

How Many Licks?

Or, How To  
Estimate Damn  
Near Anything



# 超级思维

用理工科思维推算世界

[美]亚伦·桑托斯 著 白秀敏 译

世界这么大，你要会推算。  
大数据时代必备思维方式

在大胆的数字谜题中发现非凡创造力！  
有趣度直追《那些古怪又让人忧心的问题》



重庆出版集团  重庆出版社

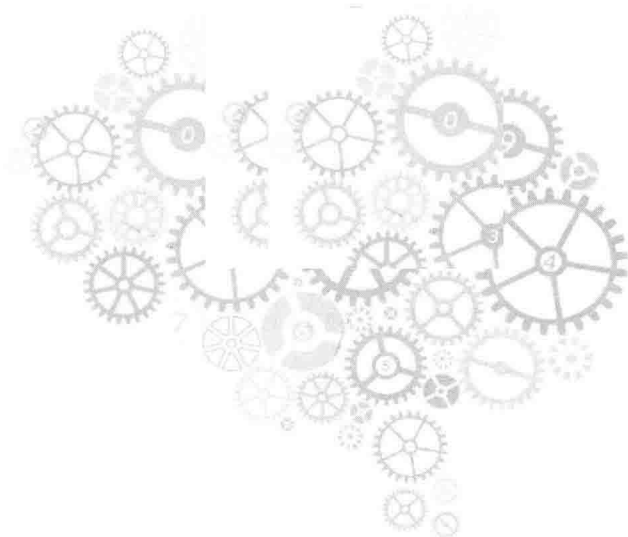
# 超级思维

用理工科思维推算世界

[美]亚伦·桑托斯 著 白秀敏 译

How Many Licks?

Or, How To Estimate Damn Near Anything



HOW MANY LICKS?: OR, HOW TO ESTIMATE DAMN NEAR ANYTHING By AARON SANTOS  
Copyright © 2009 By AARON SANTOS  
This edition arranged with Books Crossing Borders, Inc.  
Through BIG APPLE AGENCY, INC., LABUAN, MALAYSIA.  
Simplified Chinese edition copyright © 2016 The New World Champion Co. Ltd.  
All rights reserved.

## 版贸核渝字 (2016) 第 59 号

### 图书在版编目 (CIP) 数据

超级思维: 用理工科思维推算世界 / (美) 亚伦·桑托斯著; 白秀敏译.  
— 重庆: 重庆出版社, 2016.12  
书名原文: How Many Licks?: Or, How to Estimate Damn Near Anything  
ISBN 978-7-229-11646-0

I. ①超… II. ①亚… ②白… III. ①数学 - 普及读物  
IV. ①O1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 239199 号

### 超级思维: 用理工科思维推算世界

CHAOJI SIWEI YONG LIGONGKE SIWEI TUISUAN SHIJIE

[美] 亚伦·桑托斯 著  
白秀敏 译

策 划:  华章同人

特约策划: 卓文天语

出版监制: 陈建军

责任编辑: 陈 丽

责任印制: 杨 宁

营销编辑: 张 宁

封面设计: 主语设计



重庆出版集团 出版  
重庆出版社

(重庆市南岸区南滨路 162 号 1 幢)

投稿邮箱: [hjhztr@vip.163.com](mailto:hjhztr@vip.163.com)

北京嘉业印刷厂 印刷

重庆出版集团图书发行有限公司 发行

邮购电话: 010-85869375/76/77 转 810



重庆出版社天猫旗舰店  
[cqpbs.tmall.com](http://cqpbs.tmall.com)

全国新华书店经销

开本: 880mm × 1230mm 1/32 印张: 8 字数: 122 千

2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

定价: 32.80 元

如有印装质量问题, 请致电 023-61520678

版权所有, 侵权必究

## 前言

### 推算世界的超级思维

#### 取近似值——在推算世界之前

假设你坐公交车上班，快要迟到了，不幸的是，由于太过匆忙，你忘了带手表，手机也被压在手提包的最底层。于是，你只好向邻座的女士求助，问她现在几点了。她瞟了一眼腕上的手表，上面显示8点33分46秒，但她却对你说：“八点半。”

她撒谎了吗？她为什么不说“上午8点33分46秒”？难道是她的手表不够精准吗？或者说，她和你一样，也正赶

着去上班，所以不愿意在你身上浪费时间？又或者，她知道一旦说完这句话，手表上的指针可能已指向8点33分48秒？

无论出于什么样的原因，当人们在处理有关具体数字问题的时候，总是倾向于不要那么精准。对你而言，8点33分46秒和8点31分27秒似乎没什么差别，相反，如果非要精准地说出8点33分46秒的话，可能会既耽误你的时间，也耽误她的时间。无论是整数化的“八点半”，还是在数字的后面加上一个小数点，我们实际上都是在取近似值。对绝大多数人而言，为了节约时间而牺牲一点点精准度其实是一笔很划算的买卖，因为我们都有更重要的工作要做，当然，如果你在美国国家宇航局（NASA）工作，那就另当别论了。但不管怎么说，取近似值这种做法不仅可以为我们节约几秒钟的时间，它还是一个非常有价值的工具，可以帮助我们更好地理解数字。

当你需要拿主意的时候，取近似值的做法就像一个过滤器，能够帮你过滤掉那些比较糟糕的想法。假如你是一位商人，要决定是否生产某种商品；假如你是一位议员，

要决定是否投票赞同在墨西哥边界修筑防御工事；假如你是一位物理学家，要决定是否探测希格斯玻色子。总之，无论你是谁，当你需要开展可行性测试的时候，取近似值都应是你的首选。

比如说你是一位政府官员，正在负责一项导弹防御计划。你需要把纳税人的数十亿美金全都投进去，但结果却可能是你根本就没有机会去阻止一场核攻击，那么，对于这样的计划，你真的会立即将其付诸实施吗？一开始，你是不是应该大致地估算一下该计划成功的概率呢？当你提出一项切实可行的计划的时候，是不是也该考虑一下能否再节约一些时间和成本呢？如果你估计这个计划有90%的成功概率，那么，你肯定会将其付诸实施。即便你认为它只有10%的成功概率，你也可能会铤而走险。但是，如果你估计出的结论是该计划成功的可能性甚至比买彩票中奖的概率还要小，那么，你再执着于此事就只能说你是愚蠢透顶了。对于日常生活中所要面临的一些重要决定来说，进行此类的预估是必不可少的，即便我们不具备非常专业的水准，却依然可以进行这样的估算。无论是复杂的导弹

防御还是简单的过马路，我们都是片刻不停地在估算，从本质上来说较好的数学基础也只不过是改善了我们估算的精准度而已。

我们养成的取近似值的习惯除了对我们的想法进行过滤，还可以提高我们的数值计算能力，尤其是可以提高我们对极大数字（或极小数字）的理解能力。你可能体会不到10亿和1万亿之间有什么差别，但是经常使用这样的数字却能够帮助你尽快地建立起你对它们的理解，帮助你快速地形成“数值地标”，这种感觉可以引导你去理解一些概念上的东西。举例来说，在我写作本书的时候，10亿这个数字就是世界人口的 $1/17$ ，而1万亿就是美国国债的 $1/10$ 。通过简单的数学运算和一点点训练，你就能够对不论大小的任何事物进行估计，而且还会在理解大数字的过程中越发得心应手。

## 如何取近似值：费米法

取近似值的方法和技巧有很多，但其中最高效的则是

费米法。费米法的高效性在于该方法使用起来既简单又便捷，而且对于背景信息的要求还很低。费米法并没有给出明确的操作程序，其通用的步骤就是先进行看似合理的基本假设，然后再利用这些假设推算出你想要的结果。

比如说，我想知道一棵树上有多少片树叶。简便起见，我假设每根树枝上大概有30片树叶，每棵树有10根树枝，那么，每棵树就有 $30\text{片/根} \times 10\text{根/棵} = 300\text{片/棵}$ 。这个例子足够简单，但它却为复杂的例子提供了最基本的指导思路。

### 你知道吗？

恩利克·费米（1901-1954）是一位美籍意大利裔物理学家，因其在量子理论方面的成就获得了诺贝尔奖。费米利用量级估算的方法解决了看似无法解决的问题，因而名声大噪。人们还以他的名字命名了费米子——这种粒子的数量占据了物质世界中全部粒子的一半。



## 1. 从你知道的入手

假设你正在计算建造一栋新的教学楼需要买多少钱的砖，但是由于你不知道一栋教学楼需要多少块砖，因此你无法着手进行计算。但是你可能会知道一块砖长约0.5英尺，而且你还知道一栋教学楼长约100英尺，于是，你就可以计算出一栋教学楼的长度是200块砖。同理，你可以猜出教学楼的高度大约是20英尺。所有的这些猜测都是合理的。可能每一项都会偏差几个百分点，但如果你一开始就要猜测一栋教学楼总共需要多少块砖，那么你的偏差可能就是10个百分点、100个百分点，甚至更离谱。从你最有把握的地方开始取近似值，然后再对你不太有把握的方面进行计算。

## 2. 利用单位对消获取答案

在计算树叶的那个例子里，我知道“每根树枝有多少片树叶”，也知道“每棵树有多少根树枝”。不过，你可能忘了自己在化学课上学过单位对消。事实上，如果你把它看作数字的相乘和相除，这个问题就会变得非常简单了。例如，我可以拿“每根树枝上的树叶”来乘以“每棵

树上的树枝”，那么“树枝”就可以被对消，剩下的就是“每棵树上的树叶”。

$$\frac{30 \text{ 片}}{\text{每根树枝}} \times \frac{10 \text{ 根树枝}}{\text{每棵树}} = \frac{300 \text{ 片}}{\text{每棵树}}$$

这是非常简单的因式分解，1除以1等于1，37除以37等于1，树枝除以树枝等于1，任何事除以任何事都等于1。有时候，只需要把一长串的单位都对消掉，就能得到你想要的答案。例如，在“教学楼”这个例子中，你可以列出“每块砖X元×每面墙Y块砖×每座教学楼Z面墙”这样的算式，从而得到“每座教学楼XYZ元”的结果。

### 3. 利用极限值范围

有些事物看起来并不难猜测，但是你却觉得无从下手。例如，你想知道在洛杉矶城区里到底生活着多少位教师，但就是找不到着手点。那好吧，你总该知道，这个数字肯定是大于100的，因为100个老师只能满足两所中等规模的学校。此外，你还应该知道，这个数字肯定小于本市总人口的10%（在本案例中，洛杉矶城区的人口约为100万）。于是，我们就知道了教师数量的上限和下限。或许

你无法知道具体的答案到底是什么，但是你肯定知道它肯定不是什么，这样一来，你就可以借助其他的一些信息，利用排除的过程进行逐步排除，最终找到一个最佳的估计值。

#### 4. 利用网络

利用网络来查询你不知道的一些具体数字其实一点也不丢人。很多网站（如谷歌、维基百科等）都可以实现这一目的。在本书中，我也经常会查询一些我没有兴趣进行计算的事物（比如，物理常数和政府预算等），它们对于取近似值这个学习过程往往没什么积极的意义。通常情况下，如果不是为了教学，凡是能通过简单的谷歌搜索就能找到的内容，我是不会费心去计算的，你应该也一样。

#### 5. 要公正

因为我们各自有各自的偏好，因此，公正可能就是最重要的一条规则了，尤其是有不确定因素牵涉其中的时候，你必须确保你的计算结果不会受到你对事物“应有样子”的预判断的影响，这是非常重要的。我发现，我经常会上强迫自己，让自己的计算结果去迎合那些想当然的想法。在这种情况下，当你需要确定最终结果的时候，最

好采用最保守的估计，并且对这个估计的结果保持最大的怀疑。

## 6. 遵守规则，制定数值地标

老话说“熟能生巧”，这在取近似值方面是再适用不过了。练习得越多，就会越擅长，也就更容易识别数字。有朝一日，你将会在遨游数字空间的时候建立起自己的数值地标。例如，当你听到100万和10亿这样的数字的时候，你就会想起100万就是1.5周时间的总秒数，而10亿秒则将近32年。把数字和具体的实际情况放在一起进行参照，就能大大地提高一个人对于大数字的理解能力。

## 简化数字

让取近似值的过程又快捷又简单的方法就是把数字简化。例如，我们可以把397简单地凑整为400。由于我们只是在取近似值，因此对于我们手头上的工作而言，这两个数字之间的差别其实无足轻重。下面，我给大家列举一下经常用到的一些技巧，这些技巧可以让数学问题变得更加

简单。

### 凑整

就像前面谈到的公交车乘客一样，有时候，我们对于精准的时间并没有什么兴趣，我们在乎的只是对自身而言具有重要意义的东西。本书的绝大部分内容，都会涉及两个有效数字。我们可以把任何一个187变成190，也可以把任何一个7432变成7400。这不仅可以让数学计算变得更简单，还可以节约大把的时间。

### 指数计数法

很多人都喜欢把数字写成或听成100万或10亿，因为这样“它们才会有意义”。但是我们真的理解它们的意义吗？举例来说，如果能够拥有100万或者10亿美金，我们绝大多数人都会感到非常高兴。拿100万美金来说，如果每天消费1000美金的话，我们需要将近3年的时间才能把它花完。10亿美金呢？6年？30年？还是2740年？没错，如果我们拥有10亿美金，每天消费1000美金的话，从耶稣时代一直花到现在也花不完，因为10亿是100万的1000倍。

我们对于极大数字（或极小数字）的印象都不是特别



需要注意的是，在有些情况下，有些数字只能以指数计数法来书写，否则就难以操作，甚至不可能实现。例如，我们要把 $3.8 \times 10^{5767415}$ 这个数印刷在一本书当中，如果我们想把这个数后面的0全部印出来的话，仅仅这个数字就要占到5000页。

### 凑整为大数序列

最小的“大数序列”是指10的幂。例如，0.00001、100和1,000,000都是10的整数次幂。用指数计数法来表示，分别是 $10^{-5}$ 、 $10^2$ 和 $10^6$ 。正确地使用指数计数，可以帮助数字运算变得更加简单，因为你可以通过对指数进行相加而得到你想要的乘积。例如， $10^2 \times 10^5 = 10^7$ ， $10^2 \times 10^{-5} = 10^{-3}$ 。

## 关于本书的版式

本书中的问题大致都是按照由易到难的思路来安排的。最初的几个问题仅仅是作为介绍费米取值法的引子，并借此设定好本书剩余部分的版式。比起后面的问题，我

们对这些问题更加熟悉，而且有些问题的答案是可以查询得到的。这样一来，我们就可以验证一下费米取值法在解决这些问题方面的精准度到底有多高。

位于本书中间部位的那些问题可能会需要更多的步骤才能完成，而且要用到读者不太熟悉的数学和物理学概念。

最后一部分问题则需要用到科学概念和代数公式，这对于绝大多数不熟悉这方面知识的读者来说，是非常吓人的。但是这70个问题能让你从中获得一定的乐趣和成就感。

每个问题都包含了6个部分：

- **背景介绍**：这个部分的内容会对我们需要思考的问题展开描述，而且我会给出对于这一问题的看法。在某些例子当中，背景介绍还会包含一些有助于解决问题的数字信息。

- **问自己**：在尝试解决这个问题之前，可以先问自己一些问题，但你要保证这些问题能够提供一些你最需要的而且是有价值的想法。

- **有益提示**：我会把将被问到的每一个问题都提前列出来，并列出具算过程中需要使用的数字。如果这个问题需要用到物理方程式，那么这个题目的下方就会给出关于



物理学的一些专题报告（如果你觉得自己很厉害，想自己解决问题，也可以选择跳过这一部分内容。）

- **设计公式：**我会把你需要操作的步骤写出来，帮助你得到最终的结果。这样你就可以验证一下自己的单位对消是否正确。

- **烦心数学题：**会有一些数字嵌入进来。

- **答案：**最后，我会把计算结果公布出来，并提供相关的背景。

## 最后的提醒

在正式开始之前，我们郑重声明：这不是一本只提供答案的宝典。我无法保证所有的答案都是正确的。本书是关于方法的，是关于如何利用数字来对一些事物进行计算的。如果你只是想找到一些所谓的通关秘笈<sup>①</sup>，就请不要

---

① 当然，就算你只是想得到一些好玩的通关秘笈，你也可以买下这本书。我绝对不会说谁可以或者谁不可以买我的书。只是，当你发现我所给的数据不是那么准确的时候，不要骂我就行了，毕竟，本书所做的事情就是估算。