

离子阱量子计算：这匹“黑马”是如何脱颖而出的

■本报记者 张双虎

近日,华翔博奥(北京)量子科技有限公司(简称华翔量子)宣布完成过亿元天使轮融资。该公司是国内首家专注于离子阱量子计算技术路线的高科技企业。

值得关注的是,华翔量子于今年年初刚刚成立,其创始团队来自清华大学量子信息中心,创始人及首席科学家段路明是国际著名的量子信息专家,曾任美国密歇根大学费米讲席教授。2018年,段路明应中国科学院院士姚期智的邀请,全职回国任清华大学基础科学讲席教授、姚期智讲席教授。

这样一家刚刚起步的初创企业,凭什么在短短数月就赢得了资本青睐?获得投资后他们又要做些什么?

最有潜力的技术路线

“离子阱量子计算是最有可能实现大规模通用量子计算的技术路线之一。”华翔量子 CEO 姚麟告诉《中国科学报》。

量子计算是利用量子力学特性进行的计算。它与经典计算的主要区别是,后者采用“0”或“1”的二进制比特作为信息的基础对象,而量子计算采用的是量子比特,量子比特的值可以是“0”“1”或“0”和“1”的量子叠加态,而这种量子叠加态是量子计算解决某些特定问题时提供远超经典计算机能力的关键原因所在。

一次量子计算过程可以概括为首先完成所有量子比特状态的初始化,再选择对应参与计算的量子比特,进行可编程的逻辑门操作,最后对量子比特状态进行测量,得到计算结果。

“而量子计算的各种不同技术路线,是采用不同的物理体系来实现量子比特及对应的量子逻辑门。”姚麟解释说,离子阱量子计算机采用被“囚禁”在真空中的离子(带单个电荷的原子)作为量子比特,借助离子的两个稳定的能级(稳态或亚稳态)作为量子比特“0”和“1”的状态,利用激光或微波来控制能级之间的跃迁实现量子逻辑门,并通过激光实现量子比特状态的初始化和测量。相比其他技术路线,离子阱量子计算具有相干时间长、保真度高、连通性好、编程方便等优点。

目前,量子计算应用拓展主要受限于量子计算机硬件的水平。在研发出一百个量子比特以上、兼具高保真度及强连通性的量子计算机后,该技术有望大大加速在新能源材料、化工、核能、生物制药、运筹与物流优化及金融工程等领域的启发式算法研究,并产生显著的应用加速效果。

前哨观察

可“自愈”钙钛矿太阳能电池离应用有多远?

■本报记者 沈春蕾

25.7%,这是钙钛矿太阳能电池光电转换效率在短短十几年内突破的新峰值,已经超过目前广泛使用的硅基光伏发电效率。但是,钙钛矿太阳能电池的市场应用却没有后者广泛,产能还不到其十分之一。

“钙钛矿太阳能电池的水气稳定性和温度稳定性是投资人关注的重要指标。”开势资本合伙人唐沛在接受《中国科学报》采访时表示,“现阶段,我们希望投资一些有高技术门槛、能解决行业发展痛点、市场相对较广阔的高科技项目。”

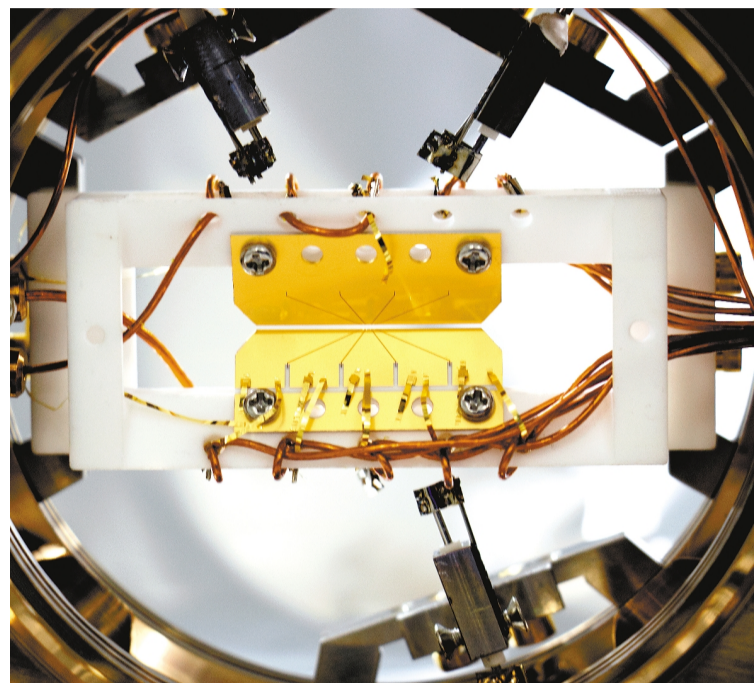
钙钛矿太阳能电池的稳定性也是科研界攻关的难点。日前,中国科学院合肥物质科学研究院固体所研究员胡林华课题组联合国内外研究团队,成功实现了钙钛矿太阳能电池的自修复,增强了湿度稳定性。相关成果发表于《能源化学》。

提升湿度稳定性

随着人们环保意识的提高,以及各国对碳排放的承诺,新能源材料成为当下的研究热点,钙钛矿就是其中之一。由于钙钛矿具有独特的光电特性,且制备成本远低于硅基太阳能电池,其商业化前景十分可观。

然而,由于对辐射、湿度等相对敏感,钙钛矿材料暴露在大气条件下容易降解,严重影响其使用的稳定性。胡林华告诉《中国科学报》:“开发高性能、高稳定和具有自修复功能的钙钛矿太阳能电池器件尤为重要,并且极具挑战性。”

安徽合肥雨季时间长,制备的电池放在室内做湿度稳定性测试时容易分解,这就要求研制的钙钛矿太阳能电池既能拥有高湿度稳定性,又能实现分解后重结晶。



华翔量子研制的刀片式离子阱 受访者供图

离子阱量子计算是最有可能实现大规模通用量子计算的技术路线之一。离子阱系统相干时间长、编程控制方便、连通性好的优点利于将量子计算机规模化。

制胜的“秘诀”

“量子计算作为欧美各国在国家战略层面重点布局的新兴技术,在未来数十年,都将是国力竞争的一个重要战场。世界主要国家在量子计算及其相关领域都投入了大量人力和物力,这也是中国重大科技研究布局最主要的方向之一。”段路明对《中国科学报》说,“虽然该行业目前仍未成熟到完全实现各种颠覆性的应用,但有望在近期取得一些重要进展。”

目前,除了大型企业的研究部门,许多中小型及初创公司也在进行这方面研究,市场对于更加先进的量子计算机硬件的需求十分迫切。

“美国首家量子计算机上市公司 IONQ 的架构设计,即是基于段路明教授提出的离子阱量子计算规模化方案。”姚麟介绍说,段路明团队多次刷新量子信息领域的国际纪录,首次实现 202 个量子量子比特的稳定囚禁,完成了多项相关技术突破,为实现大规模离子阱量子计算的研究奠定了基础。

为此,胡林华带领团队将聚乙烯吡咯烷酮引入钙钛矿吸光材料,使其湿度稳定性得到明显提升。

为什么要引入聚乙烯吡咯烷酮?胡林华解释道,这是一种长链绝缘聚合物,具有高密度的极性羰基,将其引入太阳能电池中可以包裹碘铅甲胺,形成疏水“屏障”,阻止水分子的入侵。同时,聚乙烯吡咯烷酮还能抑制甲胺的分解和挥发,从而提高电池“自愈”能力。

此外,聚乙烯吡咯烷酮能够与碘甲胺形成中间络合物,抑制钙钛矿晶体的成核速度。“聚乙烯吡咯烷酮的引入,实现了电池多次自修复,不仅显著提升了电池的工作寿命,还使得钙钛矿薄膜缺陷减少、晶粒增大,提高了电池的光电转换效率。”胡林华说。

破除复杂环境下的障碍

在研究过程中,胡林华团队也遇到了一些难题,比如他们在调研材料时发现,虽然聚乙烯吡咯烷酮分子结构可以与钙钛矿材料的前驱体相互作用,它的羰基官能团还可对钙钛矿结晶产生调控作用,但难点在于从微观结构发现其作用机理。

后来,团队在查阅资料时了解到,国外有团队在钙钛矿理论的探究与作用机制的模拟方面做了很多有指导意义的工作,也许可以解决上述问题。于是,胡林华邀请相关研究团队加入,并进行了多次探讨及实验验证,最终发现两者之间形成的氢键起到了重大作用。

“实际工况稳定性是决定钙钛矿光伏技术能否走向应用的关键因素,而光伏组

据介绍,华翔量子创始人及核心团队在量子计算方向上有超过 20 年的深入研究,积累了丰富的经验及独特的技术与构想,特别是离子阱量子计算机架构设计,技术水平处在离子阱量子计算方向的国际最前沿,有望在未来持续实现离子阱量子计算机技术指标的快速提升。

“量子计算这个新兴行业方向具有重大战略意义及广泛的应用前景,同时华翔量子创始团队具备明显的技术优势,这些应该是资本较为看好的主要原因。”姚麟分析说,“就我们与投资基金接触的情况来看,他们比较关注的是企业的核心技术是否具有领先性、技术优势如何持续,以及核心技术所对应的产品是否有市场前景。”

本轮领投的高榕资本创始合伙人岳斌表示,高榕资本在计算机行业相关软硬件领域有广泛布局。这几年围绕大数据、人工智能、传感器、芯片领域的持续投资,让他们意识到数据量的激增对算力的需求巨大。

“当芯片工艺制程逐步向 1 纳米逼近时,量子效应的出现使得过去基于硅基体

件的实际使用环境更加复杂。”胡林华指出,“我们研究了高湿度条件下钙钛矿太阳能电池的稳定性问题,一定程度上推动了实验室钙钛矿太阳能电池在复杂环境条件下电池稳定性方面的研究。”

另外,这项研究也为封装后应对各种复杂环境的研究方向提供了指导意义。胡林华团队未来还会进行封装后的环境模拟实验,进一步研究相应的“自愈”效果。

这几年,钙钛矿的研究比较热门,每年都有不少研究论文在国际知名期刊发表。但胡林华团队却没有选择外刊,而是响应国家大力提升国内刊物影响力的倡导,选择了国内期刊。他说:“这篇论文的发表非常顺利,期刊编辑对我们的工作比较感兴趣,审稿人也提出了许多专业且具有指导意义的问题。”

投资人的观望

除了这篇文章提到的钙钛矿太阳能电池可实现一定湿度条件下自修复外,光照和温度等条件下的稳定性也非常重要,胡林华团队还将继续开展相关研究。

作为投资人,唐沛对钙钛矿太阳能电池稳定性的理解是,能不能在实际的户外工作条件下达到足够长的发电时间。他指出:“目前钙钛矿太阳能电池的各个技术路线都有潜力,此领域有出现颠覆性创新的可能,但电池的实际稳定性还需要进一步示范验证。”

唐沛表示,市场上也有不少钙钛矿太阳能电池的投资机会,但真正出手的投资人并不多。关注此领域的投资人应该对此类颠覆性创新项目的投资周期有一定认识,并且对此领域快速的技术进步

系所建立起来的技术体系面临失效的风险。”岳斌说,“这时,基于量子体系所构建的量子计算机研发就变得更为紧迫。”

在他看来,段路明所领导的团队是国内离子阱这条路线上最具研发实力的团队。“高榕有幸能够支持这样一支仰望星空、脚踏实地的团队。我们期待在段路明教授的带领下,基于离子阱方案的通用量子计算机在可操控离子数量和算法上能够不断取得突破,引领国际量子计算机的发展,并早日将量子计算机推向应用。”他告诉《中国科学报》。

以技术优势解决应用难题

姚麟告诉《中国科学报》,相比于其他用于实现量子计算的物理系统,离子阱系统相干时间长、编程控制方便、连通性好的优点利于将量子计算机规模化。而且,离子阱量子计算机的造价显著低于其他几种物理体系的量子计算系统,从商业化应用角度来看具有明显的成本优势。

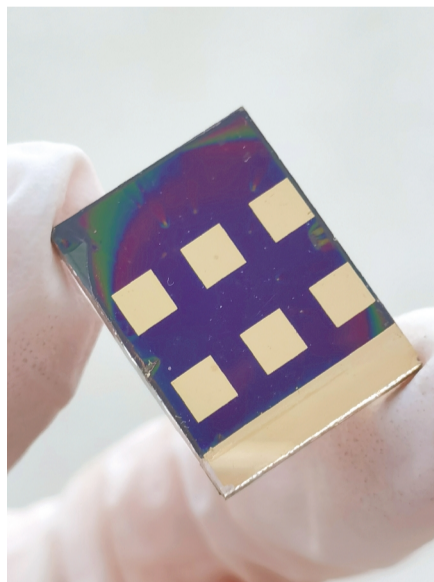
姚麟坦言,作为颠覆性新兴行业,虽然从长期来看,量子计算事关国家核心竞争力,但就短期而言,其应用市场仍具有较大的不确定性。因此,如何和产业链上下游企业一起探索利用量子计算的优势去解决相关应用问题,是华翔量子首要解决的难题。

“公司计划在近期先实现约 30 至 60 量子比特规模的离子阱量子计算与量子模拟,同时加大投入研发 100 至 200 个量子比特规模的量子计算机,并基于其提供远超经典超算模拟能力的量子计算云服务及量子计算机整机销售。”姚麟说。

他透露,完成首轮融资后,华翔量子将吸引更多高水平人才加入新技术团队,打造出在技术指标上具有领先优势的样机及产品,并加速产品的生产和迭代,助力量子计算实现更多的应用场景落地,并赋能新药研发、科学研究、工业生产、大数据、金融行业等领域。

未来华翔量子要解决的主要问题是,将先进的技术储备进行转化,实现模块化、标准化、规模化的量子计算机,并在此基础上不断研发升级,以满足相关商业、研究等需求。此外,除量子计算机整机外,华翔量子将提供量子云平台的访问,使用户可以方便地获取量子计算算力。

姚麟也希望,有关部门能够采取灵活的政策,鼓励相关企业应用量子计算机,解决其研发和生产中遇到的实际问题,共同推动量子计算应用生态圈的建设。



实验室展示的钙钛矿太阳能电池 受访者供图

足够敏感。

胡林华团队现阶段主要的技术攻关集中于高效稳定性、大面积制备和无毒化器件等。谈及钙钛矿太阳能电池未来的应用,他表示,这几年的研究已取得一些成果,还需要进一步开展重点攻关,这也是产业化必经之路。

“只有以上问题都逐一解决,产业化才能实现。”胡林华期待团队的实验现象及原理发现能为钙钛矿太阳能电池产业化提供指导。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jchem.2021.10.029>

本报(记者郑金武)普华永道日前发布的 Money Tree TM 报告显示,随着 2021 年疫情防控常态化和经济的复苏,监管层出台多项政策引导私募创投投资市场规范化,国家在货币政策和财政政策方面逐渐放松,加上活跃资本市场的加持,中国的科技、媒体及通信(TMT)行业的私募及创投(PE/VC)市场在 2021 年整体比较活跃。

报告显示,2021 年上半年,PE/VC 在 TMT 行业的投资数量和投资金额小幅回落,下半年则实现大幅反弹,创下自 2018 年下半年以来的新高。2021 年上半年 TMT 行业的投资数量共计 1792 起,环比下降 13%;下半年投资数量则达到 2162 起,环比上升 21%。

根据已披露投资金额的投资项目,2021 年上半年 TMT 行业投资金额为 334.79 亿美元,环比减少 3%;下半年为 425.54 亿美元,环比增加 27%。2021 年 TMT 行业延续大额投资趋势,上半年单笔过亿投资的数量共 64 起,环比上升 16%,下半年出现了 73 笔过亿投资项目,环比上升 14%。大额投资仍主要集中在国家重点扶持的半导体行业及 IT 服务业。

“在市场大环境的带动下以及国家对 TMT 行业,特别是科技创新企业的持续扶持下,TMT 行业的投资依然火热,其变动趋势与总体行业基本一致。”普华永道中国内地 TMT 行业主管合伙人高建斌分析道,“随着市场对‘碳中和’、能源行业的追捧,TMT 行业投资占总体行业投资的占比有所下降。但总体而言,TMT 依然是各行业中比较活跃、资本比较青睐的行业。”

在 TMT 的各子行业中,科技行业的投资热度持续增长,稳坐子行业第一的位置。2021 年上半年,科技行业投资金额占 TMT 行业总投资金额的 59%,下半年这一比例上升到 71%。科技行业中半导体行业和 IT 服务业最受市场追捧。但受行业监管加强的影响,随着数据安全法和个人信息保护

法的出台和生效,资本对互联网行业的投资降温。

普华永道中国审计业务合伙人刘雨鸥表示:“得益于国家对于科技创新,特别是‘卡脖子’领域的大力持续支持,半导体、5G 建设、大数据中心、人工智能、物联网中心及上下游产业链仍为投资热点。”

此外,资本市场持续活跃,在国内科创板及创业板的带动下,随着新三板的深化改革以及北京证券交易所的设立,下半年 IPO 退出数量环比小幅上升 4%。未来随着国家对资本市场注册制改革的持续推动,预计越来越多的国内企业会选择在国内资本市场上。

普华永道中国北方区审计市场主管合伙人张翌展望说,国家持续高度重视半导体、芯片及集成电路产业;同时,随着新基建各项政策的不断深化,“十四五”规划强化科技战略支撑,协同推进科技创新、产业创新和数字化转型,资本加速布局半导体、5G 基建、工业互联网、人工智能等行业趋势显著。

“2021 年‘元宇宙’概念火热,带动科技、人工智能、游戏等行业的发展。随着国内资本市场注册制度的细化和完善,北京证券交易所的开业,国内资本市场繁荣发展,未来 TMT 行业的表现更加值得期待。”张翌表示。

我国科技领域创投呈现向好趋势

报告显示 2021 年中国 TMT 行业实现整体复苏

风向标

科创板做市商制度落地在即

5 月 13 日,证监会发布《证券公司科创板股票做市交易业务试点规定》(以下简称《规定》),对科创板做市商准入条件与程序、内部管控、风险监测监控、监管执法等方面作出规定。《规定》发布后,符合条件的证券公司可以按照要求向证监会申请科创板股票做市交易业务试点资格。

同日,按照《规定》要求,上海证券交易所起草了《上海证券交易所科创板股票做市交易业务实施细则(征求意见稿)》和《上海证券交易所证券交易业务指南第 X 号——科创板股票做市(征求意见稿)》并公开征求意见,对科创板做市交易业务作出更加具体化的交易和监管安排。

一是明确做市服务申请与终止。科创板股票做市服务申请采用备案制,鼓励具备做市交易业务资格的保荐机构或者实际控制该保荐机构的证券公司在持续督导期间为其保荐的科创板股票提供做市服务。

二是明确做市商权利与义务。做市商应使用自有资金,通过专用证券账户开展做市交易业务,向市场提供买卖双向报价,遵守权益变动披露及短线交易等相关规定。对于积极履行做市义务的做市商,将适当给予交易费用减免或激励。

三是明确做市商风险管理和内部控制要求。做市商应当建立风险防范与业务隔离机制,健全内部控制和风险管理,设置定期压力测试机制,确保合规有序开展做市交易业务。

上海交易所表示,在竞价交易的基础上引入做市商机制,有助于增加市场买卖深度,一定程度上降低大单交易对市场的冲击,提升市场稳定性,减小市场买卖价差,降低投资者交易成本。

做市商制度,是一种市场交易制度,由具备一定实力和信誉的法人充当做市商,不断地向投资者提供买卖价格,并按其提供的价格接受投资者的买卖要求,以其自有资金和证券与投资者进行交易,从而为市场提供即时性和流动性,并通过买卖价差实现一定利润。

国家发改委规划建设 4.5 亿千瓦大型风电光伏基地

目前正在抓紧前期工作,加快构建新能源供给消纳体系。要提高煤炭清洁高效利用水平,供电煤耗超过 300 克/千瓦时的煤电机组要全部实施改造升级。需要强调的是,富煤、贫油、少气是我国的基本国情,传统能源的逐步退出必须在新能源安全可靠替代的基础上,坚持先立后破,实现安全降碳。

(李惠钰整理)