

TURING 图灵新知

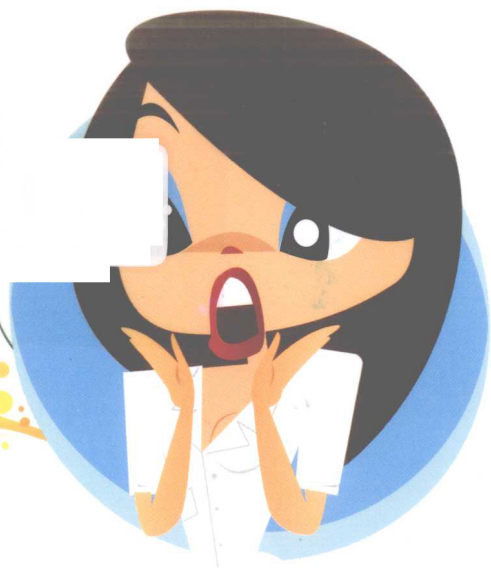
Guesstimation

Solving the World's Problems on the Back of a Cocktail Napkin

这也能想到？

巧妙解答无厘头问题

[美] Lawrence Weinstein 著
John A. Adam 何儒 黄倩 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TURING 图灵新知

Guesstimation

Solving the World's Problems on the Back of a Cocktail Napkin

这也能想到？

巧妙解答无厘头问题

[美] Lawrence Weinstein 著
John A. Adam

何儒 董倩 译



人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

这也能想到? : 巧妙解答无厘头问题 / (美) 温斯坦 (Weinstein, L.), (美) 亚当 (Adam, J. A.) 著; 何儒, 黄倩译. — 北京: 人民邮电出版社, 2010. 8

(图灵新知)

书名原文: Guesstimation: Solving the World's Problems on the Back of a Cocktail Napkin
ISBN 978-7-115-23212-0

I. ①这… II. ①温… ②亚… ③何… ④黄… III. ①思维科学—普及读物 IV. ①B80-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第122121号

内 容 提 要

本书力图教会大家简单实用的估算技巧, 拓宽思路, 提升思考能力和快速估算能力。其取材广泛, 内容新颖有趣。每章集中讨论一个特定话题, 如能源与环境话题、污染话题、交通话题等, 各章的难度采取循序渐进的方式, 从而鼓励大家养成积极思考的习惯。

本书适用于对估算感兴趣的所有人学习。

图灵新知

这也能想到? ——巧妙解答无厘头问题

◆ 著 [美] Lawrence Weinstein John A. Adam

译 何 儒 黄 倩

责任编辑 杨海玲

执行编辑 卢秀丽

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/32

印张: 7.5

字数: 201千字

2010年8月第1版

印数: 1-4 000册

2010年8月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2009-1521号

ISBN 978-7-115-23212-0

定价: 25.00元

读者服务热线: (010)51095186 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

版 权 声 明

Original edition, entitled *Guesstimation: Solving the World's Problems on the Back of a Cocktail Napkin* by Lawrence Weinstein and John A.Adam, ISBN: 978-0-691-12949-5 , published by Princeton University Press. Copyright ©2008 by Princeton University Press.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from Princeton University Press.

Simplified Chinese translation copyright ©2010 by Posts & Telecom Press.

本书简体中文版由普林斯顿大学出版社授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者许可，不得以任何方式复制本书内容。

仅限于中华人民共和国境内（香港、澳门特别行政区和台湾地区除外）销售发行。

版权所有，侵权必究。

译者序

本书提出了大量贴近生活的有趣问题，并在短时间内给出了近似精确或较为合理的解答，藉此向我们展现了估算的魅力。书中提出的有些问题本身可能没有太大的意义，估算答案时也没有用到高深的理论和复杂的方法，但其思想却对我们的学习、工作和生活有着重要的指导作用。例如，译者在研究视频监控时，曾利用本书思想对2009年全国监控摄像机的总数进行过如下的粗略估算：首先通过网络媒体数据估算出广东省（发达地区）平均每30人有一台监控摄像机，武汉市（普通地区）平均每80人有一台监控摄像机；然后取几何平均值，估计全国平均每50人有一台监控摄像机；最后结合中国的总人口数，可知全国约有2 600万台监控摄像机，这跟官方数据是比较接近的。

书中有的问题可能看似简单，但却因为贴近生活而显得更加真实，容易激发广大读者的阅读兴趣。交通事故虽然经常发生，但却往往因为侥幸心理的存在而得不到应有的重视，作者约翰通过亲自开车撞护栏强调了系安全带的重要性。可以说，阅读本书不仅可以学到估算技能，还能真切感受到作者热爱生活的态度和献身事业的精神。书的最后一章给出了33个没有给出答案的问题，不仅可以作为读者应用估算技能的练习题，而且能够引领读者提出并解答更适合自身需求的问题。在行文风格上，本书言简意赅，解答问题的篇幅通常不超过一页。由于问题之间往往具有较强的独立性，因此，本书非常适合作为课间或茶余饭后的休闲读物。

本书主要由何儒和黄倩翻译，因水平、时间所限，错误和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

前 言

数字有多大呢？

我们随时都会碰到数字。它们经常用于恐吓我们：“今年鲨鱼袭击人的次数翻了一倍！”或者“在飞机上使用婴儿座椅能够挽救几十条生命！”也经常用于引诱我们：“本周的彩票奖金是一亿美元！”了解周围的世界需要数字：“平均每个美国人每年会制造出100立方英尺的垃圾！”或者“核工厂会产生数以吨计的高辐射废弃物！”

只要具备下面两项能力，就能理解这些常常令人困惑有时甚至相互矛盾的数字了。

- (1) 领会大数字的含义。
- (2) 根据一些基本事实进行粗略的常识性估算。

本书会讲授这些简单的技能，以便你能够更好地了解周围的世界，戳穿有关数值、政治和科学的无稽之谈。

这两项能力对你的职业发展也有促进作用。许多顶尖的公司把估算问题用在面试中，从而判断应聘者的智慧和灵活性^[1]。大的软件公司、管理咨询公司以及投资银行（比如，微软、高盛、美邦）在招聘时就会问到这类问题，比如尿不湿在中国的市场有多大？填满波音747飞机需要多少个高尔夫球？世界上有多少钢琴调音师？^[2, 3]企业用这些问题来测试应聘者的反应能力和在现实生活中运用数学技巧的能力。

这些问题通常称为“费米问题”，以纪念乐于提出问题并解决问题的传奇物理学家恩里科·费米（Enrico Fermi）。在首颗原子弹的爆炸实验中，据说费米在冲击波通过时抛出了一些碎纸片，并根据碎纸片飘落的

情况估算出了爆炸的强度。

本书中,我们将帮助你对各种各样的问题展开估算。从填埋垃圾所需的空间到世界上此时正在挖鼻孔的人数,我们都能一一估算出来。这些问题都没有唯一正确的分析方法,我们会给出一些获取正确答案的途径。

我们将从两个简短的章节开始,分别介绍如何估算和如何处理大数字,然后我们将转入本书的核心章节:有趣的问题(如果你需要,可以看到很多提示)及附在反面的答案。这些问题按章分类,每章集中讨论一个特定的话题,比如能源与环境话题、交通话题、风险话题等。每一章都会从简单的问题开始,逐步过渡到较难的问题。第6章到第9章分别讨论了不同形式的能量。我们将从爬山开始,继而对汽油、巧克力薄饼、电池、太阳、沙鼠、风车以及铀的能量进行比较。

这些问题涉及范围很广,从易到难,从小到大。我们要计算出很多精彩问题的答案,包括:

- 如果把全世界的人都挤在一起,会占据多大空间?
- 如果用电池来取代你汽车上的油箱,需要多少节电池?
- 蜘蛛侠真的能阻止地铁吗?
- 核能发电机和煤能发电机每年会产生多少废弃物?
- 发动一辆车到底需要消耗多少能量?
- 每磅的太阳和沙鼠,哪个能量更大?
- 需要增加多少农田才能生产出足以取代汽油的谷物乙醇?

只要愿意积极地思考并处理大数字,就能回答这些问题。对于少数可能需要用到的科学原理和方程,我们会给出提醒。你一定会大吃一惊,原来从自己已有的知识出发就能解决这么多问题!

即将在本书中学到的新知识可以应用到以后遇到的所有估算问题中。祝各位在面试中都有好运!

致 谢

我们要感谢每一位曾给予我们帮助的人，至少要感谢那些没有给我们拖太多后腿的人。

我John，要感谢我的系主任J. Mark Dorrepaal对本书出版（以及其他诸事）的大力支持。我们的编辑Vickie Kearn曾经告诉我：“写书其实就像孕育松果。”她的忠告和幽默感使得本书得以全面顺利地完成（不过有时也需要用冰激凌来刺激一下）。我与合著者Larry相处得很愉快，他总能使我保持清醒的大脑（而且从来不会触怒我）。每当散步遇到正在遛狗的Patty Edwards时，我总能欣喜地从她那里“发现”一些新的东西并领略到她的艺术天赋，而且这种发现的快乐几乎是与日俱增的。毫无疑问，她对本书的突出贡献可以开启一个全新的传奇故事：“从前，一个物理学家、一个艺术家和一个数学家走进一个酒吧……”^①最后，我的妻子苏珊在关于本书的有争议问题上给出了很多睿智而富有建设性的意见，我很感谢她的爱和建议。

我Larry，要特别感谢奥多明尼昂大学物理系的所有同仁，是他们鼓励我开展对“物理学中的估算”这个课题的研究，本书就是以这个课题为基础的。既然有了一本这一课题的教材，我就可以让其他人去讲课了。感谢为本书提供精彩问题或创新解法的所有同事和学生（人数太多，在此不一一列举，以防遗漏）。还要感谢普林斯顿大学出版社的编辑Vickie

① 第一作者Lawrence（即Larry）是物理老师，第二作者John是数学老师，而Patty是艺术老师。——编者注

2 | 这也能想到? ——巧妙解答无厘头问题

Kearn, 感谢她在本书撰写过程中给予的鼓励和帮助。默契的合作需要双方都自愿地去完成90%的工作, 我感谢合著者John所做的分外工作, 跟他合作非常愉快。我还要感谢我的妻子与孩子Carol、Lee和Rachel, 感谢他们提出的具体建议和更正意见, 感谢他们对本书工作给予的全面支持, 更感谢他们使我的生活充满乐趣和价值。

目 录

第 1 章 怎样解决问题	1
第 2 章 处理大数字	9
2.1 科学记数法	10
2.2 准确度	12
2.3 关于单位的注意事项	13
2.4 单位换算	14
第 3 章 一般性的问题	17
3.1 一个大家庭	18
3.2 注意, 球来了!	21
3.3 Patty, 你的泡菜把我们难倒了!	23
3.4 出人意料的表面积	25
3.5 朋友, 你能灌满那个圆顶吗?	27
3.6 1 摩尔猫	30
3.7 彩票知多少	32
3.8 成吨的垃圾!	34
3.9 Trashmore 山	37
3.10 空中飞人	40
3.11 图书上架问题	42
第 4 章 动物和人	45
4.1 比天上的星星还多	46

2 | 这也能想到? ——巧妙解答无厘头问题

4.2	与血液有关的估算	49
4.3	平展你的皮肤	52
4.4	明天把头发剪掉	55
4.5	热狗!	57
4.6	在球场上奔跑	59
4.7	喔……太粗俗了	61
4.8	排队上厕所	63
4.9	拉直了测量	65
第 5 章	交通篇	67
5.1	开车到土星	68
5.2	淹没在汽油中	70
5.3	高速公路慢行	73
5.4	黄包车与汽车	76
5.5	马粪	79
5.6	轮胎磨损	81
5.7	为车而工作	83
第 6 章	能量和功	87
6.1	托举一定高度所需要的能量	88
6.1.1	登山	89
6.1.2	推平阿尔卑斯山脉	91
6.1.3	盖楼	94
6.2	动能	97
6.2.1	发球	98
6.2.2	卡车的动能	100
6.2.3	大陆漂移	102
6.2.4	“大胆地出发……”	105
6.3	功	108

6.3.1 撞击!	109
6.3.2 蜘蛛侠与地铁列车	111
第 7 章 碳氢化合物和碳水化合物	113
7.1 化学能	114
7.1.1 汽油中的能量	115
7.1.2 电池的能量	117
7.1.3 电池能量密度	120
7.1.4 电池与油箱	122
7.2 食物是能量	124
7.2.1 人与汽车的能耗	125
7.2.2 农产乙醇	128
7.3 能量!	130
7.3.1 人类的热量	131
7.3.2 加满汽油	133
7.3.3 充满电	135
第 8 章 地球、月球和大量的沙鼠	137
8.1 但是它运动了	138
8.2 快躲开!	141
8.3 超级大太阳	144
8.4 太阳的功率	146
8.5 如果太阳由沙鼠构成	149
8.6 化学太阳	152
8.7 邻近的超新星	154
8.8 融化冰冠	157
第 9 章 能源与环境	161
9.1 人类的功耗	162
9.2 大陆的功耗	165
9.3 太阳能	168

4 | 这也能想到? ——巧妙解答无厘头问题

9.4	用来获取太阳能的土地	170
9.5	倾斜的风车	172
9.6	煤炭的功率	175
9.7	核能	177
9.8	坚固的表面	179
第 10 章	大气	183
10.1	进入到稀薄的空气中	184
10.2	古老的空气	186
10.3	吸收氧气	189
10.4	煤中的 CO_2	191
10.5	健康地发热	193
10.6	汽车排放的 CO_2	195
10.7	用树木吸收 CO_2	198
10.8	化树为油	201
第 11 章	风险	203
11.1	道路上的赌博	204
11.2	飞机的真相	206
11.3	生命就像海滩	208
11.4	随烟消逝	210
第 12 章	未给出答案的问题	213
附录 A	需要用到的数和公式	216
A.1	有用的数	216
A.2	常用公式	217
A.3	公制前缀	217
附录 B	尺寸对照表	218
参考文献		221

第 1 章

怎样解决问题

步骤1 写下答案^[4]，换句话说就是得出一个合理的近似解。通常这就是你所需的全部信息。

例如，如果从纽约到波士顿的路程是250英里，开车需要多长时间呢？以平均每小时50~60英里来算，你能立刻估算出需要4~5个小时。这一信息足以让你决定是否要开车去波士顿度周末。如果你决定开车去，就得查地图或上网搜索以获取准确的路线和更准确的预期耗时。

类似地，在购物之前，你通常会对自己的花销有个计划。假定你认为花100美元买台X-Game2是比较合理的。如果售价是30美元，你会毫不犹豫地买下；而如果售价是300美元，你自然不会去买了。只有当价格在100美元左右时，你才会思来想去是否要买下它。

在这里我们采用同样的推理。我们尽量使估算结果上下浮动范围不超过10倍。为什么？因为10的倍数可以帮我们做出大多数决定。

一旦你估算出一个问题的答案，这个答案必定属于如下三种类别之一：

- (1) 过大；
- (2) 过小；
- (3) 正好。

如果答案过大或过小，你知道该怎么做（比如：买下商品、不要驾车去波士顿）。只有当答案与你的估算相吻合时，你才会多花些精力来解决这个问题并完善答案。（但是这超出了本书的范围，我们的目标只是在10倍的范围内帮你估算答案。）

要是所有的问题都像那样简单，你就不需要这本书了。很多问题都比较复杂，你不能立刻给出正确的答案。这些问题需要不断分解成一个个更小的问题来解决。最终，这些小问题会变得足够小、足够简单，于是我们能估算出每一个小问题的答案。因此我们进入下一步骤。

步骤2 如果估算不出问题的答案，那就把这个问题划分成一个个更小的问题，然后估算出每个小问题的答案。对于每个小问题，你只需要估算出上下10倍范围内的答案，这有什么困难呢？

通常，确定数量的上下界比直接估算其本身更容易。例如，如果要估算大众甲壳虫汽车能容纳多少马戏团小丑，我们知道答案一定大于1并且小于100。我们可以取上界和下界的均值50作为估计值。但这并不是最佳选择，因为它是下界的50倍，但只是上界的1/2。

既然我们希望估计值跟上下界的比值一样，那么可以取几何平均值。为了计算任意两个数的近似几何平均值，只需要分别对系数和指数取均值即可。^①在小丑例子中，1 (10^0)^②和100 (10^2)的几何平均值是10 (10^1)，因为指数0和2的均值是1。类似地， 2×10^{15} 和 6×10^3 的几何平均值约为 4×10^9 (因为 $4 = \frac{2+6}{2}$ ， $9 = \frac{15+3}{2}$)。^③如果指数的和是奇数，就有点复杂了。

这时需要把指数的总和减去1使其为偶数，并把最后的结果乘以3。因此，1和 10^3 的几何平均值是 $3 \times 10^1 = 30$ 。

例1 MongaMillions彩票堆叠的厚度

这是一个相对简单的例子：你赢得MongaMillions彩票的几率是一亿分之一^④，如果把所有可能中奖的彩票都堆叠起来，那应该可以堆多高呢？下面哪个最接近呢：一栋大楼的高度（约100米或300英尺）、一座小山的高度（约1000米）、珠穆朗玛峰的高度（约10 000米）、大气层的高度（约 10^5 米）、纽约到芝加哥的距离（约 10^6 米）、地球的直径（约 10^7 米），还是地球到月球的距离（约 4×10^8 米）？试想如何从这么高的一叠彩票中抽出那张中奖彩票。

解 为了解决这个问题，我们需要两个信息：彩票的总张数和每张彩票的厚度。因为你中奖的几率只有一亿分之一，这意味着总共可能有1

① 在科学记数法中，我们用系数和指数来描述一个数。指数是10的幂次，而系数则是需要与其相乘的数（介于1和9.99之间）。如果你不熟悉这种科学记数法，请快速参考一下第2章的相关部分，然后再回过头来阅读，我们在这里等你。

② 任何数的0次幂都是1。

③ 更准确地说（本书的答案往往不是很准确），两个数 b 和 c 的几何平均值是 $a = \sqrt{bc}$ 。我们的估算法则对指数来说很精确，对本书中的系数来说也非常接近。

④ 彩票布告栏通常把中奖几率用非常小的字写在最下面。

亿 (10^8) 张不同的彩票。^①我们不可能准确地估计出像单张彩票这么薄的东西的实际厚度 (1/16英寸还是1/64英寸? 1毫米还是0.1毫米?), 因此需要估算一叠彩票的厚度。为了不失一般性, 我们考虑一叠纸的厚度。每令复印纸或打印纸 (500张) 大概1.5~2英寸 (差不多5厘米, 因为1英寸=2.5厘米), 但纸张比彩票薄。52张一副的扑克牌也大概是1厘米厚, 而扑克牌的厚度可能更接近彩票。这意味着每张彩票的厚度是

$$t = \frac{1\text{厘米}}{52\text{张}} = 0.02 \frac{\text{厘米}}{\text{张}} \times \frac{1\text{米}}{10^2\text{厘米}} = 2 \times 10^{-4} \frac{\text{米}}{\text{张}}$$

所以, 10^8 张彩票的厚度为

$$T = 2 \times 10^{-4} \frac{\text{米}}{\text{张}} \times 10^8 \text{张} = 2 \times 10^4 \text{米}$$

2×10^4 米是20千米 (大概15英里, 因为1英里约为1.6千米)。

如果把这么多彩票水平堆叠, 需要4~5小时才能走完全程。

如果把这么多彩票垂直堆叠, 其高度相当于珠穆朗玛峰的高度 (约3万英尺, 或者说10千米) 的两倍, 也是大型喷气式飞机飞行高度的两倍。

如果用正常纸张的厚度来计算, 那你的结果也许会比准确结果小几倍; 如果按每张彩票的厚度为1毫米来计算, 那你的结果也许会大几倍。彩票堆叠起来的厚度到底是10千米还是50千米是否真的很重要呢? 不管是哪一种情况, 要想从那一叠彩票中抽出中奖彩票, 希望相当渺茫。

例2 美国飞机的乘客数

这些问题很有趣, 因为第一, 我们并不需要找到准确的答案; 第二, 有很多不同的方法可以估算出答案。下面是一个稍微难一些的问题, 也有多种解法。

美国人一年一共乘坐多少次飞机?

我们可以自顶向下或自底向上来估算这个问题的答案。也就是说,

^① 1亿 = 100 000 000, 即1后面跟8个0 (数一数!), 可以用科学记数法表示为 1×10^8 。