

科技信息参考

2023
第2期

双月刊
总第96期

中国计量大学图书馆 汇编

科技信息参考

2023 年第 2 期

双月刊

总第 96 期

主办单位： 中国计量大学图书馆信息咨询部
电话： 0571-86835722
电子邮箱： zixun@cjlu.edu.cn

目录

政策与战略	1
美国发布《国家网络安全战略》.....	1
英《科学技术框架》拟投 3.7 亿英镑支持人工智能等关键技术发展.....	1
英国发布《科学技术框架》，旨在到 2030 年巩固英国作为科技超级大国的地位.....	2
欧洲标准化委员会和欧洲电工标准化委员会发布了量子技术的标准化路线图.....	3
欧盟公布一揽子专利改革提案.....	19
基础科学	20
粒子对撞机内首次探测到中微子.....	20
科学家实现了半导体超表面超快非相干发射的亚皮秒操纵.....	21
我科学家提出多能级量子比特操控新方案.....	22
中美德合作在核废料处理领域取得新进展.....	23
自动化与材料	25
美研究人员称开发出室温超导材料.....	25
中国科大开发出镧系金属卤化物基固态电解质新家族.....	26
3D 打印制成迄今最具弹性新合金，抗压能力是现有合金的 600 倍.....	29
聚合物电工绝缘材料研究获重大突破.....	31
电子与信息技术	32
复旦大学开发出超快双极性闪存器件，实现自激活存算一体技术.....	32
太赫兹轨道角动量无线传输实验成功.....	34
我国科学家首创开放式新架构实现 615 公里光纤量子通信.....	35
北京大学在面向边缘 AI 的可转置存内计算芯片方向研究取得重要进展.....	37
生物医药	40
一条气道至大脑的感觉通路介导流感引起的疾病.....	40
水凝胶干细胞疗法可修复脑组织.....	41
游离糖摄入多心血管疾病风险高.....	42
八万鼠脑细胞造出一台活体计算机.....	43

政策与战略

美国发布《国家网络安全战略》

文章来源：全球技术地图

发布时间：2023-3-3

据美国白宫 3 月 2 日消息，美国白宫正式发布《国家网络安全战略》。该战略由国家网络主任办公室（ONCD）制定并负责执行。美国国务院评述该战略称本次进行两个“根本性转变”：强调重新平衡保卫网络空间的责任和重新调整激励措施以支持长期投资。基于对“网络空间中的角色、责任和资源”的重新思考，ONCD 制定了网络安全战略的三条主线：将网络安全的负担从个人、小企业和地方政府，转移到最有能力和最有能力为所有人降低风险的组织来“重新平衡”保卫网络空间的责任；通过在抵御当今的紧迫威胁与同时为有韧性的未来进行战略规划和投资之间取得谨慎平衡，重新调整激励措施以支持长期投资；以协调的方式使用“国家力量的所有工具”，保护我们的国家安全、公共安全和经济繁荣。本次《国家网络安全战略》共包括捍卫基础设施安全、扰乱与催化威胁、转移安全负担、投资、国际伙伴等五个大类目标。

英《科学技术框架》拟投 3.7 亿英镑支持人工智能等关键技术发展

文章来源：中国科学院网信工作网

发布时间：2023-3-3

2023 年 3 月 6 日，英国政府发布《科学技术框架》，计划联合多个部门，投入超过 3.7 亿英镑，采取一系列覆盖人工智能、半导体、量子技术等领域的措施，巩固英国的科技超级大国地位。

该框架包括：识别关键技术；英国的优势和目标；研发投资；人才与技能；科技公司融资；采购；国际机会；访问物理和数字基础设施；法规和标准；创新型公共部门。在这个框架的指导下，英国将更好地吸引投资、进行创新。

《科学技术框架》根据 8 项标准评估了 50 多项技术，并确定了五项关键技术：人工智能（AI）；工程生物学；未来电信；半导体；量子技术。英国国家科学和技术委员会将每年审查这份清单，以确保其与时俱进。英国科学、创新和技术部正在为每项关键技术制定跨政府的行动计划。初步工作包括：①制定一种有利于创新的方法来监管人工智能；②在 2023 年初发布英国的半导体和量子技术战略；③发布无线基础设施战略，规定未来电信（包括 6G）的研发重点；④到 2023 年中期，建立工程生物学及其在整个经济中应用的战略方法；⑤对于每项关键技术，制定计划以保护战略优势免受国家威胁；⑥确保大型语言模型等新兴技术可支持更具创新性的公共部门开展工作，同时管理风险。

英国政府将在 3 月启动针对美国西海岸的 GREAT 技术运动，为英国吸引更多的投资。同时，增加私营部门的研发投资，计划在 2024 至 2025 年投资 200 亿英镑用于研发，并优化现有的研究机构。此外，确保英国投资重要的国际基础设施（如欧洲核子研究中心、欧洲分子生物学实验室），以维持英国的科学优势并完善数字基础设施。在培养人才方面，英国将扩大公民参与 STEM 的机会，提供终身培训、再培训和提高技能的机会，招聘相关学科的优秀教师。

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-science-and-technology-framework/the-uk-science-and-technology-framework#progress-and-next-steps>

英国发布《科学技术框架》，旨在到 2030 年巩固英国作为科技超级大国的地位

文章来源：全球技术地图

发布时间：2023-3-8

据英国科学、创新和技术部 3 月 6 日消息，英国发布《科学技术框架》，该计划将把政府的各个部门聚集在一起，以实现一个目标：到 2030 年巩固英国作为全球科技超级大国的地位。《科学技术框架》是新成立的科学、创新和技术部的首要工作，框架将联动政府的各个部门，建立跨政府、跨部门的协调方式，通过 10 项关键行动将英国技术发展提升到未来十年全球科技的前沿。该框架包括：识别关键技术；确定目标；研发投资；才能和技能；科技公司融资；采购环节；国际合作与机会；物理和数字基础设施；法规和标准；创新公共部门。据悉，英国预计将投入

超过 3.7 亿英镑的政府资金，促进基础设施建设、科研投资和技能培养，覆盖量子、超级计算、人工智能等前沿领域。

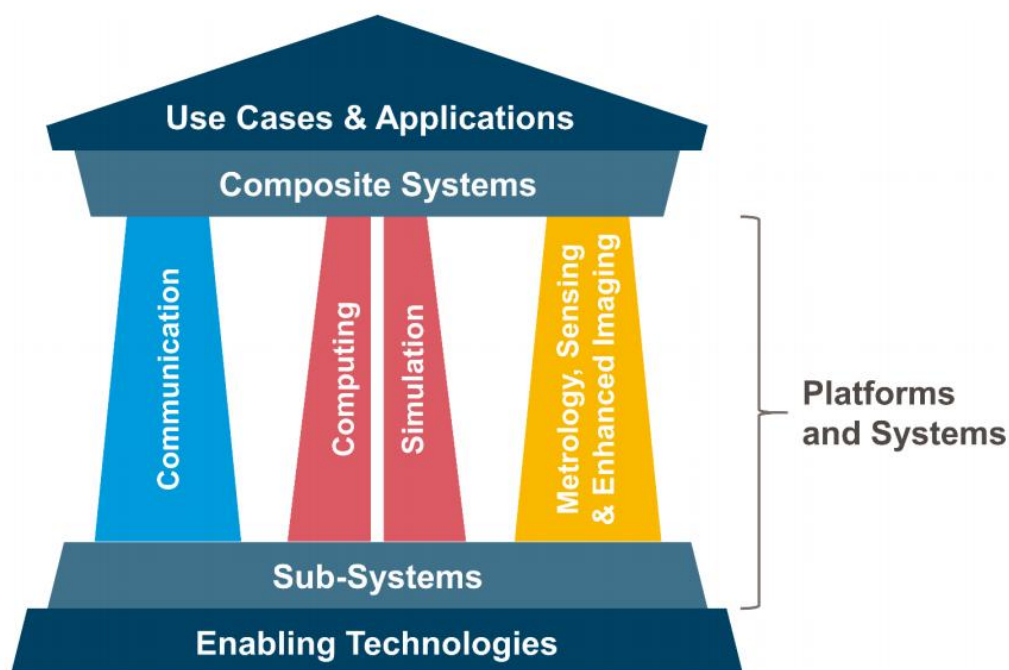
欧洲标准化委员会和欧洲电工标准化委员会发布了量子技术的标准化路线图

作者：光子盒研究院

文章来源：腾讯网

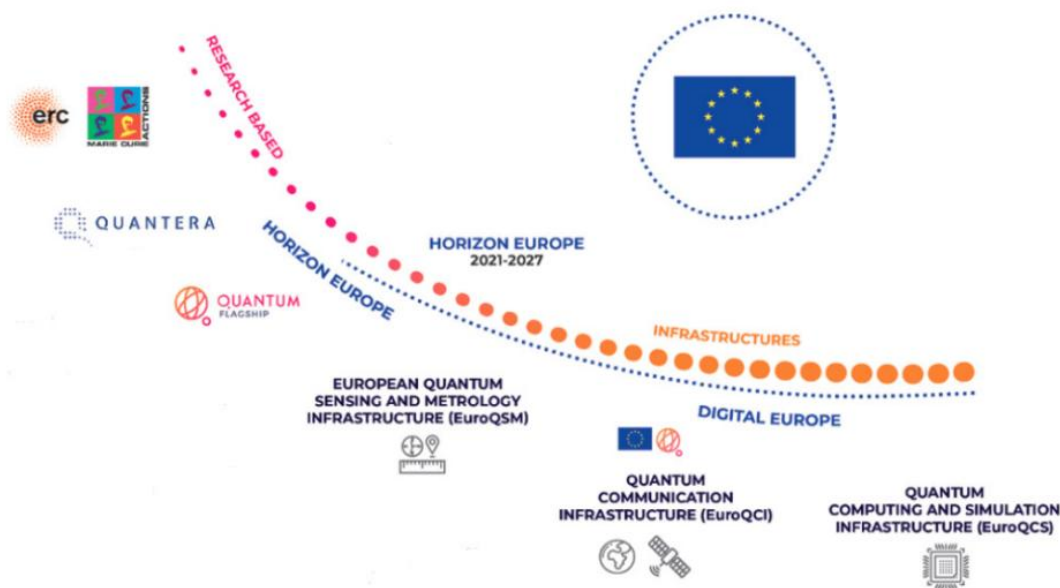
发布时间：2023-3-28

量子技术是一个有前途的领域，在数字化时代尤其如此。为了引导在这个快速发展领域的标准化工作，3月22日，欧洲标准化委员会(CEN)和欧洲电工标准化委员会(CENELEC)发布了量子技术的标准化路线图。这个报告提供了一个全面的视野，对欧洲的量子计算、量子通信与安全、量子精密测量进行了标准化布局——量子领域标准化工作的里程碑。



量子技术标准化路线图的架构设计

在过去二十年中，量子科学取得了重大进展，量子技术即将成为影响我们日常生活的技术。2018 年 10 月，欧盟委员会推出了 10 亿欧元的“量子技术旗舰项目”，为期 10 年。



欧洲量子技术生态系统 = 量子旗舰 + Quanteria + EuroQSM + EuroQCI + EuroQCS + ERC/Marie Skłodowska Curie 行动

2018 年 12 月，美国总统签署了一项法案：将超过 12 亿美元用于未来 10 年致力于量子信息科学的国家努力。2020 年，美国国家科学基金会另外成立了三个新的量子研究所，以解决量子信息科学的关键挑战；《国家量子倡议法》在 2021 年宣布了额外的 19 亿公共资金。美国的一个巨大优势是私营部门有能力补充公共资助的量子技术部门的努力，也有能力通过军事机构进行资助。如今，美国工业界对量子信息技术的兴趣越来越大，包括谷歌、霍尼韦尔、IBM、英特尔、微软等的努力，一些由风险资本和其他股权资助的初创公司也已经成立。

中国即将出台的国家量子计划将至少与欧盟委员会的旗舰计划具有相同的数量级。中国正在合肥建设量子信息科学国家实验室，初始资金超过 10 亿美元；包括百度、阿里巴巴在内的中国公司已经在量子计算领域建立了自己的计划，吸引了顶级研究人员加入团队：阿里巴巴计划在未来几年内向颠覆性技术投资 150 亿美元。2021 年，中国宣布追加 153 亿美元的公共资金。

同样，量子技术促进的新型设备提供了超越经典技术的能力，如更高的灵敏度、更小的功耗、自动和免维护的量子参考操作，使工业设施更加可靠。不过，“经典”并不意味着过时/陈旧，事实上，基于经典物理学和/或既定技术的传感、通信和计算解决方案在今天和未来都是有用和必要的；量子技术提供的新可能性将扩展和补充现有技术，而不是取代它们。

随着量子技术的成熟，重要的是为标准化活动做好准备，从而促进和加快市场对量子技术的利用。随着量子技术进入世界经济体的政治舞台，更多的私人 and 公共倡议进入量子竞赛，从而将这一想法进一步加强。

标准化可以为欧盟内部的量子技术经济体系的发展奠定基础，并刺激其发展，从而促进科学和工业的发展，使欧洲内部、外部的消费者受益。对每个人来说，标准化都是有利的。例如，对于科学来说，共识是与社区有效沟通的前提，也是公平合理地比较结果的前提；此外，标准允许灵活的合作，因为组件是可以互换、互操作的；对于工业界来说，需要标准化来将量子技术转移到欧洲和世界各地的市场：例如，量子设备的术语、性能测试和基准方法，以及不同量子模块的互操作性、互换性。

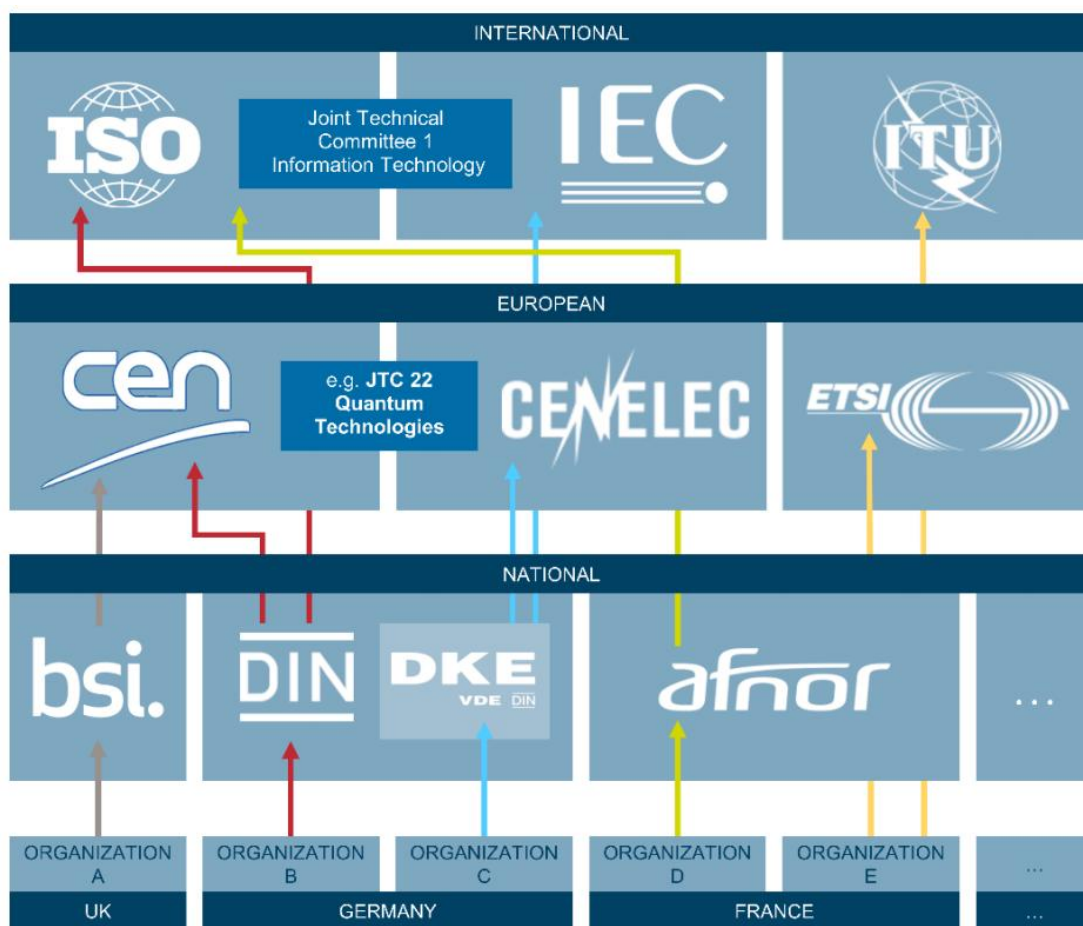
此次制定的路线图为科学、研究和工业界提供了一个指导性文件，以加速和促进创新：这将促进量子技术从科研到市场的转移，从欧洲向全球范围发展。此外，该路线图旨在成为一个强有力的工具，使主要利益相关者能够制定、执行、检查和修订 QT 标准化战略。

自创建以来，欧洲标准化政策在实施、整合中发挥了基本作用。它提供了协调和监管的稳定性：这不仅吸引了投资，而且更重要的是保证了消费者的高安全标准和适当的环境保护水平。据估计，在德国和法国等国家，标准化的经济效益与 GDP 增长的 0.8-0.9% 有关。

标准可以有效地支持贸易、市场准入、产品和服务的质量、公平性、互操作性和创新。由于其在保护消费者方面的作用，健康、安全、保安和环境标准具有直接的公共利益。然而，标准也可能成为贸易的技术壁垒，因为它们可能被作为保护单一市场及其在打击敌对贸易行为、竞争或采购法方面的战略自主权的工具而受到不利影响。

正是由于这些原因，“欧盟量子旗舰项目”将标准化纳入其战略研究议程，并在创新战略中保证其项目参考标准化。

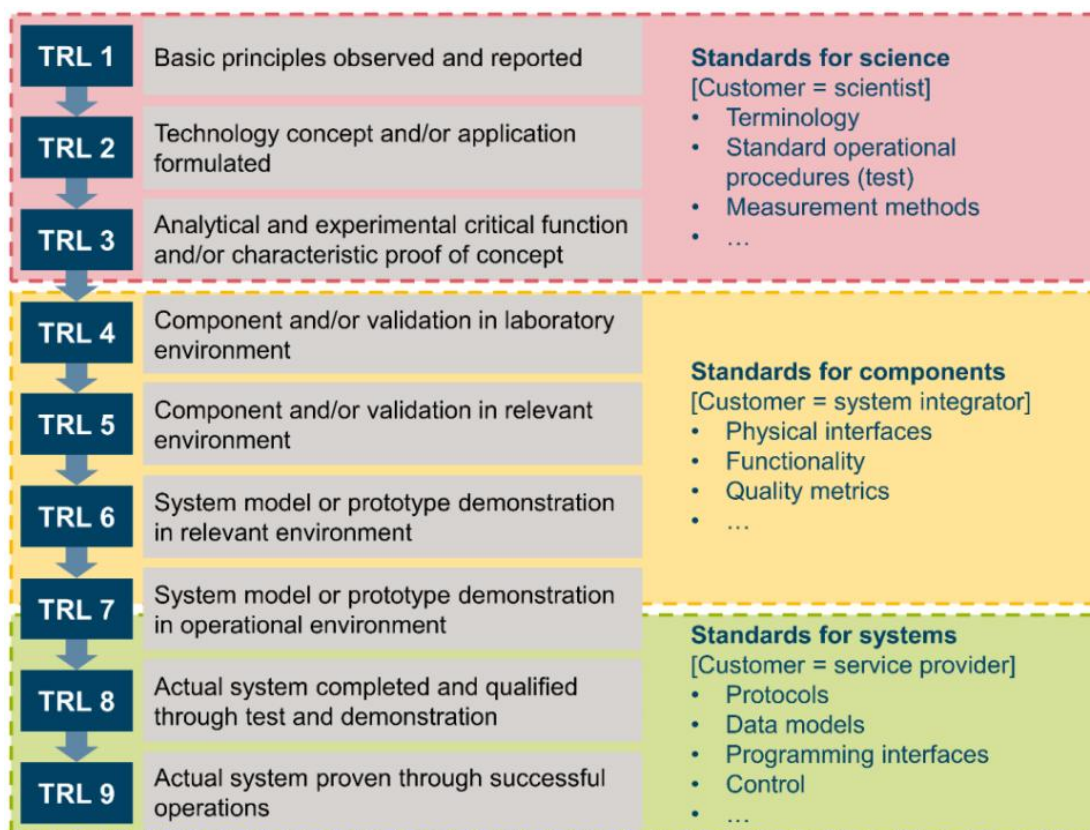
欧洲标准机构(CEN、CENELEC 和 ETSI)将“标准”定义为“一份经公认机构批准并协商一致制定的文件，该文件为活动或其结果提供了规则、指导方针或特征，以供通用和重复使用，旨在实现给定环境下的最佳秩序。”



欧洲和国际标准化格局

在早期技术准备水平 (Technology readiness levels, TRL)，该阶段产生标准的主要用户（或客户）是研究人员，因为在词汇、计量和测试方法、操作程序方面的协议正在被记录。在中期 TRL 阶段制定的标准反映了技术的成熟功能，但是还没有被整合到应用或系统中；通常是来自企业/公司的应用科学家作为主要用户，并将其应用于相关环境。在 TRL7 到 TRL8 期间，标准保证了服务提供者的互操作性协议和编程接口，以将技术整合到系统中。

量子技术领域的技术准备水平在不同的领域中差异很大。虽然几个领域的量子计算范围仍处于概念状态，但一些量子传感应用已达到 TRL 9，最接近市场投放、或在某些情况下已经实现商业化了。



技术准备水平 (Technology readiness levels, TRL) 及其与标准和主要用户的关系

1) 量子信道

一个量子通信系统需要访问一个量子信道(Quantum Channel)。

量子信道可能会有所不同,这取决于为创造和操纵量子态而选择的基本部件的指标。例如,可能需要传输的电磁辐射或物质、可以适应长距离(典型的电信)或短距离(典型的量子设备内部通信)等情况、适应于编码信息的物理系统的不同自由度(相位、偏振、正交振幅、电荷、通量等)、它们的维度(二维的量子比特, n 维的量子比特)等。

量子传输信道通常需要表现出极低的衰减和反射率,以尽量减少退相干,即波函数的坍缩。通信网络的高密度导致了电缆、连接器、无源元件和网络配件及基础设施的小型化。因此,物理层量子链路的两个基本组件(光纤和光连接器)以及其他无源组件的问题如下:

- 超低损耗光纤的问题/差距。为了使网络元素的尺寸小型化,需要更新的性能要求和测试方法,以确保光传输系统的要求;新的光纤设计;为超紧密弯曲而优化的新的光纤设计。

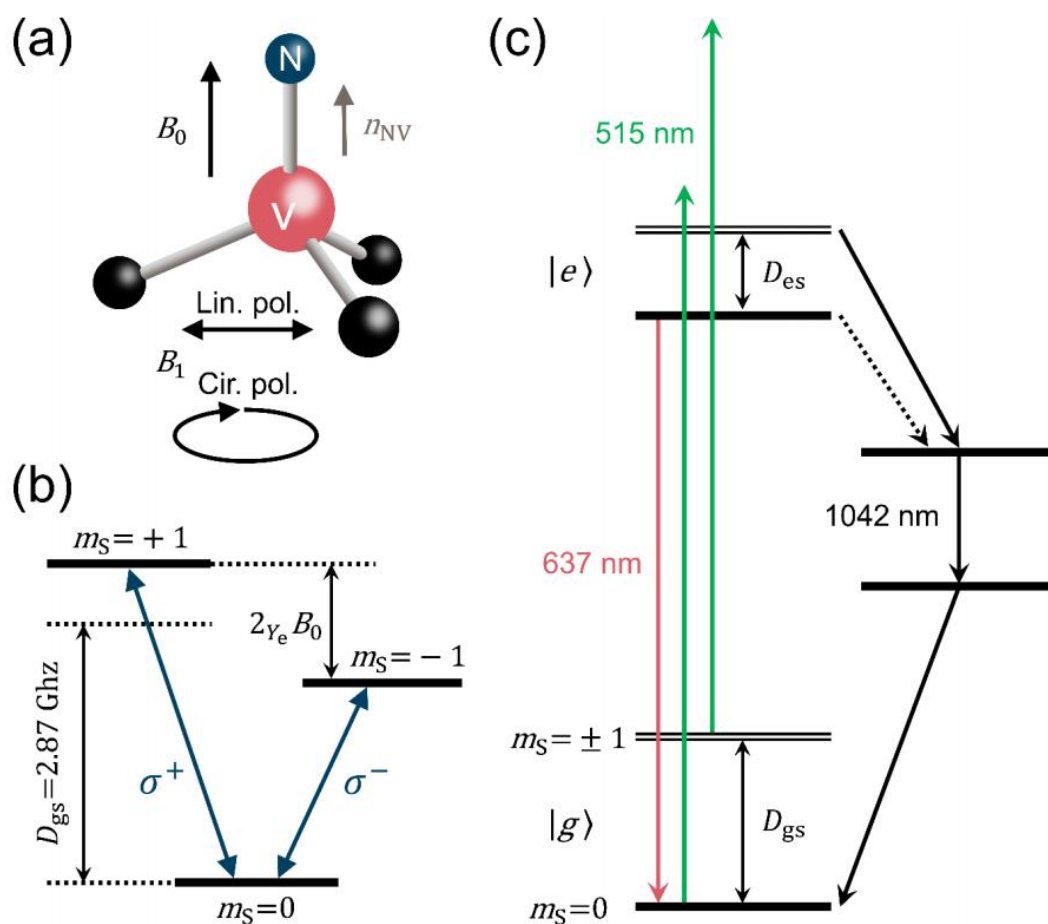
- 超低损耗可插拔式光连接器的问题/差距。由于光不是通过整个光纤传播的,而只是通过纤芯(optical core),所以光纤的纤芯和包层的相对尺寸对连接器的质

量有很大影响。有必要芯包层的同心度、纤芯椭圆度(core ovality)、包层椭圆度(cladding ovality), 进一步降低连接器的插入损耗和回波损耗。

- 超低损耗光 MUX/DEMUX 的问题/差距。DWDM 或 CWDM 等波分复用方案允许在单根光纤上进行多波长传输, 在现有的国家、国际网络中很常见。

2) 金刚石和其他晶体(如 SiC) 中的色心

目前还没有与基于 NV 色心的传感器重新相关的标准。由于缺乏共同的标准和程序, 量子传感和通信的商业成果往往是不可比拟的, 并且缺乏跨生产者的可重复性。因此, 一个利益相关者可以遵守的标准的存在将大大降低市场的进一步投资风险。



NV 色心的示意图

针对 NV 色心, 欧洲标准组织确定了以下三组标准化需求:

- 材料标准化: 固体中色心的表征方法、基础材料的纯度、化学类型、密度、色心的空间分布等方面提供可靠和可比较的规格。
- 基础设施标准化: 表征基础设施的发展和确定测量程序和优点的指南。
- 器件标准化: 量子传感和成像以及量子计算和模拟中的色心性能。

对于量子通信，NV 色心提供了强大的室温单光子源，既可以作为安全通信的光源，也可以作为量子随机数生成的手段。然而，由于缺乏共同的标准和程序，其商业成果往往缺乏跨生产者的可重复性。

3) 离子阱

离子阱能够储存、冷却和操纵带电粒子。在这个迅速发展的领域，基本上没有现有的标准。

这个平台构成了 QT 的几个子领域中广泛的应用的基本构件：量子计算、量子模拟、量子通信和量子冶金学。具体产品的用例包括原子钟、引力传感器、量子计算机、量子模拟器。

目前，离子阱的标准化需求包括：

- 具体的要求/参数是什么？
- 需要规定的参数的例子有哪些？
- 以上需要定义的关键测量的例子有哪些？

4) 超导量子线路

几十年来，微型制造的芯片级超导电路已被应用于各种领域。虽然没有大规模生产，但在一些领域，例如由超导电路制成的传感器得到了广泛的应用：用于磁测量、射电天文学和单光子探测的传感器。

由于这些电路的制造采用了与半导体电路相同的平版印刷工艺，因此设计者和代工厂之间的信息交流也采用了相同的事实上的工业标准（例如，物理布局的 GDSII 文件格式）。

随着复杂性的不断增加，例如 3D 集成电路变得越来越普遍，设计者和铸造厂之间的信息交换标准可能变得相关。然而，需要考虑两个因素：首先，超导量子计算机在微波频率下工作，这意味着精确的物理布局比大多数半导体电路更重要；其次，这些都是量子电路，这意味着它们对环境极其敏感。到目前为止，还没有实际的方法来对单个量子比特的全部性能进行建模，目前，关于超导量子电路测量指标的最佳方式，也还没有达成一致。

尽管与超导体电路相关的制造工艺和信息交换的标准化非常具有挑战性，但在短期内，标准化可能直接相关的一个领域是超导电路的封装。这将与半导体电路的发展相平行，在半导体电路中，许多标准由例如 IEC 定义，适用于流行的封装格式（如 BGA、DIL 等）。这些新标准可以扩展现有标准，或在适当的情况下创建新标准。

5) 行波参数放大器

行波参数放大器 (TWPA) 是微波放大器，通常工作在大约 2 GHz-10 GHz 的频率范围内。基于约瑟夫森结提供的非线性或无序超导体的动力学电感，这些器件被用

作超导量子比特读出线路的放大链的第一个放大器/射电天文学的微波动力学电感探测器(MKID)。

尽管科学出版物中经常报告带宽、放大率和噪声等优点，但对于 TWPA 数据表中测量和报告的数据，目前还没有现成的标准，这些数据正处于商业化的边缘。

6) 用于量子电子学的半导体量子点

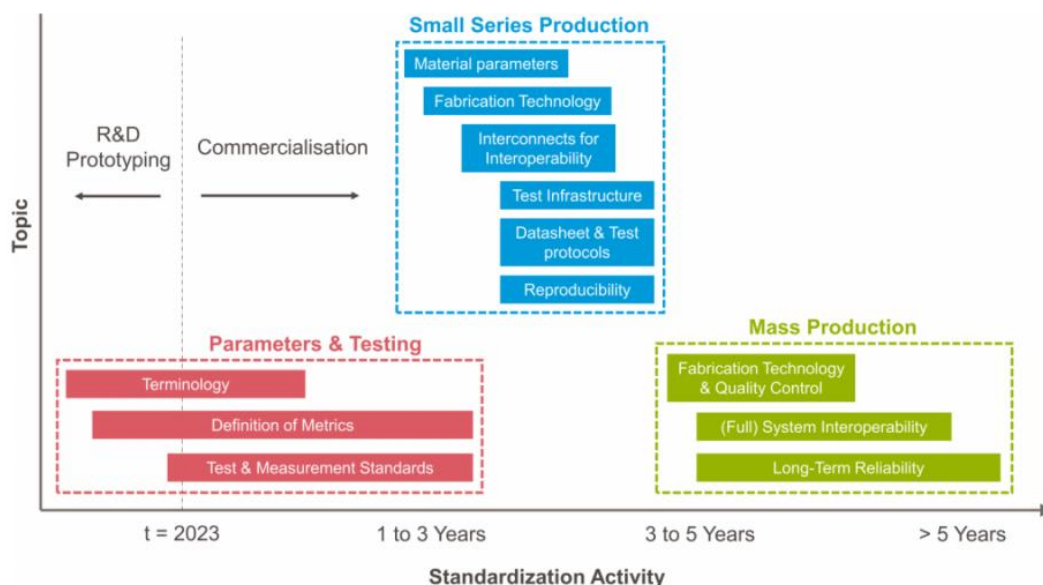
纳米制造的半导体量子点作为量子电子学的基本电路元件，用于限制、控制和检测单个或少数电子或空位的量子态。可能的量子技术应用范围从用于单电子传感和计量的单电荷控制到用于量子计算、模拟和通信的全量子状态控制。

许多不同的半导体材料平台正在使用中。最常见的是 III-V 族化合物砷化镓(GaAs)和砷化铝镓($Al_xGa_{1-x}As$)以及最近的 IV 族元素硅(Si)的异质结构，既有像其他 III-V 族化合物(如砷化铟)或锗(Ge)这样的常规化合物(主要与硅结合用于应变异质结构)，也有像带隙的 2d 或 1d 材料(如双层石墨烯或半导体碳纳米管)这样的非常规材料。

量子点的制造使用了为传统微电子技术建立的纳米制造技术，但在大多数情况下专门用于量子器件制造，并在研发规模的洁净室设施中实现。对于这个快速增长的领域，基本上没有现有的标准。

7) 使能技术的标准化时间表

由于技术不同，使能技术的发展阶段也不同；通用方法可能无法涵盖每一个技术的所有不同方面，但可以为这项任务创建一个全面的框架。下图确定了三个主要的、部分重叠的任务，即参数与测试、小批量生产和批量生产。经过 3 到 5 年的开发，预计将进行全面的大规模生产。



2023 年开始的标准化活动时间表。这可以成为像离子阱这样的成熟使能技术的一个发展模板。相比之下，更可能在研究层面上的技术（例如基于半导体量子点的单电子源）可能不需要在 2025 年至 2028 年之前实现。

1) 单光子源

单光子源就是一个单光子数的状态发生器。

当光源在被光学或电学激发后，在其荧光寿命内仅产生一个光子时，就会产生单光子。研究最广泛也是最常见的单光子来源是单原子、离子或分子、里德堡原子、金刚石色心和量子点。

单光子源具有广泛应用的潜力。众所周知并被广泛讨论的是它们在量子密钥分发、量子计算和计量学中的应用。

对于单光子源的标准，几个参数是必要的、并应该明确其定义：

- 光子率：在一个典型的持续时间（通常在 1 秒内）内发射的光子数量。
- 波长和光谱：单光子源不会发射特定波长的光子，因此应以可追踪的方式测量其发射光谱。

- 带宽。
- 稳定性。
- 相干时间。
- 可分辨性（纯度）。

2) 纠缠光子源

量子光学中的纠缠是一种物理现象，当光子被产生或相互作用时会发生，因此不能独立于其他光子的状态来描述组中每个光子的量子状态。以下方面需要标准：

- 系统性能；
- 指标和词汇的定义；

对于纠缠光子源的描述，几个参数是必要的，并且应该明确定义。这些是：

- 纠缠的不同度量的定义；
- 纠缠保真度；
- 不可辨别性；
- 光子对速率。

3) 单光子探测器

单光子探测器能够探测到单光子水平的光，它可以分为光子数分辨或非光子数分辨。对于第一种类型，输出信号与其响应时间内吸收的光子数量成比例。第二种类型产生单个输出脉冲，而不考虑在其响应时间内同时“检测”到的入射光子的数量。这种类型的探测器已被广泛商业化，而光子数分辨探测器在很大程度上仍然是研究实验室设备。

单光子探测器的应用是多方面的：医学、生物学、天体物理学，以及量子密码学和量子计算等新兴应用领域，以及实验量子光学和量子物理学领域的科学研究。

关于单光子探测器的计量表征和标准化需求，到目前为止，可用的规范性文件相当少。欧盟标准化委员会重点介绍了门控探测器，并详细描述了以下标准化参数：

- 探测概率；
- 检测器门重复率；
- 暗计数率概率；
- 脉冲后概率；
- 死区时间(Dead time)；
- 恢复时间；
- 光谱灵敏度；
- 时间灵敏度。

4) 单电子源

单个电子源在其工作的一个周期内发射单个电子。

已经提出将这些用于量子态计量、电磁传感或量子态转移。例如，单电子的按需生成及其发射时间的精确控制在信号处理应用中具有皮秒的时间分辨率。这些方案的实现目前是一个活跃的研究课题。

描述要求和允许的操作条件的标准化参数包括：

- 设备温度限制；
- 磁场（要求/允许）；
- 电压偏置要求和容差（包括交流噪声容差）；
- 驱动信号要求；
- 互操作性的制约因素；
- 其他环境限制（射频噪声/信号容差/EMF 考虑因素）；
- 实际操作频率范围；
- 有效电荷转移频率（ $n \times f$ ）；
- 波包能量和能量调谐范围；
- 除单个电子波包外的多电子发射；
- 电气控制线路的要求；
- 设备处理注意事项（储存条件、ESD）；
- 冷却程序（冷却速率、控制管线偏置要求）；
- 性能指标老化。

5) 量子随机数生成器

在许多场景中发挥作用的另一个子系统是量子随机数生成器（quantum RNG, QRNG）：其目的是生成随机比特序列。它可以用于许多实际目的，但通常用作 QKD 系统的子系统：生成 QKD 系统所需的随机序列。

也许 QRNG 应该被称为 RNG 的一个子集，例如，遵循 AIS 术语。

6) 量子存储器

未来的量子网络有望为大规模量子通信和分布式量子计算提供基础。这些网络将需要在遥远的量子存储器之间共享量子纠缠。

量子存储器是量子信息处理中前瞻性的重要量子技术子系统，旨在“存储”和再现从任何量子过程（包括量子算法）中接收到的按需量子态。因此，在量子计算中，量子存储器可以用作身份量子门；而在量子通信中，它们将用作量子中继器的重要组件。

目前，量子存储器没有可用的标准。预计将制定标准，规定存储时间、保真度以及纠缠保真度。

量子通信(QC)通过量子态的传输/分布增强了经典通信或实现了新的可能性。要传输量子态，不仅需要创建和操纵量子态的能力，还需要提供量子信道来分布这些态。因此，与其他量子技术领域相比，量子通信的独特要求是能够创建、维护和使用量子信道；同时，所有类型的量子通信都需要特定的量子信息处理协议。

能够支持量子信道的物理介质包括光纤、自由空间(free space)、超导线和波导。由于量子态必须在量子通信系统中进行操纵、传输，这些对设备和量子通道中的缺陷、噪声或物理损伤（例如光纤中的损耗）极为敏感；此外，由于（未知的）量子态不能被复制，因此不能放大。

考虑到量子信道的损耗、不完美的耦合或探测，这对直接传输量子信号的最大范围施加了严格的限制——一旦实际可用，就必须使用其他手段（量子中继器）来建立长距离量子通信。

通常，量子通信系统利用许多子系统：如量子信道、量子随机数发生器、量子通信系统、单光子源、单光子探测器、相干量子接收器，以及在某些情况下的纠缠光子源等。

量子安全密码术(QSC)是指对称和非对称的密码算法（公钥密码术），被认为可以安全地抵御量子计算机的密码分析攻击。QSC 本身并不是一种量子技术：它不依赖于任何量子力学效应。

目前的方案涉及 QC/QKD 领域的 8 类量子技术：

- QKD 协议；
- QKD 发射器模块(QKD transmitter modules)；
- QKD 接收器模块；

- 通用 QKD 组件；
- 单链路 QKD；
- QKD 和量子通信相关的基本标准；
- 量子密钥分发的安全评估/认证；
- 量子中继器。

量子计算和模拟作为一个领域涵盖了许多不同的实现，一些企业正在为成熟的量子计算机开发解决方案。

“模块化量子计算机”的概念在数字计算中广为人知，它创造了一个新市场，吸引了许多小企业开发专用模块；来自不同供应商的此类模块供应链将使研究团队能够集中精力开拓新的领域，而无需花费太多精力重复已知的解决方案。这就是标准化可以发挥重要作用的地方。

从标准化的角度来看，这个市场需要将量子计算和模拟领域细分为各种模块，这些模块可以通过定义明确的接口（硬件和软件）相互交互，并就每个感兴趣模块的功能和性能要求达成共识。

尽管确实存在许多不同的实现方式，但“欧洲量子旗舰”中的两种领先量子计算架构基于不同的设备技术：捕获离子和超导量子比特。这两种架构满足 DiVincenzo 定义的量子计算所需的五个标准：

- 具有良好特征量子比特的可扩展物理系统；
- 将量子比特的状态初始化为简单基准状态的能力；
- 相关退相干时间长；
- 一组“通用”的量子门；
- 量子比特特有的测量能力。

其他量子比特和平台类型包括固体中的杂质自旋、中性里德堡原子、拓扑量子比特和光子量子比特，这些都需要被视为量子计算的未来候选者，需要进一步发展。

量子计算架构的发展大致可以分为三类：

- 由于几个原因，显示出理论价值的技术方法值得追求、但不符合 DiVincenzo 标准；

- 已经满足 DiVincenzo 标准，但需要改进系统大小和系统控制以在高级量子算法中找到应用的系统；

- 处于容错量子计算阈值的量子体系结构，具有足够大的量子寄存器来实现用于大规模量子计算的逻辑量子比特。

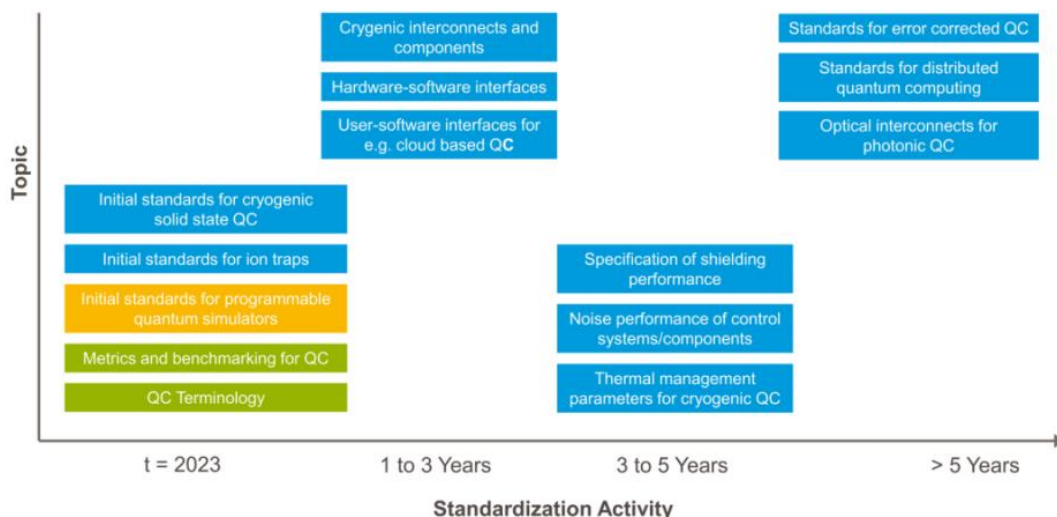
为了比较不同的体系结构，有必要采用定义明确、标准化的方法来表征和基准测试量子计算设备。此次，欧洲标准组织确定了两种方法：第一种方法（“自下而上”）确定关键参数（或指标），包括测量协议、以及要执行哪些测量来指定被测

设备的相关特性；第二种方法（“自上而下”）采用了可以在被测设备上运行的待定义算法，算法的输出将提供被测设备的预期特征。它们都有彼此适用的量子计算软件、硬件堆栈。

上述量子计算机设备表征和基准测试的标准化可以达到几个目的：

- 定义一组公认的关键参数、测量协议和算法，以实现可靠描述；
- 建立量子计算机组件的质量标准和认证保证供应链中零部件的质量；
- 有助于以定义明确的方式比较互补的体系结构，帮助进一步开发和应用；
- 告知量子计算机设备的性能。

下图显示了量子计算和量子模拟领域标准化活动开始的估计时间表。事实上，一些活动已经在进行中：ISO/IEC 正在开发量子计算词汇表、IEEE 正在积极研究指标和基准测试。在撰写本文时，可持续发展组织正在积极考虑可能在 2023 年开始的几项工作提案。



开始量子计算和量子模拟领域标准化活动的可能时间表。绿色主题已经在进行中，黄色主题正在积极考虑中。

量子计量学、传感和量子增强成像（QMSI）利用量子态的性质和特殊现象：例如从凝聚物质到单光子，通过 NV 色心、冷原子、离子或单电子等各种物理平台中的纠缠和非经典关联。

QMSI 设备显著提高了测量或评估各种系统参数的准确性和精度。除此之外，它们允许超越与传统经典测量策略相关的限制，如真空度波动引起的环境噪声（所谓的散粒噪声）、位置测量中的动态噪声（标准量子极限）或衍射极限。

QMSI 设备应用涵盖了从基础研究到工业实际应用的一系列领域，包括物理、化学、生物学、医学、材料科学以及量子信息、计算和通信领域。

此次，欧洲标准化团队确定了两个主要的应用领域和相关的标准化需求：

- QMSI 支持的新型应用程序；

- 可靠量子科技的表征、基准测试和评估。

量子磁力仪(QMs)是一种基于自旋的设备，以特斯拉(T)为单位测量磁通密度。QM 在从 fT 到几个 T 的数量级范围内是敏感的。它们正在广泛的应用中商业化，类似于它们的传统同行，包括位置控制、机载和海上导航、地磁探测、汽车工程、磁性材料表征、高电流检测，以及电池诊断。此外，它们在最低磁场下的高灵敏度促进了 QM 在脑磁图绘制等医学应用中的应用。

标准化需求可分为三大主题：

- 所用原子系综的标准化；
- 基础设施标准化和测量协议指南；
- 标准化条件下设备性能的定义。

量子网络是量子通信系统及其连接的量子通道的排列，这些量子通道能够在网络的一些或所有节点上实现量子状态转移（直接传输通道）或在量子状态之间建立量子相关性（量子相关性通道）。

目前，量子网络分为两种类型：

- 多跳网络(Multi-hop networks)：当只有直接传输信道可用时，即直接传输量子态或量子关联的建立只能在有限的距离上进行（通常是大都市或地区）。长距离量子相关性的建立是不可能的，但在量子机制之外不可行的经典相关性可以通过这些信道的经典级联和额外的信任来实现，从而限制了对量子能力的访问（没有端到端的量子密钥分发），因为在多跳链路的起始点和结束点之间不能建立量子相关性。请注意，这些类型的网络不一定是静态的，因为可以根据需要通过切换机制在端点之间建立直接的量子传输信道（如果需要，波长切换也是可行的）。

- 端到端网络（有时称为量子信息网络或全量子网络）：允许网络中所有量子系统之间通过非常长范围（潜在的无限距离）的量子相关信道进行完全连接。这些网络将允许（通信方面）不受限制地实现任何量子通信协议，包括 QKD，而不需要可信节点（也称为可信中继器）。

也可以进行基本分类：

- 量子密钥分发网络：受信任的中继器类型、端到端量子通信类型；
- 量子信息网络。根据主要实施领域，可以确定以下不同的情况：地面网络、星载网络、混合版本。

SDO	Document number	Document title	Version	publ. date
ETSI	GS QKD 004	Quantum Key Distribution (QKD); Application Interface (KM)	V2.1.1	2020-08
ETSI	GS QKD 014	Quantum Key Distribution (QKD); Protocol and data format of REST-based key delivery API (KM)	V1.1.1	2019-02
ETSI	GS QKD 015	Quantum Key Distribution (QKD); Quantum Key Distribution control interface for software defined Networks (QN)	V2.1.1	2022-04
ETSI	GS QKD 017	Quantum Key Distribution (QKD); Network architectures (QN)	V0.0.9	<i>Early draft (2021-09-05)</i>
ETSI	GS QKD 018	Quantum Key Distribution (QKD); Orchestration Interface of Software Defined Networks (QN)	V1.1.1	2022-04
ETSI	GS QKD-020	Quantum Key Distribution (QKD); Interoperable KMS API (QN, KM)	V0.0.1	<i>Early draft (2021-12-06)</i>
ETSI	GR QSC 001	Quantum-Safe Cryptography (QSC); Quantum-safe algorithmic framework (QN, SB)	V1.1.1	2016-07
ETSI	GS QSC 003	Quantum Safe Cryptography; Case Studies and Deployment Scenarios (QN, SB)	V1.1.1	2017-02

SDO	Document number	Document title	Version	publ. date
IEEE	P1913	Software-Defined Quantum Communication (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.3800 (ex Y.QKDN_FR, Corrigendum 1)	Framework for Networks to supporting Quantum Key Distribution (QN, VC)		2020-04
ITU-T SG 13	Y.QKDN_Arch	Functional architecture of the Quantum Key Distribution network (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN_KM	Key management for Quantum Key Distribution network (QN, KM)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN_SDNC	Software Defined Network Control for Quantum Key Distribution Networks (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN_CM	Control and Management for Quantum Key Distribution Networks (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN_BM	Business role-based models in Quantum Key Distribution Network (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN-req	Functional requirements for quantum key distribution network (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN-qos-gen	General Aspects of QoS on the Quantum Key Distribution Network (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 13	Y.QKDN-qos-req	Requirements for QoS Assurance of the Quantum Key Distribution Network (QN)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 17	X.cf-QKDN	Use of cryptographic functions on a key generated in Quantum Key Distribution networks (QN, SB)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 17	X.sec-QKDN-ov	Security requirements for quantum key distribution networks - Overview (QN, SG)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 17	X.sec-QKDN-km	Security requirements for quantum key distribution networks - Key management (QN, SG)		<i>Drafting</i>
ITU-T SG 17	X.sec-QKDN-tn	Security requirements for quantum key distribution networks -Trusted node (QN, SB)		<i>Drafting</i>

已有的相关标准

目前，全面标准通常尚未制定。具体而言，全量子网络的总体设计和操作以及它们与经典通信网络的相互作用还有待详细研究。

本路线图文件是 CEN/CENELEC 量子技术焦点小组 (FGQT) 两年工作、30 多次会议和 300 多次贡献的结果。

在确定了对上述量子技术的技术报告和技术规范的需求后，下一个问题将是如何组织工作以确保这些技术的创建。这需要在欧洲层面进行讨论和提出建议，并与 ISO、ITU、ETSI 和其他相关标准制定倡议进行全球协调。

欧盟公布一揽子专利改革提案

作者：蒲虹君

文章来源：创新驱动发展研究智库

发布时间：2023-4-27

2023 年 4 月 27 日，欧盟委员会公布了“标准必要专利的法规和修订法规”、“危机情况下的专利强制许可修订条例”及“补充保护证书规定”三项专利改革提案，以帮助企业利用新技术提升欧盟的竞争力。“标准必要专利的修订法规”提案提出两大目标：①确保欧盟标准必要专利持有者和实施者在欧盟的持续创新；②确保包括中小企业和消费者在内的最终使用者以公平合理的价格从基于最新标准技术的产品中受益。“专利强制许可修订条例”提案拟完善欧盟的专利强制许可制度，以补充欧盟现有危机应对工具。“补充保护证书规定”提案提出建立统一的补充保护证书程序和集中审查程序，以解决当前系统碎片化、复杂化和高成本的缺陷。

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_2454

基础科学

粒子对撞机内首次探测到中微子

作者：刘霞

文章来源：科技日报

发布时间：2023-3-22

据美国加州大学欧文分校官网 20 日报道称，该校物理学家主导的“前向搜索实验”（FASER）首次探测到粒子对撞机产生的中微子，此前该团队曾观察到 6 个中微子之间的相互作用，此次新发现有望加深科学家对中微子的理解，还有助揭示行进较长距离与地球发生碰撞的宇宙中微子，为管窥遥远宇宙打开一扇窗。



位于 CERN 的 FASER 粒子探测器。图片来源：加州大学欧文分校

中微子无处不在，非常神奇，被称为宇宙的“隐形人”，是宇宙中数量最丰富的粒子。1956 年，科学家首次探测到反应堆发出的中微子，确认了其存在。中微子在恒星燃烧过程中也发挥着关键作用。FASER 联合发言人、欧洲核子研究中心（CERN）粒子物理学家杰米·博伊德解释道，中微子对建立粒子物理学标准模型非常重要，但科学家们此前从未探测到对撞机产生的中微子。

FASER 位于 CERN 内，旨在探测 CERN 著名的大型强子对撞机（LHC）产生的粒子。研究人员指出，他们从一个全新的来源，也就是粒子对撞机那里发现了中微子。

目前物理学家研究的大多数中微子都是低能中微子，但 FASER 探测到的中微子是迄今实验室制造出的最高能量的中微子，与深空粒子在地球大气层中引发剧烈粒子簇射时发现的中微子相似。

博伊德称，新发现的高能中微子能向人们揭示宇宙深空的奥秘，这是用其他方法无法获得的，LHC 中发现的这些高能中微子对于理解粒子天体物理学中真正令人兴奋的观测结果至关重要。

除探测中微子外，FASER 的另一个主要目标是识别出构成暗物质的粒子。物理学家认为，暗物质构成了宇宙中的大部分物质，但从未被直接观测到。FASER 尚未发现暗物质的“蛛丝马迹”，不过，随着 LHC 将在几个月后开始新一轮粒子对撞，科学家们期待看到一些令人兴奋的信号。

科学家实现了半导体超表面超快非相干发射的亚皮秒操纵

作者：小柯机器人

文章来源：科技日报

发布时间：2023-3-24

近日，美国桑迪亚国家实验室 Igal Brener 课题组成功实现了半导体超表面超快非相干发射的亚皮秒操纵。相关成果已于 2023 年 3 月 20 日在国际权威学术期刊《自然—光子学》上发表。

该课题组在理论上预测并在实验中演示了在超过 70° 范围的光发射超表面的超快非相干发射的亚皮秒操纵。研究人员利用嵌入 InAs 量子点的单片 GaAs 超表面放置在反射布拉格 ((AlAs/Al_{0.3}Ga_{0.7}As) 镜上，使其在发射波长 (1.25 μm) 附近具有大的光学诱导相位变化。使用空间光调制器构造强光泵 (800nm) 并将其投影到共振超表面上，以生成可重构的空间动量分布，从而动态地操纵超快 (140 fs) 量子点发射。这种对非相干光源的动态时空控制可以使高速通信、全息摄影和遥感等新技术成为可能。

据悉，实现对亚皮秒脉冲的动态操纵是纳米光子学和超快光学领域的重要里程碑。可重构介电超表面已经展示了利用空间相位工程在亚波长尺度上对光的性质进行动态控制的潜力。然而，对于非相干光源的主动操纵仍然是一项挑战，因为目前为相干光源开发的相敏超表面不能直接应用。

<https://www.nature.com/articles/s41566-023-01172-6>

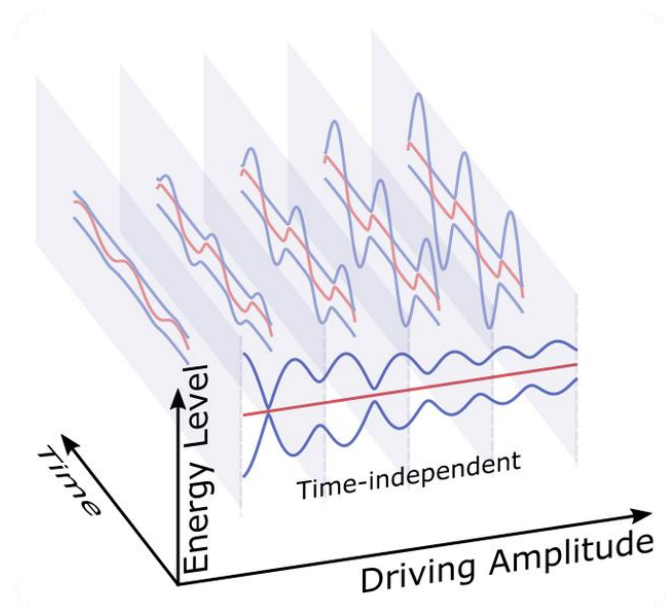
我科学家提出多能级量子比特操控新方案

作者：吴长锋

文章来源：科技日报

发布时间：2023-4-21

记者 21 日从中国科学技术大学获悉，该校郭光灿院士团队郭国平教授、李海欧教授和龚明教授等人与同行以及本源量子计算有限公司合作，发现一种新的、实用的多能级调控方案。该方案通过调控微波驱动频率、幅值等参数，可以实现任意能级结构，进而实现高速、抗噪声的量子比特操控。这种操控方案为实现高保真度量子比特操作提供了一种新途径。研究成果日前发表在《应用物理评论》上。



量子态的操控和演化在量子计算领域具有重要应用。所有的量子门操作，本质上都是这种操控的结果。这一原理被广泛用于原子、超导比特、半导体量子点电荷和自旋比特等系统中，并在这些系统中实现了多种高保真度量子比特门。如果有效能级越简单，则操控越容易，精度越高。相反，当量子系统能级结构较为复杂时，对它们的调控就会非常复杂，而且可能出现各种串扰等。以半导体自旋量子比特系统为例，一个两比特系统的理论模型为五能级结构。使用微波驱动这样的五能级系统时，系统中不同的相干过程相互影响，使得整个演化过程难以分析和控制。目前，相关方面的研究大多局限在各种近似条件下，这些限制不利于进一步开发与利用微波驱动进行比特操控。在量子点比特中，它的调控更加复杂，目前还没有相关工作的报道。

研究人员通过将一个穿梭态和所有其他能级耦合,并通过控制它的振动幅度和频率,可以选择实现任意两个能级之间的等效耦合。结果证明,在实验参数范围内,这个方案可以在很大范围内实现需要的耦合,并保持很高的操控速度。利用这个方法,研究人员理论证明了任意单比特门和两比特门操控,保真度超过 99%。这个模型甚至还可以解释以前在实验上不能解释的一些新奇的奇偶效应。

研究人员认为,新的方案为对多能级系统中的量子门操作提供了新的实验思路。这个理论方案可能有重要用途,多能级系统不仅出现在半导体量子点中,也出现在几乎所有其他的物理体系中,包括原子、离子、超导比特等。结构越复杂,集成度越高,能级就可能越复杂。将这些方案做合适改进,同时选择合适的参数,可以在其他模型中实现类似的任意门操控。

研究人员表示,新的方案可能对量子门操控产生重要的价值,并可能促进多比特量子门操控的实现。

中美德合作在核废料处理领域取得新进展

作者:陈席元

文章来源:新华社

发布时间:2023-4-21

记者从苏州大学获悉,来自中、美、德三国的科研人员合作,在核废料处理领域取得重要进展,实现了强放射性元素镅的稳定分离。相关成果 20 日发表在国际学术期刊《自然》上。

作为论文共同通讯作者,苏州大学放射医学与辐射防护国家重点实验室教授王爻凹告诉记者,镅是核能发电的副产物,也是核废料具有长久放射毒性的主要来源。

“目前,国际上处理镅的主流思路是将其转化为毒性低、寿命短的核素,但这需要先将三价镅与镧系元素分离,难点就在这里。”王爻凹说。

他告诉记者,三价镅和镧系元素就像“双胞胎”,具有几乎相同的离子半径和配位化学性质,难以区分。如果把三价镅氧化到六价,就可以利用六价镅与镧系元素在配位构型上的差异,将二者分离。

“但在传统的萃取分离过程中,六价镅只能存在数秒钟的时间,极易被还原为三价镅,导致前功尽弃。”论文共同第一作者、苏州大学副研究员张海龙说,科研团队探索了 5 年,为六价镅“量身定制”了一种多酸簇合物。

“这种簇合物就像‘牢笼’，它的结构和六价镭的‘身材’紧密契合，通过与六价镭发生强络合作用，将后者‘关’在里面。”张海龙说。

实验结果显示，这种簇合物能够让六价镭在酸性溶液中稳定存在 24 小时以上。科研人员得以仔细研究六价镭与镧系元素的结构差异，顺利研发出将二者有效分离的超滤净化装置。

《自然》同期刊发了《金属氧化物“笼”开辟核废料处理新策略》的评述文章。“审稿人认为，我们提出的方案简便易行，有望改变核废料管理现状。随着世界朝着更加可持续的增长方式迈进，这项技术将在全球范围产生更广大的影响。”论文共同通讯作者、苏州大学教授王亚星说。

自动化与材料

美研究人员称开发出室温超导材料

作者：谭晶晶

文章来源：新华社

发布时间：2023-3-9

美国罗切斯特大学 8 日表示，该校研究人员研发出一种在室温和相对较低压力条件下表现出超导性的材料，这被认为是一项历史性突破。但这一研究成果能否得到认可，还有待于后续其他研究组的重复验证。

罗切斯特大学在其网站发文称，该校机械工程系及物理学与天文学系副教授兰加·迪亚斯率领的研究团队研发出的这种超导材料由氮、氢和镱组成，它在约 20.6 摄氏度的温度和 10 千巴（相当于标准大气压的 1 万倍）的压力下表现出超导性。该研究 8 日发表在英国《自然》杂志上。

超导体是指在特定温度下可实现电阻为零的导体，是一种比常规导体更为优越的无损耗导电材料。现有超导材料大多需要在极低温度下才能工作，这大大限制了它们的大规模应用。研发出一种室温超导材料一直是全球物理学界寻求突破的方向。



2018 年 8 月 20 日，第 12 届国际超导材料与机理大会在北京开幕，来自世界各地的千余名超导研究专家学者与会。（新华社记者金立旺摄）

罗切斯特大学介绍，该校研究人员创造了一种由 99% 氢气和 1% 氮气组成的气体混合物，将其放入装有纯镱样本的反应室中，让这些混合物在约 200 摄氏度的温度

下反应两到三天。当混合物在金刚石压砧中被压缩时，颜色出现变化：其在超导状态开始时，颜色从蓝色变为粉红色，然后变为亮红色的非超导金属态。

研究论文称，还需要进一步的实验和模拟来确定氢和氮的确切化学计量及其各自的原子位置，以进一步了解该材料的超导状态。

迪亚斯表示，这种超导材料的研发预示着室温超导体及应用技术的曙光到来。这将使超导电子消费产品、能量传输以及磁约束聚变的改进等成为现实。

这一研究成果轰动科学界，但也有不少人持观望态度。迪亚斯团队 2020 年 10 月就曾在《自然》杂志论文中报告了一种含碳、硫、氢的化合物在 15 摄氏度下表现出超导性能。但 2022 年 9 月，在所有论文作者都不同意的情况下，《自然》杂志编辑部因这一论文实验数据遭质疑等原因撤掉了这篇论文。

中国科大开发出镧系金属卤化物基固态电解质新家族

文章来源：中国科学技术大学

发布时间：2023-4-6

近日，中国科学技术大学姚宏斌课题组、李震宇课题组与浙江工业大学陶新永课题组合作，设计开发出镧系金属卤化物基固态电解质新家族 $\text{Li}_x\text{MyLnzCl}_3$ (Ln 为镧系金属元素，M 为非镧系金属元素)。得益于镧系金属元素的低电负性，以及金属氯化物良好的耐氧化性和可变形性，镧系金属卤化物基固态电解质可直接与锂金属负极和三元正极匹配，实现无任何电极修饰且室温可运行的全固态锂金属电池。相关研究成果以《A LaCl_3 -based lithium superionic conductor compatible with Li metal》为题，于 4 月 5 日发表在 Nature 杂志上。

研究概况

金属卤化物固态电解质 (Li_xMCl_6 , M 为金属元素) 因其宽电化学窗口、良好的室温电导率和不错的可变形性，展现出比氧化物/硫化物固态电解质更好的高电压氧化物正极适配性。2018 年以来，基于 Li_3YCl_6 、 Li_3InCl_6 和 Li_3ScCl_6 等金属卤化物固态电解质的全固态锂电池实现了搭载钴酸锂、镍钴锰等 4 V 级正极的长循环，引起了广泛关注。然而，目前报道的大多数 Li_xMCl_6 金属卤化物固态电解质采用易被还原的金属元素构建传导框架，导致对锂金属不稳定，只能采用高电位的锂合金，限制了高能量密度全固态锂金属电池的开发。同时，传统的 Li_xMCl_6 晶格中氯

离子是六方或立方紧密堆积，其空间体积较小，对锂离子的传导有一定限制，使其电导率大多在 1 mS/cm。因此，开发对锂金属负极稳定的新型快离子导体框架结构是发展高比能全固态锂金属电池面临的关键挑战。

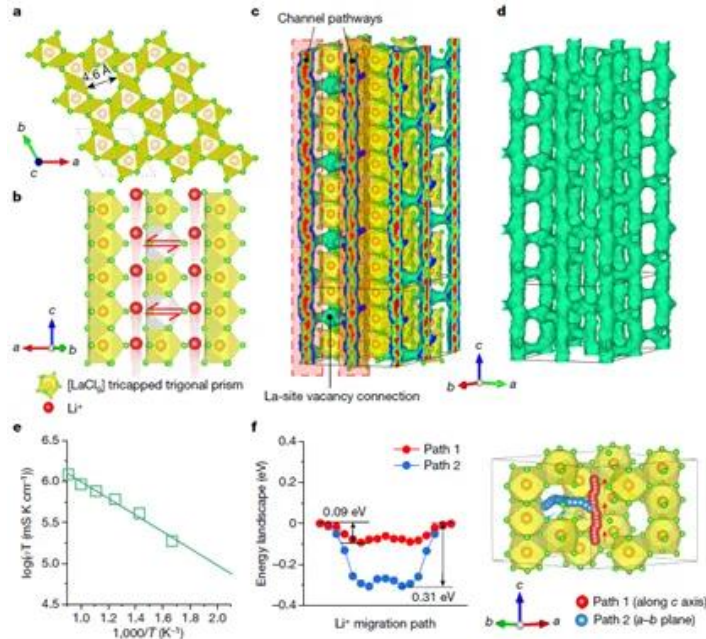


图 1: LaCl₃ 基固态电解质的设计理念

针对以上问题，团队成员发现，以 LaCl₃ 为代表的镧系金属卤化物 LaCl₃(Ln=La, Ce, Pr, Nd, Sm 等) 晶格中氯离子呈非紧密堆积形式，天然存在丰富的一维大尺寸孔道，适合锂离子的高速传输，并可通过镧空位形成连续的三维传导。分子动力学的模拟预测表明，具有独特非密堆积氯离子排列方式的 LaCl₃ 框架可实现 13.8 mS cm⁻¹ 的室温离子电导率（图 1）。

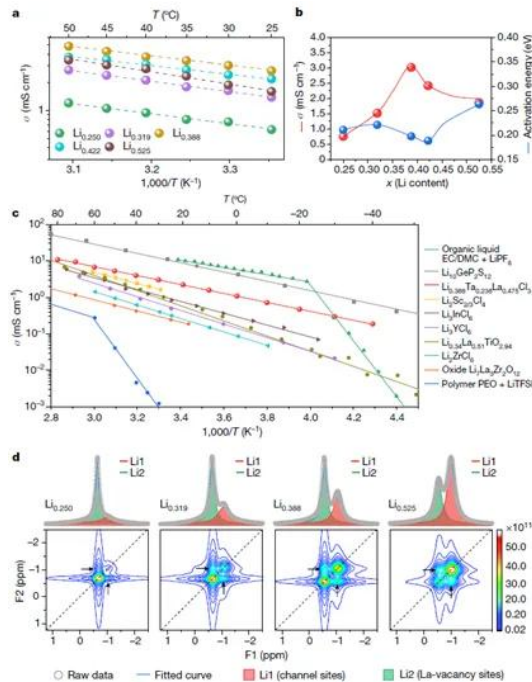


图 2: LaCl₃ 基固态电解质的离子传输性能和机制

团队成员选择高价离子掺杂策略来制造镧空位, 得益于大尺寸高速离子通道和相邻通道间超强的交换作用, 优化的 Li_{0.388}Ta_{0.438}La_{0.475}Cl₃ 表现出 3.02 mS cm⁻¹ 的高室温离子电导率和 0.197 eV 的低活化能, 优于传统氧化物和最近报道的卤化物固态电解质, 可与部分硫化物电解质相媲美 (图 2)。

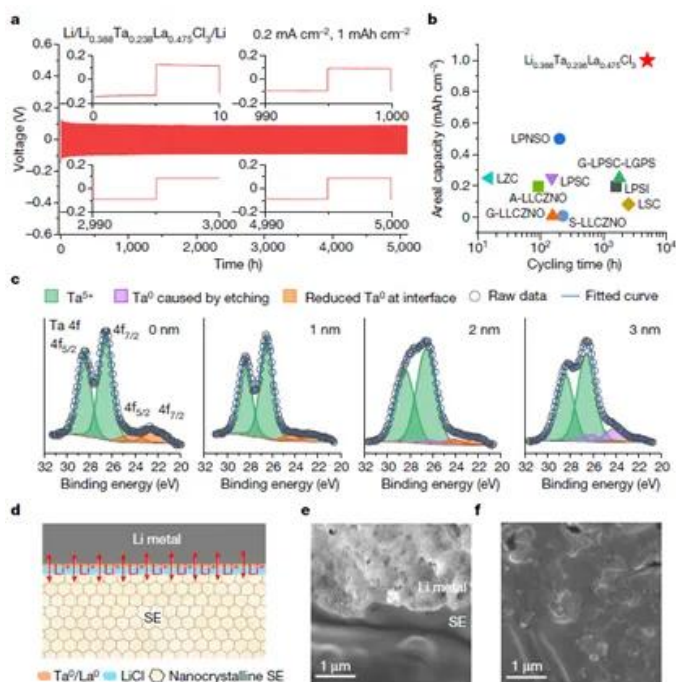


图 3: LaCl₃ 基固态电解质的锂金属界面稳定性

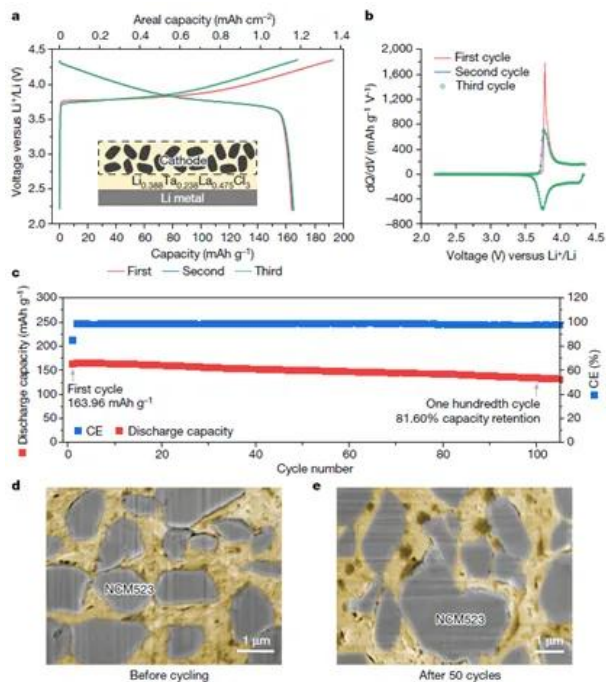


图 4: LaCl₃ 基固态电解质的全固态锂金属电池

镧的低电负性和梯度界面层的形成赋予了 LaCl_3 基电解质对锂金属良好的稳定性，组装的锂金属对称电池以 0.2 mA cm^{-2} 的电流密度和 1 mAh cm^{-2} 的面容量可稳定循环 5000 小时以上（图 3）。基于此，组装的全固态锂金属原型电池无需负极垫层和正极包覆等额外的常用界面稳定手段，即可实现室温下百圈以上的循环（图 4）。

此外，团队成员还发现，镧系金属卤化物可容纳大量异种非镧系金属元素，且在此状态下仍能保持快离子传输的 UCl_3 晶型结构特征。这个性质赋予了镧系金属卤化物框架极强的可拓展性，使镧系金属卤化物固态电解质 $\text{Li}_x\text{MyLnzCl}_3$ 在未来通过合理的元素设计，具备实现更高界面稳定性、更快离子传导和更廉价原料成本的巨大潜力。具备 UCl_3 晶型特征结构的镧系金属卤化物固态电解质 $\text{Li}_x\text{MyLnzCl}_3$ 将成为如硫化物中 LGPS 结构、氧化物中 LLZO 结构的一个全新的电解质家族。

3D 打印制成迄今最具弹性新合金，抗压能力是现有合金的 600 倍

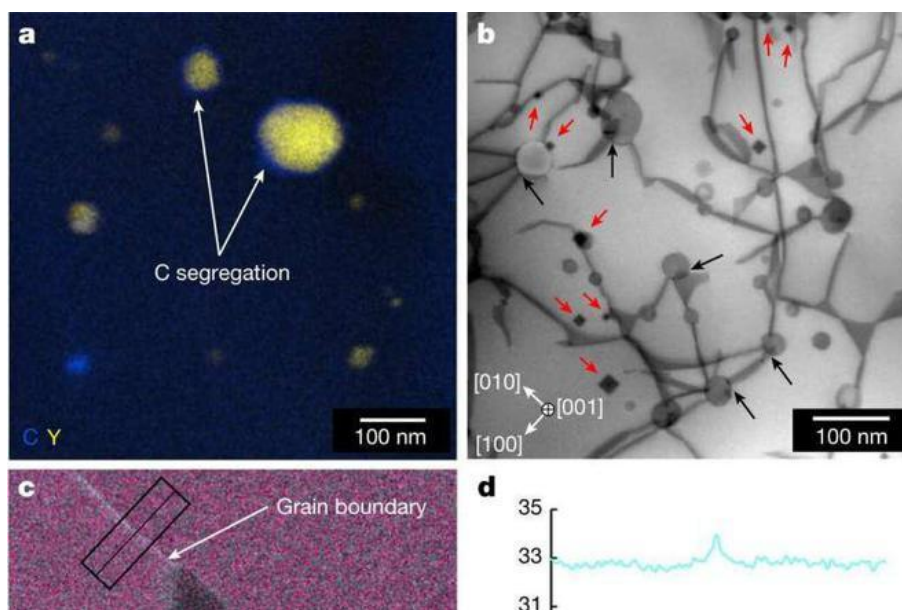
文章来源：IT 之家

发布时间：2023-4-25

4 月 25 日消息，美国国家航空航天局和俄亥俄州立大学科学家携手，开发出一种 3D 打印工艺，制造出了迄今最具弹性的新合金，其抗压能力是目前合金的 600 多倍。相关研究刊发于最新一期《自然》杂志。



该合金名为 GRX-810，具有超强的抗热、抗氧化和抗应力性能，可用于制造飞机和航天器的高温零件。该合金是通过 3D 打印技术和氧化物分散技术制造的，比现有的合金强度高出两倍，耐久性高出 1000 倍，抗应力能力高出 600 倍。



GRX-810 微结构的高分辨率表征

GRX-810 是一种氧化物分散强化合金，即在合金中分散含有氧原子的微粒，从而提高其强度。这种合金适合用于制造航空航天领域的高温零件，例如飞机和火箭发动机内部的零件，因为它们可以在更恶劣的条件下承受更大的压力。目前，3D 打印的超合金可以承受 2000 华氏度（IT 之家注：约 1100 摄氏度）的温度，而 GRX-810 则可以抵抗更高的温度，并且更不易氧化。

NASA 的研究人员利用计算机模拟和激光粉末床熔化技术，快速找到了 GRX-810 的理想成分。他们以镍、钴、铬为基础的合金为原料，在 3D 打印过程中，逐层添加氧化钇粉末，然后用激光加热，使氧化物微粒与合金融合。这样就形成了一层含有陶瓷材料的合金。NASA 还与 3D Systems 公司合作，用该公司的金属 3D 打印平台测试了 GRX-810 制造的零件，证实了这种新材料的优越性能。

NASA 表示，这种新型合金是一项重大成就，可能会成为 NASA 格伦研究中心有史以来最成功的技术专利之一。他们希望在不久的将来，利用这种超合金生产出更强大、更耐用的航空航天零件。

聚合物电工绝缘材料研究获重大突破

作者：颜维琦 邱冬胜

文章来源：光明日报

发布时间：2023-3-5

在航空电子、汽车工业、地下油气勘探和高级推进系统等众多高功率、高电流和高温应用领域，对介电电容器的高温能力有着迫切需求。2 日，国际学术期刊《自然》刊发上海交通大学化学化工学院黄兴溢教授团队与合作者的最新研究成果。我科学家在聚合物电工绝缘材料研究领域取得重大突破，相关发明专利已获得授权。

介电电容器是组成现代电子电路的基本元件，其工作原理是通过将相反的电荷利用绝缘电介质材料隔离，实现电能储存和转换。以混合动力汽车为例，引擎罩下的温度可能超过 140℃，材料在高电场下电导电流随电场强度增加呈指数增大，会产生大量的焦耳热。由于传统的聚合物介电材料的导热系数普遍较低，会造成介质温度快速升高，进而引起电导指数增加、耐电强度急速降低等连锁反应，从而造成器件、装备失效等严重问题。因此，“绝缘和导热的互为矛盾”成为制约聚合物材料在高端电气电子装备方面发展的问题之一。

尽管可以通过引入纳米添加等方式，增加聚合物电介质的导热系数，但这又往往以牺牲耐电强度为代价，更重要的是，纳米添加给薄膜制造工艺带来极大挑战。因此，开发耐高温、本征高导热的聚合物电介质薄膜是最好的选择。

基于这一挑战，黄兴溢团队设计了一种含氟缺陷的双链结构共聚物，以此实现在垂直平面方向表现出高于现有聚合物 10 倍的导热系数。电极化储能测试表明，设计的双链聚合物在高温下的放电能量密度超过当前最先进的商品双向拉伸聚丙烯 5 倍。同时采用红外相机直观观察到，在高导热的双链聚合物薄膜中未出现局部热积聚现象，结合模拟电介质薄膜电容器芯子的热场分布，发现薄膜电容芯子的中心温度未明显上升，充-放电循环更加稳定。

值得一提的是，设计的聚合物的碳含量相对较低，这赋予了其优异的自愈性，电镜图像清晰显示了电击穿区域四周的铝金属电极被蒸发除去，碳化通道孤立于金属电极，击穿后的金属化聚合物薄膜整体仍保持高绝缘性。自愈后的储能性没有出现明显劣化，仍能进行 10000 次的连续充-放电循环。

电子与信息技术

复旦大学开发出超快双极性闪存器件，实现自激活存算一体技术

文章来源：爱集微

发布时间：2023-4-28

由非易失性存储器构成的交叉阵列利用物理定律的原位计算来实现高效神经网络是打破传统的冯诺依曼架构计算瓶颈的关键路径。然而，目前所有存储体系的阵列计算结果需要利用大量外围电路进行激活后才能有效执行运算任务，增加了系统功耗，成为了存算一体技术进入产业化的主要挑战。如果利用新型电子器件本身即可实现运算结果激活，不但大幅降低功耗解决瓶颈问题，并有利于减少资源使用，将对发展更高效更通用的新型计算技术具有重要意义。

针对这一关键问题，集成芯片与系统全国重点实验室、复旦大学微电子学院周鹏教授、芯片与系统前沿技术研究院刘春森研究员创造性地开发出超快双极性闪存器件，并实现了自激活存算一体技术。该成果利用团队前期提出的范德华异质结超快闪存的三大要素新机理，引入双极性二维半导体作为沟道，成功实现了高鲁棒性超快双极性闪存。通过对存储双极性行为的逻辑调控，实现了乘法累加操作同时完成非线性自激活输出，显著降低外围电路复杂度和能耗。

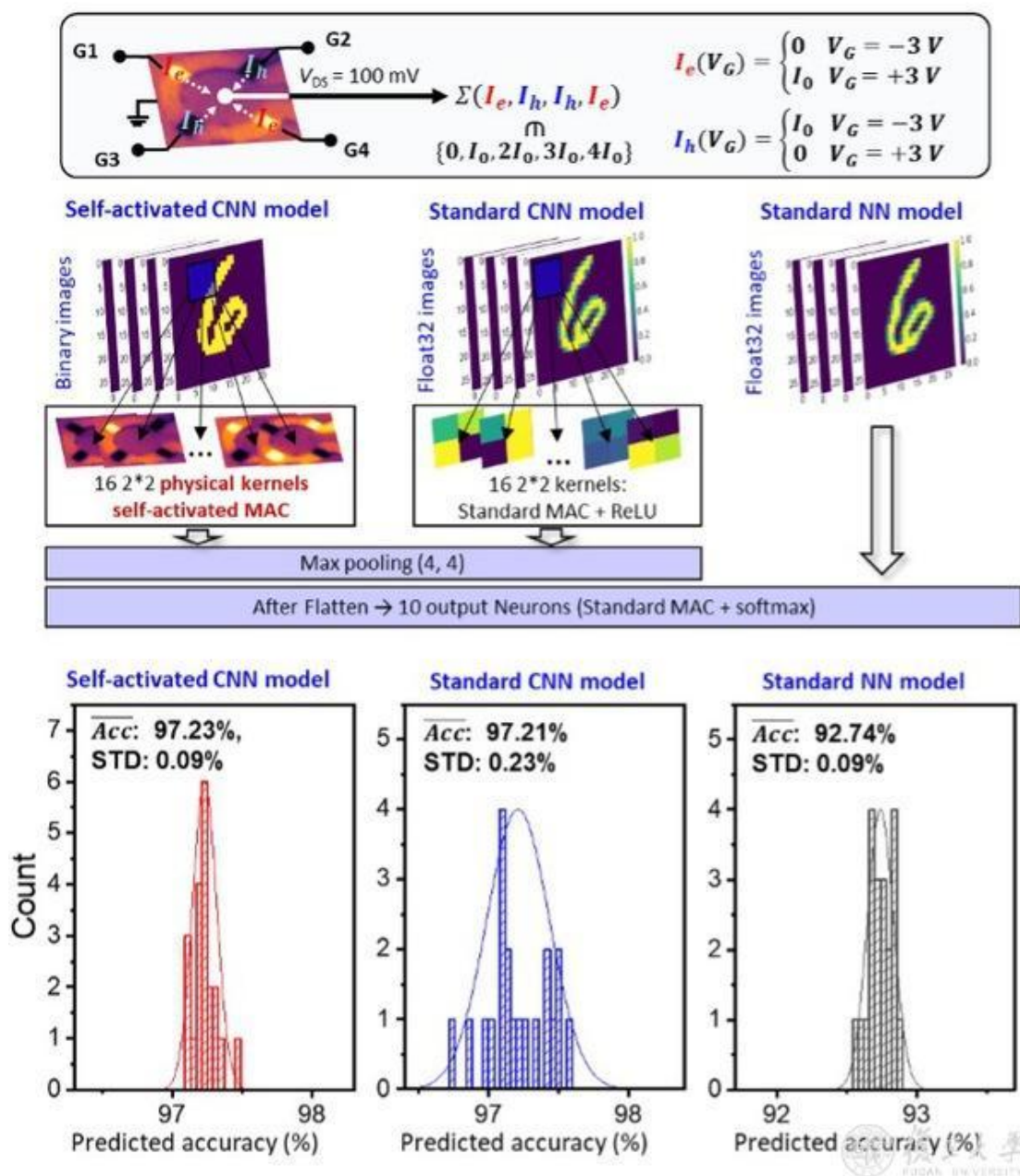
北京时间 2023 年 3 月 21 日，相关成果以《用于自激活存内计算的超快双极性闪存》（“An ultrafast bipolar flash memory for self-activated in-memory computing”）为题发表于国际顶尖期刊《自然-纳米技术》（Nature Nanotechnology）。

复旦大学研究团队将新型双极性二维原子晶体集成进广泛应用的电荷俘获型闪存器件中，实现了双极性闪存性能上的突破。其编程速度可达 20 纳秒，寿命高达八百万次，均比硅基闪存器件提高了将近三个数量级，展现出优越的存储性能。

研究团队利用二维半导体的双极性能带调控的特性，通过擦写电荷俘获层中的电子或空穴，控制形成 p 型/n 型沟道的特性切换。栅电压和存储俘获电荷的极性共同调制了沟道的开关行为，完成阵列乘积计算提升并行度。同时，并联器件的电流输出通过基尔霍夫定律同步实现了累加计算，大幅提高了计算效率。栅电压和存储电荷的极性匹配过程决定了计算结果的非线性激活输出，省略了冗余的外部激活过程并显著降低了由此产生的资源需求。该器件在不同的神经网络结构下对比验证得出高准确度，证明了自激活存算技术的高效性。

目前，利用大规模二维材料高质量生长和集成技术，基于更大尺寸的晶圆级存储阵列正在研发中，采用协同优化方法实现组合模块系统级开发制造，该技术将满足低功耗高算力发展需求。

相关工作得到了科技部重点研发计划、基金委重要领军人才计划、上海市基础特区计划、上海市启明星等项目的资助，以及教育部创新平台的支持。



图：超快双极性闪存器件实现存算自激活过程示意与仿真算法验证

太赫兹轨道角动量无线传输实验成功

文章来源：每日经济新闻

发布时间：2023-04-19

据中国航天科工二院二十五所官方公众号 18 日晚消息，近日，25 所在北京完成国内首次太赫兹轨道角动量的实时无线传输通信实验，利用高精度螺旋相位板天线在 110GHz 频段实现了 4 种不同波束模态，通过 4 模态合成在 10GHz 的传输带宽上完成 100Gbps 无线实时传输，最大限度提升了带宽利用率，为我国 6G 通信技术发展提供重要保障和支撑。

无线回传技术是移动回传网络中连接基站与核心网设备的关键技术。随着通信速率需求的不断提升，移动通信频段被扩展至毫米波和更高的太赫兹频段，信号传输损耗大大增加，基站部署密度将大幅提升。在基站“高度致密化”的 5G/6G 通信时代，传统基于光纤的承载网传输将面临成本高、部署周期长、灵活性差等问题，无线回传技术将逐渐占据主导地位。据研究报告指出，2023 年全球基站使用无线回传的比例将高达 62% 以上。



太赫兹通信作为新型频谱技术，可提供更大传输带宽，满足更高速率的传输需求，逐渐成为 6G 通信关键技术之一。面向未来，6G 通信峰值速率将达到 1Tbps，需要在已有频谱资源下进一步提高利用率，实现更高的无线传输能力。

航天 25 所自 2021 年以来，瞄准 6G 通信的热点需求，紧跟国际通信技术前沿，选择太赫兹轨道角动量通信作为全新突破方向，在太赫兹频段上实现多路信号复用传输，完成超大容量的数据传输，频谱利用率提升两倍以上。未来，该技术还可服务于 10m-1km 的近距离宽带传输领域，为探月、探火着陆器和巡航器之间的高速传输，航天飞行器内部的无缆总线传输等航天领域应用提供支撑，为我国深空探测、新型航天器研发提供信息保障能力。

公开资料显示，6G，即第六代移动通信标准，也被称为第六代移动通信技术。主要促进的就是物联网的发展。6G 的传输能力可能比 5G 提升 100 倍，网络延迟也可能从毫秒降到微秒级。

我国科学家首创开放式新架构实现 615 公里光纤量子通信

作者：张漫子

文章来源：新华网

发布时间：2023-3-9

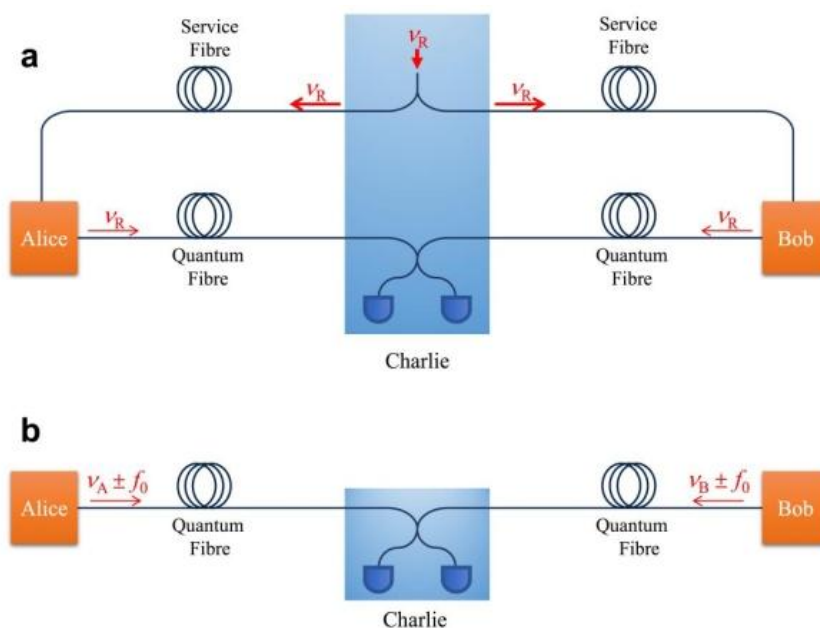


图 a 为传统闭合光纤架构。图 b 为中国科学家袁之良团队首创的开放式架构，能够在确保量子通信安全性的同时降低系统建设成本。（受访者制图）

北京量子信息科学研究院袁之良团队首创量子密钥分发开放式新架构，采用光频梳技术，成功实现 615 公里光纤量子通信。该架构在确保量子通信安全性的同时，能大幅降低系统建设成本，为我国建设多节点广域量子网络奠定基础。相关成果日前发表于国际学术期刊《自然-通讯》。

安全是量子通信的最大特征。作为量子通信的主要方式之一，量子密钥分发基于量子的不可测量性、不可克隆性，借助“一次一密”的加密方式，为量子通信上了一把“安全锁”。“双场”是目前所有量子密钥分发协议中，最适合远距离传输的一种。

北京量子信息科学研究院首席科学家袁之良介绍，双场架构下量子通信，需要相距遥远的两个独立激光源各自发出“信号”。如果激光源发射的“信号”频率不同，就会出现传输中的“信号”失误。想要避免“信号”失误，就需要一个能实现

两端“信号”频率相同的“工具”：服务光纤。这意味着通信两端之间还需额外架设“一条路”，这也就构成了由“两条路”构成的传统架构。

“传统架构，意味着搭建双倍长度的光纤，成本高且结构复杂，系统运行维护起来贵且困难，不利于未来多节点广域量子保密网络的建设。”袁之良说。

此次我国科学家首创的新架构新在何处？北京量子信息科学研究院光量子通信与器件团队成员周来打了一个比方：“如果想要在北京、青岛两地之间进行‘量子通话’，过去需在遥远的通信两端之间连通‘两条路’。新架构出现后‘一条路’就已足够。”



图为北京量子信息科学研究院量子密钥分发实验室。新华社记者张漫子摄

为“节省”下服务光纤但保留其发挥的作用，袁之良团队首次将光频梳技术应用于双场量子密钥分发。“光频梳技术，就好比把一束单频率的光，变成像多个‘梳子齿’一样分隔开来、不同频率的多束光。借助这把神奇的‘梳子’，无需架设服务光纤，即可实现通信两端‘信号’的频率校准，从而实现量子信息的准确传输。”周来说。

此外，在实际的超长距离量子通信中，光纤不免会发生快速抖动，也会影响传输“信号”的准确。光频梳技术还可同步解决光纤抖动的问题，大大降低噪声对量子信号的影响，确保光纤量子信息长距离传输的精准。

“作为世界上首个开放式架构的双场量子密钥分发系统，成功实现 615 公里的光纤量子通信，在量子通信的实现方案方面有了创新突破。”《自然-通讯》审稿人之一、量子通信科学家王双 8 日接受记者采访时表示，这一新架构有助于光纤量子密钥分发距离向千公里级别突破，为未来我国建设多节点广域量子网络奠定基础。

北京大学在面向边缘 AI 的可转置存内计算芯片方向研究取得重要进展

文章来源：北京大学科学研究部

发布时间：2023-04-14

近日，北京大学人工智能研究院类脑智能芯片研究中心唐希源研究员团队在国际电路与系统领域顶级期刊 IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers (TCAS-I) 发表研究论文，论文题目为“A 28nm 16Kb Bit-Scalable Charge-Domain Transpose 6T SRAM In-Memory Computing Macro”。北京大学集成电路学院博士后宋嘉豪为第一作者，唐希源与集成电路学院王源教授为通讯作者。

随着人工智能的飞速发展，AI 在人们生活中起着越来越重要的作用。大量的边缘智能传感器被部署在人们的生活环境中，用于收集数据并自主作出决策。虽然这些智能设备带来了便利，但同时也带来了泄露个人隐私数据的风险。用户通常需要使用个人数据来重新训练或调整模型以适应其个人健康状况或生活习惯。在边缘端的功耗和计算资源限制下，用户仍需将个人数据上传到云端进行模型重训练。如果云服务提供商不可信，则可能导致隐私数据泄露。因此，人们希望能够直接在边缘端完成神经网络的重训练，从而避免将数据上传至云端。

尽管存内计算技术在处理 AI 推理时因为能够显著减少数据搬运功耗而被广泛使用（图 1），但是由于反向传播需要读取模型权重矩阵的转置，传统的存内计算方案无法支持网络训练任务。随着智能应用快速推进，边缘端数据安全与网络训练高功耗、高成本的冲突日益严峻。

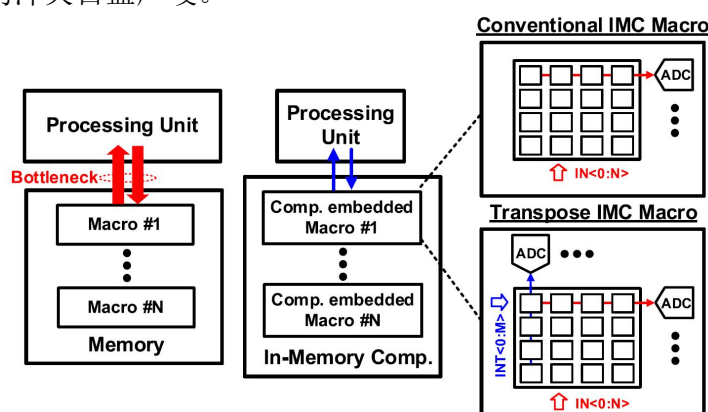


图 1. 存内计算架构以及可转置存内计算核的示意图

针对这一挑战,唐希源课题组提出了一种可同时实现高效模型推断前馈计算与训练反向传播计算的可转置存内计算电路设计,该工作的整体架构如图 2 所示。

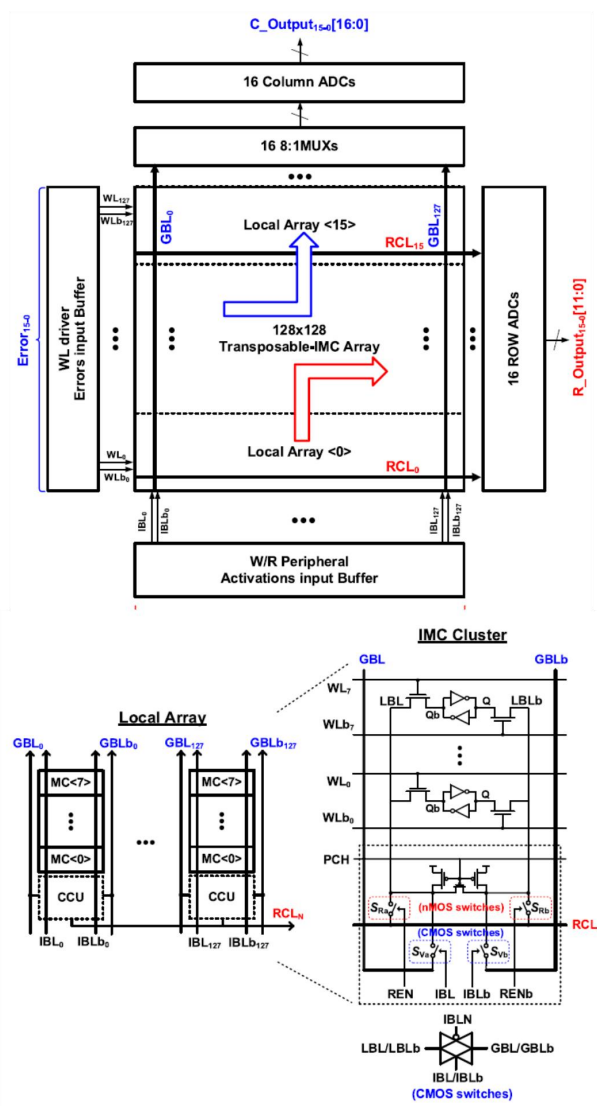


图 2. 团队提出的可转置存内计算电路整体架构图与局域阵列示意图

为了在高密度的 6T SRAM 阵列中支持高精度可转置计算,该工作提出一种基于分簇结构的电荷域局域阵列设计。在分簇结构中,8 个 6T SRAM 单元共用一个电荷域计算单元在位线电容上完成高精度的电荷域计算。因此,该工作的功能单元面积仅为 6T SRAM 的 1.37 倍,额外硬件开销很小。此外,该设计可以通过比特串行映射的方法对计算精度进行扩展。如图 3 所示,课题组基于 28nm 标准 CMOS 工艺完成了可转置存内计算电路的芯片原型验证,芯片在前馈计算时的能效达到 257.1TOPS/W,在反向传播计算时的能效达到 31.8TOPS/W,达到世界先进水平,并在 CIFAR-10 与

MNIST 数据集完成性能验证。该技术为边缘端智能提供了低功耗、高鲁棒性的 AI 加速器解决方案。

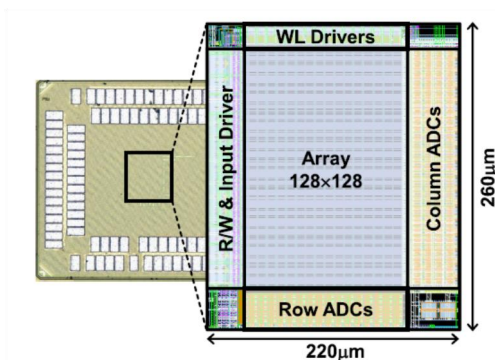


图 3. 28nm 芯片原型显微图

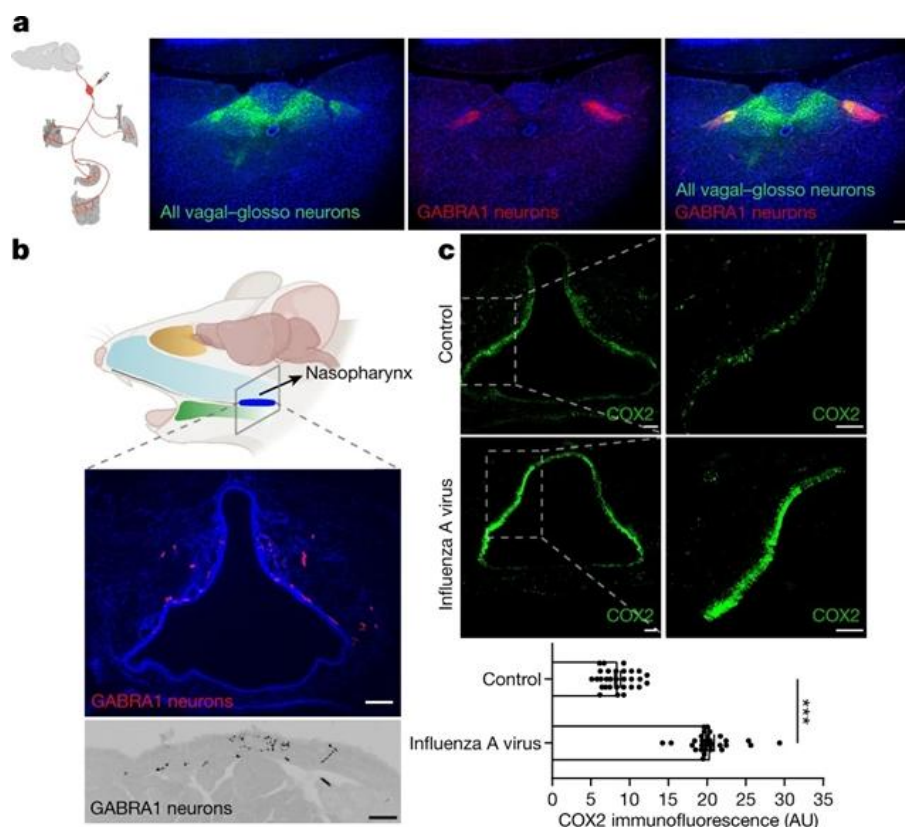
生物医药

一条气道至大脑的感觉通路介导流感引起的疾病

作者：小柯机器人

文章来源：宇宙与科学

发布时间：2023-3-15



美国哈佛医学院 Stephen D. Liberles 研究组发现，一条气道至大脑的感觉通路介导流感引起的疾病。2023 年 3 月 8 日，国际知名学术期刊《自然》在线发表了这一成果。

研究人员表示，病原体感染会导致一种刻板的疾病状态，涉及神经元协调的行为和生理变化。感染后，免疫细胞释放出细胞因子和其他介质的“风暴”，其中许多是由神经元检测到的；然而，在自然感染过程中唤起疾病行为的反应神经回路和神经-免疫互动机制仍不清楚。阿司匹林和布洛芬等非处方药被广泛用于缓解疾病，其作用是阻断前列腺素 E2 (PGE2) 的合成。一个主要的模型是，PGE2 穿过血脑屏障，直接与下丘脑神经元发生作用。

研究人员利用广泛覆盖周边感觉神经元图谱的遗传工具，反而确定了一小部分检测 PGE2 的舌咽感觉神经元 (petrosal GABRA1 神经元)，它们对小鼠流感诱发的

疾病行为至关重要。去除舌咽 GABRA1 神经元或有针对性地敲除这些神经元中的 PGE2 受体 3 (EP3) 可消除流感诱导的早期感染期间食物摄入量、水摄入量和移动性的减少，并提高存活率。遗传学指导的解剖图显示，petrosal GABRA1 神经元投射到感染后环氧酶-2 表达增加的鼻咽部粘膜区域，并且在脑干中也显示出一种特定的轴突靶向模式。这些发现共同揭示了一个主要的气道到大脑的感觉通路，它检测局部产生的前列腺素，并介导对呼吸道病毒感染的全身性疾病反应。

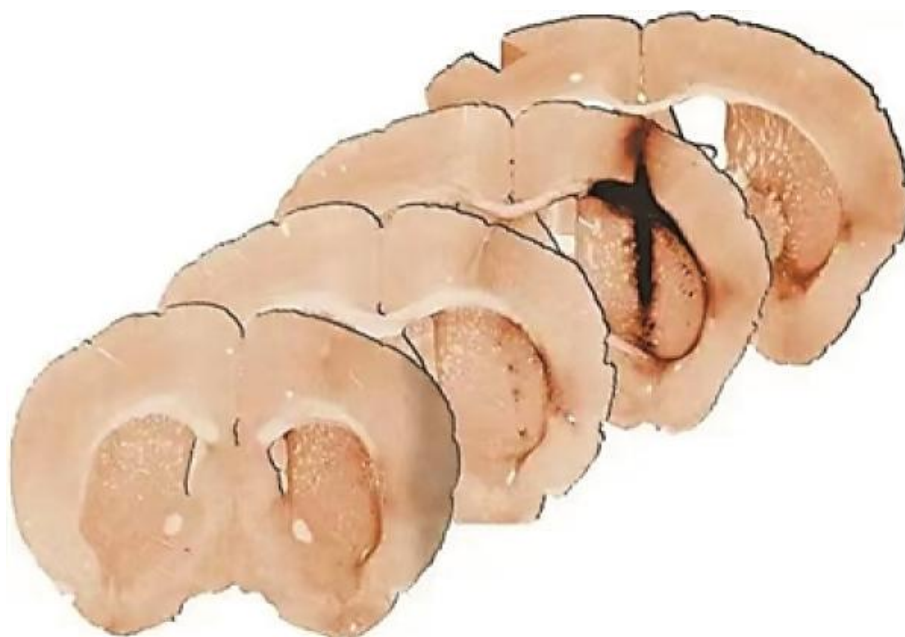
<https://www.nature.com/articles/s41586-023-05796-0>

水凝胶干细胞疗法可修复脑组织

作者：张梦然

文章来源：科技日报

发布时间：2023-3-1



与注射不含肌红蛋白的水凝胶相比，注射含肌红蛋白的水凝胶的小鼠脑组织显示出更为健康的状态。图片来源：墨尔本大学

澳大利亚国立大学和墨尔本大学的研究人员开发了一种新型“混合”水凝胶，使临床医生能够安全地将干细胞输送到小鼠脑损伤部位。研究成果发表在最新一期《自然·通讯》上，其将有利于大脑和中枢神经系统及多身体部位的干细胞治疗。

在发生中风等损伤后，大脑中会有一个死区，需要临时血液供应来支持细胞，直到血液系统修复。新型水凝胶可将物质输送到体内，并促进新细胞有效生长，其不但可提供干细胞和氧气，还能在注射过程中保持干细胞存活。此突破性研究解决了干细胞科研人员自 20 世纪 80 年代以来面临的一个主要挑战，即保持干细胞存活足够长的时间，使它们在插入身体受损部位时，可以创建新组织所需的细胞。

在这一历时 5 年的研究中，科学家发现一种基于肌红蛋白的合成蛋白质——在抹香鲸和马的心肌中高浓度存在的天然蛋白，其添加到水凝胶中能提供持续的氧气释放，确保干细胞在递送过程中存活，进一步发育成脑组织修复所需的细胞。

鲸鱼和其它深潜动物被认为在肌肉组织中进化出了高浓度肌红蛋白，因此它们能在潜水时缓慢吸收尽可能多的氧气；同样，马也被认为有同等进化，因此它们才可进行远距离驰骋。

最新研究在受伤的小鼠脑组织中展开，团队证实，结合了肌红蛋白和干细胞的水凝胶，修复了受伤的脑组织。与不含肌红蛋白的水凝胶相比，健康大脑功能所需的新干细胞，存活和生长都显著增强。

该研究提高了未来在人体治疗中生长新组织的可能性，这也是水凝胶中实现氧气输送和干细胞移植长期存活的第一个证据。

游离糖摄入多心血管疾病风险高

作者：冯丽妃

文章来源：科技日报

发布时间：2023-3-8

英国科学家发现，游离糖摄入越多，患心血管疾病的风险越高。这些发现为全球饮食指南将游离糖摄入降到每日摄入能量 5% 以下的建议提供了有力证据。相关研究近日发表于《BMC 医学》。

牛津大学的 Rebecca Kelly 和同事分析了英国生物样本库中至少完成过两次饮食评估的 110497 个个体数据。研究者对这些个体进行了约 9.4 年的追踪，其间有 3138 人罹患心脏病，1124 人经历了中风。

研究人员发现，总碳水化合物摄入与心血管疾病结果不相关。但是将碳水化合物的类型和来源进行区分后，他们发现从食物中摄取的游离糖越多，相关的心血管疾病风险就越高。

游离糖即添加糖以及天然存在于蜂蜜和果汁中的糖分，来源包括甜饮料、果汁和甜食等。研究人员发现，每日摄入总能量中游离糖的占比每升高 5%，总心血管疾病风险便会升高 7%，其中心脏病风险升高 6%、中风风险升高 10%。另外，每天每多摄取 5 克膳食纤维，总心血管疾病的风险便会下降 4%，但这一相关性在考虑到身体质量指数后便不再显著。

Kelly 指出，将游离糖替换为非游离糖（即大部分天然存在于全水果和蔬菜中的糖分）并增加膳食纤维的摄入，或能降低心血管疾病的风险。

不过，她和合作者表示，并非所有碳水化合物都与心血管疾病风险相关——在研究心血管健康时，碳水化合物的类型和来源是需要考虑的重要因素。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1186/s12916-022-02712-7>

八万鼠脑细胞造出一台活体计算机

作者：刘霞

文章来源：科技日报

发布时间：2023-3-20

据英国《新科学家》杂志网站 3 月 16 日报道，美国科学家利用 8 万个老鼠的活细胞，建造出了一台可简单识别光和电模式的活体计算机，这台机器能被整合到同样使用了活体肌肉组织的机器人中。研究团队在美国物理联合会 3 月会议上介绍了这项研究。

在最新研究中，伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校研究团队首先在培养皿中培育了大约 8 万个来自经过编程的小鼠干细胞的神经元，随后将神经元置于光纤下方和电极网格上，让其接受电和光的刺激，所有元件都被放在一个手掌大小的盒子里，盒子置于保温箱里，以让细胞保持活力。

为训练神经元计算机区分不同的信号模式，研究团队创造出了 10 种不同的电脉冲和闪光模式，并在一个小时内反复播放这些模式，同时使用传统的计算机芯片记录和处理神经元产生的电信号。结果表明，每次出现相同模式时，神经元都会产生相同的信号。此外，研究人员也借助储层计算，让神经元和芯片分工合作，将识别和处理信号耗费的时间和能量降至最低。

为评估该设备的性能，研究团队计算了名为 F1 的性能分数，该分数通常用于指示神经网络识别模式的效率，其中 0 最差，1 最好，该设备的最佳得分为 0.98。

最新研制出的设备可集成到使用活体肌肉组织制成的机器人内。将神经元融入机器人中意味着神经元可感知环境，然后一次处理这些输入。

研究人员表示，使用活细胞进行计算，尤其是储层计算，有助于制造出节能设备，即使其中一些元件出现故障，这些设备仍能继续工作。因此，与传统的机器人相比，将活神经元和储层计算相结合的机器人可能具有优势。