量子软件工程生态系统现状

Nazanin Siavash
nsiavash@uccs.edu 科罗拉多大学科罗拉多斯普林斯分校（UCCS）美国

Armin Moin amoin@uccs.edu 科罗拉多大学科罗拉多斯普林斯分校（UCCS）美国

arXiv:2601.02601v1 [cs.SE] 5 Jan 2026

摘要

我们研究了量子软件工程（QSE）生态系统的当前状况，重点关注学术界和工业界的成就、活动与参与，尤其着眼于该领域成功的创业活动。我们的研究方法颇具新意，采用了人工智能（AI）领域最先进的技术，即大语言模型（LLM），特别是生成式预训练变换器（GPT）。我们通过 ChatGPT 工具使用了其中一种模型，即 OpenAI 的 GPT-5 模型。目标是找出在量子软件工程领域十分活跃且取得突出成果的机构和公司，这些成果以同行评审出版物或在风险投资市场筹集到的资本为佐证。

关键词

量子计算、量子软件工程、量子软件生态系统、量子软件初创公司、GPT-5、ChatGPT

ACM 引用格式：

Nazanin Siavash 和 Armin Moin。2025年。量子软件工程生态系统现状。载于。 ACM，美国纽约州纽约市，共8页。https: //doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn

1 引言

Murillo等人 [1] 指出了量子软件工程（量子软件工程）的几个关键领域，并确定了未来几年应着力解决的最重要的开放性挑战。在本研究中，我们着重识别参与量子软件工程生态系统的活跃机构和公司，以促成协同效应和未来合作，希望这些努力能帮助应对未来几年的挑战。

如第3节所述，我们采用了与现有研究（例如 Ruane 等人 [2] 的研究）截然不同的方法。首先，我们只关注量子软件工程。其次，我们采用一种创新的研究方法和工具，该方法和工具基于由大语言模型（大语言模型）驱动的尖端人工智能工具。此外，我们不依赖专利，而是根据投资者的信心来衡量创业活动的成功与否，具体以他们筹集的资本金额衡量。

本文其余部分结构如下。第2节回顾了该领域的相关工作，第3节则详细阐述了我们的研究方法。在第4节中，我们介绍本研究的成果。最后，我们在第5节总结全文并提出未来工作方向。

允许免费制作本作品全部或部分内容的数字或纸质副本，用于个人或课堂用途，但前提是不得为营利或商业利益而制作或分发副本，且副本首页须附有本声明及完整引文。对于本作品中由作者以外的其他方拥有版权的部分，必须尊重其版权。注明出处后，允许摘录。若要以其他方式复制、转载、发布到服务器或分发至列表，则须事先获得特定许可和/或支付费用。请向 permissions@acm.org 申请许可。*Conference'17*，美国华盛顿特区 © 2025 年 版权归所有者/作者所有。出版权已授权给 ACM。ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YYYY/MM https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn

2 相关工作

麻省理工学院（MIT）的《量子指数报告》（QIR）2025年 [2] 报告了全球量子技术相关的学术研究、专利、风险投资融资、企业沟通、政策、劳动力、教育、公众舆论等方面的现状。报告指出，我们正处于第二次量子革命的前夜。第一次量子革命促成了半导体、激光器、磁共振成像设备和原子钟等突破性技术，而第二次革命预计将聚焦于直接控制和构建量子系统。例如，利用量子比特进行计算和信息处理的能力，并借助其独特且前所未有的特性——如叠加、纠缠和干涉——将对少数几种算法产生颠覆性影响，其中一些算法已广泛应用于各种领域。关注这一新领域的工程学科是量子软件工程（QSE）。然而，它也必然涉及经典软件工程（SE），以及量子-经典混合系统的工程原理与实践 [3]。

3 研究方法

首先，我们考察以下国际知名、经认可且经同行评审的科学出版平台最新一期会议论文集和期刊文章中作者的所属机构：(i) ACM《量子计算汇刊》，谷歌学术 h 指数为 33；(ii) IEEE量子计算与工程（QCE）会议（又称 IEEE量子周），谷歌学术 h 指数为 36；(iii)《量子机器智能》，谷歌学术 h 指数为 36；(iv)《量子信息处理》，谷歌学术 h 指数为 47；(v) IEEE量子工程汇刊，谷歌学术 h 指数为 48；(vi) npj量子信息，谷歌学术 h 指数为 73。

我们通过在谷歌学术指标中搜索关键词 量子，并依据以下纳入和排除标准筛选会议，得出了上述列表：i）纳入名称中包含计算、软件、信息、机器或工程的所有会议。ii）排除谷歌学术 h 指数低于 30，或名称中不包含任何上述关键词的所有会议。最后，鉴于国际软件工程会议（ICSE）在软件工程研究界的独特地位——它是软件工程领域排名最高的国际会议，且设有 Q-SE研讨会——我们决定将 ICSE Q-SE研讨会加入上述列表。随后，我们使用 OpenAI 的 ChatGPT 和 GPT-5，并通过恰当的提示词

工程，提取所需信息。我们将在下文第4节介绍详细过程。我们随机核验了若干案例，以确保基于大语言模型的工具不会“产生幻觉”；若出现这种情况，我们会记录并报告。

此外，我们承认，对于初创企业而言，同行评审出版物可能并不相关。因此，我们不再查阅研究出版物，而是直接使用 GPT-5 模型向 OpenAI 的 ChatGPT 提问，请其提取一份全球融资额至少达到 100 万美元的量子软件类初创企业名单。这种方法不同于典型的专利导向方法，例如 Ruane 等人采用的方法 [2]。请注意，并非所有软件创新都可以申请专利。此外，专利活动的数量并不一定意味着在量子软件生态系统中具有更大的影响力或价值。例如，许多开源成果、库和工具即使没有获得专利，也产生了重大影响。

4 研究结果

表 1、2、3、4 和 5 展示了本研究针对高等教育机构（IHE）（亦称大学（Univ.））以及学术研究中心得出的结果。不包括政府实验室，例如美国由联邦资助的实验室/研究机构。我们通过 ChatGPT 工具的用户界面（UI）向 GPT-5 大语言模型提供了以下一系列提示词，随后对获得的结果进行了人工审阅和整合：(i) 查看最新一期聚焦量子软件的 *$journal$*，列出由高等教育机构和学术研究中心撰写的所有类型论文（例如技术论文和综述论文）。(ii) 查看最新一届聚焦量子软件的 *$conference$*，列出由高等教育机构和学术研究中心撰写的所有类型论文（例如技术论文、海报、研讨会论文和综述论文）。在提示词 (i) 中，$journal$ ∈ {ACM《量子计算汇刊》、《量子机器智能》、《量子信息处理》、IEEE《量子工程汇刊》、npj量子信息}。此外，在提示词 (ii) 中，$conference$∈ {IEEE量子计算与工程（QCE）会议（亦称 IEEE量子周）、ICSE Q-SE研讨会}。由于 QCE 的部分论文未提供完整的作者隶属机构信息，我们人工审阅了每篇论文，以识别其学术机构隶属关系。

在表6中，我们可以看到该生态系统中的工业参与者。此列表采用了与上述类似的方法生成。不过，我们对相应的提示词作了如下扩展：……并将范围限定为至少有一位作者隶属于工业研究中心或公司的文章。

此外，鉴于在同行评审出版物上发表论文未必总是量子软件工程生态系统中产业参与者的优先事项，而且其中一些公司可能未出现在会议的最新届次和期刊的最新卷期中，我们决定直接向 ChatGPT 提出以下问题：请列出全球专注于量子软件的产业公司，并以表格呈现。表格应包含以下列：公司名称、制品（例如库、工具、软件开发工具包）、国家、州或省，以及官方网站。为节省篇幅，我们仅概述这一步的结果，并列出公司及其制品：(i) IBM（Qiskit），(ii) 微软（Azure Quantum QDK/Q#），(iii) Google（Cirq），(iv) Rigetti Computing（pyQuil 和 QCS SDK），(v) Quantinuum（tket 编译器/SDK），(vi) QC Ware（Forge 平台），(vii) Zapata AI（Orquestra 平台），(viii) Strangeworks（Strangeworks 平台），(ix) Q-CTRL（Boulder Opal），(x) Xanadu（PennyLane SDK），(xi) Agnostiq（Covalent 工作流编排器），(xii) 1QBit（1Qloud/QEMIST 软件套件），(xiii) Riverlane（Deltaflow.OS/量子操作系统），(xiv) HQS Quantum Simulations（HQS 软件/HQStage），(xv) PASQAL（Pulser），(xvi) QuEra（Bloqade/Bloqade.jl），(xvii) QunaSys（QURIParts），(xviii) Terra Quantum（TQ42 Studio），(ixx) Quantum Computing Inc.（Qatalyst）。

最后但同样重要的是，按照第3节中针对初创企业所述的方法，生成了以下列表（其中部分与上述列表重叠）：(i) SandboxAQ（美国加利福尼亚州），(ii) Multiverse Computing（西班牙），(iii) Classiq（以色列），(iv) Q-CTRL（澳大利亚），(v) Riverlane（英国），(vi) Zapata AI（美国马萨诸塞州），(vii) Phasecraft（英国），(viii) QC Ware（美国加利福尼亚州），(ix) Strangeworks（美国德克萨斯州），(x) Algorithmiq（芬兰），(xi) BlueQubit（美国加利福尼亚州），(xii) Agnostiq（加拿大），以及 (xiii) Qruise（德国）。

5 结论与未来工作

我们研究了量子软件工程生态系统的现状，尤其关注学术界、工业界和创业者的参与情况。使用基于大语言模型的工具 ChatGPT 时，一个特别的挑战在于结果的可复现性。例如，对于初创企业，每次执行相同的提示词，我们都会得到若干不同版本的列表。此外，在某些情况下，多位作者同名。我们对这些情况进行了人工核查。

总的来说，我们发现，与更广泛的量子计算（QC）领域类似，新兴的量子软件工程（QSE）这一子领域发展迅速，但尚未在学术界的各个方面确立地位。例如，在康奈尔大学的预印本存储库*arXiv*上，目前还没有量子计算类别，更不用说量子软件工程了。此类论文仍归类在量子物理之下。同样，在用于对全球计算机科学系进行排名的网站*csrankings.org* 上，第3节提到的所有会议，除 ICSE 外，都不在其发表标准之列。

致谢

我们使用了生成式人工智能模型和工具，包括通过 ChatGPT 使用 OpenAI 的 GPT-5 模型，以协助生成和修改内容。本研究由科罗拉多州经济发展与国际贸易办公室提供的拨款资助。

参考文献

[1] Juan Manuel Murillo、Jose Garcia-Alonso、Enrique Moguel、Johanna Barzen、Frank Leymann、Shaukat Ali、Tao Yue、Paolo Arcaini、Ricardo Pérez-Castillo、Ignacio García-Rodríguezde Guzmán、Mario Piattini、Antonio Ruiz-Cortés、Antonio Brogi、Jianjun Zhao、Andriy Miranskyy 和 Manuel Wimmer。2025年。量子软件工程：路线图与未来挑战。*ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* 34, 5, 154 2025 48 10 1145 3712002 文章（5月），页码。doi:。/ J.

[2] Ruane、E. Kiesow、J. Galatsanos、C. Dukatz、E. Blomquist 和 P. Shukla。2025年。《*2025*年量子指数报告》。技术报告。麻省理工学院数字经济倡议，麻省理工学院，马萨诸塞州剑桥市。[3] Samuel Sepúlveda、Mario Piattini 和 Ricardo Pérez Del Castillo。2024年。开发量子-经典混合软件：一种软件产品线方法。载于第五届*ACM/IEEE*量子软件工程国际研讨会论文集（葡萄牙里斯本）（*Q-SE 2024*）。美国计算机协会，美国纽约州纽约市，37–40。doi:10.1145/3643667.3648224

表1：学术界参与 - 第一部分

大学/研究中心	数量	国家 省／州		合作者
萨斯喀彻温大学	3	加拿大	萨斯喀彻温省	爱德华王子岛大学
爱德华王子岛大-land	2	加拿大	爱德华王子岛-land	萨斯喀彻温大学
弗劳恩霍夫工业-数学研究所（ITWM）	2	德国	凯泽斯劳滕	弗劳恩霍夫 IAIS；多特蒙德工业大学,
弗劳恩霍夫 IAIS	1	德国	圣奥古斯丁	弗劳恩霍夫 ITWM；多特蒙德工业大学
多特蒙德工业大学	1	德国	多特蒙德	弗劳恩霍夫 ITWM；弗劳恩霍夫 IAIS
韦洛尔理工学院（计算机科学与工程学院）	1	印度	泰米尔纳德邦	None
人工智能研究研究所 (IIIA-CSIC)	1	西班牙	加泰罗尼亚 (巴塞罗那)	巴塞罗那自治大学
大学 自治 de 巴塞罗那	1	西班牙	加泰罗尼亚（巴塞罗那）	人工智能研究所（IIIA-CSIC）
大学 加利福尼亚州 – 伯克利	3	USA	加利福尼亚州	劳伦斯伯克利国家实验室、阿贡国家实验室-实验室
蒙彼利埃大学	1	法国	蒙彼利埃	CERFACS、LIRMM、法国国家科学研究中心
大学 of 田纳西州, 诺克斯维尔（UTK）	1	USA	田纳西州	橡树岭国家实验室
广西科技大学与技术学院 — 计算机科学与技术-ogy	1	中国	广西	井冈山大学
井冈山 大学 – 学院 of 电子学 and 信息工程	1	中国	江西	广西科技大学
博伊西州立大学 — 计算机科学系	1	USA	爱达荷州	None
汉阳大学 — 研究生院，电气与电子工程系（首尔）	1	韩国 韩国	首尔特别市	汉阳大学ERICA校区（安山市）
汉阳大学ERICA校区 — 电气工程学院（安山市）	1	韩国 韩国	京畿道	汉阳大学（首尔）
西法伦应用科学大学（应用科学大学），博霍尔特——商学与信息技术系	1	德国 北	莱茵-威斯特法伦州	橡树岭国家实验室
安徽大学集成电路学院集成电路	1	中国	安徽	安徽师范大学
安徽师范大学 — 计算机与信息学部	1	中国	安徽	安徽大学 — 集成电路学院
宾夕法尼亚州立大学	2	USA	宾夕法尼亚州	量子经济发展联盟，SRI International，范德堡大学，纳什维尔，Coherent Computing Inc., 桑迪亚国家实验室 , 研究院（Ad-高级计算机科学、大学空间研究协会，普渡大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室、量子电路公司、量子经济发展联盟标准与性能指标技术咨询委员会指标、劳伦斯伯克利国家实验室、中佛罗里达大学Coherent Computing Inc.、普渡大学

表2：学术界参与——第二部分

大学/研究中心	数量	国家 省／州		合作者
范德堡大学	1	USA	田纳西州	宾夕法尼亚州立大学，量子经济发展联盟，SRI International，纳什维尔，Coherent Computing Inc.、桑迪亚国家实验室、高级计算机科学研究所大学空间研究协会
普渡大学	2	USA	印第安纳州	普渡大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室、Quantum Circuits Inc、量子经济发展标准与性能指标联盟技术咨询委员会性能指标
台湾大学	3	台湾	台北	宾夕法尼亚州立大学，量子经济发展-联盟，SRI International，纳什维尔，Coherent Computing Inc.、桑迪亚国家实验室、高级计算机科学研究所大学空间研究协会 大学空间研究协会、普渡大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室-tory, Quantum Circuits Inc, 量子经济发展 标准与性能指标联盟技术咨询委员会 性能指标，范德堡大学，劳伦斯伯克利国家实验室，中佛罗里达大学，Coherent Computing Inc.，宾夕法尼亚州立大学 国家理论科学研究中心、鸿海研究院、哥伦比亚大学、国立交通大学，国立清华大学
庆应义塾大学	1	日本	横滨	理化学研究所计算科学中心、九州大学，伦敦大学学院、京都大学、NTT株式会社
九州大学	4	日本	福冈	理化学研究所计算科学中心、庆应义塾大学，上海海事大学、斯坦福大学、九州产业大学、名古屋大学，
因斯布鲁克大学	1	奥地利	因斯布鲁克	Data:Lab、大众汽车股份公司、ParityQC
麻省理工学院 nology（MIT）— 物理系物理	1	USA	马萨诸塞州	IBM 量子，MIT-IBM Watson人工智能实验室
华东理工大学 科学与技术系 计算机科学与工程系	1	中国	上海	上海市计算机软件测试与评估重点实验室; 上海软件中心; 南加州大学
上海市计算机软件测评重点实验室 计算机软件测评重点实验室评估	1	中国	上海	华东理工大学；上海软件中心；南加州大学
上海软件中心	1	中国	上海	华东理工大学；上海计算机软件测评重点实验室；南加州大学
卡尔斯鲁厄理工学-院 (KIT)	1	德国	卡尔斯鲁厄	None
米兰理工大学	2	意大利	米兰	None
九州产业大学	1	日本	福冈县	九州大学
斯图加特大学 — 应用架构研究所 — 系统研究所（IAAS） 德国 巴登—	1	符腾堡州	符腾堡	斯图加特大学（多个院系）
威廉与玛丽学院	1	USA	弗吉尼亚州	None
英属哥伦比亚大学	2	加拿大	不列颠哥伦比亚省	量子科学与探索性研究，那不勒斯大学，洛斯阿拉莫斯国家实验室，于韦斯屈莱大学，University of Illinois Urbana-Champaign
弗劳恩霍夫认知系统研究所-tive Systems IKS	1	德国	慕尼黑	None

表 3：学术界参与 - 第三部分

大学/研究中心	数量	国家 省／州		合作者
杜克大学	4	USA	北卡罗来纳州	佐治亚理工学院、德克萨斯大学奥斯汀分校
斯坦福大学	1	USA	加利福尼亚州	九州大学、上海海事大学
上海海事大学	1	中国	上海	九州大学、斯坦福大学
慕尼黑工业大学	5	德国 巴伐利亚		哈根贝格软件能力中心有限公司（SCCH），慕尼黑量子软件公司 GmbH，耶鲁大学
卡内基梅隆大学	2	USA	宾夕法尼亚州	耶鲁大学、QuEra Computing Inc、亚马逊云科技，加利福尼亚大学洛杉矶分校
耶鲁大学	5	USA	康涅狄格州	卡内基梅隆大学、芝加哥大学、西北-恩大学、慕尼黑工业大学、3慕尼黑量子-子软件公司 GmbH，软件能力中心哈根贝格有限公司
德克萨斯大学奥斯汀分校	2	USA	得克萨斯州	杜克大学、佐治亚理工学院、芝加哥大学
佐治亚理工学院	1	USA	佐治亚州	杜克大学，德克萨斯大学奥斯汀分校
加利福尼亚大学洛杉矶分校	1	USA	加利福尼亚州	卡内基梅隆大学，QuEra Computing Inc，亚马逊云科技
EPFL	1	瑞士洛桑		微软
埃斯特雷马杜拉大学	1	西班牙	埃斯特雷马杜拉	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、比萨大学、维也纳工业大学，科隆大学、维多利亚大学
圣母大学	1	USA	印第安纳州	印第安纳大学
印第安纳大学	1	USA	印第安纳州	圣母大学
剑桥大学	2	联合王国 dom	剑桥	特拉华大学纽瓦克分校，牛津大学
特拉华大学纽瓦克分校	1	USA	特拉华州	剑桥大学、牛津大学
牛津大学	1	联合国王-dom	牛津	特拉华大学纽瓦克分校，剑桥大学
印第安纳大学布卢明-ton	1	USA	印第安纳州	None
芝加哥大学	3	USA	芝加哥	德克萨斯大学奥斯汀分校、耶鲁大学
国立清华大学	1	台湾	新竹	台湾大学、哥伦比亚大学、国立交通大学
哥伦比亚大学	1	USA	纽约	台湾大学、国立清华大学，国立交通大学
国立交通大学	1	台湾	新竹	台湾大学、国立清华大学，哥伦比亚大学
索邦大学	1	法国	巴黎	ParTec AG、于利希超级计算中心
伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校	1	USA	伊利诺伊州	英属哥伦比亚大学、量子科学与探索性研究、那不勒斯大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室、于韦斯屈莱大学
量子科学 & Ex-探索性研究	1	UK	雷丁	英属哥伦比亚大学、那不勒斯大学、洛杉矶阿拉莫斯国家实验室、于韦斯屈莱大学、伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
那不勒斯大学	1	意大利	那不勒斯	英属哥伦比亚大学、量子科学与探索研究，洛斯阿拉莫斯国家实验室，大学于韦斯屈莱，伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
于韦斯屈莱大学	2	芬兰	于韦斯屈莱	英属哥伦比亚大学，量子科学与探索研究，那不勒斯大学、洛斯阿拉莫斯国家实验室，伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校
佐治亚理工学院	1	USA	佐治亚州	Google
伦敦国王学院	1	UK	伦敦	Simula研究实验室
Simula研究实验室	1	挪威	Oslo	伦敦国王学院

表 4：学术界参与 - 第四部分

大学/研究机构 centers	数量	国家	省/州	合作者
技术大学 应用科学雷根斯- burg	2	德国	雷根斯堡	西门子股份公司，技术
纽约城市大学 York	1	USA	纽约	中佛罗里达大学
中佛罗里达大学 佛罗里达 州	3	USA	佛罗里达 州	纽约市立大学、劳伦斯伯克利国家实验室- ory、Coherent Computing Inc.、普渡大学、宾夕法尼亚- 州立大学、Quantum Circuits Inc.
卡塔尼亚大学	1	意大利	西西里岛	None
密歇根大学	1	USA	密歇根州	None
大阪大学	1	日本	大阪	理化学研究所量子计算中心（RQC）、富士通、 系统工程顾问有限公司、TIS株式会社
伦敦大学学院 don	1	UK	伦敦	庆应义塾大学、京都大学、理化学研究所、NTT株式会社
京都大学	1	日本	京都	庆应义塾大学、伦敦大学学院、理化学研究所、NTT Cor- poration
阿拉巴马大学 位于亨茨维尔	1	阿拉巴马州	亨茨维尔	None
印度理工学院海得拉 巴分校	1	印度	特伦甘纳邦	马里兰大学帕克分校，马里兰大学 巴尔的摩县
马里兰大学 巴尔的摩县	1	USA	马里兰州	马里兰大学帕克分校、印度理工学院海得拉巴分校
马里兰大学 帕克市	2	USA	马里兰州	马里兰大学巴尔的摩县分校、印度理工学院海得拉巴分校、RI- 美国国家航空航天局艾姆斯研究中心的 ACS、匹兹堡大学、 雪城大学、太平洋西北国家实验室、 麻省理工学院、伦敦国王学院、 宾夕法尼亚大学、苏黎世联邦理工学院
西北大- sity	1	USA	伊利诺伊 州	耶鲁大学
代尔夫特 大学 of 技术	2	荷兰	代尔夫 特	卡夫利纳米科学研究所
卡斯蒂利亚- 拉曼恰大学	1	西班牙	阿尔瓦塞特， 城市 ， 昆卡， 托莱多， 阿尔马登 和雷纳新镇 雷纳新镇	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、比萨大学、维也纳工业大学， 科隆大学、维多利亚大学、 埃斯特雷马杜拉
比萨大学	1	意大 利	Pisa	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、维也纳工业大学、大学 科隆、维多利亚大学、埃斯特雷马杜拉大学
维也纳工业 大学	1	奥地利	维也纳	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、比萨大学、大学 科隆大学、维多利亚大学、埃斯特雷马杜拉大学
科隆大学	1	德国	科隆	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、比萨大学、维也纳工业大学， 维多利亚大学、埃斯特雷马杜拉大学
维多利亚大学	1	加拿大	不列颠哥伦比亚省	卡斯蒂利亚-拉曼恰大学、比萨大学、维也纳工业大学， 科隆大学、埃斯特雷马杜拉大学
北卡罗来纳州立大学	1	USA	北卡罗来纳州	None
伦斯勒理工 学院	1	USA	纽约	德克萨斯大学达拉斯分校
得克萨斯州大学 达拉斯	1	USA	得克萨 斯州	伦斯勒理工学院
名古屋大学	1	日本	名古屋	九州大学

表5：学术界参与 - 第五部分

大学/研究机构 centers	数量	国家	省/州	合作者
卡夫利 研究所 of 纳米科学		荷兰	代尔夫特	代尔夫特理工大学
宾夕法尼亚大学 vania	1	USA	宾夕法尼亚州	美国国家航空航天局艾姆斯研究中心的 RIACS，匹兹-堡、雪城大学、苏黎世联邦理工学院、太平洋西北国家实验室、马里兰大学帕克分校、马萨诸塞理工学院、伦敦国王学院、宾夕法尼亚大宾夕法尼亚州大学
大学 of 匹兹堡	1	USA	宾夕法尼亚州	RIACS（美国国家航空航天局艾姆斯研究中心）、雪城大学，苏黎世联邦理工学院、太平洋西北国家实验室、大学马里兰大学帕克分校、马萨诸塞州理工学院——技术学院、伦敦国王学院
雪城大学	1	USA	纽约	RIACS（美国国家航空航天局艾姆斯研究中心）、匹兹堡大学，苏黎世联邦理工学院、太平洋西北国家实验室、大学马里兰州，帕克市，马萨诸塞州理工学院的学院、伦敦国王学院、宾夕法尼亚大学
伦敦国王学院	1	UK	伦敦	RIACS（美国国家航空航天局艾姆斯研究中心），匹兹-堡大学、雪城大学、苏黎世联邦理工学院、太平洋西北国-家实验室、马里兰大学帕克分校、马萨-诸塞理工学院、宾夕法尼亚大学
苏黎世联邦理工学院	1	瑞士	苏黎世	RIACS，位于美国国家航空航天局艾姆斯研究中心，匹兹堡大学，雪城大学，太平洋西北国家实验室，马里兰大学帕克分校，马萨诸塞州理工学院的技术，伦敦国王学院，宾夕法尼亚大学
麻省理工学院 麻省理工学院	1	USA	马萨诸塞州	美国国家航空航天局艾姆斯研究中心的 RIACS，匹兹堡大学，雪城大学、苏黎世联邦理工学院、太平洋西北国家实验室实验室，马里兰大学帕克分校，伦敦国王学院，伦敦国王学院，宾夕法尼亚大学
维尔茨堡大学	1	德国	维尔茨堡	None
科罗拉多大学 科罗拉多斯普林斯	2	USA	科罗拉多州	None
华盛顿大学	1	USA	华盛顿州	思科、哈马德·本·哈利法大学 (HBKU)
哈马德·本·哈利法大-大学 (HBKU)		卡塔尔	Doha	华盛顿大学，思科
首尔国立大 sity	2	韩国	首尔	新加坡管理大学，釜山国立大学
新加坡管理 大学	2	新加坡	-	首尔国立大学，釜山国立大学
釜山国立大 sity	1	韩国	釜山	首尔国立大学、新加坡管理大学

表6：工业界的参与情况（工业研究中心和公司）

工业研究中心/公司	数量	国家	省/州	合作者
德勤咨询有限责任合伙企业	1	美国	—	亚利桑那州 州 大学（计算与增强智能学院）
弗劳恩霍夫制造工程与自动化研究所（弗劳恩霍夫 IPA）	1	德国	巴登–符腾堡（斯图加特）	无（作者仅隶属于弗劳恩霍夫 IPA）
NVIDIA	2	美国	加利福尼亚州	阿贡国家实验室，劳伦斯伯克利 国家实验室 - Google Research（美国）；橡树岭国家实验室-验室（美国）；威斯康星大学-麦迪逊分校（美国）
弗劳恩霍夫运输研究所-及基础设施研究所系统（Fraunhofer IVI），因戈尔施塔特站点	1	德国	巴伐利亚（巴伐利亚州）	无（所有作者均隶属于 Fraunhofer IVI）。
Data:Lab，大众汽车股份公司	1	德国	巴伐利亚（慕尼黑）	因斯布鲁克大学；Parity-QC（因斯布鲁克）
ParityQC（因斯布鲁克）	1	奥地利	蒂罗尔州	大众汽车股份公司 Data:Lab（慕-尼黑）；因斯布鲁克大学
IBM 量子、IBM T.J. 沃特-森研究中心（约克镇海茨）	1	美国	纽约	乔治城大学；北卡罗来纳州立大学；IBM 研究院阿尔马登（圣何塞）
IBM 阿尔马登研究中心 / IBM 量子（圣何塞）	1	美国	加利福尼亚州	乔治城大学；北卡罗来纳州立大学；IBM T.J. Watson 研究中心
IBM 量子、MIT-IBM Watson 人工智能实验室（剑桥）	1	美国	马萨诸塞州	MIT 理论研究中心物理学
株式会社日立制作所，研究与开发部（中央研究所）搜索实验室	1	日本	东京、横滨	无——所有作者均来自日立研发部门。
慕尼黑 量子 软件 Quantum Software Company GmbH	1	德国	巴伐利亚	慕尼黑工业大学（德国）；耶鲁大学美国）；哈根贝格软件能力中心（奥地利）
亚马逊云科技（亚马逊 Braket）	1	美国	华盛顿州	斯坦福大学（美国）
日本电报电话-电话（NTT）	1	日本	东京都	理化学研究所量子计算中心计算（日本），庆应义塾大学，京都大学，大伦敦大学学院
Google Research	1	美国	加利福尼亚州	NVIDIA（美国）；橡树岭国家实验室（美国）；大学威斯康星大学麦迪逊分校（美国）
Hartree Centre（STFC）	1	联合 王国-dom	柴郡	Algorithmiq (芬兰); Oak Ridge & 太平洋西北国家实验室（美国）；多个大学
Algorithmiq	1	芬兰	新地区	Hartree Centre（英国）；橡树岭和太平洋西北国家实验室（美国）
西门子 AG （基础技术）	1	德国	巴伐利亚	雷根斯堡应用科学大学（德国）
IBM研究院（IBM 量子）	1	美国	纽约	Unitary Fund（美国）；学术界合作者
Unitary Fund / Unitary Labs	1	美国	加利福尼亚州	IBM研究院（美国）；学术合作者