



人类或将重返月球 这次载人登月的选址有何讲究？

◎吴季

如今，距离人类最后一次从月球上离开，已过去了50年，人类再也没有去过月球。2004年，美国政府在其新的空间探索计划中提出重返月球，并以此作为跳板实施载人登陆

火星计划，宣告了其重返月球计划的再次启动。2017年，NASA正式启动了阿尔忒弥斯（Artemis）计划，该计划旨在2024年实现人类重返月球。

而最近备受关注的“太空发射系统”（SLS）重型火箭则是美国重返月球计划的关键一步。

月球南极登陆，有好处也有不利因素

与阿波罗计划不同，阿尔忒弥斯计划在月球的南极着陆。近期，NASA公布了13个月球南极附近的预选着陆区。之所以选择南极，主要有3个原因。

第一，在月球南极存在一些常年无法被阳光照到的、永久黑暗的陨石坑。经过雷达回波探测，科学家判断在这些陨石坑底部有可能存在水冰。如果科学家的推断被证实，这些水冰不但可以支持未来人类月球基地对用水的需求，还可以通过电解水提取氢气和氧气，为火箭发动机提供燃料。要知道，从月球上生产燃料为飞船加注，比将这些燃料从地球上带过去要便宜得多，这样可以大大降低人类探索深空的成本。

第二，月球南极能够被阳光照射到的高地，可以连续获得太阳光的照射，每年的连续光照时间甚至可达10个月，不存在月球低纬度地区长达14个地球日的月夜。

一旦克服寒冷月夜，月海或更适合建立基地

相比之下，如果将载人登月和以后基地建设的地点选择在月球北纬、中纬度等靠近零度经线的月海中，除了没有南极那样的水冰、月夜能源需求高和昼夜温差大以外，其他方面都是优点。比如，月海中地势平坦，非常适合飞船的起飞和降落，也方便载人月球车的长距离驾驶，扩大了人员活动的范围。此外，月海的月壤中有大量的氧化物，通过还原法也可以提炼出液氧燃料，只是复杂度比从水中提取要高，要消耗更多的能源。而且在不远的未来，一旦相关技术成熟，还可以从月海的月壤中提取核聚变燃料氦-3。

在中纬度的月海中着陆，最大的困难是要克服长达14个地球日的寒冷月夜。不过，目前有很多相关研究工作正在展开，为解决月夜问

题提供可行的方案。比如在月日高温时，将月球表面大量的热能存储下来，在月夜期间慢慢释放；还有利用月壤中的硅就地建造大面积、高灵敏度的太阳能帆板，使其在月夜期间，也可以利用地球对太阳光的反射光，产生一定量的电能；再有就是在月球轨道上布局带有太阳能反射镜的月球卫星，将太阳光反射到基地的大面积太阳能帆板上进行发电。当然，如果小型安全的核能发电站能够尽快突破其关键技术，就可以更轻松地解决中纬度月球基地的月夜能源需求问题。

至于宇航员的生活用水，似乎并不是很大的问题。因为根据月球轨道空间站发展出来的循环利用技术，水的循环利用率可以达到约90%，再加上不断从地球向月球进行少量的水

阿尔忒弥斯计划在月球南极着陆的原因有三：首先月球南极存在一些常年无法被阳光照到的、永久黑暗的陨石坑，这些陨石坑底部有可能存在水冰；其次，月球南极能够被阳光照射到的高地可以连续获得太阳光的照射，不会被长时间的月夜困扰；最后，由于连续光照，该地区的温度变化不大，这可以大大地降低研发载人登月技术设施的难度。

补给，宇航员的生活用水是可以得到满足的。

综上所述，除了NASA正在关注的月球南极着陆方案，在月球北纬、中纬度地区的月海中建立载人登月基地，也已受到越来越多相关机构的关注，并已开始布局多项研究。

伴随着各项登月计划的实施，人类在近期重返月球的目标一定会成为现实。作为中

华民族伟大复兴征程中必不可少的一项举措，也是我国载人航天计划发展的必然选择，伴随着中国地球轨道空间站任务建设的完成并进入应用阶段，中国也开始论证下一阶段的载人航天任务，其中一个重要的目标就是载人登月。中国人登上月球的梦想也会在不久的未来变为现实。

相关链接

技术创新降低成本 推动载人登月计划“回归”

为什么人类在阿波罗计划之后，就再也没有登上过月球呢？其实，最主要的问题是经费问题。在美苏“太空争霸”的年代，美国政府因为政治原因，在阿波罗计划中投入了大量的经费，最高峰的时候，政府预算的6.5%都投到了阿波罗计划中。但是在那之后，政治上的需求就不再那么紧迫，继续登月的政治意义大大降低，美国政府也就不再会拿出那么多钱投入到太空探索的项目中了。

人们不禁要问，以上世纪60年代的技术能力也许人类登月需要花费巨额经费，现在的技术已经比那时先进了不知多少倍，还需要花费那么多钱吗？这就要说一下政府航天任务的特点了。政府航天任务因为花的是纳税人的钱，所以总是要确保万无一失，特别是载人航天任务，更是不能出半点差错。尽管这么多年过去了，但政府航天任务的这个特点一直没有变。因此，虽然技术进步了，但是任务的成本并没有减少，甚至比之前还要更高了。这就是为什么

50年过去了，人类一直没有再次回到月球上去。甚至当时阿波罗登月用的，人类迄今为止推力最大的火箭——土星5号，都已经不复存在了。

但是，近年来这种情况有所改变。一方面，商业航天逐渐兴起，由于经费来源不同以及市场的推动作用，人类进入太空的成本通过技术创新和回收利用技术的发展一降再降，目前已经降到了政府航天成本的1/10；另一方面，欧洲、日本、中国和印度等都纷纷启动了经费体量适中的月球探测计划。特别是中国的“嫦娥工程”连续成功实施数次，其中有3次成功着陆，还有1次成功地将月球样品带回了地球，这些计划在不同程度上都打破了上世纪六七十年代美国和苏联对月球探测的垄断，“太空竞赛”的压力也迫使各国加快推动相关技术的试验与研究，间接推动了载人登月计划的实施。

（作者系中国空间科学学会理事长、中国科学院国家空间科学中心原主任）

长“尾巴”的不一定是彗星，还有可能是水星

◎行思

8月28日，水星迎来2022年第五次大距，也是第三次东大距。如果你对水星进行观测、拍照，或许能够幸运地发现水星也像彗星一样，有一条“尾巴”。水星的尾巴呈黄色，这是钠被激发后产生的现象。

那么，水星为什么会有尾巴？又为什么会是钠呢？如同彗星一样，水星会有尾巴也是因为受到太阳风的吹拂，特别是作为离太阳最近的行星，水星受到的太阳风更为猛烈；而钠尾则表明水星表面含有丰富的钠，因此才能形成钠尾。那么问题来了，为什么水星会含有丰富的钠呢？这个问题的答案，或与水星的起源有关。

水星三种诞生假说

在望远镜发明之前，人们对水星知之甚少，甚至连水星凌日也观测不到。20世纪，随着大型望远镜和一些科学观测仪器的投入使用，人们对水星有了更多的了解。利用光度计测量水星的亮度，科学家最终分析出了水星表面土壤的某些特征，这些特征与月壤十分相似。通过

偏振计研究水星的土壤，科学家发现了水星存在环形山的证据。此外，水星有一个特点是月球没有的——水星上有大气。不过这个大气并非我们认知中的大气层，而是一个外逸层——不断有物质从中离开水星，钠也是其中之一。

要知道，水星大气的组成与水星地表的组成相关。因此，水星的钠尾表明水星地壳含有丰富的金属。依据“水手10号”的探测数据，科学家发现水星有一个由铁和镍等金属组成的熔融核心，其直径约为水星的3/4，体积约为水星的57%。另外，水星的密度仅略低于地球，如果排除引力压缩的影响，水星可以称得上是太阳系中密度最大的行星。

那么，核心密度如此高的行星，是怎么形成的？

目前，被人广泛接受的理论是大碰撞假说。这种假说认为，水星在形成早期和其他类地行星没有区别，但是被一颗质量为水星1/6的行星撞击，由于水星的逃逸速度较低，而且两者相对速度较高，这次撞击剥离了水星大部分的地壳和地幔，才导致了水星如今巨大的核占比。此外，大碰撞假说认为，水星的诞生位置可能在今日的小行星带，被碰撞之后才转入了今天的轨道。

第二种假说认为，水星可能是受到原始太

阳星云的影响，在原始太阳星云的演化后期，水星所在的区域温度可能高达2500—3500开尔文，这样的温度可以融化大部分的岩石地幔。因此，如今的水星核占比才会如此之高。

第三种假说认为，太阳在水星形成早期阻碍了水星的吸积，这导致水星不能形成一个足够厚的地壳。

2011年至2015年环绕水星运行的“信使”号水星探测器，发现水星地表钾和硫等物质的含量高于预期。要知道，无论是大碰撞产生的高温，还是原始太阳星云的高温，都会导致钾、硫等物质的挥发。所以，此次发现在一定程度上动摇了前两种假说。

当然，要想真正揭开水星诞生之谜，还需要进一步的探测研究。

钠尾的预测与发现

通过探测水星的外逸物质，科学家可以推断出水星地壳的化学组成；反过来，科学家也能通过水星地壳的化学组成对其空间的一些现象做出解释。

1985年，科学家在检测水星外逸层的夫琅禾费光谱时发现了钠的存在。这些钠是怎么产

生的呢？一些学者认为，这是水星外壳和陨石撞击时产生的物质，而水星自身的高金属含量也成为钠的重要来源。将钠喷射到外逸层是热蒸发、光子激发、冲击蒸发与离子溅射等多个物理过程的综合结果。

不过，有意思的是，这些物理过程的产生都有其特定的时间与空间限制，而且大多数物理过程不能将钠加速到逃逸速度，那么水星是如何形成钠尾的？科学家模拟了太阳辐射对从不同表面发生的钠原子逃逸轨迹的影响并得出结论：只要初始速度大于2千米/秒，钠原子便可以从辐射加速度中获得足够的能量，使水星形成类似于彗星彗尾的钠尾。

在2000年和2001年，科学家终于观察到了水星钠尾。钠尾之所以如此难以观测，是因为水星常年在太阳附近，只有在很少的日子日的日出前、日落后的半小时内才能观测到。科学家发现，太阳辐射对钠尾的加速最终使得钠尾末端的速度高达11千米/秒，横向速度也有2—4千米/秒。根据他们的估计，水星尾巴末端的钠总通量约为 $(2-5) \times 10^{23}$ 个原子/秒，这是一个非常高的数值，约等于水星生成钠总量的1%—10%，为形成可观测的钠尾提供了物质保障。（据石头科普工作室公众号）

天象早知道

今年中秋 十五的月亮终于十五圆啦

◎寇文

马上就要进入9月份了，天气开始转凉，雨水减少，晴天增多，正是观星赏月的好时节。下面就向大家介绍一下9月将会发生的一些特殊天象和重要的天文时间节点。

9月10日 中秋满月

农历八月十五是中秋节，这个节日一般出现在公历的9月7日到10月6日之间，今年中秋节在9月10日，恰逢教师节。中秋节，又称祭月节、拜月节、月娘节、月亮节、团圆节等，与春节、清明节、端午节并称中国四大传统节日。中秋节自古便有赏月、祭月、吃月饼等民间习俗，流传至今。

俗话说“十五的月亮十六圆”，就是说出现在农历十六的满月居多。不过，今年八月十五中秋节的月亮却是十五圆，具体满月的时间是9月10日17时59分。当天北京地区月亮升起的时间大约是18时50分。

我们知道，农历的月份是完全依据月相变化制定的。月相是地球上看到的月亮被太阳照亮的部分。月亮围绕地球运动，本身不发光，在一月中，太阳、地球、月球三者的相对位置在有规律地变化着，月相也在不断变化。月亮的这种盈亏变化周期叫作朔望周期，平均时间是29.53天。月亮运行到太阳和地球之间的时候，从地球上看起来月亮在太阳的方向，它的黑暗面朝向地球，此时的月相被称为朔或者新月，农历历法上规定每月的初一必须要在朔所在的那一天，由于月相周期为29.53天，为了满足这个规定，农历的月分为大小月，大月30天，小月29天，以保证初一那一天月相是朔。

从朔到满月的时间大约需要十四五天，但时间长度并不是完全固定的，这是因为月亮是在一个椭圆轨道上绕地球运行，有时候离地球近一些，有时远一些，距离地球近的时候运行速度快一些，距离地球远的时候，速度慢一些。因此，从朔到满月的时间最短不到14天，最长超过了15天，从统计数据上看，满月大多出现在农历的十五和十六，个别时候可以出现在十七甚至十四，其中以出现在十六的满月最多，占总数的近60%，出现在十五的满月次之，约占40%。因此就有了“十五的月亮十六圆”的说法。

9月11日 木星合月

9月11日晚上会发生木星合月的天象，刚过满月的月亮和接近冲日的木星会近距离地相合，最近时两者之间的角距离只有2度多，合月的时间是当日23时17分。木星的亮度非常明亮，有-2.9等，天一黑就从正东方升出地面，紧接着一轮明月也会升起，木星在月亮的左侧。随着时间的推移，两者地平高度逐渐升高。午夜过后，月亮、木星运行到正南方高空，此时木星在月亮的上方，和月亮的角距离达到最近。

9月23日 秋分

本月有一个天文上重要的时间节点，那就是秋分，一般出现在公历每年的9月22日—24日，今年秋分的具体时间是9月23日9时04分。

秋分和春分、夏至、冬至一样，既是天文学上的重要节点，也是我国二十四节气之一。二十四节气，基本反映了一年四季交替的时间和大自然中物候变化的规律。对指导农业生产有着重要作用。农民按照节气进行播种耕耘，才能有好的收获。秋季正是收获的大好时机，自2018年起，国务院将秋分这天设立为“中国农民丰收节”。

二十四节气是我国古代劳动人民与天文学家在生产实践中发明创造的，是中国传统历法中所独有的。早在春秋战国时代以前，我国就已经能够用圭表或者在地面上直立一根杆子来测量正午太阳影子的长短，确定出冬至、夏至、春分、秋分四个节气。到了秦汉时期，就有了完整的二十四节气，一直沿用至今。

地球是围绕太阳运动的，但是从地球上看来，就好像是太阳在缓缓移动。太阳一年里在天空中走一圈，天文学上把太阳在天上经过的路线叫作黄道，黄道是一个360度的大圆圈，把这个大圆平分为24段，每段是15度，太阳从西向东每走过15度就过了一个节气。黄道在一年中会有两次穿越天赤道，一次是在春分，一次就是在秋分。天文学上规定春分点的黄道经度为0度，秋分点的黄道经度是180度。

很多人误以为二十四节气既然是中国独有的传统，就应该是根据我国特有的阴阳历——农历制定的。其实二十四节气应该完全属于阳历的范畴，它是按照太阳在天上的位置变化来决定的。古人依据太阳的视运动推算节气时刻，把一年分成二十四个节气。需要注意的是，这里的年不是农历年，而是阳历的回归年。二十四节气相对于现在我们通用的公历年来说，日期基本是固定的，前后差不了一两天。

秋分是秋季第四个节气，这天，太阳直射地球赤道，全球各地昼夜平分。一年当中，太阳每天升起与落下的位置变化具有规律性，夏季太阳直射赤道以北，太阳从东偏北方向升起，在西偏北方向落下，正午太阳高度较高。冬季阳光直射赤道以南，太阳从东偏南方向升起，在西偏南方向落下，正午时太阳高度较低。春分、秋分时，太阳直射赤道，太阳从正东方升起，从正西方落下。如果不考虑大气的影响，差不多是昼夜平分。

9月27日 木星冲日

9月27日我们将迎来木星冲日。冲日时木星位于双鱼座，亮度达到-2.9等。木星冲日是指地球正好运行到木星和太阳之间的时候，此时木星和地球、太阳处在一条直线上，从地球上看起来，木星和太阳在天上相差大约180度，是角度最大的时候。冲日时木星到地球的距离最近，亮度最亮，视直径最大。天一黑木星就从东方地平线上升起，午夜时位于正南方，高度达到最高，早晨日出时，木星从西方地平线落下，整夜都出现在天空中，是对其进行观测的最佳时机。

木星是天上第二亮的星，它的亮度仅次于金星，比其他行星和恒星都亮，只有火星在大冲时很短的时间内亮度会超过木星。木星不但放射出耀眼的光芒，而且是太阳系中最大的一颗行星，是所有行星总质量的两倍半。用小型天文望远镜观测木星，我们可以清楚地看到木星周围的4颗亮度较亮的卫星。400多年前，意大利天文学家伽利略最早用望远镜观测木星时就发现了它们，并确定它们是围绕木星运转的卫星，因此这4颗卫星被称为伽利略卫星。

（作者系北京天文馆高级工程师）



本版图片由视觉中国提供