

经营工程学丛书 5~6

统计 分 析

〔日〕 田口玄一 等著

经营财务会计

〔日〕 伏见多美雄 著

甘肃省质量能源标准化信息中心
甘肃省标准计量情报研究所

1988. 10

《经营工程学丛书》编译委员会

名誉主任	吴伯文	原国家标准总局副局长
主 任	钟 明	国家标准局副局长
副 主 任	王信祥	甘肃省经济委员会主任
	张乃让	甘肃省经济委员会副主任
	金 林	甘肃省经济委员会总工程师
	李春田	中国标准化综合研究所所长
	李泰森	甘肃省标准计量情报研究所所长
	孟鉴兴	新疆标准局副局长
	常致贤	甘肃省经委节能技术服务中心主任
总 编 辑	李泰森	

经营工程学丛书

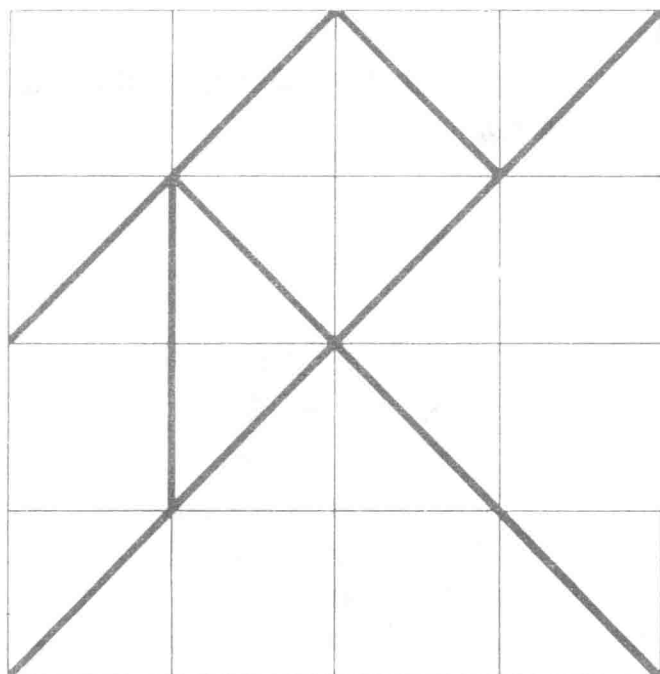
5

统 计 分 析

〔日〕 田口玄一 横山巽子 著

译：沈达德

校：李泰森 扈明光



《经营工程学丛书》编译委员会

名誉主任	吴伯文	原国家标准总局副局长
主 任	钟 明	国家标准局副局长
副 主 任	王信祥	甘肃省经济委员会主任
	张乃让	甘肃省经济委员会副主任
	金 林	甘肃省经济委员会总工程师
	李春田	中国标准化综合研究所所长
	李泰森	甘肃省标准计量情报研究所所长
	孟鉴兴	新疆标准局副局长
	常致贤	甘肃省经委节能技术服务中心主任
总 编 辑	李泰森	

经营工程学丛书5

统 计 分 析

责任编辑 张晋德

出版 甘肃省质量能源标准化信息中心
甘肃省标准计量情报研究所
印刷 天水新华印刷厂

开本: 850×1168毫米32开本 印张:8.25 字数:213千 印数1-1300

1988年10月第一版第一次印刷

序 言

甘肃省促进技术进步编辑部的同志们在省经委和标准局的热情支持下，翻译出版了这套《经营工程学丛书》。无论是经济管理界的同志，还是标准化界的同志，对此都会感到由衷的高兴。

这套丛书是由日本规格协会组织了日本科技界、工程界、经济管理界、企业界、商务界、教育界等许多领域的近百名知名学者、教授、研究人员和企业家，在全面总结日本企业管理经验的同时，还广泛吸收了其他国家的先进管理技术、现代管理理论和管理方法的基础上精心编著的。1981年由日本规格协会出版后被译成多种文本，在许多国家出版。我国这次出版是根据1985年的最新版本翻译的。

该书原版共20卷，囊括了管理工程学的各个领域，可以说它是一部企业管理的百科全书，同时它又是一套体系完整的教科书。

我做为一名标准化工作者尤为高兴的是这套丛书不仅把标准化做为管理科学的一个重要分支，专设了一个《标准化》卷，而且还把标准化的理论、成就和方法渗透到这套丛书的许多卷里。特别是在《生产管理》、《作业研究》、《人类工效》、《质量管理》、《劳务管理》、《研究开发》等卷都可看到，这些领域的管理方法、管理成果大都要通过标准的形式加以概括和肯定，并且还要以标准的形式加以推广和实施。从泰勒制订标准时间的作业管理，到当今运用计算机的大系统管理，不论管理的理论、方法、对象发生了怎样的变化，标准化总是必不可少的，而且愈往前发展，它们的关系愈加密切。这套丛书生动地告诉我们：积极推行标准化，并把它同各项管理紧密地结合起来，这是日本企业管理经验中很值得我们借鉴的成功经验。

由此，我们便不难理解为什么在日本的企业里开展的是“全

面标准化”並且同“全面质量管理”一样是全员性的管理活动。同时，也不难理解为什么日本规格协会肯于下力气编著这套工程浩大的管理丛书了。

为了加速我国的社会主义建设，我们有必要引进国外的先进技术。既要引进“硬技术”更应引进“软技术”。引进软技术不仅可以改变我们管理落后的局面，而且也是促进硬技术的消化、吸收並发挥作用的前提条件。这套丛书的翻译出版可以说就是为我国广大经济管理干部、高等学校师生、技术经济科学工作者和标标准化工作者引进的一项软技术。我向广大读者推荐这套丛书，並希望读者本着取其精华、去其糟粕，洋为中用的态度，吸收、消化、创新，走出一条适合我国国情的企业管理道路。



1988年 4月

前 言

在实际问题的研究中，应该看重事实。研究着经常会遇到种种不熟悉的数据：商品不同销售价和经费的数据，社会现象和自然现象的数据，政府部门的统计资料，商品检验与缺陷的数据，生活及有关环境的数据等等，人们被千差万别的情报所包围。

对于计量值，计数值，分类值，顺位数等，这些各种各样的数据，一方面求取和因子之间的关系，另一方面应该对针对各种情况的对策的效果进行评价。为了对计划的利益进行估计和预测，应该采用哪类统计分析方法？从所有领域的研究者都希望解决这一问题来看，这绝不是言过其词。这对于学习经营管理学的学生也不会例外，掌握效率的统计分析的方法，与其说是经营管理专业的学生本身的要求，不如说，在企业中，掌握这类统计分析方法的专家们，可以说才是最相称的人。

对于上述类型的千差万别的各种数据，以一般普通原理，开发能够通用的统计分析的方法。这里，只能够运用实例进行介绍，才容易解释。把这一方法提供给社会，是著者长时间来的愿望。而本书就是对这种愿望想作出一个回答。

为了进行容易理解的解释，本文所有的实例，不是采用专用的难以理解的理工领域的数据，而是考虑采用容易理解的营业、事务、社会、家政、商品试验、政府部门的统计的数据，以此方法进行说明。然后，为满足有数理基础读者的需要，在各章的注释中，依次进行数理的说明。

因此，推荐：即使不愿阅读注释部份的内容，只想理解正文内容的读者，请试作章末的练习问题，以此对理解程度进行检验。

本书从第一章到第十一章,详细介绍了统计分析的基础方法,是一本入门书。但是,第十二章不是入门内容,而是作为高超的方法,介绍了实验的回归分析和响应解析的一些内容。在计算机能够简便利用的今天,十二章中介绍的两种方法、想来在所有的事务性的领域都能广泛加以应用。

本书不同于目前市面上销售的一般统计学读本。统计分析的任务,不是所谓的统计检定或估计,其中心是,对于代表目的特性的因素,进行对主要因素的影响大小的定量评价,本书所表示的方法的数理基础不是概率论,其考虑方法的依据是正交展开。此外,其计算形式的数理基础,是建立在单位行列的正交分解这一二次形式论之上。不过,一直以来广泛应用的检定预测的方法,在统计分析的某些部份,作为参考也可使用,这也是事实。只能根据过去某些方法,采取和所谓与数理统计学的方法共存这一立场。这种考虑,是本人从1965年担任统计分析的讲授以来的一贯态度。新的尝试是本人在实务性工作上,取得了各种各样的收获之后,越发加强了对这一方法的确信。

本书具体的执笔和校正工作的大部份,由横山担任。另外,关于出版、校正工作,受到了日本规格协会各方面的大力支持,深表谢意。

1980年1月10日

著者代表 田口 玄一

体 例 说 明

(凡 例)

- 1, 本书按点系统分类, 所以, 有必要按照(1), (2)、(3)、……;
(a), (b), (c), …, 等小项分类;
- 2, 本书文中所示($\Rightarrow$ 3.2节)中的数字, 表示各个参考章节;
- 3, 数学式的番号, 有如(1.1)、(1.2)的形式, 用二个数字表示。其数字表示各章中数学式的顺序;
- 4, 表和图的顺序, 以表1.1, 图1.1的形式表示, 其数字表示各章的表和图的顺序;
- 5, “用语”尽可能以JIS Z8101(质量管理用语)为据;
- 6, 符号尽可能以JIS Z8101(质量管理用语)为依据, 刊出主要符号说明, 以便读者查阅;
- 7, 关于各章的练习, 刊于各章末;
- 8, 关于本文的文献:
 - 8.1 文献一概刊于书末; 引用文献, 在本文文句上角(例: ⁽¹⁾ ⁽²⁾)表示, 参考文献同正文相同大小的数字(例如: [1], [2])表示。但是, 本书附表的出处, 应当在本页的下面, 附加“十”符号表示, 并说明出处。
 - 8.2 文献的列出, 按以下顺序(略)

主要符号说明

将本书使用的主要符号, 整理于下:

符 号	说 明
$A, B, C, \dots$	因子名
$A \times B, A \times C, \dots$	因子 A 和 B , 因子 A 和 C , $\dots$ 的交互作用
$A_i; B_j, A_i B_j$	以 A 的第 i 水平, B 的第 j 水平所给与的数据的合计, 以 A_i 和 B_j 的组合所给予的数据的合计
$\bar{A}_i, \bar{B}_j, \bar{A_i B_j}$	以 A 的第 i 水平, 以 B 的第 j 水平所给予的实验数据的平均值, 使 $\bar{A}_i$ 和 $\bar{B}_j$ 的组合所取得的实验数据的平均值
A_L, A_q, AC	因子 A 的一次项, 2 次项, 3 次项
S_m	一般平均值的变差
CF	修正项
ST	平方和或平方和 - CF
$SA, SB, \dots$	因子 A 的变差, B 的变差, $\dots$
$SA_l, SA_q, SAC, \dots$	根据因子 A 的 1 次项, 2 次项, 3 次项, $\dots$ 的变差
$Se_1, Se_2, \dots$	1 次误差变差, 2 次误差变差
SA', SB'	A 的纯变差, B 的纯变差
Se_1', Se_2'	1 次误差, 2 次误差的纯变差
$S(x)$	补助变数 x 的变差
$S(xy)$	补助变数 x 和特性值 y 的共变差
Sx	由于 x 带来的回归变差
f	自由度
$VA, VB, \dots$	A 的方差, B 的方差, $\dots$
V_T	全方差
Ve_1, Ve_2	一次误差方差, 二次误差方差
$E(V)$	方差 (或平均平方) 的期望值
F_0	方差比 (或平均平方比)
$F_{f_2}^{f_1} (0.05), F_{f_2}^{f_1} (0.01)$	分子的自由度 f_1 , 分母的自由度 f_2 的有意义水平 5%、1% 的 F 表中各个值
σ	误差方差的真值, 总体方差
$\sigma_A^2, \sigma_B^2, \sigma_{A \times B}^2$	$A, B, A \times B$ 的方差的真值
$b_0, b_1, b_2, \dots$	正交多项式的常数, 1 次系数, 2 次系数
$\mu, \hat{\mu}$	总体平均值, 总体平均值的推断值
ne	有效反复数
D	单位数
$\bar{r}, \bar{n}$	重复数的调和平均值
$W_1 W_2, \dots$	累积法中的加权, 正交多项式的系数
$I, II, \dots$	累积组, I 组, II 组, $\dots$

目 录

前言	(i)
体例说明	(i)
第一章 方差分析入门	(1)
1.1 和与平均	(1)
1.2 变差的分析	(2)
1.3 方差比与 F 检验	(5)
1.4 方差分析表	(7)
1.5 推 断	(9)
第一章注释	(10)
练习	(16)
第二章 单向配置法	(17)
2.1 因子和水平	(17)
2.2 线性式及其单位数	(19)
2.3 线性式的变差和线性式的正交性	(22)
2.4 销售增长率的方差分析	(24)
2.5 新牌商品的销售效果的估计	(27)
2.6 求解 3 个水平以上场合的变差的方法	(28)
2.7 对比变差的分解	(35)
2.8 单向配置的一般公式	(39)
第二章注释	(40)
练习	(44)
第三章 回归分析入门	(46)

3.1 父亲的身高和孩子的身高	(46)
3.2 方差分析	(50)
3.3 围绕回归分析的诸问题	(51)
3.4 回归分析的公式及其引导	(54)
练习	(57)
第四章 正交多项式	(59)
4.1 百货公司的销售额	(59)
4.2 变差的计算和方差分析	(61)
4.3 预测式的建立	(63)
4.4 切比雪夫的正交多项式	(64)
4.5 与原始数据分析的比较	(67)
练习	(70)
第五章 二次设计法(1)	(72)
5.1 宣传方法的比较数据	(72)
5.2 变差的计算	(74)
5.3 方差分析	(76)
5.4 有效因子及其预测	(78)
5.5 对于小自由度分解的方差分析	(79)
5.6 具有重复的二次设计法	(82)
5.7 变差的计算和方差分析	(83)
5.8 推导	(86)
第五章注释	(87)
练习	(89)
第六章 二次设计法(2)	(91)
6.1 年别、月别的数据	(91)
6.2 方差分析	(93)
6.3 有意义因子的推导和预测	(96)

6.4 关于男女在不同市县的平均寿命方差分析·····	(98)
6.5 所得水准和平均寿命·····	(100)
6.6 因子效果的预测·····	(103)
第六章注释·····	(105)
练习·····	(110)

第七章 特性值的分类和解析法····· (114)

7.1 特性值的种类·····	(114)
7.1.1 单纯计数值·····	(114)
7.1.2 单纯计量值·····	(115)
7.1.3 计数分类值·····	(115)
7.1.4 计量分类值·····	(120)
7.1.5 多计数值·····	(122)
7.1.6 多计量值·····	(123)
7.2 统计分析的指南·····	(123)

第八章 数据的解析法····· (125)

8.1 数字系列·····	(125)
8.2 直寄邮件式商品广告的调查数据·····	(126)
8.3 方差分析·····	(128)
8.4 考虑了对比的方差分析·····	(131)
8.5 重复次数不一致的场合·····	(134)
8.6 方差分析和结果的整理·····	(136)
8.7 双因子有意义场合的预测·····	(140)
第八章注释·····	(141)
练习·····	(142)

第九章 累积法····· (144)

9.1 尝味试验的数据·····	(144)
9.2 在累积法中变差计算的考虑·····	(147)
9.3 变差的计算·····	(149)

9.4 方差分析表和结果的看法	(150)
9.5 咖啡的品味实验	(152)
9.6 变差的计算和一次误差有意义时的整理方法	(154)
9.7 有意义因子的预测和最适宜条件的决定	(156)
第九章注释	(159)
练习	(168)

第十章 度数法 (171)

10.1 计量分类值的数据解析	(171)
10.2 按度量法的方差分析	(173)
10.3 预测式和预测	(177)
10.4 多计数值, 多计量值的场合	(181)
10.5 因子效果的估计	(186)
练习	(187)

第十一章 简单商品的检测实验 (189)

11.1 洗涤剂的比较实验	(189)
11.2 变差的计算和方差分析	()
11.3 有意义因子的预测	(193)
11.4 橡皮擦的实验	(194)
11.5 考虑了分解的方差分析	(197)
11.6 推断	(200)
练习	(201)

第十二章 实验回归分析和响应解析

	(203)
12.1 实验回归分析	(203)
12.1.1 数据解析种种	(203)
12.1.2 事务作业时间分析	(203)
12.1.3 实验回归分析法	(206)
12.2 响应解析	(213)

12.6.1 用正交表进行的利益计算法.....	(213)
12.2.2 利益额的方差分析.....	(217)
12.2.3 预测式	(220)
第十二章注释 实验回归分析的程序.....	(222)
文 献	(227)
附 表	(228)

第一章 方差分析入门

1.1 和与平均值

在鞋子的尺寸问题上，对足型和足的大小的测量方法不少，作为测量项目之一是足的长度。足的长度是表示从足后跟到前指端的长度。实际上，有的人从足后跟到第一指端的长度长，有的人是到第二指端的长度长，人的足形有各种形式。下面的数据是20位20岁的男子，右足的第1指端到第2指端长度的差值。

5 -2 2 8 -3 1 4 0 6 3 (mm)
-4 7 2 4 7 2 1 0 5 0

如果把这20人的总计数为 T ，则

$$T=5+(-2)+2+\cdots+0=48 \quad (1.1)$$

同样，其平均值 $\bar{y}$

$$\bar{y}=\frac{1}{20} \times T=2.4 \quad (1.2)$$

一般把 n 个观测值以 $y_1, y_2, \cdots, y_n$ 表示时，将 $y_1, y_2, \cdots, y_n$ 的和 T 与平均值 $\bar{y}$ ，定义为下式

$$T=y_1+y_2+\cdots+y_n \quad (1.3)$$

$$\bar{y}=\frac{1}{n}(y_1+y_2+\cdots+y_n) \quad (1.4)$$

这里，式 (1.2) 的结果，所表示的是这20人，从第二指端到第一指端长度的平均增长2.4毫米。在这20个人中，从足后跟到第一指端的长度和到第二指端的长度的差值是不同的，作为全