

掌中宇宙

看不见的宇宙



格拉齐娜·斯塔辛斯卡

(Grażyna Stasińska)

巴黎天文台

这是沃利·帕科尔卡拍摄的昴星团 (Pleiades) 照片，昴星团用肉眼就可以观测到。对于澳大利亚北部的原住民来说，昴星团像一群袋鼠正在被一群野狗追逐。



伽利略·伽利莱向威尼斯总督讲解如何使用他的望远镜 (朱塞佩·贝尔蒂尼的壁画)。



伽利略通过望远镜观测到的昴星团绘图。其中的小星号表示在没有望远镜的情况下看不到的恒星。



1880 年，亨利·德雷珀使用一台口径为 28 厘米的望远镜，曝光 50 分钟，拍摄出猎户座星云的第一张照片。

天文学的黎明

在古代，人类对宇宙的认识仅限于肉眼所能看到的范围，神话和传说完善了这种宇宙观。

17 世纪初，第一批望远镜的出现使天文学家能够探测到比肉眼极限暗弱数倍的天体。大量恒星被发现，许多星云也被识别出来。

到 19 世纪末，天文摄影技术的发展让人们可以更深入地探索太空。通过使用望远镜对天体进行长时间跟踪，并将其发出的光记录在感光底片上，人们可以在数小时的曝光中获取数据，从而分辨出行星表面的细节，并发现大量星云。



牛顿在百叶窗上打了一个小孔，将太阳光照到一块棱镜上。他将穿过棱镜后的光照

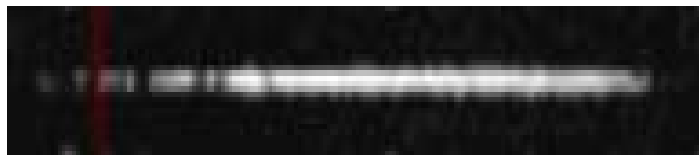
到一张白纸上，白纸上呈现出彩虹般绚丽的色彩。之后他又在白纸前放置了第二块棱镜，并通过调节其角度，将这些颜色重新组合成太阳原来的白光。

1860年，哈金斯获得了星云的第一条光谱。该光谱显示出三条明亮的谱线。



埃德温·哈勃在1920年左右

拍摄的另一个“星云”的光谱。这个光谱在明亮的连续背景上显示出暗线，与恒星的光谱相似。这说明这个“星云”并非由气体构成，而是由恒星组成的。这类天体如今被称为“星系”。4



光谱学的开端

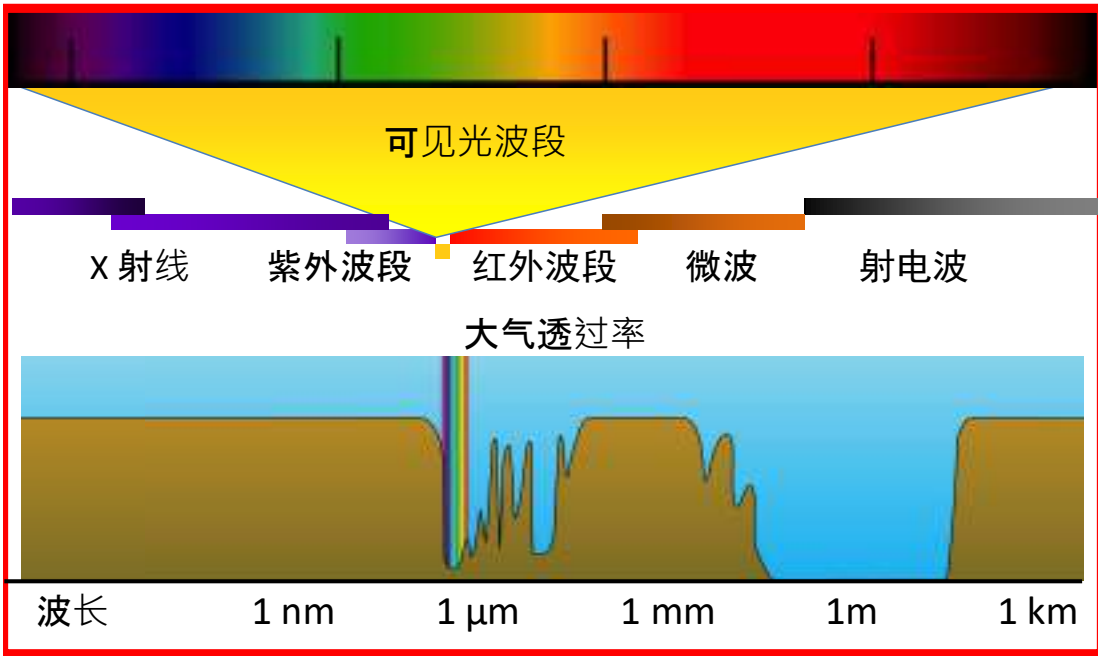
1665 年，艾萨克·牛顿——后来发现万有引力定律的科学家——证明了太阳光是由不同颜色的光组成的。

然而，天文学家花费了许多年，才真正开始利用这一现象来研究天体发出的光。

经过棱镜分解后的光被牛顿称为“光谱”（spectrum），其中包含着许多关于发射源的成分、温度和密度的信息。

第一批天体的光谱是在牛顿这一发现 200 多年后才获得的。

光（电磁波）的全部波段



光的波长范围极其广，X射线的波长小于 $1/10000000000$ 米，射电（也叫无线电）的波长超过1千米。可见光的波长范围为0.4到0.8微米，仅占整个光谱中极小的一部分。

我们平时看到的天文图像通常是以伪彩色的方式呈现的，就是用可见颜色来表示人眼无法直接看到的波段。

地球大气层对可见光、射电波以及部分红外辐射是透明的。要想观测来自天体的远红外辐射、紫外辐射或X射线，天文学家必须借助人造卫星在大气层外进行观测。

不可见光

可见光是人眼能够感知的光，只占整个电磁辐射光谱中极小的一部分。

光（电磁波）可以用其波长来描述。按照波长从长到短，光包括：

- 射电波（也叫无线电波，例如被收音机和电视接收到的信号）
- 微波（例如微波炉中用于加热食物的辐射）
- 红外辐射（由温暖的物体发出，可借助特殊仪器观测）
- 可见光（如太阳光和灯光）
- 紫外辐射（来自太阳的不可见辐射，会使皮肤晒黑或晒伤）
- X 射线（可用于看到我们的骨头）

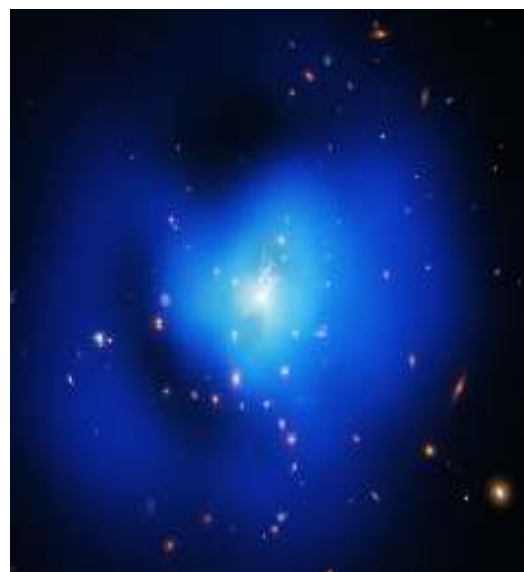
物体的温度越高，其辐射的波长就越短。



草帽星系是一个质量巨大的星系，它有一个巨大的核球，主要由年老的恒星组成，还有一个由恒星、气体和尘埃构成的薄盘。

左图：使用 ESO 1.5 米望远镜在可见光波段获得的图像。

右图：伪彩色合成图，由斯皮策空间望远镜拍摄的红外波段图像（红色），叠加在哈勃空间望远镜拍摄的可见光波段图像（蓝色）上。



凤凰座星系团。黄色小点是星系，叠加在由钱德拉 X 射线望远镜获得的蓝色 X 射线图像上，揭示出一团温度超过一百万度的巨大气体云。

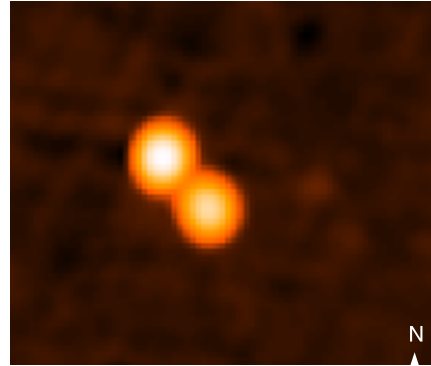
不可见光中的天文图像

在不可见光波段观测天体——例如射电波、微波、红外辐射、紫外辐射、X 射线或伽马射线——能够帮助天文学家更深入地理解天体是由什么构成的。

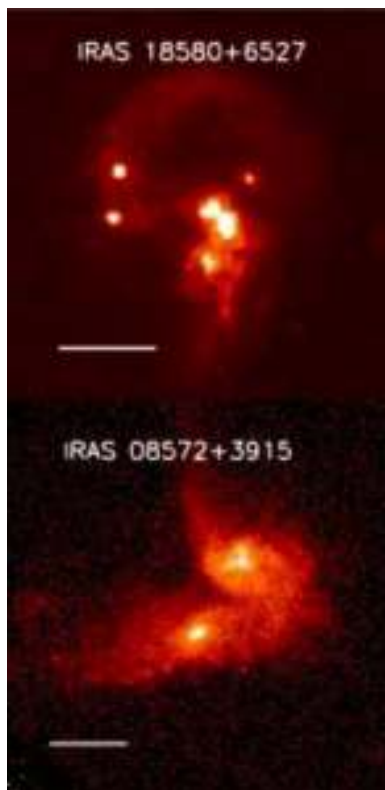
例如，星际尘埃粒子会被周围恒星加热到低于人体温度的水平。这类较冷的天体主要在红外波段辐射，而温度介于 3000 至 50000 度之间的恒星则主要在可见光波段辐射。

另一方面，一些稀薄的星际气体和星系际气体会被加热到数百万度甚至更高的温度，其辐射在 X 射线波段最为明亮。

使用甚大阵 (VLA) 望远镜获得的射电源 3C273 的射电图像。1963 年, 马丁·施密特证明, 在其中心存在一个呈蓝色、类恒星状、且距离非常遥远的天体。这是人类发现的第一颗类星体 (quasar)。由哈勃空间望远镜在可见光波段获得的图像显示, 一股高速气体喷流正从这个类星体中延伸而出。



由哈勃空间望远镜在可见光波段获得的两个星系图像。这两个星系最初是由 IRAS 卫星在红外波段发现的。它们在红外波段的光度比在可见光波段高出约 100 倍, 因此被称为超高光度红外星系 (ULIRGs)。许多超高光度红外星系都拥有卫星星系, 并表现出明显的相互作用迹象。



不可见光中的发现

在天文学家使用对不可见光敏感的望远镜观测之前，宇宙中的一些天体曾完全隐藏在人类的视野之外。那些极寒冷或极炽热的天体会在光谱的不可见波段辐射，并在这些不可见波段被观测发现。

直到后来，天文学家使用能够收集大量光子、因而具有极高灵敏度的大型光学望远镜对同一区域进行观测，才最终在可见光中看到这些天体。

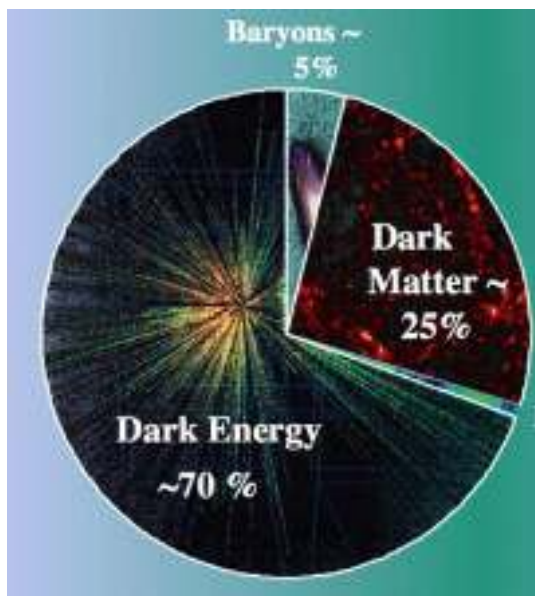
类星体就是一个典型例子，它们最初是在射电波段被发现的。另一个例子是伽马射线暴的宿主星系，人们先探测到伽马波段的辐射，随后才确认并观测到对应的宿主星系。



引力透镜 LRG 3-757。蓝色的环状结构是位于前景大质量红星系正后方的一个蓝星系的畸变像。前景大质量星系及其所包含

的暗物质，对其后方星系发出的光起到了引力透镜的作用。引力对光线的弯曲效应早在1915年便由爱因斯坦预言。

根据目前的估计，暗能量约占宇宙（总能量密度）的70%，暗物质约占25%，而我们的已知宇宙（包括星系及其所有组成成分以及星系际介质）仅占5%。



暗物质与暗能量

对可观测宇宙一些性质的研究表明，宇宙中可能存在大量尚未被直接探测到的物质，被称为暗物质，它们通过引力作用影响着可见天体。天文学家普遍认为，这些暗物质不是小质量恒星或行星，也不是暗云、黑洞或反物质。

对遥远星系的观测显示，宇宙的膨胀正在加速。目前的标准解释认为，存在一种未知形式的能量驱动了这种加速膨胀，这种能量被称为暗能量。

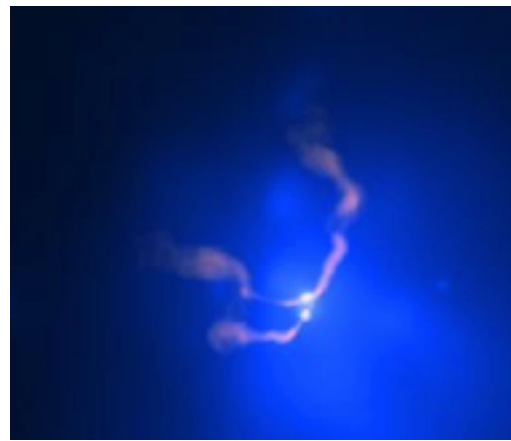
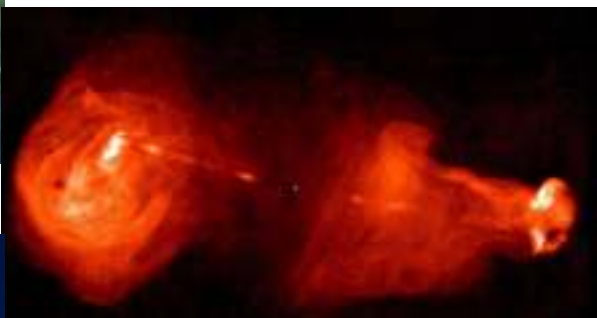
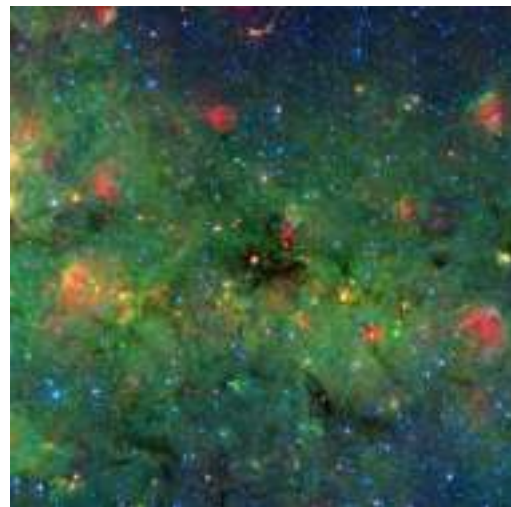
也有一些替代理论不需要引入暗物质或暗能量，但这些理论必须像现有的标准理论一样，能够经受得住所有观测事实的检验。



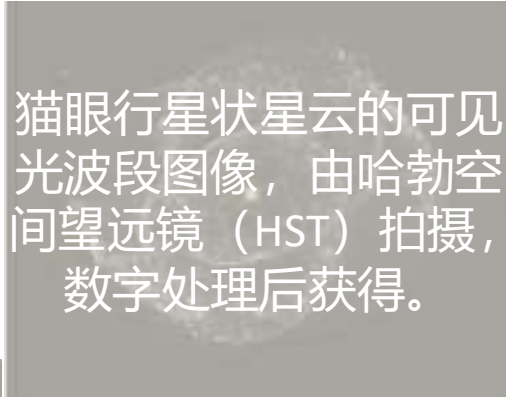
小测验



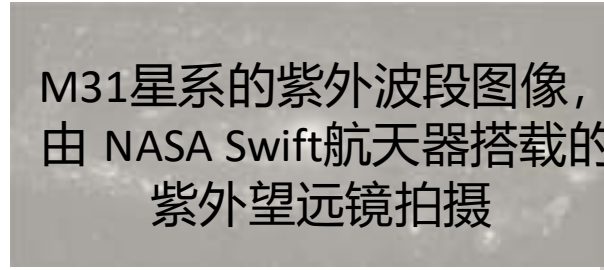
哪些图像是在可见光波段获得的？



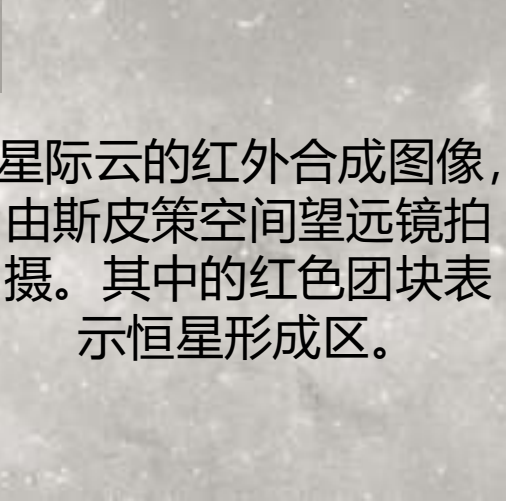
答案见背面



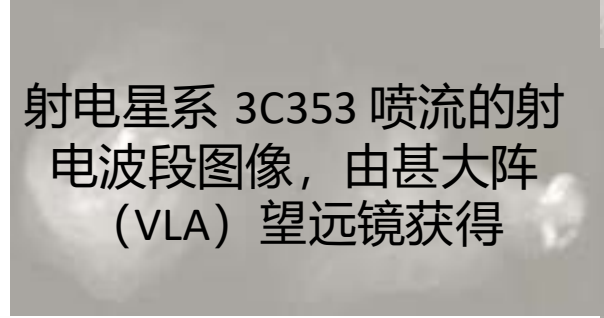
猫眼行星状星云的可见光波段图像，由哈勃空间望远镜（HST）拍摄，数字处理后获得。



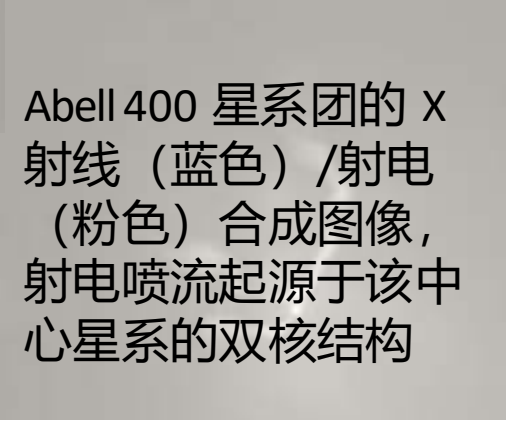
M31星系的紫外波段图像，由 NASA Swift 航天器搭载的紫外望远镜拍摄



星际云的红外合成图像，由斯皮策空间望远镜拍摄。其中的红色团块表示恒星形成区。



射电星系 3C353 喷流的射电波段图像，由甚大阵（VLA）望远镜获得



Abell 400 星系团的 X 射线（蓝色）/射电（粉色）合成图像，射电喷流起源于该中心星系的双核结构

掌中宇宙 第2册

这本小册子由巴黎天文台（法国）的格拉齐娜·斯塔辛斯卡（Grażyna Stasińska）于2017年编写，并由莫雷利亚的 UNAM 射电天文研究所（墨西哥）的斯坦·库尔茨（Stan Kurtz）修订。

封面图片：钱德拉南深空区（Chandra Deep Field South）的一部分，这是一幅由钱德拉太空望远镜在 X 射线波段拍摄的合成图像。图中显示了数百个类星体，距离最远可达 120 亿光年。

本册子中的大多数图片来自哈勃、斯皮策和钱德拉太空望远镜，以及甚大阵射电望远镜。



了解更多关于本系列以及本册中介绍的主题，请访问
<http://www.tuimp.org>

翻译：李晨睿

TUIMP Creative Commons

