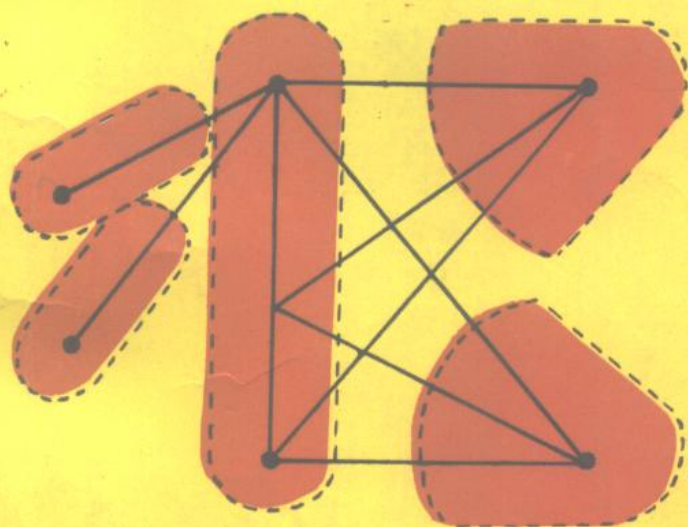


# 实验设计法

〔日〕 田口玄一 著

(上)



机械工业出版社

# 实 验 设 计 法

(上)

〔日〕 田口玄一 著

魏锡禄  
王世芳 译



机 械 工 业 出 版 社

# 実験計画法

(上)

田口玄一 著

\* \* \*

## 实验设计法

(上)

〔日〕 田口玄一 著

魏锡禄 王世芳 译

\*

责任编辑：袁光曦

封面设计：刘代

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

河北省永清县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经营

\*

开本 850×1168 $\frac{1}{32}$ ·印张 19 $\frac{5}{8}$ ·字数 512千字

1987年12月北京第一版·1987年12月北京第一次印刷

印数 4,001—2,080·定价：5.80元

\*

科技新书目：158—107

统一书号：15083·6960

## 译者的话

田口玄一博士所著《实验设计法》，是一本为人赞誉的好书。许多工业发达国家，都在理、工、农、医等各个领域，积极推广运用本书所论述的理论与方法。它们在提高实验效率、优化产品质量设计、改进工艺技术、强化质量管理等方面的应用效果，颇为显著。

译者在有关方面的催促、鼓励之下，把它译出，使之与我国读者见面了。如能对读者有些许助益，则不胜幸甚！

在译出本书的过程中，王世芳同志对全书作了通校。陆首群同志给予了不少支持，特表谢意！

由于译者水平有限，错误之处，望读者指正。

译者

一九八四年九月

## 写给第三版“实验设计法”上下卷 中国译本的序言

“实验设计法”的写法，有三种观点：数学的、科学的、工学的。数学的观点是在假定数学模型基础上来处理其中有关偏差和特性值分布的情报。科学的观点是为了调查提出的假设是否正确，按照目的要求采用实验设计与数据分析来处理。工学的观点是阐明目的功能是什么，为完成表现目的方法和功能而找出效果较好的手段。为此，提供优化的设计和生产方法的理论计算、实验设计、数据分析的方法。本书是从工程学的立场出发来编写的，这就是本书与其他实验设计法不同的特点。

设计研究和生产技术研究在企业的活动中，占有如下的地位和作用。

### 一、产品计划

把什么样功能的产品，以多少钱售出去，并估计它有多大的需要量，实际上就是决定产品开发的功能与价格问题。也可以将价格改绘成为产品需要曲线。

### 二、产品设计

它是开发计划确定功能产品的阶段，按照要求价格销售，也能获取充分的利润，设计出既便宜质量又好的产品。这一阶段又可分为下述三个具体阶段。

#### (a) 功能设计

计划确定产品以后，按照自己的思路，利用新系统或方式直至达到标准型为止的阶段。这里对创造性要求居多。

#### (b) 参数设计（质量与成本的改善）

是决定由功能设计选定系统中各个因素水平值的阶段，因为它是同时改善质量与成本为目的的，所以，又是新产品开发方

面的重要阶段。

### (c) 容许差设计

是在由(b)选出的参数中心值的前后,规定两侧或单侧容许差的阶段。是一种质量与成本的折衷方法,称为低技术性的办法。

## 三、生产工序设计

按照产品设计决定的图纸与格式,高效率地产品生产工序的设计阶段,由下述三个阶段组成。

(a)是构成最佳生产工序的系统设计、装置、加工机械等方式的阶段。

(b)是以质量与成本双方同时改善为目的,谋求生产工序的参数设计、生产工序的系统因素的加工速度、工具、处理条件等最佳水平的阶段。

(c)求出生产工序的容许差设计、生产工序参数的水平值后,规定其容许差的阶段。

## 四、生产

日常生产过程中的质量管理活动,可以划分为以下三个阶段。

### (a) 诊断与调节

对生产工序进行连续性或是一定间隔的诊断,发现异常立刻恢复原来正常工序的线内质量管理方式。预防维修也包括在内。

### (b) 预测与修正

是仅在特性值为计量值的情况下,有修正偏离目标值的信号因素时所采用的方法。它虽然全部都是自动控制,但这时,一面要进行控制系统中的计测系统的校正工作。

### (c) 计划与处理

对产品进行检测,区分合格、不合格品,不合格者进行修复、调整、报废等处理,(a)(b)是以工序中活动、作用为中心的,上述只是对于产品处理的措施。

## 五、市场开发

有关新产品、改良品对用户宣传推销工作。

## 六、销售

日常销售业务，处理有关质量问题，即用户对产品的使用意见。

上述各项中，对实验设计法最为重要者是，第二段产品设计，第三段生产工序设计中（b）参数设计和（c）容许差设计阶段，（a）系统设计的不同点是几乎不需要什么独创性，但对系统入门来说，也是重要的阶段。

1949年以来，著者一直担当日本电电公社（简称NTT）电气通信研究所的开发研究与设计实验设计法及其普及推广工作，总结了三十余年积累的经验，就是这次译出的中文本（第三版实验设计法上下卷）。

中国的译者是魏锡禄、王世芳二位先生。魏先生系1943年毕业于日本电电公社前身递信省的专业学校，是我最尊重的中国朋友之一；王先生是具有丰富理论素养的著名质量管理专家。这次由精通日语并令人信得过的中国友人译为中文本，提供给中国广大科技人士阅读，用于改善产品质量，降低成本，著者深感无比的高兴。

对负责组织本书翻译工作的中国机械工业部有关人士，表示谢意。同时，渴望中国朋友应用书中方法，使中国的工业产品质量与成本价格早日驾凌于世界水平之上。

田口玄一

于日本东京

一九八二年八月三十一日

## 前 言

科学和技术的研究，一般通过下述三阶段完成：

(1) 确定目的，(2) 设定手段，(3) 评价实现目的所采取的手段。

本书将实验设计法定义为 (3) 评价阶段的通用技术。实验设计法是对各种手段、方案的价值，作出有效、可靠评价的通用方法之总和。其内容，包括计算与实验的配列方法，数据的分析方法，和特性值的合理化等。

实验设计法第一版（即旧版）是以正交表配列为中心，以日本二、三个企业、日本电讯研究所和印度若干企业的应用经验为基础编写出版的。这时正值 1957 年，作者刚从印度回国不久。本书突出介绍了利用正交法的很多应用实例与非计量值数据的分析实例。由于当时其他书籍中尚未介绍这方面的内容，所以出版发行后，出乎意料地得到了广泛的欢迎。但第一版中所叙述的内容，只不过是实验设计法的创始人英国费歇（R·A·Fisher）的理论在技术领域中的扩大而已。

作者在第一版前言中曾说道：“……本书是为那些不具备统计数学基础知识的研究人员和工程技术人员，提供一种简捷解释，以培养他们能自由运用实验设计法的中心部分——正交配列的技术知识。……”。

在战后日本工业复兴时期，有幸问世的第一版，重版数量之多，是出乎意料的，并应用于各个产业领域。通过各个领域的应用之后，显露出第一版内容是不够完善的。不论是开发更多的方法也好，或者关于应用的处理方式也好，都迫切要求出版修订本。1962 年，对第一版进行了大幅度的修订，出版了第二版。当时作者正在美国。作者在第二版的前言中写道：“……第一版问世

后的五年间，尽管在不易读懂的条件下，有许多人还是采用了正交表来进行实验设计，通过实践，其有效性、缺点、问题等也就逐渐明朗化。通过作者或作者参加的各种研究会，许多人的摸索、实验、找出了问题所在，对其改进对策也进行了多次反复的讨论，同时作者还和一些热心的研究工作者进行了深入的探讨。这一切，都为作者提供了非常宝贵的有益经验……”。

在第二版上卷校对过程中，由于作者离开了日本，给丸善公司出版部的各位先生增添了不少麻烦。同时，前言和上、下卷都是在美国写的。在美期间，由于作者在大学和研究所里同时兼职，完全有条件与贝尔研究所的研究人员们结合日常工作自由地利用大型计算机来进行设计计算，即在用正交表配列后，利用计算机来计算，但实际上，在第二版中应用此法的只占三页。这真是莫大的憾事！如果再有一次修订的机会，一定要作好充分的准备。由此使我产生了再作一次彻底修订，修订成最后版本的强烈愿望。归国后，作者离开了电讯研究所，到大学里致力于实验设计法的讲授工作，给毫无实行研究与应用经验的学生编写讲义。这时，了解到要让学生能理解第二版内容实属困难的事。如果在讲授实验设计法之前，先讲四个单元数据分析的课程，对即使是毫无经验的学生，大半也都可以理解实验设计法。此外，第三版中利用正交表配列的作用，一方面明确指出对实验结果的可靠性评价，同时也是取得可靠的实验结果的方法。也就是使特性值进行合理化的意思。在这里，特别应该指出的是，贝尔电讯研究所能使作者利用数字方式进行信息传递的研究，对作者来说是无比幸运的。这时所取得的成果 SN 比实验设计法及其在动态特性方面和计测误差方面的应用，都在第三版中进行了大量介绍。作者希望今后在各个产业领域中推广应用这种方法。

本书是根据上述背景与愿望遵循下述各点修订的。

(1) 为了进行方差分析，尽量避免使用统计性检验与置信界限法来定量评价因素，对目标特性值的影响只能定性评价因素效应有无的 F 检验，仅作为参考性的信息。F 检验是以往的老办

法,分析的重点是用所谓影响率(或称贡献率)来进行因素效应的定量评价。这是考虑到定量判定比定性判定重要的缘故。因此,在本书中,几乎没有关于检验的叙述,对于 $F$ 检验只有在下卷十九章中作为代用折扣系数使用时才表现出它的有用性,比较麻烦的是作为折扣系数代用的 $F$ 检验法,至今仍照旧使用。如果求出方差比之后,不用 $F$ 表,方差比 $F$ 为2以上时标以“\*”号,5以上时标以“\*\*”号,这实质上就等于采用了判断法。

(2) 为了照顾没有实践经验的学生以及从实验设计法基础开始自学的人员,在本书第一章末注中占用相当的篇幅作了说明。此外,对数据分析的基础,二元配置法也由第二版的二个例子增加到五个例子,以使读者能取得自由应用的广泛知识。在二章、三章中增加了计量值以外的数据分析,一~三章包括了相当大学课程四个单元的统计分析内容。这些作为预备知识就充实了实验设计法的讲课内容。

(3) 为了把上卷作为实验设计法的标准教材,在上述数据分析以后,说明正交表的基础及利用正交表配列的重要方法。不常用及高水平的方法列入下卷。

(4) 为加深对设计计算中极其重要的应答分析(PAD)的理解,充实对应答公式有用的实验回归分析,分别增设了十五章和十六章。建议担任设计计算的工程师、以测试为主的自然科学工作者,先阅读十五章和十六章。

(5) 由于电子计算机的普及,越发显出精密累积法的麻烦、繁锁,遂改用了高效的分析法。国营日本电讯公司的DEMOS的DANEX就是实验设计法的专用程序。现在日本广泛应用着。本书中的分析,几乎都是能够在1秒至数分钟范围内计算出来的。因此,本书对计算上是否麻烦考虑不多,而是提出以提高效率为中心的数据分析方法。

(6) 下卷是针对高水平方法,讨论了各个领域的特殊情况并从数理方面作了说明。例如,关于上述特性值的合理化问题,新增了测试误差的评价,动态特性评价的说明。这些约占下卷的

20%。希望读者对于这方面给以评论和批评指正。

(7) 关于医药用品方面的问题、市场调查方面的问题、自然科学方面的问题的调查、测试、时间序列的数据分析,在下卷二十六章、二十七章、二十八章中有详细说明。有关生产技术方面的实验与数据分析,在二十章、二十五章中说明。这些都采取了从基础一直到实用的写法,如能对将来各部门的专业书籍出版起到桥梁作用,作者则感到荣幸。因为,专业领域的实验设计法教材的编写,至今还是一个大问题。

以上是第三版中所修订的内容。它是作者对于实验设计法及其应用的结论性的版本。因此,对曾在工作中指导过的增山元三郎、茅野健、已故 P·C·Mahalanobis(印度统计研究所所长)、在美国给予 SN 比研究机会的 S·SWilks 氏(比林斯顿大学教授)以及具有独特见解仍在工作中的 J·Tukey 教授,表示衷心的感谢。

作者从实际应用的结果来看,确信这是当代新方法的最有效的指南。对为摸索实验设计法各种新的试验和实际应用的多数企业以及直接、间接帮助过企业的有关实验人员,表示感谢。此外,应当感谢的人还很多,但不能一一提名,请原谅。

最后,谨向青山学院大学横山巽子氏给予本书在多数例题中数位演算和校对工作上的协助,以及协助本书进行出版校对工作的丸善出版部一并表示深深的感谢。

田口玄一

# 致本书读者

本书内容分为下述十九个单元

| 单元    | 题 目       | 内 容                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
|-------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----|---|-----|------|----|---|-----|------|----|---|-----|------|
| A     | 数据分析入门(1) | 注1.1, 注1.2, 习题如下:<br>(*1)查明轴承的振动对机器振动的影响情况<br>轴承振动为 $A$ ;<br>$A_1$ = 振动小者 $A_2$ = 振动大者<br>从 $A_1$ 中取10个, $A_2$ 中取 6 个并测试其对机器的振动情况如下(单位 $d \cdot B$ )<br>$A_1$ 0.9, 0.3, 0.4, 0.2, 0.1, 0.8, 0.9, 0.4, 0.0, 0.6<br>$A_2$ 0.6, 1.0, 1.1, 0.9, 1.0, 1.2,<br>进行方差分析, 示出结论。                                                                                                                                                                                                                            |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| B     | 数据分析入门(2) | 注1.3, 习题(2)之(2), 注1.4, 习题如下:<br>(*2)取某塑料材料的温度为 $A$ ; $A_1 = -20$ , $A_2 = 0$ , $A_3 = 20$ , $A_4 = 40[^\circ C]$ , 分别测试 3 件得抗拉强度如下(单位为 $kg/cm^2$ , 减去虚拟平均50); <table><tr><th><math>A_1</math></th><th><math>A_2</math></th><th><math>A_3</math></th><th><math>A_4</math></th></tr><tr><td>13</td><td>5</td><td>- 3</td><td>- 12</td></tr><tr><td>12</td><td>3</td><td>- 5</td><td>- 16</td></tr><tr><td>15</td><td>3</td><td>- 4</td><td>- 13</td></tr></table><br>分解为正交多项式后, 进行方差分析, 用显著项作多项式展开。 | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | 13 | 5 | - 3 | - 12 | 12 | 3 | - 5 | - 16 | 15 | 3 | - 4 | - 13 |
| $A_1$ | $A_2$     | $A_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $A_4$ |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| 13    | 5         | - 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - 12  |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| 12    | 3         | - 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - 16  |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| 15    | 3         | - 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - 13  |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| C     | 数据分析(1)   | 1.1.1~1.1.2小节习题(1)之(1)之(a)<br>1.1.3~1.1.4小节习题(1)之(1)之(b), (c)<br>1.1.5~1.1.6小节                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| D     | 数据分析(2)   | 1.2节习题(1)之(3), 1.3~1.5小节                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| E     | 特性值的分类    | 第二章                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |
| F     | 累积法与频数法   | 3.1.1小节习题(3)之(1)<br>3.1.2小节习题(3)之(2)<br>3.2.1小节习题(3)之(3)<br>3.2.2小节~3.2.3小节, 3.3小节                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |       |       |       |    |   |     |      |    |   |     |      |    |   |     |      |

(续)

| 单元 | 题 目        | 内 容                                                                    |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------|
| G  | 实验设计法的作用   | 第四章                                                                    |
| H  | 因素与水平      | 第五章习题(5)之(1)                                                           |
| I  | 正交表入门      | 6.1~6.3节习题(6)之(1)之(a)<br>6.4~6.5节习题之(1)之(b), (c), (d)<br>6.6节习题(b)之(2) |
| J  | 点线图及其应用    | 第七章习题(7)之(1)及(2)~(4)中选择一题                                              |
| K  | 拟水平法组合法    | 第八章习题(8)之(1)及(2), (3)中选择一题                                             |
| L  | 分割法        | 第九章习题(9)之(1)~(3)                                                       |
| M  | 拟因素法       | 第十章习题(10)之(1)~(4)                                                      |
| N  | 部分追加法      | 第十一章习题(11), 综合习题(16)(17)                                               |
| O  | 交互作用的部分省略法 | 第十二章习题(12), 综合习题(21), (24), (26)                                       |
| P  | 直和法        | 第十三章习题(13)                                                             |
| Q  | 部分扩大法      | 第十四章                                                                   |
| R  | 实验回归分析     | 第十五章                                                                   |
| S  | 应答分析       | 第十六章                                                                   |

自修讲义内容安排如下

| 课 程 名 称    | 对 象           | 内 容                                         |
|------------|---------------|---------------------------------------------|
| (1)数据分析基础  | 学生、从基础学起的一般人员 | A、B、C、D (30小时) E、F (30小时)                   |
| (2)数据分析    | 科研人员, 工程技术人员  | C 19章、21章, D、E、F (48小时) 19章, 20章中的主要部分      |
| (3)实验设计法入门 | 科研人员, 工程技术人员  | C、E、F、G、H、I、J、K (48小时)                      |
| (4)实验设计法基础 | 自修人员, 学生      | (2)之数据分析, 然后 G、H、I、J、K、L、M、R、S、35章 (合计96小时) |

(续)

| 课 程 名 称          | 对 象                  | 内 容                                                               |
|------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|
| (5) 实验设计法        | 以科研人员、工程技术人员为对象的正式课程 | (4)之实验设计法 基础外, P、Q、二十二章、二十三章、二十四章、二十八章、三十二章, 其他章根据需要适当选读(合计132小时) |
| (6) 生产技术人员用实验设计法 | 生产技术人员               | (4)以外, 十九章、二十章、二十四章、二十五章(合计120小时)                                 |
| (7) 计测人员用实验设计法   | 计量检测人员               | A、B、C、D、二十章、二十一章、二十二章、二十四章                                        |
| (8) 实验设计法概论      | 科研管理人员, 经营管理人员       | G、H、I、S、R、M, (12小时)                                               |
| (9) 研究管理人员用实验设计法 | 科研管理人员, 设计人员         | A、B、C、D、二十一章, S、R、G、H、I、J、K、L、M(48小时)                             |
| (10) 应答分析        | 设计人员                 | S、R(12小时)                                                         |

此外, 不同工业部门, 可引用十七章例。其他有关医药方面的问题可阅二十六章, 有关市场调查方面的问题可阅二十七章、二十八章, 必要时增加(4)的课程。

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 二元配置法                 | 7  |
| 1.1 化学反应例 (用曲线图表示)        | 7  |
| 1.1.1 因素、水平、实验的随机化        | 7  |
| 1.1.2 波动分解与方差分析表          | 4  |
| 1.1.3 因素效应的估计             | 12 |
| 1.1.4 最宜条件的决定与预测          | 14 |
| 1.1.5 说明                  | 18 |
| 1.1.6 有缺落数据时的情况           | 19 |
| 1.2 单因素的多项式分解             | 20 |
| 1.2.1 塑料的温度特性             | 20 |
| 1.2.2 方差分析                | 21 |
| 1.2.3 估计                  | 24 |
| 1.3 双因素多项式展开 (磷青铜实验)      | 25 |
| 1.3.1 配列与数据               | 25 |
| 1.3.2 方差分析                | 26 |
| 1.3.3 估计                  | 30 |
| 1.4 重复的二元配置 (高尔夫球实验)      | 34 |
| 1.4.1 配列与数据 (大塚好夫, 1972年) | 34 |
| 1.4.2 估计                  | 37 |
| 1.5 重复数不相等的情况             | 39 |
| 1.5.1 产品的温度特性实验           | 39 |
| 1.5.2 估计                  | 43 |
| 习题(1)                     | 44 |
| 一章注 数据分析入门                | 47 |
| 注1.1 波动、自由度、方差            | 47 |
| 注1.2 线性式及其波动              | 49 |
| 注1.3 一次回归式                | 55 |
| 注1.4 正交多项式                | 60 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第二章 特性值分类与分析法指南          | 64  |
| 2.1 特性值与单调性              | 64  |
| 2.1.1 有关身体的数据            | 64  |
| 2.1.2 干扰大小与单调性           | 65  |
| 2.1.3 粒度分布的数据            | 67  |
| 2.2 特性值的分类               | 69  |
| 2.2.1 单纯计数值              | 69  |
| 2.2.2 单纯计量值              | 69  |
| 2.2.3 计数分类值              | 70  |
| 2.2.4 计量分类值              | 73  |
| 2.2.5 多计数值               | 75  |
| 2.2.6 多计量值               | 75  |
| 2.3 误差大小与动态特性            | 76  |
| 习题(2)                    | 76  |
| 第三章 累积法与频数法              | 77  |
| 3.1 0,1数据的分析法            | 77  |
| 3.1.1 重复数相等时的情况          | 77  |
| 3.1.2 重复数不相等时的情况         | 79  |
| 3.2 累积法                  | 82  |
| 3.2.1 计数分类值(西服布料选用实验)    | 82  |
| 3.2.2 分类计量值(纤维制品的退色实验)   | 92  |
| 3.2.3 多计数值,多计量值(果实收获量实验) | 98  |
| 3.3 频数法                  | 102 |
| 习题(3)                    | 102 |
| 三章注                      | 104 |
| 注3.1 计数数据的分析法            | 104 |
| 注3.2 累积法、频数法的加权          | 107 |
| 注3.3 $\chi^2$ 法与累积法      | 111 |
| 注3.4 实效自由度               | 112 |
| 注3.5 欧米伽变换(也称为逻辑变换)      | 114 |
| 第四章 实验设计法的作用             | 123 |
| 4.1 研究的作用                | 123 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 4.2 研究的高效化               | 125        |
| 4.3 实验研究的高效化             | 127        |
| 4.3.1 选择研究阶段的方法          | 127        |
| 4.3.2 实验装置、测试方法的高效化      | 128        |
| 4.3.3 特性值的选择方法           | 129        |
| 4.3.4 通用技术——实验设计法        | 130        |
| 4.4 实验设计法的应用领域           | 132        |
| 4.5 实验顺序的随机化             | 134        |
| 4.6 实验设计法与通信理论           | 143        |
| 四章注                      | 144        |
| 注4.1 实验设计法的应用状况(日本电气公司例) | 144        |
| <b>第五章 因素与水平</b>         | <b>147</b> |
| 5.1 因素与水平                | 147        |
| 5.2 因素的分类                | 150        |
| 5.3 主效应与交互作用             | 151        |
| 5.4 因素间的相互关系             | 153        |
| 5.5 配方实验                 | 155        |
| 5.6 相关因素非常多的情况           | 158        |
| 5.7 交互作用的消去              | 159        |
| 5.8 有相互关系时的正交多项式         | 160        |
| 5.9 根据分类定水平的方法           | 164        |
| 5.10 辅助测试与后分类            | 168        |
| 习题(5)                    | 169        |
| <b>第六章 正交表入门(瓷砖实验)</b>   | <b>170</b> |
| 6.1 正交表 $L_8$            | 170        |
| 6.2 正交表实验的目的             | 174        |
| 6.3 方差分析                 | 177        |
| 6.4 数据分析、估计              | 182        |
| 6.5 最宜条件及其工序平均的估计        | 184        |
| 6.6 其它正交表                | 186        |
| 习题(6)                    | 187        |
| <b>第七章 点线图及其应用</b>       | <b>189</b> |