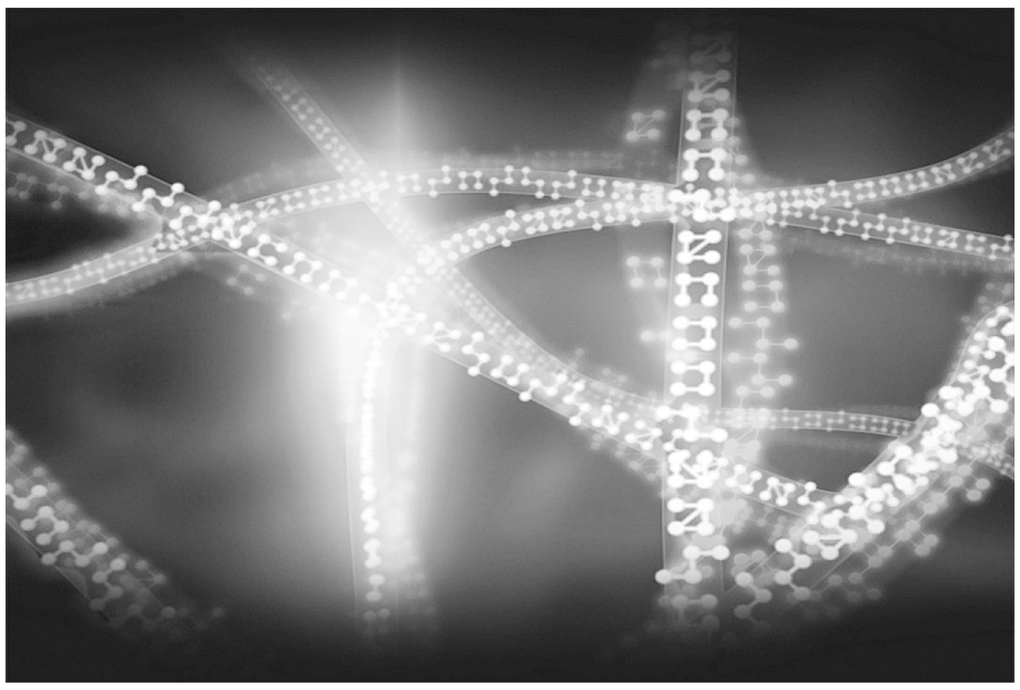


图片来源：Equinox Graphics/SPL

量子计算“一步之遥”？

经过 30 年探索，科学家认为进入实用阶段前景可期

> “在过去的几年里，我们让很多事情运作起来。当然，老天爷仍有可能不让建造量子计算机的梦想成真，但我认为我们成功的概率很大。

当被问及在谷歌工作最喜欢什么时，物理学家 John Martinis 并未提到有名的走廊按摩座椅或位于加利福尼亚山景城的公司园区内几乎随处可得的免费点心。相反，他惊叹于谷歌对追求高远目标遭遇失败后的容忍。“如果尝试的每个项目都成功了，他们会认为是自己不够努力。”

Martinis 正需要这种耐心。9 月，谷歌将他和他的 20 人研究团队从加州大学圣塔巴巴拉分校招募进公司，并给他们安排了一项众所周知的艰难任务：建造量子计算机。其原理是利用量子世界的“怪癖”开展普通计算机在宇宙“有生之年”都无法完成的计算。

“成功的概率很大”

自从上世纪 80 年代早期被提出后，建造量子计算机的愿景让 Martinis 和很多物理学家深感沮丧。在实践中，这种计算机所必需的量子效应非常脆弱且很难控制。如果来自外界的杂散光子或振动以错误的方式“撞击”该设备，计算将会崩溃。即使到了今天，经过 30 年的努力，世界上最好的量子计算机也几乎无法完成一些学校里的问题，比如寻找 21 的质数因子。答案是 3 和 7。

研究进展是如此的缓慢，以至于对此持怀疑态度的人常常将量子计算同聚变能作比较：虽是革命性技术，但似乎总是遥不可及。

不过，如今事情或许有所转机。量子领域的很多物理学家认为，30 年的艰难前行可能最终到了将要收获的时候。如今，他们不但能产生持续数分钟而非几纳秒（十亿分之一秒）的量子比特，而且当来自外部的扰动或其他原因导致错误发生时，其在修正系统方面更加得心应手。

与此同时，量子软件工程师正在开发一些能收回机器研发成本的应用，比如利用其寻找工业生产过程所需的新催化剂。

由于建造这种有用且有利可图的量子计算机前景可观，因此吸引了谷歌、IBM、微软以及其他公司加入这场游戏。一些学术团体也在朝着实践方向推动这项技术。例如，在荷兰代尔夫特理工大学，由政府资助的量子技术中心正将研究人员聚集起来，发展这项高科技产业。该校物理学家 Ronald Hanson 表示，他可以在 5 年内把通用量子计算机的模块建立起来，并在十多年后建造出功能完善的示范机，尽管它有可能很笨重且效率不高。

Martinis 则表示，自己并未有固定的时间表，但对此同样乐观。“在过去的几年里，我们让很多事情运作起来。当然，老天爷仍有可能不让建造量子计算机的梦想成真，但我认为我们成功的概率很大。”

“实际上要困难得多”

科学家在上世纪 70 年代和 80 年代早期奠定了量子计算的概念基础。其中，最著名的当属已故美国物理学家 Richard Feynman。他关于这个主题的报告发表于 1982 年，并被普遍认为由此开创了该研究领域。在该领域，最基本的观点是传统计算机为“非此即彼”模式，也就是说编码给定信息的微小硅电路就像一个开关，要么打开，要么关闭。这意味着其可以代表诸如“正确”还是“错误”或者二进制算法中 1 和 0 这样的选择。

但在量子领域，“非此即彼”要让步于“同时存在”模式：如果按顺时针和逆时针旋转的电子分别代表二进制中的 1 和 0，那么“统治”这些粒子的亚原子定律使得一个特定量子比特同时为 1 和 0 成为可能。

引申开来，一系列包含了量子计算机存储信息的量子比特能以每一种可能的 1 和 0 组合形式同时存在。当传统计算机不得不依次尝试每种组合时，量子计算机可同时处理所有这些组合。而且，由于组合数随着存储容量的尺寸呈指数级增长，量子计算机的运算速度也有望比传统计算机快很多。

1994 年，美国数学家 Peter Shor 发明了一种算法，可让量子计算机快速分解较大数字的因子。对于标准计算机而言，这种分解法会耗费大量时间，这也是为何其成为被广泛使用的加密技术的原因。而 Shor 的算法意味着量子计算机原则上能破解这种加密方式。两年后，贝尔实验室的 Lov Grover 设计了另一种表明量子计算机如何大幅提高大规模数据库搜索速度的算法。

对这些重要应用的演示很快吸引了研究人员和投资机构的注意。随之而来的还有可正常工作的量子计算机将在几年内问世的断言。研究人员通过设计为解决特定问题量身定制的特殊用途量子设备而在这方面取得了一些进步。不过，要实现最终目标——建造可通过编程执行任何算法的通用量子计算机，实际上要困难得多。

即使是最稳固的量子比特，错误也在所难免。普通计算机也会出现这种情况，但其对于量子计算机而言尤其麻烦，因为这些错误会随着量子比特数的增加而呈指数级增长。近年来，一个主要问题在于量子比特通常每运行 10 个运算步骤便会出现约一处错误，而可用的纠偏方案并未跟上出错的步伐。

不过，今年 4 月 Martinis 和团队宣称他们发明了一种被称为“Surface Code”的量子计算机纠错技术。在公开发表的一篇论文中，该团队描述了其如何利用该技术使量子比特的出错率保持在百分之一。

“这正是自己梦想中的工作”

伦敦大学学院实验物理学家 John Morton 认为，对量子比特出错率的改进以及代码处理错误能力的提高，已经极大改变了该领域的发展前景。“现在，我们可以把焦点放在量子计算机的升级上。这是一个令人激动的时刻。”

Hanson 对此表示认同，“目前已没有根本性的障碍”。在荷兰量子技术中心，Hanson 正打出广告招募 5 位教授级电子工程师，并寻找 40 位技术员和研究者。这样的话，他便能将量子计算机从实验室研究升级为一项实用技术。他们的主要任务将是研究如何制造大规模量子比特阵列、控制量子计算和读取结果，以及如何将量子电路和位于同一块芯片上的传统微电子电路连接起来。Hanson 和同事正努力研发嵌入微小半导体晶体的自旋量子比特，也就是量子点，以期未来 5 年能建造出 17 个量子比特阵列的量子计算机。

不过，来自瑞士联邦理工学院的理论物理学家 Matthias Troyer 认为，实现上百个量子比特的目标并不容易，成本也会很大。据他估算，假设生产量子芯片的难度至少同半导体芯片相当，解决如何将大量量子比特连接、控制并制造出来等一系列问题，需要花费 100 亿美元。为此，在过去的 3 年里，Troyer 致力于寻找量子计算的“杀手级应用”，这将使开发量子计算机所付出的成本有所回报。在他看来，其中的两个经典应用——破解密码和搜索数据库都不够理想。在不久的将来，更富有成效的应用将是对材料和分子中的电子进行建模，而这对于现在的超级计算机还很困难。

其他“杀手级应用”可能是寻找新的高温超导，或者改进用于从空气或工业排放气体中捕获碳的催化剂。“所有这些都是非常重要的问题。如果能在这些方面有所突破，这 100 亿美元将会轻而易举地归你所有。”

但就目前而言，Martinis 和该研究领域的其他“老兵”都提醒说，量子计算仍处于早期发展阶段。“今天的量子计算相当于二战结束后那几年里的传统计算机。当时，每个设备都处于实验室研究阶段，且均由手工制作而成。”Martinis 表示。不过，在多年来致力于完善量子比特后，Martinis 非常高兴最终能将精力放在建造可真正解决实际问题的量子计算机上。“谷歌为那些解决硬件问题的科学家起了一个新名字——‘量子工程师’。”Martinis 说，而这正是自己梦想中的工作。 （闫洁）

解放科学家的双手

自动化实验室有望显著提高研究效率及可靠性

Max Hodak 将自己学业中的大部分时间都用在修正科学家收集数据的方式。作为一名曾在杜克大学学习生物医学工程的学生，他对实验室在纸质笔记本上记录试验数据的做法非常沮丧，因为这会使研究人员不得不翻阅数页，才能找到相关数据。于是，2008 年 Hodak 把笔记本上的所有数据在电脑上作了索引，并且写了一个程序供使用者查阅资料。“当时人们都在问我，为何要在这上面浪费时间？”Hodak 回忆说。不过，一年半后，当 Hodak 从硅谷重回实验室时却发现，很多当初的质疑者都在使用他的系统。对于 Hodak 而言，这是一个信号，鼓舞他在提高实验室效率问题上继续探索。

位于加利福尼亚的一间仓库成了 Hodak 梦想的寄托。他打算在那里建一个自动化实验室，用于开展实验和记录结果。用他的话来说，这是一个“生物数据中心”。2012 年，Hodak 的公司 Transcriptic 成立，并成为一批同类初创公司的“先驱”。这些公司对外宣称的口号基本相同：软件和机器人技术方面的进步将帮助研究人员从手工的苦差事中解放出来，让他们的数据更容易储存和查询，最终使得科研成本更低、工作更高效且重现性提高。

Transcriptic 和另一家位于加利福尼亚的公司 Emerald Therapeutics 寄希望于通过远程计算机为科学家控制生物实验室提供便利。很多大型生物实验室已经利用自动化机器测序或复制 DNA 片段。不过，它们还想将自动化技术用于其他常规实验，如通过凝胶来移动、分离蛋白质或 DNA 片段。Transcriptic 和 Emerald 为各种大大小小的实验室提供这种功能。



图片来源：Project Twins

顾客首先利用 Transcriptic 的应用程序接口对实验进行编程，从而将实验方案的每一步转为机器可读的代码。随后，顾客指令和所有实物样本到达 Transcriptic 位于门洛帕克的仓库。实验在一个由树脂玻璃密封而成的工作站内进行。里面的台子上摆满了仪器，均由一台接收工作指令和操控各种机器的电脑“指挥”。台架上的机械手与工作站的长度一致，将培养皿在聚合酶链反应装置、酶标仪、移液器、冷藏箱、恒温恒湿箱等不同机器间传送，以此开展实验。用户可实时接收来自每个实验步骤的数据。

Emerald 则正在测试所谓的云实验室。在这个一站式网上商店里，顾客可定购实验项目、分析数据并同他人开展合作。从明年年初开始，测试用户能从 40 种常用实验方法清单中自主选择任何一种，比如用于蛋白质分析的免疫印迹法或分离混合物成分的高效液相色谱法。

在某种意义上，这些公司类似于传统的研究外包机构，但自动化系统和数据采集为科学家提供了更加细微的细节以及对实验设计的控制。或许有人认为，如此复杂的设备会让实验成本变高。

但 Hodak 表示，Transcriptic 提供的诸如克隆、诱发突变等实验项目和在学术实验室开展的成本几乎相同，甚至还要更少一些，并且约为传统研究外包公司开价的一半。部分原因在于 Transcriptic 的工作站无须人工操作员便能运行，而且很多硬件都是公司自制的。

不过，在旧金山投资公司 O'Reilly AlphaTech Ventures 合伙人 Roger Chen 看来，尽管这些实验室是强有力的科研助手，但远程用户要受限于一系列标准化的实验和仪器。“我很难相信一个集中管理的自动化实验室，会为你提供足够的自由和灵活度，满足你在做一些创新性实验时所需的全部要素。”

于是，Chen 投资了另一家位于奥克兰市的初创公司 Riffyn。该公司正在建立一个云计算软件平台，融合各种传送实验室仪器数据流的设备。其共同创始人 Timothy Gardner 表示，该软件可让用户设计工作流程、分析存储在远程服务器上的实验数据，并且根据对实验表现的分析改变相关参数。

现有的科学仪器通过多种形式接受指令和记录数据。Emerald 共同创始人 Brian Frezza 认为，同建立自动控制设备相比，协调这些软件是一个更为艰难的技术挑战。Gardner 赞同该说法，但表示公司正努力打造一系列通用开放的标准和软件。同时，他希望 Riffyn 提供的软件能让实验室设备之间以及各种设备与科学家之间更为顺畅地对话。

最终，Gardner 和其他自动化实验室的支持者认为，他们所做工作的直接回报或许在于促进研究整体质量的提高。那些让科学家更简单地监控和记录实验每个细节的工具，可能有助于解决一些人所争议的研究“重现危机”。这是指很多实验完成得过于草率，或者实验方法和数据记录不够精确，从而导致其他人很难重现研究成果。

Gardner 最强有力的支持者之一、加州量化生命药学研究院副主任 Douglas Crawford 表示，改变现状需要技术和观念上的双重转变。Gardner 对此表示赞同，但希望包括 Riffyn 在内的公司将从消除其中一个障碍开始。“如果你没有让事情变得更加简单的工具，我不认为那些文化和教育上的改变将会坚持下去。” （宗华）

科学线人

全球科技政策新闻与解析

美五角大楼 科研经费将保持平稳



图片来源：WIKIMEDIA COMMONS

美国众议院近日通过的预算法案，可能会取消削减大学为美国军方进行的基础研究的提议。但五角大楼的基础研究经费总额仍将比 2014 年缩减 3%（6000 万美元）——以 300 票对 119 票通过的防御授权法案显示，2015 年该经费数额为 21 亿美元。这一缩减幅度低于今年年初白宫提议的 7%。

立法者撤销减少五角大楼在大学中资助的基础研究的建议，使得这些项目增加了 6%甚至更多。这一逆转也减轻了越来越依赖五角大楼研究经费的学术界的痛苦。每年五角大楼一半的基础研究经费（10 亿美元）都被分配给了大学研究人员。而且，工程、计算机科学、数学和物理学等特定领域，近一半的经费来自国防部（DOD）。

国会两院立法者都表示了对这一问题的关注，并通过了新的防御授权法案。它详细罗列了 DOD 在 2015 财年如何支出 5850 亿美元的经费。尽管该法案并没有实际划拨资金——这将有单独的立法程序，但它规定了拨款水平。

总体而言，五角大楼的核心基础研究经费将降至 21.08 亿美元，总体规划如下：

1. 陆军基础研究经费（按照华盛顿用语为 6.1 预算线）将上涨 2%，到达 4.442 亿美元，而白宫提议减少 3%。

2. 海军的 6.1 经费将下降 4%到 5.963 亿美元，而白宫要求减少 7%。

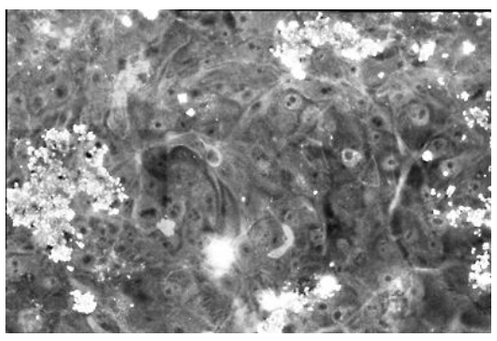
3. 空军基础研究经费将削减 10%，落至 4.745 亿美元，白宫则要求砍掉 13%。

4. DOD 获得的基础研究经费将上涨 1%至 5.925 亿美元，白宫建议削减 4%。

而分配给大学研究项目的经费可能会增加。2015 财年，陆军的学术研究项目经费将从 7940 万美元增至 8980 万美元，涨幅 13%。海军的相关支出将从 1.128 亿美元增加到 1.339 亿美元（涨幅 19%），空军则从 1.383 亿美元增至 1.471 亿美元（6%）。

该授权法案目前已交送参议院，并有望获得批准。国会预期会在本月月末完成 2015 财年经费的相关工作。 （张章）

微软大亨将建 新细胞研究中心



上皮细胞将成微软新研究机构目标。

图片来源：VCU LIBRARIES/FLICKR

继 11 年前建立脑科学研究所后，微软共同创始人之一保罗·艾伦又宣布了下一项计划：艾伦细胞科学研究所。与上一个研究所相同，新的研究机构将会收到来自艾伦本人赞助的 1 亿美元种子基金；并将组建大团队科研，使生物学家、数学家、计算机科学家与其他专家会聚一堂；探寻与解密目前在很大程度上依然未阐明的复杂生物世界。

事实上，建立新研究所的讨论一年前就已经出现，但具体细节直到最近才披露。在费城市中心举行的美国细胞生物学会年会的一次新闻发布会上，新机构的领导科学家提及这个话题时就像科幻小说终于走进了现实。“我们正在开启一次神奇的旅行。”新机构执行主任 Rick Horwitz 说，此前他曾是弗吉尼亚州立大学细胞生物学教授。

新研究所与艾伦脑科学研究所一样，位于华盛顿州西雅图市的同一幢建筑，初步计划雇佣 75 名科学家。它有着雄心勃勃的研究计划：通过解密人类细胞各组件如何协同工作以及它们如何被基因突变、药物与其他力量改变来解码人类细胞。其领导人希望最终可以预测具体的细胞如何在不同条件下运作。但是该机构的第一项工作范围是有限的。研究人员计划研究如何诱导多能干细胞转换成心肌与上皮细胞，并对这种转换过程如何发生进行对比。

艾伦脑科学研究所执行总裁、公布此次消息的 Allan Jones 表示，1 亿美元的种子基金将持续 5 年，到 2020 年结束。那么，在此之后将会如何？Jones 透露说，新机构届时可能会沿着他所在的脑科学研究所的轨迹运行，该机构曾在 2012 年收到 Allen 的另一笔 3 亿美元资助，同时在慈善捐款的基础上受到了联邦政府的资助。

艾伦本人并未出席当天的揭幕式。一个记者问到他为什么对细胞着迷时，Jones 回应说是由于细胞的复杂运行机制。“复杂性是艾伦选择原因之一。”他说。 （鲁捷）