天文与物理
线上发布: 2024 年 9 月 11 日
doi: 10.3389/frym.2023.1179310-zh

如何给宇宙上色

Kimberly Arcand[1], *Taylor Knapp*[2*] 和 *Megan Watzke*[1]

[1] 哈佛 -史密松森天体物理中心天体物理中心, *NASA* 钱德拉 *X* 射线天文台（美国, 马萨诸塞州, 坎布里奇）
[2] 布朗大学, 物理学系（美国, 罗得岛州, 普罗维登斯）

少年审稿人

ABYAN

年龄：12

可见光
(Visible light)

人类眼睛能够看到的一小部分光的类型范围。

虽然我们用肉眼就能看到夜空中成千上万颗星星，但我们也明白那里还有数百万肉眼看不见的物体。为了看见这些星星、星系、星云等，我们需要比人眼更厉害的望远镜,这些望远镜还要能看到人类视觉无法处理的光。每个望远镜都专门用于观测某一种类型的光，并提供独特的信息。通过结合多个望远镜的图像，我们可以对整个宇宙中的物体有一个全面的理解。本文以我们银河系的中心、巨蟹座星云和第谷超新星遗迹为例，探讨不同望远镜是如何协同工作，创造出美丽而有信息量的宇宙图像，如 NASA 的钱德拉 X 射线天文台、詹姆斯 · 韦伯空间望远镜、斯皮策空间望远镜和哈勃空间望远镜。

"隐形"的宇宙

抬头仰望夜空，你会看到大片的黑暗，星星像是简洁的白点。但如果我们用各种不同类型的望远镜进行深入观察，太空及闪烁其中的星星还有很多其他的奥秘。

你可能听过可见光这个术语。它指人类可以看到的颜色范围。然而，可见光只是所有光线中的一小部分。你想象一下钢琴键盘，可见光就

像是中央 C 键和它两边的几个键。其他键代表着其他类型的光——红外线、X 射线、γ 射线和紫外线，先举这几个例子。

红外线 (Infrared)
一种与热探测相关的光，具有比可见光更少的能量和更长的波长。

X 射线 (X-RAY)
比可见光能量更高、波长更短的光，通常用于医学骨骼扫描。

科学家们知道，太空中的物体会发出各种类型的光，但它们对人眼大多不可见。为了解决这个问题，天文学家们建造各种望远镜，将望远镜放置在地面或发射到太空，以探测我们肉眼无法看到的光。一些类型的光被地球大气吸收，因此探测这些类型光的望远镜必须被送入太空。还有一些望远镜被送上太空是为了获得更好的视野。

转化光

也许你会想知道太空中的物体是如何发出不同类型的光的。在我们进一步解释之前，我们先说一下，光传播的方式是波动的，就像海面一样，你可以测量光波的波峰之间的距离，这叫做波长。科学家用这种测量方法来将光波分成不同的类别，例如无线电波（波长较长）、可见光（波长适中）和 X 射线（波长较短）。

波长 (Wavelength)
波浪中两个相邻波峰之间的距离，或者是波浪的一个完整重复（或一个周期）的长度。

很多物体都会放射一种或多种光，包括人类和非生物物体。人类并不会放射可见光（尽管我们会反射来自太阳和其他光源的可见光），但我们会辐射红外线。这就是热像仪和一些夜视镜头在黑暗中能够探测到人类的原理。就像我们用各种工具来观察地球上的事物一样，天文学家使用各种望远镜来观测太空中各种现象。

一旦望远镜的数据返回地面，科学家可以重新排列这些数据，使我们有限的人类感官能够感知到它们。他们使用不同颜色的可见光，如红色、橙色、黄色、绿色、蓝色或紫色，将各种类型的光层叠在一起[1]。

你可能会想，“等等！这算不算欺骗？你不是刚刚说过我们看不见这些其他类型的光吗？这是虚构的吗？”答案是否定的！这不是魔术或技巧：这是一种转化。如果你去过外国或与使用不同语言的人交谈过，你就不得不从你所说的语言翻译（转化）成另一种语言。总体的意思不会改变，只是词语不同而已。数据也是如此。我们把那些不可见光的数据翻译成我们的眼睛和大脑可以看到的颜色[2]。

转化 (Translation)
使用成像工具将可见颜色（红色、绿色、紫色等）对应到不可见光值，以产生肉眼可见的图片。

观察银河系的中心

为了更直观明了，我们来看看我们银河系的中心。从地球的某些地方，你可以看到银河系横跨大部分夜空。在图 1 所示的视图中，我们正在放大我们银河系“市中心”的一个相对较小的部分。隐藏在其中心的是一个巨大的黑洞，其质量约为太阳的 400 万倍，天文学家将其命名为 Sagittarius A*。虽然我们无法看到黑洞视界内部，但我们可以看到

围绕着它的星星、气体、尘埃等等。在这张图片中，你可以看到三种不同光滤镜（近红外光，红外光，X 射线）下的银河系中心。

近红外线
(Near-infrared)
比可见光能量略低、波长更长的特定红外光类型，位于光谱中可见光和红外光之间。

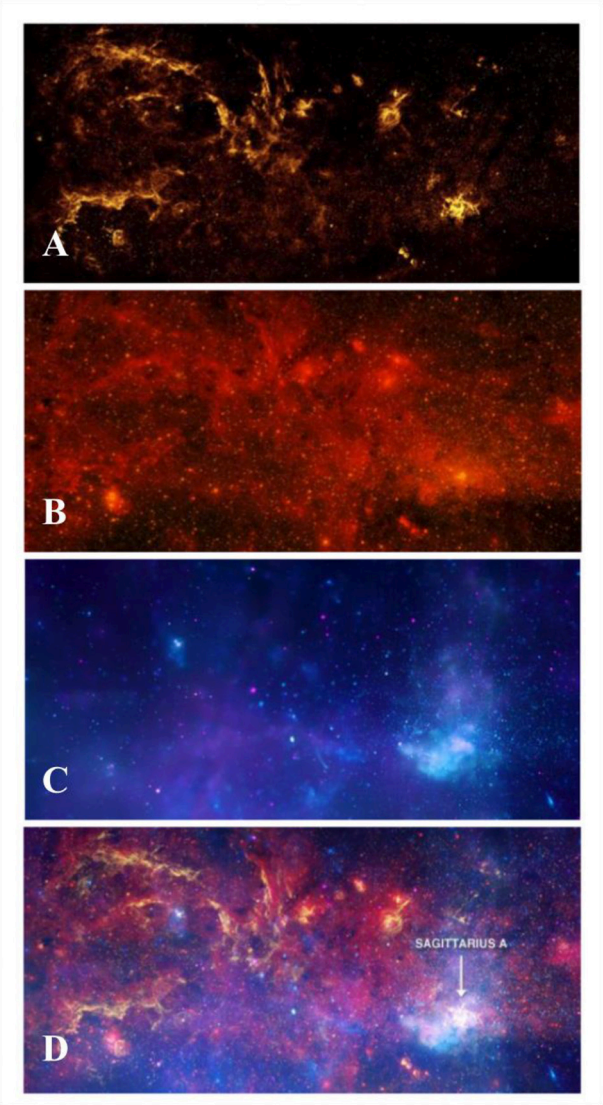

图 1

图 1
三个望远镜可以使用不同的光滤镜捕捉到银河系中心发射的一些光型：**(A)** 近红外光，来自哈勃太空望远镜；**(B)** 红外光，来自斯皮策太空望远镜；以及 **(C)** X 射线，来自钱德拉 X 射线天文台。天文学家使用如图颜色将望远镜的数据转换成可见光。**(D)** 所有的滤镜层叠在一起，有一个箭头指向我们银河系中心的黑洞，Sagittarius A*。这张图片在天空中的宽度大小与从地球上看到的满月比例相当。(来源:https://chandra.si.edu/photo/2009/galactic/)

为了捕捉到图 1 中距离地球大约 26,000 光年（约 150,000,000,000,000,000 英里）的 Sagittarius A* 的图像，天文学家使用了三个不同的 NASA 太空望远镜。每个望远镜观察特定类型的光，并收集关于银河系内这一区域的重要信息。继而把它们组合在一起，绘制出的画面比任何单个望远镜独自获得的画面更加完整。

每种颜色代表的内容如下：

- 黄色：这一层包含了哈勃太空望远镜观测到的近红外光。哈勃的数据显示了恒星诞生的区域以及数十万个单独的恒星。

• 红色：斯皮策太空望远镜，现在已经退役，是另一个观测红外光的太空望远镜。这一层具有比哈勃层更冷的红外光，显示出恒星的辐射和风，恒星的辐射和风带来了发光尘埃云和一些复杂结构。

• 蓝色和紫色:X 射线不仅在医院及牙医诊所中至关重要。在太空中，当物体非常炽热或具有很高的能量时，它们会放射出 X 射线，钱德拉 X 射线天文台可以观测到这种 X 射线。

我们还能看到什么？

星云
(Nebula)

用于描述天空里任何“模糊”区域的通用术语，无论是明亮的还是暗淡的区域；星际间的气体和尘埃云团。

那么，图 1 展示了太空中某个地方的一幅图像，同样的技术也适用于其他地区吗？答案是绝对肯定的。图 2 展示了空间中另一种非常不同类型物体作为例子。这是一个巨大的云团，星星正在其中形成。天文学家称其为星云。这张图片展示了天文学家将钱德拉的 X 射线数据与 NASA 最新的太空望远镜之一——詹姆斯 · 韦伯空间望远镜（JWST）的数据结合时所呈现的情况。

图 2

图 2

“蜘蛛（Tarantula）星云”距离我们 161,000 光年，是离银河系最近、最明亮的星云之一。为了形成这幅图像，天文学家将来自“钱德拉 X 射线天文台”的 X 射线数据和来自“詹姆斯 • 韦伯太空望远镜”的红外数据转化为可见光的各种颜色。您可以看到涡流的、多彩的气体云，它们看起来像一只蜘蛛的腿和身体，趴在明亮的星星区域。(Credit: https://chandra.si.edu/photo/2023/30dor).

与斯皮策和哈勃望远镜一样，詹姆斯 · 韦伯空间望远镜（JWST）也可以探测红外线。然而，JWST 上的镜面要大得多，仪器也更加新颖，而且望远镜本身位于距离地球约一百万英里的地方，那里幽暗寒冷。您可能已经听说过 JWST，或者看过它在过去一年中发布的新图像。

天文学家可以使用转化技术来获得这个星云的图像，与处理银河中心图像的方法相同。JWST 的红外光显示了蜘蛛星云中正在形成星星的尘埃部分。在图 2 中，红外光用橙色和棕色显示。钱德拉天文台的 X 射线显示出被炽热的新恒星加热到超高温的气体。我们将这些数据显示为蓝色和紫色。因此，尽管这两个望远镜展示了不同的观测结果，但它

们都是在传递真实的信息。这幅图像为我们提供了蜘蛛星云的独特视角（如果您害怕蜘蛛，也不必担心，这个星云远在地球之外）。

超新星
(Supernova)

恒星爆炸死亡，由星星燃烧殆尽或由于过重而坍缩然后爆炸引起。

另一个例子是第谷超新星遗迹，一个只在特定光型中出现，不易被观察到的物体，如图 3 所示，一颗恒星爆炸后的残骸。当我们通过可见光望远镜观察第谷时，我们只看到一片星空，没有什么特别的。然而，当我们将钱德拉 X 射线天文台对准同一区域时，我们看到了一颗死亡恒星爆炸释放出的彩色气体（千真万确！）。超新星的研究非常重要，因为它们是我们宇宙中许多重化学元素的诞生地，启发我们关于恒星生命周期的知识。没有色彩丰富的多波段图像，我们对宇宙的了解就远远没有今天这样丰富！

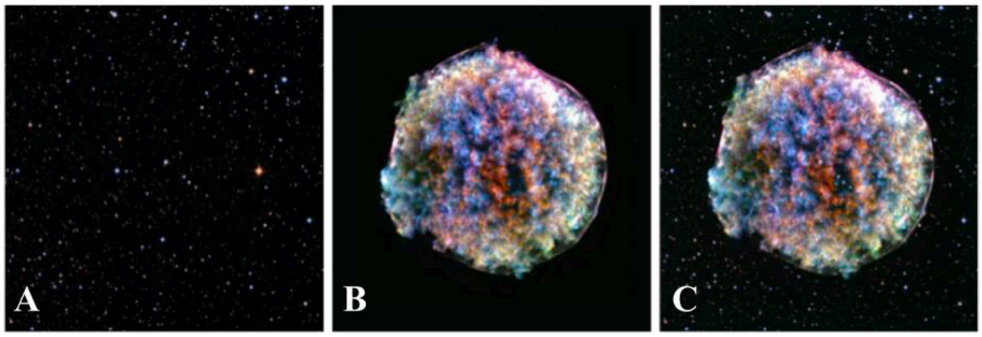

图 3

图 3

超新星是一颗在生命终结时爆炸的恒星的遗骸。这些是第谷超新星的图像，位于仙后座。**(A)** 如果我们只观察这颗超新星的可见光，我们只能看到这片星空，超新星是“隐身”的。**(B)** 然而，用 X 射线光，我们就可以看到这颗爆炸恒星的显著的碎片区域。**(C)** 如果我们将两个图像叠加，我们就可以看到视野中的所有物体，包括光学星空和 X 射线超新星残骸（来源:https://chandra.si.edu/photo/2019/tycho）。

你还想了解更多吗？

还有无数其他的例子，说明如何结合多个观测不同光谱的望远镜的数据，帮助我们更多地了解我们的宇宙 [3]。当您在网上或书籍中或甚至在音乐视频中（请参阅超级太空爱好者艾瑞娜 · 格兰德）看到这些图像时，重要的是要记住，它们几乎都是将我们看不见的东西转换成我们可以看到的颜色。这些关于宇宙的图像固然令人惊叹，如果您深入了解它们所代表的科学和奇迹时，就会发现更多的美丽。

如果您想了解更多信息，可以访问为年轻天文学家和学生开设的钱德拉 X 射线天文台网站（https://chandra.si.edu/index_kids.html 和 https://chandra.si.edu/index_students.html）。在这里，您将找到关于我们提到的各种可以通过望远镜看到的不同天体的文章（黑洞、超新星、恒星、星系等）。此外，还有一些有趣的活动和游戏（https://chandra.si.edu/make/ 和 https://chandra.si.edu/corps/），让您亲身体验一些天文学理念！

致谢

感谢墨子沙龙公益科普平台对本文中文翻译的贡献。

参考文献

1. Rector, T., Arcand, K. K., Watzke, M. 2015. *Coloring the Universe: An Insider's Look at the Making of Space Images*. Fairbanks: University of Alaska Press.
2. Arcand, K. K., Watzke, M., Rector, T. Levay, Z. G., DePasquale, J., Smarr, O. 2016. "Processing color in astronomical imagery," in *Photomediations: A Reader*, eds K. Kuc, and J. Zylinska (London: Open Humanities Press).
3. DePasquale, J., Arcand, K. K., and Edmonds, P. 2015. High energy vision: processing X-rays. *Stud Media Commun.* 3. doi: 10.11114/smc.v3i2.913.

线上发布: 2024 年 9 月 11 日

编辑: Edward Gomez

科学导师: Tahseen Kamal

引用: Arcand K, Knapp T 和 Watzke M (2024) 如何给宇宙上色. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2023.1179310-zh

英文原文: Arcand K, Knapp T and Watzke M (2023) How to Color the Universe. Front. Young Minds 11:1179310. doi: 10.3389/frym.2023.1179310

利益冲突声明: 作者声明, 该研究是在没有任何可能被解释为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

版权 © 2023 © 2024 Arcand, Knapp 和 Watzke. 这是一篇依据 Creative Commons Attribution License (CC BY) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例，在注明原作者和版权所有者，及在标明本刊为原始出处的前提下，允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款，则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人

ABYAN, **年龄:**12
嗨, 我是 Abyan！我喜欢科学, 特别是与太空相关的科学和物理学！我也喜欢数学和英语。我觉得我是一个独立的人, 喜欢新挑战。比如我最近开始参加竞技网球比赛了。我有一只叫阿斯特罗的宠物猫, 我喜欢和他一起玩！在空闲时间, 我和朋友们玩耍交流, 阅读关于太空的新发现。

作者

KIMBERLY ARCAND
Kimberly 在 1998 年被聘为 NASA 天体物理中心的钱德拉 X 射线天文台工作, 此前一直从事分子生物学和公共卫生工作。由于她小时候一直想成为宇航员, 这次工作机会使 Kim 有机会接近宇宙而不用真的飞到宇宙。如今,Kim 以数据来讲述科学故事, 包括打印爆炸星的 3D 模型、黑洞的声音, 或是增强的恒星孕育场的现实应用等多种形式。

TAYLOR KNAPP
Taylor 是加州理工学院的一名一年级研究生，正在攻读天体物理学博士学位。她与 LIGO 合作，研究黑洞融合背后的物理学。在物理学之外，她热衷于科学史，并喜欢户外活动和手工艺品！*tknapp@caltech.edu

MEGAN WATZKE
Megan 数十年来一直在传播宇宙的奇迹。在获得天体物理学本科学位后，她继续攻读了科学新闻学的研究生课程。自 2000 年以来，她一直担任哈佛大学天体物理学中心 & 史密森尼学会 NASA 钱德拉 X 射线天文台的新闻官。

中文翻译由下列单位提供
Chinese version provided by

Micius Salon