

“悟空”发现疑似暗物质踪迹

中国探问宇宙之谜迈出重要一步

暗物质，一个人类追寻多年的宇宙魅影，最近被中国“悟空”发现了疑似踪迹。

国际权威学术期刊《自然》于北京时间 30 日在线发布，暗物质粒子探测卫星“悟空”在太空中测量到电子宇宙射线的一处异常波动。这一神秘讯号首次为人类所观测，意味着中国科学家取得了一项开创性发现。

“悟空”的最新发现，是引领性原创成果重大突破。”中科院院长白春礼说，如果后续研究证实这一发现与暗物质相关，将是一项具有划时代意义的科学成果，即便与暗物质无关，也可能带来对现有科学理论的突破。

探问宇宙之谜的火炬，传承到新时代的中国人手中。从“东方红一号”到“悟空”，从茫茫深海到浩瀚太空，“中国梦”正承载起更多为全人类探寻未知、解答未知的使命。

打开“新窗口”：疑似暗物质踪迹初现？

经过两年持续观测，“悟空”在 1.4 万亿电子伏特(TeV)的超高能谱段，“定位”了一束明显异于常态的电子宇宙射线。

“之前没有人发现过。”“悟空”首席科学家、中科院紫金山天文台副台长常进解释，正常的能谱变化应该是一条平滑的曲线，但根据“悟空”观测数据，这里突然出现了一处剧烈波动，划出一个“尖峰”，意味着此处必有“古怪”。

“现有的物理模型无法解释 悟空”的最新发现。《自然》审稿人、一位国际知名的理论物理学家这样评价。

新发现是否就是科学家苦苦追寻的暗物质踪迹？中科院理论物理研究所所长吴岳良说，根据现有数据和理论模型无法做出断定，但这是“暗示了暗物质粒子存在的可能的新证据”。

暗物质是什么？发现暗物质的意义究竟有多重大？当前主流科学界认为，人类已经发现的物质只占宇宙总物质质量不足 5%，剩余部分由暗物质和暗能量等构成。由于暗物质无法被直接观测，与物质相互作用也很弱，人类至今对它知之甚少。

暗物质的“真相”因此位列 21 世纪最重要的科学谜团之一。揭开暗物质之谜，被认为是继哥白尼的日心说、牛顿的万有引力定律、爱因斯坦的相对论、量子力学之后，人类认识自然规律的又一次重大飞跃。

面对诱人前景，科学家在全球展开竞争，试图第一个找到暗物质的踪迹。天上，把强磁场设备送进太空；地下，深入几千米的大山建造实验室……科学家使出浑身解数，用上了多种探测手段，国际上的相关实验和设备多达数十个。

“悟空”用的是探测高能宇宙射线的方式，寻找暗物质粒子湮灭的间接证据。”常进说，根据理论模型，暗物质湮灭会产生高能伽马射线、高能电子等宇宙射线，一旦找到特定的高能宇宙射线，有望推断出暗物质的“庐山真面目”。

“悟空”得出数据后，研究人员为了排除分析方法可能产生的干扰，将初始数据分别交由 4 个中外团队独立分析计算，最后得出一致结论：在 1.4TeV 处确实出现了异常现象。

这是近年来科学家离暗物质最近的一次发现。常进说，如果进一步研究确认与暗物质相关，人类就可以沿着“悟空”的脚步去找寻宇宙中 5% 以外的广袤未知，这将是一个超出想象的成就。

“即便无法证明是暗物质的踪迹，悟空”也为全人类打开了观测宇宙的一扇新窗口。”常进说。

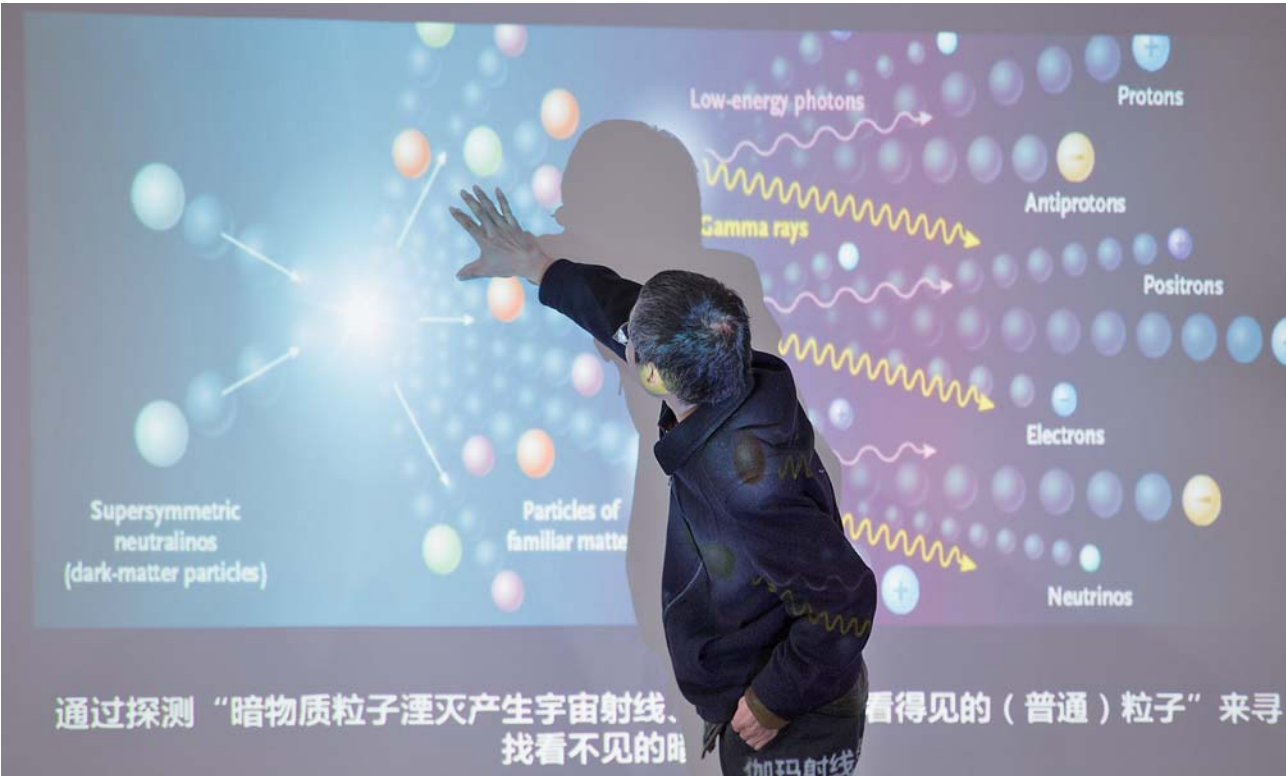
宇宙捞“针”：“悟空”有哪些绝技

《自然》期刊中国区科学总监印格致(Ed Gerstner)对常进的话深以为然。“科学就是在一个接一个的 可能”中不断接近真理，”他说，“对科学家来说，发现异常未知的那一刻最兴奋。”

不过，寻找“异常”与“可能”绝非易事。自 2015 年底发射升空，“悟空”探测了 35 亿多个高能宇宙射线，从中共共搜寻出 100 多个异常电子，难度不亚于大海捞针。

“天上的辐射背景太复杂，需要做出区分。”“悟空”科学应用系统总设计师伍健说，与国际同类探测设备相比，“悟空”在“高能电子、伽马射线的能量测量准确度”和“区分不同种类宇宙射线的本领”这两项关键技术指标方面世界领先，尤其适合寻找暗物质粒子湮灭过程中产生的一些非常尖锐的信号。

“就好比在有上千万人口的城市里找到特定的一个人，既要



▲ 在中国科学院紫金山天文台，“悟空”科学应用系统副总师范一中在介绍研究成果(11 月 2 日摄)。 新华社记者李响摄



▲ “悟空”首席科学家、中科院紫金山天文台副台长常进在中国科学院发布暗物质粒子探测卫星首批科学成果(11 月 27 日摄)。 新华社记者金立旺摄

快，又要准。”常进说。

目前国际上知名的相关研究项目有美国费米卫星，日本量能器型电子望远镜，以及著名物理学家丁肇中主持的阿尔法磁谱仪等。“悟空”科学应用系统副总师范一中说，相比同类设备，“悟空”显著提高了电子能量观测的上限，得到的电子样本“纯净”程度也最高，这是中国科研人员自主提出的新探测技术，实现了对高能电子、伽马射线的“经济实用型”观测。

香港大学物理系副教授苏萌说，关键性的“拐点”由“悟空”首次测量出来，说明中国的暗物质卫星测量水平具有非常独到的优势。

“悟空”研究团队也坦承，目前数据统计量还不够，存在一定的统计误差。“我们是 靠天吃饭”，天上有多少宇宙射线，我们才能测到多少事例。”常进说，要降低统计误差，唯一办法是积累大量数据，这需要更多时间。

好消息是，“悟空”在轨运行状况很好，预计卫星在天工作时会大大超过设计寿命。“悟空”研究团队透露，今后两三年是卫星数据分析的关键时期，收集到目标事例越来越多，绘制的能谱越来越精确，还将有系列重大成果发布。

探索“无人区”：中国瞄准人类科学前沿

不久前，伍健到欧洲的合作伙伴总部访问，会议室陈列了三个科学实验装置的标志，按时间顺序分别是费米卫星、阿尔法磁谱仪和“悟空”。“这是他们从数十个合作项目中选出的、有代表性的实验，在相关领域最有希望取得成就。”伍健说。

“悟空”对暗物质的探寻，已经逐渐进入科学的“无人区”。

找到了吗？有什么用？万一找错了呢？

三问暗物质卫星首批科学成果

新华社北京 11 月 30 日电(记者蒋芳、蔡玉高、王珏玢)北京时间 30 日，暗物质探测卫星“悟空”首批成果由《自然》杂志在线公布。精细结构、“奇异”电子信号、关键转折……成果中大量出现的专业用语令公众困惑：科学家究竟找到了暗物质吗？如果找到的是暗物质粒子，对人类而言有什么用？万一找到的不是暗物质，意义何在？

找到暗物质了吗？

“悟空”首席科学家、中科院紫金山天文台副台长常进表示，首批成果中最令人兴奋的是发现了 100 多个“奇异”电子，随着电子数量的进一步积累，才能进一步提高该发现的置信度，为人类打开新的观测宇宙窗口。

中科院院士吴岳良分析，从目前数据分析看，这些“奇异”电子信号可能有两个来源，要么来自暗物质湮灭，要么来自超新星遗迹或是脉冲星。“从目前来看，来自前者的可能性似乎更有说服力。”

一旦国际科学界进一步认可其来自暗物质起源，人类就可以根据“悟空”的探测结果获知暗物质粒子的质量、湮灭率，以及

太阳系附近的暗物质团块分布等信息，这些都是以前无法得到的。

“Maybe, maybe, YES.”，《自然》中国区科学总监印格致(Ed Gerstner)则从另一角度阐述科学发现与公众认识之间的“距离”：“每一次发现新的信号，科学界都会为之震动，公众则会反复追问：找到暗物质了吗？科学家却只能回答：可能吧。在前沿科学研究领域，这样的对话可能会延续很多很多年，直到多个方向的研究成果反复互证，科学家们才会最终宣布：是的！我们找到了！”

在 11 月 27 日举行的首批科学成果发布会上，媒体一直在追问常进何时能找到暗物质。对此，常进表示：“我目前的工作是做好卫星数据的搜集与分析工作。确认找到暗物质，一定是个漫长的过程，需全球科学家协力探索。”

找到暗物质有什么用？

暗物质被称为“世纪之谜”。20 世纪初，荷兰天文学家奥尔特等多位科学家相继提出，宇宙中存在发光很弱或者不发光的暗物质。

暗物质是什么？以何种形式存在？和人类又会产生怎样的联系……谜底的揭开，或许会与牛顿力学、爱因斯坦相对论一样，开启人类新的物理时代。

“作为宇宙构成部分中超过 25% 的存在，怎么可能没有用？”吴岳良院士说，否则何来星系和宇宙结构，何来银河系、太阳系甚至我们人类？

中科院院长白春礼说，基础科学从发现到应用往往动辄以百年为计量单位，而这种影响必然是颠覆性的。有了相对论和量子力学，才有了航天、半导体和互联网。作为当今世界最前沿的科学话题，相信暗物质发现的作用，不会亚于它们。

“对科学的追求，是人类社会不断进步的主要动力。”常进说，暗物质的作用我们现在无从得知，但寻找暗物质的工作每天都在影响我和我的团队成员。也许再过 100 年，我们的后代日常生活都离不开暗物质突破后产生的新的理论。

不是暗物质也很重要？

对于常进而言，他目前最关心的是，接下来“悟空”所捕捉到的这些“奇异”电子信号是否还会持续增加；一年后，能否达到科学发现所要求的精度。“无论是不是暗物质，都将是一个重要的新现象。”常进表示。

长期以来，科学界普遍认为在 1.4TeV 以上的高能段是一片“沙漠”，但“悟空”正在进行的工作有望证明，这里其实“风光旖旎”。“物理学界现有的理论模型远不能解释关于宇宙的所有疑问，期待 悟空”能够破旧立新。”暗物质卫星科学应用系统副总师范一中说。

白春礼则认为，如果研究最终确定发现了新粒子，是暗物质，这无疑非常重要。但如果不是暗物质，也意义重大。“耗资 100 亿美元建造的欧洲核子对撞机撞出一个上帝粒子，验证了理论学家的预测，使其得到了诺贝尔奖。而我们如果用不到 1 亿美元就找到新粒子，意义更加非凡。”

新华社北京 11 月 30 日电(记者陈芳、王珏玢、蒋芳)中国暗物质粒子探测卫星“悟空”于北京时间 30 日正式公布首批重要科学成果。这只来自中国的“顽猴”出手不凡，仅两年的观测结果就发现了前所未有的现象，或有望揭开暗物质的神秘面纱。

“悟空”究竟“能”在哪？此次发现是否合乎当初的科研目标？有可能取得的成果将会是何种级别……暗物质卫星科研团队为公众分析首批科学成果的三宗“最”。

最“经济适用”的卫星

花费小、本领大，看得清、测得准。谈到 2015 年底发射的暗物质卫星“悟空”，专家一致给予“性价比”很高的评价。

天文学家发现，银河系外围恒星围绕银河系中心旋转的速度“太快”，因此，在银河系中除了可见物质之外，一定还有其他看不见的物质，他们合在一起的引力“拉着”这些天体，使其不至于由于速度过高而飞离银河系。为此所做的计算表明，这些看不见的物质总量是普通物质的 5 倍以上，它们就是“暗物质”。

“悟空”在太空中的任务，就是通过间接方法，捕捉暗物质湮灭、衰变的蛛丝马迹。在这一方面，造价数亿至数十亿美元的费米卫星，阿尔法磁谱仪目标类似，但“悟空”项目耗资不到 1 亿美元，堪称“经济适用”的典范。

虽然花钱少，但本领一点不打折。卫星首席科学家常进介绍，“悟空”在同类设备中拥有工作能段最高、能量分辨率最高、粒子鉴别本领最强 3 项“绝技”。

“悟空”具有百万选一不出错、同时看 100 万倍能量范围的能力。说 火眼金睛”一点也不为过。”常进说。

最“意外”的发现

“悟空”降妖伏魔，源于两次“意外”。

1997 年，美国宇航局在南极开展南极长周期气球项目 ATIC，主要目标是观测高能宇宙射线，电子、伽马射线本不在观测之列。

“这是个机会！”常进意识到，美国选择的南极，是地球上观测高能电子独一无二窗口。他一遍遍给南极项目负责人发邮件，阐述自己的观测构想。

经过一年多验算、证明，这一最初被认为“疯狂”的计划最终得到支持。此后 7 年，常进 3 次参与南极观测，在 3000 多万个宇宙线粒子里成功找到 210 个超出正常能谱的高能电子。2008 年，以常进为第一作者的论文在《自然》杂志发表。在文中，常进论述了电子“超出”可能来自暗物质湮灭，“搭便车”的研究最终获得了国际瞩目的成就。

第二次“意外”出现在“悟空”上天后。卫星科学应用系统副总师范一中说，本来所有的注意力都放在以前实验结果中的“超出”能段，谁也没想到，在更高的 1.4TeV 能量处，会再发现异于正常能谱的“奇异”电子。

“这可能会是 悟空号”最重要的发现。科学就是这样，无心插柳、种瓜得豆，你永远不知道下一秒会有什么惊喜。”范一中说。

最令人期待的成果

“从未预想的成果”“激动人心的发现”……对于此次公布的“悟空”成果，《自然》中国区总监印格致毫不吝惜地给予了极高评价。

虽然目前积累的粒子数量还不足以确证“发现”，“悟空”在 1.4TeV 处捕捉的“奇异”电子，依然引起了物理学者的强烈关注。

2013 年，欧洲核子中心确认发现被誉为“上帝粒子”的希格斯玻色子。物理学标准模型 61 种基本粒子的最后一块拼图归位。但这并不是宇宙的最终答案。功德圆满模型如果不能突破，也意味着对宇宙新知的探索即将步入一片沙漠。

范一中说，1.4TeV 能量处的“奇异”电子信号如果得到确认，将超出常规天文模型的解释范畴，要么来自暗物质湮灭，要么来自宇宙中某种奇特的“新型加速器”。

“现在看来，最有可能的解释是来源于暗物质。”中科院院士吴岳良说。

“粒子物理领域已经进入下半场，希望 悟空”能够得分。按照目前的进度，我们的第二批科学成果预计将在明年底发表。”常进说。

“悟空”的最新发现有望加快暗物质探测

据新华社伦敦 11 月 29 日电(记者张家伟)为探测暗物质这一宇宙中的神秘存在，全球多个科研团队已投入大量资源，利用多种设备开展探索。中国暗物质粒子探测卫星“悟空”取得的最新发现有望加快这一进程。

英国《自然》杂志 29 日在线发表一项报告说，中国科学院紫金山天文台副台长常进领衔的团队基于“悟空”卫星收集的数据，成功获取了目前国际上在万亿电子伏特能段精度最高的电子宇宙射线探测结果，这有助于进一步寻找暗物质。

“悟空”卫星地面科学应用系统副总设计师、紫金山天文台研究员范一中通过电子邮件接受了新华社记者采访。他说：“一般认为暗物质可能湮灭或衰变，会产生高能电子宇宙射线，因此高精度的电子宇宙射线能谱测量对暗物质间接探测具有重要意义，会显著推动相关研究。”

在这项最新成果中，“悟空”还首次直接测量到电子宇宙射线能谱的一个转折，其精确的下降行为对判定部分电子宇宙射线是否来自暗物质起着关键作用。据范一中介绍，测量到转折的准确下降行为有望澄清部分“1 万亿电子伏特以下能量的电子宇宙射线”是否来自暗物质。

此外，“悟空”的数据初步显示有一个能谱精细结构存在，这一精细结构如果得到进一步确证，将是粒子物理、天体物理领域的重大发现。范一中说，电子宇宙射线产生之后会在太空中传播，快速损失能量，一般不认为能够产生精细结构，“一旦发现精细结构，将为暗物质探测带来新希望。目前卫星看到了那样的迹象，但还需进一步积累数据”。

『悟空』为什么『能』

首批科学成果的三宗『最』