



中国科学院主管 中国科学报社出版 国内统一连续出版物号 CN 11-0084 代号 1-82



扫二维码 看科学报

扫二维码 看科学网

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 8232 期 2023 年 3 月 29 日 星期三 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.science.net.cn

“慧眼”“极目”联手 探测史上最亮伽马暴

■本报记者 倪思洁

这是一场国际大联欢。

北京时间 3 月 29 日凌晨 2 点,中国、美国、欧洲、日本等国家和地区的科学家同时发布了一则重磅新闻,报告了对一次“千年一遇”“史上最亮”的伽马射线暴(GRB 221009A)的研究成果。

19 亿年前,宇宙深处的一个天体发生了剧烈爆炸。2022 年 10 月 9 日,爆炸产生的光抵达地球。全人类用上几乎所有的观测手段,尝试收集和解码这束光里蕴含的信息。大多数仪器被这束极亮的光晃得“失明”。

在全世界所有空间高能望远镜中,中国科学院高能物理研究所研制的极目空间望远镜(简称极目-C)是唯一的不仅没有“失明”还精确记录下这束光的仪器。

全球各地同期发布的研究成果多次提到中国。“慧眼”卫星和极目-C 探测器的观测结果,几乎成了他们用来比对和校准自身数据的“尺子”。

一分钟,宇宙在闪烁

2022 年 10 月 9 日,极目空间望远镜首席科学家熊少林在伽马射线暴协同观测网(GCN)上,看到了美国费米空间望远镜卫星发布的警报。

观测伽马暴,是极目空间望远镜的主业。参与本次发现的极目-C 源自“怀柔一号”极目卫星。“怀柔一号”极目卫星是中国科学院“空间科学”(二期)战略性先导科技专项支持的机遇型空间科学项目,起初由两颗卫星(极目-A 和极目-B)组成,于 2020 年 12 月发射运行。

为了增强“怀柔一号”极目卫星的探测能力,极目团队利用“怀柔一号”极目卫星的备份件研制了第 3 个极目系列载荷,即极目-C。其于 2022 年 7 月 27 日搭载中国科学院微小卫星创新研究院牵头研制的空间新技术试验卫星发射入轨。

“极目-C 有没有被地球遮挡?”得知这个爆发不寻常后,熊少林问正在值班的博士生张艳秋。

“没有。”得知没被遮挡,熊少林有些兴奋,这意味着极目-C 有可能探测到此次伽马暴。

“但极目-C 可能在高噪声区域。”张艳秋的一句话,让熊少林心里咯噔一下。

极目-C 大约有一半时间会飞过高噪声区域。受地球磁场结构影响,宇宙中的高能粒子

迄今发现的最亮伽马射线暴(GRB 221009A)想象图。

中国科学院高能物理研究所供图



在地球高纬度区域聚集,对天文观测来说是麻烦的噪声。因此,为了既保护探测器,又尽量不错过重要爆发事件,极目运行团队设计了一种特殊工作模式——让极目-C 在经过这些区域时关闭实时下传观测警报的功能,并且关闭大部分伽马射线探测器,只打开一个探测器。

“在高噪声的干扰下,唯一一个开机的探测器能看见爆发事件吗?”熊少林心里打鼓。

3 天后,极目-C 的数据传来。“看到信号了!”博士生刘佳聪发来的数据图让熊少林心里的石头落了地。

原来,这次伽马暴的主要爆发阶段持续了一分钟。在这最关键的一分钟里,极目-C 恰好处在高噪声区域的边缘,不仅噪声很小,而且由于其他探头没开机,数据总量没有超过电子学系统的传输上限,没有发生饱和丢失,采集的数据完整无缺。

在伽马暴被探测到之后的第 6 天,极目-C 的数据引起了国际同行的关注。德国法兰克福歌德大学教授 Alexander Kann 等人评价,极目-C“进行了非常有趣的探测。由于其轨道位置和环境,它没有数据饱和丢失问题”。

“我们非常幸运。”熊少林说。

在全世界几乎所有卫星都被晃到“晕眩”的一分钟里,极目-C 清晰地记录下 GRB

221009A 伽马暴“高光时刻”里最精细的亮度变化和伽马光子能量分布。

基于极目-C 的高精度数据,研究团队发现,此次伽马暴比以往人类观测到的最亮伽马暴亮 50 倍,可谓“千年一遇的天文事件”。假设这次伽马暴向周围各个方向都辐射了几乎相同数量的伽马射线,那么,这一分钟里,相当于 1 万个太阳释放了它们一生(大约 100 亿年)能量的总和。

两颗星,接力式补台

仅记录“高光时刻”,并不足以描述整个伽马暴的过程。至于“高光时刻”之前和之后发生了些什么,仅靠极目-C 难以回答。

在记录下“高光时刻”后,极目-C 很快又飞到了高噪声区域。这时,我国另一颗天文望远镜卫星——“慧眼”卫星接上了。

“慧眼”卫星由中国科学院高能物理研究所研究员李惕碚和吴枚等人于 1993 年提出,2017 年 6 月 15 日发射,在轨稳定运行超过 5 年。熊少林的另一个身份是“慧眼”卫星的伽马暴与引力波电磁对应体核心科学组组长。

2022 年 10 月 9 日,“慧眼”卫星首席科学家张双南也看到了 GCN 上的警报。(下转第 2 版)

量子计算用国产极低温稀释制冷机通过鉴定

本报讯(记者王敏)近日,安徽大学物质科学与信息技术研究院教授单磊、研究员王绍良团队自主研发的“量子计算用国产极低温稀释制冷机”项目,通过了鉴定委员会鉴定。

鉴定委员会一致认为,极低温稀释制冷机满足了量子计算需求。经过反复严格测试,极低温稀释制冷机连续稳定运行的最低温度为 8.5mK(毫开尔文),制冷量为 435 μW@100mK(即 100mK 具有 435 微瓦的制冷量),创造了已见公开报道的连续运行最低温度和制冷量两项国内纪录,总体水平国内领先、国际一流。

王绍良介绍,极低温稀释制冷机是一种能够提供接近绝对零度低温环境的高端科研仪器,是现代量子科学研究与量子技术发展的关键核心设备之一。目前,我国量子计算用极低温稀释制冷机完全依赖进口。

为满足无液氦、极低温、大冷量、大空间、高稳定性等量子计算需求,单磊、王绍良带领团队成员经过 30 余轮实验改进与优化,于 2022 年 12 月 31 日成功研制出适用于量子计算的极低温稀释制冷机。当时,这台机器已经在 100mK 具有 435 微瓦和在 120mK 具有 671

微瓦的制冷量,达到国际主流产品的水平,满足了量子计算的温度和冷量需求。经过近 3 个月的努力,团队进一步优化了极低温稀释制冷机的各项性能,创造了连续稳定运行最低温度为 8.5mK 的新纪录。

鉴定委员会专家表示,这一成果增强了我国相关基础科学和技术领域的原始创新能力,进一步解决了大摩尔流量条件下极低温流体热交换效率低的技术难题,研发出具有超大比表面积的极低温高效换热部件,同时实现了相关核心部件的完全自主研发。

美国费米实验室将迎来重大改组

本报讯 美国能源部(DOE)日前开启了一场竞标,为国家级粒子物理研究机构——费米国家加速器实验室(以下简称费米实验室)寻找新的承办机构。

据《科学》报道,之所以如此,是因为目前参与该实验室管理的芝加哥大学未能通过 DOE 的年度绩效评估。2021 年,DOE 给费米实验室打分为 B,而通过评估则需要 B+。

DOE 不愿对此发表评论,但观察人士表示,其挫折还包括成本增加和一项庞大的新中微子实验的延迟。

“考虑到 DOE 对费米实验室表现的评价,我认为这一点也不奇怪。”曾在 1973 年至 2007 年担任 DOE 科学办公室首席副主任的 James Decker 表示。

费米实验室虽然通过了 DOE 2022 年的绩

效评估,但在 2021 年的 8 项主要评估中有 5 项不及格。其中,科学技术项目管理得了 C,商业系统得了 B-。

有学者认为,该实验室缺乏承担庞大建设项目和巨额资金的能力与规模。

DOE 的评审人员特别感慨于这个拥有 56 年历史的实验室对其有史以来最大项目的管理不善:“实验室的最大项目正在苦苦挣扎。”

这被称为长基线中微子设施并进行深地下中微子实验的项目,旨在探索中微子性质的最终测试和解释“婴儿”宇宙产生的物质多于反物质的现象。2015 年,DOE 预估该实验耗资 15 亿美元并可以在 2025 年产生数据,但 2021 年底,成本已达 31 亿美元且实验进度被推迟了 4 年。

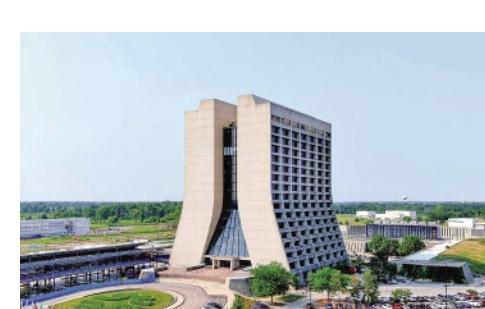
DOE 邀请各承办机构管理其 17 个国家实验室。自 2007 年以来,芝加哥大学与大学研究协会共同运营费米实验室。该大学还运营着阿贡国家实验室。

费米实验室拥有 2100 名员工,年度预算高达 6.14 亿美元。DOE 已经征求了意见书,并将在今年夏天发布正式竞标要求。据悉,DOE

希望在 2024 年 9 月底签订新合同,并在 2025 年 1 月完成费米实验室的正式移交。

“我们绝对会继续竞标。”芝加哥大学校长、劳伦斯·伯克利国家实验室前主任 Paul Alivisatos 表示,该校希望再次赢得合同。

业界表示,如果仅有芝加哥大学竞标新合同,那么它需要一个在大型建筑项目上具有专业知识的新合作伙伴。(王方)



费米国家加速器实验室。图片来源:RYAN POSTEL/FERMILAB



受访者供图

十几年来,上海光源科学中心的招牌建筑“鹦鹉螺”里接待了生命科学、凝聚态物理、化学、材料、能源等多个领域的科学家。他们在第三代同步辐射光源的帮助下,实现了对未知大分子结构、神奇化学反应的微观探究,催生了一大批影响力深远的科研成果。

基于先进加速器的光子大科学装置是探索微观世界最先进的工具之一,能帮助科学家在原子和分子层次上研究物质的内部结构。2021 年起,上海光源科学中心在第三代同步辐射光源这把“屠龙刀”之外,又迎来了一把“倚天剑”——软 X 射线自由电子激光装置。相比第三代同步辐射光源,软 X 射线自由电子激光装置拥有更快的脉冲(从几十皮秒提升到百飞秒级),以及更高的峰值亮度(增强了约 10 亿倍),可以将微观世界的快速变化过程拍摄成“分子电影”。

从一张建设图纸到微观世界可感知,中国科学院上海高等研究院加速器物理与激光技术部主任、研究员邓海啸与我国自由电子激光事业共同成长 19 年,见证了它的曲折经历和耀眼成果。

奋起直追

自由电子激光曾被物理学家杨振宁誉为光源领域最值得淘的“新金矿”。2003 年,上大三的邓海啸第一次接触自由电子激光概念,就是在上海光源科学中心一位老师的宣讲中。从清华大学工程物理系毕业后,邓海啸于 2004 年进入中国科学院上海应用物理研究所攻读研究生,师从戴志敏研究员,开始了探索自由电子激光领域的征途。

自由电子激光概念诞生于上世纪 70 年代初。此后数十年,西方国家竞相开展自由电子激光的理论和实践探索。2000 年以后,自由电子激光装置朝着更高能量、更短波长的方向稳步发展。而我国的自由电子激光发展历程,是从蹒跚学步到努力追赶的过程。

从研究生开始,邓海啸随着团队“南征北战”——从第三代同步辐射光源到上海深紫外自由电子激光装置,再到大连极紫外相干光源,积累了 10 多年经验。2014 年,邓海啸所在团队开始软 X 射线自由电子激光装置的研制。当时,这是团队面临技术要求最高的工程。

邓海啸介绍:“我们的工作偏工科,不仅要懂加速器物理知识,还要和专业组的老师、同学共同参与装置设计、设备技术指标设定、验收和调试。以往调试经验的团队成员树立了坚定信心,但是软 X 射线自由电子激光装置的调试过程和难度超乎意料。”

白天外部环境引起的地基震动和电网波动会影响调试结果,于是团队成员利用凌晨 0 点至 5 点这段时间开展实验。加上停机后机器状态变化明显,团队决定全天不停机,每天两班倒进行调试,以“问题不过夜”的态度提高调试效率。

新方法制备高宏观铁电性能薄膜

本报讯(记者温才妃)北京科技大学新材料技术研究院、北京材料基因工程高精尖创新中心研究团队设计了一种新型层状结构材料,采用一种简单的溶液外延生长方法,获得了超薄(低至 1 纳米)铋(Bi)氧化物薄膜,薄膜稳定呈现出高宏观铁电性能。相关研究成果近日发表于《科学》。

原子尺度的高密度电子器件在未来科技发展中具有重要意义。其中,高质量原子尺度铁电外延薄膜的制备是超尺度、高密度电子器件发展的关键环节。

然而,近年来一些原子尺度薄膜没有通过电场极化测试证明宏观铁电滞回线,而这是铁电性真实存在的直接证据,也直接决定了它能否应用于电子器件。此外,原子尺度外延薄膜通常采用分子束外延、激光气相沉积以及气相外延等方法实现,存在成本高等问题。

课题组确立了 Bi2O3 层状结构,该结构的生成能明显低于其他化合物,而且具有较宽的禁带

宽度和最稳定的结构。他们通过引入钐元素有效稳定了低维的层状结构。低至 1 纳米时,该结构仍然稳定存在,并且呈现出标准铁电滞回线以及优异的铁电性能。当该结构厚度为 1~4.56 纳米时,具有较大的铁电剩余极化。压电响应力显微镜测试结果呈现出明显的相翻转。密度泛函理论指出,该薄膜的铁电性能是由 Bi-O 孤对电子引起而不是基底应力导致的,因而具有稳定的铁电性能。

该研究的溶液工程外延薄膜技术可以在多种基底上实现该体系层状结构薄膜。薄膜和基底呈现明显的外延生长关系,并且所得薄膜具有高结晶质量和原子级平整表面,体现了这项制备技术的普适性。

该研究对于原子尺度薄膜制备及原子尺度高密度电子器件发展均具有重要意义,所开发的制备技术表现出很好的应用前景。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abm5134>

PM2.5 十连降 大气污染防治形势依然严峻

本报讯(记者冯丽妃)记者从 3 月 28 日生态环境部召开的 3 月例行新闻发布会上获悉,2013 至 2022 年间,我国 PM2.5 浓度下降了 57%,实现了“十连降”,重污染天数下降了 92%,二氧化硫浓度达到了个位数。“特别是北京市,2013 年 PM2.5 浓度为 89.5 微克 / 立方米,去年为 30 微克 / 立方米,重污染天数从 58 天降到了 3 天。”生态环境部大气环境司司长刘炳江在会上说。

此外,全国二氧化硫排放量和氮氧化物排放量由 2000 多万吨分别下降到 300 多万吨、900 多万吨,各下降了 85% 和 60%。

刘炳江表示,这是多管齐下的成果,如强化大气污染防治工作顶层设计、深入推进建能结构优化调整、大力推进产业结构优化调整、发动全社会力量参与大气治理等。

今年以来,我国面临着气象条件相对不利和污染排放明显增加的双重压力,空气质量改善形势较为严峻。截至 3 月 20 日,全国 PM2.5 平均浓度同比上升 6.7%,PM10 平均浓度同比上升 23.9%,优良天数比例同比下降 2.4 个百分点。“这表明我国空气质量改善成效还不稳固,大气污染防治的长期性、复杂性、艰巨性依然存在。”刘炳江说。



科学网客户端全新上线

更多科教资讯
扫描二维码下载查看

枯燥是科研工作的常态。“面对复杂问题,一个人没办法把所有关系、细节都理顺,这时候需要依赖团队——你的工作只是其中一小块,需要反复论证迭代,枯燥避免不了。但在这枯燥重复的过程中,你会发现新东西,给整个团队带来转机。”邓海啸说。

“在最紧张的那段时间,我们会做一些心理调节,每天尽量晚走一些,陪伴当班的同事。不论是惊喜还是挫折,独行与并行的体会总是不一样的。自由电子激光组成员共同走过了那段“煎熬”的岁月,最后人人都身经百战,经验丰富。”邓海啸回忆道。

全长 532 米的装置有成百上千个参数,实现试验装置“出光”目标就花了 3 年多。而试验装置“出光”目标完成之后,团队的实力和经验得到了大幅提升,用户装置“出光”目标的调试仅 3 个月就达成了。

经过多年建设和精细调试,2021 年 5 月,软 X 射线自由电子激光装置成功实现了最短波长 2 纳米的自由电子激光“出光”放大。之后,科学家采用此光源实现了高于 20 纳米的成像分辨率,相当于能看清一根头发丝的三十分之一。目前,包括上海在内,全世界软 X 射线自由电子激光装置仅有 3 台。

本报记者 李清波