

# 物理学家的“三体”世界： 用“拉索”观测“天外来客”



北京大学物理学院教授马伯强

四川稻城，在青藏高原最大的古冰体遗迹海子山海拔4410米的高处，有着的一处国家重大科技基础设施——高海拔宇宙线观测站（拉索），这是世界上海拔最高、规模最大、灵敏度最强的超高能伽马射线天文台，被称为“超级望远镜”。

自从“拉索”投入运行、开始对宇宙进行观测以来，“拉索”合作组的成员们已经在《Nature》《Science》等国内外有影响力的期刊上持续产出了数篇高质量的论文，将他们的研究成果与全世界的科学家进行共享。

目前“拉索”合作组的成员共有21家合作单位、274位成员，其中包括了天文学家、物理学家等。日前，天府宇宙线研究中心正式入驻成都科学城，邀请了众多“拉索”合作组的成员齐聚成都，华西都市报、封面新闻记者采访了北京大学物理学院教授马伯强，与他聊了聊“拉索”能够看到的“天外来客”。

## “拉索”看到的高能光子源 为探索“新物理”提供可能性

马伯强教授是著名物理学家，他近年来的主要研究对象就是一些“天外来客”，而“拉索”自从投入观测以来，屡屡发现一些让他非常兴奋的东西，“我们合作组有个成果就是在《Nature》上发表的，通过拉索看到了12个银河系上的高能光子源，其中一个高能光子源的能量高达1.4PeV，也就是1400万亿电子伏特。这是人类第一次看到这么高能的光子，为我们研究宇



“拉索”航拍图

图为高海拔宇宙线观测站“拉索”。  
中国科学院高能物理研究所供图

宙线和宇宙粒子提供了一个契机。”

宇宙线亦称为宇宙射线，是来自外太空的带电高能次原子粒子，约有90%左右为质子，其他是电子、光子这些粒子。宇宙线这样的基础前沿物理研究对普通人来说很遥远，但它却是人类前进的领航员，能够推动人类的文明进程。

“为什么银河系的各个天体能够发射这么高能量的粒子？其背后的机制是什么？这是所谓高能宇宙线的起源问题。”马伯强说，对于物理学家来讲，这些高能量的粒子被人类看到，还有更深一层的意义，“它意味着我们有可能对新物理进行探索，比如是否有超出相对论的新物理？或者是不是有寻找暗物质的可能性？”

## 观测到“伽马射线暴” 是千年难遇的机会

2022年10月9日晚9点多，“拉索”观测到了“伽马射线暴”，这个发现让马伯强非常激动：“这是一个惊人的发现。大家做了一个估算，在这么高能量、这么近的距离，能够发现一个刚爆的伽马射线暴，这样的概率，1000年才会出现一次。”

能够观测到这个射线暴，天时地利

人和缺一不可。

这个伽马射线暴爆发的时间非常短，一共只有2000多秒，而且它爆发的位置正好处于“拉索”当时能够观测到的范围之内，再加上“拉索”是一个全时的观测站，几方面的因素全部占齐了，于是人类历史上第一次观测到了如此之高能量的“伽马射线暴”。

“这次观测到的伽马射线暴，让别国的科学家羡慕得不得了。虽然有一些国外的观测站也能看到，但是看不到这么高能的光子。”提到这次观测，马伯强非常高兴，“观测的结果有可能关联到新物理，包括没有被人类证实存在的轴子，以及一些没有被观测到的惰性中微子，这次观测都提供了进行探索的可能。”

## 物理学家的“三体”世界 新的发现让人很兴奋

就在记者采访马伯强的前几天，2023年开年“爆剧”《三体》刚刚播完。在《三体》中有一个剧情让人印象深刻，那就是智子为了锁死地球的物理专门对地球的科学家进行人为干扰，导致部分科学家发疯，甚至是自戕。

作为物理学家如何看待这个情节？马伯强笑着说：“前几天我在一场关于爱因斯坦的直播里，正好也有人提到这个问题。物理学是遵循和探索物质运行规律的，这种规律相对是客观的。一个受过科学训练的人，和另外一个受过科学训练的人去观察事物，都应该给出同样的结果。如果两次的结果不同，背后肯定有神秘的原因，所以《三体》里边有那些外星人捣乱，把物理学家给弄疯了。但物理学家也可以根据两次结果的不同，探测有新的因素在起作用。”

这些新的因素可能是《三体》中的外星人捣乱，也可能是一些新的发现，“科学就是我们通过观测事实来对未知的世界进行判断。这些新的因素在我们观测中都会有迹象表明出来。有时候我们也可能找不到新的东西，但至少可以对它进行一个约束。”马伯强说。

马伯强用“拉索”观测到的高能光子源举了一个例子：“我针对‘超出相对论的新物理存在的可能性’做过十多年的研究，拉索观测到的粒子让我们发现，相对论在一个更高的精度上仍然成立。”

华西都市报-封面新闻记者 闫雯雯

# 人类想搭乘太空电梯？先用超长碳纳米管“搓”缆绳

人类对太空电梯的构想，最早可追溯到两个世纪前。1895年，俄国科学家、航天之父齐奥尔科夫斯基参观埃菲尔铁塔时迸发出对太空电梯的原始构想：能不能在赤道上建造一座直通太空的塔，这样一来人们乘坐升降梯就可以到达太空。2018年9月25日，日本在国际空间站上完成了人类首次在太空中移动缆绳上的容器，为现实太空电梯构想迈出了重要一步。

## 想搭“天梯”得先造出缆绳

科幻电影《流浪地球2》中出现的太空电梯再次唤起了公众对“天梯”的关注。将来现实世界中真的能打造这样一座通天电梯吗？相关技术进展到了哪一步？对此，华西都市报、封面新闻记者对话了全国空间探测技术首席科学传播专家、卫星应用产业协会首席专家庞之浩，清华大学化工系副教授张如范。

“太空电梯的原理并不复杂，说到底就是将一条长长的缆绳一端固定在地球上，另一端固定在地球静止轨道的平衡物（如大型空间站）上。在引力和离心加速度的相互作用下，缆绳绷紧，太空电梯便可利用太阳能或激光能转变成的电能沿

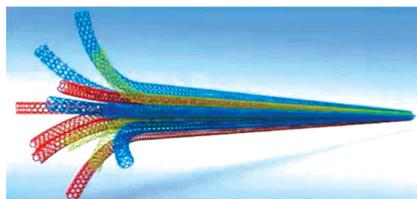
缆绳上下运动。”庞之浩在接受记者采访时指出，缆绳是太空电梯的关键技术和设备，“由于太空电梯的缆绳要承受地心引力和离心力的双重拉扯，所以目前建造太空电梯最大障碍是缆索的建造，它需要用又强又轻的材料制成，并能够经受住大气层内外向它袭来的任何物体的撞击。”

根据美国国家航空航天局提出的标准，制备“天梯”所需要的材料单位质量上的强度（即比强度）至少要达到7.5吉帕（克/立方厘米）。碳纤维是一种已广为人知的高强度材料。目前最好的碳纤维，如碳纤维T1100，单位质量上的抗拉强度约为3.5GPa（g/cm<sup>3</sup>），远低于美国国家航空航天局所提出的指标。

幸运的是，1991年碳纳米管的发现，给人类百年的天梯梦想带来了一线曙光。

## 碳纳米管：“天梯”缆绳的曙光

据张如范介绍，碳纳米管理论上的抗拉强度超过100吉帕，其单位质量上的比强度则超过了62.5吉帕（克/立方厘米）。2018年，清华大学魏飞教授和张如范副教授团队利用超长碳纳米管制成的管束的抗拉强度达到80吉帕，单位质量上的比强度则达到50吉帕（克/立方厘米），远超过



碳纳米管束示意图

美国国家航空航天局所提出的标准。

“碳纳米管是目前人类已经发现的材料中，唯一有希望建造‘天梯’的材料，这种新型纳米材料是人类已知的力学强度最高的材料。”张如范说。如果拿钢铁作为参照物，碳纳米管在单位质量上的抗拉强度（即比强度）大约是钢铁的400多倍，而碳纤维的比强度仅为钢铁的28倍；从理论上讲，一根直径仅为2厘米的碳纳米管纤维至少能承受3200吨的重量。

而碳纳米管“百折不断”的耐疲劳特性也让它能在动荡多变的太空环境下长时间承担电梯缆绳的职责，“一根铁丝在手里反复弯折几十次就会断裂，但通过实验研究发现，在大应变循环拉伸测试条件下，单根碳纳米管可以被连续拉伸上亿次而不发生断裂，并且在去掉载荷后，其依然能保持初始的超高抗拉强度，

耐疲劳性优于目前所有工程纤维材料。”

什么时候可以开始“造绳工程”呢？张如范说，目前最关键的难题是实现超长碳纳米管的大批量制备。所谓超长碳纳米管，是指具有厘米级甚至分米级以上的宏观长度和低缺陷密度的一种碳纳米管类型，只有超长碳纳米管，才能充分发挥碳纳米管自身的性能优势，并将性能体现在宏观的碳纳米管纤维等样品中。

当超长碳纳米管能够大批量制备后，制造长达9.6万公里的天梯缆绳就变成可能，“把碳纳米管‘搓’成一条绳子，碳纳米管相互间的摩擦力就足以比它自身的抗拉力强度还要高。”

在超长碳纳米管的制备方面，张如范团队在今年取得了进一步突破，实现了超长碳纳米管产率的大幅度提升，从而在批量制备方面又往前迈进了一大步。

目前，张如范团队仍在努力攻关超长碳纳米管的批量制备，希望通过进一步的研究，创造能够让更多超长碳纳米管生长的条件。或许在不远的将来，人们就能坐上以碳纳米管制成缆绳的“天梯”前往太空了。

华西都市报-封面新闻记者 谭羽清 边雪  
图片由受访者提供