

国外典型量子产学研联盟案例研究及对中国的启示*

秦庆**¹ 汤书昆^{1,2}

(1. 中国科学技术大学科技传播系, 合肥 230026; 2. 中国科学院科学传播研究中心, 合肥 230026)

摘要: 作为当今世界科技的最前沿领域, 量子科技的发展正在带来颠覆性和革命性的科学发现和科技发明, 这无疑将推动人类社会实现跨越式发展。以美国、欧盟等为代表的世界发达国家和地区都在加大对量子科技的投入、加速研发进度, 在这一进程中, 产学研联盟成为很多国家和地区建设量子创新生态系统的战略性抓手。本文调研分析了美国量子经济发展联盟(Quantum Economic Development Consortium, QED-C)、欧盟量子旗舰社区两个在国际上具有代表性和重大影响力的产学研联盟和协同社区, 从成员构成、组织结构、运行模式、使命、目标、愿景、关键举措等角度, 系统研究和解析了其构建模式和协同特征。同时结合中国量子科技领域的联盟发展现状及问题, 从整体性战略发展规划、开放式创新生态系统构建、主体泛化的联盟与社区培育、具备社群机制的科学教育与科学传播群体四个维度对量子科技的发展提出实效建议。

关键词: 量子科技; 产学研联盟; 社区; 欧美; 案例研究

DOI: 10.16507/j.issn.1006-6055.2022.10.007

Case Study of Typical Foreign Quantum Industry-university-research Institute Alliance and Its Enlightenment to China*

QIN Qing**¹ TANG Shukun^{1,2}

(1. Department of Communication of Science and Technology,
University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;

2. Research Center of Science Communication, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230026, China)

Abstract: At the forefront of science and technology today, the development of quantum technology is bringing about subversive and revolutionary scientific discoveries and scientific and technological inventions, which will undoubtedly promote the leapfrog development of human society. The developed countries and regions in the world, represented by the United States and the European Union, are increasing their investment in quantum technology and accelerating the progress of research and development. In this process, Industry-University-Research Institute Alliance has become a strategic measure for many countries and regions to build a quantum innovation ecosystem. This paper investigates and analyzes the two internationally representative and influential industry-university research alliances and collaborative communities of the United States Quantum Economic Development Alliance (QED-C) and the EU Quantum Flagship Community. This paper systematically studies and analyzes their construction mode and cooperation characteristics from the perspective of member composition, organizational structure, operation mode, mission, goal, vision, and key initiatives. At the same

* 2021 年中国科协创新战略研究院全国招标项目“量子科技高水平创新团队特质与发展环境研究”(2021-hjs-019)

** E-mail: qinqing@mail.ustc.edu.cn

time, based on the current situation and problems of the development of China's Industry-University-Research Institute Alliance, practical suggestions are put forward for the development of quantum science and technology from the four dimensions of the overall strategic development plan, the construction of an open innovation ecosystem, the cultivation of multi-subject alliances and communities, and the scientific education and scientific communication groups with a community mechanism.

Keywords: Quantum Science and Technology; Industry-University-Research Institute Alliance; Community; Europe and America; Case Study

量子科技属于战略性、基础性的前沿科技领域,对人类进步、国家安全、技术革命、产业变革意义重大。随着量子科技进入深化发展、快速突破的新阶段,国际竞争日益激烈,世界主要发达国家和地区政府、教育机构、科研机构 and 产业资本正在加速进行战略部署,美国、欧盟等纷纷启动量子国家计划、量子旗舰项目、量子联盟。

产学研代表的是市场机构、教育机构、科研机构三类机构在功能上的协同配合、在资源上的集成优化。当前,产学研合作形式已经从传统的合作研究、委托开发、合建运行等互动方式逐渐进阶为战略联盟、创新联盟共同体等开放度、融合度、灵敏度更高的平台^[1]。产学研战略联盟和共同体形式是产学研合作的高级形态,也是目前产学研发展的最新态势之一^[2],是一种相对稳定、联系密切的协同创新联合体和资源要素集聚平台。国际上的主要发达国家或地区正在通过建设量子产学研联盟、产学研社区以促进量子产业生态系统的形成和发育,以增强本身的量子国际竞争力。

本文着重阐述美国、欧盟两个量子科技国际领先主体的典型产学研联盟和社区案例,并结合我国量子产学研联盟的实际发展情况,为我国的量子联盟构建、运行机制设置和未来发展提出针对性建议。

1 美国量子经济发展联盟构建模式及特征分析

美国推动了众多量子联盟的建立,例如,2018

年美国国家标准与技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)与斯坦福国际研究院(SRI International)联合成立QED-C;2020年,美国马里兰大学成立了中大西洋量子联盟(Mid-Atlantic Quantum Alliance, MQA),汇集学术机构、市场机构、政府机构、实验室和研究中心等多类主体;2022年,桑迪亚国家实验室、新墨西哥大学和洛斯阿拉莫斯国家实验室联合成立了新墨西哥量子联盟(Quantum New Mexico Coalition, QNM),目标是在新墨西哥州建立广泛的量子技术合作关系。

在这些量子联盟中,美国量子经济发展联盟(Quantum Economic Development Consortium, QED-C)是由发起主体按照《国家量子倡议法案》要求所建立,是一个囊括了全美主要量子科技公司、高校、科研机构和其他组织的大型产业联盟,在辐射范围、成员数量、产学研结合程度、资源及信息交换等维度上均处于美国头部水平,具有很强的创新案例参考价值。

1.1 QED-C概况及成员构成

2018年,NIST按照美国2018年颁布的《国家量子倡议法案》的要求,作为推进量子科技联邦战略的一部分,支持成立了QED-C,由斯坦福国际研究院(SRI International)负责QED-C的管理。截至2022年8月3日,根据公开数据显示^[3],QED-C将其所有成员分为企业、政府部门、学术机构、联邦资助研发中心(Federally Funded Research and Development Center, FFRDC)及其管理者、附属成员、其他等6大类,共239家主体成员(图1)。

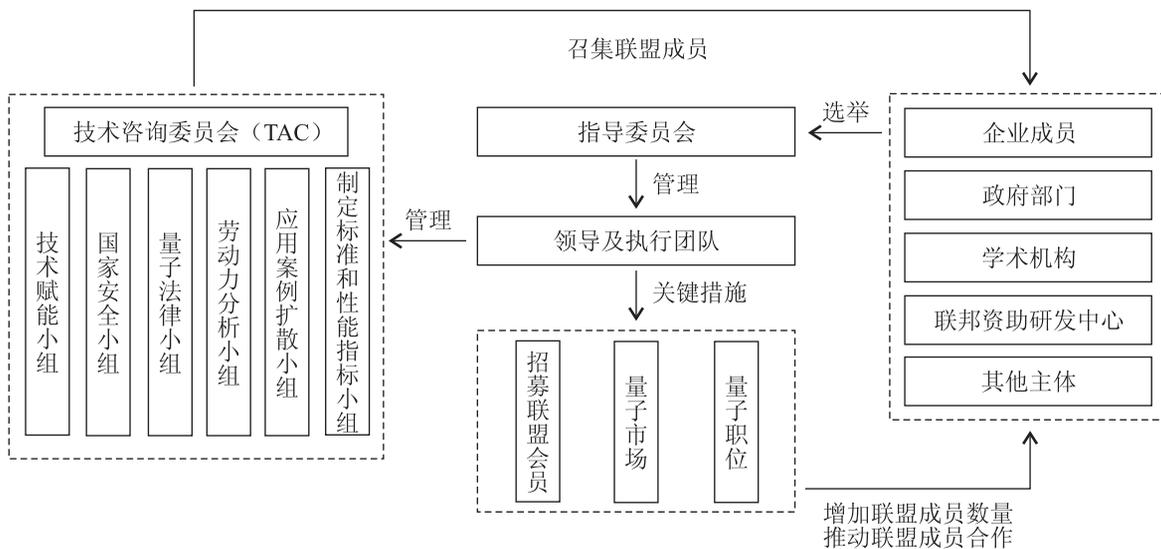


图 1 QED-C 层次结构图

Fig.1 Hierarchy Diagram of QED-C

企业成员共 148 家企业, 占比 61.9%, 包括谷歌、微软、IBM 等科技巨头; 波音、洛克希德·马丁等军工制造巨头; Zapata、Rigetti、IonQ 等量子初创公司; 德勤、波士顿咨询集团等咨询服务类公司; ZRG Partners、StrategicQC 等人才招聘与服务类公司, 这些不同类型的利益相关者共同构成了量子产业生态系统。

政府部门共 37 家主体, 占比 15.5%, 覆盖了美国海军、陆军、空军、太空部队、国防高级研究计划局 (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) 等国防机构; 白宫科技政策办公室 (Office of Science and Technology Policy, OSTP)、国家情报总监办公室 (Office of the Director of National Intelligence, ODNI) 等联邦政府的科技情报和科技政策机构; 美联储、亚特兰大联邦储备银行等国家金融机构; 美国商务部、美国能源部等行政机构, 其重点是用量子技术发展军工领域, 为企业发展配套相关政策、金融、行政支持。

学术机构共 38 家大学, 占比 15.9%, 覆盖了斯坦福大学、普渡大学、哈佛大学等顶尖高校, 有

利于为联盟进行人才培养。

FFRDC 共 10 家主体, 占比 4.2%, 大部分隶属于美国能源部 (Department of Energy, DOE) 的国家实验室, 包括橡树岭国家实验室、洛斯阿拉莫斯国家实验室、桑迪亚国家实验室等国防类国家实验室, 显示了联盟在重大科研基础设施和国防军工技术上的实力。

其他类别里, 包括 5 个主体: 美国物理学会 (American Physical Society, APS)、电信行业解决方案联盟 (Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS)、美国光学学会 (Optica)、国际光学和光子学学会 (International Society For Optics And Photonics, SPIE)、慈善组织 Connected DMV, 总体数量占比 2.1%。附属成员, 目前仅有香港航空通讯公司 (HKA Marketing Communications) 1 家公司, 占比 0.4%。

1.2 QED-C 的组织结构及运行模式

QED-C 的组织结构由核心领导团队、指导委员会、管理团队及实习生、技术咨询委员会四个部分组成。

截至2022年8月4日, QED-C的核心领导团队是3人^[4], 三人均来自斯坦福国际研究院(SRI International), 执行主任是Celia Merzbacher博士, 她曾在美国海军研究实验室(United States Naval Research Laboratory, NRL)、OSTP、总统科学技术顾问委员会(President's Council of Advisors on Science and Technology, PCAST)等单位任职, 在学术研究、商业拓展与政府关系上具有丰富经验^[5]; Jonathan Felbinger博士担任副主任, 曾在美国政府问责局(Government Accountability Office, GAO)任职; Krystal Bouverot担任副主任, 在战略咨询和运营管理上有丰富经验。

QED-C的指导委员会共10位成员, 执行主任Celia Merzbacher博士、副主任Felbinger博士也在其中, 其他8位成员分别来自DOE、NIST、大学太空研究协会(Universities Space Research Association, USRA)、IBM、Cold Quanta(量子计算硬件研发公司)、Keysight(测量仪器公司)、QC Ware(量子计算软件研发公司)、Zapata Computing(量子计算软件研发公司)。

QED-C的管理团队目前仅有1位成员Mary Scott, 是一位分析师, 来自斯坦福国际研究院(SRI International)。QED-C还有5位实习生, 他们也全部来自斯坦福国际研究院(SRI International)。

技术咨询委员会(Technological Advisory Council, TAC)的职责是召集联盟成员, 解决量子产业发展所面临的新兴挑战, 目前技术咨询委员会包括6个功能小组:

1) **技术赋能小组**, 研究可以实现高价值应用和重大影响的技术, 技术路线上包括量子技术和经典技术;

2) **国家安全小组**, 搭建了一个供政府和行业交流、推进量子信息科技在国家安全领域应用

的论坛Q4NS, 重点是探讨国家安全领域的量子科技议题;

3) **量子法律小组**, 提供一个供政府、行业和学术界交流有关量子信息技术相关法律问题和政策信息的论坛, 议题主要为国际合作、多元化劳动力、知识产权、社会伦理等问题;

4) **制定标准和性能指标小组**, 将成员与全球相关标准制定组织联系起来, 制定可以促进量子技术产品和服务商业化的标准;

5) **应用案例扩散小组**, 识别并详细说明量子技术的落地应用和案例, 成果将告知整个供应链的相关主体, 包括组件供应商、用户、政府部门和投资者;

6) **劳动力分析小组**, 与大学和其他教育机构合作, 研究支撑新兴量子产业的教育需求、从业者发展需求。

1.3 QED-C的使命、目标和愿景

QED-C的使命是QED-C的使命是在美国建立和发展一个强大的基于量子科技的产业生态和相关供应链^[6]。

QED-C的目标覆盖了5个方面:

1) 培育美国强大的量子生态系统和产业供应链; 2) 传递量子行业的集体声音, 为美国联邦机构的研发选择、投资优先事项选择、标准和法规制定、量子劳动力教育等提供信息和指导; 3) 促进和协调与政府机构的关系, 包括行业互动关系和伙伴关系; 4) 促进量子领域的知识产权共享、高效的供应链协同、技术发展预测、提供量子教育以提高整体行业参与者的量子科技素养; 5) 交流量子技术潜在的经济价值。

QED-C的愿景包括3个维度:

1) 明确基于量子技术的、有实质性影响和应用价值的实践案例和应用方案; 2) 明确实现有效、

多样的量子技术应用方案所需要的支撑技术、技术标准、技术性能指标以及劳动力素养;3)与产业界、学术界和政府机构的利益相关者合作,填补技术、标准和劳动力缺口。

1.4 QED-C的重要行动

1) 招募联盟会员是 QED-C 的基础性活动, QED-C 提供了很多会员权益,主要包括 8 个方面:与产业界、学术界、政府部门的领导者一同参与仅限 QED-C 会员才能参与的会议;参加聚焦于应用方案、技术赋能、标准制定和劳动力培育的技术委员会;参加邀请制的研讨会,研究技术发展的优先级和路线图;随时了解联邦政府提供的机遇、优先事项和政策;参与 QED-C 资助的合作研发;获取 QED-C 的数据、分析报告、调研报告等资料;可以联系到学术研究人员和学生;为 QED-C 方向规划和治理做出贡献。

2) 量子市场(Quantum Marketplace™)是 QED-C 最具创新性的措施,设置宗旨是帮助有量子相关技术需求的人找到供应商、客户和合作伙伴。量子市场几乎覆盖了美国量子科技产业链各种类型的企业,汇集了硬件(低温学/电子/射频/微波/激光/光源与探测器/光学与光子学/测试与测量/真空/其他)、软件(通用/专用)、应用/系统(通讯与网络/量子计算机/传感器/定时/其他)、服务(研究/智库/咨询/投资/法务/制造与装配/专业服务/其他)、终端用户(通用/其他)、其他共六个类别的企业名录及量子产品,这些产业上下游的信息集聚推动美国量子产业链的高效运转;同时,量子市场每月召开主题式网络研讨会,由联盟成员介绍自己的产品和服务,参会成员围绕几个关键议题进行讨论,所有网络研讨会全部录制并展示在量子市场的网页中。

3) 量子职位是 QED-C 的关键举措,其面向其

联盟成员,收集成员的用工信息,并将信息整理公开在网页上。这里提供的量子职业来自公司、学术机构、国家实验室和政府机构;岗位类型包括研发人员、工程师、技术销售、产品经理、战略岗、财务、法务、行政等,已经形成庞大且多样的就业生态圈;工作地点覆盖了美国、德国、英国、法国、荷兰、加拿大、韩国等地,显示了联盟成员具有很强的国际化协作能力。

1.5 QED-C的典型特征

1) 在地理分布上, QED-C 的成员遍布美国东、中、西部,显示了美国量子科技产业的地域贯通式发展理念,同时也有如日本东芝公司、香港航空通讯公司等外国公司,体现了联盟的国际合作趋势。总体来看,企业主体占据一半以上的比例,政府机构和学术机构数量相当,“政府主导 + 企业主体”的设置能激发企业主体的自主创新活力、加速产业链的完善^[7],同时发挥国家实验室、学术机构在重大科研基础设施方面的优势,支撑完成符合美国战略的重大科技项目,在人才配合上有利于形成“企业人才 + 国家实验室科研人才 + 大学人才”的复合型联盟人才团体,共同推进美国量子创新生态人才系统的快速形成。

2) 在组织结构上, QED-C 目前已经形成一个由领导及执行团队、指导委员会、技术咨询委员会组成的扁平化、分工明确的组织架构,是自下而上的组织形式,指导委员会由会员选举产生,成员囊括了政府部门、科研机构、协会、非营利机构、科技巨头、初创公司,其做出的决策更具有全面性和代表性; QED-C 的战略发展任务、具体管理任务均由斯坦福国际研究院(SRI International)的成员承担,斯坦福国际研究院负责了整个联盟的管理工作;技术咨询委员会聚焦联盟发展的实际问题,提供具体解决方案。

3) 在联盟定位和重要举措上,当前 QED-C 的总体定位是通过社群机制在美国形成量子产业规模效应,通过参与行业标准制定和政策建议在美国量子科技领域掌握话语权。这样的联盟形式可以最大程度代表美国量子工业界的集体利益,可以对政府部门、对社会公众传递集体声音,重点解决一些行业内的痛点问题;对于大量的量子初创企业而言,“量子市场”“量子职位”这样的关键措施也有助于其尽快融入整个量子产业链,解决其人力资源需求、合作伙伴关系建立、商业规范等实际问题。

2 欧盟量子旗舰社区构建模式及特征分析

2016年,来自欧洲科学界和产业界的超过3500个利益相关方联合发布《量子宣言》,呼吁建立欧盟层面的量子技术旗舰计划。2018年,欧盟委员会发起成立量子旗舰项目,这是继石墨烯旗舰项目和人脑项目之后,欧盟启动的第三个战略性新兴产业的大型研究和创新计划^[8],其目的在于巩固和扩大欧洲在量子研究领域的科学领导地位,提高欧洲在量子科研创新、产业发展和投资上的竞争力、活力和吸引力。

为了实现这一目标,欧盟委员会在量子旗舰项目下设置了量子旗舰社区,这是一个庞大且多样的欧洲量子技术社区,包括了工作组、量子社区网络(Quantum Community Network, QCN)、欧洲量子产业联盟(European Quantum Industry Consortium, QuIC)三个主体,这三个主体互相配合、协同发展,为欧洲量子创新生态系统的建设奠定了基础(图2)。

2.1 量子旗舰社区工作组

工作组的任务是联系和团结社区,同时协助

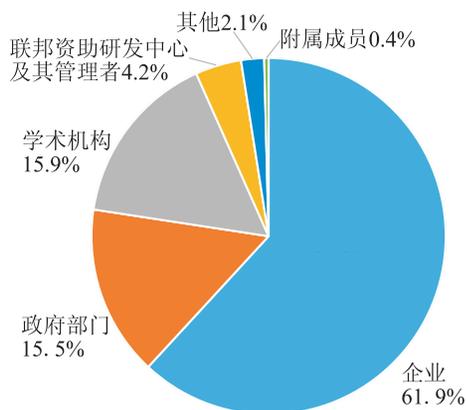


图2 QED-C 成员类型比例

Fig.2 Member Type Proportions of QED-C

指导量子旗舰项目的发展。工作组由创新工作组、战略议程研究工作组、性别平等工作组三个部分构成^[9]。

1) 创新工作组负责联络科研人员、行业代表、专业协会、初创企业、风险投资、孵化器等技术创新的利益相关者,围绕量子技术的应用建立结构化、建设性的交流机制;研究如何将实验室里的量子技术投入市场应用;制定用于识别量子技术用例的标准及方法。

2) 战略议程研究工作组负责制定战略和确定研究重点,为量子技术社区和量子旗舰提供研究焦点。工作组内主要分为量子通讯、量子计算、量子模拟、量子传感与测量、基础科学五个方向,同时为了加强与其他领域的交叉,工作组还包括软件、理论、工程、控制四个领域的研究团队,其产业成员数量一直保持在20%以上,确保研究内容与量子旗舰项目和社区的一致愿景。

3) 性别平等工作组目标是推动量子科技领域内女性群体的发展,并与整个欧洲正在运行或正在开发的性别平等项目建立联络,对量子旗舰社区可以纳入的举措进行可行性研究。团队的主要工作是促进女性参与量子技术社群;在科学会议

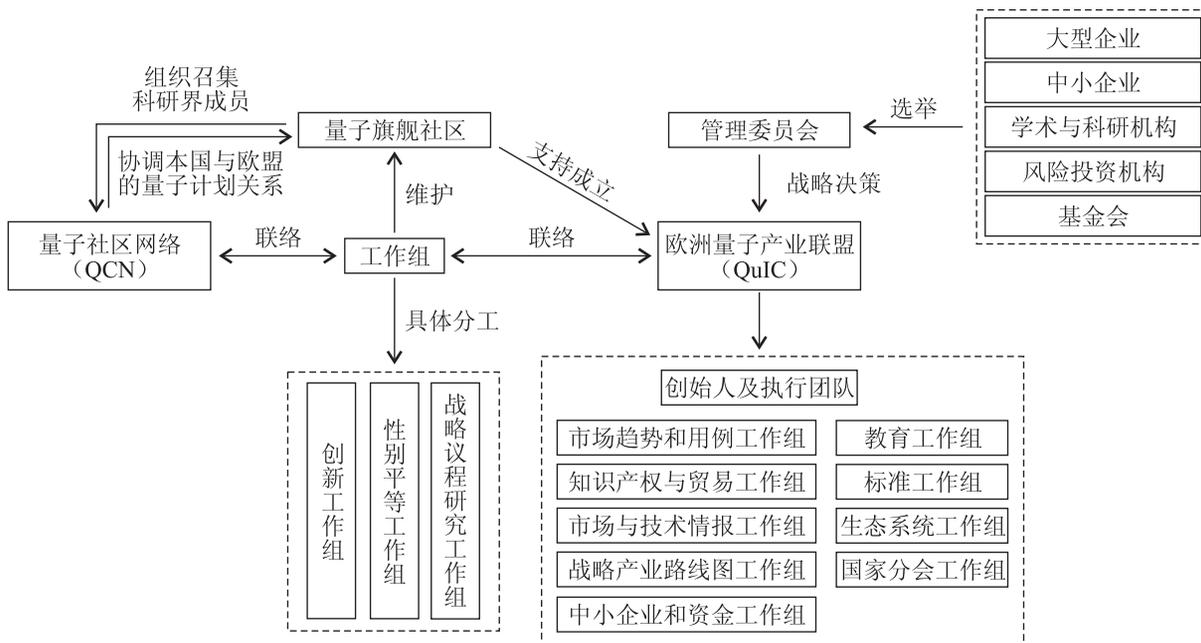


图 3 欧盟量子旗舰社区层次结构图

Fig. 3 Hierarchy Diagram of EU Quantum Flagship Community

上就性别不平等问题进行演讲;发起两性平等的会议讨论,要求在会议上监测和报告性别统计数据,确保女性充分参与重大科技活动等。

2.2 QCN 成员及主要工作

QCN 由在量子科技领域的杰出成员组成,一般一名成员会有一位助手,截止 2022 年 8 月 6 日,共计 32 位成员、24 位助手^[10],成员和助手来自法国、德国、奥地利、芬兰等欧洲多个国家,成员或是在教育及科研机构任职,或是经历过量子技术领域严格的学术训练,在量子科技领域具备丰富的科研经验。

这些成员的主要工作有 4 个方面:1) 收集并分享本国量子科技的相关活动信息或实践应用案例。例如,收集本国在量子技术领域的科研项目、工程项目、相关研讨会、正式会议、相关课程和其他教育活动、实习工作等信息,如有必要需协助翻译成英文;2) 促进国家量子技术倡议和欧盟量子旗舰之间的交流和项目协调;帮助和协调本国

的国家计划和欧盟量子旗舰计划之间的合作及关系,例如,支持本国政府建立国家量子技术倡议。3) 促进科学领域的性别平等。4) 按要求提供本国相关法规、活动等的其他信息。

2.3 QuIC 工作组及任务

QuIC 是一个非营利性协会,使命是提升欧洲量子技术产业的竞争力和经济增长,并促进整个地区的价值创造。QuIC 的组织架构由创始人团队、管理委员会、执行团队、工作组 4 个部分构成。

截至 2022 年 8 月 6 日^[11],创始人团队包括 1 位总裁,1 位财务长,2 位副总裁,4 人均来自量子及相关企业;管理委员会共 11 人,由 QuIC 中具有投票权的成员选举产生,负责为 QuIC 做出战略决策;执行团队包括 1 位执行主任和 1 位行政助理,负责具体任务执行。工作组负责具体一线工作,当前共有 9 个工作组,每个工作组有 1 位负责人,这些工作组支撑起联盟各项活动的开展和运行,这些小组的具体负责人及任务如下。

1) **市场趋势和用例工作组**的任务是识别与欧洲经济相关的量子产业市场趋势和量子技术用例,负责人来自德国的机械及工程制造公司 BOSCH。

2) **知识产权与贸易工作组**的任务是研究量子技术领域的知识产权主要风险与挑战,并确定解决方案,负责人来自荷兰的专利律师事务所 De Vries & Metman。

3) **教育工作组**是主要任务是解决教育需求,提升欧洲在量子技术领域的劳动力数量与质量,负责人来自英国的量子技术培训和招聘公司 QURECA。

4) **标准工作组**的主要任务是提供方法与工具确保 QuIC 成员之间对所有量子技术标准的需求一致化,从而确保新兴的量子技术市场和量子生态系统的可持续发展,负责人来自奥地利的量子计算公司 ParityQC。

5) **市场与技术情报工作组**是 QuIC 的社区论坛,旨在研究和跟踪欧洲量子技术的现状和进展,负责人来自英国的量子计算公司 Oxford Quantum Solutions。

6) **战略产业路线图工作组**负责制定量子计算、量子通讯、量子测量、量子传感四个主要量子垂直领域的行业主导的、综合的路线图,负责人来自法国的飞机研发及制造公司 Airbus。

7) **生态系统工作组**汇集了 QuIC 中的各种量子社区,目标是提供一个“半结构化的环境”(指拓展性强、可以自由表达多种信息的发展环境),让成员在不断加强自身在欧洲整个量子生态系统中的价值的同时,为欧洲和全球量子技术产业做出贡献,负责人来自西班牙的提供数字化转型战略和技术的公司 Bluspecs。

8) **中小企业和资金工作组**着眼于中小企业

在量子生态系统中的价值,以及中小企业在从事量子技术研究、开发和商业化过程中面临的资金来源问题,负责人来自德国的知识产权保护公司 Sonnenberg Harrison。

9) **国家分会工作组**负责在欧洲建立强大的 QuIC 本地化分会,每个分会都由指定的 QuIC 成员组成,他们作为 QuIC 在当地的联络点和沟通渠道,负责人 Thierry Botter 是 QuIC 的执行主任。

QuIC 的成员主要来自中小企业、大型企业、学术及研究机构、协会 4 类主体,会员分为两个级别:准成员和正式成员,其成员资格相当宽泛,对任何从事量子相关研发或商业活动的法律主体开放,但同时要求其总部位于欧洲成员国、英国以及欧盟候选国和欧盟联系国。

截至 2022 年 6 月 24 日, QuIC 一共有成员 163 家,其中正式成员 88 家,准成员 75 家^[12]。根据 QuIC 对成员属性的定义,所有成员中,大型企业共 34 家,占比 20.9%;中小企业 90 家,占比 55.2%;学术与科研机构 29 家,占比 17.8%;协会 6 家,占比 3.7%;风险投资机构 2 家,占比 1.2%;基金会 1 家,占比 0.6%;未定义成员 1 家,占比 0.6%。

整体来看, QuIC 的成员以中小企业为主,同时引入投资机构、基金会、协会、学术机构、大型企业,在技术、项目、资金等多个维度来满足其技术发展与创新需求,其目的是在欧洲形成一个充满活力的开放式的量子创新生态系统。QuIC 的组织架构设置以目标实现为导向,创始人团队和管理委员会的成员绝大部分是企业创始人、联合创始人或高管,且来自于不同类型的量子相关企业,可以敏锐感知产业与市场需求、做出更具代表性和可操作性的建议与决策、协调 QuIC 的市场资源并展开行动;执行团队和工作组采用扁平化结构和项目负责制,明确 9 个工作方向并落实到具体 1

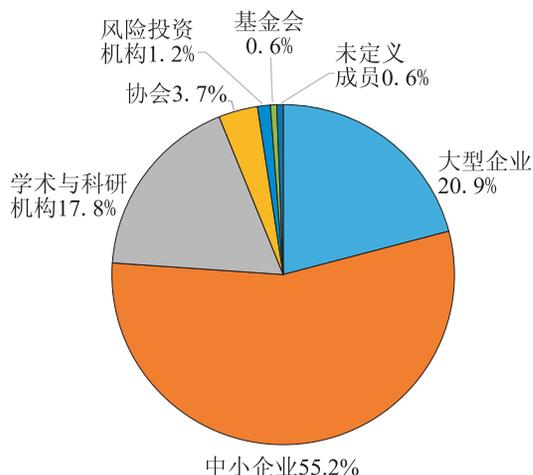


图 4 QuIC 成员类型比例

Fig. 4 Member Type Proportions of QuIC

位负责人,其产出成果旨在满足 QuIC 成员的实际工作需求并协调成员之间的竞争与合作关系,对欧洲量子资源进行有效配置。

2.4 欧盟量子旗舰社区的典型特征

欧盟量子旗舰社区的构建,其本质是围绕量子合作伙伴、量子研究设施设备、量子供应链、量子科学教育体系、量子科学精神与文化五个方面打造欧盟的量子科技创新生态系统,其核心抓手是产业联盟、智库团队和执行工作组。QuIC 以企业为主体,聚合了欧洲的投资机构、基金会等其他主体,定位是一个综合性产业联盟;QCN 则有具备专业学术训练的成员构成,定位是一个智库团体;而欧盟量子旗舰社区下的工作组则负责协调与团结社区内所有主体,包括各种联合体、政府部门、企业、学术机构、市场机构等,通过聚合效应最大程度集成优化欧洲的量子资源,推动欧盟量子旗舰计划成功进行。

3 欧美案例对中国的启示

3.1 中国量子产学研联盟发展现状

整体上看,中国近几年在相关政府部门、事业

单位、企业、高校等主体的联合推动下,产生了一批量子联盟,其中也出现了具备地域覆盖性和影响力的量子联盟,例如:

2015 年,由中国科学院国有资产经营有限责任公司牵头,中国科学技术大学、科大国盾量子技术股份有限公司、阿里巴巴(中国)有限公司等单位作为成员参与的“中国量子通信产业联盟”成立,该联盟旨在促进中国量子通信产业在创新链、产业链和资本链之间的有效联动^[13]。

2022 年,中国工业和信息化部的直属科研事业单位中国信息通信研究院牵头,联合清华大学、中国科学技术大学、中国通信标准化协会、华为、腾讯等 40 家量子信息领域相关高校、协会、企业等单位共同发起成立了量子信息网络产业联盟,联盟的任务是促进量子信息产业链构建、要素聚集、生态培育。

除了国家范围的量子联盟,一些由企业主导的产业联盟也纷纷成立。2018 年,本源量子对标美国 IBM 公司的量子产业联盟(IBM Q Network, 2017 年成立,目标是推动 IBM 的量子计算产品在联盟内的使用),成立了本源量子计算产业联盟(Origin Quantum Industry Alliance, OQIA),成员有中船重工 709 所、问天量子、云从科技、中国科学技术大学、哈尔滨工业大学等产业界和学术界伙伴,联盟以量子计算的上下游生产制造、生态应用、科普教育为链条,协同推进多个行业的量子计算发展^[14]。

与欧美的量子联盟相比,我国量子联盟的内部合作和外部发展还有很大的空间。从地域分布上看,中国的量子联盟及参与主体多集中于中国东部地区及中东部的安徽省,地域分布与发展很不平衡。从技术属性上看,中国的量子联盟集中在量子通信和量子计算领域,在量子测量和仪器

制造上的关注度较为有限。

从参与主体来看,中国的量子联盟覆盖的行业领域有限,多为技术类企业,缺乏多类型的产业链配套企业(例如咨询服务公司、人才招聘类公司、律师事务所等),跨领域的商业主体参与数量较少也导致应用场景拓展受限,较难为研发端主体提供丰富有价值的市场需求信息。

从合作模式上看,由于量子技术本身的复杂性和商业化落地不明确,加上产学研的创新链、人才链、资金链没有形成,导致各主体大多分散运行,从而形成内外“两张皮”,无法产生聚合力。从产出成果上看,目前国内尚无具有产业标杆意义的合作范式及成果。

整体来看,中国量子联盟的发展仍处于初级阶段,需要解决的痛点、填补的空白实际上还有很多。

3.2 欧美案例的启示

1) 制定国家级的量子科技战略发展规划,设置专门的管理主体重点针对国家量子基础能力建设、量子科技创新机制构建、量子科技战略性研发方向指导与技术路线设置、不同创新主体的优势互补与协同发育机制构建、相关量子联盟与社区建设、国际量子情报管理等工作进行统筹。同时,注重中国东、中、西部的量子科技资源布局与协调促进,对国内量子科技资源进行集成优化与合理配置。

2) 构建开放创新式的国家量子创新生态系统,可以通过政府主导、企业主体的方式来加速推动战略性新兴产业创新生态系统的发育和成长,协调相关政府部门、教育机构、科研机构、企业、协会与学会等创新主体,组成量子利益相关者社区和实质性产学研联盟,对重大战略任务、社会重大需求项目进行产学研协同攻关,在创新成果生成、

成果转移转化、知识产权保护、产业配套等方面进行工作机制建构和工作成果保护,维护生态系统的可持续发展。同时,在量子创新生态系统内加速构建对国际量子高水平人才和团队、风险投资及金融机构、具备核心竞争力的量子企业、其他相关量子知识成果富集主体的引入机制。

3) 推动构建主体泛化的量子联盟与社区,量子科技当前的商业应用场景并不十分明晰,量子科技创新主体在合作路径、产出成果应用上较为保守,不利于量子创新生态系统的发育。因此需要构建跨行业、跨学科、跨地区的量子技术联盟与社区,注重引入咨询类、法务类、财务类、猎头类等非技术研发类公司,针对特定任务实现协同解决,解决科学发现、科技发明向实际应用场景转化过程中的应用技术问题与商业问题。

4) 通过社群机制推动量子科学教育与科学普及,为产业发展储备技术人才,提高公众参与度以营造崇尚量子科学、理性表达的科学文化氛围。相关量子联盟和社区可以发挥社群的覆盖面广、传播效率高等优势,构建多层次的科教与科普体系,注重对青少年人群的量子启迪,可以组织力量创作量子科学教育资源包、量子科学传播资源库、量子技术原理趣味游戏等可视化、感染力强的传播内容;对大学生及适龄青少年开放量子岗位,鼓励其积极融入量子产业生态;对社会公众开放体验产品、场所,在宣传自身科技成果的同时有效传播科学知识。

参考文献

- [1] 薛莉,陈钢,张白云. 产学研协同创新研究综述: 热点主题及发展脉络[J]. 科技管理研究, 2022, 42(12):1-8.
- [2] 陈劲,杨晓惠,郑贤榕,等. 知识集聚:科技服务业产学研战略联盟模式——基于网新集团的案例

- 分析[J]. 高等工程教育研究, 2009(4):31-36.
- [3] QED-C. QED-Cmembers [EB/OL]. (2022-08-03) [2022-08-03]. <https://quantumconsortium.org/members/>.
- [4] QED-C. Meet the team [EB/OL]. (2022-08-04) [2022-08-04]. <https://quantumconsortium.org/teams/>.
- [5] HPCwire. Merzbacher Q&A: Deep Dive into the Quantum Economic Development Consortium [EB/OL]. (2022-03-29) [2022-08-10]. <https://www.hpcwire.com/2022/03/29/merzbacher-qa-deep-dive-into-the-quantum-economic-development-consortium/>.
- [6] Celia Merzbacher. NQI, QED-C and the Nano-quantum Superposition [EB/OL]. (2020-10-27) [2022-07-28]. [https://nnci.net/sites/default/files/inline-files/Merzbacher % 20NQI-QEDC % 20overview.pdf](https://nnci.net/sites/default/files/inline-files/Merzbacher%20NQI-QEDC%20overview.pdf).
- [7] Forbes. Will These Consortia Lead The United States To Global Quantum Supremacy [EB/OL]. (2020-08-10) [2022-7-16]. https://www.forbes.com/sites/gil_press/2020/08/10/will-these-consortia-lead-the-united-states-to-global-quantum-supremacy/?sh=4fcf5393a002
- [8] Quantum Flagship. Introduction to the Quantum Flagship [EB/OL]. (2022-08-04) [2022-08-04]. <https://qt.eu/about-quantum-flagship/introduction-to-the-quantum-flagship/>.
- [9] Quantum Flagship. Working groups [EB/OL]. (2022-08-05) [2022-08-05]. <https://qt.eu/about-quantum-flagship/the-quantum-flagship-community/working-groups/>.
- [10] Quantum Flagship. Quantum Community Network [EB/OL]. (2022-08-04) [2022-08-04]. https://qt.eu/app/uploads/2018/11/Press_Dossier_FINAL_EMBARGOED.pdf.
- [11] QuIC. About-QuIC [EB/OL]. (2022-08-06) [2022-08-06]. <https://www.euroquic.org/about-quic/>.
- [12] QuIC. QuIC Members [EB/OL]. (2022-06-24) [2022-08-06]. <https://www.euroquic.org/wp-content/uploads/2022/06/QuIC-Member-list-20220624.pdf>.
- [13] 新华社. 中国量子通信产业联盟在京成立 [EB/OL]. (2015-12-19) [2021-7-21]. http://www.gov.cn/xinwen/2015-12/19/content_5025857.htm.
- [14] 本源量子. OQIA 本源量子计算产业联盟 [EB/OL]. (2022-08-01) [2022-08-01]. <https://originqc.com.cn/zh/union.html>.

作者贡献说明

秦 庆: 收集、整理资料, 设计文章框架, 文章撰写;

汤书昆: 文章框架指导, 文章撰写指导。

作者简介:



秦 庆: 博士研究生; 中国科学院科学传播研究中心学生助理; 主要研究方向: 科技政策、前沿科技资源科普化。



汤书昆: 教授; 中国科学院科学传播研究中心主任; 主要研究方向: 科技政策、知识管理。