



郭光灿

近些年,量子科技太“火”了。最火那阵儿,市场上冒出各种奇怪的东西——量子水、量子鞋垫、量子眼镜、量子速读、量子医学……仿佛“一切皆可量子”。如此啼笑皆非的现象,总让这位81岁的中国科学院院士恍若隔世——中国量子科学曾经有多冷,他是有切身体验的。

1980到2000年这20年,是中国量子学科发展的“冰期”。那时,郭光灿先后投身量子光学和量子信息研究,是妥妥的学术圈“少数派”。尽管一连18年苦坐“冷板凳”,他也从没打过退堂鼓。



燃星星之火,成燎原之势

终于,“973”项目的申报传来好消息。

2000年,郭光灿第四次申请,拿到了中国量子信息领域第一个“973”项目。这一年,郭光灿58岁,已经在量子研究的冷板凳上坐了18年。

为量子科研“化缘”18年

——记中国科学院院士郭光灿

□赵广立

异国他乡的约定

郭光灿迄今的人生刚好可以分成两段,41岁前和41岁后——命运的齿轮,在他41岁那年开始转动。

1983年,郭光灿41岁。这一年,他参加了在美国罗切斯特大学召开的第五届国际量子光学会议。原本做激光器件研究的他,在1981年出国留学加拿大之前,和量子光学结了缘。他摸索出一条理论研究的新路——用量子力学去研究光学。

但彼时国内由于经典和半经典激光的理论研究已经相对完备,他转做量子光学,听到的几乎都是反对声和质疑声。尽管如此,他对量子光学的好奇心反而更强了。

在加拿大多伦多大学留学期间,郭光灿才发现,在国内不被认可的量子光学研究已经落后国外20年了。第五届国际量子光学会议只有8个中国人参加。彼时8个年轻人意气风发,决心回国之后共同推进中国量子光学学科的发展,并约定谁先回国谁就先组织队伍。

苦耕科研 愈挫愈勇

回到中国科学技术大学(以下简称中国科大)的郭光灿感到使命在肩,第二年,他就想通过举办学术会议扩大影响。他听说,中国光

学学会激光专业委员会要在安徽滁州开会。机会来了!

他找到激光专业委员会主任邓锡铭说:“我们想开一个量子光学会议,但没资质,能不能‘寄生’在你们的会议中间,开一个‘小会’?”

经过一番软磨硬泡,邓锡铭勉强同意。郭光灿又找到时任中国科大教务长尹鸿钧。这次郭光灿运气不错,物理专业出身的尹鸿钧十分支持他,特批2000元会议费。

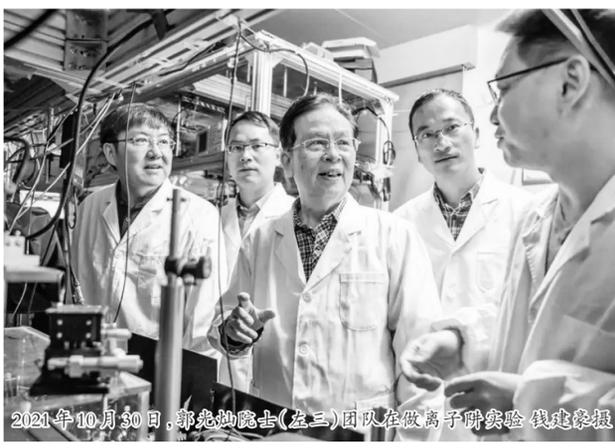
这个会议自1984年起被延续下来。也是从那年开始,郭光灿开始在研究生课程中开设“量子光学”,并自己动手编撰教材。

20世纪90年代初,作为一个已相对完善的基础学科,量子光学的理论研究已经不能满足郭光灿了。一次阅读文献,“量子信息”一词让他眼前一亮。

可他和团队连“经典信息”都不清楚,谈何“量子信息”?于是他请来中国科大信息学院教授朱世康,给团队开“信息论补习班”,从“0101”开始讲解编码等信息理论。

整个团队“啃”了3个多月教材,功夫不负有心人,结合“量子”和“信息”,他们很快找到题目——量子编码。

郭光灿把这个题目布置给了段路明——这是他在讲授本科光学课上发掘的苗子,收在自己课题组读



2021年10月30日,郭光灿院士(左三)团队在做量子研究实验 钱建豪摄

研。当时所做的编码,其量子比特是独立的消相干。郭光灿说:“我们来一个集体消相干会怎样?”

他们把不会消相干的特殊量子态称为“无消相干子空间”,只在需要的时候再把会消相干的量子编码到这个态上,以避免出错,称之为“量子避错编码”。“量子避错编码”成为世界上3种不同编码原理之一。1997年,郭光灿和段路明把这一成果发表在《物理评论快报》(PRL)上,这是中国科学家最早在量子信息领域的显著成果。

一次,郭光灿在组会上分享最近的前沿动态时,介绍了量子

克隆。

一个量子信息不能克隆出两个一模一样的量子信息,这被叫作“量子不可克隆”。克隆不成功也可以,一个克隆成两个,跟原来的相似程度叫“保真度”。保真度小于1,就不一样;保真度等于1,就完全一样。

“我们就提出一个新的克隆原理。克隆机成功克隆一个信息,留下来;不成功的丢掉,成功的最大效率是多少?”

段路明和郭光灿算出来了这个极限,并命名为“段-郭界限”。这个界限不可逾越,否则违背量子力

学。这是他们发表在PRL的第二篇高水平文章。

尽管郭光灿研究组在国际量子信息领域逐渐崭露头角,但毕竟圈子太小、影响力有限,在国内也很难引发关注和重视。他想赶紧做出一些“动静大一些”的成果来,好让人们“尽快见识量子信息的厉害”。

话虽豪气,但筹集实验研究经费跟他做量子理论研究时四处“化缘”拿到的,完全不是一个量级。郭光灿“找钱”还面临一个现实难题,量子相关研究过于超前,国内对“量子信息”的争议很大,觉得“不靠谱”,甚至认为是“伪科学”。

面对质疑,郭光灿嘴上忙着解释,心里也跟着着急。因此,当1997年面向国家重大战略需求的基础研究重大项目计划——“973”计划被提出时,郭光灿立刻觉得机会又来了。郭光灿立即填表申报。他一笔一画绘制着心中中国量子信息大厦的草图。然而,连续3年,他乘兴而来,铩羽而归。

但是,郭光灿不肯放弃任何可能的机会。

1998年的大年二十九,他应中国科学院院士郑厚植之约,从合肥赶赴北京开研讨会。从事低维量子结构物理研究的郑厚植听说他也在申报量子方面的“973”项目,看看几队人马能不能“合兵一处”,提高申报成功率。

当时的评审组组长是我国著名的理论物理和粒子物理学家周光召,他对郭光灿的答辩内容十分认可。这次答辩,评委对量子信息项目一致通过。

“973”项目有2500万元经费。拿到“巨款”后,郭光灿想,要在国内把整个领域带起来!一要确保量子信息学布局合理,二要确保各个重要方向后继有人。基于这两条原则,他把国内“想做的、有可能做的”主要团队都聚拢起来。

1个“973”项目,8个课题,十几家单位,50多位研究人员,包含中国科大、清华、北大,中国科学院的物理所、半导体所、上海光学精密所、武汉物数所……已有的、正筹建的,他全都拉进了队伍。

5年后项目结题,成绩斐然。该项目不仅冒出一批研究成果,更在国内建立了若干量子信息科研阵地,尤其是培养了一批具有开拓创新能力的科研队伍。该项目中的若干名课题组长和项目骨干后来都成为院士,其后成为“973”项目首席的也有十人。

这是中国量子信息实现由“从0到1”向“1到100”发展的一个转折点。郭光灿说,现如今中国能够在量子信息领域处于第一梯队,跟国家在2001年就开始从国家层面予以支持密不可分。

“有钱”之后,郭光灿逐渐将重点放在培养学生上。很多人说他眼光很毒,“发掘一个培养一个,培养一个成一个。”他苦过自己,也苦过家人,但他敢拍着胸脯说,自己从没错过团队里的年轻人。

“这是我80岁以后,一想到就会很开心的事。我有幸抓住了这样一个新兴学科,让它在中国后继有人,我完成了历史使命。”郭光灿半开玩笑地说,“我现在已经是老头子了,可以‘在丛中笑’了,对不对?”

(据《中国科学报》,有删节)

从神五到神十七,我国载人航天事业实现跨越式发展

科技大观

□刘诗瑶

苍茫大漠,胡杨挺立。2023年10月26日,神舟十七号航天员乘组从酒泉卫星发射中心载人航天发射场出发奔赴“天宫”。20年前,也是在这样一个金秋时节,浩瀚宇宙迎来了首位中国访客——航天员杨利伟乘坐神舟五号载人飞船遨游太空21小时23分钟。

从神五到神十七,从首次太空飞行到长期驻守空间站,20年间,我国载人航天事业实现了跨越式发展,取得了举世瞩目的成就。

◆神舟载人飞船变得更智能、更舒适

神舟载人飞船被称为太空“生命之舟”,是我国目前唯一一型天地往返的载人航天器,直接保障着航天员的人身安全。在完成神舟一号到神舟四号的4次无人飞行任务后,2003年10月15日,我国首位航天员杨利伟乘坐神舟五号载人飞船顺利进入太空,中华民族从此飞天梦圆。

之后,神舟飞船不断刷新飞天纪录。神舟六号飞船搭载2名航天员遨游太空,神舟七号飞船搭载3名航天员并实现了首次空间出舱活动,神舟八号无人飞船和天宫一号实现自动交会对接,神舟九号飞船搭载3名航天员并实现了手控交会对接。

进入新时代,将3名航天员送上太空的神舟十号飞船实现了与天宫一号交会对接,完成载人天地往返运输系统首次应用性飞行。神舟十一号飞船搭载2名航天员,在太空飞行长达30天,为中国空间站建造运营和航天员长期驻留奠定了坚实的基础。

空间站阶段任务开启后,神舟十二号、神舟十三号、神舟十四号、神舟十五号飞船承担了我国空间站关键技术验证阶段和建造阶段的载人飞行任务。从神舟十六号飞船开始,神舟十七号等后续神舟飞船,则担起空间站应用与发展阶段往中国空间站送客的职责。

由独立飞行到停靠“天宫”空间实验室中期驻留,再到停靠“天宫”空间站长期驻留……梳理历次任务特点,不难发现,神舟飞船在性能和设计方面已有显著改进创新。

全力以赴支持任务开展是神舟飞船改进优化的首要原则。

神舟六号和神舟五号并没有太大区别,神舟七号飞船为了支持出

舱,轨道舱增加了可供航天员出舱的气闸舱功能。神舟八号600多套(套)设备,一半以上的技术状态发生变化,是为了改进后让飞船具备自动和手动交会对接功能。

神舟十二号任务时,为了满足神舟飞船长期停靠空间站期间具备随时返回的能力,神舟团队通过对返回轨道策略及制导算法改进优化,使神舟飞船具备从不同轨道高度返回地球的能力。在此之前,飞船都是从固定的轨道返回地球。

提高安全性和舒适性是神舟飞船改进优化的基本方向。

从神舟一号开始,载人飞船就是按搭载3人要求设计,但满载3人的情景直到神舟七号任务时才实现。同样的一艘飞船,提供给3名航天员和1名航天员的有效供给显然不同,满载时对飞船本身空间、重量、功率等带来的影响也不一样。随着任务变化,设计人员必须根据实际情况对飞船进行改进,确保任务顺利完成。

中国航天科技集团五院专家介绍,为了适应新阶段新需求,神舟飞船研制周期由原来2至3年发射1艘,缩短至1年发射2艘。

◆载人航天技术向着更高层次不断跨越

天地往返、空间出舱和空间交会对接是载人航天重要的基础性关键技术。每一次神舟任务,并不是上一次任务的简单重复,而是向着更高层次不断跨越。

航天员出舱,就是这样一个标志技术突破的时刻。“我已出舱,感觉良好。神舟七号向全国人民、全世界人民问好。请祖国放心,我们坚决完成任务!”2008年9月27日,翟志刚率先开展出舱活动,中国航天员的身影首次进入茫茫太空,中国正式成为世界上第三个掌握出舱技术的国家。

13年后,2021年7月4日,神舟十二号航天员进行了中国空间站首次出舱活动,出舱作业达数小时。

在后续任务中,我国航天员出舱活动越来越频繁。神舟十三号任务,王亚平成为中国首位进行出舱活动的女航天员,迈出了中国女性舱外太空行走第一步。神舟十四号航天员在空间站成功搭建“天梯”,航天员蔡旭哲通过“天梯”实现了首次跨舱段舱外行走,成为第一个到

达中国空间站梦天舱外的人。神舟十五号航天员乘组完成了4次出舱活动,刷新了中国航天员单个乘组出舱活动纪录。

出舱时间拉长、出舱活动范围扩大、出舱人数变多,中国航天员“太空漫步”越来越从容。这离不开20年来一项项关键技术的突破,例如掌握了推进剂补加技术、破解了电源系统难题、研制出空间站机械臂、实现了在轨组装建造和在轨维修等。

就拿小小的一根安全绳来说,神舟七号航天员翟志刚使用的安全绳是固定长度,有效长度仅有1米多。在空间站建造任务中,这根绳子变成了10余米长的钢丝绳,而且能在狭小空间里进行上万次、重复性的有序缠绕。这根在太空中联结航天员和舱体的“生命线”,是我国科研人员不断攻关取得的成果,协助航天员完成行走范围更大、操作难度更高、安全要求更严格的出舱活动。

令世人惊叹的还有太空中多次实现“万里穿针”的航天器空间交会对接。

“不突破和掌握空间交会对接技术,建设空间站实验室、空间站的设想只能是空中楼阁。”在中国载人航天工程总设计师周建平看来,空间交会对接技术是当今航天领域最为复杂的技艺之一。

神舟八号无人飞船与天宫一号成功对接,标志着我国在突破和掌握空间交会对接技术上迈出了重要一步;神舟九号和天宫一号联手,圆满完成了我国首次载人交会对接任务;神舟十号任务再次充分验证交会对接技术;神舟十三号航天员乘组手控遥操作完成了天舟二号货运飞船与空间站组合体交会对接试验……掌握了空间交会对接技术,中国就有能力实现太空中人员和物资的可靠运送与补给。

伴随载人航天事业的发展,航天员的类型也更加丰富,包括了航天员驾驶员、航天飞行工程师和载荷专家等。前不久,中国空间站空间科学与应用项目申报系统正式开通,神舟十六号航天员、中国空间站首位载荷专家桂海潮在太空发出了一起到“天宫”做科学实验的邀请。未来,航天员选拔将更加开放。火箭朝着更可靠、更安全、更智

能的方向变化,支撑中国航天迈向太空的脚步走得更稳更远。守护航天员天地往返的“神箭”长征二号F运载火箭,用全胜的成绩完成从神舟一号到神舟十七号的全部发射任务。长征五号B运载火箭、长征七号火箭为空间站阶段各项任务圆满完成保驾护航。如今,新一代载人运载火箭长征十号也正在抓紧研制中。

◆载人航天成果应用越来越广泛

“造船为建站,建站为应用”,这是中国太空之家的重要使命。20年来,从较小规模的“神舟”轨道舱,到中等规模的“天宫”空间实验室,再到“天宫”空间站这个国家级太空实验室,在太空做科学实验的场地也不断升级扩容。中国空间站已安排在轨实施了100多个空间科学研究与应用项目,4000余项成果广泛应用于各行各业,国家太空实验室空间应用有序展开,成果转移转化成效显著。

20年来,拓展的不仅仅是空间实验场所,还有实验种类。空间站舱内可以部署25台科学实验柜,每台实验柜都是一个小型的太空实验室,可以支持开展单学科或多学科交叉的空间科学实验,整体达到国际先进水平。近几次任务,航天员乘组的重要职责之一就是“解锁”各类科学实验柜,在空间站进行流体物理、材料科学、燃烧科学等科学实验。

从2013年神舟十号任务期间的首次太空授课开始,“天宫课堂”也越来越精彩。授课内容更大了,从天宫实验室、空间站核心舱拓展到空间站问天舱、梦天舱;授课更流畅了,天地通信保障有力,神舟十三号任务时,数倍于5G网速的“太空宽带”支持天地互动;讲课教材更丰富了,航天员朱杨柱和桂海潮展示了众多梦天舱里的科学实验设备;授课方式更新颖了,神舟十四号航天员陈冬戴上混合现实眼镜,演示植物样品的采集操作……

回首飞天路,逐梦新征程。目前,新一代载人飞船、月面着陆器、载人月球车等均在研制建设,我国载人登月任务已全面启动。中国载人航天探索的脚步不会只停留在近地轨道,一定会飞得更稳、更远。

(据《人民日报》,有删节)

都说趣味相投的人能成为朋友。然而,科学家却语出惊人:只有具有相似体味的人,才更有可能成为朋友。换句话说,趣味相投远没有“气味”相似来得重要。一时间,众人哗然。难道真的要闻对了“味儿”才能成为朋友?

其实,一直以来就有因为一种味道爱上一个人的说法。“臭味相投”这个词也不是空穴来风,古文中“臭”通“嗅”,字面意思指“气味相同的人更合得来”。当然,相比味道而言,嗅觉的影响可能有点“隐形”,只是,对一个人的好感度取决于“闻起来怎样”,从科学的角度解释就十分合理了。

科研人员发现,自然界除了人类以外的陆生哺乳动物,会不断地嗅闻自己和对方的气味,这个举动就是为了判断谁是朋友谁是敌人。人类也会寻找和自己有相似气味的朋友。研究还假设,人类可能会通过闻自己和他人的气味,下意识评估两人的体味是否相似,由此判断他们之间能否相互兼容。

为了验证假设,科研人员收集了那些自称为“臭味相投”且性别相同的朋友样本。他们找到了20对实验对象,其中一半是男性,一半是女性,年龄都在22到39岁之间。研究人员让所有参与者都必须遵循一个严格的协议,包括避免刺激性食物,穿提供给他们自己的干净T恤,睡觉时远离自己的伴侣及宠物等。研究人员把研究对象穿过的T恤收集在密封袋中,用“电子鼻”进行测试,经过电子鼻的扫描和分析,研究人员发现,“臭味相投”的朋友之间的气味特征比非朋友之间更加相似。而事实上,他们在交换双方信息之前就产生了互为朋友的感觉。

当然,为了评估“电子鼻”的结果是否准确,研究人员还另外招募了专门闻气味的志愿者,并设计了一套测试来检查其结果的有效性。在其中一项测试中,志愿者尝试了三种气味,其中两种来自一对朋友,另一种来自与他们没有关系的人。结果是,志愿者成功地辨识出了那一对朋友的气味,排除了



『臭味相投』才能成朋友

□顾静怡

无关者的气味。不过,有人提出了质疑,成为朋友的人会不会花很多时间待在一起,有相似的体味塑造环境。为此,研究人员又设计了另一组测试,探讨气味能否预测两个从未见过面的人是否会“臭味相投”。他们招募了17个陌生人,让他们在一个叫做“镜子游戏”的测试中相互交流——每个人之间相隔半米,当然,他们能在不经意间闻到对方的气味。最后,根据电子鼻的测试结果发现,气味中化学成分对两个人之前就产生了互为朋友的感觉。

当然,为了评估“电子鼻”的结果是否准确,研究人员还另外招募了专门闻气味的志愿者,并设计了一套测试来检查其结果的有效性。在其中一项测试中,志愿者尝试了三种气味,其中两种来自一对朋友,另一种来自与他们没有关系的人。结果是,志愿者成功地辨识出了那一对朋友的气味,排除了