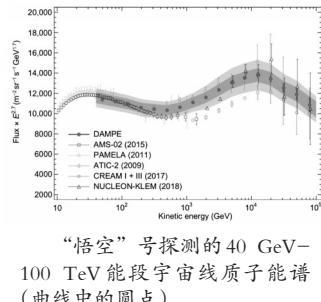


## 中国科大在科学数据分析工作中作出重要贡献 悟空号卫星获得高精度高能质子宇宙线能谱

**本报讯** 9月27日，我校黄光顺教授、张云龙副研究员带领的科研团队在科学数据分析工作中作出重要贡献。利用暗物质粒子探测卫星“悟空”(DAMPE)采集到的数据，DAMPE团队获得了40 GeV-100TeV高能质子宇宙射线能谱，这是目前国际上对10 TeV以上高能质子最精确的观测结果，相关成果在《Science Advances》杂志在线发表。

质子是宇宙线中丰度最高的成分，观测宇宙线质子，有利于研究银河系中宇宙射线的起源与加速机制。本次DAMPE合作组基于30个月的观测数据，发表了



“悟空”号探测的40 GeV-100 TeV能段宇宙线质子能谱(曲线中的圆点)

从40 GeV至100 TeV的宇宙线质子能谱，是目前国际上10-100 TeV能段统计误差和系统误差最低的能谱测量结果，该结果

的能量上限比丁肇中先生领导的阿尔法磁谱仪(AMS-02)实验高出近50倍，比日本科学家领导的CALET实验最新结果高出10倍。该结果确认了之前PAMELA、AMS02实验发现的质子能谱于几百GeV处的能量变硬的现象，并以 $4.7\sigma$ 的置信程度观测到了13.6 TeV处能谱变软的迹象，这一新的结构很可能是由近邻个别宇宙线源留下的印记，其能量加速的上限即对应于拐折能量。“悟空”号的结果对揭示高能宇宙线的起源以及加速机制具有十分重要的意义。

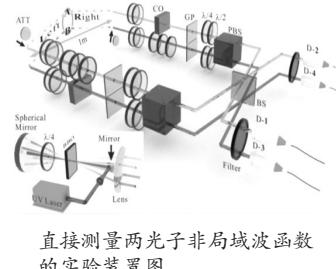
“悟空”暗物质卫星成功发射于2015年12月17日，其载荷

核心分系统BGO量能器由我校核探测与核电子学国家重点实验室研制，为目前世界上观测能段范围最宽、能量分辨率最优、粒子鉴别能力最强的探测器，在此次高能宇宙线质子能谱测量工作中发挥了关键作用。黄光顺任DAMPE卫星工程科学应用系统副总师，张云龙宇宙线分析组召集人，带领团队率先开发了DAMPE科学数据分析软件，发展了丰富的BGO量能器在轨性能标定、数据分析方法，完成了高能宇宙线的起源以及加速机制独立的数据分析小组之一，为科学数据分析作出了重要贡献。(宗和)

## 中国科大首次实现纠缠系统波函数的直接测量

**本报讯** 10月9日，郭光灿院士团队在量子力学基本问题的研究中取得重要进展，该团队李传锋、许小治等人与斯德哥尔摩大学Yaron Kedem博士合作，首次提出并实现了多体非局域波函数的直接测量。研究成果发表在国际权威期刊《物理评论快报》上，并入选“编辑推荐”论文。美国物理学会网站“物理新闻与评论”栏目以《直接测量纠缠态》为题专文报道本项成果。

波函数是量子力学最核心的概念之一，不论是单体还是多体量子系统，其状态都可以用波函数完全刻画。目前最常用的测量波函数的方法是量子态层析。然而对于多



直接测量两光子非局域波函数的实验装置图

体特别是含有纠缠的量子系统的波函数直接测量，却一直未能取得突破，难点在于无法提取多体系统非局域可观测量的弱值。

李传锋研究组继首次实现非局域可观测量的量子测量后，与

斯德哥尔摩大学Yaron Kedem博士一起另辟蹊径，通过巧妙构造哈密顿量，实现对多体系统局部可观测量之和的模量(Modular Value)的测量，然后利用它与非局部可观测量的弱值的数学关系，直接给出后者的取值。该方法成功解决了提取多体系统非局域可观测量的弱值这一难题，可以很方便地应用到多体非局域波函数的测量中。研究组在实验上利用双光子超纠缠成功演示了双光子非局域波函数的直接测量。他们将两个光子制备到偏振和路径分别处于最大纠缠态的超纠缠态上，再实现偏振和路径间的相互作用，最后通过路径指针在不

同投影基下的计数直接测量出双光子偏振态的波函数。

该成果首次实现多体纠缠系统波函数的直接测量，《直接测量纠缠态》一文评论该成果对未来量子信息技术中大规模纠缠系统的探测提供高效的方法。该工作还澄清了波函数的直接测量技术源自于弱值而非弱测量，更为重要的是，对含有纠缠的多体量子系统波函数的直接测量，证明这是一项纯粹的量子技术，而非基于经典的干涉过程。该方法为量子物理基本问题的研究带来新的思路，并对量子信息技术的发展起到重要推动作用。

论文共同第一作者为中科院量子信息重点实验室博士研究生潘维韦与特任副研究员许小治。

(量科)

别受体”识别和感应机体产生的各种内源性“危险信号”，并启动炎症反应、促进炎症性疾病发生的作用和机制。另外，由于上述疾病目前没有有效的治疗手段，该论文也讨论了靶向无菌性炎症和危险识别受体干预相关炎症性疾病的可能。

周荣斌和江维研究组长期致力于探究免疫系统识别“危险信号”的分子机制和疾病干预策略，近年来在危险识别受体NL-RP3的活化、调控和靶向NL-RP3的小分子药物设计方面做出了一系列重要工作，推动了该领域的发展。(申微宗)

## 基础医学院周荣斌、江维课题组受邀于Nat Rev Immunol发表综述论文

**本报讯** 近日，中国科大基础医学院、中科院天然免疫与慢性疾病重点实验室和合肥微尺度物质科学国家研究中心周荣斌、江维教授课题组受邀在Nature Reviews Immunology发表综述性文章，系统总结和讨论了危险识别受体在无菌性炎症和相关炎症性疾病中的作用和机制。

固有免疫系统及其介导的炎

症反应在机体抵抗感染和感染性疾病的发生中起关键作用，近年来该领域取得了极大的进展，鉴定了一系列识别病原微生物的固有免疫识别受体。除感染性疾病外，固有免疫活化介导的炎症反应在许多非感染性的慢性疾病，比如神经退行性疾病、代谢性疾病、心血管疾病、肿瘤等疾病的发生发展中同样发挥重要作用。

这种由于免疫系统识别内源性危险信号诱导的炎症反应被称为“无菌性炎症”。尽管无菌性炎症的发生机制近年来受到极大关注，但是相对于感染性炎症，其发生过程中的免疫识别、活化和疾病机制还很不清楚。该论文系统总结了包括TLRs、NLRPs、cGAS等模式识别受体及GP-CRs、离子通道等作为“危险

本报讯 中国科大查王妹、唐泽波与科大校友为主组成的研究团队，在RHIC-STAR国际合作组中发挥重要作用，继首次发现甚高能原子核擦边对撞中极低横动量正反轻子对产额增强之后，又观测到甚高能原子核擦边对撞中极低横动量J/psi粒子产额的反常增强，并世界上首次测量了这种对撞中极低横动量J/psi粒子的动量转移分布，通过实验数据和理论模型计算相结合指出该反常增强源自超强电场(10的14次方特斯拉)引起的相干光子-原子核作用(费米尺度下的“杨氏双缝”实验)。这一过程产物为极端条件下夸克物质的特性研究提供了一个新的探针。研究成果发表在Phys. Rev. Lett.

该团队10位科研人员中有8位毕业于我校。查王妹特任副研究员和唐泽波副教授在实验研究起主导作用。我校主导研制的RHIC-STAR飞行时间探测器在该实验研究中也发挥了关键作用。RHIC-STAR是基于美国布鲁克海文国家实验室相对论重离子对撞机(RHIC)上STAR实验的大型国际合作组，由来自14个国家66个单位的660多位科研人员组成。查王妹和唐泽波现分别担任该国际合作组轻味与超擦边物理工作组和重味物理工作组负责人。(物理学院 科研部)

**本报讯** 近日，我校在石墨烯离子存储机制封面取得进展。朱彦武教授课题组提出，低缺陷含量的单层石墨烯可为从理解极化作用下石墨烯界面离子吸附/相互作用提供了一个优良模板：既消除了孔道离子受限效应，又不受大多数多孔碳材料中孔隙或缺陷的影响。基于此，该课题组联合法国Patrice Simon课题组，采用电化学阻抗谱和电化学石英晶体微量天平系统联用，原位研究了离子液体(EMI-TFSI)电解质在单层石墨烯表面的动力学响应。研究发现，在石墨烯正极化区间，电荷储存受带正电的团簇类离子脱附主导；在负极化区间，石墨烯表面质量变化较小，显示表面离子重排效应。研究成果发表在10月8日的《Journal of the American Chemical Society》。该研究为进一步理解石墨烯-电解液界面结构以及石墨烯双层储能提供了基础。

由于不涉及氧化还原反应等电荷转移动力学限制，超级电容器可以极高的充放电速率下运行，具有达百万次的良好循环能力，使得它们广泛应用于储能领域。石墨烯理论上可具有550 F/g的比容量，作为超级电容器电极材料备受关注。然而目前石墨烯基材料的性能仍远远低于预期。

(化学与材料科学学院 科研部)

## 碳基催化剂取得进展

**本报讯** 近日，我校在碳基催化剂电催化析氢研究方面取得新进展。成果在线发表在国际化学领域顶级期刊《Angew. Chem. Int. Ed.》。

研究采用金属有机框架化合物Cu-BTC作为前驱体，通过煅烧和溶剂热处理得到类石墨烯粒子聚集体。红外光谱、X射线光电子能谱、X射线近边吸收精细结构和固态核磁共振的表征结果表明该碳基材料形成了双石墨型氮掺杂于一个石墨烯晶格六元环的新结构，与两个相邻的石墨型

氮键合的碳原子是催化活性位点，该键合方式有利于增强H在C活性位点上的吸附，从而提高催化活性。

中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心和化学与材料科学学院材料系陈乾旺教授为论文通讯作者，博士研究生林志宇和博士后杨阳为论文共同第一作者。合肥同步辐射国家实验室、上海同步辐射光源和合肥稳态强磁场中心对实验结果的表征分析提供了重要帮助。(微科)

## 在利用Fe同位素示踪俯冲带深部流体性质方面中国科大取得重要进展

**本报讯** 9月30日，郑永飞院士团队陈伊翔特任教授在俯冲带深部流体中Fe的迁移行为和氧化还原性质方面取得重要进展，相关成果发表在地球化学领域顶尖期刊Geochimica et Cosmochimica Acta。

板块构造和俯冲带的存在是地球区别于太阳系内其它固态行星的重要标志之一。氧化还原敏感元素(Fe、C和S等)在俯冲板片和地幔楔之间的化学传输极大地改变了地幔楔和弧岩浆的氧化还原状态，进而影响俯冲带金属元素的迁移富集和成矿作用，因而是国际学术界研究的热点和前沿。

针对这个问题，该团队选取意大利西阿尔卑斯造山带Dora-Maira地体的白片岩

进行研究。在这些岩石中，人类最早发现了柯石英这种指示超高压变质的矿物，揭开了大陆深俯冲和超高压变质作用研究的序幕，并极大地推动了大陆动力学的发展。这些岩石受到了国际学术界的广泛关注。该团队的前期工作结合Mg和O同位素以及锆石微量元素分析，查明了白片岩的原岩为变花岗岩，厘清了35年以来关于其原岩性质的争议。

近期该团队针对白片岩Fe同位素的分析结果揭示，其具有全球高温岩石中最重的Fe同位素组成( $\delta^{56}\text{Fe}$ 高达1.22‰)。其Fe同位素组成明显不符合火成岩的岩浆演化趋势，指示了俯冲带流体交代的过程的影响。

团队根据西阿尔卑斯造

山带的构造演化特征，进一步提出了大陆俯冲隧道中俯冲板片-地幔楔界面流体交代过程中Fe迁移的构造模型。总之，这项成果提供了利用Fe同位素示踪俯冲带深部流体性质的新思路和典型案例，揭示了俯冲带深部局部相对还原性流体的存在，对理解弧岩浆和地幔楔的氧化还原状态和Fe同位素体系都具有重要意义。

审稿人高度评价该成果“我认为这项工作是研究俯冲过程中地质储库之间氧化还原能力交换的一个里程碑”，“作者详尽的研究为俯冲带交代作用提供了独特视角”。论文第一作者为陈伊翔特任教授，陈伊翔和中国地质大学何永胜为共同通讯作者。

(地球和空间科学学院)

## 石墨烯离子存储机制取得进展