

中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

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 6732 期

国内统一刊号:CN11-0084
邮发代号:1-82

2017年2月22日 星期三 今日8版

官方微博 新浪: <http://weibo.com/kexuebao> 腾讯: <http://t.qq.com/kexueshibao>

www.sciencenet.cn

科学家建立非线性光学频率转换新方法

本报(记者黄辛)近日,记者从中科院上海光机所获悉,该所高功率激光物理联合实验室朱健强、刘德安研究团队在非线性的频率转换相关技术方面取得重要研究进展,提出并实验验证了新一类相位匹配方法——电压调谐相位匹配。相关研究成果发表于《物理评论快报》。

电压调谐相位匹配方法通过引入外电场,利用材料的线性光电效应实现相位匹配,以获得最大转换效率输出,从根本上克服了高功率激光系统中转换效率对角度、温度、波长变化敏感的问题,灵活精确地调控电光材料的折射率,进而拓展了传统非线性材料,甚至低双折射和各向同性材料在非线性的应用。

为了验证这一新方法,上海光机所研究团队设计了巧妙的原理验证实验,通过把线性光电效应和

光波非线性相互作用过程同时应用在单块 DKDP 晶体中,成功演示了利用线性光电效应对光波之间非线性相互作用过程的操控,证明了该方法的可行性与有效性。

“非线性光学频率转换技术极大提高了激光在不同领域中的实用性,并在许多学科中表现出显著的科研潜力。”朱健强表示,为获得高效的频率转换,相互作用的光波之间满足相位匹配是一个重要前提条件。由于材料存在色散,精确地补偿色散导致的相位失配是实现高频转换所面临的主要挑战,研究人员一直在尝试用不同的方法解决这一问题。

专家认为,上海光机所研究团队提出的电压调谐相位匹配方法,不仅为设计新颖的非线性光学器件提供了新的途径,也为进一步深入研究非线性光学相互作用提供了新的方向。

一项无法展示的先进技术

ADS 为处理处置核废料提前布局

■本报记者 陆琦

“太过先进,无法展示。”

近日,微信上一篇关于加速器驱动次临界系统(ADS)的文章引发热议。ADS是什么?到底有多先进,以至于无法展示?这项核能新技术靠谱吗?《中国科学报》记者带着这些问题采访了从事 ADS 研究的有关专家。

最具潜力的核废料嬗变装置

“因为这个新兴研究方向还不为人所知,才会弄出‘太过先进,无法展示’的争议话题。”中科院合肥物质科学研究院研究员史永谦迫不及待地给记者做起科普。

ADS 装置由强流质子加速器、重金属裂变靶和次临界反应堆三大分系统组成,其原理是利用加速器产生的高能质子轰击重金属靶,产生散裂中子,作为外中子源以驱动次临界反应堆,与次临界反应堆内的核燃料发生核反应,维持次临界反应堆的稳定运行。

史永谦告诉记者,目前国际上重点是利用 ADS 嬗变的作用。

核燃料使用到一定程度后需卸出,成为乏燃料。乏燃料的安全处理和处置是我国乃至国际核能界无法回避的重大问题,也是尚未解

决的世界性难题。

中科院合肥物质科学研究院研究员吴宜灿在《工程学》上撰文指出,由于 ADS 具有中子能谱硬、通量高、能量分布范围广、次临界核素嬗变和长寿命裂变产物能力强等特点,利用它对核废料进行嬗变处理,可大大降低核废料的放射性危害,实现核废料的无害化处置,同时可实现能量放大,提高核资源的利用率。

“ADS 的次临界反应堆还可以发电,等于将核废料变成了可以用于发电的核燃料,且发电后产生的废料可以相对安全地处理。”史永谦说。

据估算,2030 年核装机容量将达到 150—200 百万千瓦,届时乏燃料累积存量将达到 2.35 万吨左右。乏燃料特别是其中的长寿命高放射性核废料的安全处理处置,将成为影响我国核能可持续发展的瓶颈问题之一。

原子能院研究员朱庆福表示,作为国际上公认的最具潜力的核废料嬗变装置,ADS 将在我国核能大规模可持续发展的闭式燃料循环战略中发挥重要作用。

史永谦说,ADS 的发展路线图:第一阶段为原理验证阶段,即建立加速器驱动嬗变研究装置;第二阶段为技术验证阶段,即要建立加速器驱动嬗变示范装置;第三阶段为工业推广阶段。

同年,中科院启动战略性先导专项“未来先进核裂变能——ADS 嬗变系统”,旨在通过 3 个阶段的研发,自主发展 ADS 从试验装置到示范装置的全部核心技术和系统集成技术。

中科院院士詹文龙表示,我国长期持续开展 ADS 研究,是在国际核能发展大局下,作为负责任的发展中大国,对核废料处理处置提前布局谋篇的战略举措。

探索先进核能系统的战略性举措

ADS 的概念最早是在意大利科学家 Carlo Rubbia 上世纪 90 年代初提出的“能量放大器”的基础上发展起来的。

“我国起步并不晚。”史永谦从上世纪 90 年代参与 ADS 研究。他回忆说,当时中科院院士丁大钊、何祚麻和方守贤等科学家认为“这是很有前途的一个方向,可以发展”,应积极推动我国 ADS 研究。

“起初许多人并不看好 ADS,但随着研究的推进,大家觉得这个方向还是很有前途的。”史永谦说。

2011 年,中科院提出了我国 ADS 发展路线图:第一阶段为原理验证阶段,即建立加速器驱动嬗变研究装置;第二阶段为技术验证阶段,即要建立加速器驱动嬗变示范装置;第三阶段为工业推广阶段。

同年,中科院启动战略性先导专项“未来先进核裂变能——ADS 嬗变系统”,旨在通过 3 个阶段的研发,自主发展 ADS 从试验装置到示范装置的全部核心技术和系统集成技术。

中科院院士詹文龙表示,我国长期持续开展 ADS 研究,是在国际核能发展大局下,作为负责任的发展中大国,对核废料处理处置提前布局谋篇的战略举措。

难度堪比“两弹一星”

纵观全球,欧盟各国以及美、日、俄等核能科技发达国家均有对 ADS 的中长期发展计划,

正在从关键技术攻关逐步转入建设系统集成的 ADS 原理验证装置阶段。

“从技术发展阶段来看,中国的 ADS 发展处在第二阶段,与世界先进 ADS 研发处于同一发展阶段。”朱庆福说。

去年年底,我国首座铅基反应堆零功率装置“启明星 II 号”的成功建成就是第二阶段的重要成果。“启明星 II 号”创新地采用了水堆和铅堆“双堆芯”的结构,以不同富集度的固体铀棒作为核燃料,以水或铅为介质的多功能反应堆作为物理综合实验研究平台。

“所谓零功率反应堆,指的是运行功率一般只在千分之一瓦到几十瓦之间的研究实验反应堆。”原子能院反应堆物理研究室理论组组长周琦解释,“它的主要用途是获取新的知识,就像航空工程中的风洞。任何一种新型的物理设计,都需要在零功率堆上进行研究和优化。”

在很多专业人士看来,ADS 的难度堪比“两弹一星”,没有任何的经验可供学习借鉴。“反应堆和加速器都是很大的工程,两个联系在一起涉及到很多新的问题。”原子能院高级工程师张巍坦言。

中国是世界上首个开展 ADS 系统大工程项目研制的国家。目前国际上尚未有 ADS 嬗变系统工程化应用的先例,“启明星 II 号”将为 ADS 嬗变系统工程化研究提供关键实验数据。

多年来,中科院学部不断推进建设“院士大家庭”,以学部的光荣传统和历史贡献凝聚院士群体,不断为国家重大决策咨询、前沿科技发展引领作用作出更大贡献。随着我国科技、经济社会各方面不断取得巨大进步,中科院学部的凝聚力和影响力在国内外不断提升。

杨振宁、姚期智转为中科院院士

本报北京 2 月 21 日讯(记者丁佳)记者今天从中科院学部工作局了解到,中科院外籍院士杨振宁和姚期智已依照《中国科学院章程》和《中国科学院外籍院士转为中国科学院院士暂行办法》正式转为中科院院士。

2016 年年底,已放弃外国国籍成为中国公民的杨振宁和姚期智先后提出希望根据《中国科学院章程》规定转为中科院院士。两位国际著名科学家加入中科院院士队伍,对于提升我国科技界在国际上的影响力有积极作用。

因外籍院士提出转为中科院院士在学部历史上是首次,无先例和程序可循,中科院学部主席团高度重视,经审慎深入研究,专门制定了《中国科学院外籍院士转为中国科学院院士暂行办法》。按照新制定的程序和规则,杨振宁加入中科院数学物理学部,姚期智加入中科院信息技术学部。中科院院士目前人数为 754 位,外籍院士人数为 78 位。

杨振宁 20 世纪五六十年代先后创立“杨-米尔斯规范场”论和提出“杨-巴克斯特方程”,因与李政道共同提出弱相互作用中宇称不守恒原理而获 1957 年诺贝尔物理学奖。

姚期智长期从事计算机科学和量子信息科学研究,创建通讯复杂性和伪随机数生成计算理论,奠定现代密码学基础,在基于复杂性的密码学和安全形式化方法方面有根本性贡献;解决线路复杂性、计算几何、数据结构及量子计算等领域的开放性问题和建立全新典范;2000 年获得计算机科学领域最高奖图灵奖。

多年来,中科院学部不断推进建设“院士大家庭”,以学部的光荣传统和历史贡献凝聚院士群体,不断为国家重大决策咨询、前沿科技发展引领作用作出更大贡献。随着我国科技、经济社会各方面不断取得巨大进步,中科院学部的凝聚力和影响力在国内外不断提升。

2016 年度基金项目申请与受理情况发布

本报讯(记者甘晓)近日,国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)公布了 2016 年度基金项目申请与受理情况。自然科学基金项目申请总量及各类项目申请量均有增加,项目不予受理率则为近 5 年新低。

据了解,基金委按照“支持基础研究和科学前沿探索、支持人才和团队建设、增强我国源头创新能力”的战略定位,按计划完成了各类项目申请受理和评审工作,并在优化人才资助模式、试点实施基础科学中心项目、推进战略协同等方面进行了有益的探索和尝试。

数据统计显示,项目申请方面,2016 年,基金委共接收各类项目申请 182334 项,比上年的 173017 项增加 5.39%。在项目申请集中接收期间,共接收各类项目申请 172843 项,超过此前同期申请量最高的 170792 项(2012 年),比 2015 年同期增加 7245 项,增幅 4.38%。面上项目、重点项目、重点国际(地区)合作研究项目等类型的项目申请量基本与上年持平。人才类项目则呈现出申请量增幅较大、竞争更趋激烈的特点。优秀青年科学基金项目增幅 25.37%,国家杰出青年科学基金项目增幅 13.27%。

项目受理方面,经各项目管理部初审、计划局复核,共受理项目申请 169832 项,不予受理项目申请 3011 项,占申请总数 172843 项的 1.74%,不予受理率为近 5 年来最低。在不予受理项目复审申请及审查情况下,在规定期限内,各项目管理部共收到复审申请 545 项,占全部不予受理项目(3011 项)的 18.10%。

此外,复现飞行条件造成大冲击载荷、强气流冲刷以及高温热环境,使得一些传感器难以生存,测量技术面临极大挑战。他们提出的高频响大量程测力系统一体化设计、天平干扰信号系数适配分离和高精度热电偶技术,把高焓激波风洞测力精度提高了一个量级,测热精度提高了一倍。

亚洲的自豪

该团队就这样摸索着前进和提高,将创新融入日常工作之中,持之以恒地追求,使每一个阶段目标的实现都成为领域内里程碑式的进展。不久前,这项重要成果荣获 2016 年度中国科学院杰出成就奖,也获得了 2016 年度国家技术发明奖二等奖。

2015 年,团队负责人姜宗林被授予美国航空航天学会副会士荣誉。2016 年 6 月,姜宗林被授予美国航空航天学会地面试验奖,由此成为该奖项设立 41 年来第一次获奖的中国学者,也是亚洲科学家第一次获此殊荣。

总长为 265 米的 JF12 风洞,如今静静地躺在北京雁栖湖畔钱学森图书馆工程科学实验基地内。它既是迄今为止世界上最大、性能最先进的激波风洞,也是我国自主研发大型、先进科研装备的范例。

科学时评

主持:张林 彭科峰 编辑:lzhang@stimes.cn

为「黑飞」无人机构定「方圆」

唐凤

日前,北海舰队连续发生两起无人机撞闯军事禁区拍摄涉军视频事件;今年 1 月,一架“拍摄落日”的无人机在距离杭州萧山机场约 8.5 公里处升空;2 月初,云南昆明长水机场发生两起无人机闯入机场净空保护区事件……虽然,相关部门对当事人进行了严肃的批评教育,但并无法有效遏制无人机违规飞行。

近年来,无人机产业快速发展,其在新闻摄影、农业、工程等领域的应用前景被看好,而且,随着成本持续降低,无人机“飞入”了寻常百姓家。但最近,无人机干扰航空安全事件却时有发生。

数据显示,目前我国无人机数量在 5 万架以上,但绝大多数都处于黑飞状态,无资质、未申请空域的遥控无人机违规飞行事件更是频繁发生。这不仅造成国家人力、物力和财力的重大浪费,也对国家重点要害部位防护、军民航空飞行安全和社会安全稳定等带来安全隐患。

目前,我国对于无人机的监管还未形成法律规范,导致相关工作难以系统开展。由于相关部门没有对无人机进行实名登记,因此,只要机主不事先申请飞行,就难以追查机主责任。而且,《民用无人机驾驶员管理规定》中,空机重量在 4 千克以下、起飞重量在 7 千克以下的无人机,由其驾驶员自行负责飞行,无须持有任何证照。

“不以规矩,不成方圆”。笔者认为,要从根本上遏制无人机“扰民”,国家需加快无人机立法步伐,引导行业正常健康发展。相关部门应制定严格的无人机使用规范,并推进执法机制改革。

事实上,日本也曾饱受“黑飞”困扰,甚至在 2015 年,一架无人机降落在首相官邸楼前平台,一度引发“恐袭”的猜测。此后,日本对无人机的监管便日趋细化和完善。该国 2015 年 12 月通过的《航空法》对无人机的定义以及无人机的飞行线路等进行了更加详细的规定。去年 3 月通过的《无人机管理法》进一步明确了对首相官邸等重要国家设施、外国使馆、核电站等地及周边地区上空禁止使用无人机。

此外,无人机驾驶员安全意识的缺失也造成违规飞行频发。目前中国民航局授权中国航空器拥有者及驾驶员协会进行无人机驾驶员的资质管理,而网上数据显示,广东某地无人机驾驶员培训学员的收费标准从 9800 元至 13800 元不等。高昂的学费让很多人望而却步。因此,相关机构应多开展无人机飞行培训,提高操作者的安全意识,让更多无人机爱好者正确认识无人机飞行安全。



2 月 21 日,一名男子打着伞游览雪中的北京天坛公园。当日中午时分,北京市区迎来降雪天气。

新华社记者金良快摄

空气动力的速度与热情

■本报记者 王静

自 1903 年怀特兄弟首次实现动力飞行的百多年来,空气动力学家从亚声速时代突进至超声速时代。如今,高超速飞行,已成为空气动力学家的新梦想。即在 2 小时内把人们从东半球送到西半球。

中科院力学所高温气动力学国家重点实验室就是一支热情追逐梦想的队伍。然而,60 年来,空气动力学家在实现高超速飞行的征途上可谓步履维艰。

三座大山

飞行器实现飞行前,无一不进行风洞实验。飞行器实现高超速飞行会遇到三大难题。当飞行器进行高超速飞行时,所遇到的空气会发生热化学反应。这种现象超出了经典气

体动力学的理论范畴,颠覆了传统风洞实验相似模拟准则,因此需要发展新风洞实验技术。激波风洞是典型脉冲风洞,具有复现飞行条件的潜力,但需要解决传统风洞驱动能力弱、流场尺度小、实验时间短和测量精度低等问题。

上世纪 50 年代,中科院力学所研究员郭永怀预见到了脉冲型风洞设备的重要性,便支持其学生俞鸿儒开展研究。自此,中科院力学所推动着我国激波管、激波风洞技术的发展,并就此拉开了应用于航天器研制的序幕,同时逐渐形成了一支高温气体动力学的基础研究团队。

自 2000 年以来,高温气动力学国家重点实验室便着力发展最先进的激波风洞。2008 年,国家财政部和中科院联合支持了 8 个“国家重大科研装备研制项目”,旨在突破我国重大科研装备引进与仿制的传统模式,探索自主创新发展我国重大科研装备的途径。“复现高超速飞行条件激波风洞”(JF12 风洞)成为其中之一。

中国建立新里程碑

该实验室的科学家先后发展了大功率激波风洞驱动技术、长实验时间激波风洞技术、复现风洞测量技术等三个方面,九项具体内容,构成了复现飞行条件激波风洞实验技术的主体,并获得了多项发明专利授权,发表了一系列论文。他们终于在 2012 年建成国际首座 JF12 风洞。

在 JF12 风洞的建造过程中,他们创建的大功率激波风洞驱动技术,利用爆轰高速释放化学能替代机械能,解决了起爆、高品质气源生成和安全应用等难题,实现了爆轰驱动能力的可控与可调,成为高超速风洞的新型驱动模式。

他们提出的长实验时间激波风洞技术,集成了爆轰驱动激波风洞运行、真空系统启动激波反射干扰抑制技术和激波/边界层干涉实验气动力学污染控制技术,使得 JF12 风洞有效实验时间达到 130 毫秒,实现了量级的提升。