

# 空间望远镜接连罢工 都是陀螺仪惹的祸?

本报记者 唐婷

对天文学家来说,“坏消息”最近接踵而至。先是哈勃空间望远镜因陀螺仪故障暂停科学观测。紧接着,钱德拉空间望远镜也进入安全模式。尽管后者的原因还在排查中,但也不排除陀螺仪失灵的情况。

## 确保望远镜姿态稳定指向精确

在茫茫宇宙中,天文学家们想要观测的可能是某一个特定的天区或天体。如何能让在轨道上运行的空间望远镜“听话”地指向观测目标呢?

“这主要依赖于陀螺仪等组成的瞄准控制系统来实现。陀螺仪可以测量出望远镜的移动速度,确保它在观测中能保持稳定的姿态和正确的指向。”中科院国家天文台研究员平劲松介绍道。

形象一点说,空间望远镜在空中的观测主要是给特定的目标“拍照”。生活中,相信大家都有过因手抖而拍出模糊照片的体验。

“而有了陀螺仪的帮助,空间望远镜就可以保持稳定的姿态,通过长时间的曝光拍出清晰的图像,满足科学家的观测需求。”中科院长春光学精密机械与物理研究所空间新技术部主任徐伟解释。

## 风险不只来自失灵的陀螺仪

尽管最近的消息,大多聚焦于失灵的陀螺仪,但空间望远镜在复杂的空间环境里运行,还面临着许多其他的挑战。

如果将这些风险进行排序,平劲松认为,首要的是能源系统,如果一旦没有能源保障,就无法工作了。目前空间望远镜能源系统主要由太阳能帆板电池组成。如果太阳能帆板

再往前追溯,开普勒空间望远镜也曾经因为陀螺仪故障而被迫改造为K2望远镜继续工作。

那么,屡屡“罢工”的陀螺仪对空间望远镜观测来说意味着什么?空间望远镜在太空中还会面对哪些其他风险?科学家和工程师在打造空间望远镜时又是如何考量的?

事实上,陀螺仪不仅应用在高大上的空间望远镜里,也许还藏在你的手机里。当你按下快门时,陀螺仪会测量出手机翻转的角度,将手抖产生的偏差反馈给图像处理器,对镜头的抖动方向及位移给出补偿,从而拍出清晰的图片。

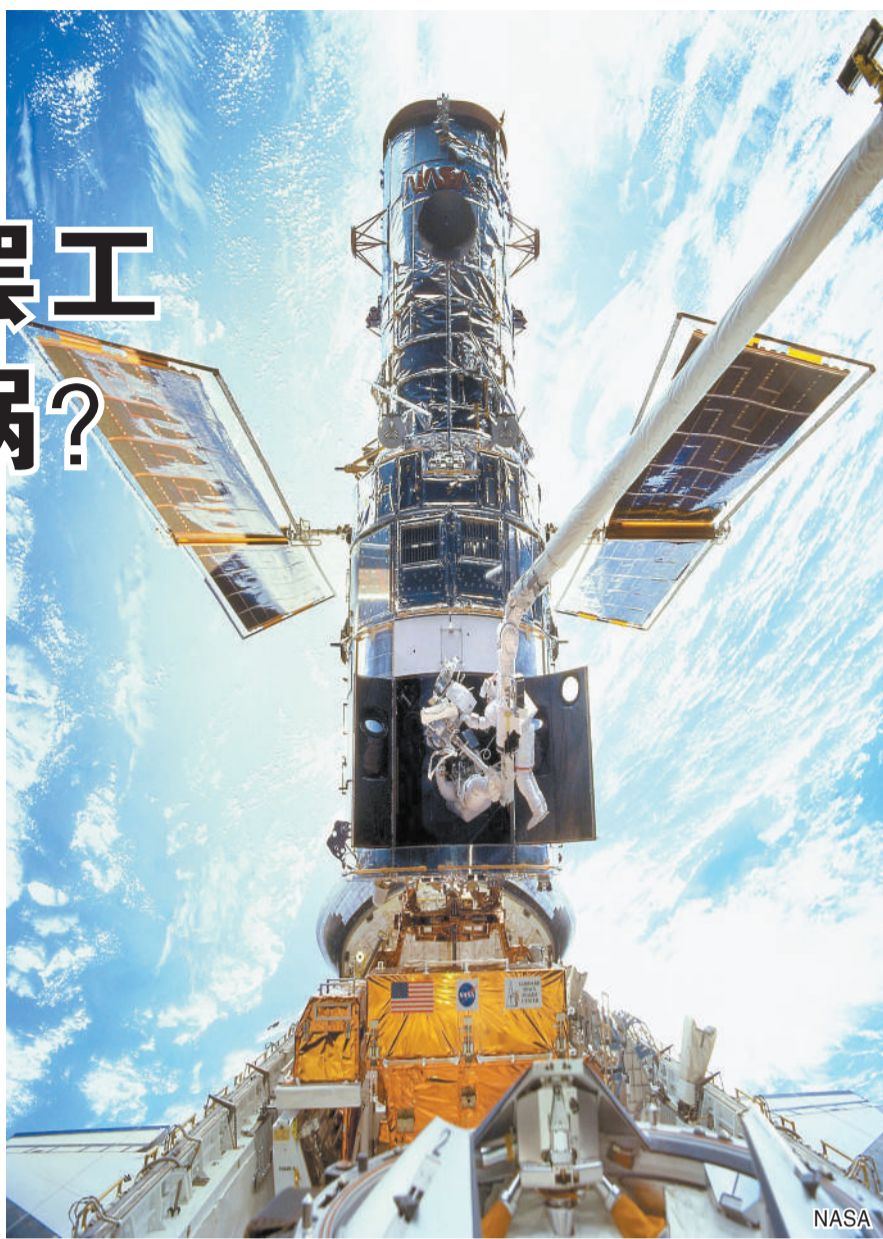
听上去,陀螺仪好像有着“定海神针”一样的效果。如此重要的部件,自然是轻易不能坏。2009年,在对哈勃空间望远镜进行第4次维修时,宇航员全部更换了它的6个陀螺仪,其中有3个是增强型陀螺仪,预计使用寿命更长。

平劲松介绍,来自美国国家航空航天局的消息显示,目前哈勃空间望远镜只剩下两个增强型陀螺仪在运行。尽管在只有1个陀螺仪运转的情况下,哈勃望远镜也可以维持相对低效率的工作,但要有3个陀螺仪正常工作,它才能最高效地进行观测。

不能正常打开,或者因老化不能正常工作,“断电”的后果也是很恐怖的。

其次,是包括陀螺仪在内的关键部件出现老化失灵,带来姿态控制等方面问题,以至于难以进行科学观测。

在徐伟看来,一般而言,在设计寿命期里,空间望远镜陀螺仪出现故障的概率比较低。



而超长时间服役带来的老化失灵,则是很正常的现象,没有什么可大惊小怪的。

再者,就是宇宙中的超高能带电粒子对望远镜内部电子设备的冲击。平劲松介绍,很多情况下,超高能带电粒子诱发的航天器异常表现为,电子设备或系统出现数据或逻辑状态跳变、工作模式非受控地切换、逻辑运行或执行操作异常等故障。

“有些电子设备或系统故障,可以通过地面工作人员对系统进行重启来进行修复,有些则会导致航天器彻底失灵,无法正常工作。”平劲松说道。

## 对挑战尽量做足冗余备份

听上去好像困难重重,但事实上,大多数空间望远镜升空后都表现卓越,不仅能完成预定任务,还常常超预期服役。

比如,最近暂时“休眠”的哈勃空间望远镜,原计划工作15年就“退休”,现在已经工作了28年多。同样,设计寿命5年的钱德拉望远镜也已经服役了19年。

取得这样的成果,除了要有一颗“越挫越勇”的心之外,科学家和工程师在设计制造空间望远镜时对冗余和备份的考虑功不可没。针对望远镜每一个部件,都有一整套的设计、评估、测试的经验 and 相应的工业等级要求。比如,一个部件设计寿命8年,那它实际寿命可能是15年或更久。

空间望远镜通常造价不菲,升空之后的维修成本也非常之高。为了应对充满未知的空间环境,科学家和工程师在设计时对风险做了尽可能的防范。

对此,平劲松举例道,在能源系统上,采用

此外,来自宇宙中较大尘埃的撞击,可能带来望远镜表面器械的损伤。如果撞到镜头,可能影响相对较小,一旦伤及镜面会影响观测。

作为空间望远镜中的主力大将,哈勃空间望远镜、钱德拉空间望远镜,目前都是暂停科学观测的状态。万一它们就此退役,那有相关观测需求的天文学家们还可以指望谁?

徐伟介绍,由美国国家航空航天局、欧洲空间局等联合研发的詹姆斯·韦伯空间望远镜,目前正在紧锣密鼓的研制中。尽管其发射时间一直在推迟。但有着“史上最强太空望远镜”之称的它,仍然被天文学界寄予厚望。

太阳能供电系统的同时,多数航天器会同时携带化学燃料作为补充。除了化学燃料,还可能携带少量的惰性气体,将其电离形成由离子和电子组成的等离子体。其中,离子在电场作用下加速喷出,产生的推力可维持较长时间的运行。

而面对可能发生的碰撞,比如流星雨带来的尘埃,除了安装防护装置以外,还可以通过地面工作人员的操作,通过变轨实现避让。

当然,再多的冗余和备份,以及各种事后的补救维修,都不是万能的。再勤奋的望远镜都有“退休”的那一天。退役后的空间望远镜会有着怎样的归宿?

为了避免产生太多的太空垃圾,退役后受控的望远镜,有些会按照预定程序以各种方式焚毁。有些则会上升到比地球同步轨道更高一些的地方,那里被称为“太空坟墓”。

剩下的不受控的望远镜,可能就在太空中四处漫步,以它自己的方式凝望宇宙。

## 光谱志

### 诗词中的月圆月缺

刘会中

又要到农历十五月圆之夜了。现代人知道这是地月运动形成的现象,古代人也早就观察到了月亮这种周而复始的变化,并把它记录在诗词文章中。

月相:日耀生光,盈亏有序

“月本无光,犹银丸,日耀之乃光耳。”

——沈括《梦溪笔谈》



凌晨时分,大部分人已经进入了梦境,已经过了下弦的一弯残月悄悄从北京CBD那一群摩天大楼之间缓缓升起。 Steed摄

宋代学者沈括精研天文物理,在其代表作《梦溪笔谈》中生动诠释了月相圆缺的原理:月球自身不会发光,太阳光照在上面才让它明亮起来。时日推移,日月之间位置变动,照射区域不同,人间就有了视觉上的盈亏变化。

现在我们知道,月相圆缺确切来讲,是太阳、地球、月球三者之间相对位置规律变动的结果。地球自转一圈的周期为一日,月球绕地球公转一圈的周期为一月,地球绕太阳公转一圈的周期为一年。地球自转催生昼夜更替,月球公转出现月相盈亏,地球公转及黄赤交角存在造成四季变化。年月更迭,周而复始,毫不留情将一代代人淹没进历史的洪流中。

通常来讲,月相变化分为8段,依次是新月、峨眉月、上弦月、凸月、满月、凸月、下弦月、残月,接着又到了新月。一个周期称为朔望月,时长为一个农历月,平均29.53天。

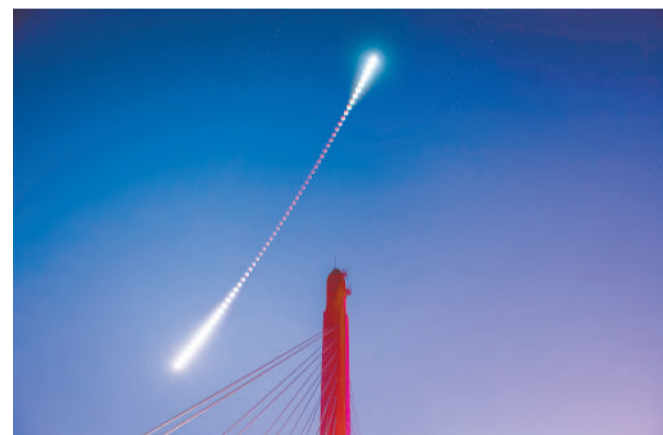
白居易《暮江吟》中的“可怜九月初三夜,露似真珠月似弓”写的是峨眉月——黑月过后,月球向东公转,位于太阳东边,西月面被照亮。“一道残阳铺水中”之后,夜色渐浓,镰刀形峨眉月悬在西方天空,凸面朝西。“春江潮水连海平,海上明月共潮生”则写的是满月,农历十五、十六,月球运行到太阳对面。日落月出,整夜可见。

值得一提的是,早在东汉时期,我国先贤们就认识到月球运动影响海潮涨落。《论衡》记载:“涛之起也,随月盛衰,小大损不齐同”,这在世界古天文史上有前瞻意义。新月的朔日和满月的望日牵动潮汐涨落,朔日往东上涨,望日往西上涨。

月食:蛤蟆啖月,血月吐焰

“月形如白盘,完上天津东,忽然有物来啖之,不知是何虫。”

——韩愈《月蚀诗效玉川子作》



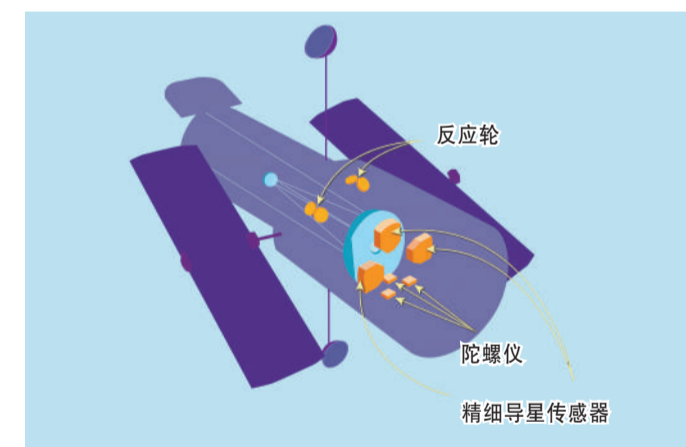
1月31日超级月全食上演,月亮展现出从初亏到复圆的美妙景象。 黄丹丹摄

唐代诗人卢仝曾挥毫1677字描述月全食现象及过程,其中有“望日蚀月月光灭”之语。

在古人看来,太阳和月亮是天地阴阳变数的“操纵者”。日月光灭可不是一件非同小可的事儿,十有八九是“妖物作祟”,于是民间涌现出“吴刚伐树”“虾蟆吞月”“天狗食月”这些传说。一旦月食发生,便敲锣打鼓驱赶啖月的妖物,从《鹊桥仙·月蚀》中“锣鼓破了,鼓播破了,谢天地早是明了”词句中可见一斑。

月食中发生概率最低却最为壮观的要数月全食,可一睹“血月吐焰”的奇绝景象。“血月”在信奉“天人感应”观的古人眼里是大凶之兆,需通过“月变省刑”化解。从现代科学视角看,“血月”其实是地球大气层作用的结果。月全食时,太阳光经过大气层,像通过三棱镜一样发生色散,只剩波长较长的红光穿透过来,偏折到月面上,月球被染成暗红或红铜色的“血月”。

月球是地球的卫星,月食和月相两类天文现象观测起来非常便捷,目视或借助天文望远镜均可。无论是“思君如满月,夜夜减清辉”的古时,还是全民共赏“超级月亮”的今朝,人们对这位“近邻”的关注未曾挪移,而视角将更为纵深。



哈勃空间望远镜的指向控制系统图片来源于网络

# 起源未知的它,也许会让深空任务受阻

## 天闻频道

实习记者 代小佩

现代人无时无刻不处在辐射的包围中。有人说,不如此太空躲避辐射吧。其实,太空不仅有辐射,而且比地球上的辐射更多、更“高能”。

近日,发表在《美国国家科学院院刊》上的最新文章表明,宇宙辐射的深空轰炸可能会严重损害宇航员的胃肠组织,导致长期功能改变。该研究认为,太空辐射很可能在宇航员到达火星之前,就杀死宇航员或严重损害他们的健康。

### 太空辐射可无差别轰炸

太空辐射究竟是什么呢?中科院高能物理研究所研究员曹俊表示,常见的电磁辐射、粒子辐射、引力波辐射都存在于太空之中。不过,只有能量高于10电子伏特的辐射才会对人体产生危害。所以引力波辐射不会,电磁辐射中只有高能的紫外线、X射线和伽马射线会对人体产生伤害,而粒子辐射一般能量都较高,也会带来伤害。

“在太空中受到的辐射比在地球上大得多。这是因为地球的磁场和大气层对我们提供了保护。”曹俊解释道,能量不太高的带电粒子会被地球的磁场捕获,不能到达地球。

在没有地球磁场和大气保护的外太空,或者地球附近的特殊区域,辐射非常强。“这些高能粒子难以阻挡,很大一部分能够穿透太空舱和宇航服。”曹俊说道。有研究指出,由于宇宙线具有很高的能量,厚达10厘米的铝板不仅无法完全阻挡它们,反而因粒子与金属相互作用产生次级辐射粒子,增强了其后空间内的辐射强度。这个道理跟人们坐飞机时受到的辐射更多一样。尽管大气层能阻挡宇宙线,但在高空宇宙射线撞击大气分子时,产生了大量次级粒子,因此辐射要比地面的平均水平高很多,直到这些次级粒子再次被大气层所吸收。

为什么太空辐射会对肠胃产生损伤?这倒跟宇宙线没关系。曹俊指出:“高能量的粒子流能够进行无差别轰炸,任何身体组织都会受到损伤,也许从医学的角度,对肠胃的损伤对人影响更大。”

### 超高能粒子出生地仍未知

太空中产生的高能粒子能量有多大?人

类通过大型强子对撞机能把粒子加速到7万亿电子伏特(TeV)。“而观测到的最高能量的宇宙线是它的几千万倍。”曹俊表示,不过这么高能量的粒子极为稀少。宇宙线的能量从低到高,覆盖了极为宽泛的范围,能量越高,则数量越稀少,在大于1千亿电子伏特的超高能区,每平方公里每年只有一个。对人的损伤反而不如众多的低能量辐射。

能量如此高的宇宙线究竟是何方神圣?“剧烈的天体活动都能产生高能粒子,比如超新星爆发、活动星系核等。”曹俊以超新星爆发为例解释道,大质量的恒星在变成中子星或黑洞时,会在一瞬间喷射出巨大能量的带电粒子流。

但超高能宇宙线的起源和加速机制依然是未解之谜。“它们喷射出来后,会受到宇宙中磁场的偏转,在太空中游荡。当这些带电粒子到达地球时,人们无法知道它们来自何方。也许它们已在银河系中旋转了几十圈,才抵达地球。”曹俊说。

曹俊提到,最近南极“冰立方”中微子实验找到了一些证据,发现一个超高能中微子来自一颗耀变体的方向。由于中微子不受磁场干扰,能够直指源头,这意味着耀变体很可能就

是宇宙中能量最高的粒子的出生地之一。

### 人类登陆火星的一只拦路虎

空间等离子体物理学家马丁·阿彻2016年在《科学美国人》刊文称,一个往返火星的载人航行任务将会使宇航员暴露在大量的银河系宇宙线辐射之下,而这个辐射水平高达临床建议的辐射致癌极限的四倍。

据马丁介绍,国际空间站能把宇航员每天所受的辐射总剂量基本控制在地面上一年所能达到的量之下。也就是说,宇航员的辐射总量仍比我们高约365倍。

曹俊强调,粒子穿过身体后留在体内的辐射剂量越多,对人造成的伤害就越大。高能粒子通过物质时会产生较强的电离作用。辐射中能量高于10电子伏特的部分,能够把分子键打断,导致DNA变异。就单个粒子而言,重离子在宇宙射线中危害最大,较轻的粒子危害较小。

人类短途的太空旅行例如登月,受到的损害可能并不显著,但对登陆火星或深空任务来说,太空辐射实在令人担忧。一种想法是,人造一个小小的磁场,让人躲在磁场的保护内,可以规避大量的能量较低的宇宙线的损害。

