



听《中国科学报》

《中国科学报》官微

科学网 App

科学网官微

不再单打独斗，“拉索”把做宇宙线的人“拉”到一起

■本报记者 高雅丽

开栏语

基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。作为国家战略科技力量主力军,中国科学院瞄准世界科技前沿和国家重大需求,深入开展使命驱动的建制化基础研究。本报自今日起开设“加强基础研究”专栏,聚焦中国科学院在基础研究领域的重点改革举措和代表性成果,展现中国科学院在加快打造原始创新策源地征程上的坚实足迹。



“拉索”合作组 2026 年度第一次会议留影。

高能所供图

在四川稻城海子山,海拔 4410 米的高原上,一个覆盖面积 1.36 平方公里的“大网”正昼夜不停地捕捉来自宇宙深处的粒子信号。这张“大网”是国家重大科技基础设施——高海拔宇宙线观测站“拉索”(LHAASO),是世界上海拔最高、规模最大、灵敏度最强的超高能伽马射线探测装置。

2021 年 7 月,“拉索”全部建成并全面投入科学运行。2021 年 11 月,中国科学院发布《关于加强基础研究的若干意见》(“基础研究十条”),提出开展依托国家重大科技基础设施的建制化基础研究,为“拉索”从“建成”走向“用好”提供了清晰的指引和组织方向。

在中国科学院的统筹下,“拉索”迅速转入建制化运行轨道。此后,一系列国际领先的重大成果接连落地:发现银河系首批批电子伏宇宙加速器,记录迄今最高能量光子,打开了超高能伽马天文学新窗口;发现蟹状星云伽马射线能量逼近理论加速极限;发现史上最亮伽马暴的极窄喷流和十亿电子伏特光子;认证第一个超能宇宙线加速源;破解宇宙线“膝”形成之谜……

当前,世界已经进入大科学时代,基础研究越来越需要聚焦重大科学问题,开展建制化协同攻关。“拉索”首席科学家、中国科学院高能物理研究所(以下简称高能所)曹臻院士表示,“拉索”从建设到运行,始终围绕宇宙线起源这个核心问题,把装置建设、观测、数据分析、成果产出、人才培养串成一条完整的研究链条。这种模式正是中国科学院“基础研究十条”所倡导的“体系化、建制化”研究的具体实践。

“中国科学院鼓励我们大胆探索跨单位、跨学科的合作机制,在考核评价、资源配置上给予很大灵活性。大家拧成一股绳,才能‘拉’住宇宙线。”曹臻说。

把分散的力量拢到一起

宇宙线起源是困扰物理学界百余年的世纪难题,研究它,需要具备覆盖平方公里级探测范围、跨多个能段的复合观测能力,涉及成千上万个探测器、多种科学门类的集成。这远不是一个课题组、几个研究员就能完成的事。

“拉索”团队青年科学家、高能所研究员张寿山说,过去国内的宇宙线研究以小型实验组为主,科研力量分散,目标不统一,难以在国际竞争中占据优势。

在中国科学院的积极推动下,2015 年末,“拉索”获得国家发展改革委批复立项。此后,中国科学院统筹院内外团队开展联合攻关,不仅如期完成了一项新的工程任务,还围绕科研组织模式实现了一场变革。

曹臻表示,“拉索”涉及山东大学、中国科学技术大学、四川大学、云南大学等多家单位,上百名科研人员分工协

作,按照工程化管理模式推进。

“12 个亿的大项目,高能所的科研团队也就 30 多人,如果没有这样的组织模式,怎么可能完成?”曹臻说。为及早产出科学成果,曹臻等人提出了“边建设,边运行”的思路。从 2017 年“拉索”正式启动建设到 2021 年全部建成,仅用了 4 年,这个速度“远远超过了欧洲人能想象到的程度”。

“拉索”建好了,如何最大限度地发挥作用,如何组织全国乃至全球优势力量围绕同一核心科学问题协同攻关,成为现实难题。

“拉索”全面投入科学运行不久,中国科学院“基础研究十条”出台。在这一明确指引下,“拉索”有了更清晰的制度跑道,为从“装置建成”走向“用好装置”提供了系统的政策引导和组织保障。“拉索”不仅带来了人才和资源的汇聚效应,还搭建起一个开展建制化基础研究的坚实平台。

“过去,大家盯着自己关心的科学问题各做各的。‘基础研究十条’出台后,院党组推动我们把全国做宇宙线和相关方向的科研力量凝聚到核心科学问题上。”曹臻说,“拉索”在中国科学院的支持下打破了传统“课题组长负责制”的局限,基本把国内做宇宙线物理、高能天体物理的科研人员都包含进来了。

“有好的数据,才能做出好的物理成果。在没有‘拉索’时,我国宇宙线研究处

于跟跑状态,而现在,大家一想到做宇宙线,就想到中国科学院,就来‘拉索’,因为只有它能做出最好的成果。”曹臻表示。

催生重大科研成果接连落地

进入科学运行阶段,“拉索”采用国际合作组模式,打破单位、地域、学科界限,将国内外 30 家研究机构、327 名科学家组织在一起,组建了 10 个科学团队,协同攻关。

在曹臻看来,依托大科学装置的建制化研究模式,不是简单地把人聚在一起,真正的挑战在于怎么让不同单位、不同专长的人有效协作,产出可靠的成果。

“拉索”国际合作组每年制订科学运行计划,明确核心科学目标,集中优势资源定向攻关,确保成果持续高质量产出。

曹臻介绍,合作组把数据分成 100 多个研究专题,由各成员单位自由申报,自主组织研究小组。专题之间相互交叉,科学家们经常开会讨论。

“为了保证成果的可靠性,合作组还建立了一套内部评审机制,一个组做出来的结果,要由另一个实验组重复验证。”曹臻说。

(下转第 2 版)

孟加拉国麻疹疫情暴发,已致数百名儿童死亡



寰球眼

本报讯 孟加拉国正遭受一场严重的麻疹疫情。据《科学》报道,自 3 月中旬以来,该国已报告超过 3.2 万例疑似病例,超 250 人死亡,其中大多数是儿童。这导致该国医院出现混乱局面。由于床位短缺,部分儿童只能躺在地板上接受治疗。

麻疹,这一 10 年前科学家曾梦想根除的疾病正在许多国家卷土重来。加拿大和多个欧洲国家最近失去了“麻疹消除国”地位。美国今年已报告超过 1700 例病例,远高于 21 世纪初的约 100 例,而中东和非洲各地的疫情仍在持续。疫苗接种犹豫、新冠疫情期间免疫接种中断以及战争,都是导致麻疹复苏的原因。

孟加拉国拥有 1.75 亿人口、长期以高接种率著称。在孟加拉国,儿童 9 个月大和 15 个月大时会分别接种两剂麻疹-风疹疫苗,且每 4 年开展一次全国性接种活动,以覆盖那些未能接种的儿童,确保达到 95% 的接种覆盖率——这是预防疫情暴发的临界值。多年来,联合国儿童基金会(UNICEF)负责供应疫苗,大部分资金由全球疫苗免疫联盟(Gavi)提供,政府也会出资。

此次疫情源于 2024 年该国疫苗采

购系统的崩溃。2024 年,孟加拉国总理 Sheikh Hasina 在大规模抗议活动后被赶下台,取而代之的是由经济学家、诺贝尔和平奖得主 Muhammad Yunus 领导的临时政府。2025 年 9 月,临时政府停止通过 UNICEF 采购疫苗,转而采用公开招标系统。

招标因官僚主义的拖延而陷入停滞,疫苗供应出现短缺,阻碍了常规免疫接种工作。原本计划于 2024 年开展的麻疹-风疹补充免疫活动,最终被取消。今年 3 月底,政府数据显示,2025 年只有 59% 的符合条件的儿童接种了麻疹疫苗。

疫情于今年 1 月在缅甸边境附近的罗兴亚难民营暴发,并迅速蔓延至孟加拉国全国。目前,疫情已波及孟加拉国 64 个地区中的 58 个,导致超过 2.1 万名儿童住院。在 4 月 23 日的最新通报中,世界卫生组织(WHO)警告称,疫情存在向缅甸和印度蔓延的“重大风险”。

目前,政府正在采取行动,已于 4 月恢复通过 UNICEF 采购疫苗,并与 WHO 和 Gavi 协调以确保疫苗供应。4 月初,当局在高风险地区启动了针对 6 个月至 5 岁儿童的紧急接种活动,并在全国范围内推广。

然而,孟加拉国卫生服务总局前局长病控制主任 Be-nazir Ahmed 警告称,鉴于目前麻疹传播的速度,紧急接种活动不太可能迅速遏制疫情。

有关专家表示,政府应宣布进入公共卫生紧急状态,以强调危机的严重性并推动进一步行动。(李木子)



杭州湾跨海铁路大桥南航道桥首座主塔封顶

近日,由国铁上海建设公司建设管理、中交二航局承建的杭州湾跨海铁路大桥南航道桥首座主塔顺利封顶,标志着这一超级工程建设取得重要阶段性进展。

杭州湾跨海铁路大桥是新建南通至宁波高速铁路关键控制性工程,是目前在建的世界最长跨海铁路大桥,全长 29.2 公里,采用时速 350 公里双线无砟轨道设计,由北、中、南三座航道桥及海中引桥、浅滩区引桥共同组成,属超长高速铁路桥梁集群工程。

作为大桥三大通航孔桥之一,南航道桥全长 814.5 米,采用钢桁结合梁斜拉桥结构,主跨达 364 米,最大通航等级满足 3000 吨级船舶通行。该桥设有 159 号、160 号两座主塔。单个主塔采用钻石型钢筋混凝土结构,自下而上由塔座、下塔柱、中塔柱、上塔柱与下横梁组成,是承载铁路桥面、传递列车荷载的核心“脊梁”。

图为杭州湾跨海铁路大桥南航道桥首座主塔封顶现场。本报记者李思辉 通讯员王昊报道 中交二航局供图

“悟空”号发现宇宙射线加速能量极限的电荷依赖规律

本报讯(记者袁一雪)由中国科学院紫金山天文台、中国科学技术大学、中国科学院近代物理研究所等单位研究人员组成的国际团队,基于“悟空”号暗物质粒子探测卫星(以下简称“悟空”号)观测数据,直接证实了宇宙射线加速能量极限的电荷依赖规律,并为地球附近存在“超级粒子加速器”提供了关键证据。相关研究近日在线发表于《自然》。

宇宙空间存在着大量以接近光速穿行的高能粒子流,这些粒子包括各种原子核、正负电子、高能伽马射线和中微子等,统称为宇宙射线。宇宙射线被认为起源于超新星爆炸的遗迹、高速旋转的中子星、吸积黑洞等极端天体,是研究极端条件下天体环境和物理规律的信使。然而,其起源、加速机制以及它们在宇宙空间中的传播和相互作用等基本问题至今没有确切的答案。

“悟空”号主要通过高精度观测宇宙高能粒子和辐射来研究宇宙射线的起源和传播,并间接探测暗物

质粒子。该卫星迄今已在轨平稳运行超过 10 年,探测到约 185 亿个高能粒子事例。凭借覆盖能段宽、能量测量准、粒子甄别能力强的特点,它在万亿至千万亿电子伏特能区具有独特的优势。借此优势,研究团队首次精确测得了质子、氦、碳、氧和铁等 5 种丰度最高的宇宙射线粒子在超宽能段内的能谱,首次直接探测到它们在高能段存在共同且显著的“鼓包”状结构,且“鼓包”出现的位置与粒子电荷成正比。这一结果为 20 世纪 60 年代提出的电荷依赖加速模型提供了直接观测证据,为最终解开宇宙射线起源之谜提供了关键线索。

目前,“悟空”号卫星状态良好,将继续在轨运行并不断积累更多高质量数据。随着数据的进一步积累和分析的深入,研究团队有望取得更多重要成果,为最终揭开高能宇宙射线的起源和加速之谜作出贡献。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10472-0>

新型传感网络可在运动场景中连续检测生理参数

本报讯(记者刁雯蕙)清华大学深圳国际研究生院助理教授田曦团队联合国内外多家单位,研发出一种无线无源的表皮传感网络,实现了在日常活动乃至运动场景中的连续收缩压监测。相关研究成果近日发表于《自然-电子学》。

基于一种可集成于日常服装中的双模超材料织物,研究团队研发的生理传感网络的数据与能量可实现无线传输。其将 13.56 兆赫兹无线供能与 2.4 吉赫兹无线通信分离到两个独立通道中,在兼顾无线供能效率的同时,实现了更高速率的数据传输,为连续、高保真、多节点生理监测提供了新的技术路径。

在传感器方面,研究团队设计了一系列无线无源的表皮电子传感

器,构建了由心电与光电容积脉搏波传感器组成的系统。该系统采用无电池的柔性贴片设计,可在运动状态下减少运动伪影、实现稳定信号采集,并兼具良好的佩戴舒适性与长期使用能力。通过同步采集心电与光电容积脉搏波信号并结合脉搏传导时间,该系统实现了连续收缩压估计。实验结果表明,该系统能够长期稳定地进行连续血压监测,且与标准测量结果保持良好一致性。研究团队进一步在通勤、睡眠、运动等场景中验证了系统性能。结果显示,该无线无源生理传感网络能够在真实动态环境下连续监测心率、血氧和收缩压等生理参数。

相关论文信息:<https://doi.org/10.1038/s41928-026-01597-1>

张健：“精密”是始终如一的努力方向

■本报记者 张楠

单晶涡轮叶片的核心在于“精密”二字。它的制造离不开定向凝固这一高难度工艺,涉及型芯、型壳、温度场等多变量的精准控制。中国科学院金属研究所(以下简称金属所)研究员张健团队用 20 余年时间,一步步解开了这道复杂的工程方程。

零下 20 摄氏度的起步

张健 2003 年进入金属所工作时,国内在高温梯度液态金属冷却(LMC)定向凝固技术领域几乎是一片空白。

在组建实验室之初,张健就高度重视 LMC 技术的基础科研以及核心装备的自主研发。然而,当时的研发条件十分艰苦,硬件落后。

2003 年底,张健与中国科学院沈阳科学仪器股份有限公司合作研制设备。12 月的沈阳,室外温度能到零下 20 摄氏度,而车间几乎没有取暖设施,四面漏风,只有东北常见的两道棉门帘挡着。

因为循环水冻结会胀坏管路,晚上必须关掉,每天早上 8 点多到车间,张健和同事要先花 1 个多小时预热循环水。调试设备的过程涉及加热、冷却、真空等多个环节,需要一项项地调。就这样,他们冒着严寒在车间里连续调试了几个星期。

2004 年初,项目组成功研制出实验室级别的 LMC 设备。2006 年 3 月 27 日,他们用这台设备制备出第一件实心单晶叶片,并用记号笔在叶片上写下了这个日期。这个叶片至今仍保存在实验室里。

张健对《中国科学报》表示,现在看来,当时对单晶的理解很肤浅,制备成功多少有些“凑巧”,但这确实给了团队信心。

此后,张健带领团队从单晶高温合金研发到大型 LMC 装备研制,逐步破解了高强抗热冲击型壳、低熔点冷却介质温度控制等关键技术,让 LMC 工艺从“纸上谈兵”变成了触手可及的技术成果。他们也成为国内立足自主研发、唯一掌握可工程化 LMC 技术的团队。

“单晶涡轮叶片是精密铸造工艺制造的核心,就在‘精密’两个字上。”这是张健始终如一的努力方向。

临危受命,3 个月建成生产线

2019 年,受国际形势影响,某型号发动机的自主研发迫在眉睫。该型



金属所供图

发动机的单晶叶片要求全部采用 LMC 工艺制造。张健团队凭借在 LMC 技术领域的领先优势,成为唯一供应商。

然而,真正的考验才刚刚开始。2022 年底,交付任务激增,张健下定决心组建完善的单晶叶片生产线。为应对疫情防控,作为党支部书记,张健果断决定驻厂生产。30 余名团队成员迅速响应,住进车间。团队成员几周内几乎都出现了发烧的情况,但还是克服重重困难,用 3 个月时间就建设完善了这条精密铸造制壳生产线,为叶片交付奠定了坚实基础。

2023 年、2024 年,对团队来说是“最折磨人的两年”。

车间成了他们的“战场”。沈阳的夏天,气温超过 30 摄氏度,而车间内炉子附近七八米高的操作台温度超过 40 摄氏度。团队现场工作人员几乎全年坚持每天“朝五晚十”的高强度工作。

更大的挑战来自技术本身。曾经有一个月,单晶叶片的合格率突然降低,几乎为零。

科研人员每周开会分析原因,再到现场一点点核对,记录繁复的数据,一周一周地比对。从问题出现到最终解决,往往要花费几个月的时间。更棘手的是,叶片研制初期,同样工艺下,一批叶片顺利交付,另一批却大量报废。张健知道,这背后一定有他们尚未察觉的变化。

(下转第 2 版)

