



主办:中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会

总第 8902 期 2025 年 12 月 24 日 星期三 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.science.net.cn

“力箭一号”：

加快我国商业火箭发射“航班化”步伐

■本报记者 倪思洁

84 颗卫星、超 11 吨载荷,这是“力箭一号”交出的最新“成绩单”。

12 月 10 日,“力箭一号遥十一”运载火箭,采用“一箭 9 星”方式,圆满完成发射任务,其中,包含埃及、尼泊尔、阿联酋的 3 颗国际卫星。至此,它已将 84 颗卫星精准送入预定轨道,入轨载荷总质量超 11 吨。

作为中国科学院“十四五”重大项目之一,2022 年 7 月 27 日,由中科院力学研究所(以下简称力学所)抓总研制的“力箭一号”火箭首飞成功。如今,它像一架通往外太空的“航班”,帮助国内外的卫星去往它们想去的地方。

让卫星以最经济的方式上天

回想立项之初,中国科学院之所以下定决心支持“力箭一号”固体运载火箭项目,与我国很多新卫星、新技术“上天难”有关。一直以来,国内卫星发射机构大多有固定的用户,能够进入太空的卫星也主要面向气象、遥感等应用目标。而中国科学院有很多非应用方向的新卫星项目,且研发出了很多有待进入太空验证的新航天技术。

力学所可重复火箭实验室主任杨毅强曾带队做过调研,他们测算,“十四五”期间我国遥感卫星、科学实验卫星等微小卫星发射需求将明显增加,这些卫星的重量通常在几十公斤至两三百公斤之间。即使借助国内商业航天的力量,这些需求也难以得到满足。

火箭是卫星进入太空的唯一载具。中科院开始考虑研制一枚面向商业市场的火箭,让卫星以最经济、便捷的方式上天。

“我们要在降低成本的前提下,实现吨级运载能力,让我们国家的火箭实现快速、远程支持和一键式发射,具备在线容错等功能,达到世界先进水平。”力学所党委书记刘桂菊说。

在“力箭一号”研制之初,杨毅强就明确了设计理念——“简单即可靠”。“我们要将火箭设计向集成化、通用化、模块化方向发展,通过对飞控软件进行优化,减少箭体上的零部件。”杨毅强说。

但要想实现这种“简单”,本身就不是一件简单的事。对于“力箭一号”的科研团队来说,他们要攻克的是一道道挑战传统研发思维、研制方法的难题。

打破传统,合力攻关

从开始研制到 2022 年首飞成功,科研团队攻克了 6 项重大关键技术、13 项国内首次使用的



“力箭一号”火箭。 力学所供图

3 年,84 颗,超 11 吨

2022 年 4 月 20 日,酒泉卫星发射中心,装载着“力箭一号”的运输车徐徐驶向 130 号工位。

中国科学院“力箭一号”试验队正式入驻戈壁滩,运载试验队、卫星试验队、载荷试验队队员将在这里完成“力箭一号”首飞前最后的准备工作。

“用必胜的信念迎接试验任务的圆满成功。”刘桂菊一次又一次叮嘱试验队,把问题想在前面,不带隐患上天。

2022 年 7 月 27 日 12 时 12 分,“力箭一号”采用“一箭 6 星”方式,成功将 6 颗卫星送入预定轨道。从此,“力箭一号”的名字传遍海内外。

“目前,‘力箭一号’是中小卫星发射的优先选择。它主要用于太阳同步轨道和其他近地轨道中小型航天器的单星和多星组合发射,以及临近空间高超声速飞行器的助推发射,入轨精度达公里级,可适应陆地和海上发射,发射费用是 6 万元 / 公斤,签订合同后 6 个月发射,发射周期工作周期 7 天。”杨毅强说。

2023 年 6 月 7 日 12 时 10 分,“力箭一号”又一次在酒泉卫星发射中心成功发射升空。这次,它采取“一箭 26 星”方式,将搭载的卫星送入预定轨道,刷新了当时我国一箭多星的最高纪录。

2024 年 1 月 23 日 12 时 03 分,还是在酒泉卫星发射中心,“力箭一号”再次送 5 颗用于科学的研究、空间探测、环境普查等领域的卫星入轨。

截至 2025 年 12 月 10 日,“力箭一号”已将 84 颗卫星精准送入预定轨道。

在杨毅强看来,“力箭一号”已经成为我国商业航天主力火箭之一,其技术状态成熟度和可靠性不断提升,将加快我国商业运载火箭“航班化”发射步伐。

如今,“力箭一号”研制者正在开展火箭回收技术研究等相关工作,进一步开拓商业航天的价值。“火箭回收技术是目前实现太空旅游需要突破的核心技术。不久的将来,中国有望开展太空旅游。”杨毅强相信,太空旅游将为中国商业航天带来新的发展机遇。

对于杨毅强等“力箭一号”研制者来说,84 颗卫星、超 11 吨载荷的“成绩单”不是“力箭一号”的终点,而是中国航天技术创新、中国商业航天发展的新起点。



全国首个开放式
机器人租赁平台在沪上线

12 月 22 日,全国机器人租赁生态峰会在上海举行,全国首个开放式机器人租赁平台“擎天租”在会上发布。该平台目前已覆盖全国 50 个核心城市、超 600 家服务商,提供多个品牌、多种型号的机器人租赁服务。

图为一个女孩与人形机器人共舞。

图片来源:汤彦俊 / 中新社 / 视觉中国

CERN 将获 10 亿美元私人捐赠,用于下一代粒子对撞机



本报讯 据《科学》报道,位于瑞士日内瓦的欧洲核子研究中心(CERN)近日首次获得 8.6 亿欧元(约 10 亿美元)的私人捐赠承诺,用于建设未来环形对撞机(FCC)。该项目尚未获得 CERN 成员国批准,其建造成本预计不少于 160 亿欧元。

这笔捐赠资金将来自一个团体,其中包括突破基金会、埃里克和温迪·施密特战略创新基

金,以及企业家 John Elkann 和 Xavier Niel。突破基金会由以色列互联网企业家 Yuri Milner 资助,而埃里克和温迪·施密特战略创新基金由谷歌前总裁埃里克·施密特夫妇创建。Elkann 是意大利阿涅利商业家族的领袖,Niel 则是法国电信和媒体业的领导者。美国芝加哥大学名誉教授 Michael Turner 说:“慈善事业在美国的基础研究中扮演着越来越重要的角色,如今在欧洲也是如此。”

为建造 FCC,CERN 需要在瑞士与法国边境地下挖掘一条 91 公里长的隧道,并安装一个加速器,以产生反向旋转电子束及其反物质孪生体——正电子。这些粒子的对撞将产生希格

斯玻色子。

2012 年,希格斯玻色子通过 CERN 的大型强子对撞机(LHC)被发现,该对撞机的建造成本约 50 亿美元。LHC 使用的质子对撞会产生大量复杂的粒子衰变,使得研究希格斯粒子特性变得困难。而 FCC 将成为“希格斯工厂”,通过对撞产生大量希格斯玻色子。Turner 指出,FCC 是“理解希格斯玻色子深层奥秘及其对粒子物理学和宇宙学影响的关键一步”。

FCC 预计将于 2040 年左右投入运行。CERN 理事会有望在 2028 年决定是否推进该项目。(李木子)

“越纠越对”,我国在量子纠错领域实现里程碑式突破

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学(以下简称中国科大)教授潘建伟、朱晓波、彭承志和副教授陈福升等基于超导量子处理器“祖冲之 3.2 号”,在码距为 7 的表面码上实现了低于纠错阈值的量子纠错,演示了逻辑错误率随码距增加而显著下降。这一成果使得我国成功实现“越纠越对”的目标,是里程碑式的突破;同时也开辟了一条较美国谷歌公司更为高效的“全微波控制”新路径,为未来大规模容错量子计算奠定关键技术基础。12 月 22 日,该成果以封面论文和“编辑推荐”形式发表于《物理评论快报》。

实现容错通用量子计算机的必要条件是通过量子纠错抑制量子比特的错误率以达到大规模集成的要求。表面码是目前最成熟的量子纠错方案之一,通过表面码将多个物理量子比特编码成一个逻辑量子比特,原理上,随着物理比特数目(即码距)的增加,逻辑比特的错误率能够不断降低。

然而,量子纠错需要引入大量额外的量子比特和量子门操作,导致产生更多的噪声源和错误通道。如果物理量子比特的原始错误率过高,增大纠错码带来的额外错误反而会淹没纠错带来的收益,导致“越纠越错”。在所有错误类型中,“泄漏错误”尤为致命。随着系统规模扩大,泄漏错误的累积效应成为阻碍纠错性能提升的主要瓶颈。

因此,全球量子纠错研究的焦点在于不断降低物理比特的各类错误水平,特别是抑制泄漏错误,使系统的整体操控精度突破“纠错阈值”。只有跨越这一阈值,量子纠错才能产生正向净收益,达到“越纠越对”的理想效果。实现

“低于阈值”的量子纠错,因此成为衡量量子计算系统能否从实验室原型走向实用化的关键分水岭。

中国科大超导量子计算研究团队 2022 年率先实现码距为 3 的表面码逻辑量子比特,首次验证了表面码方案的可行性。2023 年,谷歌实现了码距为 5 的表面码纠错。但受限于当时较高的物理量子比特各类错误水平,以上工作都未能真正突破纠错阈值。

今年 2 月,谷歌团队利用其“垂柳”处理器,开发了一种基于直流脉冲的量子态泄漏抑制方法,在码距为 7 的表面上实现了低于阈值的逻辑比特。然而,该技术路线对量子处理器的芯片架构施加了较多约束。同时,随着量子比特数扩展,这种方案在极低温环境下需要复杂的布线,硬件资源开销极大。

近日,中国科大团队基于 107 比特“祖冲之 3.2 号”处理器,提出并成功实践了一种全新的“全微波量子态泄漏抑制架构”。在“祖冲之 3.2 号”处理器本身具备的高精度单双比特门操作、长相干时间等优异性能基础上,研究团队结合全微波量子态泄漏抑制架构,实现了码距为 7 的表面码逻辑量子比特。结果显示,逻辑错误率随码距增加显著下降,错误抑制因子达到 1.4,证明了系统已工作在纠错阈值之下,成功实现了“越纠越对”的目标。同时,全微波量子态泄漏抑制架构具有天然的频分复用特性,在硬件效率和扩展性上较谷歌的技术路线具有显著优势,为未来构建百万比特级量子计算机提供了一种更具优势的解决方案。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/rqkg-dw31>

国家超算互联网 科学计算智能体发布

本报讯(记者赵广立)12 月 23 日,国家超算互联网在天津举办活动,正式发布国家超算互联网科学计算智能体。

据介绍,国家超算互联网科学计算智能体通过自然语言交互,可自动完成科研任务的问题拆解、算力资源调度、计算软件调用、结果分析与报告生成,将传统模式下需 1 天完成的工作缩短至 1 小时左右,并覆盖近百个高频科研计算场景,涵盖和支持三大学科和数十款计算软件。同时,依托超算互联网人工智能社区“智能体广场”与知识库体系,超算互联网科学计算智能体可构建 120 余个行业知识库,覆盖人工智能、科学智能、工业仿真、材料科学等七大应用场景,可大幅降低科学计算的使用门槛、提升科研效率。

中国科学院院士、超算互联网总体专家组组长钱德沛指出,科学研究正处于从计算科学

向智能科学演进的关键阶段,科学计算智能体的出现与发展,有助于整合分散的算力、工具链和知识资源,为科研人员提供更加高效、普惠的创新支持。

国家高性能计算机工程技术研究中心副主任曹振南在会上表示,超算互联网科学计算智能体与一体化算力网络的结合,有望系统性提升科研效率与创新质量,为我国在关键领域实现原创突破提供持续动能。当前,人工智能正深刻重塑科学研究所和工程创新模式。随着科学智能的深入发展,科研活动对算力的需求持续增长,也对算力的组织、调度与应用方式提出了更高要求。在此背景下,国家超算互联网不断深化算力网络与人工智能的融合创新,致力于将超算互联网平台升级为具备多行业知识体系的“超级科学智能大脑”。

建设强流离子加速器 加速抢占核科技制高点

■胡正国

党的二十届四中全会再次强调了科技创新的核心地位,作为国家战略科技力量主力军组成部分的中国科学院近代物理研究所(以下简称近代物理所),深感责任重大、使命光荣。围绕“十五五”时期经济社会发展的主要目标,近代物理所将党的二十届四中全会精神细化落实到科研任务和管理举措中,力求见行见效。

我们深入学习党的二十届四中全会精神,按照国家关于科技创新的中长期规划和重大部署,围绕抢占科技制高点核心任务,通过研究制定“十五五”规划、召开创新研讨会、抓细抓实“三项制度”等,策划部署、争取承担各类重大科技任务,构建定位清晰、梯队衔接、协同推进的科研任务体系,在主攻方向和战略重点上进一步聚焦。在加速器驱动的先进核能、重离子治疗等前沿领域,加强顶层设计和系统布局,着力提升建制化研究能力;瞄准合成 119、120 号新元素,力争实现我国新元素合成“零”的突破;积极推进新一代普惠型重离子精准放疗装置的研发与推广;推动研制的核孔膜起黑材料实现首个应用,满足我国对高性能超黑材料的重大需求。

按照党的二十届四中全会提出的“要加强原始创新和关键核心技术攻关”的要求,近代物理所持续发扬协力攻关传统,在核物理基础研究、全国重点实验室运行、国家重大科技基础设施建设中,以问题为导向梳理关键核心技术清单,在实行跨团队、跨中心协同攻关方面进一步发力。比如,强流重离子加速器装置是目前国际上规模最大、功能最全的重离子加速器,我们在其工程建设中克服了前所未有的困难,目前该装置已成功调试出来。再如,国际首台第四代电子回旋共振离子源研制成功,低能量强流高电荷态重离子研究装置顺利通过验收。我们还建成了毫安级连续波强流超导直线加速器,攻克了非谐振超快直线加速真空、电源、高频核心技术,实现了国际上最快的非谐振加速速率。

近代物理所以提升创新效能为目标,以落实“三项制度”为契机,探索符合科研规律的管理模式和运行机制。在科研项目申报管理方面,我们健全制度、优化流程,取得明显

成效,下一步还要动态优化改进。在完善人才评价与激励方面,我们“引育用”并举,推出一揽子计划,激发创新活力。在创新文化建设方面,以杨澄中重离子加速器科技攻关突击队、攻坚堡垒、临时党支部等为平台,加强党支部科技战斗堡垒建设,让党旗在攻坚高地和项目一线高高飘扬。

面向“十五五”,近代物理所将以党的二十届四中全会精神为强大思想武器和行动指南,在抢占科技制高点的征程中奋发有为。

首先,近代物理所坚持和加强党对科技工作的全面领导,持续强化党委自身建设,不断提升履职能力;树牢大抓支部意识,推动全面从严治党不断向基层延伸。统筹考虑科研单元负责人选聘与支部换届工作,选举年轻科研中心负责人担任支部书记,实现“党建负责人”与“学术带头人”身份合一;由实验室主任担任支部委员,打通部门、专业,落实“四同”通道。

其次,近代物理所实施人才强所战略,既积极引进海内外顶尖人才和青年才俊,也注重搭建利于青年科技人才脱颖而出的平台。我们将重大科技任务作为人才培养“主战场”,以重大项目、全国重点实验室、国家重大科技基础设施等为“练兵台”,构建“战略科学家+科技领军人才+青年创新骨干”的人才梯队。

再次,近代物理所坚持秉持开放合作态度,加强与国内外高校、科研机构的交流合作,构建产学研深度融合的创新联合体。特别是在重离子应用、先进核能等领域,加强与行业部门和重点区域合作,共同梳理国家重大科技需求并协同攻关,为培育发展新质生产力提供有力的科技支撑。

最后,近代物理所持续健全创新机制、弘扬科学家精神,引领鼓励科研人员努力产出更多“从 0 到 1”的原创性成果,不断提升核心竞争力。

近代物理所牢记作为“国家队”“国家人”的职责使命,以“抢”的精神、“高”的标准,勇担新使命,展现新作为,将党的二十届四中全会精神落实到加快抢占科技制高点的具体实践中!

(作者系中国科学院近代物理研究所党委书记、副所长)

学习贯彻党的二十届四中全会精神