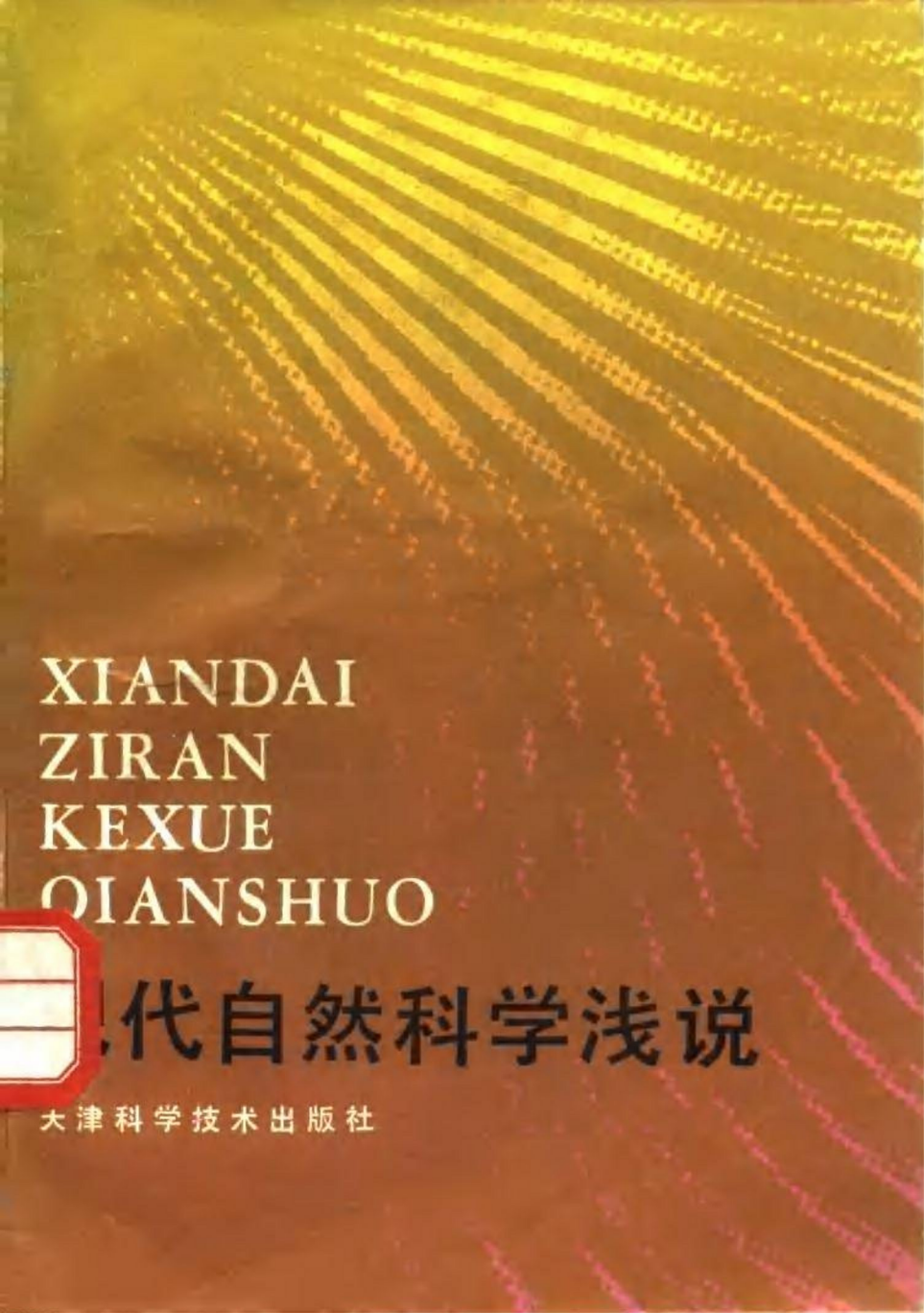




XIANDAI
ZIRAN
KEXUE
QIANSHUO

现代自然科学浅说

天津科学技术出版社

现代自然科学浅说

〔美〕 V·F·韦斯柯夫	著
袁同均 王建华 杨 楷	译
张秀芳	校

天津科学技术出版社

Victor F. Weisskopf
Knowledge and Wonder
The Natural World As Man Knows It
(Second Edition)

The MIT Press 1979
Cambridge, Massachusetts, and London, England

现代自然科学浅说

〔美〕V·F·韦斯柯夫 著

袁同均 王建华 杨 楷 译

张秀芳 校

责任编辑：印嘉祥

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

★

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 8.75 字数 183,000

一九八四年六月第一版

一九八四年六月第一次印刷

印数：1—15,500

书号：13212·76 定 价：0.85元

……知识是一种快乐，而好奇则是知识的萌芽。

——弗朗西斯·培根

目 录

前言	(1)
第二版附言	(3)
1 我们在空间的位置	(5)
太阳、月亮和行星等的距离	(7)
恒星的距离	(12)
恒星的分布	(16)
其它的星系	(20)
膨胀的宇宙	(22)
距离的梯级	(25)
2 我们在时间中的位置	(29)
山川平原几多寿	(30)
放射现象——宇宙钟	(32)
物质的年龄	(34)
地球史上的大事年表	(36)
地球和诸行星的年龄	(39)
恒星的年龄	(41)
宇宙的年龄	(41)
3 两种自然力	(45)
地球引力和空间引力	(47)

	引力定律的普遍性·····	(50)
	光·····	(52)
	为什么说光是一种波·····	(55)
	电·····	(58)
	磁·····	(61)
	电场和磁场·····	(63)
	电磁波·····	(65)
	光是什么·····	(66)
4	原子·····	(71)
	物质的自然单位·····	(72)
	热和无规则运动·····	(76)
	分子和原子·····	(78)
	原子的内部结构·····	(82)
	原子结构的重大问题·····	(87)
5	量子·····	(93)
	原子的量子态·····	(95)
	原子粒子的波性·····	(101)
	光子·····	(115)
	粒子图象和波图象之间的互补性·····	(119)
6	化学·····	(125)
	化学键·····	(126)
	分子·····	(128)
	晶体和金属·····	(138)
	化学能·燃烧·····	(141)
	聚集状态·····	(147)
7	量子阶梯·····	(151)

大小和稳定性	(152)
原子核的结构	(153)
同位素、放射性	(160)
核能与核燃烧	(166)
量子阶梯	(171)
亚核现象	(176)
8 生命	(191)
生命的分子	(194)
生命的化学过程	(203)
生命的控制方案	(206)
病毒和人类	(213)
营养的来源	(218)
9 进化	(223)
最初发生了什么	(224)
恒星的进化	(228)
地球的诞生	(236)
生命的发生	(240)
一个特殊的情况	(245)
结束语	(266)
译后记	(269)

前 言

本书的蓝本是一组讲演稿，是笔者在麻萨诸塞州坎布里奇白金汉学院对一批没有受过专门科学教育的听众所做的讲演。目的是深入浅出地介绍一下当今科学界对一些自然现象的认识，并力图阐明此认识的普遍意义及其对人类的重要性。

不过这一设想却陷入一系列众所周知的困难之中。向非科学人员讲述科学知识真是谈何容易：在接触一个基本观点之前，就得先把许多东西解释清楚。一个门外汉常常是只见树木、不见森林，缺乏纵观整体的能力。可是，这些困难并不会使我们灰心丧气、裹足不前，我们将用各种办法来完成这一科学普及工作。本书就是试图概略地向“科盲”介绍我们时代最伟大的一些科学成就的一次实践。

今天，各个自然科学学科再也不是相互分割的了。化学、物理学、地质学、天文学和生物学等都是互相渗透、互有关联的。故本书对所有这些学科都将论及，只是有简有繁而已。

物理学是自然科学的基础，它在本书中占主要篇幅，尤其是原子物理学更处于主要地位，因为自然界的一切物质都是由原子构成的。

本书论述的课题相当广泛——从基本粒子到复杂的生物体，但着重介绍那些在科学界趋于一致的观点，而由于近几

十年来在原子、恒星和生物细胞等方面的研究中所取得的巨大飞跃，使人们对许多问题的认识更加一致起来。

为了使本书不致篇幅过大，内容上必须有所选择，舍去一些要的论题。取舍的原则是基于笔者对各个课题重要性的看法，同时在不小程度上，也基于笔者的知识限度。有一个遗漏是需要加以说明的：书中几乎没有提及爱因斯坦的相对论。毋庸置疑，爱因斯坦的相对论是物理学、乃至整个科学领域中最伟大的成就之一。它使我们的时空观发生了革命性的变革，以致没有爱因斯坦的相对论，对时间和空间的精确的定量研究是不可能进行的。所以，在许多科学问题的定量阐述上，爱因斯坦的理论起着决定性作用。可是本书将着重从定性方面来介绍科学对自然的认识。在这方面，相对论并不是绝对必须的（除了认为能量和质量是等值的之外）。因之，除了有关质量和能量的转化问题之外，本书将不讨论相对论问题。

笔者非常感谢以下同事诸君：大卫·霍金斯、默文·海恩、菲利普·莫里森、亚历克斯·理兹和西里尔·史密斯。许多人读过原稿并提出修改及补充的建议。从物理学研究会出版的《物理》一书中，笔者也受益非浅。对两位非科学工作者金曼·布鲁斯特和安·莫里森也深表谢意，他们自始至终给笔者的写作活动以巨大鼓励，并成为本书的第一批审读者。约翰·德斯顿先生曾对手稿进行了仔细的修订，保罗·拉金先生为本书做了插图，在此由衷地表示谢意。最后，当然还要感谢白金汉学院：只是由于笔者被邀去做讲演，才促成此书的问世。

V·F·韦斯柯夫

（袁同均 译）

第二版附言

麻省理工学院出版社重印此书，使笔者有机会对原书作了许多增订，特别是有关化学的一章进行了大量的改写，生命的一章也增加了不少新内容；还有“亚核酸现象”一节也反映了最新的科学成就。在这方面，埃德温·弗·泰勒先生给予了帮助和指正，谨表衷心的感谢。

V·F·韦斯柯夫

1978年7月

1

我们在空间的位置

- 太阳、月亮和行星等的距离
- 恒星的距离
- 恒星的分布
- 其它的星系
- 膨胀的宇宙
- 距离的梯级

世界有多大呢？我们周围的物体又有多大？

对日常生活中常接触的东西，我们能直接感觉出它们的大小。人眼能分辨的最小长度是一根头发的粗细，即约 $1/10$ 毫米^①。人的身高约为2米，是前者的一万多倍。我们周围的其他东西，如家具、工具、车辆和房屋等，大略地说，都与我们的身体大小相适应；如果不是这样，使用起来就不太便当了。

凭窗远眺，我们会看到更大、更远的东西：迤迤的远山、无垠的平原……对不太远的东西，我们可以用计算步伐数目的方法，测量出它们的距离。经过几次实践，我们会发现：处在我们的视野内的东西，如小丘、树木等，一般只有几公里

① 本书在论及距离时，使用的是米制单位。除了英、美等国，大多数国家和所有的科学家都使用这种长度单位。这一系统的传入欧洲是法国革命的一项积极结果。遗憾的是这一系统在说英语的国家还没被采用。

公制长度单位的“米”比三英尺还长一点，约略等于一只平伸手臂的指尖到鼻尖的距离。此公制单位的创始人称：一米等于地球周长的四千万分之一。当时他们的测量不够精确，所以稍有误差。不过，今天我们仍沿用当时的规定。一厘米是一米的百分之一，大略相当于美国十分硬币的直径；一毫米是一米的千分之一，约相当于上述硬币的厚度。一公里等于一千米，相当于三千三百英尺，即不到一英里。

远，即使是高耸入云的落基山，距离我们也不出100公里，这已是直接看到的最远距离了。

要测量一块大陆（且不说整个地球），用“步量”法已是无能为力了，必须使用间接测量的方法。一种方法是用速率去测定距离。我们以一个恒定的速度，从甲地旅行到乙地，记录下耗用的时间，用此时间去乘所用的速度，即可得出甲乙两地的距离。一架飞机六分钟可飞行100公里。它从美洲大陆的一端飞到另一端约用了300分钟。可以算出，美洲大陆的宽度约为5,000公里。还是那架飞机，绕地球一周要花去上述时间的八倍，即地球的周长约为40,000公里。据此就不难算出，地球的直径约为13,000公里。

太阳、月亮和行星等的距离

对十分遥远的太阳、月亮等，我们如何测定它们的距离和大小呢？

美丽而神秘的天穹象一口大锅倒扣在我们头上。太阳、月亮和众多的星星都好象镶嵌在锅上。初看起来，它们离我们似乎都一样远（见图1），可实际上并不是这样。那它们到底离我们有多大距离呢？这些距离太大了，用前述的几种方法根本无法测量。

有一种非常简便的方法，可以测出距我们较近的天体的距离，这就是利用雷达技术。用一架雷达对准某一天体，发射一束电波信号；另一架雷达也对准这一天体，接收从该天体反射回来的雷达信号。只要记录下发射信号和收到返回信号的时间间隔，就可根据这一时间值和电波速度算出该天体

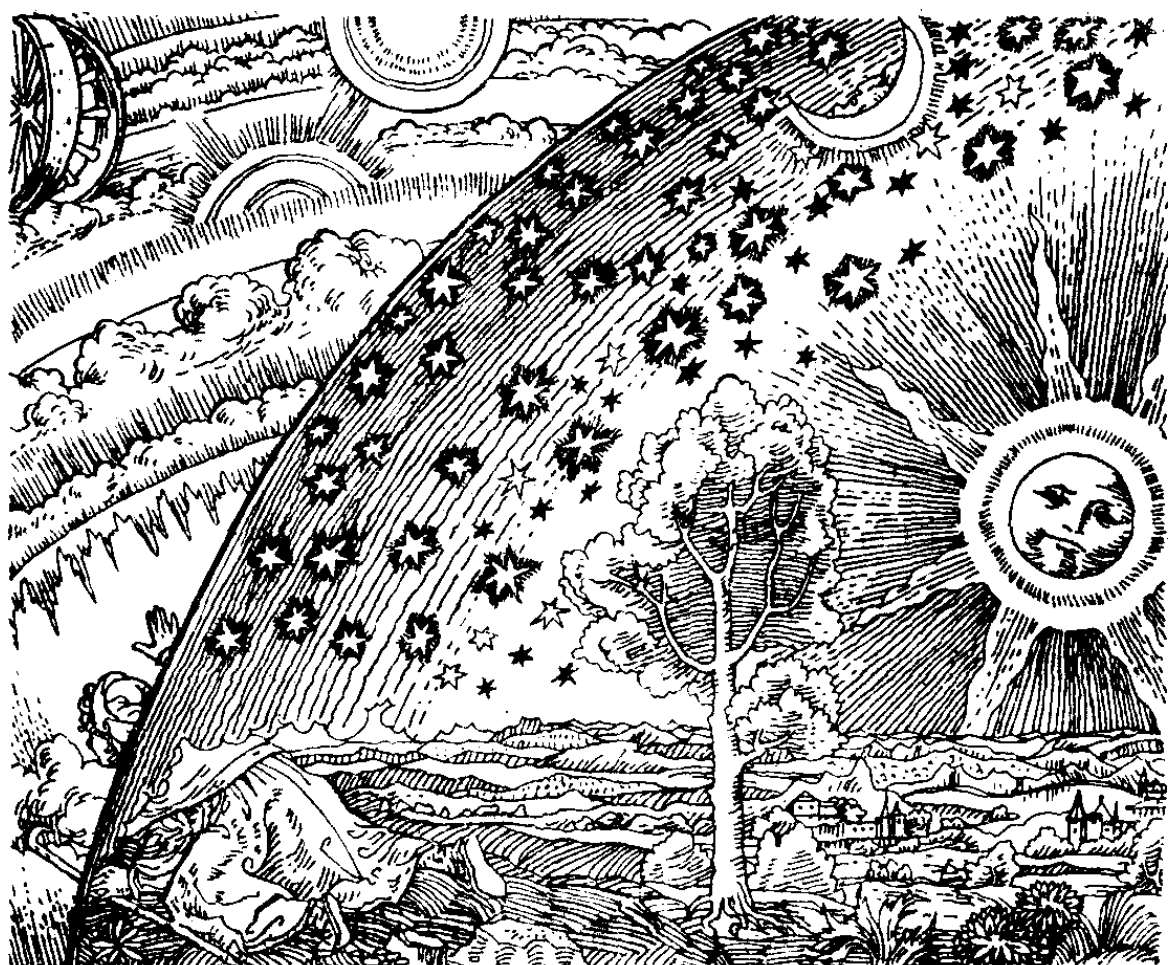


图1 表现出中世纪人们对世界认识的版画。一个旅行者把头伸出锅形天穹之外，观察星球的复杂运动

的距离。例如雷达对准月亮时，发射和收到回波的间隔是2.6秒；雷达波也是一种光波，即它的速度也是每秒30万公里（见第三章）。这样，雷达波往返地球和月亮之间共走了 2.6×30 万公里，即78万公里，单程为39万公里。即月亮离我们约40万公里（384400公里——译注）。这实质上也是一种速度法。

月亮的大小又是如何量出来的呢？

从地球上看来，月亮好象是一个明亮的圆盘。如果以地心为圆心、以从地心到处于天顶的月球距离为半径，在天空中“画”一个半圆。把和“月亮圆盘”一样大的圆一个挨一个地排列在这个半圆弧上，这时恰恰可以“容下”360个“圆盘”。我们已经知道地球到月亮的距离是40万公里，这正好是这巨型半圆的半径，接下去就可以算出这一巨型半圆的弧长： $2\pi R/2 = \pi \times 40\text{万公里}$ 。如前述，这一巨型半圆上排列了360个和月亮同样大小的圆盘，所以一个圆盘（即一个月亮）的直径为 $\pi \times 40\text{万公里}/360 = \text{约}3500\text{公里}$ 。多么巧妙的方法啊！

接下去再看看太阳系的其他成员——太阳和各行星。人们观察行星的运动已有悠久的历史了。自哥白尼以来，人们就逐渐确认，行星的运动都是以太阳为中心的圆周运动（严格说来是椭圆）。地球是从太阳往外数的第三颗行星。从地球上对其它行星运动进行观测，可以计算出各行星运行轨道的相对大小。比如水星，它最靠近太阳。从地球上看去，在它运行到离太阳最远点时，如从地球分别向太阳及水星连线，则此两线的夹角不会大于 23° 。由此可推算出：水星轨道的半径相当于地球运行轨道半径的38%。用同样方法，可以算出金星轨道半径是地球轨道半径的70%。这样，一个一个行星推算下去，就可以画出太阳系诸行星运行轨道的比例图（见图2）。注意，这里只是比例图。

至于这些轨道的实际数字，则只要知道其中一个轨道的实际数字，就可根据比例图，一一推算出来。当然，这里仍可以使用雷达测距法。雷达测距法对于太阳虽然无能为力，但却成功地测定了地球到金星的距离（金星离地球最近）。

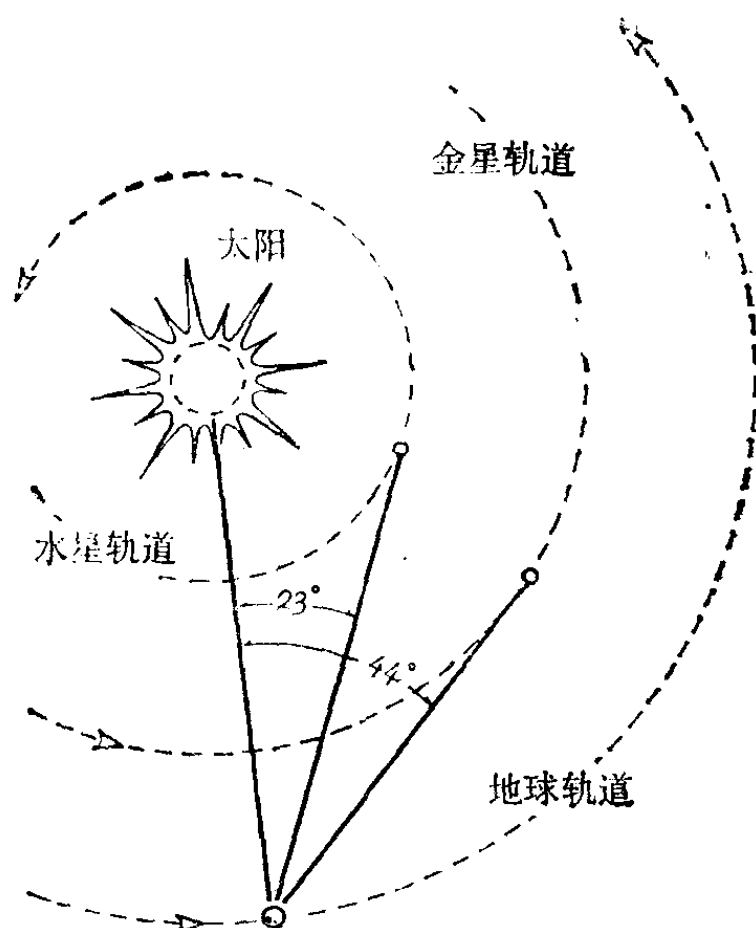


图2 从地球上分别观测水星和太阳、金星和太阳间的最大夹角。据此数值，可以推算出地球公转轨道与水星、金星公转轨道的比率

实测表明，发射和收到回波的间隔在 5—15 分钟之间摆动，这是因为金星与地球的相对位置不断变化所致。根据光波的速度可以算出地球到金星的距离为百万公里数量级^①。知道了地球——金星的距离，推算出其他行星的距离就不难了。

① 在本书中，常常需要谈到距离、大小、质量、能量和其他量，这时无须使用非常精确的数值。为了对自然界有个了解，知道一些近似数值就完全可以了。为了能体会出地球的大小，只要知道地球直径大约为一万公里就行了，不必要精确到赤道直径是 12756.326 公里；两极间直径为 12713.554 公里。所以当我们表达大小、数量的总概念时，常使用“量级”或“数级”的表达方式。