

CLASSIC WORKS OF
POPULAR SCIENCE
世界经典科普名著

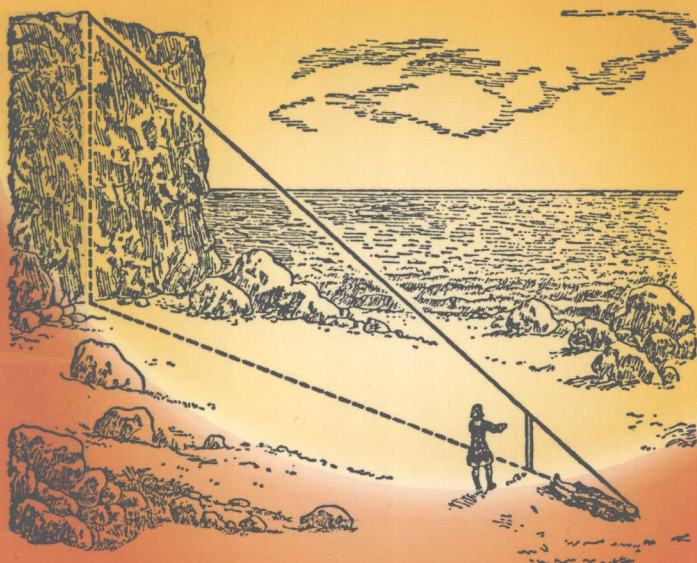
趣味

GEOMETRY

ENTERTAINING

几何学

别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЬМАН) (俄) / 著
符其珣 / 译



中国青年出版社

CLASSIC WORKS OF
POPULAR SCIENCE

世界经典科普名著

0123. 3/4

2008

趣味

GEOMETRY

ENTERTAINING

几何学

别莱利曼 (Я.И. ПЕРЕЛЬМАН) (俄) / 著

符其珣 / 译

李哲 刘玉中 校译

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)别莱利曼著;符其珣译. —北京:中国青年出版社,2008
ISBN 978-7-5006-8046-8

I. 趣... II. ①别... ②符... III. 几何学—普及读物
IV. 018-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 199503 号

责任编辑:彭 岩

Email: peterpeng_98@yahoo.com

*

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) 64034350 营销中心电话:(010) 64010813

聚鑫印刷有限责任公司印刷 新华书店经销

*

635×965 1/16 23 印张 2 插页 180 千字

2008 年 3 月北京第 3 版 2008 年 3 月河北第 1 次印刷

印数:302000—308000 册 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)84047104

作者简介

雅科夫·伊西达洛维奇·别莱利曼 (Я.И.Перельман) (1882-1942) 不是一个可以用“学者”这个词的本意来形容的学者。他没有过科学发现,没有过什么称号,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》, 这为他后来完成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《在大自然的实验室里》并任主编。1925 ~ 1932 年, 担任时代出版社理事, 组织出版大量趣味科普图书。1935 年, 他创办和主持列宁格勒(圣彼得堡)“趣味科学之家”博物馆, 开展广泛的少年科学活动。在反法西斯侵略的卫国战争中, 还为苏联军人举办军事科普讲座, 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。

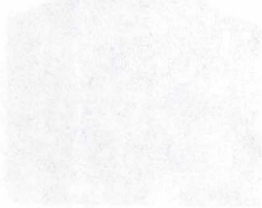
别莱利曼一生写了 105 本书, 大部分是趣味科学读物。他的作



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。他将文学语言和科学语言完美地结合，将生活实际与科学理论巧妙联系：能把一个问题、一个原理叙述得简洁生动而又十分准确、妙趣横生——使人忘记自己是在读书、学习，而倒像是在听什么新奇的故事。

1957年苏联发射了第一颗人造地球卫星。1959年发射的无人月球探测器“月球3号”传回了航天学史上第一张月球背面照片，其中拍到的一个月球环形山后来被命名为“别莱利曼”环形山，用以纪念这位卓越的科普大师。



目 录

第 1 章 树林里的几何学

- | | |
|--------------------|-----------------------|
| 1.1 阴影的长度 ~3 | 1.8 利用镜子测高 ~21 |
| 1.2 还有两个方法 ~8 | 1.9 两棵松树 ~23 |
| 1.3 儒勒·凡尔纳的测高法 ~11 | 1.10 大树树干的形状 ~24 |
| 1.4 侦察兵的测高法 ~13 | 1.11 万能公式 ~26 |
| 1.5 利用记事本的测高法 ~15 | 1.12 长在地上的树的体积和重量 ~29 |
| 1.6 不接近大树测树高 ~16 | 1.13 树叶的几何学 ~32 |
| 1.7 森林工作者的测高仪 ~18 | 1.14 六脚力士 ~35 |

第 2 章 河边几何学

- | | |
|-----------------|---------------|
| 2.1 测量河宽 ~41 | 2.6 河流的能量 ~55 |
| 2.2 利用帽檐测距 ~46 | 2.7 水流的速度 ~57 |
| 2.3 小岛的长度 ~48 | 2.8 河水的流量 ~59 |
| 2.4 对岸上的行人 ~50 | 2.9 水涡轮 ~63 |
| 2.5 最简单的测远仪 ~52 | 2.10 彩虹膜 ~64 |



- | | |
|------------------|-------------------|
| 2.11 水面上的圆圈 ~66 | 2.15 水池的深度 ~74 |
| 2.12 爆炸中的榴霰弹 ~68 | 2.16 河里的星空 ~76 |
| 2.13 船头浪 ~69 | 2.17 在什么地方架桥? ~78 |
| 2.14 炮弹的速度 ~72 | 2.18 要架两座桥梁 ~79 |

第3章 开阔原野上的几何学

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| 3.1 月亮的视大小~83 | 3.10 视觉的灵敏度 ~102 |
| 3.2 视角~85 | 3.11 视力的极根 ~104 |
| 3.3 盘子和月亮~87 | 3.12 地平线上的月亮和星星 ~107 |
| 3.4 月亮和分币 ~88 | 3.13 月亮影子和平流层气球影子的
长度 ~110 |
| 3.5 摄影的特技镜头 ~89 | 3.14 云层离地面多高? ~111 |
| 3.6 活的测角仪 ~93 | 3.15 从照片上计算塔高 ~117 |
| 3.7 雅科夫测角仪 ~96 | 3.16 给你去做练习 ~118 |
| 3.8 钉耙测角仪 ~98 | |
| 3.9 炮兵的测角仪 ~100 | |

第4章 路上的几何学

- | | |
|------------------|---------------------|
| 4.1 步测距离的本领 ~123 | 4.6 公路转弯的地方 ~135 |
| 4.2 目测法 ~124 | 4.7 弯路半径 ~136 |
| 4.3 坡度 ~128 | 4.8 谈谈洋底 ~139 |
| 4.4 一堆碎石 ~131 | 4.9 世界上有“水山”吗? ~141 |
| 4.5 “骄傲的土丘”~132 | |

第5章 不用公式和函数表的行军三角学

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 5.1 正弦的计算 ~147 | 5.5 小岛的距離 ~156 |
| 5.2 开平方根 ~152 | 5.6 湖的宽度 ~158 |
| 5.3 从正弦求角度 ~153 | 5.7 三角形地区 ~160 |
| 5.4 太阳的高度 ~155 | 5.8 不作任何度量的测角法 ~162 |

第6章 天地在哪儿碰头?

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 6.1 地平线 ~167 | 6.8 闪电 ~179 |
| 6.2 地平线上的轮船 ~170 | 6.9 帆船 ~180 |
| 6.3 地平线的远近 ~171 | 6.10 月球上的“地平线” ~181 |
| 6.4 果戈里的塔 ~175 | 6.11 在月球的环形山上 ~182 |
| 6.5 普希金的土丘 ~176 | 6.12 在木星上 ~182 |
| 6.6 铁轨在什么地方碰头? ~177 | 6.13 给你去做练习 ~183 |
| 6.7 灯塔的题目 ~178 | |

第7章 鲁滨孙的几何学

- | | |
|-----------------|------------------|
| 7.1 星空几何学 ~187 | 7.3 地理经度的测量 ~194 |
| 7.2 神秘岛的纬度 ~191 | |

第8章 黑暗中的几何学

- | | |
|----------------|-------------------|
| 8.1 在船舱底层 ~199 | 8.4 还需要做些什么 ~203 |
| 8.2 水桶的测量 ~200 | 8.5 验算 ~206 |
| 8.3 测量尺 ~201 | 8.6 马克·吐温的夜游 ~210 |



8.7 瞎转圈子 ~213

8.8 徒手度量法 ~223

8.9 黑暗中的直角 ~225

第9章 关于圆的新旧材料

9.1 埃及人和罗马人的实用几何学 ~229

9.2 圆周率的精确度 ~230

9.3 杰克·伦敦的错误 ~233

9.4 掷针实验 ~235

9.5 圆周的展开 ~237

9.6 方圆问题 ~239

9.7 兵科三角形 ~244

9.8 头或脚 ~245

9.9 赤道上的钢丝 ~247

9.10 事实和计算 ~247

9.11 钢索女郎 ~251

9.12 经过北极的路线 ~254

9.13 传动皮带的长度 ~260

9.14 聪明的乌鸦 ~263

第10章 不用测量和计算的几何学

10.1 不用圆规的作图 ~269

10.2 铁片的重心 ~270

10.3 拿破仑的题目 ~271

10.4 最简单的三分角器 ~273

10.5 時計三分角器 ~275

10.6 圆周的划分 ~276

10.7 打台球的题目 ~278

10.8 “聪明”的台球 ~281

10.9 一笔画 ~288

10.10 可尼斯堡的七座桥梁 ~292

10.11 几何学玩笑 ~293

10.12 正方形的检验 ~294

10.13 下棋游戏 ~295

第 11 章 几何学中的大和小

- | | |
|--|------------------------------|
| 11.1 在一立方厘米里面有
27,000,000,000,000,000,000
个 ~299 | 11.9 不把蛋壳打破,测定蛋壳的重
量 ~309 |
| 11.2 体积和压力 ~301 | 11.10 硬币的大小 ~311 |
| 11.3 比蛛丝更细,但比钢还结实 ~303 | 11.11 百万卢布的硬币 ~312 |
| 11.4 两个容器 ~306 | 11.12 鲜明对比的图画 ~313 |
| 11.5 巨人卷烟 ~307 | 11.13 我们正常的体重 ~316 |
| 11.6 鸵鸟蛋 ~307 | 11.14 巨人和侏儒 ~317 |
| 11.7 隆鸟蛋 ~308 | 11.15 格列佛的几何学 ~318 |
| 11.8 大小对比最鲜明的蛋 ~309 | 11.16 云和灰尘为什么会浮在空气
中 ~322 |

第 12 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) ~327 | 12.8 定和乘数的乘积 ~342 |
| 12.2 是梯形还是矩形? ~332 | 12.9 最大面积的三角形 ~344 |
| 12.3 正方形的奇妙特性 ~334 | 12.10 最重的方木梁 ~345 |
| 12.4 其他形状的地块 ~335 | 12.11 硬纸三角形 ~347 |
| 12.5 最大面积的图形 ~337 | 12.12 白铁匠的难题 ~348 |
| 12.6 钉子 ~341 | 12.13 车工的难题 ~350 |
| 12.7 最大体积的物体 ~341 | 12.14 怎样把木板接长? ~353 |
| | 12.15 最短的路程 ~355 |



第①章

chapter 1

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,无疑是公元前六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惟一情况了。

^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。



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，它们的对边必然相等。

2. 任意三角形的三个角的总和等于180度。

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，以致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 ABC 和 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,事情却不像你所想像的那么简单。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

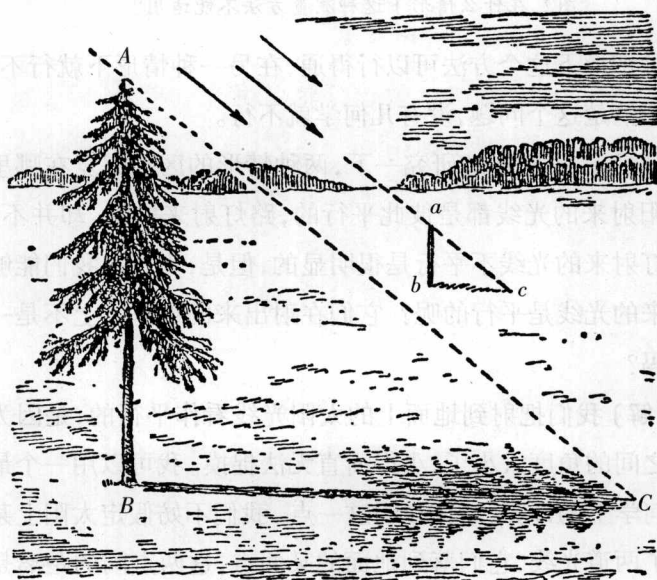


图1 利用阴影测量树的高度。

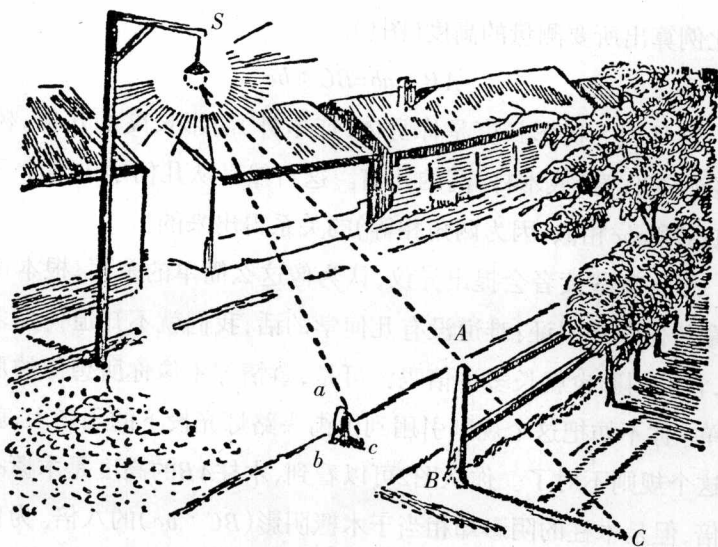


图2 在什么情形下这种测量方法不能适用?

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作平行的,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 $2\pi \times 150,000,000$ 千米 $\approx 940,000,000$ 千米。那么,在这个圆周上每一度的弧长是圆周长的360分之一,也就是大约等于2,600,000千米;每一分的弧长是每一度的60分之一,就是等于43,000千米,而每一秒的弧长又是每一分的60分之一,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表示为什么树影BC会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所形成的角CAD跟我们看太阳圆面所夹的视角相同,就是半

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。