

谁见过地球 绕着太阳转

葛云保 / 著

鄂维南、陈学雷、钱纮、李伟固、张平等院士、科学家联合推荐
上海交通大学天文学教授张鹏杰倾情作序



科学出版社

谁见过地球 绕着太阳转

葛云保 / 著



科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

谁见过地球绕着太阳转/葛云保著. —北京: 科学出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-03-043733-4

I. ①谁… II. ①葛… III. ①天文学-普及读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 049722 号

责任编辑: 侯俊琳 何 况 / 责任校对: 张怡春

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 众聚汇合

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 4 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2015 年 4 月第一次印刷 印张: 14 1/2 插页 2

字数: 162 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

今天日心说妇孺皆知，似乎是不证自明的真理。然而真的是这样吗？“日居月诸”，参飞商舞，“七月流火”，“三星在天”。几千年来人类亲眼看到的，明明是日月星辰绕着地球动。

谁见过地球绕着太阳转？

没有人。

那么你还相信地球真的是在围绕太阳旋转吗？

在《谁见过地球绕着太阳转》这本书中，葛云保先生如是问。

这是一本与众不同的科普作品。它的目的不是介绍日心说的知识，而是引导我们思考，引导我们重温建立日心说的科学历程。打个不太恰当的比方，这本书就像一架时空穿越机器，载着读者穿越千年，去重新发现天地间的规律。它带我们回到人类的远古时代。我们的祖先看到春去秋来，日出日落，终于发现了太阳与四季的关系。它带我们回到古希腊，夜观天象，昼测日影，发现地球是圆的，算出地球的大小。它带我们追寻天才的阿里斯塔斯克，丈量天地的尺寸，把地球推下宇宙中心的神坛，超越时代整整两千年。它带我们与阿波罗尼乌斯、喜帕恰斯、托勒密这些或陌生或熟悉的先贤为伍，用唯美的圆周运动和精巧的几何模型构建地心说的宏大体系，独步千年。它带我们来到十六世纪，与哥白尼一起扫清托勒密天空中的朵朵乌云，发现日心说的宇宙是如此简洁、如此和谐。它带我们与“天空立法者”一起破除圆周运动的旧法律，与“天空哥伦布”



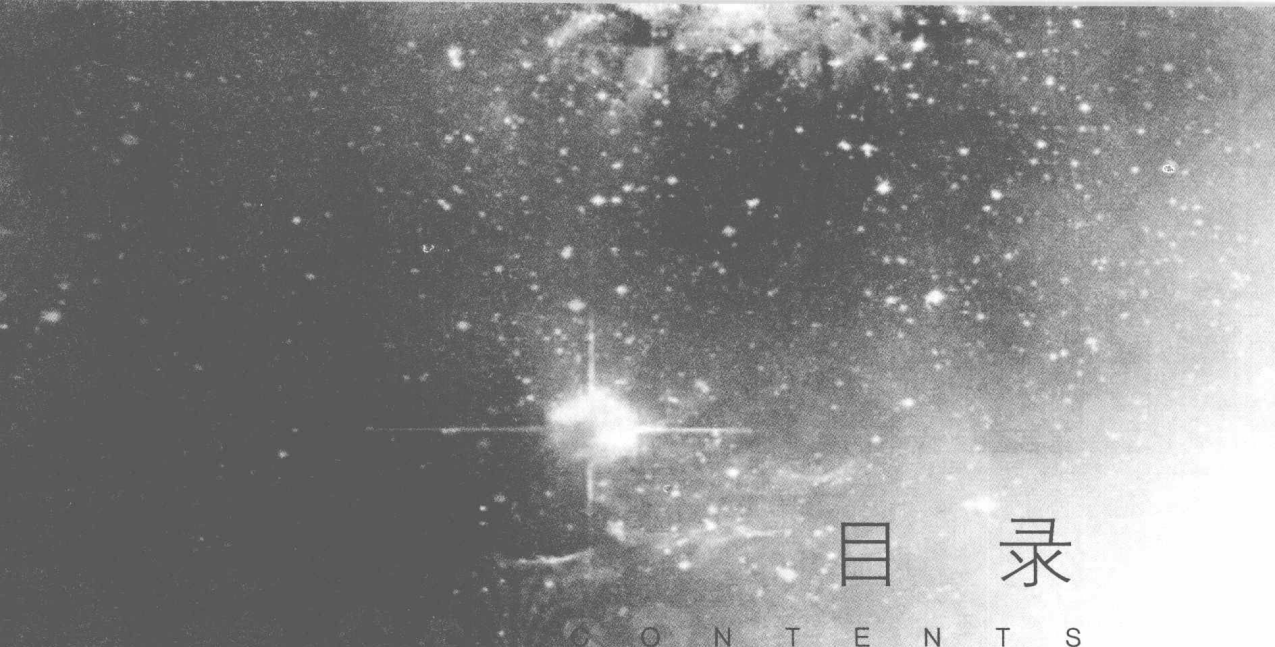
一起发现新的卫星和大陆，与牛顿一起用牛顿力学和万有引力诠释统一天地。它引导我们从古人的视角观察，在几千年的时间跨度上体味科学探索的艰辛曲折、享受科学发现的欣喜愉悦。

这是一本与众不同的科普作品。它的作者不是天文学家，而是一名天文爱好者。葛先生花了近十年的时间，学习、观测、计算、思考，写成了这本书，只为回答一个为什么：为什么人类认为地球围绕太阳转动？正因如此，这是一本适合大众的科普书。读懂它，只需要简单的数学和推理。正因如此，这是一本充满感情的书，字里行间，能够感受到作者对科学的爱好和探索科学的激情。正因如此，这是一本启发人们思考，激发人们探索的书，这是我认为这本书最值得推荐的地方。正如我的好友，国家天文台研究员陈学雷在推荐语中所说，“对于探索宇宙来说，这种对大自然奥秘的兴趣和思索的能力，比具体的最新知识更重要”。

是的，科学知识会随着人类的进步与时俱进。就在两年前（2013年3月），普朗克宇宙微波辐射卫星首次证实，太阳在宇宙大爆炸的余烬中以约 380km/s 的高速运动。这篇论文的标题有些奇怪——“Eppursimuove”。它的意思是“它仍在运动”。据说这是1633年伽利略被迫宣布放弃日心说后的喃喃自语。这篇论文证实的太阳系整体在宇宙空间的“绝对”运动，已远远超出了日心说的框架。但是，它仍然以“Eppursimuove”为标题，表达的是当代天文学家对科学先哲的敬意，是对他们廓清迷雾、揭示天地奥秘的喝彩。

永恒不变的，是科学探索的精神。无远弗届的，是科学智慧的光芒。科学家如是想，科学爱好者如是想，本书如是想。

上海交通大学物理与天文系 张鹏杰



目 录

C O N T E N T S

序

引 子	1
-----------	---

第一章 星汉灿烂	5
----------------	---

一、天似穹庐，笼盖四野	5
-------------------	---

二、日出日落	7
--------------	---

三、群星闪烁	16
--------------	----

四、明月几时有	21
---------------	----

五、不平静的天空	25
----------------	----

六、用眼还需动脑	28
----------------	----

第二章 夜观天象为哪般	31
-------------------	----

一、人类日常生产生活的迫切需要	31
-----------------------	----

二、领悟上天的意旨	48
-----------------	----

三、纯属好奇	55
--------------	----

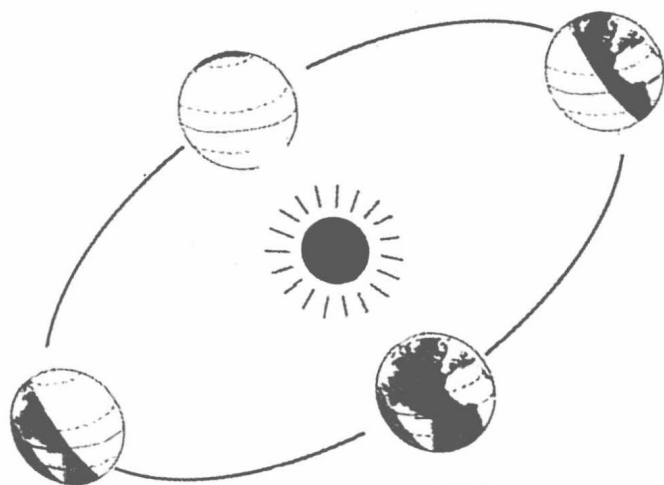
第三章 日月星辰的秘踪	59
-------------------	----

一、星星躲到哪儿去了	60
------------------	----

二、太阳究竟在何处	67
三、月亮的变幻	70
四、它们离我们有多远？	74
第四章 大地的困惑	79
一、一道高高的坎	79
二、我们的脚下是地球	83
三、这个球有多大	92
第五章 猜猜宇宙的模样	97
一、谁能猜出宇宙的模样	97
二、宇宙的中心是一团烈火	101
三、宇宙的中心是地球	105
四、宇宙的中心是太阳	112
第六章 独步千年的地心体系	121
一、大圆小圆组合的魔力	121
二、让地球偏离中心一点儿	130
三、完备的地心模型	136
四、对托勒密地心体系的质疑	145
第七章 把太阳放到宇宙中心	151
一、新体系横空出世	151
二、质疑的声音	159
三、日地易位，满盘皆活	162
第八章 两大体系手拉手	179
一、折中的第谷体系	179
二、两大体系的桥梁	183



三、历史可以假设吗	189
第九章 向胜利挺进	193
一、天空立法者——开普勒	194
二、天空哥伦布——伽利略	204
三、站在巨人肩上的牛顿	212
四、地球公转的证据	216
结束语	222
参考文献	223
后 记	225



引 子

谁见过地球绕着太阳转？

没有，从来也没有。我们从很多天文书籍中知道，地球的绕日运行轨道直径有 3 亿千米左右，设想一下吧，如果我们想亲眼目睹地球围绕太阳的转动，那就必须站在与地球运动轨道平面相垂直的，离太阳中心数亿千米远的地方，看上一整年时间。就像看一个巨大的钟，必须站在钟的正面，离得足够远，才能将这个巨大的钟尽收眼底。到目前为止，人类还远做不到这一点。

那么你还相信地球真的是在围绕太阳旋转吗？或者说你有没有好奇过：既然没有人看见过地球绕着太阳旋转，那么是谁说地球在围绕太阳旋转的呢？他是怎么知道的呢？他有什么理由这么说呢？其他人为什么会相信呢？

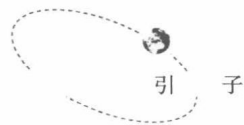
如果我告诉你，早在四五百年之前，在人类还根本无法离开大



地之前，哥白尼（Copernicus）就论证地球是太阳系的一颗行星，除了自转还在不停地绕着太阳旋转，而那个时候的科学技术还很不发达，甚至连望远镜都还没发明，你会吃惊吗？如果我再告诉你，远在两千多年以前的古希腊，在人类的活动范围非常有限的年代，有人无需凭借任何仪器就能指出大地是球形的，在那之后不久就有人论证应该是地球在围绕太阳旋转，而不可能是太阳在围绕地球旋转，你会更为惊讶吗？

我国现行的教育模式及传统的教育理念，就是由老师告诉学生，世界是什么样的，也就是说，老师告诉学生的都是前人探索的结果，至于我们的前人是怎么探索得到这些结果的、他们当时是怎么想的，却很少提及。就我们在图书馆、书店所见的许许多多的科普书，包括天文科普书，绝大多数也都是将前人探索的成果一一告诉读者，最多再顺便告诉你一些简单的历史，如某个年代，谁谁发现了什么，谁谁创立了什么理论等，至于那些伟大的科学家当时是怎样想的，是怎么找到这些答案的，很少提及，即使提及也不系统。所以尽管我们早就从课堂上、书本中知道了大地是球形的，太阳是太阳系的中心，地球是太阳的行星，地球和其他几颗行星一样围绕太阳旋转，太阳系是银河系中数以万计恒星系中的一个，宇宙中有无数的银河系……但是，天文学家们是怎么知道这一切的？相信很多人知之甚少。

了解并掌握前人探索的结果，这固然重要，但仅此就够了吗？我们还应该适当地了解一下前人的探索过程，这同样非常重要，因为在这个过程里，我们能看到那些天才是怎样思考、分析、猜测、判断、推理、质疑和求证的，他们是如何发现常人难以发现的问题，



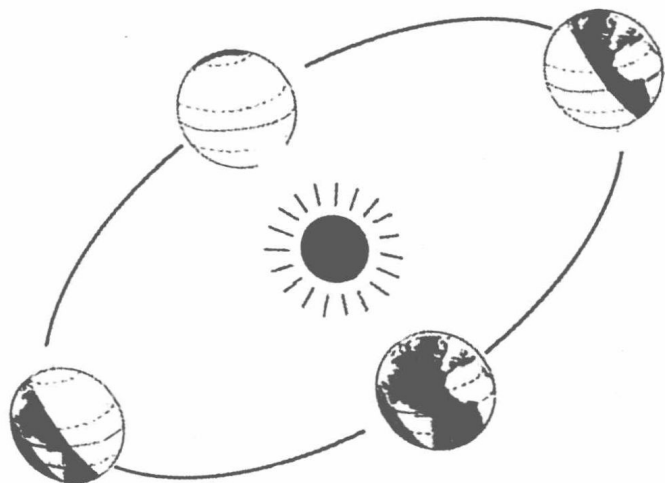
又是如何去解决那些常人无法解决的问题的，在今日众多科学常识中，蕴含着科学天才们极其伟大的思想和无与伦比的智慧！这无疑能很好地启迪和帮助我们去探索新的未知的世界。

让我们打一个比方吧：本书就类似于讲解一道初中的几何证明题，已知条件是什么呢？就是展现在我们眼前浩瀚的天空，这个天空对古今中外所有人都是开放的，那要证明的结果是什么呢？结果就是：宇宙的真实模样。这个结果早就家喻户晓了，但是这个饶有趣味的过程很多人却不清楚。

在此向读者解释一下，本书中所说的宇宙，实际是专指太阳系，在科学技术很低的年代，天文学家们所能看到的，是没有变化的恒星天球，以及在天球背景下缓慢移动的日月行星，所以人类在相当长的年代里，以为太阳系就是整个宇宙。从认识事物的规律来说，人类一定是先认识太阳系，然后才能逐步认识整个宇宙。

人类从远古蒙昧时代的所知甚少，逐步认识到大地球是球形的，再逐步认识到地球是太阳的行星之一，走过了极其漫长的路。走这段漫漫长途，人类凭借的仅仅是自己的一双肉眼和一些简单的仪器，所需要的知识也就是初中的几何知识，主要是平行线、圆形和三角形知识。所以，这段历史对于一个有初中文化基础，有空间想象能力的人来说，应该是容易理解的。本书的读者对象，就是那些具备了一定的几何学知识，有空间想象能力，从课堂上、书本上学到过许多天文常识，但是从来都没有仔细观察过太阳、月亮和星星，只是偶尔会对天空产生好奇与疑惑的人。

就让我们一起来回顾这漫长、曲折而又激动人心的求证旅程吧。



第一章 星汉灿烂

一、天似穹庐，笼盖四野

当人类第一次抬起头仰望星空的时候，就被那浩瀚而神秘的星空震慑了，从此便开始了无穷无尽地追问和探索。

天文学是一门观测科学，在 1608 年望远镜发明之前，极其漫长的年代里，人类就是凭借自己的双眼来观测和研究天体的。

现在城市里的人，包括那些本应该对大自然最有好奇心的中学生，住在混凝土的森林里，远离了大自然，已经很少有机会、有条件、有心情去看天了。有许多城市里的中学生几乎从来就没看见过日出或日落，对月亮，他们也很少注意，更别说看到月升或月落了。



至于星星，他们就是想看也看不到，璀璨的星空早就湮没在城市明亮的灯光和被日益污染的大气里。有少数中学生在离开城市到海边、草原、乡村去游玩时，偶尔会看到日出或日落，看到月亮的圆缺变化，看到星空，但那也是一闪而过，没有留心，没有好奇，没有追问，也没有思考。

只有住在农村的孩子，还有可能会看看天，不过在现代生活方式和生活节奏的影响下，在学业的压力下，大多数孩子恐怕也只是偶尔看看天，对天象也是所知甚少的。

所以我们有必要先补上这一课，稍微详细地讲讲，我们靠肉眼能看到些什么。因为如果对天象一无所知，那是不可能理解我们的前人对于天象的思考的。要想理解一道几何题的证明过程，把已知条件先看明白是必须的。

就凭我们的肉眼，能从天上看到些什么呢？为了说明问题，我们需要做如下假设：假设我们是在北半球的中纬度地区观察天空，因为人类古代的文明大多数都是在这一范围内；假设我们是在一个远离城市的平坦开阔的地方进行观察，因为如果是在山沟里或现代的城市里，遮挡物和灯光太多，连地平线都看不到，是无法对整个天空进行观察的，远离现代化的灯火通明的城市，我们能够更好地感受天空对于古代文明的影响；假设天气总是晴朗的，没有污染的，因为我们这儿研究的是天体，不是天气，阴雨天、雾霾天我们无法看到天体；假设我们是长时间地连续观察，一天、一个月、一年甚至数十年、上百年地观察，因为很多天体的视运动是极其缓慢的，非得有很长时间的观测才能发现它的运动及变化规律；假设我们在必要的时候，可以同时相距遥远的两个地方进行观察，有许多天

文现象需要通过不同地方的观测来进行比较；假设我们的观测经常穿越时代，有时候我们是和现代天文学家站在一起看天，有时候我们又是和古代某个时期的天文学家站在一起看天，还有的时候我们是和远古时代的普通民众站在一起看天。

下面就让我们来放眼天地吧。

如果我们站在一个平坦开阔的地方，眺望远方，就会看到天地连接成一条平平的直线，通常称它为地平线。我们慢慢地向左转动视线，再向左，再向左，就不难发现，地平线其实就是一个环绕我们的圆圈，当然，那是一个极其巨大的圆圈，天文学家就叫它地平圈。中国有一首古诗写道“天似穹庐，笼盖四野”，就是说，天像一个中间高四周下垂的拱形的帐篷，或者说天像半个巨大的球壳，覆盖在辽阔的大地上。而且，无论你站在什么地方，你都会觉得你站在这个巨大半球的正中心（图 1.1）。

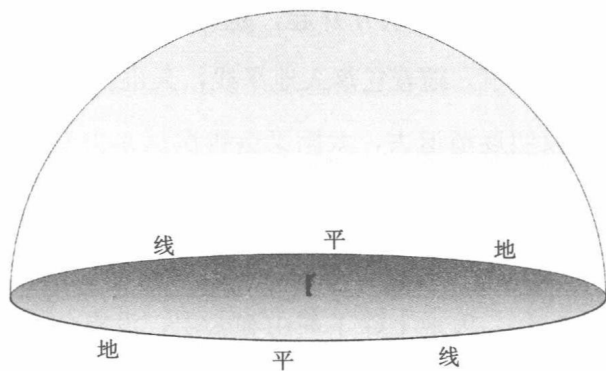


图 1.1 天似穹庐，笼盖四野

二、日出日落

不管是哪个洲、哪个种群的远古人类，对天体的认识，一定是



先从太阳开始的。这没有任何疑问，因为太阳和人类的生活太密切相关了，所以我们也就从太阳开始说起。

太阳有多大呢？古代人不知道太阳离我们有多远，太阳究竟有多大，当然也不知道其他天体究竟有多远、有多大，更不知道它们互相之间离得有多远，所以古代人只能用角度来表示天体的大小和距离。公元前 2000 年左右，古巴比伦人就把圆周分为 360 度，1 度分为 60 角分，1 角分分为 60 角秒，这个方法沿用至今，已经有 6 000 多年的历史了。用这个标准去测量太阳，太阳的直径（视直径）约为半度，如果把很多太阳在地平线上一个挨一个排起来，排成一个环绕我们的圆圈，那大约需要 720 个太阳。如果要表示太阳升起有多高，或者月亮离太阳有多远，天文学家都会用角度来表示，这就是我们后面经常会提到的“角距离”，也可以叫“视距离”。

太阳光芒四射，给我们带来光明，带来温暖，它的运动十分规律：每天早晨，它都会从东方升起，越升越高，经过我们的头顶，而后渐渐向西边落下，随着它落入地平线，天也就渐渐变暗变黑了。夜晚之后，黑夜便逐渐退去，太阳又会再次从东方升起，再次经过我们的头顶，向西边落下。如此周而复始，永不停息。即使是阴雨天的早晨，当天空开始变亮的时候，人们一定相信，太阳正在升起。在人类的远古时代，大地上除了高山和云层，没有什么东西能遮挡住人们看见太阳的升起和降落。

最初人们把太阳连续两次升起的间隔称为“一天”，或称为“日”，现在我们把半夜作为一天的分隔点。这一定是人类最早认识的时间单位，也是最基本的时间单位，以后所认识的更长的时间单位，都必须用“日”去测量。

我们只要连续观察一段时间就会发现，太阳并非每天都是在东方地平线上的同一个点升起。假设我们是在春季的某一个清晨，面对着太阳升起的方向（图 1.2），看到太阳刚好在一棵大树的后面升起（图 1.2 中大树背后的太阳示意）。第二天，太阳好像还是在那棵大树后升起，但如果仔细辨别，其实太阳的升起点已经往北有了小小的移动，大约有 1 个太阳的直径，也就是半度左右（图 1.2 中大树左侧太阳示意）。七八天后，这种移动就看得比较明显了，太阳已经从大树的北侧升起了。太阳的升起点就这样缓缓地往北移动着，离那棵大树越来越远，但这种移动有一个极限（图 1.2 中左侧边缘的太阳示意），到了这个极限，太阳的升起点又会缓缓地往回移动，渐渐地向大树靠去，并且越过大树，往南移动。南面同样也有一个极限（图 1.2 中右侧边缘的太阳示意），到了这个极限，太阳的升起点又会缓缓地往回移动，就这样周而复始，永不停息。

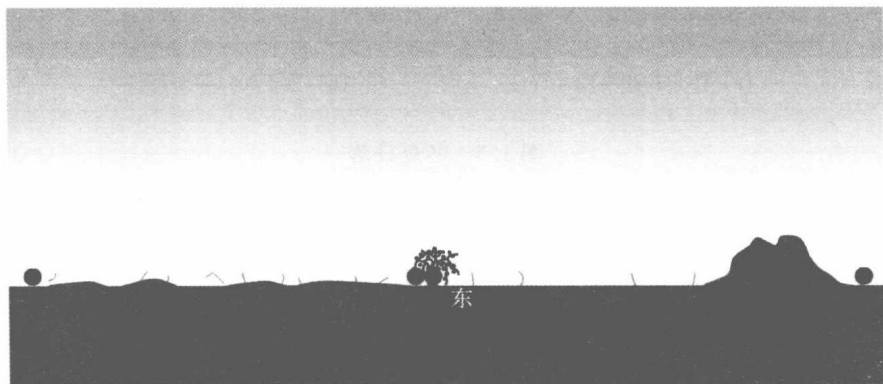


图 1.2 春季某相邻两天日出位移及两个极限位置

这一南一北相距多远呢？在北半球中纬度的地方看，两点相距四五十度，所以说太阳从东方升起，这儿所指的东方是一个笼统的方位。在这一南一北两点间的中点，才是正东方，在太阳南北往返