

K 科学的 种子

动手做

exuedezhongzi



伊莎贝尔·卡塔拉等 著

于虹

译

人民教育出版社

科学的种子

“动手做”系列

于虹译

刘同富校

人民教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学的种子 / (法) 伊莎贝尔·卡塔拉主编; 于虹译.

—北京: 人民教育出版社, 2002

ISBN 7-107-15872-4

I. 科...

II. ①伊...②于...

III. 科学知识—普及读物

IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 059398 号

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

开本: 890 毫米 × 1240 毫米 1/32 印张: 5.25

字数: 136 千字 印数: 0 001~5 000 册

定价: 18.40 元

序 言

“动手做”系列并非教科书。它不仅面向儿童，还面向“普通”的读者，面向一个对我们所居住的世界感兴趣的人，面向一个为科学深深吸引但却没有机会从事科学研究者。总之，它是想把对科学的好奇与渴求传播给身边的孩子和读者，尤其是学生家长和小学教师，播下科学的种子，期待着发芽，等待着开花结果。

本套丛书是这样诞生的。

1998年10月“葡萄藤”基金会在普罗旺斯组织了一次由八位科学家和三十几位小学教师参加的座谈会。与会人员一致认为有必要在学校尝试科学教育。科学家和教师各自代表着两个彼此尊重但又相互忽视的团体。通过三年来的“动手做”系列丛书的编写，和通过这次“秋季大学”的举办，他们对各自不同的作用的理解更加深入了。编写该丛书的目的是向小学生介绍基础的科学知识。首先提出问题，由学生说出自己的猜想，并带着他们做简单的实验，然后做出判断，得出答案，最后让他们把自己的科学方法和步骤记录在实验报告上。

在开始阶段一些参加该项目的教师认为这个尝试不会成功，甚至还有人认为科学与自己毫不相干。通过举办“秋季大学”消除了这些偏见。与会的教师提出了许多刁钻的问题。科学家们不得不另辟蹊径提供解释，他们给实验配上了插图，并与教师们一道玩起了“动手做”的游戏。于是，一种默契便建立起来。通过这些活动使人们相信：科学活动和美一样也是可以分享的，它可以让专家与业余爱好者之间进行很好的思想交流。

“秋季大学”结束后，由科学家执笔写本专业领域的章节内容，其中包括一些简便易行的小实验。每章写完后由小学教师先读，并对文字的可理解程度以及实验的可行性发表看法。该阶段反复多次，成为整个计划中最有创意的部分。

本系列丛书将有续编。新一届的“秋季大学”将于1999年召开，它将遵循同样的指导思想，但讨论的是新课题。在开始阶段将有新成员加入，而且讨论的问题将更深入。《科学的种子》系列也由此开始，我们希望在几年内能涉及各个学科，全方位地实现“动手做”系列的宗旨。我们希望这些书能够促进孩子的智力发展，因为孩子们常常比大人们更具科学精神，他们总有一连串的问题，但愿他们在读完该丛书后能够得到“为什么”和“怎么样”的答案。

伊莎贝尔·卡塔拉

1999年7月

目 录

序言	1
----------	---

太 阳

• 奇妙的事物	2
• 太阳有多远	6
• 太阳光线	11
• 太阳表面温度	12
• 太阳如何维持燃烧?	14
• 太阳中心	15

地 球

• 地球是圆的。为什么?	20
• 地球的内部构造	21
• 地球内部是什么?	23
• 地球的板块构造地质学	26
• 地震	28
• 火山	30

森 林

• 森林及其构成：系统分类学与生物学	35
• 森林与当今生态系统	37
• 森林与过去的生态系统：人类影响和天然林	38
• 森林与种群：多样性与稳定性	41

• 人类：森林的管理者	45
• 林中树木：个体生长机制	46
• 林中树木：个体有性繁殖机制	48

材 料

宏观视角

• 硬度	56
• 脆性	56
• 可逆变化	57
• 不可逆变化	58
• 热传导	60
• 电传导	61
• 磁性	61

微观视角

• 原子	66
• 晶体堆垛	68
• 无定形堆垛(非晶体堆垛)	73
• 热运动	74
• 扩散与腐蚀	75
• 力学特性	77
• 传导	78

色 彩

• 初步经验	83
• 几点澄清	84
• 色彩视觉	85

• 色彩“窃贼”	85
• 染料与着色指示	87
• 若干天然染料是混合物	89
• 火焰的色彩	90
• 化学家与颜色	91
• 十种颜料	93
• 实验室中的艺术品	96

音乐与振动

• 刻画声音的特点	99
• 声波	100
• 环境的改变：反射与传递	103
• 刻画声音特性：音高、音强、音色	107
• 乐器的音质	111

细 胞

• 细胞概念及生命问题的展开	121
• 什么是生物？	121
• 细胞学说在解释生物世界多样统一性中的作用	122
• 细胞的统一性与多样性	123
• 细胞与繁殖	124
• 生命之初的分子与细胞	126
• 细胞的特征	126
• 动植物细胞的构成和功能	128
• 细胞分裂、分化及发展	131
• 受精后，受精卵细胞开始有丝分裂过程	133

时 间

• 时间提出的难题	136
• 时间不可能停住	137
• 时间只是一个幻觉吗?	138
• 计量的不是时间而是延续	139
• 用碳 14 推定年代	140
• 自然时间与实际时间	142
• 在时间中旅行：神话般的主意	143
• 河的隐喻	144
• 时间及时间之矢简史	145
• 狭义相对论	147
词汇汇编	152



图 1-1 创造太阳
(花窗, 1525 年, 圣·弗罗伦丁, 约纳)

太 阳

皮埃尔·雷纳

奇妙的事物

人类可以操纵地球上的一些事物，我们可以让冰雪融化或使木材燃烧，使光线反射或让空气流动。可是，在地球之外却有许多我们无法通过实验来了解的事物，如：月球、流星或恒星，以及那些在某星座运行的行星等。

我们能认识它们吗？

在我们肉眼可见的天体中，只有太阳、月亮及转瞬即逝的彗星看起来是有一定的面积。月球并不神秘，其土壤的特性与地球相似。月球山的阴影，火山口长形的堆积物看起来很遥远，但却是我们所熟知的。而太阳则不然，与我们的地球迥然不同！在精确的观测和灵敏的实验所获得的信息中，究竟哪些能唤起我们的求知欲和激起我们的思考呢？

运行

在我们看来，太阳从早到晚都在运行。随着一年中时间的变化以及地球在轨道上的运行，太阳经过黄道十二宫，从不同方向投射到苍穹上，朝向某个星座。根据希腊文的意思，黄道带就是天空中

“关于动物星座的区域”。

由于太阳光线过于强烈，白天我们一般看不到这些星座，顶多在日落之后能见到太阳附近的一些，并可以观测到它们在一年之中缓慢而有规律的位置变化。但是，当日全食出现时，我们就可以直接观测到太阳附近的天体，并能找出太阳所处的星座。

太阳与地球的运动是相对的，但我们无法确定到底是太阳在动，还是地球在动。由于我们没有“运动”的感觉，经验也拒绝承认运动，因此我们绝对“相信”地球是静止的，而太阳是运动的。而实际上，太阳相对于地球是静止的。那么静止意味着什么呢？这个“静止”的太阳“悬浮”在宇宙中(如古人认为的是挂在所谓的“天穹”上)，离地球有一段的距离，用一股看不见的力(万有引力)牢牢地牵引住地球。

形状

与其他肉眼可见的恒星及行星不同，太阳和月亮都有一个不小的弧度，称作“视直径”，大约为 $30'$ ，相当于拇指的宽度(约1厘米)和一臂到底的长度(约1米)之比。

我们更倾向于用“弧度”(简写为rad)来表示角，这是一种比度、分、秒更方便的度量衡。 $180^\circ = \pi \text{ rad} = 3.14 \text{ rad}$ 。当一个角远小于 90° 时，且只有在这种情况下，角可以表示为两个长度的比值，如刚才提到的拇指的宽度(1厘米)和一臂的长度(1米)之比。太阳的角直径为 $1/100 = 0.01(\text{rad})$ ，也就是说，太阳直径如果是10千米，那么它和地球之间的距离为1000千米；如果直径是100万千米，则距离地球为1亿千米。这个角并不能告诉我们天体与地球之间的距离。它只说明了天体可能很大，离我们很远；或可能比较小，离我们比较近而已。那么，我们看到的到底是一个圆盘还是一个球体呢？

光芒

最惊人的当属太阳所放射出的万丈光芒，它比地球上的炭火要强烈得多。对此，人们疑惑重重：太阳是不是个大火球？如果是，燃

料从何处来？为什么历经千万年仍然熊熊燃烧，似乎永不枯竭？这团火温度究竟有多高？耀眼的太阳光线把能量源源不断地输送到地球上，给我们热量，保证植物的生长，这些能量又从何处来？

物质构成

这个大火球是由什么物质构成的呢？因为我们不能接近太阳，只能随意猜想。长期以来人们一直认为太阳是由一种与地球不同的物质——“以太”构成的。对于太阳物质组成的认识上人类必须承认自己的无能。但如果仔细观察，我们还是可以分辨出太阳上的某些斑点。中国古人曾发现，在太阳耀眼的光线被浓雾遮住时，肉眼就可以分辨出这些暗斑。伽利略是西方第一个记录太阳黑子存在的人。他曾自制望远镜观察到这些斑点的存在。我们用简单的“暗箱”实验，将该现象投射到屏幕上，变为可视的图像。



所谓的“暗箱”就是一个不透光的平行六面体状的盒子。盒子正面开有一个小孔，离它十几厘米的背面是一张透明纸。来自明亮的物体(如太阳或风景)的光线透过正面的小孔，在透明纸上形成一种倒反的“像”。“暗箱”实验简单易行又无危险，可以帮助我们观察到太阳表面以及上面偶然出现的斑点。

这也说明太阳并不像看起来那样永不枯竭。

太阳表面

同月面边缘一样，日轮边缘也惊人地整齐。但是，假如太阳表面温度极高，这些物质为什么不蒸发成气体而弥漫于太空中？而太阳显然不是这样。与坚实的物体相比，一个由气体构成的球的轮廓不应该是渐渐模糊的吗？还有一点需要说明：日全食时，有一层薄纱般渐渐晕开的雾气(日冕)，犹如变幻的大气，笼罩着太阳(见图1-2、图1-3)。

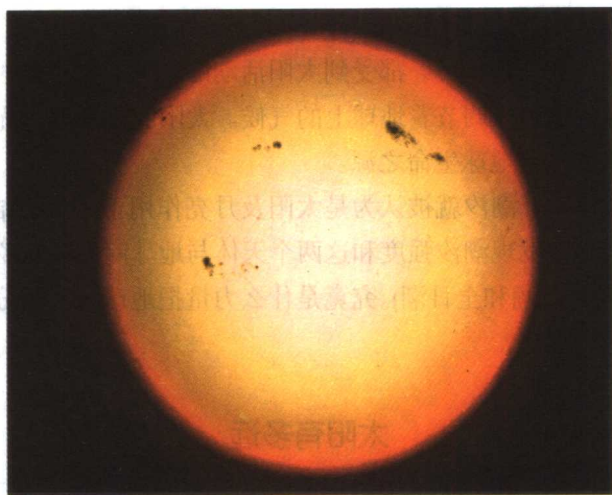


图 1-2 肉眼看到的太阳，边缘光滑且有暗斑。

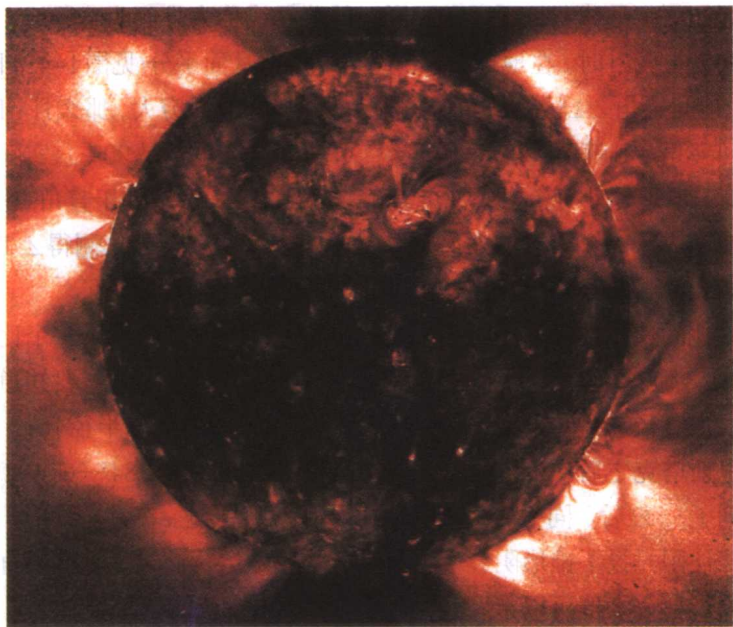


图 1-3 X光下的太阳，只有日冕极热的区域（上百万摄氏度）放射光线。

太阳活动对地球的影响

在地球的任何地方，都受到太阳活动的影响。太阳发射出的光线给地球以能量，调节着地球上的气候。太阳的光能通过光合作用作用于植物，是地球生命之源。

很久以来，潮汐就被认为是太阳及月亮作用于海水的结果。因为人们很早就发现潮汐强度和这两个天体与地球间的相对位置有关(潮汐分为半日潮和全日潮)。究竟是什么力量把地球与太阳分开并推动海水运动的呢？

太阳有多远

希腊天文奇才阿里斯塔克·德·萨莫斯(约公元前310—前230年)所著的《论太阳和月亮的大小和距离》一文流传至今。他的推理过程如下：月球上日照区和阴影区的分界线称为月面明暗界线，当月相为上弦月时，在地球看来，这条线恰把月面平分(见图1-4)，日、月、地间夹角 $\angle L$ 恰为直角。日地间的距离并非无穷大，那么月、日、地间夹角 $\angle S$ 就不是 0° ，月、地、日夹角 $\angle T$ 也不是 90° 。实际上此时日、地、月三者构成一个直角三角形 TSL ，月球处于直角点上，这就变成了一个简单的几何问题。 $\angle T$ 与 $\angle S$ 互为余角，测得 $\angle T$ 即可知 $\angle S$ ，那么日地距离(TS)与月地距离(TL)之比就知道了。

他的这番推理并没有直接求出日地距离 TS ，只给出了一个比值 TS/TL 。随着历史的发展，人们对此做了一些补充：首先，要知道月球的视直径，为 $2R_{\text{月}}(\text{月球直径})/TL$ ；其次，测出地球半径 $R_{\text{地}}$ ，在阿里斯塔克之后一个世纪，埃拉托斯特尼(约公元前284—前192)就做到了；最后，同一时代人们测出了日地直径比。在月全食时，地球挡住阳光投下锥形阴影，月面恰巧从其中运行而过。月球视直径占阴影部分之值可以帮助我们得出 $2R_{\text{地}}/2R_{\text{月}}$ 这个比值。

无疑，在上述测量步骤中，第一步最难，但由此我们可以最终算出日地距离：

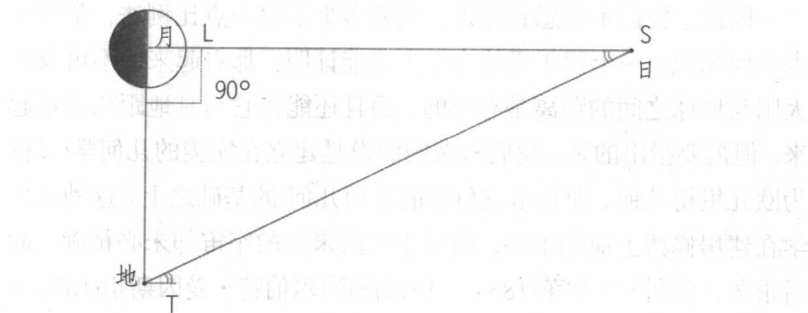


图 1-4 上弦月时日、地、月间的几何关系

$$TS = (TS/TL)_{\text{已知}} \times (TL/2R_{\text{月}})_{\text{已知}} \times (2R_{\text{月}}/2R_{\text{地}})_{\text{已知}} \times (2R_{\text{地}})_{\text{已知}}$$

代入具体数值, 可得日地平均距离为 149 598 000 千米(约一亿五千万千米)。这个距离又被称为一个“天文单位”, 在测量宇宙间距离时方便实用。但它只是一个平均值, 因为一年中日地距离会有微小的变化, 毕竟地球轨道不是正圆形而是椭圆形的, 这就如同阴历每个月中月地距离都会变化一样。

人们还喜欢把这个距离与光联系起来。光速为 299 792 千米每秒(我们通常用其约数 30 万千米/秒), 走完这段距离需要 500 秒(8.3 分钟)。“光时”是另外一个常用来测量极远距离的长度单位。闪电临近只需要百万分之一秒, 地球同步卫星切换一次电讯交换需 0.5 秒(人耳能够感受到), 月球把光线反射到地球需要 1 秒多, 而光线若要从夜晚我们所见的恒星跑到地球上则至少要几十年。

在我们一步步探知地球与其他行星间的距离中, 测量日地距离是一个重要环节。按照这种方法, 我们还可以测量地球与最近的恒星间的距离。这时就要用到“视差”这个概念。在天文学中, “视差”指因观测者位置的移动或由不同地点观测同一天体而引起的方向变化。测定恒星的距离时, 以地球公转轨道半径为基线, 所得视差称为“周年视差”。

因此，我们不禁感到惊讶，只要多少了解一点比例法，掌握一点几何知识，一个四年级的小学生也能证明：那看起来遥不可及的太阳与地球之间的距离是有限的，而且还能将它与月地距离联系起来。但需要指出的是，我们所做的假设是建立在完美的几何学(又称为欧几里得几何，即直角三角形的平面几何)的基础之上。这种几何学在建房修桥上应用很多，但对于茫茫未知的宇宙却未必精确。此后很久，亨利·庞加莱(1854—1912)和阿尔伯特·爱因斯坦(1879—1955)对此提出了质疑，不过他们的结论并未对阿里斯塔克的测量结果产生很大影响。



以下所示的观测方法对于小学生来说可能不易理解，但对于正在学习或正在从事科学教育的青少年或教师而言一点都不难。我们选择这个实验是因为它简单、直观。参加本书编写工作的小学教师，整整花了几个小时来做这个实验，他们的叙述也包含了方法论的价值。

我们建议尽量不用现代仪器来重复当年阿里斯塔克的实验。阿里斯塔克实验需要准确选定一个太阴月，通过在一个月內仔细计时，来准确确定上弦月或下弦月的时间。阿里斯塔克用肉眼直接观测月面恰被晨昏线平分的时刻，并在一年内反复观测多次。以上方法采用肉眼观察，难免出现误差。因此我们选择经度局(网址 <http://www.bdl.fr>)和历法星历表给出的冬季上弦月时间，即格林尼治国际标准时11时46分，当地时刻12时46分，并忽略观测点经度与时区标准之间的微小差别。

我们先设计一个如图所示的仪器，取名“日距仪”(apostashéliomètre，希腊文词根 apostasis 是“距离”的意思，helio 代表太阳，mètre 指测量仪器，尽管我们这个实验测的只是一个角度而非距离)(见图1-5至图1-7)。它由一个十字木架构成，A、B两臂经过精密测量，都是2米。上面分别用铅笔标出相互垂直的线段 A_1A_2 和 B_1B_2 (这可由古老的方法求得，即用圆规引出一条直线的垂线)。在 A_1 点处放置一张卡片，上面开有一个小孔；在 A_2 点处放置屏幕E及黑室，用来显示 A_1 处的小孔成像；屏幕E上引有一条 A_1A_2 的垂线以确定 A_1A_2 为直线。在