

数理统计方法在医学科学中的应用



內 容 提 要

本书通过各种实际例子介绍了数理统计方法在医学科学中的应用。内容除有关概率论的基本知识外,重点是详细介绍各种数理统计方法的应用,最后又简单介绍了实验设计的方法。

本书可供医学科学研究人员、高等医学院校教师及有关医务人员参考。

数理统计方法在医学科学中的应用

楊 紀 珂

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 093 号

上海洪兴印刷厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 850×1168 1/32 印张 8 22/32 排版字数 228,000

1964 年 3 月第 1 版 1964 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—10,500

统一书号 13119·60 定价(十二) 1.25 元

这本供医学科学工作者应用的数理统计方法的参考书，原是北京市科学技术协会在医学和生理学会所开一系列讲座上的讲稿，现经再次整理和充实写成的。为了使内容浅显易懂，尽可能地少作一些数学上的推导，多举一些普通的例子。目的在于使读者看过这本参考书以后，能对数理统计树立起一些基本的概念；掌握一些在医学科学中应用的基本方法；在遇到一些具体的有关实验设计和数据分析时，可以用它作些参考；在进行数理统计计算时，还可以查阅后面所列的各种附表。总之，这是一本实用的参考书，在进行定量的医学科学调查和研究时可能用得着它。

医学是应用生物科学里的一个分支，实际上在一切生物科学中所应用的数理统计方法，在原理上并无差异之处。所以读者对这本书的内容和例子如能举一反三，也可以推广应用到其他生物科学，甚至农业科学中去。

可是由于作者学识和经验都属有限，在初版的稿子中不论是原则性的或是偶然性的错误都在所难免，恳切地希望读者在发现任何错误后来函告知，以便在再版时予以订正。

最后，作者对为本书而付出劳动的孙长鸣、卢因诚、杨纪璋、李启韬等同志，和为这本书提供实际数据以及编制索引的同志们，谨致深切的谢忱。

作 者 于北京中国科学院生物物理研究所
一九六三年四月

目次

緒論	1
第一章 概率、排列与組合	9
1.1 数理統計的基础	9
1.2 概率的定义	11
1.3 概率的相乘定律	12
1.4 概率的相加定律	13
1.5 条件概率的定律	14
1.6 Bayes 的逆概率定理	16
1.7 排列	17
1.8 組合	19
1.9 連續型概率和概率密度	20
第二章 分布	22
2.1 总体和样品	22
2.2 分布和数学期望	23
2.3 二項分布	32
2.4 Poisson 分布	39
2.5 正态分布	44
2.6 統計量 t 的分布	50
2.7 解消假設和数理統計推断	53
2.8 統計量 χ^2 的分布	54
2.9 統計量 F 的分布	56
第三章 单組数据的随机样品	59
3.1 单組数据及其作图表示法	59
3.2 单組数据的中心位置	61
3.3 单組数据的离散程度	62
3.4 大群数据的分組編碼計算法	65
3.5 敲斜度和峭度	67
3.6 单組数据的正态分布配綫	67

3.7	从正态分布作抽样实验	69
3.8	从单组数据作数理统计推断	75
3.9	归属于二项分布数据的推断	78
3.10	归属于 Poisson 分布数据的推断	80
第四章	样品平均数的比较	82
4.1	成对数据的平均数的比较法	82
4.2	成组数据的平均数的比较法	87
4.3	两种假设和两种误差	94
4.4	方差齐性的假设及其检验	97
4.5	随机变量的线性可加模型	98
4.6	两个百分率间的比较	102
4.7	归属于 Poisson 分布的两个计数数据的比较	104
4.8	缺乏方差齐性时两个平均数间的比较	107
第五章	属性统计	109
5.1	离散数据的 χ^2 检验法	109
5.2	在单向组类中观察和理论计数间的吻合性	111
5.3	二行二列的四格列联表	115
5.4	$a \times b$ 列联表无关联性的检验	119
5.5	χ^2 的可加性	120
5.6	对于大自由度的 χ^2 算法	121
5.7	四格列联表的精确检验法	125
5.8	多个离散数据间的比较	127
第六章	相关与回归	130
6.1	概述	130
6.2	相关系数	131
6.3	相关系数的检验	133
6.4	大量数据的样品相关系数的算法	140
6.5	直线回归, 回归系数和回归方程	142
6.6	平方之和的划分	147
6.7	两个回归系数和相关系数间的数学关系	148
6.8	直线回归的各种估计量的标准误差	150
6.9	大量数据的直线回归的算法	153
6.10	两个回归系数间的比较	155

6.11	把曲綫直綫化的回归	158
6.12	多变量的綫性回归	168
6.13	拋物綫回归	170
第七章	方差分析	173
7.1	方差的傳播	173
7.2	用 F 檢驗法檢驗两个方差的齐性	175
7.3	多个样品方差的齐性檢驗	176
7.4	两种独立的总体方差的估計和 F 比	179
7.5	平方之和与自由度的划分	182
7.6	单因素多組群的方差分析	184
7.7	单因素多組群平均数間的比較	189
7.8	两因素組群的方差分析	193
7.9	在两因素組群中漏失数据的估計	198
7.10	有重复两因素組群的方差分析	199
7.11	多因素拉丁方的方差分析	204
7.12	多因素析因实验的方差分析	209
7.13	計数数据的方差分析	211
7.14	直綫回归的方差分析	216
7.15	拋物綫回归的方差分析	218
7.16	协方差分析	220
第八章	实验設計簡介	224
8.1	以数理統計为基础的实验設計	224
8.2	样品含量	225
8.3	随机化区組、拉丁方和析因实验	229
8.4	裂区实验設計	230
8.5	把交互影响混杂的实验設計	233
8.6	平衡的不完全区組实验設計	234
8.7	在临床实验設計中的一些困难	236
附 表		239
1 (1)	正态分布曲綫对应座标数值表	239
1 (2)	正态分布概率对应数值表	240
2	t 的数值表	241
3	χ^2 的数值表	242

4	相关系数 r 的显著性水准表	244
5	从相关系数 r 变换成 z 表	245
6 (1)	具自由度 df_1 和 df_2 的 F 单侧界限值, $P=0.01$	246
6 (2)	具自由度 df_1 和 df_2 的 F 单侧界限值, $P=0.05$	248
7	一万个随机数字表	250
8	从百分率的坐标变换为概率坐标表	254
9	$WSD\sqrt{k/s^2}$ 表	255
10	$X = \sin^{-1}\sqrt{p}$ 变换表	256
11	为 Poisson 频率分布用的上下置信界限	258
12 (1)	为二项分布用的上下置信界限 ($\alpha=0.05$)	259
12 (2)	为二项分布用的上下置信界限 ($\alpha=0.01$)	260
13	阶乘表 [$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-1)n$]	261
14	具自由度 df_1 和 df_2 的双侧界限值, $P=0.05$	263
索引		264

大家只要細心地观测自然界的事物，就会发现在观测到的数据間都存在着不同程度的变差，即变异性。例如，每棵果树上果子数各不相同，每微升血液中血球数都不相等，治愈結核病人的日期也各有短长，类此的变差是客观存在的，是必然而且是有普遍性的。由于变异所引起的定量差別称为变异。

自然界中任何事物的出現，都有一定的客观規律在起着必然性的作用。在这些規律中所涉及的內外因素往往非常之多，它們在大小和程度上的配合方式是随机的，变差的出現正是由于这許多內外因素偶然性的配合所致。科学研究的目的就在于把这些客观規律剖析清楚，以便通过它們对同类事物加以估計和預測。

在对科学規律进行剖析的过程中，往往要从实验去量測那些在能予控制的条件下所生的必然性效应。可是，实验数据总是被其他許多无法控制的偶然組合成因素的綜合性作用所打乱。当这种偶然性变差大到足以盖住因条件的变更而引起的变差时，就不能从結果数据来判断由条件所生效应的必然性規律。規律是客观存在着的，偶然性的背后隱藏着必然的联系。恩格斯說：“凡表面上看去是偶然性在起作用的地方，其实这种偶然性本身始終是服从于內部的隱藏着的規律的”（《費尔巴哈与德国古典哲学的終結》，人民出版社版，第 38 頁。）只有对这种偶然性本身的規律充分加以認識并掌握，才能从表现为偶然的数据中揭露出其中必然性的規律来。数理統計就是以描述偶然性內部隱藏着的規律的概率論为基础的一种科学分析方法。半个多世紀来，它已成为在实验科学

† 原載人民日报 1962 年 8 月 7 日第 5 版楊紀珂：《数理統計方法在医学和生物学上的应用》。

研究中所必不可少的工具。在实际数据变差較大的医学和生物学研究中,它尤其显得重要。

一些数理統計的概念 在近代自然科学的研究中,有很大一部分的内容,是对各种作为現象的判据用的变量进行精細的量測或計數。不少医学和生物学方面的問題,已經或正在从定性轉入到定量的研究中。在定量的基础上才能对相应的現象,作出更为精确和更有把握的估計和推断。各种变数都有一个包括全部数据在內的总体,实验数据往往只是其中一小部分的数据,即样品。在科学研究中,总体一般属于未知,样品则来自实测。我們所最終期望知道和估計的是总体而不是样品,但手头所量測的是样品而不是总体。

为了使样品能以一定的置信程度来估計总体,为了使数理統計所依据的概率論發揮作用,研究工作者在抽取样品时必須采用随机的方法。简单的随机抽样法是把研究对象个体編成号码,然后用随机数字表抽取其中一部分的个体。对它們經实验过程后量測得的数据,就形成适用于数理統計分析的原始样品。

能变性的普遍存在使在各种总体或样品內所包含的数据成为参差不齐,如果把它們按照各数据的个体所占的百分率的次序作图,在絕大多數的情况下,总是形成俗語所謂“中間多、两头少”的頻率分布图。总体的頻率分布虽属未知,但也有一定的規律。从总体抽得的样品的頻率分布,不論在与其总体之間,或在从同一总体随机抽得的各个样品的頻率分布之間,虽并不一定互相吻合,但大都不离其宗。其中規律,可以通过概率論中的推导求得。分布的种类很多,在本书中将擇其要者加以介紹。有一点很容易被人忽略,值得一提。那就是对一群数据,单說出其平均数是不够的,还必须說出代表其間的变差程度的特征参量(如标准离差)。

单类总体的估計 有了分布的概念,我們就可以对单类的总体通过样品数据加以估計了。如果所要估計的是总体平均数,那就可以用样品平均数作为它的估計量。总体平均数是个常数,任何一个总体只有一个总体平均数,可是样品平均数是有变差的。我

們如果从同一总体抽得好些样品，那末在它們各自的样品平均数間不一定一致相同，也不一定恰恰等于总体平均数。既有变差，当然就能作出其分布图。样品平均数的分布不但也是“两头少、中間多”，而且当含量足够大时，它近似于一个能用数学公式表示的正态分布，其中心更接近于总体平均数。这就是数理統計学上著名的“中心极限定律”的大意，它形成了数理統計在理論上的柱石。它可以通过抽样实验重复地加以証实，是颠扑不破的。測量平均数的分布的散开度的判据是平均数的标准离差，特称之为标准誤差，它的估計量可以从样品算得。

有了理論上的依据，就能推导出总体平均数有 95% 的可能性处在样品平均数上下約两倍标准誤差的区間內。样品中数据如果不多，这个倍数也就要放大些。例如在对某人血球計数的实验中，对总体一无所知(实际上要把全身血球加以全部計数是不可能的)，手头只有一个含五个数据的随机样品，即 5.3、5.7、5.4、5.2、5.6 百万/微升。根据計算其平均数为 5.44，标准誤差为 0.0928；查統計表知道对这样含量为 5 的样品其倍数 t 是 2.78；于是算出总体平均数有 95% 的可能性处在 5.44 ± 0.26 即 5.18 至 5.70 百万/微升的区間之內。这样我們就对那未知的总体平均数以一定的置信程度作了有科学根据的估計。

这种估計并不是絕對准确的。要点在于人們可以說得出估計不准的概率有多少。在上例中它是 5%，即有二十分之一的可能性估計不准，使实际的总体平均数处在所估区間以外。我們当然可以把区間扩大以降低估計不准的概率。但目前医学和生物学中，国际上都采用 5% 作为公认的人定水准。

平均数間的比較 在临床实验中常遇到比較各种药剂或疗法的疗效問題。譬如用疗法 A 处理 10 位高血压病人，又用疗法 B 在其他条件都相同的情况下处理其他 10 位病人。在經過一定治疗时期后，比較他們的血压差数。我們可以通过統計方法来比較这两組数据的平均数，从而說出这两种疗法間有无显著的差别，以及孰优孰劣。但这里必須不能忘記随机抽样的原則。如果我們有意

无意地挑选 10 位年龄较高的人用疗法 A 来处理, 另选 10 位年龄较小的用疗法 B 处理, 那就犯了不随机抽样的错误, 使得出的结论有失误的危险。

再如用两种疗法处理 10 位贫血病人。目的是要判明两法孰优孰劣。随机把它们分为两组, 每组 5 人, 分别用这两种疗法加以处理。经一定时期后测得各人红血球计数比处理前增加了:

疗法 A: 120、140、125、135、100 万/微升,

疗法 B: 140、110、145、110、135 万/微升。

虽然疗法 B 的平均红血球增加数 128 万/微升要比疗法 A 的 124 万/微升高出 4 万/微升。可是用数理统计方法(见本书第四章)去检验这两个平均数来自同一总体的假设, 尚不能把这种假设以较高的置信程度来加以否定。这样就不能下结论说那一种疗法更好。当然对治贫血而论, 它们都是有效的, 因为用数理统计方法可以检验出以上两个平均红血球增加数都显著地大于零。

事实上, 数理统计只能以某种概率对某项有关总体的假设加以否定或不予否定, 须与医学和生物学上的理论和经验知识结合起来才能作出较好的判断。它虽不能代替实验, 也不能直接证明任何科学的理论, 但有了它, 科学研究工作者就可以从实验数据揭露出所要知道的科学资料, 甚至找出其中的规律来, 而不致为偶然性的变差所迷惑。

相关与回归 一群数据的变差愈大, 就愈难跟另一群数据相辨别。我们虽然可以通过改进量测的精密度以缩小变差, 但这并不能控制事物本身的变差。如果能引入第二种变量, 那末只要用得恰当, 往往可以有效地使变差缩小, 大大有利于科学的分析和判断。例如量测 1~18 岁男孩的身高, 如果只采用这一种变量, 那末即使用带有测微装置的标尺来量, 也不能改变他们在身高上具有颇大的变差这一事实。但是如果把年龄作为第二种变量, 使身高按年龄的次序分组量测, 那末在各年龄组的身高数据间的变差就大为减小。其实, 有许多科学问题都属于这个类型, 只不过在判据上不那么通俗易懂罢了, 而且也不象年龄和身高问题这样为人所共

知。科学問題中的难事在于如何能找到这种可以縮小第一种变量的变差的第二种变量,甚至第三第四种变量。这需要下一番爬罗剔抉的苦工夫,一旦找到了,往往就是一项科学上的成就。这时候,我們說在这两变数間存在着相关——相互关系。計量相关的判据是相关系数。

回归是十九世紀統計学家高尔敦(F. Galton)所起的名詞。計量回归的判据是回归系数。在直綫回归中,它是一种变量每变更一单位所引起的在另一种变量上的变更量。严格說来,当两变数間存在着从属的关系时用回归,否則就用相关。但在实用上差别不大,可以互相借用。

有时两变数間并无相关,或者相关尚未达到統計学上显著性的水准,就不可遽下結論,說它們之間存在着相关。此外,如果在—群散乱的点子間沒有科学依据地任意画上一根綫,那也是不对的。只有用数理統計方法檢驗相关系数和回归系数是否已达显著性水准以后,才能不被偶然性的变差所混淆。达到了显著性水准,然后可以用最小二乘法来安配回归綫。这种方法簡單地說,就是找出在回归綫上的、估計值与相应的实测值間差距的平方之和达到最小时該綫的位置。

属性的統計 有許多属性不能以一定的单位加以量測,例如成敗、死活、黑白等,可以用属性統計的方法通过对具有相同属性的个体的計数来分析。1899年庇尔逊(K. Pearson)提出了一个測量实計数与預計数之間的偏离度的指数 χ^2 。用 χ^2 的分布对属性进行檢驗的方法,至今还普遍地应用在科学研究中。 χ^2 的定义是預計数和实計数間差数的平方同預計数的比值的总计。这种檢驗法可以參閱第五章所举的許多例子,在这里先看一个簡單而众所周知的例子。

有人調查肺癌病人和正常人吸烟情况。在随机抽取的24名肺癌病人中有16人吸烟,8人不吸;在随机抽取的36名正常人中有14人吸烟,22人不吸。先假設不論吸烟与否,患肺癌的机会大家相等。用配分比例法算出在这个假設下这四类人的預計数分别

为 12、12、18、18，然而实計数却是 16、8、14、22。計算出 χ^2 为 4.44。理論上推导出从这个假設的总体随机抽样所得的 χ^2 有 95% 都不超过 3.84，現在所得样品的 χ^2 比此值大，就意味着以上机会均等的可能性就不比 5% 大了。这样，我們可以借数理統計的推断否定这个假設，而下推断說吸烟者得肺癌的机会比不吸烟的大得多，或者說在吸烟与肺癌之間存在着显著的关联性。这当然不等于說吸烟者必定要生肺癌。还須注意，这种推断总还有些說錯的可能性，不过 χ^2 愈大，上述假設被否定錯的可能性也就愈小。

許多自然科学上的推断都不是絕对的。通过不同的推导和实验，有科学依据的論証如果都指向同一点結論，而同时又尚未見到相反的証据时，这项結論就具有生存下去的生命力。有时如获得到相反的証据，而这些新証据确实有合乎科学实验和科学分析的依据的話，旧的理論就要加以更正甚至被舍弃。

方差分析和实验設計 1928 年費歇尔(R. A. Fisher)发现了能用数学方法把归属于各种变差来源的均方加以析离的方法。简单地說，如果某項变差来源的均方大于衡量样品内部偶然性变差的均方 F 倍，而 F 值大于理論上在 5% 水准处的 F 时，那末該項变差来源的必然性效应就从偶然性变差中显示出来了。这个統計方法被称为方差分析法。它在数理統計的析因方面应用很广，而且为实验設計打开了道路。

方差分析的关键，在于計算归属于各变差来源的均方用的平方之和以及自由度（均方等于平方之和除以自由度），兩項計量都有一种可加性，能按照不同的变差来源从总的平方之和或自由度逐項划分出来。它們于是都可以从样品数据計算得出。用 F 檢驗法就得以在 5% 估計不对的概率的人定水准下去辨認各項效应的显著与否。方差分析的原則是一个，但在計算上随着实验的安排組合而异。而且如果安排得不好，分析起来就要发生困难，甚至无法分析。因此，随着而来的就是各式各样实验設計的产生。

在数理統計的观点上，一个良好的实验設計須达到以下的几項准則：使从实验所得的数据能够进行数理統計分析，既不闕失必

要的数据,也不使数据有浪费的多余;使所得数据經統計分析后不致发生偏倚,从而使結論失誤;合理制定样品的含量,使時間、活劳动和物化劳动作最低限度的消耗。此外在不少实验中,不能对最后的结果作出先期的臆度,必須根据上阶段实验结果經統計计算和分析作出的結論,才可以为下一阶段的实验作出合理的設計。

良好的实验設計是作出研究成果的重要因素,要得到它必須要求实验工作者和数理統計工作者一开始就需密切相配合。一般以为只在实验終了得出数据后才用得着数理統計的想法是不完全的。事实上在实验开始之前以及在实验进行之中都需用数理統計的知識,才能事半功倍。为了使实验结果成为有用而可靠的科学資料,为了使辛勤的劳动不致白费,我們必須了解各种数理統計方法,认真地去安排和設計科学研究的实验。

医学科学中的临床实验要比其他科学的实验更为困难。無論在病例数目、环境条件、用药尝试、效果檢查等各方面都受到很大的限制,必須以珍視病人的生命和健康为主,不能粗心大意只看到对实验有利的一方面。正因为有这些困难,所以作过长期医务工作的老医生的經驗是非常宝贵的。所謂經驗,无非是他对自然界的某种客观現象經长期积累的实践和观察,在他脑子里不自觉地留下的对于該現象的統計分布和变差的影象。从这些影象可以用来判断和估計将要出現的事物。如果說有經驗的人都是不自觉的統計学者,其实也不过分。如果一位青年医务工作者或者医学科学工作者能够掌握数理統計方法,把它作为工具来分析他的实验数据,那末只要有足够的实践和材料,他一定可以在短得多的時間內成为較有經驗的医师或医学科学家。

医学上的档案和遺產 如把历来許多医院对某种疾病所作的診治記錄进行統計分析,往往可以摸索出有用而且宝贵的医学科学的規律来。医院中病历档案的可貴就在于此,是必須加以重視的。

此外,我們如果能够用近代科学的方法,对祖国医学遺產加以实验和分析,相信一定可以把其中优良有效的精华部分整理出来,

为我国医学科学的事业增添光辉。如把数理统计方法作为安排实验和分析数据的工具之一,与临床实验、生理生化、药理学等科学结合起来,新的良好成果的出现也是可以预卜的。

1.1 数理統計的基础 在緒論中我們提到过变异性。大家只要普遍查看一下自然界各种参量的数据，不难发现它們的变异性不但是客观存在的，是必然要发生的，而且是带有普遍性的。最早发现变异性的存在并录之于书的是我国战国时的孟子。他在《孟子滕文公上》一章内写道：“物之不齐，物之情也。或相倍蓰，或相十百，或相千万。”这样他不但說出了变异性的普遍存在，而且还对它提了一种計量的概念。虽然他并没有提出計量的方法，但在二千五百多年前仅就提得出变异性这一点來說，已是难而可貴了。

自然界任何事物和現象的出現，都有一定的客观規律在起着必然性的作用。在这些規律中所涉及的内外因素往往为数极多，各因素所起的作用也不一致。对某一个体來說，这許多因素的配合方式是随机偶然的。因素愈多，任两个个体得到相同的因素配合的机会也愈少。由于不同因素所导致的綜合效应也必然有所不同，所以从任两个个体观测所得的某种效应当然也有变异，变异性的起因即在于此。

就拿結核病來說，任何人得不得这种病的因素很多。属內因的有先天性的遺傳基因的效应，有后天性的在出生前的母体效应和在出生后的营养情况而导致的体内抵抗力大小的因素，有因其他疾病使抵抗力削弱的因素；属外因的有空气中結核菌濃度上的因素，經常接触的亲人有无結核病的因素，有本人在卫生注意与否的因素，以及还有其他許多偶然性的随机因素。因此得病与否須由以上几个重要的内外因加上其他許多数不清的次要和微細因素

的随机凑合来决定。結果当然是在患病与否以及患病輕重上的变异性的出現。大家可以看到在同样的恶劣环境里不見得人人都生結核病；反之，在同样优越的环境里，也未必人人都能避免生結核病。当然前者患結核病的机会要比后者大得多，那是可以肯定的。不仅如此，在同一环境里，那些結核病患者的輕重也是参差不一的。凡此种种都是变异性的具体表現。

正由于变异性之故，中古世紀欧洲的鼠疫虽然猖獗一时，但并没有把欧洲人全部消灭。說得过头一点，假若变异性不存在，那还有一个欧洲人能渡得过鼠疫的灾难嗎？所以說变异性的出現是由于影响于某自然事物或現象的許多大大小小的内外因素的偶然性配合所致。科学研究的目的就在于把这些由内外因所引起效应的客观規律剖析清楚，以便通过它們对同类的事物或同型的現象加以估計和預測。

在緒論中提到过，在对科学規律进行剖析的过程中，必須对偶然性本身的規律加以充分認識和掌握；才能从表现为偶然的数据中揭露出其中必然性的規律来。描述推演偶然性本身的規律的科学就是数学中的概率論，数理統計就是通过由概率論找出来的偶然性本身的規律来辨析在它背后所掩盖的必然性規律的科学。就因为这样，数理統計是以概率論为基础，而概率論又以辯証唯物主义为指南。医学工作者在学习数理統計时，虽然不要求通曉全部概率論的知識，但也須把一些有关概率的基本概念弄清楚。本章的主要目的就在于此。

附帶說一句，在自然科学中的数理統計学和在社会科学中的統計学还有些区别。数理統計学不包含那些諸如人口統計、出生率的逐年統計、全国医院和病床数目的逐年发展統計等問題；它所涉及的内容只是应用数学中概率的定律，以便对随机来自总体[†]的样品数据加以分析，从而对总体作出有一定置信程度[†]的估計。如果全部总体的数据已經在握，数理統計也就成为不需要，虽然还可

[†] “置信程度”和“总体”都是数理統計名詞，其定义下文就会提到。