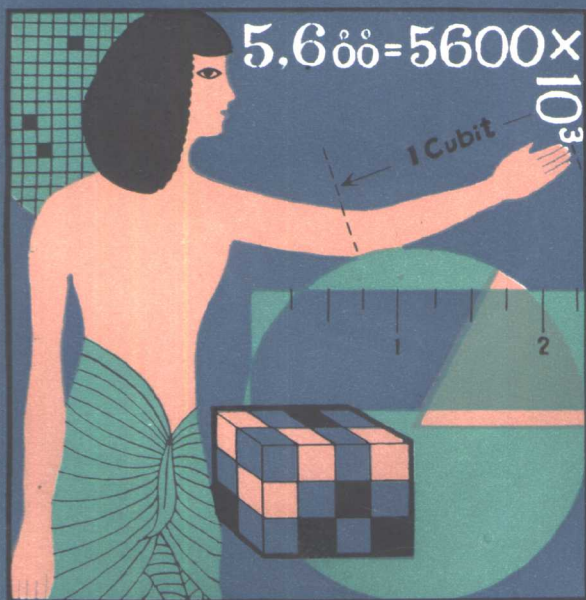


《自修数学》小丛书

测量世界

(英) D. A. 约翰逊 W. H. 格伦 著



科学出版社

《自修数学》小丛书

测量世界

〔英〕D. A. 约翰逊 W. H. 格伦 著

蔡 晨 译

秦元勋 校

科 学 出 版 社

1 9 8 6

内 容 简 介

本书是《自修数学》小丛书中的一本，它对测量的起源和发展以及现代世界中测量的地位等作了形象化的描述，它以通俗易懂的语言介绍了什么是测量、如何测量、测量单位、测量精度等。

本书深入浅出、生动有趣，它对开阅读者眼界、增长数学知识，能起积极作用。

本书适合具有中等文化程度的读者阅读。

Donovan A. Johnson

William H. Glenn

THE WORLD OF MEASUREMENT

John Murray, London, 1964

测 量 世 界

〔美〕D. A. 约翰逊 W. H. 格伦 著

蔡 展 译 秦元勋 校

责任编辑 陈永谔 毕 颖

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

•

1982年9月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1986年6月第二次印刷 印张：2 1/4

印数：11,501—15,500 字数：48,000

统一书号：13031·1982

本社书号：2708·13—1

定价：0.41 元

出 版 说 明

英国出版的《自修数学》小丛书 (Exploring Mathematics on Your Own) 是给具有中等文化程度的读者编写的一套近代数学通俗读物。该丛书自1964年初版后, 于1974年、1976年多次再版印刷。为开阅读者眼界、增长数学知识, 我们将选其中的一部分翻译出版, 其目次如下:

大家学数学

测量世界

数型

毕达哥拉斯定理

统计世界

集合、命题与运算

数学逻辑与推理

曲线

拓扑学——橡皮膜上的几何学

概率与机率

向量基本概念

有限数学系统

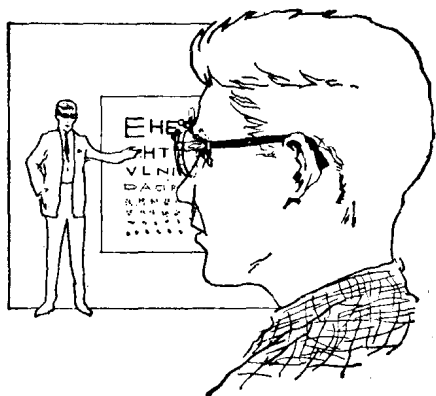
无限数

矩阵

目 录

一、测量的故事	1
1. 什么是测量?	1
2. 测量的起源和发展	2
3. 怎样测量	4
二、基本测量	7
1. 长度单位的故事	7
2. 重量的故事	9
3. 面积和体积单位的故事	10
4. 米制系统	14
5. 时间测量的故事	18
6. 角的测量	19
三、现代世界中测量的地位	21
1. 力、功、能以及功率的测量	21
2. 热和温度的测量	22
3. 关于光的测量	23
4. 声音的测量	23
5. 电的测量	24
四、和测量有关的工作	26
1. 估算测量	26
2. 近似与测量	28
3. 测量的精确度	30
4. 测量的准确性	35
5. 有效数字	36
6. 数的舍入	39
7. 测量的加法和减法	40

8. 测量的乘法和除法	43
9. 单位换算	48
10. 近似数的数学	49
11. 未来的测量	52
12. 测量练习	55
练习答案	58



一、测量的故事

1. 什么是测量？

今天你呼吸了多少空气？一块糖有多少卡的热量？到月亮有多远？你看这一页书要多少光？所有这些问题都能通过测量来回答。我们吃的食物、喝的水、以及呼吸的空气已经被测量过。光、热、电以及声音已经被测量过。也许你的视力、智力、你跑的速度也已经被测量过。

但是，测量的意思是什么？事物是怎样被测量的？谁发明了测量事物的单位？怎样计算测量过的量？只要你想跨进当今的数学世界，就必须了解这些问题。

假如你去一个水果店买了17个苹果，总重6磅，总价钱是8先令。这里就给出了三种测量。在每种测量中，都是用一个数去描述某种性质的。苹果的数量用17来描述，重量是多少磅用6来描述，付的先令用8来描述。也就是每个数联

系一个测量单位：17个苹果，6磅，8先令。测量就是把一个数和一个测量单位联系起来去描述人或事物的某种性质。

我们谈到测量的时候，必须把事物和它们的性质分开。事物是自然的对象，例如匣子、足球或者人类。事物的性质是指它的特征，例如颜色、长度、重量或者智力。我们测量的总是性质而不是事物。我们不测量约翰，而测量约翰的身高，体重或体温。在这一点上，测量给我们提供了信息。说约翰有6英尺高比说约翰是一个高个的男孩提供了更多的信息。说安(人名)的体重过重就没有说安的体重是15石¹⁾来得清楚。

测量的重要部分是测量单位。用这样长——，表示一英寸，来测量直线的长度，下面的直线AB的长度是3英寸：

A—————B

因为直线AB可以分成三等分，每一等分1英寸长，直线AB的长度是3英寸。当我们测量一个量时，就是要找出它包含有多少个测量单位。

2. 测量的起源和发展

人类的历史，就某方面来说，是测量的历史。测量是由比较事物开始的。通过比较，人们能够确定这一群动物比另一群多。当数的概念发展起来后，比较就通过数数来进行。后来，人们发现了更好的测量单位。

¹⁾石，重量名，照规定是14磅，但实际上肉类是8磅，奶酪是16磅，麻是32磅，玻璃是5磅，羊毛是24磅。——译者

最早使用的测量单位是非常简单的。人们用脚、手、拇指或步长来测量长度。在这种情况下，他们的测量尺度总是随身带着的。他们用石头或者谷物的颗粒来测量重量，用太阳或月亮来测量时间和季节。

但是这些测量单位不一定一样，因为脚有大小，石头有轻重，白天有长短。所以，当人们建筑房屋、乘船旅行、贸易以及划分土地时，这些自然的测量方法就不够好了。人们需要一种标准的测量尺度。

无论何时，只要测量方法改进了，新的发现和更好的产品就会随之而来。这是在我们文明的发展过程中已经证实了的。在十八世纪，制造大炮和炮弹的工厂的工人发现，他们的工作必须非常精细，制造的炮弹一定要和炮筒相配，如果炮弹过小，火药爆炸的推力的漏损会使得炮弹根本射不到靶子。当然，炮弹也不能大过炮筒。因此在做炮弹和炮筒时，要有准确的测量。同样道理，瓦特在第一个蒸汽机工作之前，就需要有一个恰好能配合汽缸的活塞。人们需要能帮助他们进行准确测量的仪器。

今天，现代工业必须制造成千上万个需要准确测量的零件。有了精密的测量仪器，准确的测量就成为可能的了。这样，就可以生产出能工作多年的汽车、飞机、以及其它机器了。有些新的测量仪器是相当吸引人的，例如有一种仪器它能从一边去测量一个曲面的厚度，不论是鸡蛋壳还是军舰的钢板它都可以测量。

要问一块18英尺×22英尺的矩形地皮和一块30英尺×10英尺的矩形地皮哪一块大，你可以做一个简单的计算轻而易举地解决这个问题。但是，在人们想出如何回答这种问题之前曾花费了相当长的时间。一旦人们想出了这一点，就可能创造一些新概念并改善他们的生活方式。

方便的测量单位，标准的测量尺度，精密的测量仪器以及在测量中的计算方法，这些在一个有用的测量系统中是最重要的部分。这说明测量是数学、科学研究以及力学的综合。数学、科学研究和力学发展了，测量也就改进了。由于有了更好的测量，人们已经建立起一个新概念、新材料和新机械的世界。

3. 怎样测量

测量是用来确定多少、大小和比较多少的。这通常是根据例如量尺、温度计、钟、量杯这些仪器上的读数来确定的。这些数代表包含在某一个量中的测量单位的个数。用同样的单位去测量就可以比较大小和多少。不论什么时候，只要说到或记录一个测量，我们总要指出使用的单位。例如某人说他的弟弟是10，我们会要问他指的是10天，10周，10个月呢，还是10岁。

我们经常用数数、直接使用测量仪器或者间接计算这三种方法之一去进行测量。数数通常用于不能用分数表示测量单位的那种测量。例如我们要数一下在一个集会中的小孩数目或者记录一场球赛的得分，在这两种情形下测量都是用数数来确定的，分数是没有意义的。例如， $\frac{1}{2}$ 个小孩或者 $\frac{3}{4}$ 分的说法是没有意义的。在每一种数数的测量中，测量的单位是一个对象，例如一个小孩或者一分。数数测量通常是精确的，例如谈到“这个橄榄球队得9分”，就是指这个球队确实得到9分——而不是8分或10分。但有时数数测量是不精确的，例如要指出一群画眉鸟或一个城市人口的确切数目是不太可能的。但根据猜测、估算、或者对一个正确的统计结果作推算，你就可能给出一个近似值。

当测量是按照测量仪器的单位来比较一个被测量的事物时，我们用直接测量。当用量尺测量一张纸的长度，用量杯测量一匣糖的数量时，我们是在用仪器进行直接测量。

当我们不能直接用仪器对事物进行测量时，就用间接测量。以后我们要更多地谈到间接测量及其方法

由分数无意义的数数测量得到的值称为离散数据。用像量尺这样的测量仪器得到的值称为连续数据，给我们以连续数据的这种测量是决不可能精确的。重量测量得到的值是连续数据的一个例子。你可以用你高兴的任何分数单位测量你的

体重，假如这样得到的是 $105\frac{5}{16}$ 磅，但如果你用一个更

精密的尺度，你会发现你的体重是 $105\frac{9}{32}$ 磅。不同精密度的

的尺度可能会得出不同的结果。无论你有多精密的测量尺度，总是可能（但或许不实际）设计一个更精密的测量尺度。在这本小册子的最后，我们会更多地谈到在连续数据中包括的不精密性。

练习 I

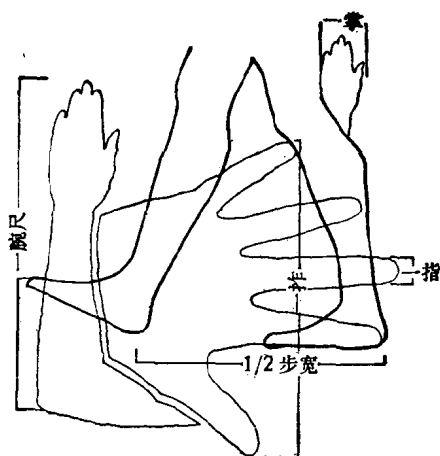
1. 下面这些量的测量产生离散数据呢，还是连续数据？

- a. 一场足球赛的人数。
- b. 你校男孩的身高。
- c. 香肠的价钱。
- d. 一个橄榄球队选手的人数。
- e. 你校的用水量。
- f. 你在学校的时间。

2. 下面这些量的测量是精确的还是近似的？

- a. 伦敦到格拉斯哥的距离。

- b. 一个苹果的重量。
- c. 一只蒲式耳篮子能装下的苹果的平均数。
- d. 一壶牛奶的数量。
- e. 你在银行的存款数目。
- f. 保守党和工党的党员人数。



二、基本测量

1. 长度单位的故事

长度测量，例如，山洞到河流之间的距离的测量，是人们最早需要的一种测量。当人们要建筑房屋、种地、贸易或旅行时，长度测量就变得更重要了。

最早的长度测量是以人体的各部分为依据的。人们把一个指头的宽度称为一指，把手的宽度称为一掌，把手充分张开时大拇指尖到小指尖之间的距离称为一拃，把手臂举直时由肘到中指尖的长度称为一腕尺。步宽是指同一脚跟两次着地之间的距离，这和我们今天说的步长的两倍是相同的。罗马兵在进军欧洲时就是用数步宽来测量距离的。

人体各部分的长度引出某些直线测量的标准单位。英寸大概就是以大拇指的宽度为依据的，英尺是以脚的长度为依据的，码本来是描述手臂伸开时从鼻子尖到大拇指头间距离

的。在古罗马，1步宽相当于5英尺，1000步宽相当于5000英尺，差不多就是一英里了。1000的罗马字是“mille”，这大概就是“英里”(mile)的来历。

由于这些长度单位因人而异，作为一个国家的统治者准确地规定这种单位就很必要了。例如英格兰国王亨利一世，在位1100年至1135年，他宣布一码就是从他的鼻子尖到大拇指头间的距离。一百年后，国王爱德华一世命令用铁棒做成标准码并发布告说1英尺就是这根铁棒长度的 $\frac{1}{3}$ 。

十九世纪，用英国码表示的长度正式规定为在华氏62°时由英国政府保存的一个特制青铜棒上两个记号间的距离。美国袭用英国码作为基本的长度测量单位。但是现在的美国码是按照测量的米制系统规定的，实际上已经不完全是原来英国码的那个标准了。

练习2

1. 利用几个人身体测量得出的结果填写下表并比较这些结果：

测 量 种 类	第一人	第二人	第三人	第四人
a. 用英寸做标准单位测量 大拇指宽				
两 指 宽				
大拇指关节到指端的距离				
b. 用英尺做标准单位测量 脚的长度				
c. 用码做标准单位测量 手臂伸开时从鼻子尖到大拇指头间的距离				

2. 一腕尺是指前臂从肘到中指尖的长度。用英寸做标准单位测量几个人腕尺的长度。

3. 一步宽是指同一脚两次着地之间的距离。你走20步宽，用英尺测量一下距离然后再除以20便可得出你的步宽的长度。

2. 重量的故事

最早的重量的测量大概就是比较两个物体，一手拿一个看看哪一个重些。后来有一个聪明人发明一个简单的测量重量的装置，在一根棒的中间用绳子系牢把棒悬挂起来，然后把要比较重量的物体分别吊在棒的两头，如果两个物体重量相同棒就保持水平，如果一个物体重些棒就向这边斜下来。现在我们在科学实验室准确地测量物体重量用的就是这种天平系统。近代的天平秤采用把已知重量放在一边来平衡要称的物体。

测量重量用的天平和重量系统可能是从古埃及人开始的，他们用石头做配重，甚至今天还有称之为砵的重量单位。1 砵相当于14磅。巴比伦人用谷物的颗粒做配重，现在有一些重量系统包含称为谷粒(格令¹⁾)的单位。

英国和美国用的重量系统的许多单位是从罗马的测量单位发展而来的。今天，我们经常用常衡制表示物体的重量，这种系统的单位是磅，盎司，打兰，格令以及英吨。1 磅等于16盎司，1 盎司等于16打兰或437½格令，1 英吨等于2240磅。但英国使用的常衡制不止一种，例如，药剂师和医生用来表示药品重量的是他们自己的重量系统。在这种系统里，1 磅等于12盎司或5760格令，1 盎司等于8 打兰或480格令，1 打兰等于3 斯克鲁普尔，1 斯克鲁普尔等于20格令。重量的金衡制是用于称金银、白金、金币和宝石的，1 金磅也等于12盎司或5760格令，但把1 盎司规定为20本尼威特，1 本尼威特规定为24格令。格令在这三个系统中都是相同的。

1) 1 格令 = 0.064 克。——译者

练习 3

1. 如果有 8 个同样种类同样外观的硬币，它们中间有一个是伪造的，比其它的轻。你能用天平仅仅称两次就找得出哪一个 是伪造的吗？

2. 要使天平的一端只用 5 个砝码就可以称 1 克到 31 克的重量，那么，应该使用什么砝码？

3. 面积和体积单位的故事

铺上地毯的地板总量以及农场的土地总量都是用面积来测量的。从数学上说，面积是描述一个几何图形内部的大小的。

我们怎样来描述图 1a 内部的大小呢？

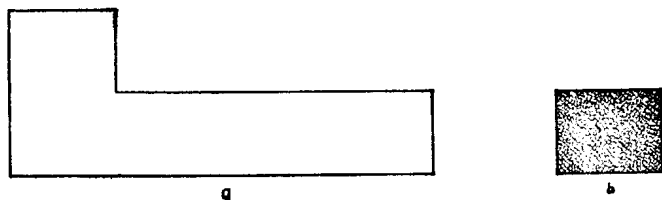


图 1

一种方法是用图 1b 的矩形和它作比较，看看有多少个这样的矩形恰好能放进图 1a 的内部。如果我们按图 1b 的尺寸分割图 1a 并小心注意不要让小矩形重迭或超出图 1a 的范围（用小矩形覆盖的情形如图 2 所示），则得出图 1a 的内部或面积等于 5 个小矩形那样大。

我们还可以用任何形状、任何大小的图形作为面积测量的单位。在选定一个面积单位后，测量图形的面积就是求出

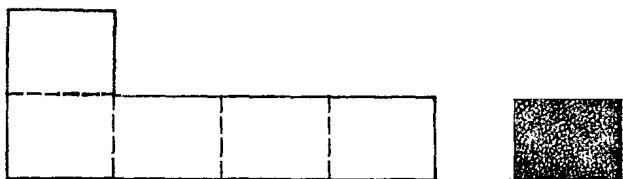


图 2

需要多少个单位图形才能覆盖住要测量的那个图形的内部。

用来作为测量单位的图形，最方便的就是正方形。正方形的边要选择通常的长度单位，例如选择 1 英寸，那么这个正方形就称为 1 平方英寸。平方英尺，平方码，平方米以及平方英里是作为面积测量单位的另一些正方形。1 英亩是一个相当于足球场大小的土地面积的单位，1 英亩等于 4840 平方码。

只要知道了图形的尺寸，使用平方单位就容易计算矩形和其它几何图形的面积了。

例如，图 3 这个矩形的尺寸是 4 英寸 $\times$ 3 英寸，那么它的面积就是 12 平方英寸，即这个矩形包含 12 个具有 1 英寸边长的正方形

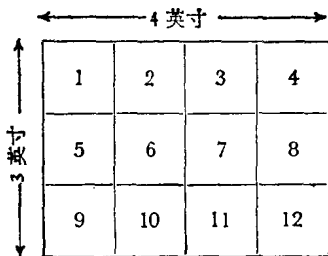


图 3

计算矩形面积的简单公式是什么？

古代有些东西的体积测量是用桶、包、袋或挂进行的。由于生活方式改变了，

所用的容器以及购买的数量也要改变，像上面这些测量单位现在差不多都不用了，因为我们并不常去买一桶面粉、一包鱼或者一挂香蕉。