

全新修订版



别莱利曼

趣味科学

作品全集

ENTAINING
ONOMY

趣味天文学

[俄] 别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЬМАН) / 著

刘玉中 / 译

全国优秀
科普作品奖
获奖作品

中国青年出版社



别莱利曼

趣味科学

作品全集

| 趣味天文学 |

[俄] 别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЪМАН) / 著

刘玉中 / 译

中国青年出版社

(京)新登字083号

图书在版编目(CIP)数据

趣味天文学 / (俄罗斯) 别莱利曼著; 刘玉中译.

— 4版. — 北京: 中国青年出版社, 2016.5

(别莱利曼趣味科学作品全集)

ISBN 978-7-5153-4190-3

I. ①趣… II. ①别… ②刘… III. ①天文学—青少年读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第108324号

选题策划: 彭 岩

责任编辑: 彭 岩

*

中国青年出版社出版 发行

社址: 北京东四12条21号 邮政编码: 100708

网址: www.cyp.com.cn

编辑部电话: (010) 57350407 门市部电话: (010) 57350370

三河市君旺印务有限公司印刷 新华书店经销

*

660×970 1/16 12印张 4插页 150千字

2016年5月北京第4版 2017年1月河北第2次印刷

定价: 22.00元

本书如有印装质量问题, 请凭购书发票与质检部联系调换

联系电话: (010) 57350337

作者简介



雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼（Я. И. Перельман，1882~1942）是一个不能用“学者”本意来诠释的学者。别莱利曼既没有过科学发现，也没有什么称号，但是他把自己的一生都献给了科学；他从来不认为自己是一个作家，但是他的作品的印刷量足以让任何一个成功的作家艳羡不已。

别莱利曼诞生于俄国格罗德诺省别洛斯托克市。他17岁开始在报刊上发表作品，1909年毕业于圣彼得堡林学院，之后便全力从事教学与科学写作。1913~1916年完成《趣味物理学》，这为他后来创作的一系列趣味科学读物奠定了基础。1919~1923年，他创办了苏联第一份科普杂志《在大自然的工坊里》，并任主编。1925~1932年，他担任时代出版社理事，组织出版大量趣味科普图书。1935年，别莱利曼创办并运营列宁格

勒（圣彼得堡）“趣味科学之家”博物馆，开展了广泛的少年科学活动。在苏联卫国战争期间，别莱利曼仍然坚持为苏联军人举办军事科普讲座，但这也是他几十年科普生涯的最后奉献。在德国法西斯侵略军围困列宁格勒期间，这位对世界科普事业做出非凡贡献的趣味科学大师不幸于1942年3月16日辞世。

别莱利曼一生写了105本书，大部分是趣味科学读物。他的作品中很多部已经再版几十次，被翻译成多国语言，至今依然在全球范围再版发行，深受全世界读者的喜爱。

凡是读过别莱利曼的趣味科学读物的人，无不为他作品的优美、流畅、充实和趣味化而倾倒。他将文学语言与科学语言完美结合，将生活实际与科学理论巧妙联系：把一个问题、一个原理叙述得简洁生动而又十分准确、妙趣横生——使人忘记了自己是在读书、学习，而倒像是在听什么新奇的故事。

1959年苏联发射的无人月球探测器“月球3号”传回了人类历史上第一张月球背面照片，人们将照片中的一个月球环形山命名为“别莱利曼”环形山，以纪念这位卓越的科普大师。



目 录

第一章 地球和它的运动

1.1 地球上和地图上的最短航线	3	1.12 四季始于何时?	26
1.2 经度和纬度	9	1.13 三个“假如”	28
1.3 阿蒙森是往哪个方向飞的?	10	1.14 再一个“假如”	32
1.4 五种计时法	11	1.15 我们什么时候离太阳更近些: 中午还是傍晚?	37
1.5 白昼的长短	15	1.16 再远一米	38
1.6 不同寻常的阴影	17	1.17 从不同的角度来看	39
1.7 一道关于两列火车的题目	19	1.18 非地球时间	43
1.8 用怀表找方向	20	1.19 年月从何时开始?	45
1.9 白夜和黑昼	23	1.20 2月有几个星期五?	46
1.10 光明与黑暗的交替	24		
1.11 极地太阳的一个谜	25		

第二章 月球和它的运动

2.1 是新月还是残月?	51	2.2 月亮的位相	52
--------------	----	-----------	----

2.3 孪生行星	53	2.10 月球上的天空	70
2.4 为什么月亮不会掉到太阳 上去?	55	2.11 天文学家为什么要观察日 月食?	76
2.5 月亮看得见的一面和看不见的 一面	56	2.12 为什么日月食每隔18年 出现一次?	81
2.6 第二个月亮和月亮的月亮	59	2.13 可能吗?	84
2.7 月球上为什么没有大气?	61	2.14 关于日月食的几个大家不很 清楚的问题	85
2.8 月球世界的大小	63	2.15 月球上有什么样的天气?	87
2.9 月球上的风景	65		

第三章 行星

3.1 白昼时的行星	93	3.8 土星环的消失	105
3.2 行星的符号	94	3.9 天文学上的字谜	106
3.3 画不出来的东西	95	3.10 比海王星更远的一颗行星	108
3.4 水星上为何没有大气?	98	3.11 小行星	109
3.5 金星的位相	100	3.12 我们的近邻	111
3.6 大冲	101	3.13 木星的同伴	112
3.7 行星抑或小型的太阳?	103	3.14 别处的天空	113

第四章 恒星

4.1 恒星为何叫恒星?	125	4.7 太阳和月球的星等	133
4.2 为什么恒星会闪烁, 而行星的 光芒却很稳定?	125	4.8 恒星和太阳的真实亮度	134
4.3 白天能看见恒星吗?	127	4.9 已知星体中最亮的恒星	135
4.4 什么是星等?	128	4.10 地球天空和其他天空的 行星的星等	136
4.5 恒星代数学	129	4.11 望远镜为何不会将恒星 放大?	138
4.6 眼睛和望远镜	132		

4.12 以前是如何测量恒星的 直径的?	140	4.16 为何把这类星叫做恒星? ...	147
4.13 恒星世界的巨人	142	4.17 恒星距离的尺度	149
4.14 出人意料的计算	143	4.18 最近的恒星系统	151
4.15 最重的物质	143	4.19 宇宙比例尺	153

第五章 万有引力

5.1 垂直上射的炮弹	157	5.10 太阳和月球的重量	171
5.2 高空中的重量	159	5.11 行星和恒星的重量与密度 ...	174
5.3 使用圆规画行星轨道	161	5.12 月球上和行星上的重力	175
5.4 行星向太阳坠落	165	5.13 最大的重力	177
5.5 赫菲斯托斯的铁砧	167	5.14 行星深处的重力	177
5.6 太阳系的边缘	168	5.15 有关轮船的问题	178
5.7 凡尔纳小说中的错误	168	5.16 月球和太阳所引起的潮汐 ...	180
5.8 怎么称地球的重量?	169	5.17 月球和气候	182
5.9 地球的核心是什么?	171		

Chapter

1

第一章 地球和它的运动

1.1 地球上和地图上的最短航线

女老师用粉笔在黑板上画了两个点，给学生出了一道这样的题目：

“在这两点之间画一条最短的路线。”

小学生想了想，小心地在这两点之间画了一条曲折线。

“这就是最短的路线!?”女老师惊讶道，“谁这样教你的?”

“我爸爸教的，他是出租车司机。”

这位天真的小学生所画的路线当然是可笑的。但是如果有人告诉你，第3页图1中虚线所表示的弧线恰好是从好望角到澳大利亚南端的最短距离，难道你还会发笑吗?下面的说法恐怕更叫人惊奇了：第4页图2中用半圆形线条表示的从日本横滨到巴拿马运河的路线，要比图中直线所表示的路线距离短!

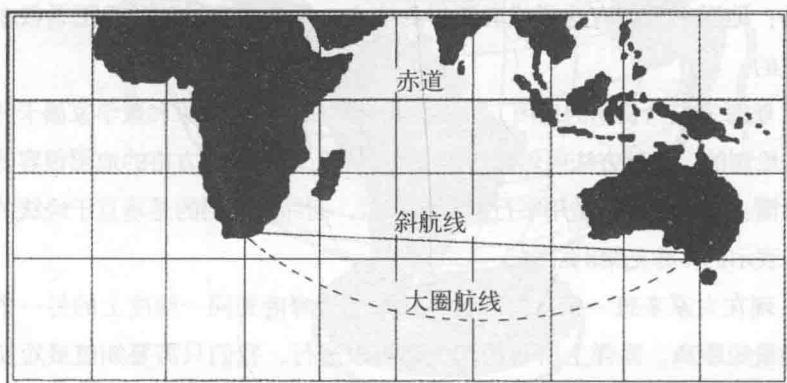


图1 在航海图上，从好望角到澳大利亚南端的最短航线不是直线（斜航线），而是曲线（大圈航线）。

所有这些例子都像是在开玩笑，然而事实上却都是些不容争辩的真理。地图绘制者们对这些道理十分清楚。

为了解释清楚这个问题，我们需要粗略地谈谈地图，尤其是航海图。要在纸上画出地球的表层部分，在原则上就不是一桩简单的事情，因为地球是球形的。而我们知道，球形表面的任何部分都不可能在展开成平面的时候不产生重叠或者破裂。因此，我们就不得不迁就地图上一些无法避免的歪曲。人们想出了很多种画地图的方法，但是所有的地图都不是完美无

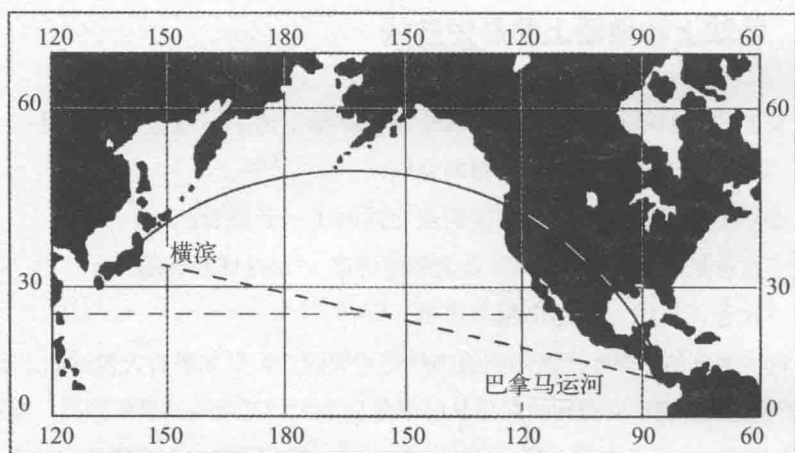


图2 让人难以置信的是，在航海图上连接横滨和巴拿马运河的曲线航线，竟然比这两点之间的直线航线短。

缺的：地图上总会有这样或者那样的缺点，完全没有缺陷的地图是根本不存在的。

航海家们所使用的地图，是根据16世纪荷兰地理学家和数学家墨卡托的方法绘制的。这种方法叫做“墨卡托投影法”。这种有方格的地图很容易就能看懂：它的经线都是用平行的直线表示，而纬线使用的是垂直于经线的直线来表示的（参见第8页图5）。

现在大家来想一想，怎么计算从某一个海港到同一纬度上的另一个海港的最短距离。海洋上所有的路线都可以通行，我们只需要知道最短航线的方向和位置，就可以沿着这条航线前进了。这种情况下，我们自然会想到，这条最短的航线应当位于两个海港所在的那条纬线上。因为从地图上来看，这条纬线是一条直线，又有什么会比直线还短呢？但我们却犯了一个错误：沿着纬线的航线并不是最短的。

事实上，球面上两点之间的最短距离是通过它们的大圆弧线^①。但纬线圈却只是“小圆”。连接两点之间的大圆弧线的曲率要比小圆弧线的曲率小，因为圆的半径越大，曲率就越小。

如果我们在地球仪上通过这两点拉紧一条线（见第5页图3），就可以

① 球面上的“大圆”是指圆心和球心重合的圆，球面上所有其他的圆叫做“小圆”。

看到，这条线并不是沿着纬线延伸的。毫无疑问，这条拉紧的线表示的是最短航线，但是如果在地球仪上它不和纬线相重合的话，那么在航海图上最短航线就不能用直线来表示。因为航海图上的纬线圈是用直线表示的，任何一条跟直线不重合的线，就应当是曲线。



图3 用一种简单的方法就可以找出两点之间的最短距离：在地球仪上的这两点之间拉紧一条线。

由此就可以明白，为什么在航海图上的最短距离是用曲线而不是直线来表示的了。

据说，在修建从圣彼得堡到莫斯科的十月铁路（那时候称尼古拉铁路）的时候，就如何选择路线问题产生过无休止的争论。最后在尼古拉一世的干涉下才结束了争论：他决定使用“直线法”：用一条直线将圣彼得堡和莫斯科连接起来。如果在墨卡托地图上将这条直线画出来的话，结果将会出人意料地令人难堪：这条路线会是曲线而非直线。

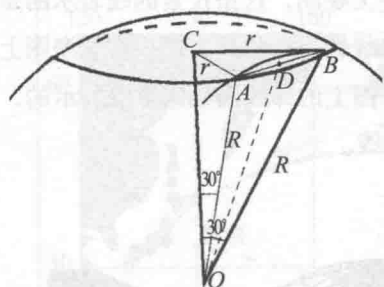


图4 地球上A、B两点间纬圆弧线和大圆弧线哪一条长？

谁如果不嫌麻烦，通过简单的计算就可以证实一点：地图上看起来的曲线航线，实际上比直线航线的距离要短。假设我们要讨论的两个港口和圣彼得堡位于同一个纬度上，也就是北纬 60° ，两个港口之间的距离是 60° 。（事实上是否存在着这样的两个港口，对我们的计算不会产生影响。）在图4中，O点表示地球中心，AB代表港口A和港口B

之间的纬线圈，AB弧长为 60° 。C点是纬线圈中心。假设我们以地球中心为圆心，经过A、B作一条大圆弧线，它的半径 $OB=OA=R$ ；这条弧线会靠近纬线圈AB，但是不会和它重合。

现在我们来计算每一条弧线的长度。由于A、B两点的纬度是 60° ，因此半径OA和OB与地轴OC之间的角都是 30° 。在直角三角形ACO中， 30° 角所对的AC边（等于纬线圈半径）应该等于弦AO的一半，也就是 $r=\frac{R}{2}$ ；弧线AB的长度为纬线圈（ 360° ）的 $\frac{1}{6}$ ，也就是 60° 。由于纬线圈半径是大圆半径的一半，纬线圈长度也应当是大圆长度的一半，因此纬线圈弧线 $AB=\frac{1}{6} \times \frac{40000}{2}=3333$ 千米（大圆长为40000千米）。

现在需要计算的是经过A、B两点的大圆弧线长度（也就是这两点之间的最短路线），必须要知道AOB角的大小。小圆上的弦AB对应的弧长为 60° ，这条弦为这个小圆的内接正六边形的一边，因此 $AB=r=\frac{R}{2}$ 。通过地球中心O点，作一条连接弦AB中点D的直线OD，我们得到一个直角三角形ODA，D角为直角。

$$DA=\frac{1}{2}BA, \text{ 又 } OA=R$$

$$\text{因此, } \sin AOD=\frac{DA}{OA}=\frac{\frac{R}{4}}{R}=0.25。$$

查三角函数表可知， $\angle AOD=14^\circ 28' .5$ ，

因此 $\angle AOB=28^\circ 57'$ 。

现在就不难算出所求的最短路线是多少千米了。由于地球大圆一分的长度等于1海里，亦即大约1.85千米，所以可以简单得出 $28^{\circ}57' = 1737' \approx 3213$ 千米。

由此可知，航海图上沿着纬线圈用直线表示的路线长3333千米，而沿着大圆的路线（在航海图上是曲线）长3213千米，后者比前者少了120千米。

只需要用一根线和一个地球仪，大家就可以简单地检验上述各图所画的线路是否正确，并可以证实，大圆弧线的位置是否确实跟图上所画的一致。在图1中所画的从非洲到澳大利亚的“直线”航海线为6020海里，而“曲线”航线为5450海里，后者比前者要短570海里，或者1050千米。在航海图上，从伦敦到上海的“直线”航空线是需要穿过里海的，而事实上最短的航空线应该经过圣彼得堡再往北。显然，这些问题对于节省时间和燃料起着十分重要的作用。

如果说在使用帆船航海的时代人们并不一定把时间看得很重要，因为在那个时代“时间”还不是“金钱”的代名词，那么，自从出现了轮船之后，多使用一吨煤，就得多花一吨煤的钱。这就是为什么在我们的时代，轮船一定要沿着真正最短的航线前行，所使用的地图经常都不是墨卡托地图，而是一种叫做“心射投影”的地图：在这种地图上大圆弧线是用直线表示的。

那么为什么从前的航海家却要使用那些不正确的地图，并且选择不适当的航线呢？大家可能会认为，这是因为在古代人们还不知道我们所说的航海图的特点，但这种想法是错误的。问题的关键是，虽然使用墨卡托法绘制的地图有某些缺陷，但是对航海家们来说却有非常大的价值。首先，这种地图表示的地球表面的个别小区域并没有被歪曲，而是保持着本来的角度。不过这一点对于远离赤道的地方就不适用了，因为那些地方的地面轮廓比实际的要大。在高纬度地区，地面轮廓拉伸得相当大，如果一个不熟悉航海图特点的人看到这样的地图，就会对大陆的实际大小产生完全错误的印象。比如说，他会觉得格陵兰岛和非洲一样大，阿拉斯加比澳大利

亚大，而实际上格陵兰岛只有非洲的 $\frac{1}{15}$ ，阿拉斯加上格陵兰岛都才只有澳大利亚的一半大小。然而熟悉航海图这种特点的航海家就不会产生这

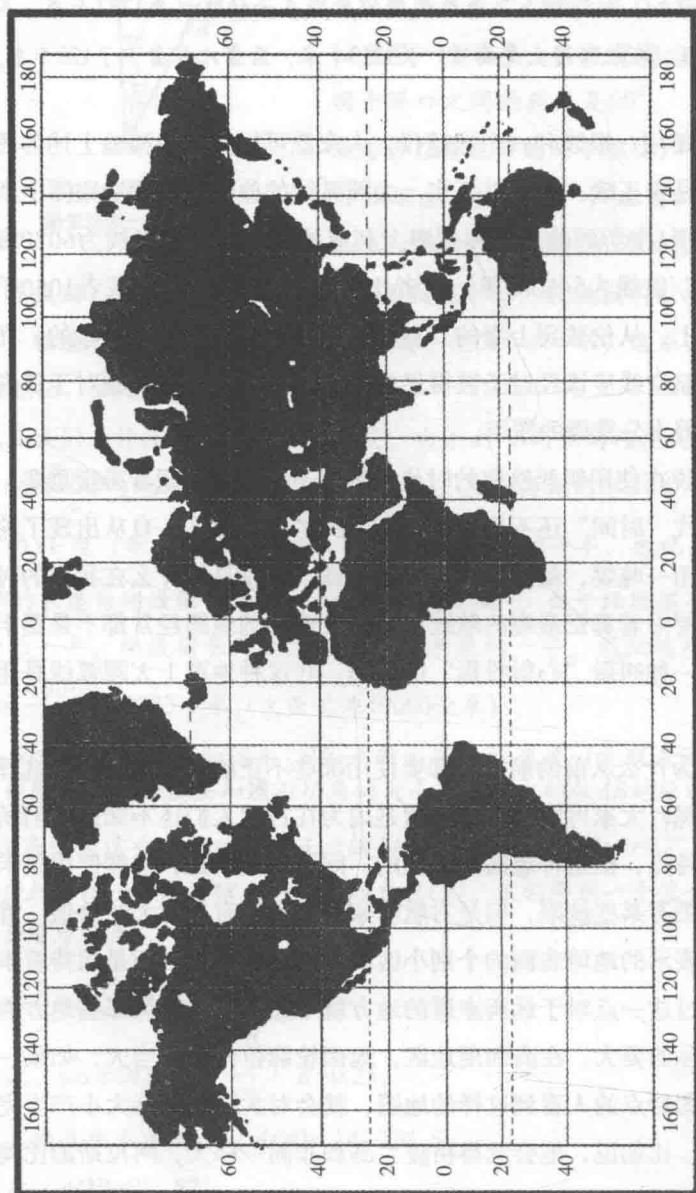


图5 全球航海图或者墨卡托地图。在这种地图上，高纬度地方的轮廓扩大得相当厉害。例如，请问：是格陵兰岛大，还是非洲大？

样的迷惑。他们能够容忍航海图的这种特点，何况对于范围不大的区域，航海图上的形状跟实际情况也是极其相似的（见图5）。

所以，航海图可以大大简化实际航海问题的解决。这是唯一一种用直线来标示轮船定向航行的地图。“定向航行”指的是沿着一个不变的方向，保持一定的“方向角”。换句话说，“定向航行”就是指轮船前进的路线和所有经线相交的角度都是相等的。而这样的航线（也叫斜航线^①）只有在所有的经线都是相互平行的直线的地图上才能用直线表示出来。由于地球上的经线圈和纬线圈相交的角度都呈直角，所以在这种航海地图上，纬线圈就应当是垂直于经线的直线。简单来说，我们所看到的就是经纬线绘成方格网的地图，这正是航海图的特点。

现在我们就明白了，为什么海航家们对墨卡托地图情有独钟。当领航员需要确定到指定的港口应采取的路线时，他就会拿一把尺子在出发的海港和指定到达的海港之间画一条直线，并且测量这条直线和经线相交形成的角度大小。在空旷的海洋上，领航员只要永远沿着这个方向前进，就能准确无误地将船只驶到目的地。大家可以看到，虽然“斜航线”并不是最短和最经济的航线，但在某种程度上，对航海家来说却是十分方便的航线。假如果说，我们要从好望角到达澳大利亚南端（见第3页图1），就需要一直沿着南 87.50° 东的方向航行。如果想要走最短的航线（大圈航线），从图1可以看出，必须不断改变航行方向：先取南 42.50° 东的方向，到达时为北 53.50° 东方向（此种情况下，最短航线实际上甚至不存在的，因为此时的航线要触及南极冰层了）。

这两种航线（斜航线和大圈航线）也会重合，这种情况发生在当大圈航线在航海图上刚好是用直线表示的时候，也就是沿着赤道或者经线的时候。在其他任何情况下，这两种航线都是不一样的。

1.2 经度和纬度

【题】读者们肯定对地理学上的经纬线有充分的认识。但我相信，不

① 实际上斜航线是一条螺旋线似的线，缠绕在地球上。