

我们用肉眼几乎看不出日月之外其他星球的颜色。其实,那些并不起眼的行星也都色彩斐然,宇宙天体更是色彩斑斓。

粉红月亮并不稀奇 漆黑的夜空隐藏着斑斓色彩

李 鉴

超级月亮又来了!今年似乎有了新的花样。“超级粉红月亮”“金色月亮”等词这几天霸占了我们的屏幕。

相信大家对“超级月亮”已经不生疏了。但“粉红月亮”“金色月亮”是什么?事实上月亮颜色的变化并不稀奇,在漆黑深邃的夜空中,潜藏着的是无数瑰丽无比的彩色世界。

瑞利散射让日月“变色”

人们印象中的月亮,通常都是银光皎皎、一片洁白,诸如“皓月当空”“冷月清辉”等词句描写的都是这样的场景。从原理上讲,也理当如此,因为月光来自太阳光的反射,当然也同阳光一样都是白色。不过若留心观察的话,当月亮刚升起不久(或快要落山)时,经常能看到它呈现出偏暗红的颜色,随着高度的上升,逐渐变亮至暗橙黄色,当升到较高时,则已基本上是一片银白了。

这就是所谓“粉红月亮”“金色月亮”的由来。其实红和黄并不是月亮本身的颜色,而是地球大气给它“上的色”。类似的颜色变化在明亮的太阳上表现得更加明显。旭日初升时,常常可见一轮红日喷薄而出,雾霾较重时,也能见到发红的太阳悬在空中。这都是大气发生瑞利散射的结果:阳光穿过地球大气时,会被大气分子以及尘埃颗粒散射,波长越短散射得越厉害。地面附近的大气,和它位于高处时相比,阳光穿过的大气要厚上几倍,波长较短的蓝光几乎被散射殆尽,波长较长的红光部分虽然也因散射而强度大减,但仍能够抵达人眼。这时的太阳就呈红色或橙黄色,而且直视也不觉刺眼。随着太阳逐渐升高,穿过的大气路径越来越短,阳光越来越强,蓝光等短波光线的强度也在增加,我们就看到太阳从橙色、金黄色直到变为刺目的亮白。

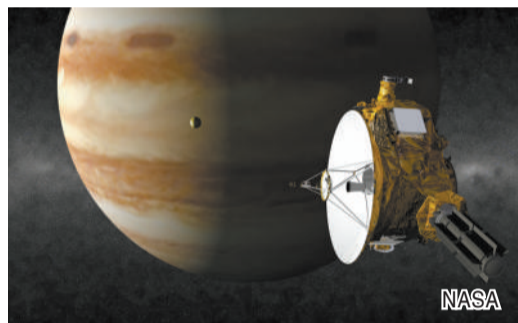
月亮的颜色变化也如出一辙,只是因为光线微弱,而人眼在暗视觉时对颜色不敏感,看起来没有太阳变化得这么明显。尤其是所谓的“金色月亮”远非想象中那么金光耀目。满月的亮度只有太阳的40万分之一,而且当它因尘埃散射而呈现出红和黄的色调时亮度更弱,人眼的色觉已很不敏感,我们能感觉到暗黄的色彩,但并不如照片中那么明显。

现在由于大气污染,“玉兔”变红也已屡见不鲜了,这通常



红色旭日与粉红月亮一样,都是大气发生瑞利散射的结果。

都发生在大气中粉尘较多的时候。天文爱好者们眼中“正宗”的粉红月亮,指的是月全食时的红月。此时地球挡住了太阳射向月亮的阳光,阳光中的蓝光被地球大气散射,一部分红光穿过大气抵达月面,再被月亮反射回来。于是我们可以看到一轮暗如紫铜的红色满月。



在太阳光紫外线的照射下,木星大气中的硫与大气中的分子发生各种光化学反应,形成了各种颜色。

行星颜色多由大气“作主”

除了太阳和月亮以外,因为距离太远,我们用肉眼几乎看不出其他星球的颜色。其实,那些并不起眼的行星也都色彩斐然。

太阳系中,有些行星的颜色来源于他们的地表。大气稀薄的火星和没有大气的水星,展现的是它们的地表“本色”。火星的红色十分醒目,肉眼就能分辨,因为它表面大部分区域都覆盖着富含氧化铁的红褐色尘埃,还有南、北极冠(主要是干冰)的白色也是火星的特色。水星的表面和月球有些相像,岩石反射阳光,也是一片银白。

金星、木星、土星、天王星和海王星,颜色则全凭大气“做主”。金星大气十分浓密,其质量是地球大气的90倍,导致无法看到行星表面。另外四颗气态行星则根本没有确定的地表,物质由外到内从气态逐渐过渡到液态和固态。不同的大气成分以及反射、吸收等效应,给它们带来了斑斓的色彩,其中木星尤为多姿多彩。

木星大气的最主要成分是氢气和氮气,还有少量甲烷、氨气和水蒸气等。它们本都没有颜色,但却因活跃的“着色剂”——硫,而鲜艳起来。在太阳光紫外线的照射下,硫和上层大气中的分子发生各种光化学反应,形成的硫化物(例如硫化氢)产生了红、褐、黄等颜色。

土星的颜色也是如此。它的引力小于木星,云层比木星更“蓬松”也更厚。再加上离太阳更远,大气光化学反应更弱,颜色不如木星丰富。但却更加均匀齐整,在硫化物的“着色”下,呈现为柔和的奶黄色。

更远处的天王星和海王星,光化学反应很弱,整个表面基本都是一片蓝色。这得归功于甲烷。甲烷没有颜色,却是强大的“捕手”,能大量吸收波长较长的红、黄光,把短光反射出去。甲烷浓度越高,反射光的颜色越蓝。天王星大气中甲烷含量约为2%,它呈现为蓝绿色;海王星甲烷含量约为3%,就成了一片湛蓝。

表面温度决定恒星“色调”

太阳系以外,宇宙天体更是色彩斑斓,气象万千。在晴朗的夜晚仔细观察的话,用肉眼也能发现恒星有着不同的颜色,这些都取决于它们的表面温度。比如离我们最近的恒星——太阳的颜色是黄色,这是因为它是一颗G型星,表面温度为5800开尔文(K)。其他恒星例如蓝色的参宿一为O型星,表面温度将近40000K,白色的织女星为A型,温度约为10000K,红色的心宿二属于M型,温度只有3000K左右。

上述G型、O型、A型其实都是恒星的光谱类别。恒星可以按照光谱分为7大类,以O、B、A、F、G、K、M表示(即光谱型),不同类型具有不同的表面温度,从O到M递减。同时,恒星的颜色也由蓝、蓝白而逐渐变成黄、红色。

除了恒星,宇宙深空中还有不计其数的星云、星系等天体,色彩更加瑰丽。红色的星云大多是发射星云,它们被周围O型、B型恒星猛烈的紫外辐射激发,然后发出光芒。其中的红色来自于氢(H α)辐射,绿光则来自于氧、黄、褐等颜色来自于硫和其他离子。蓝色的星云为反射星云。它们周围的恒星没有足够的辐射使之电离发光,但足以让它们因反射而发亮。这背后的物理机制也是瑞利散射,与“天空之所以是蓝色”的道理一样:附近恒星射来的星光里,蓝光被星云中的物质颗粒大量散射,而红光大部分可以透射出去。我们从旁边观测星云时,就只见蓝光而不见红光了。

星系的尺度比星云大得多,动辄包含数以亿计的恒星、星云以及大量星际尘埃、气体等,它们有的生、有的灭、有的发射、有的吸收……在各种难以想象的纷繁扰攘中共同塑造出星系的颜色,已非笔墨所能形容。

我们之所以能欣赏到众多天体的壮丽图像,要得益于摄影师的辛勤劳动,以及各种尖端设备的助力,它们大大延伸了人类的视觉。这些照片大都需要几小时甚至几十小时的长曝光,再加上复杂的后期处理,尽管色彩细节或许并不等同于肉眼所见,也足以让我们一睹宇宙的无尽之美了!

(作者系北京天文馆研究员)



人马座的三叶星云为发射星云,被周围O、B型恒星猛烈的紫外辐射激发,发出亮光。红色来自于氢(H α)辐射,绿光则来自于氧、黄、褐等颜色来自于硫和其他离子。

天闻频道

望远镜对准107亿岁“气泡” 找到星系形成重要线索

新华社讯(记者王珏玢)记者近日从中国科学院紫金山天文台获悉,一项由中、美、法、德等8国学者共同参与的国际研究揭示了宇宙中神秘的“巨无霸气泡”莱曼-阿尔法气团从何而来。这项研究对了解包括银河系在内的众多星系如何形成具有重要意义。

所谓莱曼-阿尔法气团,是一种巨大的气体云。它们像漂浮在宇宙中的巨型肥皂泡,其中充满了气体。这些“巨无霸气泡”体积是银河系的数倍,它们距离地球非常遥远,亮度却可达太阳的几十亿倍。这些气体云里蕴藏着星系形成与消亡的重要信息。近年来,天文学家一直致力于解开莱曼-阿尔法气团起源之谜。

此次,科研团队运用欧洲南方天文台的甚大望远镜(VLT)和位于智利的阿塔卡马大型毫米波/亚毫米波天线阵(ALMA),对天鹅座方向一个产生于107亿年前的莱曼-阿尔法气团进行了观测。在这个气团中,研究人员罕见地看到了有气体向中心下落的迹象。

通过气体谱线和成分分析,研究人员判断,莱曼-阿尔法气团的巨大能量来自其中心产生恒星的星系,而向中心下落的气体,来源于星系之间的物质。形成大量恒星的星系,周围有机会产生绵延几十万光年的“巨无霸气泡”。星系之间的高温气体冷却之后,则在引力作用下被拉向中心,构成“气泡”中心那股下落的气流。

“特别是这股向中心下落的气流,与星系形成有密切关联,可能蕴含星系系生长演化的关键信息。”领导此项研究的紫金山天文台研究员敖宜平介绍,关于莱曼-阿尔法气团,目前还有很多未解之谜,随着研究进一步推进,人们有望了解到更多细节,借这些宇宙间的“巨无霸气泡”,解开星系演化的奥秘。

相关研究成果已于近日发表在《自然·天文学》上。



新宇宙学模型认为 宇宙膨胀与暴胀源自同种机制

科技日报讯(通讯员李沙沙 记者王春)近日,中国科学院上海光学精密机械研究所中科院量子光学重点实验室提出了一种新的宇宙学模型,该模型把驱动宇宙现今加速膨胀的物理机制和宇宙早期暴胀的物理机制统一描述为同一个标量场,并用空间曲率为正的封闭空间解释了普朗克卫星在2018年报道的天文观测结果。相关研究成果发表于最新一期《物理评论D》上。

早在上世纪80年代末,诺贝尔物理学奖得主温伯格(Weinberger)就曾指出宇宙学常数问题是物理学面临的重大危机。一方面是因为,量子场论表明所谓真空,即量子场的能量最低态的能量密度因零点能的存在而非非常之大甚至趋于无穷大;另一方面天文观测表明,基于广义相对论的宇宙模型无物质的真空的能量密度(在广义相对论中叫宇宙学常数)非常小,或许就是零。

到了上世纪90年代末,宇宙学常数问题发生了更加令人困惑的戏剧性变化。自1998年起,天文学和物理学界已确认,宇宙的膨胀已经从过去的减速膨胀进入如今的加速膨胀阶段。科学家把这个同万有引力相反的驱动力归结于一个非常小的真空能量密度,也就是一个非零的宇宙学常数,并称之为暗能量。但暗能量到底是什么,一直得不到物理解释。因此,暗能量的物理解释成为宇宙学和粒子物理学面临的重大挑战。换句话说,宇宙学常数造成的几何引力论和量子场论的概念冲突,已经成为基础物理学中的最大问题。

包括诺奖得主詹姆斯·皮布尔斯(James Peebles)在内,许多科学家利用一个具有负压特性的标量场来解释暗能量,它常常被称为“精质”(quintessence)以区别于普通物质和电磁场。但是,同物质无耦合的精质模型无法规避温伯格的“no-go”定理。之后,人们又提出了耦合于物质的所谓变色龙暗能量模型。非常遗憾,在提出变色龙机制数年后,其提出者又证明了变色龙“no-go”定理,并推论说变色龙模型不能解决宇宙的加速膨胀问题,即不能解决宇宙学常数问题。

研究人员提出了标量场和物质的作用势的对称性破缺模型,该模型指出了变色龙“no-go”定理推论的错误,同时也规避了温伯格的“no-go”定理。变色龙“no-go”定理的提出者,以及后续的实验物理学家认为,要解释宇宙的加速膨胀需要长程力。

该项研究则指出,是标量场的负压而非其梯度力驱动宇宙的加速膨胀,所以依靠长程作用力驱动宇宙加速膨胀的观念是不正确的,并证明无论是现今的宇宙加速膨胀和宇宙暴胀都可用一个标量场描述。由于标量场受到对称性破缺的相互作用,所以标量场的自作用势在有效势的极小值点的取值就扮演了宇宙学常数的角色。

此外,研究人员还利用2018年普朗克卫星观测数据中关于宇宙暴胀的凹形特征得出我们的宇宙是封闭的结论。在满足宇宙学参数的约束下,得到了物质诱导标量场所产生的第五种力。第五种力的大小和作用范围都是与环境的物质密度密切相关的。

当以下的宇宙物质密度为例,这个作用强度比万有引力大30多个量级,而作用力程在微米量级。由于力程极短,所以很难在现有的天文观测和实验方案中观测到,从而收敛到太阳系的观测和广义相对论一致的结果。但由于其强度远远大于万有引力,只要科研人员巧妙设计实验就有可能探测第五种力。

我国首套2米级太阳望远镜面世

想要看清这个“近邻”还有这些门道

陶玉祥 本报记者 盛利

太阳光彩夺目、无法直视,想要深入了解,只能通过太阳望远镜一窥其“真面目”。如今,这双“眼睛”又有了新的研制进展。

日前,中国科学院光电技术研究所官网宣布,该所太阳高分辨率成像技术研究团队成功研制1.8米太阳望远镜,这是我国首套2米级太阳望远镜,仅次于美国4米级丹尼尔·井上太阳望远镜(DKIST)。

同样是恒星,为何要对太阳配备专门的望远镜?为何会有各种规格的太阳望远镜?不同的太阳望远镜“看”到了哪些不同的内容?

距离产生“美”也产生“麻烦”

太阳是距离地球最近的恒星。人们对于太阳的研究从未停止,从日心说到如今的太阳物理学,对于太阳的研究甚至发展成为一类独立的学科。与其他恒星相比,太阳有哪些独特之处?为何能够独立于恒星研究之外“自立门户”?事实上,与其他恒星相比,太阳没有独特

到需要独立研究的程度,甚至可以说太阳就是一个普通的恒星。它唯一独特的地方,就是与地球的距离最近。

因为太阳与我们的距离足够近,它成为了我们目前唯一可以获取表面信息的恒星。我们可以“清晰”地看清太阳表面的细节,比如可以测量太阳表面上一个很小部分的视向速度,可以直接测量磁场和太阳活动等细节信息。

而对于其他恒星的观测,我们就没有这么“幸运”了。除了太阳之外,距离地球最近的恒星是半人马座的比邻星,约4.246光年,是日地距离的25万倍左右。从地球望向深空,绝大多数的恒星对于我们来说都是一个点,所测量的物理量基本都是恒星全球特性的叠加结果,很难对其他恒星进行表面或区域性的单独研究。

可以说太阳为我们提供了一个绝佳的恒星研究样本,而对于太阳的研究意义不限于此。太阳“心情”的好坏直接影响人类活动,尤其是太阳的大型爆发活动会向地球及日地空间抛射

电磁辐射和粒子辐射,给地球的电离层、磁层甚至大气层带来剧烈扰动,影响地面通信及电力供应等。因此,对太阳及其活动进行监测和研究始终是世界各国的关注重点之一,而太阳望远镜就是我们“看清”太阳的那双“眼睛”。

目前国际上已建成的2米级太阳望远镜主要有美国1.6米古德太阳望远镜(GST)和德国1.5米格雷戈尔太阳望远镜(GREGOR)。我国现有最大口径太阳望远镜是中国科学院云南天文台研制的1米新真空太阳望远镜(NVST)。

应对不同领域有不同“武器”

对于不同太阳物理特性的研究,也有相对应的不同“武器”。

“大口径的地面望远镜主要是对太阳光球层和色球层的精细结构和动力学特征进行观测,这些结构及其演化特征与太阳磁场的产生和演化、日冕百万度高温的产生和维持、太阳爆发的机制等科学问题紧密相关。”北京大学地球与空间科学学院教授、中国科学院太阳活动重点实验室主任田晖举例说,如云南抚仙湖

的1米新真空太阳望远镜、北京怀柔的太阳磁场望远镜以及此次最新的2米级太阳望远镜都能承担上述任务。

另外,地面上还有太阳射电望远镜,如内蒙古的明安图射电日像仪,用于接收太阳发射的无线电波,可研究太阳爆发过程中的粒子加速问题。

除了地面望远镜,还有空间卫星上的太阳望远镜。“像我国即将发射的先进天基太阳天文台卫星,除了测量光球层磁场外,还可以对主要来自太阳日冕、过渡区和色球层的紫外辐射和X射线辐射等进行观测。”田晖说,这主要是因为太阳的紫外辐射和X射线辐射基本全部被地球大气吸收,所以研究人员在地面上无法进行观测。

田晖表示,随着太阳望远镜规格的提高,太阳11年周期是如何产生的、太阳日冕的温度为何远高于光球层、太阳爆发的机制是什么这三个关于太阳的主要谜题也将逐渐可以获得解答,未来对于太阳的研究会变得越来越明朗。