

# 离太阳越近的行星, 年龄就越大吗?



地球——我们的家园，坐落在太阳系中，是围绕太阳运行的八大行星之一。当看到你看到太阳系中同样井然有序沿轨运行的行星，是否会好奇，它们都是怎样形成的？离太阳越近，行星的年龄会越古老吗？是怎样的神奇力量让它们各安其位，又是怎样的机缘巧合造就了如今我们所看到的太阳系的模样呢？这一切的答案，或许都要从说起。

## 太阳系诞生记：从星云到宇宙摇篮

大约 4568 亿年前，银河系某个旋臂中，一团巨大的分子云在引力作用下开始了一场壮观的坍缩，随着物质不断向中心汇聚，一颗炽热致密的恒星胚胎逐渐成型——这就是太阳的雏形。残余的气体和尘埃逐渐形成扁平盘状的漩涡，被称为“原行星盘”。它的结构极为庞大，环绕恒星延伸数十亿公里，将成为孕育行星的宇宙摇篮。

在混沌的原行星盘中，微小的气体与尘埃颗粒不断碰撞、吸附、黏合，如同滚雪球般

逐渐成长为更大的天体，这种被称为“吸积”的物理过程，最终造就了太阳系中所有类型的天体——从气态巨行星到类地行星，从环绕行星的卫星到漂泊的小行星和彗星。

## 冰线分界：塑造行星命运

在行星的形成过程中，气体和尘埃距离中心的恒星越远，温度就越低，直到在某个临界位置，易挥发物（如氢、氦、水、氨、甲烷、二氧化碳和一氧化碳等）会凝结成固体颗粒。这个临界位置通常被称为“冰线”（或称雪线、冻结线），位于现今火星与木星轨道之间的小行星主带区域。

冰线的存在直接影响了行星的形成原材料和速度。在冰线以外，不仅金属和岩石处于固态，水冰、甲烷冰、氨冰等冰化合物也能稳定存在。这些额外的冰物质大大增加了可用于行星形成的原材料总量，并得以捕获氢和氦。因此，冰、气体与尘埃历经数百万年碰撞，最终发展成为体积庞大的气态巨行星——即木星、土星、天王星和海王星。

与此同时，冰线内侧的较小行星也在形成。但由于只有金属和岩石可以以固体形式存在，可用的原材料相对较少，水星、金星、地球与火星的形成耗时更久。目前学界认为，最大的木星与土星是最早完全形成的行星，均在数百万年内完成；天王星与海王星次之，形成于 1000 万年内；而内太阳系的四颗行星则耗尽了至少 1 亿年，甚至更久。

换言之，离太阳最近的四颗行星最年轻；最远的两个次之；中间两个最为古老。最年轻与最古老的行星间的年龄差约为 9000 万年——这在人类看来是段漫长的时光，却仅占宇宙 138 亿年寿命的 0.0065%。若将这

个时间跨度拟人化，就好比地球有个仅年长 2 到 3 岁的“木星哥哥”。

## 行星“大迁徙”与地球的幸运位置

当原行星盘消散之后，年轻的气态巨行星与残余行星体之间频繁的引力相互作用，使其开启了频繁的“迁徙”之旅。它们有的向太阳系内侧移动，有的则向外侧迁移，最终稳定在我们今天观测到的轨道位置。

其中，海王星向外迁移，不仅与天王星交换了位置，还将大量小型冰质天体“推”入了柯伊伯带——这个外太阳系区域包含了冥王星、阋神星、鸟神星等矮行星及数百万颗彗星。同时，木星这个太阳系中的“巨无霸”向内侧移动，其巨大引力迫使部分正在形成的行星坠入太阳而解体，也将一些较小天体完全抛出太阳系，其余的则被困在了小行星带中。

当木星最终稳定自身轨道时，它调整了太阳系内所有正在形成天体的位置，且很可能帮助地球稳定在了“宜居带”——这个距离太阳恰到好处的位置，使得地球能够保持适宜温度和液态水的存在，为生命诞生创造了必要条件。

目前，由于引力束缚的作用，太阳系中的天体围绕太阳保持着相对稳定的运行状态，但整个太阳系仍在经历着缓慢而持续的演变：每天仍有大量宇宙尘埃降落到地球表面；无数小行星和彗星仍在太阳系中游荡，偶尔与其他天体相撞，重塑其地表形态；行星轨道也在缓慢地发生着变化……就像一部永不落幕的宇宙歌剧，太阳系的故事远未结束，人类，正是这场宏大史诗中渺小的见证者。

来源：科普中国



## 同样赏月，航天员在太空舱看到的跟你有什么不同？

“海上生明月，天涯共此时。”当我们欢度国庆中秋双节时，也会忆起在天宫空间站出差的神舟二十号乘组 3 位航天员亲人——陈冬、陈中瑞、王杰。他们已经在茫茫太空中飞行了 5 个多月，10 月下旬应该就能回到地球的怀抱了。

不知道大家有没有好奇过，航天员们在空间站过中秋，看到的月亮和地面上看到的一样吗？会不会更大更圆或者相反？还是会随着空间站的运行，不断在圆缺之间改变呢，接下来我们就看看，空间站上赏月，都会有哪些不一样的地方。

## 画质更高清

在空间站上赏月，最显著的就是视觉效果的提升。由于太空中没有大气散射，所以空间站看到的月亮非常明亮清晰，也不存在“月明星稀”一说，皎洁的圆月与漆黑的太空无缝相接，不再掩蔽群星的光辉。

不过航天员们毕竟要隔着空间站窗户或者出舱服面罩看月亮，不像地球上可以山中望月、水畔映波、林下觅影、云间观华，玩出无数花样。这样一想，似乎可以稍稍复自己艳羡不已的心。

说起月球之远，有个流传已久的说法：地球和月球之间，可以并排摆下太阳系其他七大行星。在此我们郑重确认，这个说法一点儿没错。

## 明月几时有，让我掐个表

地球上的我们，中秋前后打招呼可能是：“晚上您赏月了吗？”但要是问航天员，恐怕就得换种方式了，而这与空间站跟地球“离得近”有关。

先说空间站之近，为什么不把空间站放得更高些，而是让它贴着地球飞呢？这里有几个原因：

- 一、对于长期微重力环境下的科学应用研究，近地轨道够用了。
- 二、更高的轨道需要更强的运载火箭，也意味着更昂贵的发射和维护成本。
- 三、再高就是范艾伦辐射带，长期驻留会带来极大的健康风险与设备风险。

在这么低的轨道上——轨道越低，飞得越快——天宫空间站每绕地球一圈只需要 90 分钟，所以，地球上的一天，空间站上可以看到 16 次月出月落，其中有一半发生在我们的白天。如果我们问候航天员中秋快乐，不但要问“吃月饼没？赏月了没？”还可以问“赏到今天的第几次月了？”

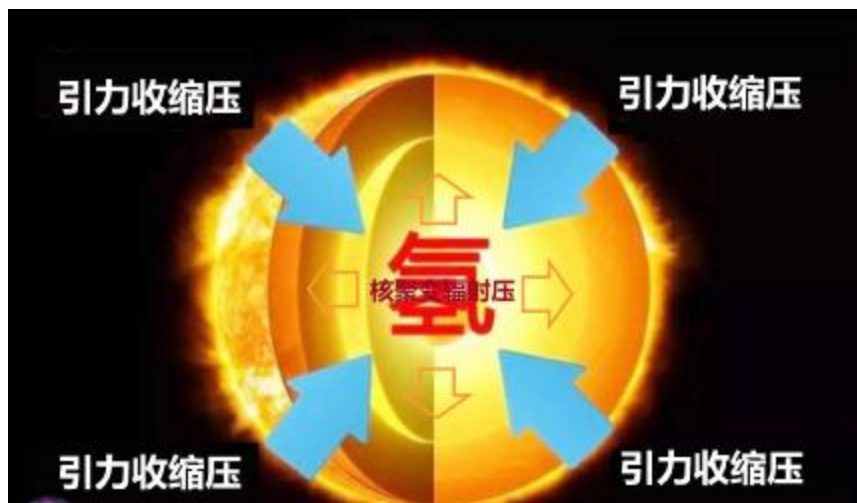
## 月亮怎么“跳起舞”了？

前文说“空间站和地面上的望月视角基本相同”，有没有不那么“基本”的、足以让航天员留意到的现象呢？还是有的。

举起一根手指，分别闭上左眼和右眼去看它，会发现它在背景中位置有变，这也是立体感的成因。世界各地的人，由于所在地点不同，同一时刻看到的月球在星空背景中的方位也有差异。从地球这头到那头，各自看到的月球方位，在同一星空背景中能够相差 2°——这个数字不可不，要知道月亮在天上也只占 0.5°。但只要你不跟地球另一头的朋友认真拍照对比，就难以体会这个差异。但是空间站就不一样了，它只用 45 分钟就能从地球这头飞到那头，所以能够主动制造显著的视角差异。在这 45 分钟里，看着月亮在璀璨的星空中缓缓漂移 3、4 个自身大小，这个场面颇具立体感，呆在地面一处赏月的人是无法感受到的。

来源：科普中国

# 太阳还能燃烧多少年？



量，但也仅占太阳质量  $2.10^{27}$  吨的万分之三点三。太阳整体寿命约 100 亿年，已经烧了约 50 亿年，加上后来还要烧 50 亿年的质量，总共才消耗质量约万分之六点六，只不过相当太阳一点皮毛而已。但维系太阳稳定的不仅仅是质量，而是核心持续不断的氢核聚变。是氢核聚变形成的强大辐射压，抵御住太阳本体质量的强大收缩压，形成一个平衡，太阳才能稳定地辐射出光和热。所有恒星都有这样一个阶段，叫主序星阶段，是恒星演化过程时间最长最稳定的阶段。

恒星演化过程损失的质量只是氢核聚变过程的极小部分。事实上，每秒钟太阳有 6 亿吨氢参与核聚变。核聚变就是核融合，4 个氢核融合为一个氦核，聚变出 5.968 亿吨的氦，约有 0.7% 也就是 420 万吨质量转化为能量。经过 100 亿年的氢核聚变燃烧，太阳核心能够参与核聚变的氢将会消耗殆尽，这样太阳的主序星阶段就过去了，进入演化晚期，变得极不稳定。

太阳演化晚期，核心的氢烧完了，留下一个氦核心，没有了核聚变辐射压抵御本体

质量巨大引力收缩压，外围物质向核心急剧坍缩，导致更高的温度和压力，就会点燃氦核聚变。氦核聚变完成后生成了氧和碳，太阳这种质量恒星的引力压与温度已不足以催动氧、碳核聚变，由此太阳将寿终正寝。

这个阶段约需 10 亿年，期间，太阳渐渐膨胀为一颗红巨星，半径是原来的 200 余倍，此时的太阳引力已不足与聚集外围气体物质，这些气体物质不断喷射抛撒到太空，硝烟散尽，最终在核心部分只留下一颗与地球体积差不多，主要由处于电子简并态的碳、氧元素组成的白矮星，密度高达每立方厘米 10 吨。

那时，地球等行星的命运将不知所终。一般认为，水星和金星会被变成红巨星的太阳所吞噬，地球或被吞噬或被烤成一颗焦“土豆”。不过也有人认为，由于晚年的太阳引力减弱，地球等行星会飘向更远的深空，在漆黑酷寒的太空中成为冻结的冰球。

白矮星的寿命可达百亿年以上，如果没有新的质量吸积，就会慢慢冷却，最终成为一颗黑矮星。

来源：科普中国

太阳已经烧了几十亿年，为啥也烧不完呢？有人可能认为这很夸张，每秒 420 万吨就没了，太阳怎么可能烧了 50 亿年，还将烧 50 亿年呢？但科学研究的真相就是这样，太阳每秒钟要减少 420 万吨质量，这些质量化为光和热照耀着太空，我们地球可以分得 22 亿分之一。

每秒 420 万吨很多吗？是的，在地球上对于一个人，甚至一个地区乃至一个国家来说，这个数量非常大。但相对太阳来说，就很渺小了。这个渺小有多小呢？这么说吧，整个地球丢进太阳这个大熔炉里，就像一个核桃丢进一个巨大的炼钢炉，只会起几个小泡泡。

那么，任何在地球上看起来巨大的东西，在太阳面前都不值一提。太阳质量约为  $2.10^{30}$  kg，是地球的 33 万倍，体积更是地球的 130 万倍。太阳每秒钟消耗掉 420 万吨物质，这部分物质转化为能量就非常巨大了，根据爱因斯坦质能方程公式计算，可达到  $3.78 \times 10^{26}$  J (焦耳)。

也就是说，太阳每秒钟释放的能量，相当 9 亿吨 TNA 炸药爆炸当量，是 2024 年世界电力消耗总量 30.85 万亿 kw/h 的 340 万倍，也就是说太阳 1 秒中释放的能量，能让地球人类使用 340 万年。

让人类认识到质量与能量之间的关系，知道了很小的质量就能爆发出巨大能量，是爱因斯坦巨大发现和贡献。极小质量爆发出巨大能量的前提是核聚变，需要极端的条件才能实现。比如太阳核心的核聚变，就是在 1500 万 K 高温，3000 亿个大气压强状态下持续不断的。

但这并不等于说，太阳的消耗会很快，因为与太阳巨大的质量相比，420 万吨只是一个极小的量。

我们可以简单计算一下，每秒消耗 420 万吨，每小时 3600 秒，每天 24 小时，每年 36525 天，就是 31557600 秒，太阳就烧掉了约 133 万亿吨质量 ( $1.33 \times 10^{14}$  吨)。这个数字看起来很大，但只相当太阳质量不到百万亿分之七。

所以，太阳再烧 50 亿年，就烧掉了  $6.610^{23}$  吨质量，相当烧掉了 110 个地球质