"拉索"观测获新进展

## 首次完整记录伽马射线暴全过程



在四川省稻城县海子山海拔 4410米的 高原上建立的"拉索"高海拔宇宙线观测 站(英文缩写LHAASO), 我国科研人员在 观测数据基础上首次精确刻画出大质量恒 星死亡瞬间万亿电子伏特伽马射线爆发的 全过程,首次观测到高能光子流量的快速 增强过程。相关研究成果6月9日在线发表 于《科学》杂志。

## 伽马暴持续时间短,释放巨大能量

伽马暴是宇宙中最强大的天体爆发事 件之一。想象一下,一颗远比太阳还要巨 大而炽热的恒星, 在数百万年间燃烧着自 己的燃料,释放出巨大的能量。然而,当 这颗恒星燃料用尽时, 却发生了一些惊人 的事情。恒星内部的核聚变反应突然停 止,无法继续产生能量来抵抗自身的引 力。于是,恒星开始迅速坍缩。这个过程 类似于我们使用外力把一个气球挤压得越 来越小。但与气球不同,恒星的坍缩过程 极为剧烈,释放出的巨大能量不断积累, 最终形成黑洞或者中子星这样的致密性天 体。在坍缩过程中,黑洞或中子星会在极 短时间内释放出一束极为强大的能量,形 成伽马射线, 瞬时释放的能量要比太阳一 生核反应的能量还要高上几个量级。

形成伽马暴的特点是持续时间较短、 能量极高、方向性强,且横向扩展度很 小。根据持续时间不同, 伽马暴分为短暴 和长暴。长暴通常持续时间超过两秒,一 般持续几秒钟到几百秒不等。长暴通常与 质量较大的恒星爆炸有关,如超新星爆炸 或恒星坍缩引起的黑洞形成过程。我们可 以将释放出来的伽马射线想象成一个宇宙 尺度上朝着特定的方向迅速传播的"激光 脉冲"。这束伽马射线在宇宙中以近乎光速 的速度在空间中旅行,直至被探测到。

### 观测伽马暴主要有三种手段

研究伽马暴,对于理解宇宙的演化、 高能物理和天体物理现象,以及星系形成 等方面具有重要意义。我们对天体的观测 数据十分丰富,比如太阳这种类似"静

近

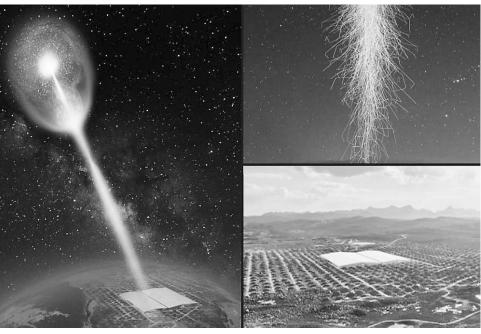
旧

全

底

输

血



"拉索"测量伽马暴示意图。 (图片由"拉索"工程办提供)

态"的天体,或者脉冲星这样的周期性天 体。但与这些天体不同的是, 伽马暴是 "一次性"的宇宙过程,人类不能预知它何 时会发生,并且错过就永远失去了一次观 测机会,因此要想观测伽马暴只能是"被 动"的。目前的观测手段是由专门的伽马 暴空间探测卫星作为"预警者"。例如,美 国费米伽马射线空间望远镜(Fermi)给出 伽马暴预警信息后,会在短时间内发布信 息,其他如空间探测器,以及地面探测器 接收到这个信息后,开始对伽马暴进行

对于不同类型的探测器,彼此间的观 测机制差异很大。现阶段对高能伽马射线 的探测主要有3种手段:空间卫星、地面大 气切伦科夫望远镜、广延大气簇射阵列。

空间卫星属于直接观测手段,特点是 具有较大的灵敏视场角,覆盖能量范围通 常在MeV(百万电子伏特)至100GeV(10 亿电子伏特),在不考虑故障情况下运行占

地面大气切伦科夫望远镜,属于间接的 光学观测手段,一般运行在晴朗且无云的夜 间,运行时间受环境影响很大,视场角较

小, 优点是可以对局部天区进行高角分辨观 测,能量覆盖范围从几十个GeV到十个TeV (万亿电子伏特)。如由两个大气切伦科夫望 远镜组成的神奇伽马射线望远镜(MAG-IC), 当运行过程中接收到伽马暴预警信 号,可以在几十秒的时间内指向相应区域进 行伽马暴余辉的观测。

广延大气簇射阵列, 也是间接观测手 段,不同的是,通过测量高能粒子与大气 中粒子相互碰撞后形成的次级粒子,来重 建原初高能粒子的信息,特点是运行占空 比接近100%,视场角为3/4π左右,覆盖 能量范围根据阵列类型不同,可从100GeV 至几十PeV(拍电子伏特)不等。6月9日 在《科学》杂志上发表的文章,做出主要 贡献的探测器——"拉索"的水切伦科夫 探测器阵列(WCDA)就属于此类,其能 量测量范围从100GeV到30TeV,观测到此 次伽马射线暴从0.3到7TeV的伽马辐射。

## 数据获取机制是完整探测的关键

为什么WCDA的测量结果如此重要, 它是如何实现的?对于探测这件事情来 说,第一是要解决"0到1"的问题,也就 是说,我们是否测量到了这样一个现象; 第二是测到了多少数据,这些数据能从一 个什么深度上帮助我们理解这个现象。

"拉索"为什么能够探测到伽马射线 暴?首先,探测器处在一个稳定的运行状 态, 伽马射线暴的光子恰巧落在探测器的 视场内。

"拉索"自身数据获取机制是保证此次 完整探测的关键。数据产生后,后端会产 生两个相同的数据流:一个数据流经过触 发算法后进行保存用于物理分析;另一个 数据流专门面向伽马暴的研究,以一个 "缓存"的方式存在,即以当下时间为T0 的话,它缓存向前0.5小时、向后2小时的 数据。当"拉索"获得伽马暴预警信息 后,就将这段缓存的数据单独保存下来。 相对于短时间的伽马暴来说,这些数据时 长已足够进行细致的研究了。

### 完美解释为何此次伽马射线暴是 "史上最亮"

"拉索"观测表明,高能辐射在起爆之 后不到10分钟的某个时刻,亮度突然快速 减弱了。这可以解释为爆炸后的抛射物是 喷流状结构, 由此还测出了喷流的张角仅 0.8 度。这是迄今知道的最小张角的喷流, 意味着实际上观测到的是一个典型内亮外 暗喷流最明亮的核心。正是由于观测者碰 巧正对喷流最明亮的核心, 这就解释了为 什么这个伽马射线暴是历史上最亮的,也 解释了为什么这样的事件极其罕见

根据分析结果,该伽马射线暴产生于 距离地球24亿光年的宇宙深处,其亮度是 此前伽马射线暴亮度纪录的50倍,大部分 光子恰巧处于"拉索"WCDA探测器最灵 敏的能量区域。而"拉索"实现了其他实 验没有达到的高能量波段光变过程教科书 式的完整观测,首次精确测量高能光子爆 发的完整过程,首次测量到高能光子流量 的快速增强过程,为理论模型的精确检验 提供了实验基础,对宇宙线起源、极端天 体物理辐射机制,以及高能光子的传播机 制研究提供了非常丰富的信息。

此次观测结果, 预期将在今后几十甚 至上百年时间内保持最佳。本场爆炸事件 还有其他许多新发现,科学家们还在不懈 地深耕"拉索"数据,力图揭示更多奥秘。

(作者系中国科学院高能物理研究所副 研究员)

今年5月,由我国科学家 提出的太阳等离子体加热的革 新性物理机制,发表在国际著 名学术期刊《自然·天文学》 上,将有望推动世界"人造小 太阳"科研再上新台阶。4月 12日,我国建成运行的全超导 托卡马克装置成功实现403秒 稳态运行。"人造小太阳"获 得的这一重大突破, 对加快实 现核聚变能的应用具有重要 意义。

在人类能源需求日益旺 盛, 但化石能源日益紧缺且减 少碳排放压力很大、可再生能 源和生物能源又面临高成本门 槛的今天,核能可谓是一种相 对经济、清洁、可靠的选择。 而正在应用的主要核裂变材料 铀在陆地上相对贫乏, 因此寻 找新的替代材料迫在眉睫,而 正在孕育的"人造小太阳"是 解除人类这一困局的终极"魔

"人造小太阳"是何方神 圣呢?这要从水说起。常见的 水中, 其实还混有两种不常见 的水——重水、超重水。这3 种水是由氢的三兄弟氕、氘、 氚分别同氧结合形成的。氕就 是最常见的氢; 氘比氕重一 点,因此又叫重氢;而氚又比 氘重一点,所以又叫超重氢。 可以说, 氢的三兄弟都与人类 的终极能源密切相关。世界上 正在发展的氢能,就与利用水 分解得到的氢(氕)有关;而 氘、氚则有着更特殊的用途, 它们都与核能相关。

核能的释放通常有两种形 式:一种是重核裂变,即一个 重原子核分裂成两个或多个中 等原子量的原子核,从而释放 出巨大的能量。利用重核裂 变,人们造出了原子弹。目前 世界上的核电站,都是依据核 裂变原理建起来的,通过对反 应堆加以控制实现了原子能发 电。另一种是轻核聚变,是指 在极高的温度下将两个质量较 小的原子核合并为质量较大的 新核,并放出大量能量的过 程,也称热核反应、热核聚变 反应。在太阳等恒星内部,由 于轻核具有持续发生聚变的条 件,从而能不断发出无穷的光 和热。人类利用轻核聚变原 理,早已造出了比原子弹杀伤 力更大的氢弹,但氢弹是不可 控制的核聚变,瞬间能量释放 就会给人类带来灾难。

目前,中外科学家应用的

"受控热核聚变反应装置"——托卡马克装置, 就是利用太阳等恒星的轻核聚变原理, 所以被 称为"人造小太阳",又由于这种反应是人工可 控的, 因此可用作能源。他们以海水中的氘、 氚为主要原料,进行轻核聚变反应试验,以期 建立聚变反应堆, 但产生可控核聚变需要极高 温度和巨大的压力,而地球上没办法获得巨大 的压力,只能通过提高温度来弥补,这样一来 温度要达到上亿度才行。但如此高的温度没有 一种固体容器能够承受,只能靠强大的磁场来 约束。

这时, 托卡马克装置出场了, 它是在通电的 时候具有强大磁约束力的真空环形容器。但是按 照常规, 托卡马克装置建反应堆不仅体积大、效 率低,而且放电时间很短,无法长期稳态运行。 不过,超导托卡马克为解决这一问题提供了最有 效的途径。因此,美国、日本等国家开始研制这 种实验装置,其中最为关键的步骤,则是国际热 核反应堆计划,包括欧盟、日本和我国等在内的 七方参与,于2006年正式启动。

位于安徽合肥的中国科学院等离子体物理研 究所,于2006年初建成了由我国自行设计、自 行研制的新一代"人造小太阳"实验装置——全 超导托卡马克装置。它的建成使我国成为世界 上第四个拥有全超导装置的国家, 这也是世界 上第一个同时具有全超导磁体和主动冷却结构 的托卡马克, 从而使我国磁约束核聚变研究进 入世界前沿。

现在,我国的"人造小太阳"已基本成 形,科学家认为再经过30年左右的时间,也就 是在本世纪中叶世界上核聚变能可实现应用。 不过, 更乐观的估计是我国将在2028年实现核 聚变发电。到那时,中国品牌的"人造小太 阳"有望成功升起。

(作者系湖南省科普作家协会会员)

## 让被放错地方的"资源"重回市场

□ 张自飞

### 包含各种血细胞和血浆; 而成分血 则仅输注病人血液中缺少的成分, 如贫血可以输注浓缩红细胞, 血小 栏目主持人: 吴晶平 -广东科学中心与科普时报社合办

处理方式来进行分类。我国生活垃

圾一般分为四大类,分别为可回收

垃圾、餐余垃圾、有害垃圾和其他

垃圾。而常用的垃圾处理方法为综

合利用、卫生填埋、焚烧发电、堆

今生",而如何将垃圾分类变得更加

通俗易懂,合理处置就成为一门"科

学"。生活中,很多人都曾有过类似

疑问,旧家电、废油漆、烟蒂,这些

都是什么垃圾?而想要完全掌握这些

知识,对于普通人来说还是有难度

的。而通过实践与分析,有的人整理

出一份直观的"猪分类法"口诀:猪

可以吃的是厨余垃圾,吃了会死的是

有害垃圾,可回收垃圾是可以卖了换

钱买猪的,连猪都不吃的是其他

各类垃圾有着它们不同的"前世

肥与资源返还等几种方式。

板减少可以输注单采血小板等。成 分血输注更安全,目前输全血的情 况比较罕见。"中国科学院北京基因 组研究所(国家生物信息中心)精 5月22-28日是首届全国城市生 准基因组医学重点实验室副研究员 活垃圾分类宣传周。北京市东城区崇 陈艾莉告诉科普时报记者,亲属之 外街道在新怡家园小区开展了"旧物 间如果血型相同,理论上是可以进 换礼物,垃圾变资源"社区专场宣传 行红细胞等成分血输注的。网上说 活动。居民们把家中的垃圾投放到正 的近亲输血存在风险,是指输全血 确的垃圾桶中,做好垃圾分类,提高 的情况下,由于供者血液中存在白 生活垃圾减量化、资源化、无害化 细胞,容易让受血者患上输血相关 水平。 移植物抗宿主病。这种并发症在直 目前,垃圾主要从成分构成、 系亲属间比无关供者高 10-20 倍, 产生量,并结合本地资源再利用和

陈艾莉介绍说,血液里除了有运 输氧的红细胞,还有免疫功能的白细 胞(白血球)。白细胞会通过识别白 细胞抗原来判断细胞是"自己人"还 是"入侵者"。输血后,受者的白细 胞一般会去除供者的白细胞, 但受者 免疫功能低下时,可能会把相似度较 高的直系亲属的细胞误认为"自己 人",而供者的白细胞则会存活下 来,把受者细胞当作"外人"来去 除,这就是输血相关移植物抗宿

且死亡率高达90%。

近日,"原来近亲不能输血"这

"输血分为全血输注和成分血输 注。全血就是我们献血时的血液,

一话题登上微博热搜, 引发网友各种

讨论。近亲之间到底能不能输血?

此外, 陈艾莉特别谈到, 除了直 系亲属,夫妻间输血也要注意。"一 般情况下不建议丈夫给妻子输血,尤 其是还没有生育的夫妇。如果妻子接 受了丈夫血液,体内会产生针对其血 型抗原的抗体。妻子怀孕时, 抗体可 以到达胎儿体内, 胎儿就有可能发生 新生儿溶血病"。

如何才能做到正确输血?"不管 谁给谁输血, 最好都先把白细胞去除 才比较安心。实际上,发达国家都要 求普遍去除白细胞, 我国大部分省市 的血液制品也会去除白细胞。"陈艾

莉说,完全去除白细胞,目前最好的方法就是对血 液制品进行伽马辐射。伽马辐射会破坏白细胞的 DNA, 使其无法复制。

目前,我国《全血和成分血使用》标准明确提 到,亲属间输血需要使用辐照血,也就是经过伽马 射线处理后的血液。"这意味着,亲属间并非不能相 互输血,只不过需要经过特殊处理。"陈艾莉提醒, 还需遵循这几点原则:输注同型血;坚持最小剂量 原则,能少输尽量少输;输血选择成分血,缺什么 补什么。



混在一起的垃圾, 想要实现资源 化的循环,除了提高各类垃圾的资源 属性外, 更重要的是如何有效达到资 源循环再利用。

我们先看这样一组数据:1吨废 纸=可再造700千克好纸,1吨废钢铁 =可提炼钢900千克,1吨易拉罐=可 少采20吨铝矿,1吨废塑料=可回炼 600千克无铅汽油和柴油,1吨废玻 璃=可生产1块篮球场面积的平板玻 璃,100万吨废弃食物=可节约36万 吨饲料用谷物。当处理技术不断升级 后,废弃物又多出另一重身份,那就 是一种随处可见又被放错地方的"资

现在对于很多垃圾处理方式,采 用卫生填埋的方法,虽然可以有效减 少对地下水、地表水、土壤、空气的 污染, 但并不能为垃圾分类治理带来 质的变化。

当居民还未对垃圾分类采取自 愿、自觉的行动时,如何合理推动 垃圾分类及资源再利用的捆绑就成 为重点。无论街道社区、物业公 司,还是其他企业,仅依靠分类管 理难以获利,而作为企业也不愿介 入。但当垃圾回收后,再生垃圾变 为资源,那将出现质的改变,就像 "跳蚤市场"将对自己产生不了价 值的物品出售给有需求的人一样。 而我们将物品与买卖双方进行调 整,对生活垃圾的分类开展相配套 的体系建设,再根据分类品种建立 与分类相配套的收运体系,同时与 再生资源形成相互协调的回收体



垃圾分类知识图标海报。 视觉中国供图

系,以第三方企业化模式开展运 作, 让垃圾分类工作不仅停留在责 任上,而是以一种经济形式重新回 归市场经济舞台。

(作者系北京市科学技术研究院 北京北科安翔企业管理有限公司科技 工作者、北科科普宣讲团成员)

# 第三代试管婴儿技术能保证性别"随愿"吗

(上接第1版)

以血友病为例,给大家展示一下第 三代试管婴儿技术的具体应用。人类的 遗传病, 如果致病基因位于性染色体, 即X或Y染色体上,那么后代的发病就 会存在性别差异。血友病是一种遗传性 出血性疾病,导致血友病发病的基因位 于X染色体上,因而对男性后代的影响 远远大于女性后代。因为女性有两条X 染色体,即使其中一条染色体携带了血 友病基因,仍然可以产生足够的凝血因 子。因此,女性血友病基因携带者不一 定会发病。但男性只有一条 X 染色体, 一旦该染色体携带了血友病基因,就无 法产生足够的凝血因子,导致疾病

了解了这种遗传病的特点,就可以 利用第三代试管婴儿技术,通过选择女 性胚胎来有效预防该类疾病。目前,随 检测每个胚胎致病基因状态,增加了可 转移胚胎的数量,并允许对未受影响的 男性和女性胚胎进行优先移植。

着胚胎基因测序技术的发展, 可以直接

## 技术是一把"双刃剑"

人们不禁会问, 第三代试管婴儿技 术的确可以选择胚胎性别,那我们是不 是就可以利用它来选择生男孩儿或女孩 儿? 在我们国家的一些地区,人们对生 男孩儿还是女孩儿仍然非常看重, 网络 骗子或者非正规医疗机构正是抓住人们 这种心理, 鼓吹试管婴儿技术可以"包 生男孩"或"生男生女随你愿",但这 并不意味着患者就一定可以获益。

与其他医学新技术一样, 第三代试 管婴儿技术也是一把"双刃剑"。在实 施这项技术过程中,需要对胚胎进行有 创的侵入性操作,从胚胎上取走少量细

胞进行检测。这一过程是否影响胚胎的 正常发育和孩子的健康一直是大家担心

虽然目前的研究资料表明, 第三代 试管婴儿技术并不增加胎儿畸形的发生 率,但这并不代表它是绝对安全的。真 正有效的评估可能要经过几十年的长期 随访才能完成。另外, 在非正规医疗机 构施行第三代试管婴儿技术, 促排卵、 取卵和取卵后可能导致严重并发症,因 此一定要在正规的医疗机构进行促排卵 和监测,以减少母婴风险。

在我国,开展第三代试管婴儿技 术必须经过卫生行政部门的严格审 批,避免该技术被滥用,保障操作过 程规范有序,即使是试管婴儿技术也 不能在没有适应症的情况下对胚胎进 行性别筛选。第三代试管婴儿技术是 对胚胎是否正常进行筛选,而不是对

由于国内规范严格,不少患者将目 光瞄向国外, 许多中介机构更是积极迎 合,以赴国外做试管婴儿性别选择为卖 点,吸引客源。

一位43岁的高龄女性为生男孩继 承家族产业,在中介指引下赴国外希望 通过三代试管婴儿技术选择"一举得 男"。该女士前后花费100余万元,但 最终希望落空。

第三代试管婴儿技术为实现"优生 优育"而诞生,从医学和伦理的角度考 虑,无论是国内还是国外专家,都更认 可基于胚胎是否健康作为筛选标准,而 非性别。我们应该更好地掌握使用它的 适应症, 更加看重保障孕妇和孩子的生

命安全和健康。 (作者系复旦大学附属妇产科医院