

全世界孩子最喜爱的大师趣味科学丛书⑥

趣味天文学

ENTERTAINING ASTRONOMY

〔俄〕雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼◎著 项丽◎译

畅销20多个国家，全世界销量超过2000万册



做一个了不起的科学少年!

天哪，探索天文超有趣

新奇、有趣、充满想象力的科学玩耍手册！
与教科书上枯燥的天文学知识说“再见”，在
快乐的探索中成长，激发无限科学想象力。



世界经典科普名著

世界科普大师、趣味科学奠基人别莱利曼的代表作品，对全世界青少年的科学学习产生了深远的影响。



送给孩子最好的礼物

培养善于发现问题的眼睛和
勇敢探索的心灵，让每一个
少年都成为“小牛顿”。



中国妇女出版社

作者简介

雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼（1882~1942）

出生于俄国格罗德省别洛斯托克市，享誉世界的科普作家、趣味科学的奠基人。1959年，“月球3号”无人月球探测器传回了世界上第一张月球背面图，其中拍的一个月球环形山就被命名为“别莱利曼”环形山，以纪念这位科普大师。

别莱利曼从17岁时开始在报刊上发表文章。1909年大学毕业后，开始全力从事科普写作和教育工作。从1916年开始，他用了3年时间，创作完成了其代表作《趣味物理学》，为以后一系列趣味科普读物的创作奠定了基础。别莱利曼一生共创作了105部作品，其中大部分是趣味科普读物。他的作品被翻译成数十种语言，对世界科普事业作出了非凡的贡献。

别莱利曼的趣味科学系列丛书既妙趣横生又立论缜密，是最受欢迎、最适合青少年阅读的科普书。一些在学校里让学生感到难懂枯燥的科学问题，在别莱利曼的笔下，都改变了呆板的面目，显得和蔼可亲了。

目 录

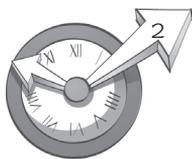
Chapter 1 地球及其运动 → 1

- 不可思议的最短航线 → 2
- 经度长还是纬度长 → 10
- 阿蒙森的飞机在往哪个方向飞 → 11
- 常用的5种计时法 → 13
- 白昼有多长 → 18
- 影子哪儿去了 → 21
- 物体质量跟运动方向有关系吗 → 23
- 通过怀表辨认方向 → 26
- 为什么会有黑昼与白夜 → 29
- 光明与黑暗的交替 → 31
- 北极太阳之谜 → 33
- 四季开始于哪一天 → 34
- 有关地球公转的3个假设 → 36
- 地球公转轨道更扁长会造成什么后果 → 41
- 地球什么时候距离太阳更近：中午还是黄昏 → 48
- 假如地球公转的半径增加1米 → 49
- 从不同角度看运动 → 51
- 使用非地球时间 → 54
- 年月从什么时候开始 → 56
- 2月有几个星期五 → 59

Chapter 2 月球及其运动 → 61

- 区分残月与新月 → 62
- 月亮画错了 → 63
- 亲密的“双胞胎”——地球、月球 → 66
- 太阳为什么没有把月球吸引到身边 → 68
- 看看月亮的脸 → 70





有没有第二个月球 → 73
为什么月球上没有大气层 → 75
月球究竟有多大 → 77
神奇的月球风景 → 79
月球上的奇异天空 → 84
天文学家为什么热衷于研究月食 → 90

天文学家为什么热衷于研究日食 → 92
为什么每过18年会出现一次日月食 → 97
地平线上同时出现太阳、月亮 → 100
有关月食的问题 → 101
有关日食的问题 → 102
月球上的天气是什么样的 → 105

Chapter 3 行星 → 109

白天也能看到行星吗 → 110
古老的行星符号 → 111
无法画出来的太阳系 → 114
水星上为什么没有大气 → 116
金星什么时候最明亮 → 118
火星大冲 → 120
是行星还是小型太阳 → 122
土星上的光环消失了 → 125

天文学中的字谜 → 126
比海王星更远的行星 → 129
小行星 → 131
小行星阿多尼斯 → 133
木星的同伴——“特洛伊英雄”
 小行星 → 134
在太阳系里旅行 → 135

Chapter 4 恒星 → 143

为什么叫“恒星” → 144
为什么恒星会眨眼，而行星不会 → 146
白天是否能看见恒星 → 148

星等 → 150
星等的代数学 → 151
用望远镜来看星星 → 155

- 计算太阳和月球的星等 → 157
- 比一比恒星和太阳的真实亮度 → 159
- 最亮的恒星 → 161
- 地球天空和其他天空各大行星的星等 → 162
- 为什么望远镜无法将恒星放大 → 164
- 测量恒星的直径 → 167
- 恒星中的“巨人” → 170
- 不可思议的计算结果 → 171
- 极重的物质 → 172
- 为什么叫“恒”星 → 176
- 用什么单位来表示天体之间的距离 → 179
- 离太阳最近的恒星系统 → 182
- 宇宙的比例尺 → 184

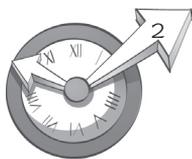
Chapter 5 万有引力 → 187

- 垂直向上发射的炮弹 → 188
- 高空中的物体质量变化 → 192
- 用圆规来画出行星轨道 → 195
- 向太阳坠落的行星 → 199
- 铁砧从天而降 → 202
- 太阳系的边界在哪里 → 203
- 纠正凡尔纳小说中的错误 → 204
- 地球的质量也能称出来吗 → 205
- 地球的核心 → 208
- 算算太阳和月球的质量 → 209
- 计算行星的质量与密度 → 212
- 月球上和行星上的重力变化 → 214
- 想不到的天体表面重力 → 216
- 行星深处的重力变化 → 216
- 轮船质量发生了什么变化 → 219
- 月球、太阳和潮汐 → 221
- 月球会影响气候吗 → 224



Chapter 1

地球及其运动



不可思议的 最短航线

在一次小学数学课上，老师在黑板上用粉笔标出了两个点，并对一位学生说：“请你在这两个点之间画出最短的路线。”说着，他把粉笔给了学生。只见学生

拿过粉笔，想了一会儿后，用一条曲线把那两个点连了起来。

老师感到很生气，便说道：“我们说过，在两点之间，直线是最短的！你刚才为什么画了一条曲线呢？”

“我爸爸教我的，”那个学生答道，“他是开公共汽车的，每天都开呢！”

你是否也跟这位老师的想法一样？如图1所示，很多读者朋友都知

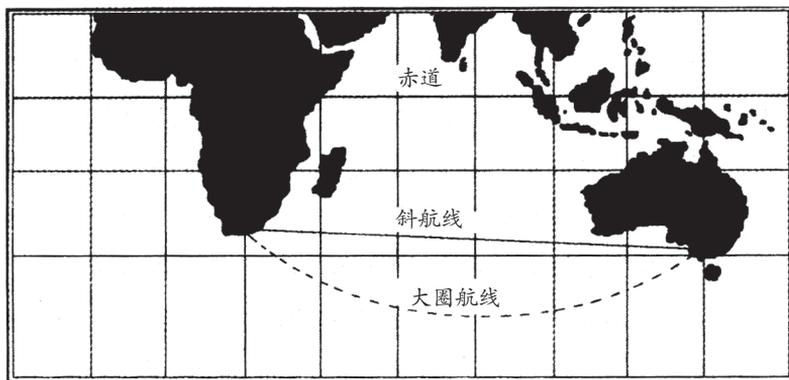


图1 在航海图上，南非的好望角与澳大利亚南端之间的最短路线竟然是曲线（大圆航线），而不是直线（斜航线）。

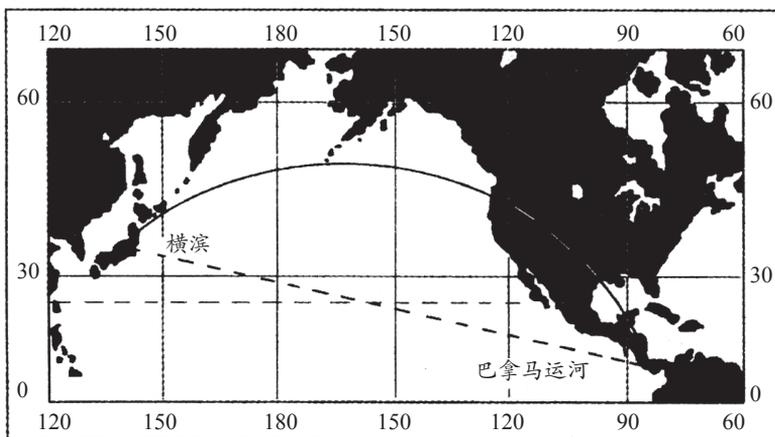


图2 在航海图上，连接日本横滨与巴拿马运河的曲线航线，竟然要比这两点之间的直线航线要短。

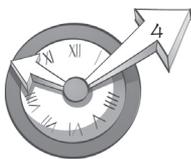
道，图中的曲线正好是南非的好望角跟澳大利亚最南端之间的最短路线，所以，我们没有理由嘲笑那位学生。实际上，我们还可以看到更加不可思议的事情。图2中表示的是从日本横滨到巴拿马运河的两条路线。相比而言，那条半圆形的路线要比直线短多了。

你可能觉得我在开玩笑。其实不然。前面提到的这些都通过地图测绘员的测绘得到了证实。

那么，该如何解释这个问题呢？这时，我们不得不提到地图，特别是航海图。我们先看一下地图的基本知识。地球是球体，从严格意义上说，它的任何一部分都不可能完全展开成一个中间不重叠、不破裂的平面。所以，要想在一张纸上真实地画出某块陆地是不可能的事情。人们在绘制地图时，也就不可避免地会进行一些歪曲，从某种意义上说，要想找到一张没有任何歪曲的地图是不可能的。

下面，我们再来说一下航海家经常用到的航海图，提到它，就不





得不提一下16世纪的荷兰地理学家墨卡托，正是他发明了绘制方法。我们通常把这种方法称为“墨卡托投影法”，如图2所示。这种地图带有格子，人们很容易看懂，上面的所有经线都是用平行的直线来表示，所有的纬线都是用与经线垂直的直线来表示。

那么，我们提出这样一个问题：如何在同一纬度上找出两个海港间最短的航线呢？你可能会说：只要知道最短航线的位置以及它所在的方向就行。那么，接下来你可能就会很自然地想到，最短航线一定在两个海港所处的纬线上，因为地图上的纬线都是用直线来表示的，所以我们可以用“两点之间直线最短”的原理来解答。但是，很遗憾地告诉你，答错了，你刚才找出的这条航线并不是最短的。

下面，我们就来分析一下。在一个球面上，两点之间的最短路线并不是它们的直线连线，而是经过这两个点的一条大圆（在球面上，圆心与球心重合的圆称为大圆）弧线。这条大圆弧线的曲率小于这两个点之间任何一条小圆弧线的曲率，并且，球的半径越大，大圆弧线的

曲率就越小。所以，看似直线的纬线，实际

上都是一个个小圆。也就是说，最短

的路线并不是在纬线上。我们可

以通过实验证明。拿一个地球

仪，在上面任选两点，用一

条细线沿着地球仪的表面把

这两点连起来，然后，拉紧

这条细线，你会发现，这条

细线与纬线根本不在同一条直

线上，如**图3**所示。从图中可



图3 通过图示的实验可以证明，最短的航线并不在纬线上。

以看出，在这两点之间，拉紧的细线才是最短的航线，与地球上的纬线根本不重合。也就是说，在航海图上，两点之间的最短距离并不是一条直线。这是因为纬线都是曲线，而在地图上我们通常用直线来表示。反之，在地图上，任何一条与直线不重合的线都是曲线。

由此可知，在航海图上，为什么最短航线是曲线而不是直线了。

再说一个例子，很多年以前，俄国出现过一场较大的争议。当时人们想在圣彼得堡和莫斯科之间修一条铁路（即十月铁路，又叫尼古拉铁路），但关于这条铁路是直线还是曲线的问题引起了争论。最后，还是沙皇尼古拉一世出面，作出了这样的结论：这条铁路是一条直线而不是曲线。我们可以想一下，如果当时尼古拉一世使用了图2所示的地图，他可能就不会得出上面的结论了，他会发现：这条铁路是一条曲线，而不是直线。

此外，我们还可以通过下面的方法进行计算，可以进行更严格的论证。

在地图上，曲线航线比直线航线要短。我们不妨假设存在这样的两个港口，它们之间的距离是 60° ，而且，它们都跟圣彼得堡一样，在北纬 60° 上。至于这两个港口是否真的存在，我们这里不作讨论。

如 **图4** 所示，地心为点 O ，

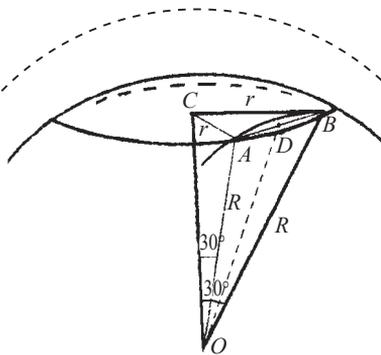
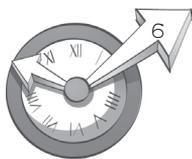


图4 比较一下图中所示地球上 A 、 B 两点之间纬圆弧线和大圆弧线，哪一条更长？



A 、 B 分别表示这两个港口，弧线 AB 位于纬线圈上，它的弧长是 60° ，点 C 为 AB 所在的纬线圈的圆心。我们以地心 O 为圆心，经过点 A 和 B 画一条大圆弧线，显然，半径 $OB=OA=R$ ；可以看出，这条大圆弧线跟纬线圈上的弧线非常接近，但它们并不重合。我们还可以计算出每条弧线的长度。根据题意，点 A 和点 B 都处于北纬 60° 上，所以，半径 OA 和 OB 跟地轴 OC 的夹角都是 30° 。但是，我们知道，在直角三角形 ACO 中， 30° 夹角所对应的边 AC （它等于纬线圈的半径），应该等于直角三角形的弦 AO 的 $\frac{1}{2}$ ，也就是 $r=\frac{R}{2}$ 。而纬线圈上的弧线 AB （ 60° ）的长度为纬线圈总长度（ 360° ）的 $\frac{1}{6}$ 。由于纬线圈的半径 r 为大圆半径 R 的 $\frac{1}{2}$ ，所以纬线圈的长度也是大圆长度的 $\frac{1}{2}$ 。大圆的长度是40000千米，所以，纬线圈上的弧线 AB 的长度就是 $\frac{1}{6} \times \frac{40000}{2} \approx 3333$ 千米。

另外，我们还可以计算出经过点 A 和点 B 的大圆弧线长度，也就是这两个港口之间的最短路线。这时，我们需要先计算出 $\angle AOB$ 的大小。小圆上 60° 弧所对应的弦 AB 正好是它的内接正六边形的一条边，所以，我们有 $AB=r=\frac{R}{2}$ 。连接点 O 与弦 AB 的中点 D ，得到直线 OD ，这样便有了一个直角三角形 ODA ，其中， $\angle D$ 为 90° ，又：

$$DA = \frac{1}{2} AB$$
$$OA = R$$

所以有：

$$\sin AOD = \frac{DA}{OA} = \frac{\frac{R}{4}}{R} : R = \frac{1}{4}$$

由三角函数表得：

$$\angle AOD = 14^{\circ}28'5''$$

所以：

$$\angle AOB = 28^{\circ}57'$$

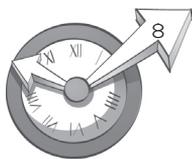
计算出这些数据后，我们就很容易得出最短路线的长度了。对地球来说，大圆1分的长度大约等于1海里，即1.85千米，于是有： $28^{\circ}57' = 1737' \approx 3213$ 千米。

综上所述，在航海图上，沿纬线圈的直线航线是3333千米，而大圆上的航线（地图上曲线）是3213千米，也就是说，后者比前者少了差不多120千米。

如果你想检验一下图中所画的曲线是不是大圆弧线，方法也很简单，只用一个地球仪和一条细线就可以了。在图1中，在非洲好望角和澳大利亚之间，它们的直线航线为6020海里，但曲线航线仅有5450海里，二者相差了570海里，即1050千米。从地图上，我们可以很容易看到，在上海和伦敦之间，如果画一条直线航空线，一定会穿过里海，但是，它们之间的最短航线却是经过圣彼得堡再往北这一条。通过分析可以看出，在航行中，如果不事先弄清航线问题，可能会浪费很多燃料和时间。

在当代，节省燃料和时间具有非常重要的意义。现在毕竟不是那个依靠帆船航海的时代了，时间对于我们每个人来说都是非常宝贵





的。轮船出现后，时间就变成了金钱，航线缩短，就意味着使用的燃料减少，自然所需要的费用也就少了。所以，航海家们现在使用的不是墨卡托地图，而是一种叫作“心射”的投影地图，这种航海图用直线来表示大圆弧线，通过它，可以保证轮船始终沿着最短的航线前进。

那么，对于以前的航海家们来说，他们是否知道前面所说的知识呢？答案是肯定的，那他们为什么在航海的时候还是使用墨卡托地图却不走最短的航线呢？其实，这就如同硬币有两面一样，虽然墨卡托地图有这样那样的缺陷，但在一些特定的条件下，它却可以给航海家们带来很大的帮助。

(1) 除了距离赤道很远的地方，墨卡托地图所表示的小块陆地区域的轮廓大体是准确的。在那些距离赤道越远的地方，地图上表示出来的陆地轮廓比实际要大，并且，纬度越高，陆地轮廓被拉伸得越厉害。对于外行人来说，可能不理解这种航海图。例如，在墨卡托地图上，格陵兰岛的大小看起来跟非洲大陆差不多，而阿拉斯加看上去比澳大利亚大多了。但实际上，格陵兰岛的面积只有非洲的 $\frac{1}{15}$ ，而阿拉斯加和格陵兰岛的面积相加，也只有澳大利亚面积的一半。不过，对于那些熟知墨卡托地图特点的航海家们来说，这种地图上表示出来的大小并不是问题，他们能对这些小缺陷持包容态度，因为在很小的区域内，航海图上所表示的陆地轮廓跟实际上相差不大，如图5所示。

(2) 在航海中，使用墨卡托地图可以带来很大的方便，因为它是唯一用直线表示轮船定向航行航线的一种地图。“定向航行”指的是轮船航行的方向、方向角保持不变。也就是说，在航行时，轮船的

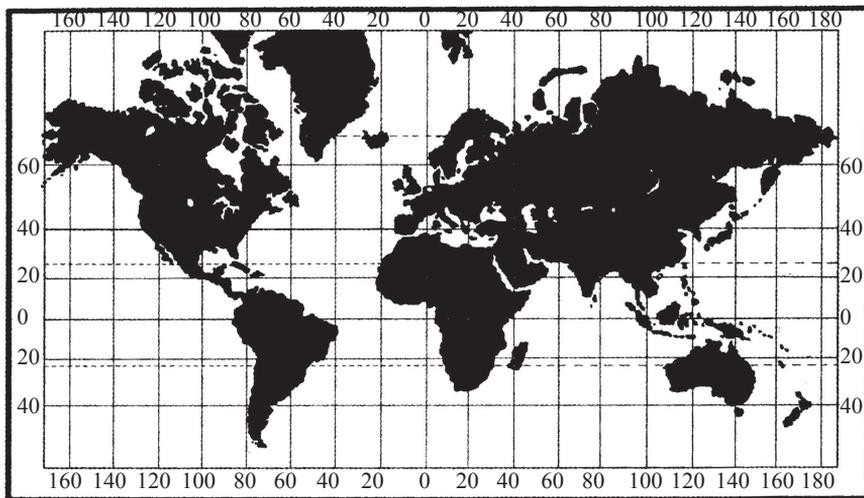
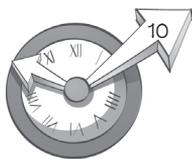


图5 全球航海图，又叫墨卡托地图。在这种地图上，高纬度地区陆地轮廓被拉伸了，比如，格陵兰岛比非洲的面积还要大。

航线跟所有经线相交的角度始终相等。这些航线又被称为“斜航线”（缠绕在地球上的螺旋状曲线才是斜航线），只有在这种用平行直线表示经线的地图上，才可以用直线表示航线。我们知道，地球上的所有纬线圈与经线圈都垂直，即它们的夹角为直角，所以，在墨卡托地图上，经线都垂直于纬线。简单来说，看上去全是经纬线绘成的方格网，这也正是墨卡托地图的特点。

由此可以看出，航海家们非常喜欢使用墨卡托地图是有原因的。如果一名船长想要到某个海港去，他可以这么做：首先用尺子在出发地和目的地之间简单画一条直线，然后，测量出这条直线跟经线的夹角，由此确定出航行的方向。在浩瀚无垠的大海上，船长只需要保证轮船始终朝着这个方向前进，就一定可以准确到达他想要去的那个海港。从这里可以看出，这条斜航线虽然不是最短、最经济的，但对于





船长和船员们来说，却是最方便的。再举个例子，如果我们想从南非的好望角出发，去澳大利亚的最南端，如图1所示，那么，我们只需要保证轮船一直朝着南偏东 $87^{\circ} 50'$ 的方向前进就行了。但是，如果我们想沿着最短的航线走，就必须不停地改变航行的方向，首先沿着南偏东 $42^{\circ} 50'$ 的方向，在到达了某个地方后，再改为偏东 $39^{\circ} 50'$ 的方向。实际上，这条最短航线根本不存在，如果这么航行，到达的就是南极了。

有意思的是，斜航线和大圆航线在某些地方可能会重合，当我们沿着赤道或者经线航行时就是这样。这是因为，在墨卡托航海图上，这些地方的大圆航线也正好是用直线表示的。不过，除此之外，其他任何地方的斜航线与大圆航线都不一样。

经度长还是 纬度长

【题目】关于经纬线的有关知识，相信大家并不陌生，课堂上都学过。但是，对于下面这个问题，大家却不一定都能

答得出来：

1度纬度总是比1度经度长吗？

【解答】很多人看了这个问题后，都会给出肯定的答案。在他们看来，这是很显然的，因为任何一个纬线圈都比

经线圈小，而经度和纬度又是根据纬线圈和经线圈的长度计算出来的，所以，1度纬度总是比1度经度长。对于上面的解释，似乎是非常合理的。但是，我们不应该忽略这样一个事实：我们所生活的地球并不是一个非常标准的正圆形球体，从某种意义上说，它是一个椭圆体，而且，越到赤道附近，弧度越突出。所以，对于这样一个特殊的球体来说，赤道的长度比经线圈的长度要长一些，有时候甚至在赤道附近的纬线圈也比经线圈大。我们可以通过计算得出，从赤道到纬度 5° ，纬线圈上的1度（即经度）比经线圈上的1度（即纬度）要长一些。

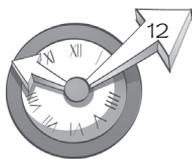
挪威的南北极探险家罗阿尔德·阿蒙森（1872~1928年），曾于1926年5月跟同伴乘坐“挪威”号飞艇进行过一次飞行，他们先是从孔格斯湾起飞，然后飞越北极点，最后到达位于美国阿拉斯加的巴罗角，这段行程一共花了72小时。

阿蒙森的飞机在往哪个方向飞

【题目】阿蒙森跟同伴从北极返回时，他们是往哪个方向飞的？当他们从南极返回时，又是往哪个方向飞的？

在不查阅资料的情况下，你能答得出来吗？





【解答】 北极位于地球的最北端。在这个点上，不管你向哪边走，都是朝着南方走。所以，当阿蒙森他们往回飞的时候，当然是朝着南方了，而且是唯一的方向。在阿蒙森当时的日记中，有下面这样的片段：

“我们驾驶着‘挪威’号飞艇在北极的上空绕了一圈，然后继续我们的行程……飞离北极时，我们始终朝着南方飞行，直到我们降落到罗马城为止。”

同样的道理，当阿蒙森他们从南极返回时，他们是朝着北方飞行的。

作家普鲁特果夫曾经写过一篇滑稽小说，是关于一个人误入“最东边国家”的，其中有一段描写是这样的：

“不管是前边、左边还是右边都是朝东的，那西方去哪了呢？你可能以为，总有一天，会看到西方的，就像在浓雾中迷了路，总会看到远处那个晃动的点……但是，这是完全错误的！实际上，就连后边也一样，同样是朝东的！总之，在这个国家，除了东边之外，根本不存在其他的方向。”

实际上，在地球上不存在前边、后边、左边、右边都是朝东的国家，却存在这样的地方：它周围都是南方或北方。如果在北极建一栋房子，那么，对于这栋房子来说，它的四面都朝向南方。如果在南极，情况刚好相反。