

宇宙奥德赛  
漫步太阳系

王爽——著

清华大学出版社



# 宇宙奥德赛 漫步太阳系

王爽——著

清华大学出版社  
北京

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

宇宙奥德赛：漫步太阳系 / 王爽著. — 北京：清华大学出版社，2018（2018.11重印）  
ISBN 978-7-302-50928-8

I. ①宇… II. ①王… III. ①天文学 - 普及读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第187210号

责任编辑：胡洪涛 王 华

封面设计：于 芳

责任校对：王淑云

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦A座 邮 编：100084

社总机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈：010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印装者：北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：165mm × 235mm 印 张：16.25 字 数：264千字

版 次：2018年10月第1版 印 次：2018年11月第3次印刷

定 价：55.00元

---

产品编号：079941-02

## 自序

2017年8月，我开始在新浪微博（ID是“王爽\_宇宙奥德赛”）上写天文学科普文章。没有料到的是，这些文章居然大受欢迎；到2018年8月底，#宇宙奥德赛#的话题阅读量就已经超过了2.5亿。

但也有不少读者跑来问我，为什么要取“宇宙奥德赛”这么奇怪的名字。让我来解释一下其中的缘由。

公元前8世纪，古希腊大诗人荷马写下了著名的《荷马史诗》。这部传奇巨著包括两部史诗，其中一部叫《奥德赛》，讲述的是古希腊英雄奥德修斯在海上漂泊10年，历尽千辛万苦最终成功返乡的故事。2000多年来，《奥德赛》一直被视为西方文学的奠基之作。

后来出现了无数向《奥德赛》致敬的作品。比如说，爱尔兰著名作家詹姆斯·乔伊斯有一部代表作，叫《尤利西斯》，被评为20世纪百大英文小说之首。尤利西斯其实就是奥德修斯的拉丁文译名。此外，乔伊斯也透露过《尤利西斯》的各章标题，都与《奥德赛》中的人物或事件一一对应。

再举个例子。英国著名科幻小说家亚瑟·克拉克有一部代表作，叫《2001：太空漫游》，被视为整个科幻史上最伟大的作品之一。它的英文名是“2001: A Space Odyssey”，直译过来就是“2001：太空奥德赛”。

为什么“奥德赛”这个名字，会有如此之大的魔力？在我看来，“奥德赛”其实象征着一场探索未知世界的旅行。一场真正意义上的奥德赛之旅，能让我们摆脱千篇一律、平淡无奇的日常生活，去游历一个五彩斑斓、让人目不暇接的美丽新世界。

我的最终目的，是陪你经历一场前所未有、遨游整个宇宙的奇妙旅行。我们将从地球出发，依次游历太阳系（即行星世界）、银河系（即恒星世界）和河外星系（即星系世界），一直飞到宇宙的尽头。然后，我们将从宇宙尽头、同时也



是宇宙创生之处返航，在时间长河中顺流而下，依次探寻宇宙起源、生命诞生和宇宙命运的神奇奥秘。在这场旅行的终点，我们就能直面人类最终极的三大问题：我是谁？我从哪里来？我将往何处去？

本书是这场宇宙奥德赛之旅的第一段行程：太阳系之旅。我们将游历太阳系的12个景点，依次是地球、月球、金星、水星、太阳、火星、小行星世界、木星、土星、天王星、海王星和太阳系边缘。要特别强调的是，我想让你了解的并不是与这些天体相关的零碎知识，而是它们在人类文明史上的坐标。

以第5个景点太阳为例。关于太阳，我精选了4个主题：①太阳光谱，人类认识太阳的第一种途径。②太阳能量来源，困扰人类数百年的超级难题。③太阳中微子，两度获得诺贝尔物理学奖的前沿课题。④太阳风暴，对地球最具威胁的太阳现象。相信这些精挑细选的主题，能让你对太阳在人类文明史上的坐标有一个比较全面的了解。

换句话说，本书为你呈现的并不是一些关于太阳系的碎片化知识，而是一个关于太阳系的完整知识体系。借由从上百个初选题目中精挑细选出来的40个主题，我希望能让读者了解：这些太阳系主要天体曾在人类文明史上扮演过什么重要角色？与哪些特别重大的科学事件有关？如何改变人类对整个宇宙的看法？又与我们的现实生活有着怎样的联系？

除了着眼全局的知识体系式的呈现方式，本书还有以下几个主要特点：①问题引导，每一节都在回答一个最关键的问题。②故事驱动，书中穿插了海量的关于科学家的逸闻趣事。③内容可视化，全书几乎没有数学公式，所有的知识点都会被转化成可视化的物理图像，然后用贴近生活的类比来加以解释。④总结常态化，为了方便读者理解，每一节的结尾都会对本节中最重要的内容进行总结。

此外，为了标记一些天文数字，本书采用科学计数法，也就是把一个数字表示成 $a \times 10^n$ 的形式，其中 $a$ 处于1~10之间，而 $n$ 是一个整数。

为了写这本书，我不知看了多少学术论文、人物传记、科普书和科普纪录片。相信你很容易感受到书中倾注了多少心血和诚意。

准备好了吗？那我们就出发吧。

# 目 录



## 01 地球 / 1

- 1.1 人类如何确定地球的形状和大小? / 2
- 1.2 人类如何测量地球的质量? / 10
- 1.3 人类如何测出地球的年龄? / 17
- 1.4 为什么地球能成为生命的绿洲? / 24



## 02 月球 / 29

- 2.1 为什么月球总是一面朝向地球? / 30
- 2.2 阿波罗计划留下了怎样的传奇故事? / 34
- 2.3 月球是怎么起源的? / 42



## 03 金星 / 46

- 3.1 金星盈亏如何敲响地心说的丧钟? / 47
- 3.2 金星凌日如何测出地球与太阳间的距离? / 54
- 3.3 为什么金星会变成一个地狱般的地方? / 60



## 04 水星 / 67

- 4.1 水星逆行为何会推动地心说的变革? / 68
- 4.2 水星近日点进动如何揭开广义相对论崛起的序幕? / 74
- 4.3 水星上有哪些让人大跌眼镜的自然现象? / 81



## 05 太阳 / 84

- 5.1 太阳光谱如何揭示太阳的元素构成？ / 85
- 5.2 太阳的能量是怎么产生的？ / 93
- 5.3 太阳中微子探测为什么会两次得到诺贝尔奖？ / 99
- 5.4 万圣节太阳风暴为什么会让地球变得一片狼藉？ / 105



## 06 火星 / 111

- 6.1 火星为何已不再是日心说的梦魇？ / 112
- 6.2 火星上到底有没有水？ / 119
- 6.3 人类有什么办法来改善火星的生存环境？ / 124



## 07 小行星世界 / 127

- 7.1 谷神星如何变成太阳系第一个失去行星地位的天体？ / 128
- 7.2 为什么太阳系第一高峰会坐落在不起眼的灶神星上？ / 134
- 7.3 为什么说奥陌陌是来自太阳系外的星际来客？ / 139



## 08 木星 / 143

- 8.1 为什么说大红斑是太阳系中最大的风暴？ / 144
- 8.2 为什么说木星是地球的守护神？ / 151
- 8.3 为什么木卫一长得特别像鸡蛋葱花饼？ / 158
- 8.4 太阳系最大的海洋是怎么被发现的？ / 163



## 09 土 星 / 169

- 9.1 人类如何知晓土星环的真面目? / 170
- 9.2 谁是太阳系中最有可能存在地外生命的天体? / 178
- 9.3 泰坦的橙色大气层下到底隐藏着怎样的秘密? / 183



## 10 天王星 / 189

- 10.1 天王星是怎么被发现的? / 190
- 10.2 天王星为何会有诡异的磁场? / 194
- 10.3 在太阳系最高的悬崖上蹦极是一种什么体验? / 200



## 11 海王星 / 205

- 11.1 海王星是怎么被发现的? / 206
- 11.2 为什么说大黑斑是太阳系中最强的风暴? / 211
- 11.3 为什么海卫一不是海王星的亲生骨肉? / 215



## 12 太阳系边缘 / 220

- 12.1 冥王星是怎么被发现的? / 221
- 12.2 冥王星是怎么被降级的? / 228
- 12.3 太阳系中真的只有八颗行星吗? / 234
- 12.4 从遥远太空回望地球是一种什么体验? / 239

## 图片来源 / 245

## 致 谢 / 252



01

地 球



## 1.1 人类如何确定地球的形状和大小？

这场漫游太阳系的旅程，始于一张尽人皆知的图片。它就是我们打开微信时看到的那张初始图片的背景图。这是一张相当有名的太空摄影照片，名叫“蓝色弹珠”，是由阿波罗 17 号的宇航员于 1972 年 12 月 7 日在太空中拍摄的。显然，图中的那个蓝白相间的大圆球，就是我们的家园——地球（图 1.1）。

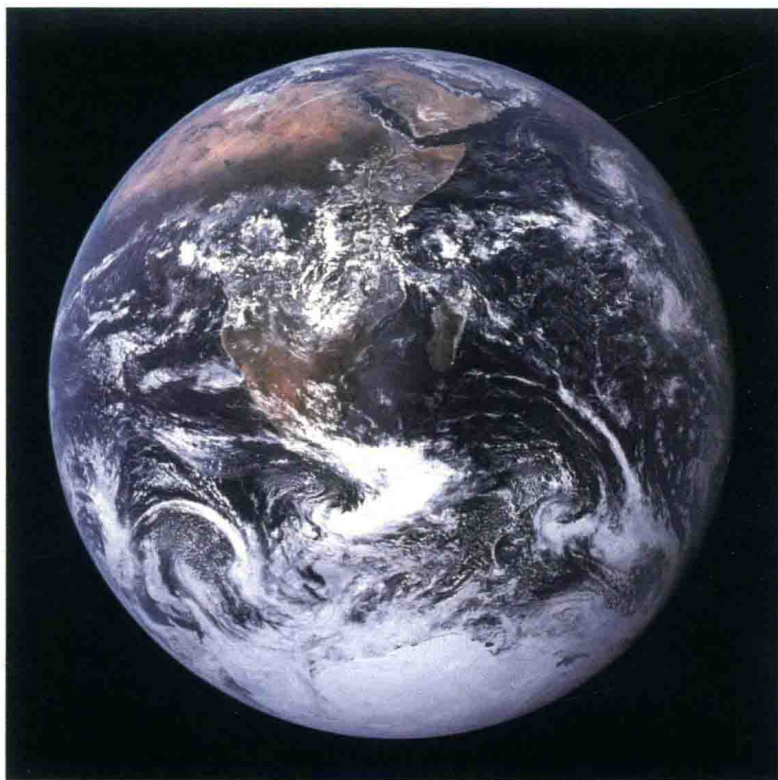


图 1.1 蓝色弹珠

质量： $5.972 \times 10^{24}$  千克

体积： $1.083 \times 10^{21}$  立方米

与太阳的平均距离： $1.496 \times 10^8$  千米

在太空中，很容易看出我们的家园是球形的。不过在压根去不了太空的古代，人们最早是如何得知大地是球形的？

很多中小学教科书中都是这么说的：1519年9月20日，航海家麦哲伦率领着一支船队，从西班牙的塞维利亚港扬帆起航；他们一直向西航行，花了近3年的时间，又返回了塞维利亚港，从而首次证明大地其实是球形的。

但我要告诉你，历史并非如此。早在麦哲伦环游地球的1800多年前，古希腊人就已经知道大地是一个大圆球了。世界上第一个科学论证出大地必然呈球形的人，是古希腊大哲学家亚里士多德（图1.2）。

亚里士多德是历史上最博学的人，或许没有之一。

公元前384年，亚里士多德出生在古希腊北部的一个叫马其顿的小国。他爸爸是马其顿国王的宫廷御医，但在他很小的时候就去世了。17岁那年，亚里士多德进入了雅典的柏拉图学院。在那里，他得到了古希腊著名哲学家柏拉图的赏识，并被后者称为“学院之灵”。

不过亚里士多德是一个很有主见的人，对柏拉图的学术观点并未全盘接受。有一次学院集会，亚里士多德甚至当着众人的面毫不客气地批驳了柏拉图的观点。有些人跳出来指责他不尊敬老师。没想到，亚里士多德直接回应了一句千古名言：“吾爱吾师，更爱真理。”

柏拉图去世后，亚里士多德离开他生活了20年的雅典，在马其顿找了一份教书的工作。他有个学生是一个矮个子的13岁男孩。过了没几年，全世界都将在这个男孩的脚下颤抖，因为他就是威名赫赫的亚历山大大帝。

此后的数年时间，亚里士多德一直陪伴在亚历山大的身边。除了向这个男孩传授科学文化知识，亚里士多德还致力于培养他征服世界的野心。事实上，他甚至教导亚历山大要成为“希腊人的领袖和野蛮人的暴君，把前者视为亲朋好友，而把后者视为飞禽走兽”。

8年后，亚历山大继承了马其顿的王位，并且很快就征服了古希腊的所有



图 1.2 亚里士多德



城邦。不久之后，亚里士多德作为国王的特使重返雅典，并在那里建立了自己的学院。

在雅典，亚里士多德很快就确立了在学术界泰斗的地位。基于自己的讲课笔记，他撰写了大量的学术著作；这些著作覆盖了当时人类所能涉及的一切领域，这也让亚里士多德成为世界上最博学的人。在其中一部名叫《论天》的著作中，亚里士多德第一次科学论证了为什么大地是一个圆球。

他是怎么发现这件事的呢？其实很简单。众所周知，在有太阳的日子里，我们总能在地面看到自己的影子。这是由于我们的身体挡住了太阳光，让它无法照射到我们身后地面的缘故。更重要的是，我们影子的形状和我们身体的形状差不多。换句话说，只要能知道一个物体影子的形状，就能大致推断出这个物体本身的形状。亚里士多德就想了，既然我们看不到整个大地的形状，那我们能不能看到大地影子的形状呢？答案是可以。只要发生了月全食，我们就能看到大地的影子。

图 1.3 就展示了其中的原理。如果地球运行到太阳和月球之间，就能挡住太阳光直接射向月球的路线。这样一来，地球的影子就会投射到月球之上。

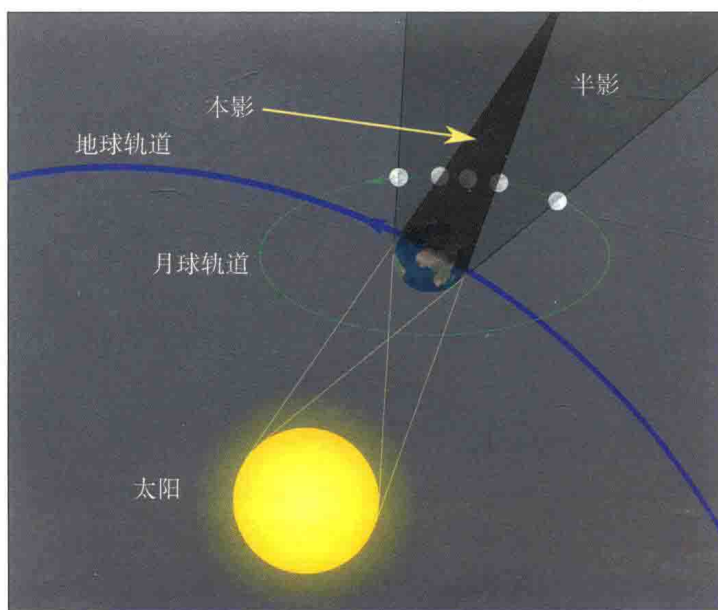


图 1.3 月食原理图

2018 年 1 月 31 日的晚上，就发生了一场中国绝大部分地区都能看到的月

全食。图 1.4 是一位网友用多台摄像机的素材拼合而成的。图中红色的圆球是月全食，而白色的圆球是月偏食。在这张图片的正中间可以看到一个黑色的圆形区域，那就是地球的影子。很明显，它是圆形的。



图 1.4 2018 年 1 月 31 日观测的月全食

在亚里士多德的时代，当然拍不出这么清晰的照片。但观察了数次月全食之后，亚里士多德还是发现了一件很有意思的事情：在发生月全食的时候，遮住月球的黑斑，其边缘总是呈圆弧形。据此，他推断出大地的影子应该是圆的；换言之，地球本身应该是球形的。

在接着游览地球之前，不妨说几句题外话。看了月全食的图片后，可能你会产生这样的疑问：“在月全食期间，太阳光已经被地球挡住了，那就应该完全看不到月球。但实际上，我们会看到一个红色的月球。这是怎么回事呢？”

为了回答此问题，让我们先从正常情况下看到的月球说起。众所周知，月球本身是不发光的，只能反射太阳光。太阳光的频率覆盖了可见光的所有频率区间。

换句话说，无论是红橙黄绿青蓝紫，太阳光里都应有尽有。平时，这些不同频率的可见光，会经过月球的反射后射入我们的眼里；因为所有频率的可见光混合之后会变成白光，所以我们会觉得月球发出的是白光。

那为什么在月全食期间，月球会变成红色的呢？奥秘在于地球的大气层。在日常生活中，我们经常能看到光的折射现象。它说的是，光从一种媒介进入另一种媒介以后，其运动方向会发生改变。比如说，光要是从空气中进入水中，其运动方向就会改变（图 1.5）。同样的道理，太阳光从真空中进入地球的大气层以后，也会发生折射。这样一来，原本照不到月球的太阳光，就会向地球阴影区域内发生偏折；等它照到月球上以后，又会反射到我们的眼睛里。这就解释了为什么在月全食的时候还能看到月球。

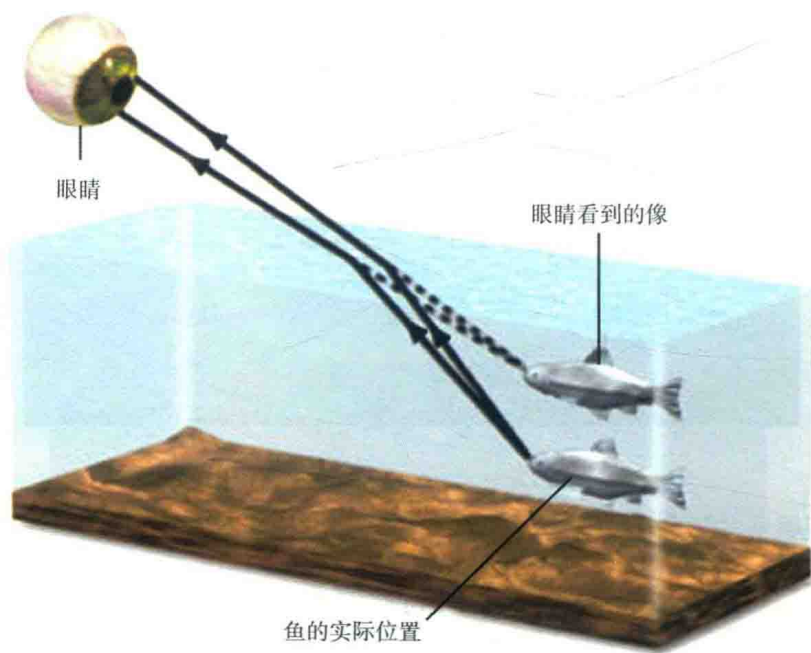


图 1.5 光的折射

除了能让太阳光发生折射，地球的大气层也能让太阳光发生散射。说得简单一点，地球的大气层会吸收部分太阳光，然后再把它们射向四面八方。很明显，被散射掉的太阳光就无法再照到月球上了。至于入射光是否会被散射，与它的波长密切相关：波长较短的蓝光，很容易就会被散射掉（这就是为什么我们看到的天空是蓝色的）；而波长较长的红光，则几乎不会受到影响。所以，当太阳光在

地球大气层中穿行时，波长较短的蓝光会被散射掉，只留下波长较长的红光。这些红光会向地球阴影区域发生偏折，被月球反射后又射入我们的眼里。这样一来，在月全食期间，我们自然就会看到红色的月球了。

说完了地球的形状，下面我们再聊聊人类如何测出地球的大小。事实上，世界上第一个准确测出地球大小的人也是一个古希腊人，他就是著名哲学家埃拉托色尼（图 1.6）。

与亚里士多德一样，埃拉托色尼也是一个全才，在包括数学、物理、天文、诗歌、戏剧在内的诸多领域都作出了举足轻重的贡献。更重要的是，他最早提出了地理学这个名词，与大家熟知的经度、纬度的概念，因而被后世称为“地理学之父”。

这样的顶级大牛，人生之路肯定顺风顺水吧？错了。在雅典求学的时候，埃拉托色尼一直被别人戏称为“千年老二”。不过这个绰号一点也没有冤枉他。因为那个始终胜他一筹的人，就是被后世称为“力学之父”的阿基米德。

眼看自己超不过阿基米德，埃拉托色尼选择远走他乡，去埃及做了亚历山大图书馆的馆长。在那里，他终于找到了自己的用武之地。

埃拉托色尼上任之初，世界上藏书最多的图书馆还在古希腊。当然，在那个尚未发明印刷术的年代，所有的书都是手稿。在埃及法老的支持下，埃拉托色尼向古希腊的那些大图书馆付了很多钱，把它的藏书都借到埃及，好让自己的馆员抄写副本。这些副本临摹得特别好，完全达到以假乱真的程度。所以还书的时候，埃拉托色尼就特别奸诈地只还了那些书的副本，而把真品都留在了自己的图书馆里。靠着这样的手段，亚历山大图书馆很快成了当时全世界最大的图书馆。

在管理图书馆之余，埃拉托色尼也会利用图书馆的资源进行学术研究。他一生中最有名的研究工作，就是测出了地球的周长。

公元前 2 世纪的埃及南部，有一个叫赛伊尼的城市；它今天叫阿斯旺，是著名的阿斯旺大坝的所在地。在赛伊尼，有一口很有名的深井；在夏至日的正午时



图 1.6 埃拉托色尼



分，太阳光恰好可以直射井底。这意味着，此时此刻太阳正好处于赛伊尼的正上方；换言之，太阳与地球球心的连线恰好与这口井的井口垂直（用今天的眼光来看，之所以会有这样的现象，是因为西恩纳位于北回归线的缘故）。这个现象很有名，每年夏至日都能吸引不少的游客。而埃拉托色尼发现，还可以用它来测量地球的周长。

听起来似乎很玄幻，是吧？其实只要用一点最简单的几何学知识，就可以把它说清楚。

图 1.7 就是埃拉托色尼测量地球周长的原理图。此图展示了夏至日的正午时分，太阳光照射埃及的情况。

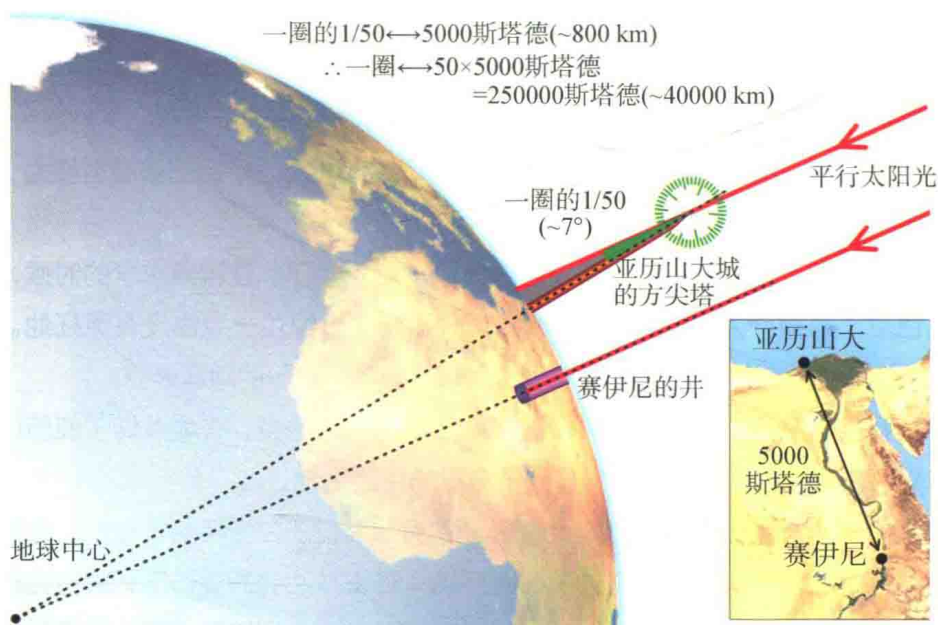


图 1.7 测量地球周长原理图

图中的紫色圆柱就是赛伊尼的那口深井。前面说过，在夏至日的正午时分，红色平行线所代表的太阳光可以直射到这口深井的井底。这意味着，这束直射井底的太阳光可以穿过地球的球心。与此同时，埃拉托色尼在亚历山大城测量一个很高的方尖塔（即橙色长条）的阴影长度，并以此算出这个方尖塔与太阳光之间的夹角（即绿色夹角）约为 7.2 度。运用简单的初中几何知识，可以知道此夹角恰好等于赛伊尼与亚历山大市之间的那段圆弧相对于地球球心的角度。因为环绕



地球一圈的圆弧的角度是 360 度，所以这两座城市之间的距离约为地球总周长的  $\frac{1}{50}$ 。

然后，埃拉托色尼派出了一个埃及商队，用尺子一点点地量出赛伊尼和亚历山大城之间的距离，结果大概是 5000 斯塔德。这样一来，埃拉托色尼就测出了地球的周长，约为 25 万斯塔德。

古埃及人的 1 斯塔德，相当于现代人的 157 米。所以埃拉托色尼的测量结果，换算成今天的长度单位，就是 39 250 千米。不妨拿它和今天的结果做一下对比。根据地球卫星的测量结果，地球的周长是 40 076 千米。换言之，2200 多年前埃拉托色尼用尺子测出的地球周长，与今天科学家用卫星测出的结果，只有区区 2% 的误差。

我们来做个总结。早在 2300 多年前，亚里士多德就通过对月全食的观察，发现了地球的影子是圆形的，进而推测出地球本身是球形的。而在 2200 多年前，埃拉托色尼则利用尺子和一点基本的几何学知识，测出了地球的周长是 39 250 千米，这与今天用地球卫星测出的结果只有 2% 的误差。显然，即使在什么观测条件都没有的古代，人类依然可以靠智慧创造出令人难以置信的奇迹。

前面我已经介绍了人类如何确定地球的形状和大小。下一节要讲一个在科学史上更有影响力的问题，即人类如何测出地球的质量。