

# 度量世界

探索绝对度量衡体系的历史

【美】罗伯特·R. 克雷斯 著 卢欣瑜 译



## World in the Balance

The Historic Quest  
for an Absolute System  
of Measurement

94

目  
录

# 度量世界

探索绝对度量衡体系的历史

[美] 罗伯特·P. 克里斯 著 卢欣渝 译

生活·讀書·新知 三联书店

Simplified Chinese Copyright © 2018 by SDX Joint Publishing Company.  
All Rights Reserved.

本作品简体中文版权由生活·读书·新知三联书店所有。  
未经许可，不得翻印。

图书在版编目 (CIP) 数据

度量世界：探索绝对度量衡体系的历史 / (美) 罗伯特·P. 克里斯 (Robert P. Crease) 著；  
卢欣渝译. —北京：生活·读书·新知三联书店，2018.6  
(新知文库)  
ISBN 978-7-108-06229-1

I. ①度… II. ①罗… ②卢… III. ①计量单位制—历史—世界  
IV. ①TB912-091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 022453 号

特约编辑 鲍 淮  
责任编辑 王振峰  
装帧设计 陆智昌 康 健  
责任校对 常高峰  
责任印制 卢 岳  
出版发行 生活·读书·新知 三联书店  
(北京市东城区美术馆东街 22 号 100010)  
网 址 www.sdxjpc.com  
图 字 01-2018-2733  
经 销 新华书店  
制 作 北京金舵手世纪图文设计有限公司  
印 刷 北京新华印刷有限公司  
版 次 2018 年 6 月北京第 1 版  
2018 年 6 月北京第 1 次印刷  
开 本 635 毫米 × 965 毫米 1/16 印张 18  
字 数 217 千字 图 20 幅  
印 数 0,001—8,000 册  
定 价 42.00 元  
(印装查询：01064002715；邮购查询：01084010542)

94

新知  
文库

XINZHI

World in the Balance:  
The Historic Quest for an  
Absolute System  
of Measurement

World in the Balance: The Historic Quest for an Absolute System of Measurement

Copyright © 2011 by Robert P. Crease

Simplified Chinese translation copyright © 2018

by SDX Joint Publishing Co. Ltd.

This edition published by arrangement with W. W. Norton & Company, Inc.

through Bardon-Chinese Media Agency

All Rights Reserved

新知文库

## 出版说明

在今天三联书店的前身——生活书店、读书出版社和新知书店的出版史上，介绍新知识和新观念的图书曾占有很大比重。熟悉三联的读者也都会记得，20世纪80年代后期，我们曾以“新知文库”的名义，出版过一批译介西方现代人文社会科学知识的图书。今年是生活·读书·新知三联书店恢复独立建制20周年，我们再次推出“新知文库”，正是为了接续这一传统。

近半个世纪以来，无论在自然科学方面，还是在人文社会科学方面，知识都在以前所未有的速度更新。涉及自然环境、社会文化等领域的新发现、新探索和新成果层出不穷，并以同样前所未有的深度和广度影响人类的社会和生活。了解这种知识成果的内容，思考其与我们生活的关系，固然是明了社会变迁趋势的必需，但更为重要的，乃是通过知识演进的背景和过程，领悟和体会隐藏其中的理性精神和科学规律。

“新知文库”拟选编一些介绍人文社会科学和自然科学新知识及其如何被发现和传播的图书，陆续出版。希望读者能在愉悦的阅读中获取新知，开阔视野，启迪思维，激发好奇心和想象力。

生活·读书·新知三联书店

2006年3月

情谊无以计量。

——献给斯特凡妮

## 引言

# 正午的炮声

在某个遥远的国度，靠近大海的地方，有个傍海村庄。当地有个军营，军营附近的山头有个炮台。每天正午，在完全相同的时间，大炮会轰鸣一声，村民便知道下午开始了。几个世纪以来，一直如此。这是很久以前的事，早于互联网出现之前，甚至早于电视机和收音机出现之前。对这个村庄而言，正午的炮声犹如日出日落，是一种再自然不过的现象。它是每天重复的规律，人们利用它区分上午和下午。正午的炮声形成并固化了村民每天的生活节奏，人们借助炮声计划一切，包括见面谈生意，或干些见不得人的勾当。

一个十多岁的孩子特别想弄清楚，大炮为何会在正午那个时间点准时打响。一天，那孩子爬上山去问炮手，他每天是怎么弄响那尊大炮的。炮手笑着对孩子说，他是在指挥官的命令下放炮，而指挥官的职责之一包括佩戴最精准的手表，精心确保手表与准确时间同步。后来，那孩子又去找指挥官，指挥官骄傲地向孩子展示了工艺精良、走时准确的手表。怎么校准时间呢？指挥官告诉孩子，他每周前往小镇一次，每次都走同样的路线。镇上的钟表匠开的小店坐落在那条路旁，钟表店的橱窗里有个巨大的、贵重的座钟，每次他都会站在窗前

校准时间，镇上好多人也跟他一样站在窗前校对时间。

第二天，孩子前去拜访钟表匠，询问如何校准橱窗里的大钟。“就用这地方每个人都用的唯一可靠的方式啊，”钟表匠说，“根据正午的炮声校对。”

滨海村庄正午放炮的故事揭示了人类依赖度量衡的惯常模式。简单来说，度量衡是一种标准或者说标记，人类借助它衡量或估算某种东西。就前边说到的村庄而言，村民们借助炮声区分上午和下午；这种度量衡一旦存在，人们会毫无来由地认为它理所当然，并认定它一直以来就如此。度量衡成了所有东西自身形态的组成部分，似乎它原本就是自然界的一部分。然而，每一种标准或标记的产生，都是人为的结果，自然界并不存在测量尺、衡量秤之类的东西。虽然无数的“天”和“年”按照规律周而复始，但并不存在方便人们校准时间的归零点。人类借助日晷和钟表之类的东西构建各种时间的概念。人们总是以为，某个地方真的存在所谓“标准的”度量衡，所以人们常常用其他地方的人设置的“标准的”度量衡来校对身边的度量衡。这就好比宇宙神话故事说的，地球由一头大象驮着，大象站在许多只乌龟的背上，这些乌龟里肯定有一只最关键的乌龟。因而，结果肯定会具有随意性，比方说：假设那个偏远的滨海村庄里的钟表突然间全都停摆，村民们必须在白天的中间点重新设置标识点，这个标识点必定因人而异——新标识点可能会设置在12:04、11:47、1:28当中的任意一点；其实，新标识点之间的差异无关紧要，其结果肯定具有两重性——随意性和可重复性，即人类可以用自然界的某种成分设置度量衡，而且那种成分可以用度量衡来设置。也就是说，人们将放炮那一刻称为正午，而人们也在正午那一刻放炮。

随意性和可重复性仅仅反映人类设定度量衡的典型方式：人类

利用身边唾手可得的東西隨意設定需要設定的東西。有史以來，世界上所有民族一直都在隨意設定度量衡。17 世紀和 18 世紀是現代科學誕生時期，聚首法蘭西的科學家們曾經嘗試開發一種所有國家都能接受的、與自然界恒定特性維系在一起的、通用的度量衡體系。他們實現了前一個目標——讓所有國家都接受，卻未能實現另一個目標。大約半個世紀前，各國科學家組成的一個國際組織終於成功地将一種計量單位與一種自然現象維系在了一起：將長度與光維系在了一起。諸如時間之類的度量衡不久後也與自然現象維系在了一起。時至今日，唯一沒有與自然現象維系在一起的基本（或稱“基礎”）度量衡是“質量”（mass，物理學名詞）。

巴黎郊外某實驗室的一個穹隆形蓋子裡放置著一塊金屬，質量單位由它確定。利用這塊金屬確定終極質量單位的日子已經屈指可數。如今，新一代科學家們已經接近於邁出第二步：將所有度量衡單位維系在一起——包括質量單位——利用“自然常數”定義各種度量衡，造出一個“絕對的”度量衡體系。这样就开创了人类历史的先河，如果所有基本計量標準數值不明不白地丟失，人們可依據這個度量衡體系恢復所有計量標準，與原有標準相比，新標準將分毫不差。本書接下來講述的正是這一進程。

# 目 录

|      |                |     |
|------|----------------|-----|
| 引 言  | 正午的炮声          | 1   |
| 第一章  | 《维特鲁威人》        | 1   |
| 第二章  | 古代中国的尺子和笛子     | 22  |
| 第三章  | 西非：黄金砝码        | 39  |
| 第四章  | 法国：“生活和劳动的现实”  | 56  |
| 第五章  | 裹足不前的度量衡统一进程   | 87  |
| 第六章  | “当代文明最伟大的胜利之一” | 115 |
| 第七章  | 爱也计量制，恨也计量制    | 137 |
| 第八章  | 您肯定是在开玩笑，杜尚先生  | 158 |
| 第九章  | 人类梦寐以求的终极计量标准  | 174 |
| 第十章  | 普遍适用的体系：国际单位制  | 203 |
| 第十一章 | 当代度量衡一览表       | 218 |
| 第十二章 | 尚需重新定义的千克      | 241 |
| 尾 声  |                | 261 |
| 致 谢  |                | 269 |
| 图片来源 |                | 272 |

## 第一章

### 《维特鲁威人》

丹尼尔·笛福（Daniel Defoe）所著的《鲁滨逊漂流记》（1719）里有一段描述，说的是有史以来最著名的随机创造度量衡的活动之一：鲁滨逊遭遇海难后，在一个荒岛生活了十五年。一天，经过海滩时，他看见“一个光脚的人在海滩留下的脚印”，这让他“像遭了雷击”。在此生活多年后，他从未见过任何活人迹象，因此他“恐惧至极”，逃回了洞穴，满脑子都是“疯狂的想法”，如此三天三夜。难道那是撒旦踩出的脚印，要么就是食人族留下的印记？有没有可能是他自己的脚印，也许所有恐惧都源自他的幻觉？他能想到的唯一出路是：“我必须再去一趟海滩，亲眼见证一下那个脚印，用自己的脚踩在那个脚印上比较一下。”再次来到海滩时，鲁滨逊用自己的脚踩在海滩上那个脚印的旁边。那个脚印比他的脚大了许多！经过这次测量，鲁滨逊得以确定，来过这个海岛的人，除了他，至少还有另外一个人。这一发现改变了鲁滨逊对自身安全的看法，促使他立即动手加固原有的洞穴居室。从那往后，他把那地方

当成了“城堡”。<sup>①</sup>

## 随机创造的度量衡

从许多方面看，鲁滨逊的上述行为如实体现了所有测量行为的几个阶段。他需要信息，以便加以利用，而他获取信息的途径唯有利用自己熟悉的东西（一只脚的长度）的特性与不熟悉的同类东西（海滩上神秘的脚印）的特性相比较，目的是更多地了解其他东西；或者，“通过测量”得到某种东西，例如种子的数量、液体的重量（weight）、木头的长度等。人们将基本计量数值统称为单位；在前述场合，“单位”就是“鲁滨逊的脚”。测量行为既可以简单易行，也可以复杂多样，既可以凭借目测，也可以使用精密测量工具；有些标准大概其即可，有些必须精益求精。无论是哪种情况，通过测量，人类希望更好地了解世界，而且测量结果确实可以改变世界。

人类的身体是最古老的工具，同时也是第一个计量用具。脚丫子人人都有，随时可以调用。曾几何时，几乎所有文明国度都利用“脚”作过计量单位，往下还可细分成“指”。例如，古希腊将“一脚长”（或称希腊尺）往下细分为16“指”（或称希腊寸[dactyloi]）；中国将“一脚长”称作尺，往下则细分为寸。其他与身体有关的长度单位有手指、指甲、头发（直径为千分之几英寸）、手掌、手宽（沿用至今仍为测量马匹身高的单位）、臂长（亦称“厄尔”[ell]或“腕尺”[cubit]）、手指跨距（span，指五指张到最大时大拇指指尖到小拇指指尖的距离）、一步、双步。“一

---

<sup>①</sup> Daniel Defoe, *The Life and Adventures of Robinson Crusoe* (New York: Greenwich House, 1982), pp. 162–166.

握”“一把”“一捏”至今仍然是烹饪计量单位。埃塞俄比亚人甚至还用“一耳朵眼”计量药量。<sup>①</sup>与人生有关的时间单位包括“心跳”“一生”“一代”。有个古老的传说，俄罗斯将军亚历山大·苏沃罗夫（Alexander Suvorov）将士兵迈出的步幅定义为计量长度的单位阿尔申（arshin，旧俄长度单位），以确保军中所有成员都拥有计量长度的单位。大约每 1000 阿尔申为 1 俄里（这是计量长度的上一级单位，大约为 1 千米）。

19 世纪 60—70 年代，在印度工作的英国测量员托马斯·蒙哥马利（Thomas Montgomerie）部署了有史以来地域最广和标准最严的利用身体进行测量的活动之一：绘制中国西藏、亚洲中部以及其他地区的地图。这一地区的许多国家拒绝西方人入境，且对偷越国境者处以极刑。为了绕开这道槛，托马斯·蒙哥马利雇用了一对喜马拉雅兄弟——纳因·辛格（Nain Singh）和马尼·辛格（Mani Singh），他花费两年时间教给兄弟二人测量技术，训练他们将步幅严格控制在 33 英寸；或者说，每英里迈出 2000 步（走路过程不考虑地形地貌）。印度喇嘛又被称为“班智达”（pundit），在印度语中意为“圣人”，辛格兄弟乔装成印度喇嘛，利用伪装成转经轮的计数器记录距离。传统的转经轮有 108 颗珠子，但兄弟二人的转经轮仅有 100 颗珠子，两人每迈出 100 步便从转经轮卸掉一颗珠子。利用此法，兄弟二人成功地测量了中国西藏很大一部分地区，包括拉萨。贡献尤其大的是纳因·辛格。这番测量获取的信息帮助托马斯·蒙哥马利绘制了中国西藏和亚洲中部地图，这一地图发挥了许多作用，当然也包括四十年后帮助英国人残酷地入侵西藏。

---

① Stefan Strelcyn, “Contribution à l’histoire des poids et des mesures en Ethiopie,” *Rocznik Orientalistyczny* 28, no. 2 (1965), p. 77.

无论是在中国还是在南北美洲，自远古以来，不同国度的人们都曾经利用粮食粒和种子粒随机制作测量长度和重量（weight）的量具，人们用过的东西包括稻米、玉米、小米、大麦、角豆（英语“克拉”一词即来源于角豆）。由于气候变化，粮食粒和种子粒的长度和重量会随之变化，随着雨季的来临，它们会膨胀；不过，它们唾手可得，而且坚硬。政府部门往往会一味地给这些生成于大自然的标准设定具体的限制，坚持让人们在旱季收获粮食粒和种子粒，且颗粒的个头必须均等。

“易获得性”仅仅是度量衡的三个重要特性之一，它的第二个重要特性是“适当性”，度量衡必须具备适度规模，才能满足预期目的。如果随机创造的度量衡使用起来不方便，就发挥不了作用。典型的度量衡仅有为数不多的几个单位，不可能超过数千单位，甚至 1000 单位也达不到。有个古老的说法很有名：12 世纪时，是英国国王亨利一世将“码”引入了英国度量衡；“码”亦称“臂长”，亨利一世通过立法用他的臂长作为标准来定义码。艺术史学家彼得·基德森（Peter Kidson）指出，当时英国早已拥有一套长度度量衡，平白无故地引入新的标准，会让商人们感到一头雾水，他们必须将新东西与在用的东西关联起来。他说道：“如果心知肚明会麻烦缠身，谁还会潜心发明新的度量衡；另外，让新度量衡进入流通领域更加麻烦，因为让人们接受全新的和不熟悉的东西非常困难！”在乔治·奥威尔（George Orwell）的作品《一九八四》里，独裁者们可以强迫公民们一夜之间改用全新的语言，让人们放弃老一套度量衡，接受全新的东西，同时继续过安稳的日子。小说毕竟是小说，在现实生活中，这样的事是不可能发生的。彼得·基德森还说，如果引入新的计量单位真的与亨利一世有关，那也是因为英国布匹制造商们特别需要某种新的计量

单位；他们用惯了老一套 12 英尺的罗马“寻”，而他们特别需要某种长度大约仅有一半的计量单位，用于标示其产品特性，而新的计量单位必须易于与现有的度量衡关联起来。彼得·基德森总说：“国王在其中的作用不是发明创造，而是查漏补缺。”<sup>①</sup>

为达到预期目的，除了具备易获得性、适度性，度量衡还必须足够牢靠，稳定，可信。这方面，一些早期民族也为今人提供了让人耳目一新的原创实例。在东欧，犹太人为已故亲人举办周年忌辰或周年祭典时，会点燃一根蜡烛，预期的燃烧时间为 24 小时，因而人们将蜡烛插在防护完备的玻璃器皿里，人们将其称作周年忌辰杯（或周年祭典杯）。那个年代，玻璃制品很贵重，人们都会妥善保管自家的杯子，平日里则用来喝水，这种做法也在美洲沿袭下来。菲利普·罗思（Philip Roth）有部《再见，哥伦布》（*Goodbye Columbus*），故事里的主人公曾回忆奶奶用“一个古旧的周年忌辰杯喝着热茶”。所有这类杯子大小都差不多，因为制作这样的杯子原本是为了装入等量的蜡。这种杯子杯壁厚实坚固，因而蜡烛燃烧产生的热量不会使其开裂。杯子的大小正好可以用来衡量食材，它们自然而然地成了烹饪度量衡。某人的奶奶会这么说，某种食材需要多少多少“杯”水、面粉、玉米粉，听到这种话的人立刻会明白食材的用量，而且还知道手头就有计量这些食材的用具。这样的食材配方最初都是口口相传，然后由某个后辈书写成文，经典的做法为，女儿凭借记忆将妈妈所说的话书写成文。这类度量衡都是约数，不过很实用。

比起沉重的周年忌辰杯，饮水用的器皿更加适用，计量用的杯

---

① Peter Kidson, “A Metrological Investigation,” *Journal of the Warburg and Courtauld Institutes* 53 (1990), pp. 86–87.

子则更加精准。如今，用周年忌辰杯作为度量衡已经非常罕见。不过，周年忌辰杯从祭典用具变身为计量单位，如实地反映了度量衡的崛起。在古希腊人看来，计量是人类运用技术完善大自然的经典范例。希腊人早就指出，大自然为人类创造了衣食住行各种需求，而大自然自身却无法满足人类；或者说，大自然仅能提供满足人类需求的原材料，人类必须依靠自己找到或发明满足自身需求的东西。就周年忌辰杯来说，东欧人将其灵活应用了，在这个过程中，原本为某种目的制作的东西被用到了其他方面。这样的例子很多。后来为满足人们对计量的需求，人们制作了尺子、磅秤、钟表以及其他计量用具。

从本质上说，只要具备易获得性、适度性、稳定性，使用随机创作的度量衡不可谓不科学。华莱士·萨拜因（Wallace Sabine，1868—1919）是哈佛大学的物理学家，当年的校长要求他解决哈佛大学福格艺术博物馆的音质问题，同时制定一套量化音质的音频量化表。<sup>①</sup>诸如“混响”之类难以理解的物体应当如何测量呢？华莱士·萨拜因决心利用椅子垫进行实验，在他的指导下，人们从哈佛大学音响效果最好的桑德斯剧场搬来了椅子垫，在不同的建筑里进行室内实验。他们的实验从半夜到早晨5点之间进行，因为那个时间段整个校园沉浸在静谧之中。华莱士·萨拜因和助手们搬走了大厅里的所有椅子垫，借助一个秒表、一架管风琴、一个听觉敏锐的助手、不同数量以及放置于不同位置的椅子垫，他们测量了可辨音在桑德斯剧场里的回响究竟能持

---

① Emily Thompson, *The Soundscape of Modernity: Architectural Acoustics and the Culture of Listening in America, 1900–1933* (Cambridge: MIT Press, 2002).