

TURING 图灵新知

1945

1650

1103

900



THE BIG QUESTIONS:  
UNIVERSE

# 20 个大问题

[英] Stuart Clark 著  
杨硕 译

# 影响宇宙学发展的



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

TURING 图灵新知

THE BIG QUESTIONS: UNIVERSE

# 影响宇宙学发展的 20个大问题

[英] Stuart Clark 著

杨硕 译



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

影响宇宙学发展的20个大问题 / (英) 克拉克  
(Clark, S.) 著 ; 杨硕译. — 北京 : 人民邮电出版社,  
2012.6

(图灵新知)

书名原文: The Big Questions: Universe

ISBN 978-7-115-28041-1

I. ①影… II. ①克… ②杨… III. ①宇宙学—普及  
读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第092078号

## 内 容 提 要

这是一本关于宇宙学的科普书, 作者通过 20 篇生动精炼的随笔向我们展示了宇宙学中最有意思的“大问题”, 让这门历史悠久且无限神秘的学科跃然纸上。本书内容丰富, 涵盖宇宙学发展史的方方面面, 语言精辟, 生动有趣, 让读者为其深深吸引。

本书适合对宇宙学感兴趣的各层次读者阅读。

图灵新知

## 影响宇宙学发展的20个大问题

◆ 著 [英] Stuart Clark

译 杨 硕

责任编辑 卢秀丽

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 6.375

字数: 160千字

2012年7月第1版

印数: 1-5 000册

2012年7月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2011-2427号

ISBN 978-7-115-28041-1

定价: 29.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

站在巨人的肩上  
**Standing on Shoulders of Giants**



[www.ituring.com.cn](http://www.ituring.com.cn)

# 简介

天文学中的问题永远都是那么“大”。即使是最小的疑问都能够引出一条研究的曲径，通向那深邃的答案。答案可能伴随着令人醍醐灌顶的启示，而这无疑也是天文学的魅力之一。浩瀚无垠的宇宙，空间上跨越数十亿光年，时间上延伸数十亿年，用来描述它的数字大到无法想象，在它面前，人类的敬畏感油然而生。

当你站在某个漆黑无比的地方（沙漠或是其他蛮荒之地，只有穹顶的繁星在闪烁），点点繁星充斥整个天际，即使是最熟悉的星座也难以辨认。尽管星星看上去不计其数，但事实上人类肉眼能够分辨的大约只有3000颗。在整个宇宙的星体中，这只占到极小的部分。古语有云，要问宇宙中的星星有几颗，就要数数全世界沙滩上的沙子有多少粒。不过，尽管地球上的沙粒数量确实令人叹为观止，但要和星星的数量比起来，还是不够多。根据最新估算，整个宇宙中大约有 $7 \times 10^{22}$ 颗星星。也就是说，有七百亿个一万亿那么多，或者说，在数字7后面加上22个零。如果非要继续与沙子比较，那么星体的数量大概等于一万个地球上沙粒数量的总和。

本书旨在回答那些萦绕在人们脑海里的有关宇宙奇观的问题。书中会谈到外太空若隐若现的天体，比如类星体与脉冲星；还会详尽阐释邻近的星球，比如火星与木星。此外，还有一章专门讲述了那多年来一直充满神秘色彩的天体界“大明星”——黑洞。但凡有人知道

我是研究天文学的，都必定会问我“什么是黑洞”这个问题。不要期待本书会给出完整解答，因为连专家也不知道答案。黑洞研究对人们有强大的诱惑力，一旦全面了解了它，天文学家对于整个宇宙都会拥有全新的认知。

本书探讨的其余19个问题中，有些问题经过科学界几个世纪的努力已经有了明确的答案，有些问题的答案已几近揭晓，还有一些问题则仍然令人一筹莫展。这些尚待解开的谜题也许才是最有吸引力的，因为它们的存在为当代天文学和宇宙学研究制订了日程表。暂且不论我们是否有能力全面回答它们，书中的每个问题都涉及一个基础知识，那是我们认识宇宙、努力了解自己在广袤宇宙中地位的重要基础；此外，这些问题还会让我们进一步了解宇宙特别的魔力，那种每当我们凝视宇宙时就能感受到的魔力。

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 宇宙是什么                         |    |
| 人类渴望了解地球之外的世界 .....             | 1  |
| 2 宇宙有多浩瀚                        |    |
| 宇宙距离阶梯 .....                    | 12 |
| 3 宇宙多少岁了                        |    |
| 宇宙的年龄危机 .....                   | 21 |
| 4 恒星是由什么构成的                     |    |
| 宇宙的配方 .....                     | 31 |
| 5 地球是怎么形成的                      |    |
| 我们的家园的诞生 .....                  | 41 |
| 6 行星为什么在轨道上运行                   |    |
| 以及月亮为什么掉不下来 .....               | 51 |
| 7 爱因斯坦是对的吗                      |    |
| 引力与时空弯曲的较量 .....                | 61 |
| 8 什么是黑洞                         |    |
| 能吞噬庞然大物，也能让大头针和毛线球消失得无影无踪 ..... | 72 |
| 9 宇宙是如何形成的                      |    |
| 描绘大爆炸 .....                     | 82 |
| 10 第一批天体是什么                     |    |
| 我们所知的宇宙开端 .....                 | 91 |



|                   |     |
|-------------------|-----|
| 11 什么是暗物质         |     |
| 关于把宇宙聚拢在一起的物质的争论  | 100 |
| 12 什么是暗能量         |     |
| 宇宙中最神秘的实体         | 109 |
| 13 我们是由恒星尘埃构成的吗   |     |
| 生命起源之谜            | 117 |
| 14 火星上存在生命吗       |     |
| 找到我们邻居的可能性        | 127 |
| 15 存在其他智慧生物吗      |     |
| 天外有人吗             | 136 |
| 16 我们能够穿越时空去旅行吗   |     |
| 曲线引擎与时间穿梭的可能性     | 146 |
| 17 物理学法则能改变吗      |     |
| 爱因斯坦之外的物理学        | 156 |
| 18 存在平行的宇宙吗       |     |
| 薛定谔的猫以及它给我们的启示    | 164 |
| 19 宇宙的结局将会如何      |     |
| 大坍缩, 缓慢的热寂, 还是大解体 | 175 |
| 20 宇宙学中有上帝存在的证据吗  |     |
| 宇宙为人类而进行的微调       | 183 |
| 术语表               | 193 |



# 1

## 宇宙是什么

### 人类渴望了解地球之外的世界

**宇**宙是每件事物的总称：每颗行星、每颗恒星以及每个遥远的星系。宇宙远远超出了人类的认知范围，但这并没有阻碍人类对整个宇宙的探索。从古至今，我们凝望她、测量她、研究她，希望有朝一日能理解她。我们已经取得了长足的进步，但是，唯恐我们骄傲自满，宇宙总会带给我们新的惊奇，用新的挑战考验我们的想象力。

在很早很早以前，人类就渴望了解宇宙的奥秘。早在公元前3000—3500年，古巴比伦石碑就已经记录了一年中每天的不同长度。大约从公元前2000年开始，中国人便开始记录日食与月食的奇观。能够展示出令人叹为观止的“天体轨道”的史前建筑遗迹遍布世界各地。其中最久远的当属有5200年历史的爱尔兰纽格兰奇古墓。在冬至（一年中白天最短的一天）的拂晓，缓缓升起的太阳会让阳光穿过古墓通道，照射到内室的地板上。

在太平洋的复活节岛上，有数百尊神秘的雕像。每到春分或秋分那一天（白天与黑夜同样长），其中的七座雕像所面对的正是日落方向的地平线。柬埔寨名利吴哥窟的布局也很精妙，每年夏至，朝阳都从寺院的东门上方升起。同样，埃及的金字塔也被认为与星体之间有一定联系。尽管上述建筑并不是科学意义上的天文台，但是它们清晰地表明当时的建筑师已经对太阳与恒星的运动规律有了一些认识。

古代人从事天文观测活动主要是为了制定历法。月相的变化界定了月份的更迭，而太阳在天空中的运动轨迹既确定了一天的长度也确定了一年的长度。随着四季更替，太阳从地平线上升起与落下的位置也发生着变化。众所周知，那个在英格兰的索尔茨伯里平原上保存完好的环形巨石纪念碑——巨石阵，就与太阳的位置成对应关系。在夏至日，太阳会从一块叫作踵石的石块上方升起。起初，巨石阵被认为是祭祀太阳神的庙宇。后来一些研究者发现了巨石与月亮位置的对应关系，认为巨石阵可能是史前的天文台，也许主要是用于预测日食和月食。

## 早期的宇宙学

希腊语单词“kosmos”的意思是“有序的排列”，今天的“cosmos”（宇宙）和“cosmology”（宇宙学）就是从这个单词衍生出来的。宇宙学为天文学的一个分支，致力于研究宇宙的运行方式、宇宙的起源、宇宙将要如何发展以及如何终结，从而回答一个最基础的问题——宇宙是什么。

宇宙学成为一门真正意义上的科学，实际始于1916年。那一年，爱因斯坦发表了广义相对论（见第7章）。在这之前，天文学家缺乏用于描述整个宇宙运转状态的数学框架。因此，20世纪之前的宇宙学是猜测与宗教感情的矛盾组合。特别是古代宇宙学，它的灵感根源通常是宗教以及“天堂就在头上，就在太空中”的假设。

古埃及人的宇宙学是以人类繁衍的循环往复为基础的。他们相信每年天空之神努特（Nut）都会诞下太阳神拉（Ra），而太阳高度之所以会随四季变化，正是因为拉正在努特布满星星的身体里发育成长。据说，太阳在每个冬至日会重生，在每个春分日会通过努特

的嘴返回到她的身体里。这样，拉不断地使自己重生，从而使宇宙成为了一个永恒的、自我延续的实体。

“天文学吸引人们仰望上苍，引导我们了解地球以外的世界。”

柏拉图

公元前 4 世纪希腊哲学家

人类早期文明所讲述的那些故事是在夜空中恒星组成图案的启发下产生的。那时的人们用想象中的直线把星星连起来，勾勒出人们熟知的图案或神话中的人物。在美索不达米亚（现如今的伊拉克），考古学家已经挖掘出了可以追溯到公元前 1300 年的石碑和黏土板，上面就详细记述了包括黄道十二宫在内的许多“星座”。这些黄道星座被赋予了重要意义，因为它们位于太阳环绕地球所经过的轨迹上。后来，这些星座被希腊人采纳——雇工座和燕子座变成了白羊座和双鱼座，而羊鱼座和大双子座变成了摩羯座和双子座。在古希腊，吟游诗人会从一个村庄游历到另一个村庄，通过向村民们复述有关星宿的神话故事来换取食物和容身之所。与此同时，一些哲学家也开始使用他们杜撰的故事来解释宇宙的本质。其中，最早这么做的当属公元前 6 世纪的哲学家泰勒斯。泰勒斯提出宇宙空间内充满了水，而地球则漂浮于其中；他认为地震是由水的波浪引起的，星星之所以移动也是因为它们被缓慢的水流带动着而已。

公元 1 世纪的希腊天文学家克劳狄斯·托勒密编纂了一张星座表，上面列出了 48 个星座。但是由于在希腊无法看到整个天空，南极附近区域上空的星座并没有标注在图上。直到公元 16 世纪至 17 世纪，勇敢的天文学家们跋山涉水到远离欧洲的地方探险，才画下了南半球的星宿图。同时又发现了一些新的星座，填补了托勒密经典天体图的空白。这不可避免地引发了持不同观点的天文学家的争论。英国人埃德蒙德·哈雷提议将一组星群命名为查尔斯橡树

## 1. 宇宙是什么

座，用以纪念英国国王查理二世在伍斯特战役后躲避圆颅党人追踪而藏身的那棵橡树。尽管国王很高兴能获此殊荣，但是其他的天文学家则对哈雷很不满，悄悄地把这个星座从他们的天体图中抹去了。

过了很久，直到 1922 年，有关星座的事宜才有了定论。国际天文协会联合会以希腊模式为主要依据，正式确认了带有明确边界的 88 个星座。这并不是希腊天文学对现代天文学的唯一贡献。在此有必要特别提到一位古希腊天文学家，他当时没有打算讲述与星宿有关的故事，也没有对这些星宿妄加推测，他认为要想真正认识星座，第一步应该是测量这些星座。这个人就是喜帕恰斯，他定义的恒星分类系统沿用至今。

## 恒星的亮度

即便是不经常观察夜空的人，也可以轻而易举地发现某些恒星要比其他的恒星更加明亮。早在两千多年前，希腊天文学家喜帕恰斯就详细地编制出了涵盖 850 颗恒星的一览表，表中标出了每颗恒星的位置以及亮度。喜帕恰斯当时并没有测量亮度的设备，只是简单地凭借自己的肉眼去估计。最明亮的恒星被他称为“一等星”，而最黯淡的恒星则被叫作“六等星”，其余恒星按照亮度排列在上述两等星之间。令人惊奇的是，尽管现代测量装置已经扩大了喜帕恰斯首创的六等亮度分级的范围，但是这种看似原始的分级制度仍然被天文学家沿用至今。在亮度列表的顶端，对目前最明亮恒星的定级已经使用负数，而在列表的底端，对那些只能通过望远镜辅助才能看到的恒星定级，使用的数字经常都会大于 6。在地球表面上，使用最先进的望远镜能够探测到第 24 等至第 27 等星，但是在摆脱地球大气层失真影响的轨道中，哈勃太空望远镜可以观测到第 30 等星。每等恒星的亮度大约是其前一等恒星亮度的 2.5 倍。以此

推算，第 30 等星的亮度大约是肉眼可见恒星亮度的 35 亿分之一。

然而，在测量这些可视亮度的时候，我们忽略了发光物体的亮度是受其与观测者之间的距离以及该物体实际发光强度影响的。因此，近处昏暗的恒星可能看上去要比远方发光强度很大的恒星还要亮一些。这种现象受“平方反比律”的支配。“平方反比律”的意思是，如果距离翻一倍，光的强度会随之下降到原来强度的四分之一；如果距离增大两倍，那么光的强度就会下降到原值的九分之一。为了将这个因素考虑进去，没有经过任何距离修正而测得的亮度等级被定义为“视”星等。“绝对”星等是指经过距离修正的亮度值。红超巨星参宿四由于其英文名称 Betelgeuse 发音酷似“甲虫果汁”（beetle juice）而被人们所熟知。它的视星等为 0.58 等，而其绝对星等却跃升到了 -5.14 等。参宿四的确是一颗明亮的恒星，但是与地球的距离相对较远。而太阳由于离我们距离很近，视星等达到惊人的 -26.7 等，成为了天空中最耀眼的星体。然而，在考虑了接近度之后，太阳的绝对星等只有 4.8 等。换言之，虽然太阳对于地球上的万物来说光芒万丈、意义重大，但它不过是一颗中等亮度的恒星罢了。

## 游星之下

专注于对星体进行仔细观察、详细记录的古希腊天文学家为后世留下了大量有关星体的知识财富。但是，五颗特殊星星的性质却难住了他们。与其他保持“稳定”状态的星体不同，这五颗星星每个夜晚在天空中运行的轨迹变化莫测，于是古希腊天文学家就将它们称为“游星”。通过他们的希腊语名称 *planetes*，你可能会推断出这些游星实际上就是行星（planet）——五颗距离地球最近，裸眼就可以看到的行星：水星、金星、火星、木星及土星。希腊人并不知道这些行星本身就是类似地球的天体，便把它们想象

成了神灵或神灵的使者，它们的影响力关乎地球上每个人的命运。

在这些游星中，水星和金星围绕着地球与太阳之间的轨道运行。因此，从地球上它们距离太阳很近，且只有在黄昏和黎明时的天空中才能看到。火星、木星和土星围绕太阳公转的轨道半径比地球的轨道半径长，人们可以清晰地看到它们从夜空中慢慢划过的轨迹。许多早期天文学家致力于追踪所有游星的运动状况，以预测它们未来所处的位置。这项工作被认为意义重大，因为人们认为当行星之间的距离缩短时，它们的影响力会叠加并且放大。因此，在他们看来，为了进行星象占卜，行星汇合是需要预测的重大星象事件。

随着基督时代的到来，这样的观点被广泛接纳：天空是上帝的领地，而人类微不足道的智力永远不可能理解造物主的意志，因此天堂的运动是永远琢磨不透的。直到17世纪的第一个十年，约翰尼斯·开普勒根据行星的运行情况提出了行星运动三大定律后（见第6章），这种观点才开始发生变化。这套定律证明了宇宙不但是可以测量的，而且还是可以理解的。

与此同时，意大利人伽利略·伽利雷正在探寻能够激起我们对广袤宇宙展开无限遐想的火花。1609年，他举起自己的望远镜对准了那条穿过天际的、雾蒙蒙的光带——银河。伽利略借助其略显简陋的（如果用现代标准来评判可能还是有些小儿科的）望远镜看到了由点点星光构成的银河系。这对于全人类都是个启示，因为之前的人们始终认为整个宇宙仅仅包含了那些肉眼可见的天体。但是现在，伽利略证明在人类肉眼的视域之外还存在着无穷无尽的世界。伽利略拉开了这个延续数个世纪、直至今日的梦想的序幕。历代天文学家们力求开发出愈发巨大的望远镜，以看到愈发渺小的天体。截至目前，投入使用的最大光学望远镜直径可达10米，几乎

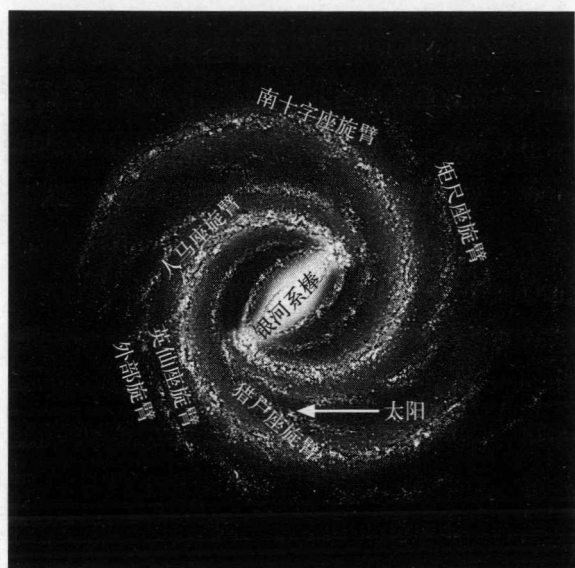


是伽利略使用的原始望远镜的 500 倍。

## 星际邻里

现如今，人们已经知道了太阳只不过是银河系这个巨大的星体集合中的一颗恒星。而至少有一千亿颗恒星呈螺旋状排列在形似扁圆盘的银河系中，并围绕着由更多星体组成的球状中心运行着。地球处于银河系的一条旋臂之上，从我们所处的位置看去，这个圆盘像是包裹着无数星星的薄雾——故又得名“牛奶路”（Milky Way）。银河系的中心面向南方的人马座方向。如果你在南半球的某个黑暗处进行观察，你可能会发现“牛奶路”延伸到了银河系中心隆起的广袤星云之中。

银河系恒星圆盘的厚度据估算大约是 1000 光年。而一光年是指光一年传播的距离。根据实验室测量，光在真空中传播的速度约为每秒 300 000 千米。因此，光一年所传播的距离大约是 9.5 万亿



我们的家，银河系



千米。这就是光年的长度。使用这个计量单位是为了把难以想象的天文数字变得更加直观。在银盘里，恒星的密度大约为每4光年中存在一颗恒星。但是在银河系的中心，距离太阳25至30 000光年的地方，高密度的恒星构成了一段狭长的隆起部分，其直径大约为27 000光年，高度大约为10 000光年。

“银河系只不过是无数聚集在一起的星星而已。”

伽利略

17世纪天文学家

在银盘中，太阳共有33个近邻。有关“邻里”这个概念，天文学家的解读是，恒星间距离如果小于12.5光年，即互为“邻里”。我们的大部分邻居都要比我们的太阳小一些，暗一些。在宇宙中，数量最多的星体是红矮星（见第3章），它们就像在天空中游弋的米诺鱼，个体小，但数量大。在我们的邻居中，只有两颗恒星的体积与太阳相仿，仅有一颗比太阳的体积大一些：小犬座的南河三据估计直径是太阳的2倍，质量是太阳的1.5倍。

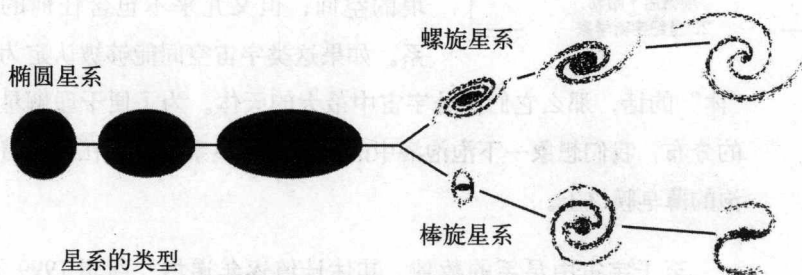
在临近银河系隆起中心的地方，恒星的密度是太阳周围星体密度的500倍。假若太阳与其行星家族被突然放置在银河系的中心，那么有些自带行星系的恒星距离太阳只有冥王星距离太阳的十倍。而实际上，在我们太阳系周边，最近的恒星与太阳间的距离是冥王星与太阳间距离的五千多倍。天文学家们相信，在银河系的最中央，如此巨大的物质密度必然会导致黑洞的存在（见第8章）。

在临近银河系隆起中心的地方，恒星的密度是太阳周围星体密度的500倍。假若太阳与其行星家族被突然放置在银河系的中心，那么有些自带行星系的恒星距离太阳只有冥王星距离太阳的十倍。而实际上，在我们太阳系周边，最近的恒星与太阳间的距离是冥王星与太阳间距离的五千多倍。天文学家们相信，在银河系的最中央，如此巨大的物质密度必然会导致黑洞的存在（见第8章）。

## 银河系之外是什么

尽管看上去很广阔，但是银河系并不是宇宙的全部。从大的格局上看，银河系之于宇宙就如同一座小岛之于浩瀚且包含无数其他岛屿的海洋。每个星系自身都是独立的，包含几百万到一万亿（一百万个百万）颗恒星。星系有三种基本类型：螺旋星系、棒

旋星系以及椭圆星系。螺旋星系看上去非常美丽，那些较老的星体组成了中央隆起的部分，围绕在其周围的是那些明亮的、年轻的星体，它们组成了一条条弧形地带。棒旋星系除了拥有一条明显的延长线连接中央隆起部分与旋臂之外，与螺旋星系无异。我们的银河系就属于棒旋星系。而椭圆星系在外观上则完全不同。这类星系要比螺旋星系或棒旋星系大得多，可能是雪茄型，也可能是完美的球形。还有些形状奇特的星系，被称为不规则星系。有些不规则星系可能从前是螺旋星系，但也有些完全就是杂乱无章的。



在最大且最明亮的众星系之中，螺旋星系与棒旋星系的数量大约占据了四分之三。但是，在宇宙中仍然有数目巨大的小型椭圆星系以及不规则星系。这些星系被称做矮星系。如果把这些星系考虑进去，那么上文中提到的比率就要颠倒过来了，因为在小型星系中，螺旋星系非常罕见。

尽管许多星系看上去是相互独立的，但是受相互引力的吸引，有些星系被拉成了一团。受此作用，最小的集合是 50 个以下的星系组成的星系群。我们的银河系便属于一个星系群，被称为本星系群。该星系群包含另一个较大的星系——螺旋型仙女座星系，以及大约 30 个较小的星系。所谓的星系“团”其实就是大型的星系群，包含的星系数量在 50 个以上，有些甚至包含了一千多个星系。离