



一切温度高于绝对零度的物体都能产生热辐射。温度越高，辐射出的总能量就越大。当温度较低时，热辐射的主要形式是人肉眼不可见的红外光；而当温度较高时，热辐射的主要形式则转变为人类肉眼可见的可见光。

蔡一夫
中国科学技术大学物理学院天文学系教授



宇宙里的第一缕光是如何诞生的

◎ 实习记者 李诏宇

为了人类肉眼可见的可见光。”

汉字中的“光”，是最为古老的汉字之一。在甲骨文中，其字形为头顶有火，指火焰为人类带来了光明。

然而，宇宙中的光究竟从哪里来？这一问题至今仍令科学家争论不休。在一项新研究中，研究人员认为，宇宙中的光来自于强引力。

什么是强引力？宇宙中的第一缕光究竟来自哪里？为何自宇宙诞生已有130多亿年，第一缕光还未达到地球？带着这些问题，科技日报记者采访了相关专家。

光的起源就是物质的起源

要弄清宇宙中的光从哪里来，首先需要了解光的本质。

中国科学技术大学物理学院天文学系教授蔡一夫向记者介绍，早在遥远的古代，人类就开始了对于光的研究。

我国古代的《墨经》中就记录了8条与光有关的知识，包括光的直线传播性和针孔成像等，但尚未明确涉及光的定义。17世纪以来，随着科学研究的不断拓展，对光本质的认识可以分为波动说和粒子说两种针锋相对的说法。1925年，法国物理学家德布罗意提出所有物质都具有波粒二象性的理论。随后，德国物理学家普朗克等数位科学家建立了量子物理学说，大大拓展了人类对于光的认识。

“目前一般认为，光具有波粒二象性。光从本质上说既是一种电磁波，也是一种粒子——光子。因此，光同时具有电磁波与粒子的一些特征。”蔡一夫表示，“在几何光学中，光的传播途径是直线；在波动光学中，光以波的形式传播；而在量子光学中，光的能量存在则是量子化的。”

如今，随着对于光研究的不断深入，人们对于光的认识也在持续深化。

在蔡一夫看来，研究光的起源，从本质上来说就是研究物质的起源。“一般来说，宇宙中只要有物质，就会存在温度。只要存在温度，就会产生热辐射，进而产生光。”蔡一夫表示。

据介绍，热辐射指的是物体由于具有温度而辐射电磁波的现象。“一切温度高于绝对零度的物体都能产生热辐射。温度越高，辐射出的总能量就越大。”蔡一夫说，“当温度较低时，热辐射的主要形式是人肉眼不可见的红外光；而当温度较高时，热辐射的主要形式则转变为人类肉眼可见的可见光。”

真正意义上的第一缕光

根据此次最新研究，宇宙中的光来自于强引力。专家指出，新研究提出了一种引力子转化成光子的可能理论机制和途径。

“按照这个研究的说法，早期宇宙中电磁波在传播时的波速，不再是真空中的光速。当电磁波的波速满足特殊的形式时，弯曲时空中的电磁场方程就有可能转变成一个参数共振的马蒂厄方程。通过这样的方式，引力波就有可能将能量传递给电磁波，进而使引力子转变为光子。”蔡一夫表示，“但必须说明的是，这个研究只是提出了一种可能性，其正确性还有待进一步检验。”

据介绍，引力子是物理学中一种传递引力的假想粒子。目前，科学家尚未完全证实其是否存在。“提出引力子可以转化为光子，应该说是一种大胆的理想。”蔡一夫表示。

那么，宇宙中的第一缕光究竟是如何产生的呢？在此前的研究中，科学家也提出了许多与宇宙中光的起源相关的假说。

“按照相关经典理论，光子的诞生是一个复杂的过程。宇宙在暴胀结束后，由于非常剧烈的时空膨胀，宇宙内仅仅剩下了暴胀子场。通过重加热过程，暴胀子场衰变成了标准模型中的各种粒子，自然也包括光子。”蔡一夫介绍，“由于那时的宇宙过于炽热，就如同一锅煮沸了的滚汤一般，此时的光子并不是可以自由传播的光子，而是始终处于与其他粒子丰富的相互作用之中。因此，这时还不能说宇宙中有了真正意义上的光。”

“直到暴胀结束后约38万年，也就是所谓的‘宇宙微波背景辐射’形成时，由于宇宙已经逐渐冷却了下来，光子才开始在整个宇宙中近乎自由地传播。宇宙中第一缕真正意义上的光随之诞生。”蔡一夫说。

随着第一缕光的诞生，宇宙仿佛拍了属于自己的第一张“自拍”。正是因为光的存在，人类才可以通过包括肉眼、传统望远镜、射电望远镜等多种方式观测我们身处的宇宙。如果没有光，人类也就无从认识宇宙，甚至极有可能根本无法产生人类乃至一切地球生命。

宇宙中的第一缕光，如今又在哪儿？

“如今，宇宙中的第一缕光已经变得十分微弱了，它已经变成波长非常长、肉眼完全不可见的微波了。”蔡一夫说，“当我们使用老式电视的时候，电视因为接收不到频道而闪烁的雪花噪声光点之中，就有来自那时的光子。”

不久前上映的科幻电影《宇宙探索编辑部》中，就包含了来自宇宙第一缕光的雪花噪声光点的相关情节。

光速限定的可观测宇宙

可以说，光既让人类可以探索宇宙的奥妙，也限制了人类的“视野”，让我们只能看到宇宙的一部分，这就是可观测宇宙。

相关研究表明，目前可观测宇宙半径约为465亿光年，也就是说，从地球望向宇宙的人类，只能观测到465亿光年以内的宇宙，这与光的传播速度密切相关。

蔡一夫介绍，可观测宇宙，也被称为哈勃体积，指的是一个以观测者作为中心的球体空间。这个球体空间的体积可以让观测者采取任何可行的方式观测到该范围内的物体“在可观测宇宙范围内，物体发出的光有足够时间和可能性到达观测者。”蔡一夫解释，“必须指出的是，可观测宇宙中‘可观测’这个名词指的并非是现实世界中人类的技术可观测。而是不依赖于现代技术的探测能力，仅仅代表着理论上光线或是其他信号从物体传播到观测者的可能。事实上，凭借着人类目前的观测技术，我们可以实际观测到的宇宙范围远小于可观测宇宙的范围。”

“可观测宇宙的范围是有限的。这归根结底是因为光速是有限的，同时目前宇宙的年龄也并非是无限制的。”蔡一夫指出，因此光只能在有限的时间里，传播有限的距离，进而造就了范围有限的可观测宇宙。

众所周知，光年是光一年行进的距离。在宇宙诞生以来，假使光一刻不停地跑，也最多只跑过了138亿光年的距离。然而，可观测宇宙的范围却并非是138亿光年，这是为什么呢？

“在宇宙大爆炸的早期，宇宙很可能经历过暴胀过程，在暴胀时整个宇宙时空以指数爆炸的形式不断增殖膨胀。在极短的时间内宇宙就产生了非常巨大的体积。”蔡一夫说。

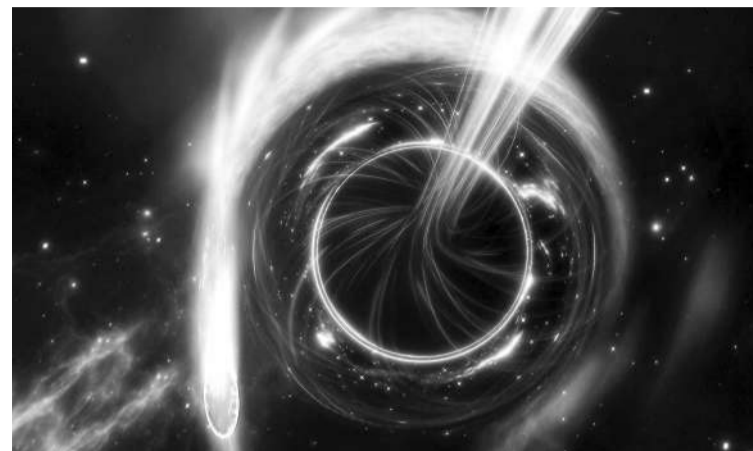
我们可以试想一下，假设宇宙正在膨胀，但光速还朝着地球的方向传播，这就好比一个人在机场的直行电梯上，逆着电梯运行方向走。这个电梯就好比膨胀的宇宙空间，这个人就好比光速。所以，即使这个人走到了你面前，他所走过路径其实比你看到的要长得多，而他的出发点其实也比你看到的要远上许多。因此，如果把膨胀效应考虑进去，则可观测宇宙的范围就是465亿光年。

事实上，可观测宇宙的半径并非一成不变的。蔡一夫指出，正因为光速是宇宙中最快的速度，在宇宙大爆炸之后，部分宇宙中的天体因为距离地球太远，导致了其发出光线到现在为止也未能到达地球。在未来，这些光将有可能到达地球，进而拓展可观测宇宙的范围。

亮点追踪

◎ 主持人：本报记者 翟冬冬 张蕴

寻找原初黑洞留在宇宙的“指纹”



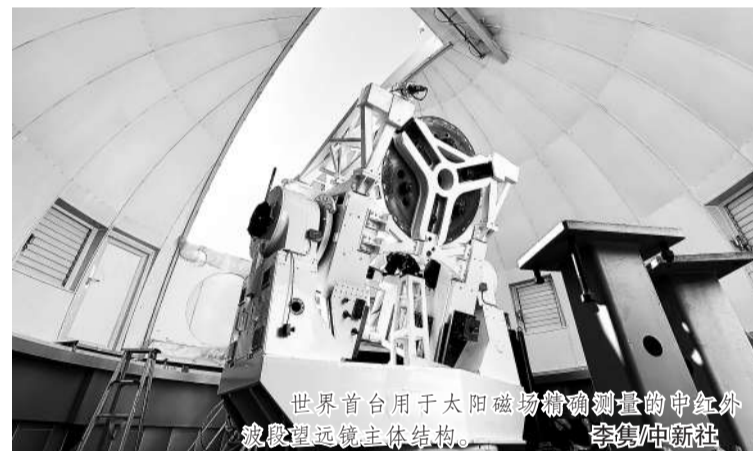
目前，人类所知的绝大多数黑洞，诞生于大质量恒星坍缩。但宇宙早期，可能有“特殊”的方式产生黑洞。当暴胀结束，宇宙开始冷却时，能量和质量在这期间发生巨大的变化，宇宙中的一些区域可能达到了足够高的密度，直接形成黑洞，这些黑洞就是所谓的原初黑洞。

如何寻找这些原初黑洞？一篇发表在预印本网站arXiv.com上的文章，给出了一种新的思路。

如果原初黑洞足够小，它们会在宇宙仍处于婴儿期时完全蒸发，不留下任何存在的痕迹。但研究人员发现，当这些原初黑洞蒸发时，它们会释放大量的辐射和物质。物质和辐射密度的变化可能会产生长期的影响，也就是说，即使在今天，我们也可以探测到这种变化。此外，原初黑洞的蒸发本身也会引发引力波的形成，这些引力波今天仍有可能存在。

研究人员表示，我们可能永远都找不到原初黑洞存在的直接证据，但可以寻找它们留在宇宙中的“指纹”。

新望远镜助力精确测量太阳磁场

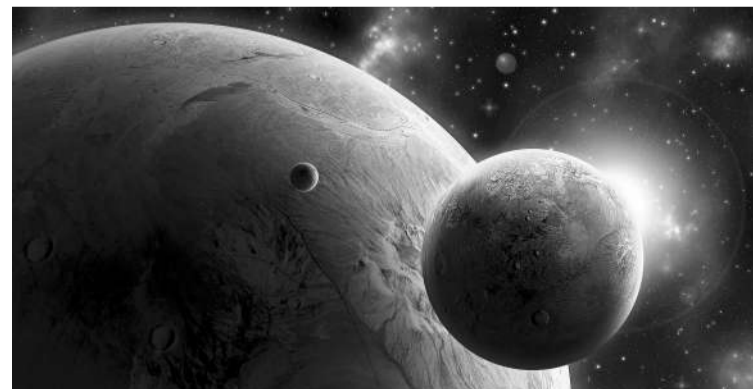


既要看得清、又能量得准，能够更精确测量太阳磁场的望远镜“呼之欲出”。近日，世界首台用于太阳磁场精确测量的中红外波段望远镜调试进入关键阶段。望远镜投入使用后，将填补国际上没有中红外波段的太阳磁场望远镜的空白，对于我国太阳物理研究具有重大意义。

该望远镜由中国科学院国家天文台、中国科学院上海技术物理所、中国科学院西安光学精密机械研究所联合研制。

国家天文台怀柔太阳观测基地主任邓元勇表示，关于太阳磁场或天体磁场测量的历史可追溯到110年前。“太阳磁场的基本结构及其性质是目前尚未解决的重大科学问题之一。长期以来，业内普遍认为望远镜口径越大，分辨率越高，这个问题将得以解决。但我们研究发现，单纯依靠高分辨率观测不足以回答这一难题，还取决于矢量磁场的测量精度。该望远镜便将现在的太阳矢量磁场测量精度提高了一个量级，利用红外波段同样磁场强度产生的信号更强这个特点，将太阳磁场测得更准。”邓元勇介绍。

两种方法结合或可找到“地球2.0”



一篇发表在《科学》杂志上的论文显示，天文学家通过直接成像和天体测量相结合的新方法，发现了一颗新的系外行星。

通过直接成像的方法，天文学家可以在望远镜中看到系外行星的光，并研究它的大气层。然而，由于行星发出的光，往往会被恒星巨大的光辉掩盖，在过去的15年里，通过直接成像的方法，天文学家只发现了大约20颗系外行星。

天体测量法则通过行星对其绕转运行的恒星的影响来间接确定行星的存在，这种方法可以获得行星质量和轨道信息，大多数的系外行星是通过这种方法发现的。

此次新发现的系外行星名为HIP 99770 b，是直接和间接的方法相结合发现的首颗系外行星，其质量大约是木星的14到16倍，围绕着一颗质量几乎是太阳两倍的恒星运行。研究人员表示，HIP 99770 b的发现意义重大，因为它为科学家开辟了一条比以往任何时候都更全面地发现和描述系外行星的新途径，也许在某一天，科学家可以通过这种方法，获得“地球2.0”的第一张图像。

行星环不只是行星的“装饰品”

◎ 实习记者 李诏宇

洛希极限与行星环

太阳系有个“怪咖”，那就是“倒着走”的天王星。此外，天王星还有个最吸引人的地方——截至目前，科学家发现它有长达13个行星环。

不过，不同于较为宽阔明亮的土星行星环，天王星的行星环整体不够明亮，此前只有“旅行者2号”探测器和位于美国夏威夷的凯克望远镜拍摄到了天王星行星环的图像。

不过，詹姆斯·韦布太空望远镜近日也终于成功捕捉到了令人惊叹的天王星行星环图像。

“1977年，天王星行星环首次被科学家发现，那时科学家仅观测到了9个行星环；1986年，‘旅行者2号’飞掠天王星的时候又发现了2个新的行星环；2005年，哈勃太空望远镜再次观测到了2个新的行星环。至此，天王星的13个行星环全部被发现。”中国科学技术大学物理学院天文学系博士马潇汉说，“在未来，不排除有可能发现新的天王星行星环。”

在广阔的宇宙中，并非所有的行星都拥有行星环。以太阳系为例，就目前的观测结果来说，仅有木星、土星、天王星和海王星4颗行星拥有行星环。

“行星环一般指围绕行星旋转的物质构成的环状带，由硅酸盐粒、大块岩石、冰块和冰粒等物质构成。”马潇汉说，“通常来说，行星环往往出现在质量巨大的行星周围。就太阳系来说，木星、土星、天王星和海王星恰恰是太阳系中质量排名前四的4颗行星。”

那么，行星环是如何形成的呢？要弄清楚这个问题，首先要了解何为洛希极限。

洛希极限由法国天文学家爱德华·洛希于1850年提出，指一个天体自身的引力与第二个天体造成的潮汐力相等的距离。“一般来说，当两个天体之间的距离小于洛希极限时，天体就会瓦解崩塌。”马潇汉介绍。

因为洛希极限的存在，天体之间，尤其是质量较大的天体与质量较小的天体

之间往往不能“和平共处”。一旦质量较小的天体“误入歧途”，进入洛希极限的范围内，就会被质量较大的天体撕成碎片。“行星环的形成与洛希极限密切相关，正因如此，往往是质量较大的行星才拥有稳定的行星环。”马潇汉说。

马潇汉介绍，目前科学家对于行星环的形成过程主要有3种推测。“其一，小型天体进入大质量行星的洛希极限后，被行星的潮汐力所瓦解，进而成为行星环；其二，位于洛希极限内体积较大的行星星体，由于小型天体的持续撞击而产生的碎片，进而形成行星环；其三，太阳系演化初期残留下来的某些原始物质，因为在洛希极限内绕太阳公转，而无法凝集成卫星，最终形成了某些行星的行星环。”马潇汉说，“然而这些说法目前都只是推测而已。要证实或证伪这些推测，需要我们对行星环进行更加精细、持续的观测。”

观测行星环得悉科学信息

尽管行星环壮美非凡，但科学家的工作可不是单纯的审美。通过观测行星

环，科学家可以获得许多有用的科学信息。

“行星环可以给科学家带来行星的化学组成、形成过程等诸多信息。”马潇汉表示，“对于前者，我们往往采用光谱分析法，通过分析行星环发射的光线组成，分析这个行星环到底由何种物质组成，其基本的结构是怎么样的等等；而对于后者，则是通过对行星环相对位置、形态等外部信息的研究，探索其围绕行星形成过程的奥秘。”

作为普通天文爱好者，我们应该如何更好地观测行星环呢？

“一般来说，行星环相对于行星及一些较为明亮的恒星来说是相对暗淡的。因此，观测行星环十分不易。对于普通天文爱好者来说，想要凭借非专业的光学天文望远镜观测太阳系外行星或天王星和海王星的行星环，可以说几乎不可能。”马潇汉表示，“土星距离我们较近，且本身亮度较高、体积较大，行星环宽度较大、色彩比较丰富，易于利用非专业的光学天文望远镜观测。在气象条件较好的情况下，甚至使用双筒望远镜就有可能实现对土星行星环的观测。”