

全新修订版



别莱利曼

趣味科学

作品全集

ENTERTAINING
GEOMETRY

趣味几何学

[俄] 别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЬМАН) / 著

符其珣 / 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

| 趣味几何学 |

[俄] 别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЬМАН) / 著

符其珣 / 译

中国青年出版社

(京)新登字083号

图书在版编目(CIP)数据

趣味几何学 / (俄罗斯) 别莱利曼著; 符其珣译.

—4版. —北京: 中国青年出版社, 2016.6

(别莱利曼趣味科学作品全集)

ISBN 978-7-5153-4186-6

I. ①趣… II. ①别… ②符… III. ①几何学—青少年
读物 IV. ①O18-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第105832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 19.75印张 4插页 180千字

2016年5月北京第4版 2017年1月河北第2次印刷

定价: 35.00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 树林里的几何学

1.1 阴影的长度	3	1.8 利用镜子测高	18
1.2 还有两个方法	7	1.9 两棵松树	20
1.3 儒勒·凡尔纳的测高法	9	1.10 大树树干的形状	21
1.4 侦察兵的测高法	11	1.11 万能公式	22
1.5 利用记事本的测高法	13	1.12 长在地上的树的体积和重量	25
1.6 不接近大树测树高	14	1.13 树叶的几何学	28
1.7 森林工作者的测高仪	15	1.14 六脚力士	30

第二章 河边几何学

2.1 测量河宽	35	2.7 水流的速度	49
2.2 利用帽檐测距	40	2.8 河水的流量	51
2.3 小岛的长度	42	2.9 水涡轮	55
2.4 对岸上的行人	43	2.10 彩虹膜	56
2.5 最简单的测远仪	45	2.11 水面上的圆圈	57
2.6 河流的能量	48	2.12 爆炸中的榴霰弹	59

2.13 船头浪	60	2.16 河里的星空	65
2.14 炮弹的速度	62	2.17 在什么地方架桥?	67
2.15 水池的深度	64	2.18 要架两座桥梁	69

第三章 开阔原野上的几何学

3.1 月亮的视大小	73	3.10 视觉的灵敏度	89
3.2 视角	75	3.11 视力的极限	91
3.3 盘子和月亮	76	3.12 地平线上的月亮和星星	93
3.4 月亮和分币	76	3.13 月亮影子和平流层气球影子 的长度	95
3.5 摄影的特技镜头	77	3.14 云层离地面多高?	96
3.6 活的测角仪	81	3.15 从照片上计算塔高	101
3.7 雅科夫测角仪	84	3.16 给你去做练习	102
3.8 钉耙测角仪	86		
3.9 炮兵的测角仪	87		

第四章 路上的几何学

4.1 步测距离的本领	107	4.6 公路转弯的地方	116
4.2 目测法	108	4.7 弯路半径	117
4.3 坡度	110	4.8 谈谈洋底	119
4.4 一堆碎石	113	4.9 世界上有“水山”吗?	121
4.5 “骄傲的土丘”	114		

第五章 不用公式和函数表的行军三角学

5.1 正弦的计算	127	5.5 小岛的距離	135
5.2 开平方根	131	5.6 湖的宽度	136
5.3 从正弦求角度	132	5.7 三角形地区	138
5.4 太阳的高度	134	5.8 不作任何度量的测角法	139

第六章 天地在哪儿碰头?

6.1 地平线	145	6.8 闪电	155
6.2 地平线上的轮船	147	6.9 帆船	156
6.3 地平线的远近	148	6.10 月球上的“地平线”	156
6.4 果戈里的塔	151	6.11 在月球的环形山上	157
6.5 普希金的土丘	152	6.12 在木星上	157
6.6 铁轨在什么地方碰头?	153	6.13 给你去做练习	157
6.7 灯塔的题目	154		

第七章 鲁滨孙的几何学

7.1 星空几何学	161	7.3 地理经度的测量	166
7.2 神秘岛的纬度	164		

第八章 黑暗中的几何学

8.1 在船舱底层	171	8.6 马克·吐温的夜游	179
8.2 水桶的测量	172	8.7 瞎转圈子	181
8.3 测量尺	172	8.8 徒手度量法	190
8.4 还需要做些什么	174	8.9 黑暗中的直角	192
8.5 验算	176		

第九章 关于圆的新旧材料

9.1 埃及人和罗马人的实用几何学	197	9.5 圆周的展开	203
9.2 圆周率的精确度	197	9.6 方圆问题	205
9.3 杰克·伦敦的错误	200	9.7 兵科三角形	208
9.4 掷针实验	201	9.8 头或脚	209

9.9 赤道上的钢丝	210	9.12 经过北极的路线	218
9.10 事实和计算	211	9.13 传动皮带的长度	223
9.11 钢索女郎	215	9.14 聪明的乌鸦	225

第十章 不用测量和计算的几何学

10.1 不用圆规的作图	229	10.8 “聪明”的台球	240
10.2 铁片的重心	230	10.9 一笔画	246
10.3 拿破仑的题目	231	10.10 可尼斯堡的七座桥梁	249
10.4 最简单的三分角器	233	10.11 几何学玩笑	250
10.5 時計三分角器	234	10.12 正方形的检验	251
10.6 圆周的划分	235	10.13 下棋游戏	252
10.7 打台球的题目	237		

第十一章 几何学中的大和小

11.1 一立方厘米里有27,000,000,000,000,000,000个	257	11.9 不把蛋壳打破,测定蛋壳的重量	267
11.2 体积和压力	259	11.10 硬币的大小	268
11.3 比蛛丝更细,可是比钢还结实	261	11.11 百万卢布的硬币	268
11.4 两个容器	263	11.12 鲜明对比的图画	269
11.5 巨人卷烟	264	11.13 我们正常的体重	272
11.6 鸵鸟蛋	264	11.14 巨人和侏儒	273
11.7 隆鸟蛋	265	11.15 格列佛的几何学	273
11.8 大小对比最鲜明的蛋	266	11.16 云和灰尘为什么会浮在空中	276

第十二章 几何学中的经济学



12.1 巴霍姆怎样买地? (托尔斯泰的题目)	281	12.8 定和乘数的乘积	293
12.2 是梯形还是矩形?	285	12.9 最大面积的三角形	295
12.3 正方形的奇妙特性	286	12.10 最重的方木梁	295
12.4 其他形状的地块	288	12.11 硬纸三角形	297
12.5 最大面积的图形	289	12.12 白铁匠的难题	298
12.6 钉子	292	12.13 车工的难题	300
12.7 最大体积的物体	293	12.14 怎样把木板接长?	302
		12.15 最短的路程	305

1

Chapter

第一章

树林里的几何学

1.1 阴影的长度

一直到今天，我还记得小时候一件使我惊愕的事情，我看到一位秃顶的看林人，站在一棵大松树附近，用一具袖珍型的小仪器在测量这棵大树的高度。他把一块四方形的木板对着树梢瞄了一下，这时我以为这个老头儿马上就要拿着皮尺爬上树去了，哪里知道他并没有这样做，他把那具小巧的测量仪器放回袋里，向大家说测量已经完毕了。可是我以为测量还没有开始呢……

我那时还很年轻，这种既不要把大树砍倒，也不用爬到树顶去测量高度的方法，对于我简直像一件魔术那么神奇。一直到后来我学到了初等几何学以后，才知道表演这种魔术竟是这么简单。像这样只利用最简单的仪器，甚至根本不用什么东西进行测量，有各种各样的方法。

其中最容易而最古老的方法，无疑是公元前6世纪古希腊哲人泰勒斯用来测定埃及金字塔高度的那个方法。他利用了金字塔的阴影。法老和祭司聚集在一座最高的金字塔脚下，都很关心地望着这位想靠阴影确定这巨大建筑物高度的北方来客。据传说，泰勒斯选择了当他自己的影子长度恰好跟他身高相等的日子和钟点进行测量，因为这时候，金字塔的高度也应当等于它投下的阴影长度^①。这或许是人从他自己的影子得到好处的唯一情况了。

这位古希腊哲人的问题，今天我们的孩子都会感到十分容易解答，但是我们不应该忘记，我们现在是从泰勒斯以后许多人所建立起来的几何学大厦的高处看这问题的。公元前300年，希腊数学家欧几里得写了一部很好的书，在他死后的两千年来一直是用这本书学习几何学的。这本书里所讲的定理，虽然在今天每一个中学生都知道，在泰勒斯的时代却还没有发现。而要利用阴影来测量金字塔的高度，必须知道三角形的一些几何性质——就是下面两个特性（其中第一个还是泰勒斯自己发现的）：

1. 等腰三角形的两底角彼此相等；反过来说，三角形的两角相等，它

^① 当然，阴影的长度要从金字塔的方底的中心算起；至于塔底的长，泰勒斯是可以很方便地直接测量出来的。

们的对边必然相等。

2.任意三角形的三个角的总和等于 180° 。

只有在知道了这两点之后，泰勒斯才能断定，当他的影子等于他的身高的时候，日光是以等于直角的一半的角度射向水平的地面，因此才可以断定，金字塔的顶点，塔底的中心点和塔影的端点三者，恰好形成一个等腰三角形。

在天气晴朗的时候，用这个方法测量孤立的大树的高度是很便利的，孤立的大树的阴影不会跟邻近的大树的阴影混在一起。但是在纬度比较高的地区，却不像在埃及那么容易选择到适宜的时间。这是因为在那些地方太阳升起得比较低，以至阴影只能在夏季中午前后的短暂时间里等于投出这个阴影的物体的高度。因此泰勒斯所采用的方法并不是到处适用的。

可是，我们不难把方才那个方法略为变更使它可以在有太阳的时候利用任何长度的阴影。我们只要除了把这个阴影的长度量下来之外，再把自己身体或者一根木杆的阴影的长度量出，就可以用比例算出所要测量的高度（图1）。

$$AB : ab = BC : bc$$

这是因为树影长度是你身体（或木杆）阴影长度的几倍，树高也恰好是你身（或木杆）高的几倍。这自然是从几何学中两个三角形 $\triangle ABC$ 和 $\triangle abc$ 相似（因为两角相等）的关系得出来的。

也许有些读者会提出异议，认为像这么简单的东西，根本用不到拿几何学来引证：难道没有几何学的话，我们就不知道树高多少倍，它的阴影也就长多少倍吗？可是，事情却不像你所想象的那么简单。你不妨把这个规则引用到由街头路灯光投下的阴影上，就知道这个规则不对了。你从图2可以看到，木柱 AB 的高度是木橛 ab 的三倍，但是木柱的阴影却相当于木橛阴影（ $BC : bc$ ）的八倍。为什么在一种情形下这个方法可以行得通，在另一种情形下就行不通，要想解释清楚这个问题，没有几何学就不行。

【题】让我们仔细研究一下，两种情形的区别究竟在哪里。原来太阳射来的光线都是彼此平行的，路灯射来的呢，却并不平行。说路灯射来的光线不平行是很明显的，但是，为什么我们能够说太阳射来的光线是平行

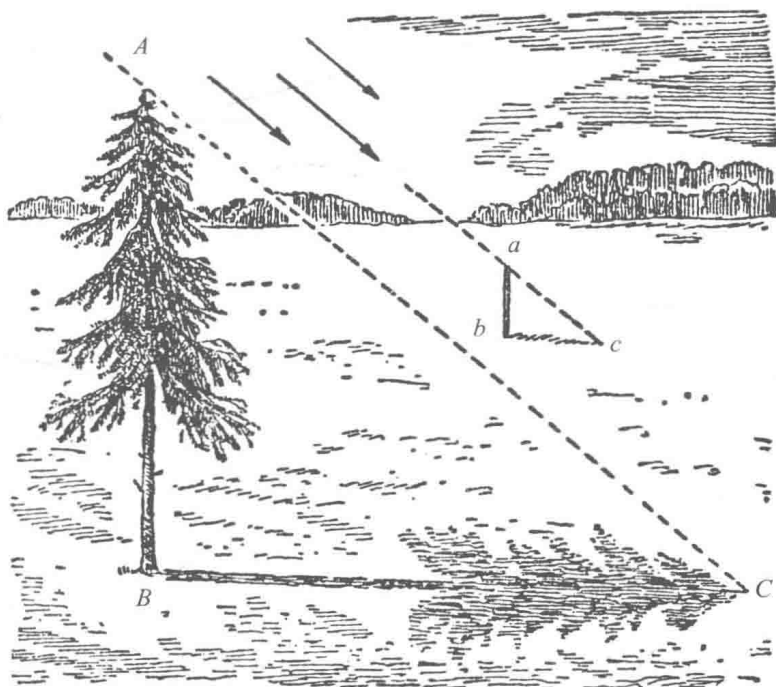


图1 利用阴影测量树的高度。

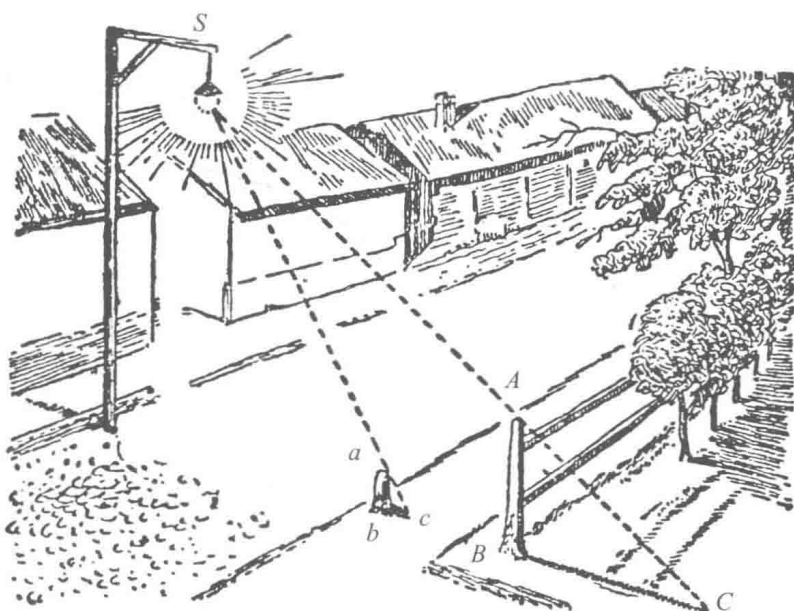


图2 在什么情形下这种测量方法不能适用？

的呢？它们在射出来的那一点上不是一定相交的吗？

【解】我们把射到地面上的太阳光线看做平行的，是因为各道光线之间的角度太小了，小得简直无法捉摸。我可以用一个最简单的几何学上的计算，给你证明这一点。我们不妨假定太阳上某一点发出了两道光线，它们落到地面的某两点，这两点间的距离是一千米。这就是说，假如我们把圆规的一只脚放在太阳发出光线的那一点上，拿另一只脚用太阳到地球的距离（就是150,000,000千米）做半径画一个圆的话，夹在两道光线（两条半径）之间的弧长是一千米，而这个巨大圆周的长应该等于 $2 \times 150,000,000 \text{千米} = 940,000,000 \text{千米}$ 。那么，在这个圆周上每一度的弧长是圆周长的 $\frac{1}{360}$ ，也就是大约等于2,600,000千米；每一分的弧长是每一度的 $\frac{1}{60}$ ，就是等于43,000千米，而每一秒的弧长又是每一分的 $\frac{1}{60}$ ，就是等于720千米。而我们的弧长一共只有1千米；可知，它所对应的角度只有 $\frac{1}{720}$ 秒。像这么微不足道的角度，就是用720最精确的天文仪器，也很难测量得出，因此，我们实际上可以把太阳光线看做互相平行的直线^①。

假如我们对这些几何知识一无所知，那么方才所说的利用阴影测定高度的方法，就没有根据了。

假使你实地去实验一下阴影测量法的话，你马上就可以发现这个方法并不十分可靠。因为阴影的尽头并不是很分明的，以致无法把它的长度量得完全准确。太阳光投出来的每一个阴影，在尽头都有一带轮廓不清楚的、淡淡的半影，正由于这个半影，就使阴影的尽头无法确定。这是因为太阳并不是一个点，而是一个巨大的发光体，光线是从它表面上许多点射出来的。图3表示树影BC多出一段逐渐消失的半影CD的原因。半影两端C、D跟树梢A所形成的 $\angle CAD$ 跟我们看太阳圆面所夹的视角相同，就是半度^②。由于阴影量得不完全准确而产生的测量误差，即使太阳位置并不过低的时候也可能达到5%或者更多。这个误差再加上其他不可避免的误

① 从太阳射到地球直径两端点的光线却是另外一回事，这里射线间的角度大得足够用仪器测量出来（约17秒），这个角度的确定为天文学家提供了一个测定地球和太阳之间的距离的方法。

② 关于“视角”参看第三章。

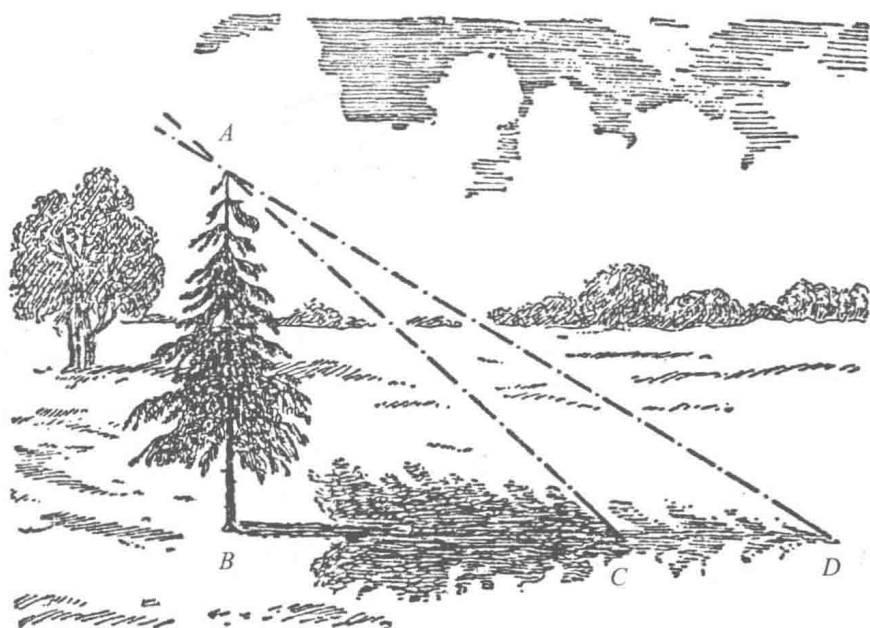


图3 半影是怎样形成的？

差——例如由于地面不平所引起的误差等——会使测量的结果不很可靠。譬如在丘陵地带，这个方法就完全不能采用。

1.2 还有两个方法

测量高度完全可以不利用阴影。这类测量方法很多，我们先讲两个最简单的。

首先，我们可以利用等腰直角三角形的性质，用到一具最简单的小仪器，这种仪器很容易制作，只要一块木板和三枚大头别针就行。在随便什么样的木板上甚至在有一面光滑面的树皮上，画出一个等腰直角三角形，然后把三枚大头别针钉牢在这三角形的三个顶点上（图4）。如果你在制造的时候，手头没有三角板，无法绘出正确的直角，也没有圆规，无法绘出等长的两边，那么你可以把一张纸片先对折一次，再横过来对折一次，就得到直角了；这张纸片同时还可以代替圆规，来量出相等的距离。