

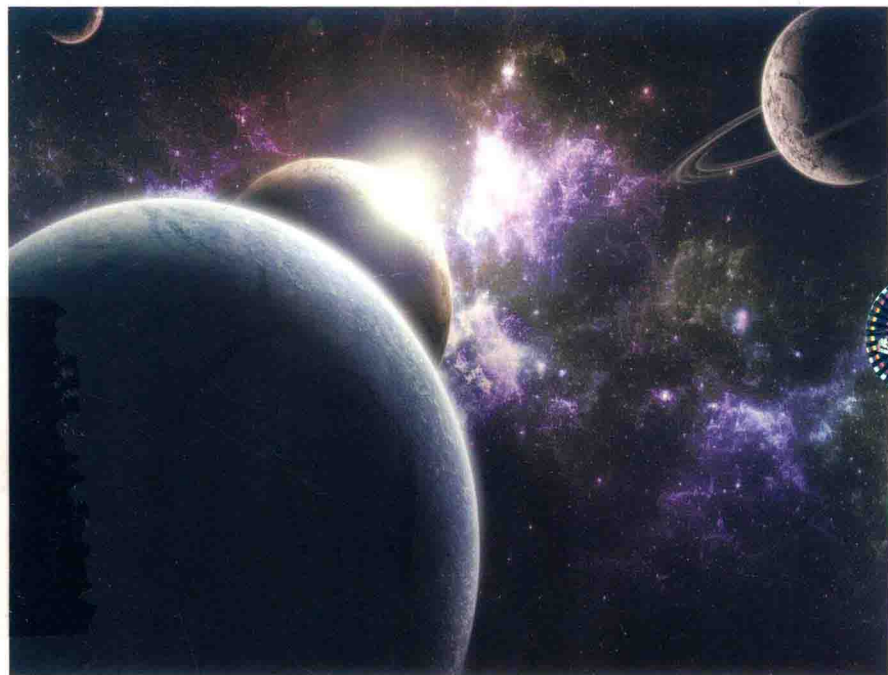
世界经典
科普读本

通俗天文学

Astronomy for Everybody

[美] 西蒙·纽康◎著

汪亦男◎译



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



世界经典
科普读本

通俗天文学

Astronomy for Everybody

〔美〕西蒙·纽康◎著

汪亦男◎译



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

通俗天文学 / (美) 西蒙·纽康著; 汪亦男译. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.8

ISBN 978-7-5682-4186-1

I. ①通… II. ①西… ②汪… III. ①天文学—普及读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第143235号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市金元印装有限公司

开 本 / 700毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 15.75

责任编辑 / 李慧智

字 数 / 177千字

文案编辑 / 李慧智

版 次 / 2017年8月第1版 2017年8月第1次印刷

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 30.00元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

目录

Contents

第一章 天界运动

第一节 宇宙概况	002
第二节 天空万象	007
第三节 时间和经度的关系	014
第四节 如何确定天体的位置	019
第五节 地球周年运动及其影响	023

第二章 天文仪器

第一节 折射望远镜	036
第二节 反射望远镜	049
第三节 照相望远镜	052
第四节 光谱仪	054
第五节 其他天文仪器	058

第三章 太阳、地球和月亮

第一节 太阳系概况	064
第二节 太阳	067
第三节 地球	079
第四节 月球	088
第五节 月食	098
第六节 日食	102

第四章 行星及其卫星

第一节 行星的轨道及特点	112
第二节 水星	117
第三节 金星	124
第四节 火星	131
第五节 小行星	141
第六节 木星及其卫星	149
第七节 土星及其系统	157
第八节 天王星及其卫星	166
第九节 海王星及其卫星	170
第十节 如何丈量天空	175

第十一节 行星的引力与称量	180
---------------------	-----

第五章 彗星和流星体

第一节 彗星	188
--------------	-----

第二节 流星体	202
---------------	-----

第六章 恒星

第一节 概论	212
--------------	-----

第二节 天空概观	218
----------------	-----

第三节 星座概述	222
----------------	-----

第四节 恒星的距离	236
-----------------	-----

第五节 恒星的运动	239
-----------------	-----

第六节 变星和双星	242
-----------------	-----

第一章 天界运动



第一节 宇宙概况

想象我们从宇宙以外的一个点综观我们所赖以生存的宇宙，由此来进入我们的主题。我们必须将这个点选得非常远。为了得到这个距离，我们用光速来度量这个距离。我们所选择的这个媒介——光速，每秒可达186 000英里^①，也就是说在钟表的两声嘀嗒之间可以绕行地球好几圈。如果到远处的这个点光要走上100 000年的话，那么我们所选择的立足点的位置就比较合适了。我们知道，这个视点将处于完全的黑暗之中，包围在没有任何星光的漆黑的天空中。但是，从一个方向，我们会在天空的一处看到一大片微弱的光，好像一片模糊的云或者一线晨曦。也许在其他方向上也有这样一片片的微光，但是，对此我们一无所知。我们所谈及的，称之为宇宙的这一片微光正是我们要探究的。于是，我们飞向它，不必考虑速度。若在一个月的时间到达，我们的速度要比光速快一百万倍。随着我们迫近，宇宙不断地在漆黑的天空中展开，最终覆盖了天空的一半，我们的身后仍旧是一片漆黑。

在到达这一阶段之前，我们便可在宇宙当中看到点点微光。继续飞

① 1英里 \approx 1609.3米。

行，这些光点越来越多，似乎从我们身边经过，便远远地消失在我们身后。与此同时，新的光点不断出现在眼前，就像火车上的乘客看到风景和房子掠过他们一样。这些光点就是星星，当我们身处其中的时候，我们发现漫天星斗犹如夜晚看到的一样。我们若以之前想象的高速穿过整个云团，除了星星或许只有寥寥散布其间的巨大而朦胧的光雾。

但是，我们并不这样做，而是选择一颗星星，放慢速度仔细观察它。这是一颗非常小的星星，随着我们接近它，它变得越来越明亮，最终像金星一样闪亮。时而它投下阴影，时而我们可以借助它的光线读书，时而它开始耀眼夺目。它看起来好似一个小太阳，它就是太阳！

我们再来选择一个位置，这个位置较之我们之前旅行的距离，就在太阳旁边，尽管按照我们普通的度量可能有十亿英里远。现在，环顾我们脚下，我们可以看到，在太阳周围远近不同地分布着8颗像星星一样的光点。如果我们长时间观察这些光点，会发现它们都在围绕太阳运行，绕行一周需要3个月至165年不等。它们在完全不同的距离上运行，最远的距离是最近的80倍。

这些类似恒星的天体是行星。仔细观察发现，这些行星与恒星的不同之处在于它们是不透明的，它们只能借助太阳光而发光。

我们来观察其中的一颗行星，就选择靠近太阳的第三颗吧。从上方接近这颗行星，也就是从它与太阳的连线垂直的角度，距离越近，它就变得越来越大、越来越明亮。当距离非常接近的时候，它看起来就像半个月亮——一半在黑暗之中，另一半被太阳的光线照亮。距离再近一些，可以看到被照亮的部分持续变大，呈现出斑驳的表面。这个表面继续扩大，逐渐变成了海洋和陆地，就好像表面被云彩遮蔽了一半。我们看到的这个表

面在我们眼前不断延伸，取代了越来越多的天空，直到我们看出来这就是全部世界。我们降落上面，于是我们来到了地球。

于是，我们在飞越天空时完全看不到那个点，在我们接近太阳时成为一颗星，更近一些发现它是一个不透明的球体，现在成为我们居住的地球。

这次想象的飞行让我们知道了天文学的一个重要事实：夜晚缀满天空的众多星辰都是太阳。换句话说，太阳只是其中的一颗恒星。相比之下，太阳只是同类恒星中很小的一颗，我们知道很多恒星发出的光和热是太阳的千万倍。本质上，我们的太阳与其亿万同类没有差别。它之所以对我们重要，在我们眼中相对伟大，都源自我们与它之间的偶然的联系。

我们所描述的宇宙星辰，从地球上与所幻想的飞越其中时看到的一样。缀满天空的繁星正是我们在幻想的飞行中所看到的。我们瞭望天空与我们在遥远星空的某一点观测天空，其最大的不同在于太阳和行星所处的突出地位。太阳光芒万丈，在白天完全遮蔽了漫天星辰。如果我们能够在最广泛的区域遮蔽太阳光，我们就能够在白天看到围绕太阳的星辰，如同夜晚一样。这些天体围绕在我们周围，好似地球处于宇宙的中心，就像我们的祖先想象的一样。

宇宙是什么

我们可以把我们刚刚了解的宇宙同我们在天空所看到的最大限度地联系起来。我们所谓的天体分为两类：一类是由千百万颗星星组成的，其排列和外观我们刚刚讲过；另一类只由一颗星星为核心，另有其他星星在其

某种影响下围绕着它，这一类在所有天体中对我们是最重要的。以太阳为中心的一些星星构成了一个小的星群，我们称之为太阳系。关于太阳系，我首先想告诉读者的是，相比于众星之间的距离，它的规模是很小的。就我们目前所知，太阳系周围的辽远空间里空空如也。如果我们能够横渡太阳系从一边飞到另一边，我们不会看到前方的星星越来越近，也不会看到星座与在地球上有什么不同。天文学家能够用最精良的仪器准确地观察到近处的星球上发生的变化。

天体的大小和距离将会帮助读者想象宇宙是什么样子。设想我们在看一个天体的小模型，或许可以帮助我们认知天体的大小和距离（有一个概念上的认识）。在这个宇宙模型中，想象我们居住的地球是一粒芥菜籽。月球则是只有芥菜籽直径 $\frac{1}{4}$ 大小的微粒，放在距地球1英寸^①的位置。太阳相当于一个大苹果，放在距地球40英尺^②的位置。其他行星从肉眼看不见的微粒到豌豆大小按照大小排列，想象它们在距太阳10英尺至 $\frac{1}{4}$ 英里的距离上。然后，想象这些小东西在距太阳不同的位置上围绕太阳缓慢转动，绕行太阳一周的时间从3个月至165年不等。想象芥菜籽一年围绕大苹果转一圈，伴随一旁的月亮则每个月绕行地球一周。

按照这个比例，整个太阳系可以平放在半平方英里之内。在这个范围之外比整个美洲大陆还广大的区域内没有可见物质，除非或许有彗星散布在边缘地带。在比美洲大陆更加遥远的地方，我们会见到距离太阳系最近的一颗星，这颗星就像我们的太阳，可以视为一个大苹果。再远一些，每个方向都会看到星星了，但是它们彼此之间基本上都像距离太阳系最近

① 1英寸 \approx 2.5厘米。

② 1英尺 \approx 0.3米。

的那颗星和太阳那样遥远。小模型上地球大小的范围内恐怕只有两到三颗星。

由此可见，在我们之前设想的宇宙飞行中，即便我们仔细搜寻，像地球这样的小天体也可能被忽视。我们就像飞越密西西比河谷的人寻找隐藏在美洲大陆某处的一粒芥菜籽。即使那个代表光芒万丈的太阳的苹果也可能被忽视，除非碰巧在它附近经过。

第二节 天空万象

我们和天体之间的巨大距离使我们无法对宇宙的大小有一个清晰的概念，也很难想象天体与我们之间的真实关系。如果我们一望便知天体星辰离我们有多远，如果我们的眼睛能够对恒星和行星的表面明察秋毫，宇宙的真实结构早在人类研究天空之初就昭然若揭了。略加思考就能明白，如果我们远离地球，比方说在地球直径一万倍的高空，便无法看出地球的大小了，在阳光中地球看起来就像天空中的一颗星。古人没有这样的距离概念，所以他们认为天体所呈现的结构与地球截然不同。就是我们自己在瞭望天空的时候，也很难想象恒星比行星遥远数百万倍。所有的星星看起来都好似分布在同样高度的一片天空中。我们必须理性地认识星辰的实际分布和距离。

地球上的物体和天空中的物体之间距离上的巨大差异是很难想象的，因此思考二者之间的实际关系也非常困难。我请读者用心尝试用最简单的方式呈现这些关系，以便将实际情形和我们所见到的情形关联在一起。

我们来做一个假设，将地球从我们脚下移走，我们悬浮在半空中，这时便会看到各种天体——太阳、月亮、行星、恒星——都围绕着我们，上下、东西、南北各个方向都有。眼前除了天体看不到别的什么。正如我们

刚才所讲的，所有这些天体看起来都与我们保持着相同的距离。

从一个中心点以同样距离分散在各个方向上的众多的点，一定都在一个中空球体的内表面上。由此可见，在这个假设中，呈现在我们面前的众天体分布在以我们为中心的球面上。既然天文学的终极目的之一是研究天体相对于我们的方位，那么这个在天文学中谈论的视觉上的球体就仿佛是真实的存在。这便是所谓的“天球”（celestial sphere）。在我们的假设中，由于地球不在原来的位置上，那么天球上的所有天体在任何时刻似乎都是静止的。几天过去了，甚至几周过去了，恒星貌似纹丝不动。而通过对行星进行数天甚至数周（观测的时间视具体情况而定）的观测，我们看到的实际情况是，行星在围绕着太阳缓慢移动。但这并不是一眼就可以察觉到的。最初我们认为，天球由固态的晶体构成，天体都固定在天球的内表面。古人将这一观点发展得更加接近事实，为此他们幻想有许多这样的天球层层嵌套在一起，从而形成天体的不同距离。

带着这个观点，我们将地球搬回脚下。现在我请读者们想象下面的情形，地球在无垠的天空中只是一个点而已，然而，当我们把地球搬回脚下时，地球的表面遮挡了我们的视线，宇宙的一半我们都看不到了；就像对于苹果上的爬虫，苹果将爬虫视线中一半的空间遮蔽了。地平线之上的一半天球是仍然能看见的，称为“可见半球”（visible hemisphere）；地平线之下的一半天球，因地球遮挡而看不见，称为“不可见半球”（invisible hemisphere）。当然，我们可以环球旅行从而看到后者。

知晓了上述事实，我再次请读者集中注意力。我们知道地球不是静止的，而是围绕地球中心轴不停旋转。这种旋转的直接后果便是天球看起来向反方向旋转。即地球自西向东自转，而天球似乎自东向西旋转。这种真

实存在的地球转动称为“周日运动”（diurnal motion），因为地球的这种转动是一天旋转一周。地球的“周日运动”产生了星辰的视转动。

星辰的日常视转动

下一个问题是，地球自转这一简单概念同由此而产生的天体周日视运动所呈现出的复杂表象之间的关系。后者因观测者在地球表面所处的纬度不同而发生变化。我们从北纬中纬地区开始。

为此我们可以想象一个中空的球体代表天球。我们可以把它想象得同摩天轮一样大，不过直径30或40英尺足以满足我们的要求了。图1中是这个球体的内部， P 和 Q 是固定大球的两个轴点，从而大球可以围绕这两个点在斜对角方向上旋转。在球体中心点 O 有一个过 O 点的水平面 NS ，我们就位于这个平面上。星座标记在球体的内表面上，整个内表面全部都是，但是下面半球上的星座由于平面的遮挡而看不见。显然，这个平面代表地平线。

现在大球开始围绕轴点转动，会有什么现象发生呢？轴点 P 附近的星星在大球转动时围绕 P 点旋转。圆周 KN 上的星星在经过 P 点下方时会擦到水平面的边缘。而那些距离 P 点较远的星星会掉落到水平面以下，掉落的程度取决于它们与 P 点的距离。圆周 EF 在 P 和 Q 的中点，其附近的星星则半程在水平面以上，半程在水平面以下。最后，圆周 ST 上面的星星永远不会转到水平面以上，因而我们永远看不见。

在我们看来，天球就是这样—一个球体，而且无穷大。它看上去似乎一直围绕着天空中的一点不停旋转，这个点就是它的中心点。天球旋转一周

的时间大约是一天，同时带着太阳、月亮和星星随之一起转动。星星保持着它们的相对位置，就好像固定在了不停旋转的天球上。这意味着，如果我们在晚上的任何时刻给星星拍一张照片，那么在其他时间星星呈现出的依然是照片中的情形，只要我们在正确的位置上拿着这张照片。

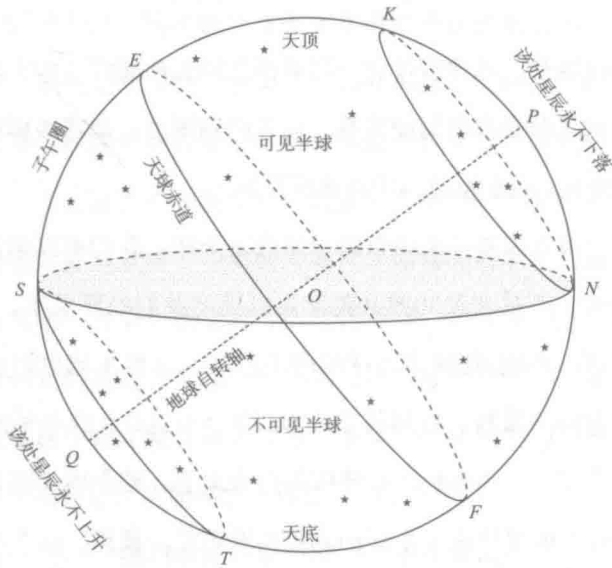


图1 我们眼中的天球

*P*所标注的轴点叫作“北天极”（north celestial pole）。对于北纬中纬地区（我们中的大多数人生活在此）的居民，“北天极”在北方天空，接近顶点和北方地平线的中点。我们生活的地方越往南，“北天极”越接近地平线，其高出地平线的海拔与观测者所处的纬度相等。北极星离北极很近，我们会在后面介绍如何寻找北极星。在平常看来，北极星似乎一直都在那里，从未移动过。现在北极星距北极 1° 多一点，不过此刻我们无须关注这个数字。

与北天极相对的是“南天极”（south celestial pole），二者在地平线两边是对称的。

显然，在我们所处的纬度看到的周日运动是倾斜的。当太阳冉冉升起的时候，似乎并非垂直于地平线，而是向着南方与地平线多少形成一个锐角。所以，当太阳落山的时候，它的运动轨迹相对于地平线仍然是倾斜的。

现在，想象我们拿着一副很长的圆规，足以触到天空。将圆规的一个尖放在天空中的北天极，另一个尖点在北天极下面的地平线上。保持在北天极的那个尖不动，用另一个尖在天球上画一个完整的圆。这个圆的最低点恰好在北地平线上，最高点在我们所处的北纬接近天顶。这个圆上的星星从来不会坠落，看起来只是每日围绕北天极转一圈，因而得名“恒显圈”（circle of perpetual apparition）。

在这个圈南面较远的星星升起又落下，但是越往南它们每天在地平线之上的轨迹就越少，最南点的星星在地平线上几乎看不到。

在我们所处的纬度，最南面的星星从来不会出现。这些星星在“恒隐圈”（circle of perpetual occultation）上，“恒隐圈”以南天极为圆心，就像恒显圈以北天极为圆心一样。

图2是北方能够看到的北天上在恒显圈上的主要星座。图中某月份在顶部时，我们看到的就是该月份晚上8点左右星座的情形。图中还画出了利用北斗七星，也就是大熊座，在中心寻找北极星的方法，即根据星座中最外边的两颗星指示的方向，这两颗星亦称为“指极星”（Pointers）。

现在，改变一下我们的纬度看看会发生什么。如果我们向赤道方向运动，地平线的方向就改变了。途中我们将看到北极星越落越低，随着我们