

除了自己的无知，  
我什么都不懂。

- 苏格拉底

## 寻找太阳系的疆界 (十六)

- 卢昌海 -

星期三

11

二〇一五年十一月

信息

已发表作品列表  
站长简介 | 常见问题  
版权说明 | 电子信箱

统计

自 2008-06-30 以来  
本文点击数  
25,068  
自 2008-02-01 以来  
本站点击数  
13,655,968  
昨日点击数 5,273  
今日点击数 3,284

备注

本文与 第十四篇 的 第二十八节 及 第十五篇 合并发表于《中学生天地》2008 年 7、8 合刊（浙江教育报刊社出版）。

[上一篇](#) | [返回目录](#)

### 三一. 冥王退位

阋神星的发现向天文学家们提出了一个问题，那就是：它究竟是不是行星？这原本不应该成为问题的，因为阋神星既然比冥王星还大，当然应该算是行星。但问题是，在阋神星之前，人们已经发现了大量的海外天体，并且已经接受了海外天体是行星演化过程中的半成品的想法。在这种背景下要接受阋神星为行星是有难度的。更何况，海外天体中还包含了其它一些大小可观的成员。除 [上节](#) 列出的夸欧尔 (Quaoar - 美国原住民神话中的创世之神，中文名称为创神星)、好婆妹阿 (Haumea - 美国夏威夷神话中掌管生育的女神，中文名称为妊神星) 及厄耳枯斯 (Orcus - 罗马神话中的死亡之神，中文名称为死神星) 等外，还有与阋神星同一天被宣告发现的马克马克 (Makemake - 复活节岛上的造物之神，正式编号为 136472，发现时的临时编号为 2005FY<sub>9</sub>，中文名称为鸟神星)，它的直径也有 1300 ~ 1900 公里。这些天体虽比冥王星小，但相差并不多，如果阋神星和冥王星可以算是行星，那它们是否也应该算是行星呢？

当人们开始提出这样的问题时，一个更基本的问题也随之浮出了水面：究竟什么是行星？

就象其它很多习以为常的概念一样，人类知道行星的存在虽有漫长的历史，却从未给它下过明确的定义。在历史上，人类对行星的认定极少发生争议，而且即便发生争议，也要么很快就被解决 (比如有关小行星地位的争议)，要么所争之处并非行星的定义 (比如对地球地位的争议)，从而并未触及行星定义的必要性。

可现在的情况完全不同了。要知道冥王星行星资格的由来就有着很大的侥幸性：它一开始就被错误地当成了罗威尔的行星 X，可以说是将行星宝座当成婴儿床，直接就诞生在了那里。尔后又在很长的时间内被误认为可能有地球那么大。后来虽一再“瘦身”，但生米早已煮成熟饭，再说“瘦死的骆驼比马大”，冥王星虽小，比小行星终究还是大得多，因此其身份虽遭到过怀疑，却象一位有经验的潜伏人员那样有惊无险地挺了过来<sup>[注一]</sup>。但随着海外天体的陆续登场，冥王星除在个头上遭到挑战外，它隐匿多年的一桩“劣迹”也得到了曝光。我们知道，当年小行星们之所以被剥夺行星资格，除个头太小外，还因为它们犯有一项“重罪”，那就是“非法聚众”。现在冥王星显然也犯下了同样的“罪行”。在这种情况下，摆在天文学家们面前的是一个两难局面：要么象当年处理小行星一样，剥夺冥王星的行星资格；要么一视同仁地将所有较大的柯伊伯带天体全都吸收为行星，甚至恢复某些小行星的名誉。无论哪一种选择，都将改变已沿袭了大半个世纪的太阳系九大行星的基本格局。

另外需要提到的是，除了来自太阳系内部的这些麻烦外，行星这个被太阳系垄断了几千年的专利，自二十世纪九十年代起开始遭遇了“盗版”。天文学家们在其它恒星 (包括白矮星、脉冲星等恒星“遗体”) 周围也陆续发现了行星，而且其数目迅速增加，目前已远远超过了太阳系的行星数目。所有这些都促使天文学家们摆脱单纯的历史沿革，对行星的定义进行系统思考。在这过程中，冥王星的命运是让很多人 - 尤其是公众 - 最为关注的焦点。

1999 年，随着有关冥王星地位变更的传闻越来越多，负责天体命名及分类的国际天文联合会发表了一份声明，公开否认其正在考虑这一问题。但就在这份明修栈道式的声明发表的同一年，该联合会却暗渡陈仓般地成立了一个旨在研究太阳系以外行星 (Extrasolar Planets) 的工作组。2001 年 2 月，该工作组拟出了一份名义上只针对太阳系以外行星的定义草案，其中给出了行星定义的一个重要组成部分，那就是行星必须足够小，以保证其内部不会发生核聚变反应<sup>[注二]</sup>。这一条的主要目的是将行星与所谓的褐矮星 (brown dwarf) 区分开来。按照我们目前对天体内部结构的了解，这一条给出的行星质量上限约为木星质量的 13 倍。

除上界外，完整的行星定义显然还应包含一个合理的下界，否则环绕恒星运动的任何小天体，甚至每一粒尘埃都将变成行星，那是不堪设想的事情。不过由于早期发现的太阳系以外的行星大都是巨行星，因此上述草案并未对质量下界给予认真关注，只是建议参照太阳系行星的情况。可这“参照”二字说来容易，做起来却绝不轻松，因为太阳系行星的情况一向只是约定成俗，而从未有过明确定义，若当真遇到什么棘手的情形，还真不知该如何参照。有鉴于此，2002 年，美国西南研究所 (Southwest Research Institute) 的天文学家斯特恩 (Alan Stern) 与莱维森 (Harold Levison) 提出了一组新的行星定义，这一定义采用了与上述草案相同的质量上限 (措词略有差异)，但补充了质量下界。它规定：行星必须足够大，以至于其形状主要由引力而非物质中的其它应力所决定。在太阳系中，我们可以看到很多形状不规则的小天

体，但几乎所有直径在 400 公里以上的天体，其形状都非常接近由引力所主导的天然形状：球形<sup>[注3]</sup>。因此由此一条给出的行星直径下界约为 400 公里，具体的数字则与天体的物质组成有关。

由上述方式定义的行星质量上界及下界具有非常清晰而自然的物理意义。有了这两条，再加上行星必须环绕恒星运动，以及行星不能同时是卫星这两个显而易见的运动学要求，行星定义就基本完整了。2006 年 8 月 16 日，国际天文联合会正式提出了一份行星定义草案。该草案所采用的大致就是上述几条，不过在涉及质量上界时，只对行星与普通恒星作了区分，而未涉及与褐矮星的区分（这相当于将质量上界由木星质量的 13 倍提高到 75 倍左右）。这份定义草案单从物理角度讲是比较令人满意的，但用到太阳系中却立刻会产生一个很现实的麻烦，即导致行星数量的急剧增加。事实上，由于该定义所要求的行星直径的下界只有 400 公里左右，一旦被采用，则不仅谷神星可以“官复原职”，阋神星能够“荣登宝座”，许许多多甚至连名字都还没有的家伙也将成为行星。据估计，这一定义有可能会使太阳系的行星数目增加到几百，甚至几千。这样的数目虽然不存在任何原则性的问题，却有点超乎人们的心理承受力，因为自冥王星被发现以来，几乎每一位小学生都能说出太阳系九大行星的名称。但假如九大行星变成几百、甚至几千大行星，那么别说小学生，恐怕连大学教授也得张口结舌。



“逼”冥王星退位的国际天文联合会会场

因此，上述草案一经提出立刻遭到了激烈的反对。经过几天的争论，国际天文联合会在草案中新增了一项要求：行星必须扫清自己轨道附近的区域<sup>[注4]</sup>。2006 年 8 月 24 日，这一新定义经表决以超过 90% 的大比率通过，从而正式生效。按照新增的那项要求，谷神星“官复原职”的希望付诸了东流，阋神星“荣登宝座”的美梦也化为了泡影，而最惨的则是已经在行星宝座上端坐了 76 年的冥王星，它在一夜之间就被扫地出门，变成了所谓的“矮行星”——这是为象它这样满足其它各项要求，却没能完成轨道“大扫除”任务的天体所设的安慰奖。与冥王星一同获得首批矮行星光荣称号的还有谷神星和阋神星。2008 年 3 月和 9 月，鸟神星和妊神星也先后加入了矮行星的行列。今后，矮行星的数目显然还会增加，但太阳系行星的数目却暂时降为了八个。也许是意识到新定义的修改过程太过仓促，国际天文联合会将新定义的适用范围限定在了太阳系以内，而将普遍的行星定义留给了未来。

行星新定义的仓促出炉，尤其是冥王星象“严打”期间遭到惩处的人犯一样在几天之内就被草率“矮化”，引起了很多人的反对，反对者从天文学家到天文爱好者，从普通民众到占星术士应有尽有。以前太阳系有九大行星时，人们曾用九大行星的英文开首字母编写过一些便于记忆的英文短句，比如：My Very Educated Mother Just Served Us Nine Pizza（我那受过良好教育的妈妈刚给我们做了九个比萨饼），冥王星（“P”luto）被剥夺行星资格后，有人戏虐般地用剩下的八个开首字母也编了一个英文短句：Most Vexing Experience, Mother Just Served Us Nothing（最气愤的经历，妈妈没给我们做任何东西）。

当然，也有比较认真的反对者，比如有人对表决的代表性提出了质疑。他们指出，参与行星定义表决的天文学家只有 424 人（其中投反对票者为 42 人），不到与会人数的 16%，与国际天文联合会的会员总数相比，更是连 5% 都不到，不能充分地代表国际天文联合会。不过这种质疑初看起来颇有说服力，其实却不然。因为国际天文联合会的会员并非人人都对行星定义感兴趣，因此投票率的高低未必能衡量投票质量的好坏。另一方面，424 人从统计学角度讲已经不算太小的样本，统计误差只有百分之几，超过 90% 的大比率通过绝非统计误差所能干扰。除非有迹象表明未投票的天文学家看待行星定义的态度与已投票者存在系统性的差异，否则更多的人投票只会使赞成及反对的票数大致按比例增加，却几乎不可能改变投票结果。

当然，最重要的是，行星定义无论如何改变，所影响的只是我们对天体的称呼与分类，而不是天体本身。冥王星是行星也好，是矮行星也罢，它就是那个在六十亿公里之外围绕太阳运动，直径约 2300 公里，“遵循相同物理定律，由同样的尘埃云凝聚而成”的实心球。它是否被新定义所“矮化”，无论对于它自己还是对于天文学研究都没什么实质意义。不过，如果读者对名份问题感兴趣的话，朱惠特——他曾被认为是最早发现柯伊伯带天体的天文学家，但现在只能排第二了（请读者想一想，第一是谁？）——倒是在冥王星被“矮化”之前就表达过一个别致的看法，他认为冥王星如果变成一个柯伊伯带天体，非但不是被“矮化”，反而是受到“升迁”，因为它的地位将从此“由外太阳系的一个令人难以理解的畸形反常，变成海外天体这一丰富而有趣的家族的首领”。正所谓：宁为鸡头，不做凤尾，看来我们应该祝贺冥王星<sup>[注5]</sup>。

### 三二. 疆界何方

现在让我们盘点一下人类在寻找太阳系的疆界时走过的漫漫长途。从远古时期就已知道的金、木、水、

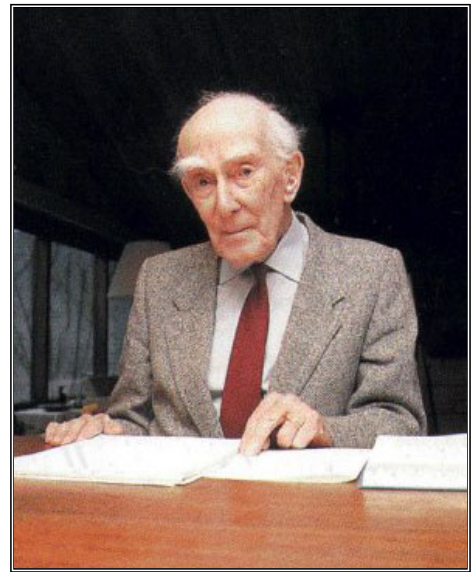


火、土五大行星，以及脚下的地球，到近代的天王星、海王星，再到现代的柯伊伯带及离散盘。人类认识的太阳系疆界在过去两百多年的时间里在线度上扩大了十倍左右。

那么，离散盘是否就是太阳系的疆界呢？答案是否定的。

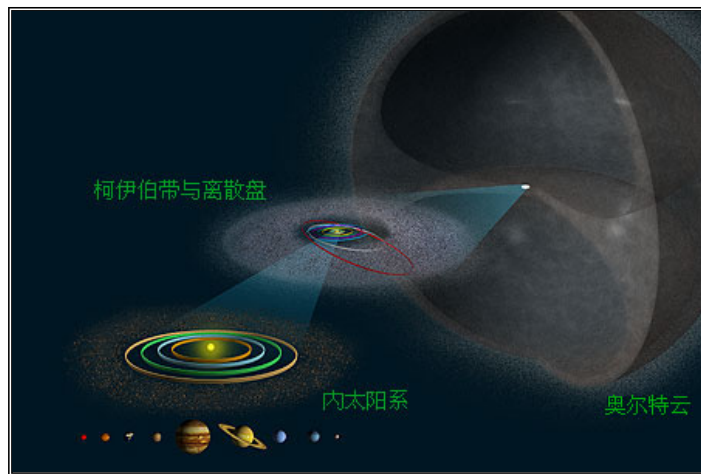
读者们也许还记得，我们在 [第二十八节](#) 中曾经提到，太阳系里的彗星按轨道周期的长短可以分为两类，其中短周期彗星大都来自柯伊伯带。那么，长周期彗星又来自何方呢？

1950 年，荷兰天文学家奥尔特 (Jan Oort) 对长周期彗星进行了研究。他发现，很多长周期彗星的远日点位于距太阳 50,000–150,000 天文单位 (约合 0.8–2.4 光年) 的区域内，由此他提出了一个假设，即在那里存在一个长周期彗星的大本营。这一假设与将柯伊伯带视为短周期彗星补充基地的假设有着异曲同工之妙 (但时间上更早)。那个遥远的长周期彗星大本营后来被人们用奥尔特名字命名为奥尔特云 (Oort Cloud)<sup>[注六]</sup>。由于长周期彗星几乎来自各个方向，因此奥尔特云被认为大体上是球对称的。后来的研究者进一步将奥尔特云分为两部分：距太阳 20,000 天文单位以内的部分被称为内奥尔特云，它呈圆环形分布；距太阳 20,000 天文单位以外的部分被称为外奥尔特云，它才是球对称的。距估计，奥尔特云中约有几万亿颗直径在一公里以上的彗星，其总质量约为地球质量的几倍到几十倍。由于数量众多，在一些科普示意图中奥尔特云被画得象一个真正的云团一样，但事实上，奥尔特云中两个相邻小天体之间的平均距离约有几千万公里，是太阳系中天体分布最为稀疏的区域之一。



荷兰天文学家奥尔特  
(1900 – 1992)

在距太阳如此遥远的地方为何会有这样一个奥尔特云呢？一些天文学家认为，与离散盘类似，奥尔特云最初是不存在的，如今构成奥尔特云的那些小天体最初与行星一样，形成于距太阳近得多的地方，后来是被外行星的引力作用甩了出去，才形成了奥尔特云。奥尔特云中的小天体由于距太阳极其遥远，很容易受银河系引力场的潮汐作用及附近恒星引力场的干扰，那些干扰会使得其中一部分小天体进入内太阳系，从而成为长周期彗星。



奥尔特云及太阳系结构示意图

时编号为 2003VB<sub>12</sub> (正式编号为 90377) 的海外天体，它的轨道远日点距离约为 976 天文单位，近日点距离也有 76 天文单位。这个天体的块头很大 (否则就不会被发现了)，直径约有 1500 公里，曾一度被当成第十大行星的候选者 (当时阋神星尚未被发现)。天文学家们给它取了一个专门名称：赛德娜 (Sedna – 因纽特神话中的海洋生物之神)。一般认为，赛德娜是属于内奥尔特云的天体<sup>[注七]</sup>。除赛德娜外，还有一个我们非常熟悉，有些读者甚至用肉眼都曾看到过的天体 – 哈雷彗星 – 也被认为是有可能来自奥尔特云的。哈雷彗星虽然是一颗短周期彗星，但很多天文学家认为，它是从奥尔特云进入巨行星的引力范围后受后者的干扰才成为短周期彗星的。

奥尔特云究竟有多大呢？今天的很多天文学家认为它的范围延伸到距太阳约 50,000 天文单位的地方，但也有人象奥尔特当年一样，认为它延伸得更远，直到太阳引力控制范围的最边缘。这一边缘大约在距太阳 100,000–200,000 天文单位处，在那之外，银河系引力场的潮汐作用及附近恒星的引力作用将超过太阳的引力 (请读者想一想，我们为什么在提到银河系引力场时强调“潮汐作用”，而在提到附近恒星的引力场时不强调这一点？)。如果那样的话，奥尔特云的外边缘应该就是太阳系的疆界了。

不过，奥尔特云未必是太阳系疆界附近的唯一秘密。1984 年，美国芝加哥大学的古生物学家劳普

奥尔特云距我们如此遥远，而且包含的又都是小天体，读者们也许会以为除直接来自那里的长周期彗星外，我们不太可能观测到任何属于奥尔特云的天体。其实却不然。这倒不是因为我们有能力观测到几千乃至几万天文单位之外的小天体，而是因为奥尔特云并不是一个界限分明的区域。少数奥尔特云天体的轨道离我们相当近，甚至能近到可被直接观测到的程度。2003 年，美国帕洛马天文台 (Palomar Observatory) 的天文学家布朗 (Michael Brown – 他也是创神星的发现者之一) 发现了一个临

(David Raup) 和塞普考斯基 (Jack Sepkoski) 在对过去两亿五千万年间地球上的大规模生物灭绝状况进行研究后提出, 那种灭绝似乎平均每隔 2,600 万年发生一次, 而且有迹象表明其中至少有两次似乎与大陨星撞击地球的时间相吻合 (其中最著名的一次被认为是发生在距今约 6,500 万年的白垩纪末期, 导致包括恐龙在内的大量生物灭绝)。同年, 美国加州大学的物理学家马勒 (Richard Muller) 等人提出了一个大胆的猜测, 认为太阳有可能有一颗游弋在太阳系边缘的伴星, 这颗伴星是一颗褐矮星或红矮星 (褐矮星的质量约在木星质量的 13-75 倍之间, 红矮星的质量约在木星质量的 75-500 倍之间), 它距太阳最远时约有 2.4 光年 (感兴趣的读者请根据上下文提供的信息, 计算一下它离太阳最近时的距离)。这颗伴星每隔 2,600 万年经过奥尔特云的一部分, 在它的引力干扰下, 大量的奥尔特云天体会脱离原先的轨道而进入内太阳系, 其中个别天体会与地球相撞, 从而造成大规模的生物灭绝。由于这颗伴星所起的可怕作用, 它被称为内梅西斯 (Nemesis), 这是希腊神话中的复仇女神。如果太阳真的有这样一颗伴星, 并且它真的有如人们所猜测的那种作用, 那它无疑是太阳系疆界附近最可怕的天体<sup>[注八]</sup>。但即便如此, 我们也不必害怕, 因为按照那些科学家的说法, 地球上最近一次大规模生物灭绝大约发生在距今五百万年以前, 那么下一次同类事件 - 如果有的话 - 就该是两千多万年之后的事了。那时假如人类还存在, 想必该有足够的智慧来避免灾难。

我们有关太阳系疆界的故事在这里就要与读者说再见了, 但人类探索太阳系疆界的事业却远未结束, 这样的事业有一个美丽的名字叫科学, 她值得人们去做永生的探索。

[返回目录](#)

## 注释

1. 对冥王星身份的最早怀疑可以追溯到汤博发现冥王星的同一年, 即 1930 年, 起因是罗威尔天文台公布的冥王星轨道与罗威尔对行星 X 的预言不符。
2. 确切地讲, 该定义要求行星的质量小于在其中中心产生氦核聚变所需的质量。由于氦核聚变是恒星内部最容易产生的核聚变, 因此满足这一条也就自动保证了行星内部不会产生其它核聚变。
3. 确切地讲是椭圆形, 因为多数天体存在自转。
4. 这一条与其它几条相比, 其缺陷是显而易见的, 因为它并未对“轨道附近的区域”及“扫清”这两个概念进行界定。严格追究的话, 海王星也不能算是扫清了轨道附近的区域, 因为很多海外天体的轨道周期性地穿越海王星轨道。甚至最有行星资格的木星, 它的“大扫除”也是有死角的, 因为在它的轨道区域中存在数量多达十万以上的所谓“特洛伊小行星”(Trojan asteroids)。从国际天文联合会对新定义的讨论过程及此前出现的几篇相关论文来看, “扫清”一词的含义应该是指行星在其轨道附近的区域中处于支配性 (dominant) 地位。
5. 冥王星的“鸡头”地位在 2008 年 6 月 11 日得到了进一步的加强: 这一天, 国际天文联合会将海王星以外 (即轨道半长径大于海王星轨道半长径) 的矮行星统称为 **Plutoid**。该类别目前尚无标准中译名, 几种可能的选择为: 类冥天体、类冥矮行星、冥王星类天体。其中个别译名曾被当作 **plutino** - 即与海王星轨道存在 3:2 共振的海外天体 (包括卫星) - 的非正式中译名。不过 **plutoid** 这一新类别出现后, 为对两者进行区别, 我认为 **plutino** 宜另找一个可以体现英文词根 **-ino** (微小) 的新词作为译名, 比如类冥小天体、微冥天体等。
6. 奥尔特并不是最早提出彗星大本营概念的天文学家。1932 年, 爱沙尼亚天文学家欧皮克 (Ernst Öpik) 曾经提出过彗星来自太阳系边缘的一片“云”的假设。此外, 早年曾有一些天文学家认为短周期彗星也来自奥尔特云, 只不过是接近内太阳系时受到巨行星的影响而被俘获成了短周期彗星。但具体的计算及模拟表明, 小天体从遥远的奥尔特云进入并被俘获在内太阳系的概率非常小, 不足以解释观测到的短周期彗星的数量。而且来自奥尔特云的新彗星的轨道倾角分布也与短周期彗星的倾角分布有着显著差异。因此后来人们放弃了这一假设 (但个别短周期彗星 - 比如哈雷彗星 - 仍被认为是有可能来自奥尔特云)。
7. 2000 年, 罗威尔天文台发现的一个临时编号为 2000CR<sub>105</sub> (正式编号为 148209), 远日点距离约 394 天文单位, 近日点距离约 44 天文单位的小天体也被认为有可能属于内奥尔特云, 但争议较大。
8. 需要提醒读者注意的是, 有关太阳伴星的猜测目前只有很少的支持者, 其学术地位远低于有关奥尔特云的猜测。

二零零八年六月十二日写于纽约  
二零零八年六月三十日发表于本站  
二零零九年七月三十日最新修订  
<http://www.changhai.org/>

## 相关链接

- [行星俱乐部的新章程](#)

站长往年同日 (6 月 30 日) 发表的作品

- 2001-06-30: [童年](#)

站长近期发表的作品

- 2015-11-05: [“这个版本的事实”](#)
- 2015-10-18: [书林散笔：科学的征程](#)
- 2015-10-07: [微言小义 \(2015.09\)](#)
- 2015-09-25: [《84, Charing Cross Road》](#)
- 2015-09-12: [微言小义 \(2015.08\)](#)

本文的讨论期限已过，如果您仍想讨论本文，  
请在每个月前七天的“读者周”期间前来讨论。

>> [查阅目前尚在讨论期限内的文章](#) <<

---

Copyright © 1999–2015 by Changhai Lu. All rights reserved.