

科学汇

韦伯望远镜完成调试,首次传回照片

15.8万光年外的恒星为什么有“尖角”



同学们还记得去年12月底发射的詹姆斯·韦伯太空望远镜吗?这台耗资100亿美元的超级望远镜,最近已经传回了第一批图像!

上周,韦伯望远镜完成了校准调试,并拍摄传回了测试图片,令全球的天文学家叹为观止。有趣的是,韦伯拍到的恒星照片,有非常锐利的放射状光芒,这是为什么?

原来,这和我们中学物理学过的一个知识的衍射相关。本期,我们邀请杭二中物理老师王恺,为大家出几个相关的思考题。

15.8万光年外的“邻居”“高清无码”照令人震惊

在完成了校准调试以后,韦伯望远镜用大麦哲伦星系(LMC)作为试拍摄对象。这个星系是我们所在的银河系的“邻居”,距离银河系大约15.8万光年,它绕着银河系运转,是银河系周围最大的一个卫星星系。

在测试拍摄完成后,工程师们说,韦伯望远镜的光学性能比最乐观的预测还要好。欧洲航天局科学与探索高级顾问表示:“詹姆斯韦伯没有违反物理学定律,但由于几十年来的非凡努力,它确实处于太空观测的顶端。”

在这些工程图像公开后,天文学家们找了另外两台红外太空望远镜与韦伯望远镜的图像进行对比。它们分别是宽红外勘测探测器(WISE)望远镜,以及斯皮策太空望远镜,它们都拍摄了LMC星系。

对比的结果令人震惊,韦伯望远镜的分辨率大大提高了,它拍摄到的恒星图像如此清晰,使得从前的太空望远镜看起来就像“近视眼”。

为什么韦伯望远镜的光学性能如此优秀呢?因为,WISE望远镜的直径是40厘米,斯皮策太空望远镜主镜的直径是85厘米,而韦伯望远镜的主镜直径有6.5米!口径越大的望远镜,分辨率和灵敏度当然越高。

除了口径大,韦伯望远镜还有很多精密科学仪器套件的帮助。同学们注意,这次拍摄LMC星系的只是韦伯一个科学套件——中红外仪器MIRI拍摄到的照片。韦伯望远镜还有近红外照相机NIRCam、近红外摄谱仪NIRSpec等等,这些科学套件还会带来更多强大的功能。

同学们可能会问,韦伯望远镜的性能高,天文学家和工程师们不是应该早就知道吗?为什么他们还是会震惊呢?确实,在韦伯望远镜发射前,科学家们在地球上已经测试过它的性能,但地面测试并不能覆盖太空里所有的实际运行情况。例如,重力会引起性能的变化。韦伯望远镜的分镜被设计为在零重力下具有特定的形状,但在所有地面试验中,它们不可避免地会因重力而变形。

为什么星星有“尖角”这是光的衍射

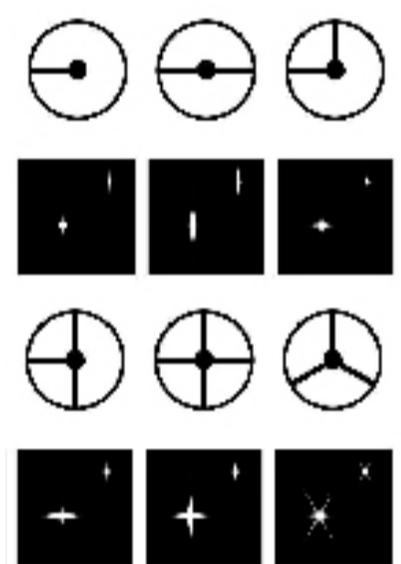
同学们也许注意到了,韦伯望远镜拍摄的照片中,有一颗很亮的恒星,呈现出锐利的尖形星芒。就像我们平时画画的时候,会把星星画出尖尖的角一样,只不过韦伯望远镜拍出的“角”锐利得多。

那么,大家是否想过,远方的恒星和我们的太阳一样,应该是球形的,为什么拍摄出来的照片有星芒呢?其实,这就涉及到我们中学物理课上学过的一个知识:光的衍射。

这些放射状的夺目的光线叫“衍射十字星”,它是望远镜中用于支撑副镜的杆子,或者相机光圈边缘的光衍射产生的。韦伯望远镜是一台反射望远镜,星光照射到最大的主镜后,光线被反射,汇聚到副镜中,然后再次反射,被类似相机的传感器捕捉。

问题就出在这个副镜上。这个副镜要位于主镜的中心轴上,所以必须用支柱支撑它以保持稳定。不管这些支撑结构有多么细,它都会挡住一小部分入射光线。

根据我们中学物理学过的知识,当光遇到障碍物时,会产生偏离原来直线传播,绕过障碍物继续传播的现象,这就是衍射。所以,当遥远的星光入射时,会有一些光线掠过支撑杆,发生微小的偏转,最终就会在“不存在”的地方成像,形成星芒。衍射光线的形状会受到支撑杆布局的影响而改变,如右图所示。



我们的眼睫毛和眼皮也能产生类似的效果。当你在夜晚眯着眼睛,然后看远处的路灯,很容易看到衍射现象。光源越亮,衍射越明显。

其实,星芒会严重干扰观测,所以韦伯拍摄的这颗恒星只是用来调试、对齐镜片的,并不是正式的观测。在今后的实际观测中,科学家会用一系列操作消除星芒。韦伯的第一张正式图像,也就是被称作“第一道光”的图像将在今年7月份发布。

思考题

1、光的衍射会导致设备的直径越大,往往分辨率越高,根据瑞利判据可得其最小分辨率。人的肉眼分辨极限约为一角分,请查询相关知识并估算:

- ① 人的瞳孔大小变为多少时会伸手不辨五指?
- ② 某人宣称可以观察到相隔一公里的大桥上直径1cm的钉子,请问他的瞳孔至少要多大?

2、激光通过下列哪一个孔会出现如左图所示的衍射图样?



(扫左侧二维码看答案)

本报记者

郑琳

