

后浪

The Lady Tasting Tea
How Statistics Revolutionized Science
in the Twentieth Century

女士品茶

统计学如何变革了科学和生活

[美] 戴维·萨尔斯伯格 (David Salsburg) 著

刘清山 译



了解统计学的人，运气都不会太差

科学松鼠会推荐统计学领域入门必读书

大师辈出的时代，
一场连环颠覆的思想盛宴

若想了解上帝在想什么，我们就必须学统计学，因为统计学在测量他的旨意。

——弗洛伦斯·南丁格尔

江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House
全国百佳出版社

后浪

The Lady Tasting Tea

How Statistics Revolutionized Science
in the Twentieth Century

女士品茶

统计学如何变革了科学和生活

[美] 戴维·萨尔斯伯格 (David Salsburg) 著

刘清山 译



 江西人民出版社
Jiangxi People's Publishing House
全国百佳出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

女士品茶 : 统计学如何变革了科学和生活 / (美)戴维·萨尔斯伯格著 ; 刘清山译.
—南昌 : 江西人民出版社, 2016.8

ISBN 978-7-210-08525-6

I. ①女… II. ①戴… ②刘… III. ①统计学—通俗读物 IV. ①C8-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第120720号

THE LADY TASTING TEA: How Statistics Revolutionized Science in the Twentieth Century by
David Salsburg.

Copyright © 2001 by W. H. Freeman and Company.

Simplified Chinese translation copyright © 2016 by Ginkgo (Beijing) Book Co., Ltd.

Published by arrangement with Henry Holt and Company, LLC, New York

Through Bardou-Chinese Media Agency.

All rights reserved.

版权登记号: 14-2016-0106

女士品茶 : 统计学如何变革了科学和生活

作者: [美]戴维·萨尔斯伯格 译者: 刘清山

责任编辑: 胡滨 赵婷

出版发行: 江西人民出版社 印刷: 北京京都六环印刷厂

690毫米 × 960毫米 1/16 23印张 字数 220千字

2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

ISBN 978-7-210-08525-6

定价: 48.00元

赣版权登字 -01-2016-342

后浪出版咨询(北京)有限责任公司常年法律顾问: 北京大成律师事务所

周天晖 copyright@hinabook.com

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

版权所有, 侵权必究

如有质量问题, 请寄回印厂调换。联系电话: 010-64010019

自序

科学进入19世纪，形成了一种坚定的哲学观念，这种观念被人们称为“按时钟前进的宇宙”。科学家相信，他们可以用少量数学公式（如牛顿运动定律和波义耳气体定律）描述现实，预测未来事件。这种预测只需要一组完整的公式和一组精度足够高的相关测量数据。普通民众花了40年时间才理解了这种科学观念。

这种文化差距的一个典型例子就是19世纪早期拿破仑皇帝(Emperor Napoléon)与皮埃尔·西蒙·拉普拉斯(Pierre Simon Laplace)之间的对话。拉普拉斯曾写就一部权威著作，描述了如何根据地球上的少量观测数据计算行星和彗星未来的位置。据说，拿破仑对拉普拉斯说：“我发现您在著作中没有提到上帝，拉普拉斯先生。”“我不需要这个假设。”拉普拉斯回答道。

对于并不存在上帝、没有神圣力量推动、按照时钟永远运行下去、一切未来事件由过去事件所决定的观念，许多人感到恐惧。在某种程度上，19世纪的浪漫主义运动就是对这种冷酷精准推理的回应。不过，19世纪40年代，这种新兴的科学理念获得了一个证据，令普通民众惊讶万分。科学家用牛顿数学定律预测了海王星的存在，而且人们在预测的位置发现了这颗行星。几乎所有反对“宇宙按时钟前进”的声音都消失了，这种哲学观念成了大众文化一个不可分割的组成部分。

不过，虽然拉普拉斯在公式中无须提到上帝，但他却需要所谓的“误差函数”。从地球上观测到的行星和彗星的数据与它们的预测位置并不完全吻合，拉普拉斯和同时代的科学家将其归结为观测误差。这种误差有时是由地球的大气扰动引起的，有时是由人为差错引起的。拉普拉斯把所有这些误差放在一个附加项里（误差函数），加入到他的数学公式中。这种误差函数吸收了所有误差成分，让拉普拉斯得到了预测天体真实位置的准确运动定律。人们相信，随着测量精度的提高，误差函数最终会消失。有了用于解释观测值和预测值之间微小偏差的误差函数，决定论哲学掌控了 19 世纪早期的科学，人们相信一切事情的发生都是由宇宙初始条件和描述宇宙运动的数学公式事先决定的。

到了 19 世纪末，这种误差不但没有消失，反而变大了。随着测量精度的提高，人们发现了越来越多的误差。“按时钟前进的宇宙”开始松动。人们试图发现生物学定律和社会学定律的努力失败了。在更加成熟的科学领域如物理学和化学中，人们发现，牛顿和拉普拉斯使用过的定律只是一种粗略的估计。科学逐渐开始使用一种新的模式，即现实的统计模型。到了 20 世纪末，几乎所有学科都已经转移到了使用统计模型的阵营。

大众文化没有跟上这种科学革命的脚步。有些模糊的概念和表述（如“相关性”、“概率”和“风险”）成为了大众词汇，大多数人也知道了一些科学领域（如医学和经济学）上的不确定性，不过大多数普通人并没有意识到哲学观念已发生了深刻转变。这些统计模型到底是什么？它们是如何出现的？它们在现实生活中意味着什么？它们是对现实的准确描述吗？本书将尝试回答这些问题。同时，我们还会介绍与这场革命

有关的一些重要人物。

在探讨这些问题时，我们必须区分三个数学概念：随机性、概率和统计。对大多数人来说，随机性只是不可预测性的同义词。《塔木德》中的一句格言可以体现这种流行观念：“不要寻找埋在地下的宝藏，因为宝藏埋藏的位置是随机的，从道理上说，我们无法寻找某种随机出现的东西。”不过，对现代科学家来说，随机性有许多不同的种类。概率分布的概念（本书第2章将会介绍）可以让我们对这种随机性加以限制，让我们获得预测未来随机事件的有限能力。因此，对现代科学家来说，随机事件并不是没有规律、出乎意料、无法预测的，它们拥有一个可以进行数学描述的结构。

概率是一个现代词汇，但它表达的概念非常古老。亚里士多德（Aristotle）曾说：“概率使那些不太可能发生的事情得以发生。”最初，这个词语表达了人们对可能发生的事件的感受。17、18世纪，包括伯努利家族（the Bernoullis）两代人、费马（Fermat）、棣莫弗（de Moivre）、帕斯卡（Pascal）在内的一批数学家共同建立了概率的数学理论，这个过程始于概率游戏。他们提出了一些非常复杂的方法，用于计算等概率事件。棣莫弗成功地将微积分方法应用到了这些计算中，伯努利家族则发现了一些非常基本的定律，叫做“大数定律”。到了19世纪末，概率数学主要由复杂的技巧组成，但是缺乏坚实的理论基础。

虽然概率理论并不完善，但它对统计分布概念的提出居功至伟。在我们考虑一个具体科学问题时，往往需要用到统计分布。例如，1971年，哈佛大学公共卫生学院在知名医学期刊《柳叶刀》上发布了一份研究报告，研究喝咖啡与下尿道癌是否存在相关性。该报告研究了一些病人，其中

有些人患有下尿道癌，有些人患有其他疾病。报告作者还收集了这些病人的其他数据，如年龄、性别、家族患癌史。不是每个喝咖啡的人都得了尿道癌，也并非每个尿道癌患者都喝咖啡，所以有一些事件与他们的假设相矛盾。不过，25%的尿道癌患者经常每天至少喝四杯咖啡，而只有10%的非尿道癌患者喝咖啡达到这样的数量。看起来，似乎存在支持这种假设的某种证据。

报告作者收集的数据形成了一种统计分布。利用概率数学工具，他们为这种分布构造了一个理论公式，叫做“概率分布函数”，简称分布函数，用于研究这个问题。这个函数类似于拉普拉斯的误差函数，不过更为复杂。分布函数理论的构造用到了概率理论，他们用该函数描述从同一人群随机获取的未来数据的期望值。

本书并不是一本介绍概率和概率理论这些抽象数学概念的书。本书介绍的是一些概率定律在科学问题、统计分布领域及分布函数方面的应用。概率理论本身不足以描述统计方法，有时科学上的统计方法还会违反某些概率定律。读者将会发现，概率这个概念在本书各个章节中时隐时现，在需要的时候会提及，不需要的时候则会忽略。

现实的统计模型属于数学模型，只有通过数学公式和数学符号才能让人充分理解。我不想把这本书写得特别复杂，我只是通过20世纪科学统计革命中的一些相关人物（许多人仍然健在）来描述这场革命。我只是介绍了他们的工作，以便让读者感受到他们的个人发现是如何融入整个革命进程中的。

本书无法让读者学到足够多、可用于科学数据分析的统计方法。这需要数年研究生课程的学习。不过，我希望读者阅读本书之后能够对科

学统计思想体现出的哲学基础的深刻转变获得一些理解。那么，对于一个对数学知之甚少的人来说，从哪里开始了解这场科学革命呢？我觉得品茶的女士是一个不错的选择……



目录

自序 5

第1章 品茶的女士 001

科学的合作本质 004

实验设计 005

第2章 偏斜分布 011

高尔顿的生物统计实验室 015

相关与回归 015

分布与参数 017

《生物统计》的计划 020

第3章 亲爱的戈塞特先生 027

“学生”的诞生 030

“学生”的t检验 032

第4章 堆积如山的记事本 037

费希尔与卡尔·皮尔逊的对立 040

“法西斯主义者”费希尔 041

《研究工作者的统计方法》 043

洛桑与农业实验 045

第 5 章	《收成变动研究》	047
	《收成变动研究一》	051
	高尔顿均值回归的推广	051
	随机对照实验	053
	费希尔的方差分析	055
	自由度	056
	《收成变动研究三》	057
第 6 章	“百年一遇的洪水”	061
	极值分布	066
	标志性作品	066
第 7 章	费希尔的胜利	069
	费希尔和皮尔逊的统计观点	073
	费希尔的最大似然方法	076
	迭代算法	077
第 8 章	致死剂量	081
	概率单位分析	084
	布里斯的后期工作	087
第 9 章	钟形曲线	089
	什么是中心极限定理?	091
	“死亡万岁!”	094
	从林德伯格 - 列维到 U 型统计量	096
	霍夫丁在柏林	097
	运筹学	099
第 10 章	拟合优度检验	101
	混沌理论与拟合优度	104

	皮尔逊的拟合优度检验	105
	检验女士能否品尝出茶水的差异	106
	费希尔对 p 值的使用	107
	耶日·内曼的数学教育	109
	内曼的数学风格	112
第 11 章	假设检验	115
	概率是什么?	120
	概率与频数学派	121
第 12 章	信任的骗局	127
	内曼的解决方法	131
	概率与置信水平	134
第 13 章	贝叶斯的“异端邪说”	137
	“逆概率”的问题	142
	贝叶斯层次模型	143
	个人概率	145
第 14 章	数学界的莫扎特	149
	柯尔莫哥洛夫的个人经历	154
	柯尔莫哥洛夫在数理统计方面的工作	156
	概率在现实生活中意味着什么?	158
第 15 章	小人物的视角	161
	为卡尔·皮尔逊工作	165
	战争工作	167
第 16 章	摆脱参数	171
	还会进一步发展	175
	悬而未决的问题	176

第 17 章	部分优于整体	181
	罗斯福新政与取样	186
	杰罗姆·康菲尔德	189
	经济指数	192
第 18 章	吸烟会致癌吗?	195
	原因和结果真的存在吗?	198
	实质蕴涵	201
	康菲尔德的解决方案	202
	从吸烟与癌症到橙色除草剂	206
	发表性偏倚	207
	费希尔的解决方法	208
第 19 章	如果你想得到最佳人选……	211
	妇女的贡献	215
	如何选择经济指标	217
	统计理论中的女性	221
第 20 章	单纯的得州农家孩子	223
	普林斯顿的统计学	227
	统计学与战争工作	228
	抽象统计学	231
第 21 章	家族中的天才	235
	I. J. 古德	237
	佩尔西·戴康尼斯	242
第 22 章	统计领域的毕加索	247
	全面的数学家	251

第 23 章	污染处理	257
	博克斯成了统计学家	261
	博克斯在美国	264
	博克斯和考克斯	266
第 24 章	工业的重新缔造者	269
	戴明向高管传达的信息	272
	质量控制的本质	275
	戴明与假设检验	278
第 25 章	黑衣女子的建议	279
	吉尼斯的统计学	283
	预料之外的变化	285
	抽象数学与应用统计学	289
第 26 章	鞅的发展历程	291
	早期理论工作	295
	鞅与充血性心力衰竭	297
第 27 章	意向性治疗	299
	考克斯的观点	305
	博克斯的方法	305
	戴明的看法	306
	科克伦的观察性研究	307
	鲁宾的模型	308
第 28 章	将自己提起来的计算机	311
	格里文科 - 坎泰利引理	315
	埃弗龙的“靴襻”	316
	重复采样及其他计算机密集型方法	317

统计模型的胜利 318

第 29 章 建立在沙土上的摩天大厦 321

统计革命脱离了统计学家的控制 325

统计革命是否已经走到尽头? 326

统计模型可以用于制定决策吗? 328

在现实生活中, 概率意味着什么? 330

人们真的理解概率吗? 333

概率真的有存在的必要吗? 336

21 世纪将会发生什么? 337

后 记 339

大事年表 341

出版后记 347

THE LADY TASTING TEA

HOW STATISTICS
REVOLUTIONIZED SCIENCE
IN THE
TWENTIETH CENTURY

第 1 章

品茶的女士

20世纪20年代末一个夏日的午后，在英国剑桥，一群大学教员、他们的妻子以及一些客人围坐在室外的一张桌子周围喝下午茶。一位女士坚持认为，将茶倒进牛奶里和将牛奶倒进茶里的味道是不同的。在座的科学家都觉得这种观点很可笑，没有任何意义。这能有什么区别呢？他们觉得两种液体的混合物在化学成分上不可能有任何区别。此时，一个又瘦又矮、戴着厚厚的眼镜、留着尖髯的男子表情变得严肃起来，这个问题让他陷入了沉思。

“让我们检验这个命题吧。”他激动地说。他开始规划一个实验，让声称两种茶存在区别的女士按顺序品尝若干杯饮品，其中有些是加了茶的牛奶，有些是加了牛奶的茶。

有些读者会说：这绝对是吃饱了撑的！他们会问：“不管这位女士能否分辨两种饮品，这件事有什么意义呢？”“这个问题一点儿也不重要，对科学也没有益处，”他们嘲笑道，“这些聪明人应该把他们的头脑用在能够造福人类的事情上。”

不幸的是，不管普通大众如何看待科学及其影响，根据我的经验，大多数科学家之所以投入到研究当中，是因为他们对结果感兴趣，并能从工作中获得知识性的乐趣。优秀的科学家很少会考虑他们的工作是否具有重要意义。回到剑桥那个阳光明媚的夏日午后。女士有可能猜中饮