

天下文化

知識的世界

chi-square distribution
Bureau of Economic Statistics
distribution

research

population

13:06

Dmitry Fet

Lorem Ipsum

JANUARY 2012

MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN
01	02	03	04	05	06	07
08	09	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	01	02	03	04

2012年最新修訂版

統計學的世界 I

產生數據

STATISTICS

CONCEPTS AND CONTROVERSIES

SEVENTH EDITION

BY DAVID S. MOORE,

WILLIAM I. NOTZ

淡江大學數學系教授 鄭惟厚 譯

This is a statistics book for readers interested in ideas rather than techniques. It presents, in a non-technical form, the most important statistical concepts as they are applied in public policy, the human sciences, and everyday life. It is designed to give non-mathematical readers critical insight into the uses and misuses of numbers and quantitative arguments, which are increasingly prevalent in fields ranging from sociology to medicine to literary analysis. The goal is not to train statisticians, but to present statistics as a useful tool for clear thinking in personal and professional life.

79
折優惠

天下文化

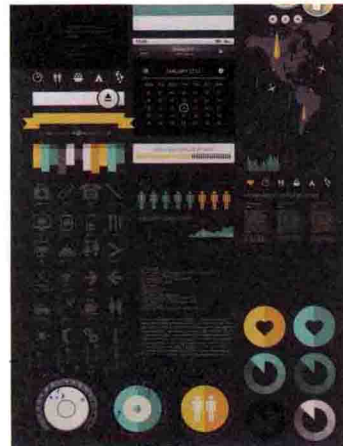
32 64 128 256 512 1024 2048 4096 8192 16384

知識的世界 BW1104

統計學的世界 I

產生數據

STATISTICS
CONCEPTS AND CONTROVERSIES
SEVENTH EDITION



by David S. Moore, William I. Notz
淡江大學數學系教授 鄭惟厚 譯

統計學的世界 I

原 著／墨爾、諾茨

譯 者／鄭惟厚

顧問群／林和、牟中原、李國偉、周成功

科學館總監／林榮崧

責任編輯／林文珠（第一版）、畢馨云（第二版）

封面設計暨美術編輯／江儀玲

出版者／天下遠見出版股份有限公司

創辦人／高希均、王力行

遠見·天下文化·事業群 董事長／高希均

事業群發行人／CEO／王力行

出版事業部總編輯／許耀雲

版權部經理／張紫蘭

法律顧問／理律法律事務所陳長文律師 著作權顧問／魏啟翔律師

社址／台北市104松江路93巷1號2樓

讀者服務專線／(02) 2662-0012 傳真／(02) 2662-0007；2662-0009

電子信箱／cwpc@cwgv.com.tw

直接郵撥帳號／1326703-6號 天下遠見出版股份有限公司

排 版 廠／極翔企業有限公司

製 版 廠／東豪印刷事業有限公司

印 刷 廠／立龍藝術印刷股份有限公司

裝 訂 廠／晨捷印製股份有限公司

登 記 證／局版台業字第2517號

總 經 銷／大和書報圖書股份有限公司 電話／(02) 8990-2588

出版日期／2002年10月30日第一版

2013年5月10日第二版第2次印行

定 價／400元

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

統計學的世界 / 墨爾 (David S. Moore), 諾茨 (William I. Notz) 作; 鄭惟厚譯. -- 第二版. -- 臺北市: 天下遠見, 2012.06

冊; 公分. -- (知識的世界; 1104-1106)

譯自: Statistics: concepts and controversies, 7th ed.

ISBN 978-986-216-959-9 (第1冊: 平裝). --

ISBN 978-986-216-960-5 (第2冊: 平裝). --

ISBN 978-986-216-961-2 (第3冊: 平裝)

1. 統計學

510

101009979

Statistics: Concepts and Controversies, Seventh Edition

by David S. Moore and William I. Notz

First published in the United States by W.H. FREEMAN AND COMPANY, New York

Copyright © 2009, 2006, 2001, 1997 by W. H. Freeman and Company

Complex Chinese Edition Copyright © 2002, 2012 by Commonwealth Publishing Co., Ltd.,

a member of Commonwealth Publishing Group

Published by arrangement with W. H. Freeman and Company through

Bardon-Chinese Media Agency.

All rights reserved.

ISBN: 978-986-216-959-9 (英文版 ISBN: 978-1-4292-2991-3)

書號: BW1104

BOOKZONE 天下文化書坊 <http://www.bookzone.com.tw>

簡明目錄 **Brief Contents**



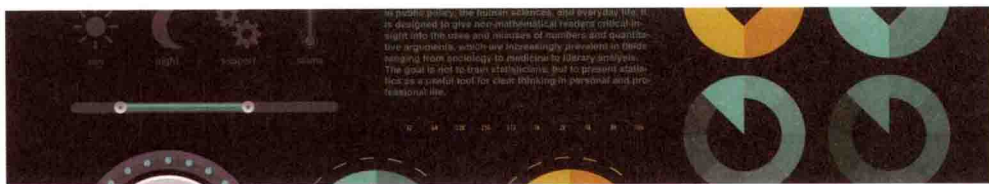
第一部	產生數據	19
	第 1 章 數據從何而來？	21
	第 2 章 好樣本和壞樣本	43
	第 3 章 樣本告訴我們什麼？	63
	第 4 章 真實世界中的抽樣調查	89
	第 5 章 實驗面面觀	121
	第 6 章 真實世界中的實驗	147
	第 7 章 資訊倫理	175
	第 8 章 度量	201
	第 9 章 數字合不合理？	229
	第一部 復習	251

第二部	整合數據	265
第10章	好的圖及壞的圖	267
第11章	用圖形呈現分布	297
第12章	用數字描述分布	323
第13章	常態分布	355
第14章	描述關聯的方法：散布圖和相關係數	381
第15章	描述關聯：迴歸、預測及因果關係	409
第16章	消費者物價指數和政府統計	441
第二部	復習	467
第三部	機遇	511
第17章	考慮可能性	513
第18章	機率模型	537
第19章	模擬	555
第20章	賭場的優勢：期望值	577
第三部	復習	597
第四部	推論	607
第21章	什麼是信賴區間？	609
第22章	什麼是顯著性檢定？	641
第23章	統計推論的使用與濫用	669
第24章	雙向表及卡方檢定	689
第四部	復習	717



統計學的世界 I

目錄 Contents



譯者序	統計其實很實用	◎ 鄭惟厚	1
寫給教師	統計可以當作通識教育來教		3
前言	什麼是統計？		9
統計與你	這本書裡談些什麼？		16

第一部 產生數據 19

第 1 章 數據從何而來？ 21

個案研究	21	來說說數據：個體和變數	22
觀測研究	26	抽樣調查	28
		普查	31
		實驗	32
本章重點摘要	35	個案研究隨堂考	35
第1章習題	36	網路尋奇	41
		注釋與資料出處	42

第 2 章 好樣本和壞樣本 43

個案研究	43	怎樣會取得爛樣本	44
		簡單隨機樣本	46
樣本可靠嗎？	53	本章重點摘要	54
		個案研究隨堂考	54
第2章習題	55	網路尋奇	60
		注釋與資料出處	61

第 3 章 樣本告訴我們什麼？ 63

個案研究	63	從樣本到母體	64
		抽樣變異性	65
誤差界限	70	信賴敘述	73
		從大母體抽樣	76
		統計學上的爭議：選舉民調該禁止嗎？	77
本章重點摘要	78	個案研究隨堂考	78
第3章習題	79	網路尋奇	87
		注釋與資料出處	88



第 4 章 真實世界中的抽樣調查 89

- 個案研究 89 抽樣調查怎樣出錯 90 抽樣誤差 91
非抽樣誤差 93 問題的措辭 98 如何因應非抽樣誤差 100
真實世界中的抽樣設計 101 相信民調結果之前該問的問題 106
本章重點摘要 107 個案研究隨堂考 107
第4章習題 108 網路尋奇 117 注釋與資料出處 118

第 5 章 實驗面面觀 121

- 個案研究 121 談談實驗 122 怎麼樣做爛實驗 124
隨機化比較實驗 127 實驗設計的邏輯 130
統計顯著性 132 只能做觀測研究的時候怎麼辦 133
本章重點摘要 136 個案研究隨堂考 136
第5章習題 137 網路尋奇 144 注釋與資料出處 145

第 6 章 真實世界中的實驗 147

- 個案研究 147 一視同仁 148 雙盲實驗 149
拒絕參加、不合作者及退出者 151 我們的結論可以推廣嗎？ 154
真實世界中的實驗設計 157 配對設計及區集設計 158
統計學上的爭議：到底是不是安慰劑？ 162
本章重點摘要 163 個案研究隨堂考 164
第6章習題 165 網路尋奇 171 注釋與資料出處 172

第 7 章 資訊倫理 175

- 個案研究 175 首要原則 176 試驗審查委員會 177 知情且同意 178
保密原則 179 臨床試驗 181 統計學上的爭議：可以販賣「希望」嗎？ 184
行為及社會科學實驗 186
本章重點摘要 189 個案研究隨堂考 189
第7章習題 190 網路尋奇 197 注釋與資料出處 198



第 8 章 度量 201

- 個案研究 201 量度的基本原理 202 了解你的變數 204
 有效量度和無效量度 205 統計學上的爭議：SAT考試及大學入學申請 210
 準確和不準確量測 211 增加可靠度，減少偏差 213
 請同情可憐的心理學家 216
 本章重點摘要 218 個案研究隨堂考 219
 第8章習題 220 網路尋奇 226 注釋與資料出處 227

第 9 章 數字合不合理？ 229

- 個案研究 229 數字說了多少訊息？ 230 數字彼此之間是否相合？ 231
 數字可信嗎？ 233 數字是否好得不像真的？ 234
 算術對不對？ 235 背後有什麼該注意的嗎？ 239
 本章重點摘要 240 個案研究隨堂考 241
 第9章習題 241 網路尋奇 247 注釋與資料出處 248

第一部復習 251

- 第一部重點摘要 252 第一部復習習題 254
 第一部報告作業 259 注釋與資料出處 262

表A 隨機數字 263

譯者序

統計其實很實用

不論大部分人對統計這門學科的認知如何，它其實是非常實用的學科，因為它的內容是有關如何處理數據、以及從數據當中找訊息的方法；而數據在現代生活中無所不在。可惜一旦成為一個科目，在大部分學生心目中的主要考量，就是如何可以考試過關。尤其因為這科的內容有太多的符號、公式和計算，教科書多半很枯燥，相信如果讓學生投票的話，它應該很有機會在「最討厭的科目」競賽當中名列前茅。

市面上絕大部分的統計教科書，都在講統計方法或理論，所以避免不了公式和大量的數學符號。老師上課的重點也常放在如何應用公式做計算。即使有些老師會解釋背後的概念，同學也很容易忘記這部分，因為考試多半不考。然而重方法而輕概念的結果，是知其然而不知其所以然，只會機械式的套用公式，得出所謂標準答案，卻完全不了解是什麼意思。不了解意思的東西，當然不可能會運用，所以明明很實用的學科，考完之後卻全部還給老師，非常可惜。

《統計學的世界》這本書適合當作通識課或統計入門等課程的教科書，它的呈現方式完全不同於一般教科書，讀起來像科普書一般親切、容易懂，所以也非常適合當作修習統計課同學的參考書。本書之前的某一個版本《統計，讓數字說話》就是一本暢銷科普書。本書和《統計，讓數字說話》的主要不同，除了對章節重新組織整理、並從8章增訂成24章之外，內容方面也在某些主題上做了補充，例如在談機遇的第17章裡，就增加了對機率本質的討論，並介紹了什麼是個人機率。第24章的卡方檢定（這是很有用而且被廣泛使用的一個檢定）也是《統計，讓數字說話》當中沒有的。還有每一章都用一篇個案研究來開頭，等於替該章內容做了「節目預告」，而結尾有一個〈本章重

點摘要〉，把整章中的重要概念做了精簡的總結。全書的24章依內容分成四部，而在每一部的結尾還有該部復習，除了把該部重要概念精簡復習一遍外，還用非常明確的條列方式，寫出學生在讀完這一部之後，應該要學會些什麼。這等於明確列出了教學目標，對於教師和學生都有很大的幫助。

《統計學的世界》和《統計，讓數字說話》還有一個主要的不同點：後者在翻譯時為了讀者閱讀方便，把習題都略過了，而前者定位於教科書，習題當然要包括在內。對於為了興趣或需要統計知識而主動閱讀本書的讀者而言，若能也做一些習題，將可以「驗收」自己對統計觀念的了解程度，也是很不錯的（單數題有答案可以對照）。

除了當作通識課或統計入門的教科書及修統計課同學的參考書之外，本書還適合哪些人讀呢？只要想做個不落伍的現代人，這本書就絕對值得你一讀，因為它著重「統計常識」的建立和「統計觀念」的釐清，可以幫助你提升在日常生活中對數據的判斷及應用能力。在大部分資訊都是以數據方式呈現的今天，基本的統計概念，實在是所有受過教育的人應該要有的常識，因為統計談的就是如何蒐集、整理、分析和呈現數據。當別人提出數據來支持某種說法時，我們應該怎樣應對呢？照單全收的話，怎知數據可不可靠呢？若一概不相信，又未免矯枉過正了。我們需要做的，就是適度的判斷，而判斷的依據來自對數據的認識，也就是統計常識。統計常識是一般人都用得到的，而如果你還需要處理數據，或者根據別人提供你的數據做決定的話，那麼統計觀念對你的重要性就更不用說了。

一般充滿公式及計算的統計教科書如果讓你讀了「無感」的話，不妨試試讀這本。只要你讀時腦袋有開機，我相信你讀過之後必定會有心得。

寫給教師

統計可以當作通識課程來教

《統計學的世界》是一本通識課程的統計書，也就是說，是「非數學系」學生通識教育的一部分。這本書的內容，是從其中一位作者在給普度大學（Purdue University）人文學院一、二年級學生開課的經驗中，累積發展出來的。很高興的是其他許多教師也覺得，這本書對各領域的學生都有用，甚至包括哲學系和醫學院的學生。這本第七版，經過了大幅度的修訂，增添了幾個新單元，不過仍維持原來的宗旨：要把統計以不同的面貌呈現給大家，即不把統計當作專業的工具，而是當作受過教育的人應有的知識素養。

統計和通識教育的關係

統計在一般人的心目中，是最不「通識」的學科了。要是有人說統計的好話，多半是在說它的用處。醫療領域的專家必須有統計知識，才能了解醫學研究報告的內容；經理人需要統計，因為大量的數字需要經過有效濃縮，才能看得出所以然；老百姓需要了解統計，才能知道民意調查和消費者物價指數（CPI）到底是怎麼回事。因為數據和機遇無所不在，所以我們的廣告文案可以這樣寫：每個人都用得到統計，甚至因統計而獲利多多。

以上說的是事實。我們還可以進一步說，這本書強調「觀念」以及口語化的說明，這樣的介紹方式，對於大多數學生將來的學習，要優於一般以「方法」為主的介紹方式。美國統計學會（ASA）和美國數學協會（MAA）的聯合課程委員會就曾建議，任何統計的入門課程，都應該「強調如何做統計思考」而且內容應該「多一些數據和觀念，少一點公式和推導過程。」這本書就像這項建議所說的，它的內涵符

合通識教育的精神，也就是有許多觀念、許多思考，而只有簡單的數據、少少的公式，且沒有任何正規的推導。

應該學習統計觀念的另一個理由是：統計其實屬於通識領域。通識教育強調基本的思維能力，也就是可以應用在各種情境的一般探索方法。傳統的通識學科呈現了這些方法，比如文學和歷史研究、人類社會的政治分析及社會分析、探討大自然的實驗科學，以及數學領域中抽象概念及演繹的力量。統計可歸類於通識領域，因為根據不確定的經驗數據做推論，用的也是類似的一般思維方法。這本書的兩個主題，數據及機遇，普遍存在於日常經驗當中。雖然我們用數學工具來處理數據和機遇問題，但數學提供的觀念，卻不純然是數學上的。事實上心理學家已經提出具說服力的論點，認為若想要加強我們對日常生活中遇到的數據或機遇現象做出合理推論的能力，精通正規的數學並沒有多大幫助。

這本書在兩位作者的能力範圍和讀者可接受的限度下，提出的觀點是：統計是一種獨立且基本的思考方法。我們的重點放在統計思考，也有人把這稱為量化素養（quantitative literacy）¹或數理能力（numeracy）。

本書的特色

統計學的書有的專講理論，有的專講方法，但這本書兩者都不是。《統計學的世界》講的是統計概念、統計推理，還有統計和公共政策、統計和人文科學（包括從醫學到社會學等）的關係。我們加入了許多基本的繪圖及數值技巧，來落實概念，支持推理。學生經由處理數據，可學到怎麼樣來看數據。不過我們可沒有讓技巧超越觀念變成主角。我們打算用口語來教而不是用代數來教，鼓勵討論甚至辯論，而不是只教計算，當然有些計算仍是必需的。而從目錄就可以看得出，本書的涵蓋範圍比傳統的統計教科書廣得多。以通識教育的精神

¹ 譯注：literacy指認識字，quantitative literacy就指認識數。

來看，我們寧廣不寧精。

雖然內容不那麼正經八百，但這仍是一本教科書。編排方式是針對有系統的學習，有大量習題，而且許多題目是要求學生討論或做判斷。即使對於那些主動閱讀本書且樂在其中的人來說，也應該做做習題而不是只讀正文。教師們請留意，雖然本書用到的數學層次很低，但並不代表它是輕鬆的教科書。本書重點放在觀念和推理，教起來反而會比滿篇都是公式的教科書還辛苦。

關於新版

新版《統計學的世界》譯自原文書的第七版，符合當前教學環境，同時仍和先前的版本一樣、以協助釐清觀念的面貌向「非數學背景」讀者介紹統計。以下是第七版的幾個特色：

- **內容**。舊版《統計學的世界》²的架構為25章，新版調整為24章，將原來第25章的內容挪至第21和22章。新版的數據也做了大量更新。
- 每章都有**個案研究**做為開場，可讓學生融入與各章概念有關的真實情境中。每章結束前的**個案研究隨堂考**，以進一步的問題來回顧開頭的「個案研究」，讓學生評估自己的學習狀況，並應用所學。
- **設計**採用全彩，全書圖表都做了修訂。



- 以**From the News**圖示標示的習題，代表出自大眾新聞媒體，與時事有關，引用了最新數據。

- **例題與習題**的標題，可幫助讀者更容易掌握主題和應用領域。新版大約有三分之二，根據最新數據和議題做了修訂。



- **Applet**圖示代表你可以在原文書的網站www.whfreeman.com/scc7e，找到相關的互動式統計小程式。

- **輪到你練習了**出現在例題之後，讓學生測試自己理解了多少。這些練習題的完整解答，附在第二和第三冊的書末。

2 中文版舊版《統計學的世界》譯自原文書第五版。

- 「網路尋奇」習題在每一章都有。這些習題的用意在於指引讀者上網搜尋相關主題，慎密思考各種統計數據和概念。
- 統計學上的爭議專欄探討具有爭議性的議題，把這些議題與章節內容做連結。第三冊書末附有進一步的討論，並提出了可能的解決之道。
- 統計實例及習題電子百科全書（**EESEE, Electronic Encyclopedia of Statistical Examples and Exercises**）個案研究。這是由俄亥俄州立大學統計系開發出來的網路資源，提供各種利用真實數據的即時案例。

誌謝

感謝 W. H. Freeman and Company 出版社全體員工，尤其是優秀的編輯、設計與製作團隊：Mary Louise Byrd、Shona Burke、Pamela Bruton、Anne Scanlan-Rohrer 及 Katrina Wilhelm。也要感謝 Jackie Miller 細心校對初稿。還要謝謝許多同行提供寶貴的建議。

Marcus Agustin（南伊利諾大學）
Ma. Zenia Agustin（南伊利諾大學）
Eric Agyekum（溫哥華島大學）
Georgiana Baker（南卡羅萊納大學）
Jennifer Beineke（西新英格蘭大學）
Melody L. Boyd（天普大學）
Patricia M. Buchanan（賓州州立大學）
Barbara K. Caress（紐約城市大學）
Melissa Cass（紐約州立大學）
Joanne Christopherson（加州州立大學）
Samuel J. Clark（華盛頓大學）
Diane Conway（博林格林州立大學）
Colette Currie（美國路易斯大學）
John Deely（普度大學）

Jimmy Doi (加州理工州立大學)
John Dugan (愛達荷大學)
Rick L. Edgeman (愛達荷大學)
Christopher J. Ferguson (德州農工國際大學)
Joseph Gershtenson (東肯塔基大學)
Jane J. Gringauz (明尼亞波里斯社區技術學院)
Timothy Grosse (紐約州立傑佛遜社區大學)
Debra Hall (印第安納普度聯合大學)
Pamela Harman (加州州立大學洛杉磯分校)
Richard John (南加州大學)
Patricia A. Kan (克里夫蘭州立大學)
Bonnie Kegan (馬里蘭大學巴爾的摩分校)
Rasul A. Khan (克里夫蘭州立大學)
Josh Klugman (天普大學)
Patrick Lang (愛達荷州立大學)
Natalie Lochner (佛羅里達州羅林斯學院)
Ulric Lund (加州理工州立大學)
Megan E. Lutz (維吉尼亞理工暨州立大學)
Antoinette Marquard (克里夫蘭州立大學)
Jason Martin (天普大學)
Rose Martinez-Dawson (南卡羅萊納州克雷門森大學)
Eric Matsuoka (夏威夷里沃德社區大學)
James E. Mays (維吉尼亞聯邦大學)
Michael McGill (維吉尼亞理工暨州立大學)
Alana Northrop (加州州立大學)
William Rayens (肯塔基大學)
Jonathan P. Schinohofen (早熟禾社區技術學院)
Majid Shahidi (蒙特婁凡尼爾學院)
Louis Soukup (內布拉斯加州貝佛大學)
W. Scott Street IV (維吉尼亞聯邦大學)

Richard Tardanico (佛羅里達國際大學)
Sharon Taylor (南喬治亞大學)
Agnes Tuska (加州州立大學)
Lewis VanBrackle (喬治亞州肯尼索州立大學)
Gregg G. Van Ryzin (紐澤西州立羅格斯大學)
C. K. Venkateswaran (貝克學院)
Nathalie Viau (蒙特婁凡尼爾學院)
Gary P. Visco (佛蒙特大學)
Elizabeth Walters (馬里蘭州羅耀拉大學)
Paul Watson (紐約州立傑佛遜社區大學)
Sheila O'Leary Weaver (佛蒙特大學)
Bethany White (西安大略大學)
George P. Yanev (南佛羅里達大學)
Yi Yang (詹姆斯麥迪遜大學)
Jill C. Zimmerman (曼徹斯特社區大學)

對本書第二作者來說最重要的，是要感謝妻子 Claudia 對他的支持。

前言

什麼是統計？

統計是用來處理數據的。數據（data）由數字組成，但它不僅是單純的數字而已。數據是有內容的數字。比如說，光是10.5這個數字本身並沒什麼含意，但是假如我們得知，一個朋友的新生兒出生時重10.5磅，我們會恭喜她生了個健康寶寶。我們根據數字，配合上下文並和常識銜接，就可以做出判斷。我們知道10.5磅重的嬰兒相當大，而且也知道嬰兒不太可能重10.5英兩（盎司）或10.5公斤。數字搭配上上下文才能提供有效的訊息。

統計是從數據中找出訊息，並且做成結論。我們用的工具是圖表和計算，並加上常識判斷。我們先來簡單快速看一下，媒體和熱門政治或社會議題如何處理數據和統計研究，藉此展開討論統計的序幕。稍後我們會對這裡提到的例子，做更詳盡的審視。

數據勝過軼聞

信仰不能取代數字。

——史班塞（Henry Spencer）

軼聞引人矚目，是因為它很聳動，所以會深植人心。軼聞能使議題人性化，所以新聞報導常常以軼聞當開場或結尾。但軼聞並不足以當成做決定的根據，而且正因為聳動，所以反而常常會產生誤導。應該注意的是，聲明的背後有沒有數據支持，而不是有沒有吸引人的故事。

住在高壓電塔附近會導致兒童得白血病嗎？美國國家癌症研究所花費5年的時間和5百萬美元，為這個問題蒐集資料。結論是：在「白