanet.com/mrdx/2017-06/17/c_136372898.htm.

Research on EU's Deployment and Management of Quantum Technology Flagship Project

SONG Hai-gang

(High Technology Research and Development Center of MOST, Beijing 100044)

Abstract: Following the Graphene and Human Brain Projects, Quantum Technology (QT) Flagship Project will be the 3rd Future Emerging Technology Flagship Project of EU to be launched in 2018. Focusing on issues of its strategic deployment and management, this paper analyzes the strategic objective and overall R&D deployment architecture and also elaborates the basic constitution and responsibilities, organizational structure and mutual relations of the management entities in detail. An important feature of QT Flagship is: there will be no core project. Within four vertical and one horizontal domains, it will develop a group of projects. By optimizing the decision-making level, it aims to achieve a flat and efficient management. The impacts and experience of QT Flagship implementation is worthy of following up and critical reference.

Key words: EU; Quantum Technology Flagship Project; Future Emerging Technologies; organizational management