

119628

纺织工程数理统计

严 灏 景 编 著

紡 織 工 業 出 版 社

江南大学图书馆



91096898

TS1d.1
05

江南大学图书馆
91096898
TS1d.1
05

紡織工程数理統計

严灝景編著

书号 424.047

G104

登記号 29751

商17A-丙部

紡織工程数理統計

嚴灝景編著

*

紡織工業出版社出版

(北京東長安街紡織工業部內)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 16 号

上海市印刷三厂排版

上海中和印刷厂印刷 • 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 • 7 $\frac{7}{16}$ 印張 • 152 千字

1957 年 6 月初版

1957 年 7 月上海第 2 次印刷 • 印數 1,371~2,890

定價: (10) 1.27 元

119628

目 錄

前 言	(8)
第一章 引論	(9)
1. 統計分析方法的應用	(11)
2. 总体、个体和子样	(13)
第二章 頻数、頻率 and 分布	(16)
3. 数据集的整理	(16)
4. 数据分組、頻数、頻数表、頻率、頻率表	(17)
5. 頻数图、累积頻数图、頻率图、累积頻率图	(20)
6. 頻数分布的各项特征	(26)
7. 平均数	(27)
8. 中位数	(30)
9. 众数	(32)
10. 均方差	(35)
11. 极差	(39)
12. 平均差	(39)
13. 平均数和均方差的意义	(40)
14. 平均差的意义	(43)
15. 平均数、中位数和众数的关系	(45)
16. 变异系数和平均差系数	(46)
17. 偏度和峯度	(47)
第三章 頻率分布的意义和应用举例	(52)
18. 頻率的意义	(52)

19. 机率定理	(53)
20. 应用频率分布的例题数則	(54)
(I) 計算牽伸区域中罗拉所握持的纖維根数和不被握持的纖維根数	(55)
(II) 計算一断面所控制的纖維中，伸出在一边的纖維部分梳直后各个断面上纖維根数的比例（照影机曲綫）	(60)
(III) 例(I)与例(II)的結果比較	(66)
(IV) 拜氏和韋氏的纖維平均長度的关系；拜氏、韋氏和照影机曲綫的关系	(68)
(V) 弱环定律——纖維或紗線的强力与長度的关系	(73)
第四章 常态分布	(85)
21. 常态分布曲綫	(85)
22. 常态分布曲綫的性質与常态分布的特征数	(86)
第五章 二項分布与波松分布	(94)
23. 二項分布頻率	(94)
24. 二項式	(94)
25. 二項分布的例题	(95)
26. 二項分布的平均数	(96)
27. 二項分布的均方差	(98)
28. 二項分布的意义	(100)
29. 常态分布为二項分布的特殊形式	(102)
30. 波松分布	(107)
31. 波松分布各項之值	(107)
32. 波松分布的平均数和均方差	(108)

33.	波松分布的性質	(110)
34.	波松分布的应用举例	(110)
第六章	标准誤差	(115)
35.	标准誤差的意义	(115)
36.	变数之和或差的平均数和均方差	(115)
37.	变数之和的均方差的应用举例: 併合作用	(118)
38.	子样平均数的均方差或标准誤差	(119)
39.	子样的均方差的均方差、二次动差的均方差、变异系数的均方差	(123)
第七章	差异显著性比較試驗	(124)
40.	子样平均数的分布	(124)
41.	信度与显著性	(125)
42.	子样与总体間差异显著性比較試驗 (t 試驗的形式之一)	(129)
43.	估計子样的准确性	(130)
44.	子样平均数与子样平均数之間的差异显著性 (t 試驗的形式之二)	(131)
45.	小子样的标准誤差	(133)
46.	小子样平均数差异显著性比較 (t 試驗的形式之三)	(135)
47.	比較两个二次动差的差异的显著性 (F 試驗)	(140)
48.	数个二次动差的平均值	(143)
49.	实际頻数分布和理論頻数分布的差异显著性比較 (χ^2 試驗)	(144)
50.	自由度	(149)

第八章 二次动差分析 (152)

- 51. 試驗結果所以发生差异的原因和差异大小的表示方法 (152)
- 52. 二次动差相加特性 (154)
- 53. 試驗誤差和条件誤差的求法 (156)
- 54. 二次动差分析表和計算 (160)
- 55. 确定各組之間的差异 (164)
- 56. 二次动差分析应用例題 (165)
- 57. 从各批子样的品質求总子样的品質——从紡織制品各卷裝的不勻率求总不勻率 (173)
- 58. 纖維束不勻率和試样長度的关系；和纖維細度的关系 (176)

第九章 变数的相关 (180)

- 59. 相关图、相关直綫和响应系数 (180)
- 60. 相关程度的决定，相关系数 (185)
- 61. 响应系数和相关系数之間的关系 (187)
- 62. 响应系数和相关系数計算 (188)
- 63. 相关的显著性 (192)
- 64. 相关問題分析方法的討論 (194)
- 65. 相关問題差异显著性的比較 (197)
- 66. 相关变数对应值的和或差的均方差 (200)

第十章 取样方法和試驗布置 (202)

- 67. 取样方法和其重要性 (202)
- 68. 随机取样 (203)
- 69. 代表性取样 (204)

70. 取样次数的决定..... (209)
71. 由极差計算均方差..... (210)
72. 取样誤差和取样方法..... (211)

附表 I. 常态曲綫縱坐标与曲綫下面積的值

附表 II. t 的定性限值

附表 III. F 的定性限值

附表 IV. χ^2 的定性限值

附表 V. 相关系数值表

前 言

統計学在工业技术中的应用范围日益扩展，紡織工业也广泛地需要应用統計学。凡屬生产中产品质量的检查，劳动定额的确定，均須运用統計分析的方法。紡織工业是連續大量生产的企业，生产中所积累的資料，用数理統計方法来研究，可以得出生产方面許多有价值的結論，以便推动劳动生产率的提高、产品品質的改进以及原材料的节约。

統計分析是学习紡織技术的一个很重要的工具，是学习先進的苏联紡織科学所必需的。苏联学者所著紡織技术書籍很多地方用数理統計来闡述有关的重要理論，用統計分析的方法来研究实际資料。

我国社会主义建設事业正在飞跃进展，我們需要加緊努力来提高生产技术广泛开展研究实验工作，用統計分析的方法对实验結果进行科学的分析研究，找出实验时各个条件的相互联系、求得确切的結論。

本書是为了高等紡織学校学生学习統計分析的知識而編写的，也兼供紡織技术人員参考。作者根据华东紡織工学院紡織系所开的統計分析課程用的講义整理成为此篇，其中包括一般的統計分析方法，理論的推导和一些常用的数学証明。編写时，收集了一些紡織科学中常用的理論公式及数理統計的推导；收集很多实例，便于讀者了解如何实际运用統計分析的方法。这些例题中的数据都是研究实验的結果，其中有些可供实际生产工作参考之用。

全書分十章，第一章至第六章講述統計分析的基础理論，第七章至第九章講述統計分析的具体方法，第十章是取样方法的討論。

書中不妥善的地方是很难免的，試編这样一本数理統計也覺得不够成熟，敬請讀者加以指正，俾再版修訂，无任感荷。

第一章

引 論

我們要了解一件事物的性質，常常要對這事物加以觀察或量度，例如，要知道大氣的溫度，就要觀察溫度計的指示數，要知道一個圓柱體的直徑，就要用卡尺來測量。這就是一般的實驗方法。實驗方法所給的結果，按理論上講是一定的，各次實驗所得都會得出相同的結果。如果一個圓柱體的直徑測量的結果是20毫米，則重復進行測量都會得到20毫米的結果，可是實際上，每次測量所得的結果並不會完全一致而是有些微小的差異。即如上述圓柱體，第一次測量的結果其直徑可能為20.01毫米，而另一次所得結果可能是19.98毫米。在普通情況下，這種差異微小可以略而不計，不過，差異是存在着的。差異之所以產生，系由於測量時的誤差，測量者的技術和所使用的工具精密程度，這些決定了這一差異的大小，同時，測量時的環境條件也會影響測量的結果。在某些場合，需要精密地確定這個圓柱體的直徑時，就應該對這種差異加以充分研究。因為只有了解了這種測量誤差的情況，才有可能決定所進行的某一次測量的結果準確程度。這種事例之一是當測定在不同溫度下直徑變化的規律。溫度高，金屬膨脹，使直徑加大，溫度低則金屬收縮而使直徑減小。在不同溫度下測量，得出不同的直徑讀數，其差異將包含三個部分：金屬的膨脹率，測量工具的精密程度和測量者的技術。我們須對這些引起測量結果發生差異的原因加以分析，才能夠得出直徑隨溫度變化的真正規律。假如這樣的圓柱體不止一個而是很多個，例如一批某種機器上有一個軸，我們來仔細檢驗它們

的直徑，則問題就變得比較複雜一些。除因上列測量誤差的原因使測量結果不一致之外，還因為各個軸在製造時不可能把直徑做得完全一致，因而測量結果發生差異。我們需要了解這一批軸的直徑變化情況，需要對測量所得的結果進行分析。

統計分析是數學的一部分，它的主要內容就是分析上述這一類問題。各次實驗和觀測所得結果之間的差異愈大，愈須用統計分析方法來進行歸納的研究。按各種工業加工過程所得的產品測量其性質所得結果，都是互有差異的，要準確地鑑定產品品質，必須用統計分析的方法，因此統計分析的知識非常重要，已逐漸為現代化所有各工業部門所應用。在紡織工業中，由於所用的原料——纖維——本身的物理性質如長度、細度等的變化以及化學性質的變化都很大，並且制成的紗線和織物的性質變化也很大，要很科學地來判別原料和成品的品質，就必須運用統計分析的方法。在農業和經濟學方面，所研究的對象也是受複雜的因素影響而變化的，因此利用統計分析的方法也是十分必要的。事實上，農業和經濟學採用統計分析的方法來研究問題，較工業為早。

要指出的，統計分析是一種處理數字的法則，只就試驗研究所得出的數據來進行分析，它本身是一種工具。我們把這一工具運用於所得的數字，從而得到某種結論，至於結論正確與否應以原始資料的數字是否正確為轉移。此外，運用統計分析的法則對一具體事物進行分析所得到的數字上的結論，其現實意義需要正確地加以解釋，才能夠使這一結論真正有用而不致引起錯誤。或者說，應用統計分析的法則來分析問題時，需要有不正確的观点。資產階級的統計學者，常採用局部的資料，利用統計分析來引出片面的結論，歪曲事物的真相以達到維護其階級利益的目的。這一點，我們必須注意。

1. 統計分析方法的应用

統計分析方法应用范围很廣，可以遍及各种科学和工程的領域，它所研究的問題的性質是多样的。本書所講述的統計分析的基本原理和統計分析的具体方法都是結合紡織工程上的实用；所討論的問題主要有下列几个方面：

I. 表达出一件事物的性質

这一类問題的一个簡明例子是纖維的長度。我們知道，任何一种天然纖維，各根纖維的長短并不一致，長的和短的混雜一起，而且纖維的長度相差很大。一束棉纖維中，最短的祇有几个毫米，而最長的常达40毫米甚至50毫米。怎样来表示纖維的这一种物理性質的長度呢？这需要用統計分析的方法。另一个例子是細紗的支数，一縷細紗的各段粗細不一，因此各段的支数也就不同，我們須用一簡單的方法来表示这一細紗的支数，以及表示出这細紗的支数的变化情况，这也要用統計分析的方法。

II. 比較兩件事物之間的差異

在紡織工业中，这一类問題是最常遇到的，例如原棉經過清棉以后其長度是否和未經过清棉工程之前相同？或者說棉纖維被清棉机打手打击后纖維有无断裂？他如梳棉机的棉条經過兩次併合后的品質和經過三次併合后的品質相比較，何者为优？此外，又如两个工場所生产的布的品質是否相同等等。

比較兩件事物的性質原屬很簡單的事情，譬如知道了兩根纖維的長度之后，就立刻可以決定出那一根比較長些。但是，如果要比較兩大堆纖維的長度，而各堆之中的各根纖維的長短相差很大，再加上測量長度時所產生的誤差，問題就比較复杂了。要圓滿地解答

这样的問題，就需要用統計分析的方法把兩件事物的性質先加以肯定，然后再來比較兩者的性質。決定兩者之間有无差异以及決定差异的程度，也要用統計分析的法則。

III. 分析影响事物性質变化的因素

当兩件事物的性質肯定有差异以后，于是进一步推問那些因素引起这些差异。例如引起兩個工場所生产的布的品质不同，有很多可能的因素：所用的細紗品质不同；在織造过程中其中某一道或某几道的加工方法不同；也可能是由于測量的誤差所引起的等等。这些因素可以单独地成为引起差异的因素，也可能很多因素同时存在而引起布的品质发生差异。用統計分析的方法，可对这一类的問題加以研討，分析出那些因素是存在着的，并且能够推算出各个因素所产生的影响的大小。

IV. 一件事物的兩種性質或环境对事物性質的关系的分析

紡織工程中属于这一类型的問題很多，例如：細紗拈度和細紗強力的关系；車間溫湿度的大小对織机或細紗机断头率的关系；纖維細度和纖維長度之間的关系等等。对这类問題的分析，需要用統計分析的方法。在統計分析中，用“相关”来表示一事物的兩個性質之間的关系和外界条件对事物性質的影响程度。

V. 研究取样和試驗方法

在紡織工业中，我們常只能从一件整个事物的一部分来进行性質的觀察或量度。由所得到的一部分的性質來推求整个物体的性質。例如求棉条的均匀度时，只取出一部分棉条來測量它的性質，用这一部分棉条的性質來代表整个棉条的性質。其所以不能取全体棉条來測量，是因为对全部棉条进行試驗要費很多時間和人力，而且棉条經過性質測定以后，本身遭受损坏，不再是完整的棉条。这就产

生了这样的問題：所取出的这一部分棉条的性質是否能代表全体棉条的性質？使所取出进行試驗的一部分能代表全体的性質，是統計分析所研究的問題。統計分析中討論正确的取样方法以及試驗的布置方法，使得所得的結論可靠。

上述几类問題的討論是本書的主要範圍。篇中所引述的例子和問題都是紡織工程中的問題，数据都是实測的結果。書中所引述的方法和定律是可以普遍应用的。

2. 总体、个体和子样

总体，个体和子样三个名詞，是統計学上常用的名詞，初学的人須要把这三个名詞的含意深刻了解。在統計学上，把所要进行研究的对象的全体，叫做总体。組成总体的各个基本單位，称为个体。例如我們要對棉纖維进行研究，則所有的棉纖維的綜合体称为总体，各根纖維称作个体。总体和个体有时又可指一件物体的某一性質而言，如果以棉纖維的長度作为研究对象，則所有的棉纖維的長度是总体，而各根纖維的長度是个体。总体和个体又可以是抽象的，例如研究梳棉机的除杂效率时，在一定時間內落棉的数量，或每次試驗所得的落棉百分率，就是个体，很多次試驗的落棉率集合起来組成一个总体。又如測量一間房屋的溫度，在这房間內的任意一点所測得的溫度之值，称为个体，整個房間內各点的溫度称为总体。

总体和个体所代表的事物，并不是一定的，同样的事物，有时可以認為是总体，在另一种情況下又可作为个体。例如分析紡紗厂的棉紗質量时，各个紡紗厂作为我們所研究的一个單位，每一个紡紗厂的棉紗質量是一个个体。可是當我們調查某一个厂的每台細紗机的产量时，則这一个厂就成为总体，而这个厂中的各台細紗机成

为这个总体的个体。

总起来說，在分析研究一事物时，所研究的一个基本單位称为个体，而所研究的整个对象称为总体。

总体之中所含个体的数目，并無一定，可以是一个很小的有限值，也可以很大以至到無穷大。分析某一紡織厂每台細紗机的产量时，全厂所有細紗机的台数，就是这一个总体中所含的个体数。这种个体的数目不是太大的。假如我們分析棉纖維的長度，則每一根棉纖維的長度就是一个个体，所分析的对象如果是一个棉包，則这一总体之中(就是一个棉包之中)所包含的个体数就大得惊人了，我們知道，一个棉包重量可达250仟克，而一仟克的原棉，其中纖維的数目就达約二亿根以上。所分析的对象如果是一批棉包，总体中的个体数可說是無穷大了。上面所举的实例，个体的数目虽多，究竟是可以以数計的（至少在理論上如此），而統計分析中所常遇到的情况是总体中的个体数在理論上是無穷大。这样的例子非常多。举一个簡單的例子：当分析布机或細紗机的断头率时，每一次試驗所得的結果成为一个个体，試驗的次数愈多，則个体数愈多，試驗次数無限地增加，得到無限数的个体，这許多个体組成了断头率的总体，因此总体中个体的数目为無穷大，或总体为無穷大。

总体的性質是由其中各个个体的性質綜合而定的，所以要了解总体的性質，就必須測定各个个体的性質。很容易想到，要对一个总体的性質知道得很清楚，必須把总体之中所有的个体的性質都加以測定。但是由于在很多的的情况下，总体之中的个体数目众多，甚至于为無穷大，事实上不可能把总体中全部的个体都加以研究。所以我們常从总体之中取出其中一部分的个体，对这些取出来的个体加以研究，而来推測总体的性質。这些被取出的个体的集合体，称



作这总体的子样。有时虽然总体并非無穷大，其中的个体数目也是有限的，仍然要取出子样加以研究分析。例如在求棉紗或棉布的断裂强力，因为紗或布的强力試驗把紗或布拉断，若把所有的紗布都經過强力試驗，紗或布的强力性質固然充分知悉了，但紗布已不复存在，因此只能取出子样来进行研究。通过子样性質的分析来确定总体的性質，就要使子样的性質能代表总体的性質，这就必須遵循一定的法則来取得子样。如何取得正确的子样，是統計分析所研究的重要問題之一。

子样之中所含个体数目的大小，即子样大小，并不是一定的。子样中个体的数目最多跟总体中的个体数目相等，即子样包括了总样的全部。但子样大小与总体的大小没有关系。子样中的个体数，可以千万計，或为数百个，或者几个，充其极，一个个体也可以組成一个子样。

总体、个体、子样是統計学上的專用名詞。分析一个具体問題，总体、个体和子样是具有其真实意义（或物理意义）的。不过，在分析的过程中，为了便利数学运算，恒用数学符号来表示它。因此，在統計分析中，个体成了各个数值（由測量所得出的这个个体的性質的数据），子样和总体成为一系列的数值。茲举例來說明。

每 5 碼棉条的格林数：

215	215	227	192	195	208	215	210
200	195	187	185	201	218	210	215
205	195	202	202				

在进行分析时，把上列每一个数值，看作一个个体。假使 20 段 5 碼棉条是从 4 个棉条筒中取来的，而分析的对象是这 4 滿筒棉条的全体，則上列 20 个数据的集合体就叫做子样；如果这 20 段 5 碼的棉条是所要分析的对象的全體，則这 20 个数值就成为一个总体。

第二章

頻數、頻率和分布

3. 数据集的整理

由實驗或觀測方法所收集到的各个数据（即各个个体的性質）常常是分散着而且好象沒有系統和次序，相互之間沒有关联，必須加以整理和分类，方能表现出这一群数据所代表的事物的規律（即子样或总体的性質）。統計資料整理和分类的基本方法，主要有兩種：

（1）將数据依照大小次序排列成表；

（2）用图形表示。

作出图或表之后，就可以大致看出这一群数据所代表的事物的性質。再根据图或表，运用数学方法，可以进一步計算出一些簡單的数值，作为这一群数据所代表事物性質的指标。因此，作图和列表是很重要的步驟。本章所講的方法，不論各数据所代表的是子样还是总体，一般都能适用。如果数据集是子样，所分析而得的結果是子样的特性；如果是总体，所得結果就是总体的特性。但必須指出，本章所講的方法并不是可以适用到任何的数据集，当一群中各数值出現的先后次序有相互关联，用这种方法来整理得出的結果就沒有什么意义。例如从梳棉机棉条每米的重量来分析梳棉机抄針后棉条支数的改变規律，如果把各数据按下节所述方法重新排列，則完全