



用Excel学 试验设计法

〔日〕上田太一郎 监修
〔日〕浏上美喜 上田和明 近藤宏 高桥玲子 著
韩荣芳 译

- 如何得到真正有效的数据?
- 如何加工这些数据以得到有效的信息?
- 如何找出对结果真正有作用的因子?
- 本书通过营业、策划、营销等方面的实例对试验设计法进行简单易懂的说明。
- 同时将介绍如何使用Excel的分析工具来实现简单快捷的解析。



科学出版社

用Excel学习系列丛书



用Excel学

试验设计法

〔日〕上田太一郎 监修

〔日〕渊上美喜 上田和明 近藤宏 高桥玲子 著

韩荣芳 译



科学出版社

图字: 01-2011-7436号

内 容 简 介

日常生活中我们经常会看到很多问卷调查, 调查问卷中会有多个选项, 要求回答者根据自己的感觉对各选项评分。像这种设计问卷调查, 明确各选项(因子)的影响程度的方法就是因子设计(法)。但是, 单有一大堆的数据并不能说明什么, 还需要作解析工作。而“解析”这个词, 会给人很深奥、专业的印象。其实不然, 用大家都司空见惯的Excel就能够实现解析。

本书利用很普通的办公软件, 通过日常实例浅显易懂地解释了各种因子设计及数据的解析方法。整体来说, 这是一本看似高深内容却极易理解的书, 而且每个实例都有操作步骤。读者不需要专业的基础知识, 只要花一个月左右的时间去学习, 就可以透过数据看本质了。

图书在版编目(CIP)数据

用Excel学试验设计法/(日)上田太一郎 监修; 浏上美喜, 上田和明, 近藤宏, 高桥玲子著; 韩荣芳译—北京: 科学出版社, 2012.6

(用Excel学习系列丛书)

ISBN 978-7-03-034573-8

I. 用… II. ①上…②浏…③上…④近…⑤高…⑥韩… III. 表处理软件-应用-企业管理 IV. F270.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第114171号

责任编辑: 徐 莹 张丽娜 / 责任制作: 董立颖 魏 谨

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 郝建宝

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市四青双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年7月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2012年7月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 1—5 000 字数: 254 000

定价: 32.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前言

不知道您有没有听过、使用过试验设计法（Design of Experiments, DE）？

试验设计法是一种强大的方法，在营业、策划和营销等场合都非常有用。为了推广该方法，本书将对其进行详细介绍。

试验设计法由英国人罗纳德·费雪在 19 世纪 20 年代首创，是一种通过极高效率的试验组合来实现的统计方法。费雪认为，可以从众多的因子中找出对结果真正有作用的因子用于田间试验，于是开发了该试验设计法。第二次世界大战以后在日本的田口玄一博士〔试验设计法的巨匠、田口方法（质量工程学）的创始人〕的指导下，试验设计法在工业领域尤其是质量管理方法方面得到普及。如今除了工业、农业，在物理、化学、医学、药学、心理学、经济学、教育学、人机工程学、感性工学等众多领域也得到广泛运用。

试验设计法不仅在理科领域，在营业、策划、营销等文科领域也十分有效。您也许会问营业中的“试验”是什么？这里的“试验”是广义的试验，理解成“调查”即可。试验设计法：研究如何得到上等的食材（数据），如何加工这些食材（解析）以得到有效信息，是一种强而有效的统计方法。

虽说试验设计法对文科领域也适用，但似乎仅局限于专业领域。现实中大多数人都不知道，即使知道也没怎么使用过。那么试验设计法为什么得不到大家的认可呢？

其主要原因是试验设计法太难。解析需要计算，虽然可以用手计算，但确实麻烦。那就必须购买专业的解析程序，还要学习程序的使用方法。而要达到熟练的程度，还必须经历多重考验，花费不少时间。那有没有更好的方法呢？

笔者们在各种研究活动里介绍了用 Excel 可以简单地解析试验设计法。Excel 是一种极其常见的工具，大家都知道它的基本使用方法。

前 言

本书将通过营业、策划、营销等方面的实例对试验设计法（也称为因子设计法）进行简明易懂的说明。同时，作者也将介绍如何使用 Excel 的分析工具来实现简单的解析。

本书的目的是希望读者能理解并掌握以下 3 点。

- ① 试验设计法也能运用在营业、策划、营销领域。
- ② 试验设计法的解析作业基本遵循方差分析，通过 Excel 可以轻松地完成。
- ③ 利用营业、策划、营销领域中具有实战性的试验设计法实例，学习并掌握诸多调查及分析的方法。

希望本书能够帮助读者更好地学习、运用试验设计法。

本书从策划到最后完成承蒙欧姆社开发局各位的鼎力支持。在此，谨呈上深深的谢意。

笔者代表

渊上 美喜

上田 和明

阅读前

■ 家居中心的开店计划

打算开一个家居中心。那么为了给更多的顾客营造一个惬意的购物环境，应该做成一个怎样的店铺呢？

首先想到店铺本身固然重要，但其附带的服务设施更关键。

接下来想想顾客喜欢什么样的服务设施呢？例如：

- ① 药店和书店，哪个好呢？
- ② 洗车中心和美容美发店，哪个好呢？
- ③ 银行和邮局，哪个好呢？
- ④ 咖啡店和家族餐厅，哪个好呢？

如果要同时调查上面 4 种设施的必要性（重要度），该怎么做好呢？

■ 有解决对策吗？

我可以断言，最合适的对策是“使用试验设计法”。

这点在前言中也提到过，在这里我想强调的是，试验设计法不仅在理科领域，而且在营业、策划和营销等领域也很有用。也许您要问，营业中的“试验”是什么？这里的“试验”是广义上的试验，可以把它理解成“调查”。

■ 开展问卷调查

现在我们回到开头部分的问题。

在 L_8 正交表(参照本文)的基础上，以“您认为什么设施最适合家居中心？”为主题，制作包含 8 组调查项目的问卷，并由 17 名顾客评价。

由 8 组调查项目构成的问卷及其回答结果如表 0.1 所示。回答数据从 17 个人的回答结果中取平均值。

表 0.1 调查问卷及其结果

No.	设施	服务设施 1	服务设施 2	服务设施 3	喜欢购物的人的回答
1	药店	洗车中心	银行	咖啡店	4.7
2	药店	洗车中心	邮局	家族餐厅	6.2
3	药店	美容美发店	银行	家族餐厅	6.2
4	药店	美容美发店	邮局	咖啡店	5.3
5	书店	洗车中心	银行	家族餐厅	5.9
6	书店	洗车中心	邮局	咖啡店	5.0
7	书店	美容美发店	银行	咖啡店	6.2
8	书店	美容美发店	邮局	家族餐厅	8.2

注：表的读法：比如，第一行中将店铺“药店”、服务设施 1“洗车中心”、服务设施 2“银行”、服务设施 3“咖啡店”组合在一起，喜欢的人填 10，不知道的填 5，不喜欢的填 0，17 个人回答后的平均值是 4.7。

知道了什么最重要

利用回归分析法求出重要程度，得出如图 0.1 的结果。

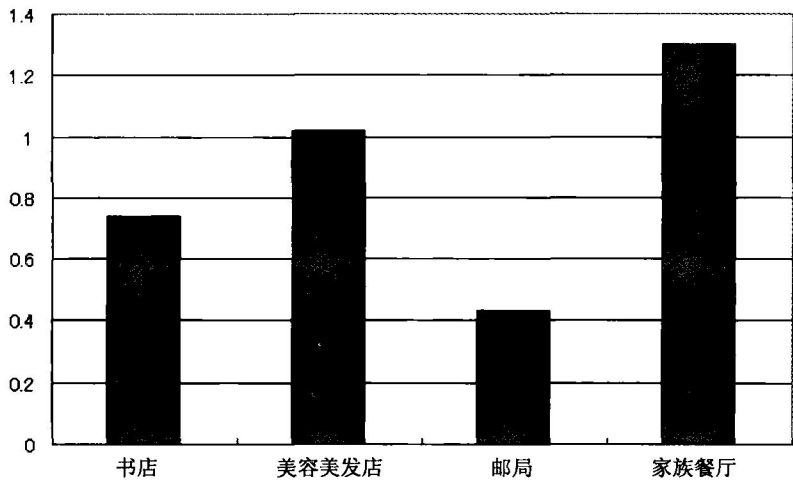


图 0.1 家居中心附带服务设施的重要程度

家居中心附带服务设施的重要程度从高往低为“家族餐厅”、“美容美发店”、“书店”和“邮局”。

这次调查问卷含有 4 个项目设施，各项目有两种内容（又叫 2 个水平）。在这种情况下，通常要把所有的 $2^4 = 16$ 对组合都加入问卷中。而如果使用试验设计法的话，只要其一半，即 8 对组合即可。

试验设计法的优点在于减少调查次数。也就是说，能够节约时间。

比如，某问卷有 7 个项目，每个项目的内容有 3 个水平，如果要做一个

全面的调查问卷，将要设置 $3^7 = 2187$ 个问题。而使用正交表，只需设置 18 个问题即可。而且正交表性能好，能得出高质量的信息。

试验设计法是一种“用最少的试验次数（或者调查项目）获得最多的信息”的统计方法。

■ 适用范围

试验设计法的适用范围很广，以下是笔者经常碰到的事例。虽然事例有大有小，但从这些例子我们可以认识到，试验设计法适用于各种行业。

- 问卷的设计与解析。
- 店铺实验（POS 数据的解析、货架的陈列策划、开店策划、促销活动）。
- 邮购商品目录的策划。
- 旅行计划的策划。
- 畅销书籍的策划。
- 畅销金融商品的策划。
- 自动呼叫系统的效果测定。

■ 用 Excel 解析试验设计法的数据

虽说试验设计法适用于营业、策划和营销领域，但具体到职业也仅仅是营销师等少数职业。通常很多人都不知道这种方法，即使知道也未使用过。为什么试验设计法尚未登上群众舞台呢？

重复上述原因，主要原因是试验设计法太难，需要解析，为了解析我们还得购买专业的程序并学习程序的使用方法。而想达到熟练使用的目的，更得经历不少考验、花费不少时间。那有没有更好的办法呢？

答案就是 Excel。笔者们在研究活动里介绍了使用 Excel 可以简单地解析试验设计法。Excel 工具极其常见，大部分人都知道其基本使用方法。

本书将会通过营业、策划、营销等方面的实例对试验设计法进行简明易懂的解释说明。同时，也将介绍如何使用 Excel 的分析工具实现简单地解析。

本书的目的就是希望读者能理解并掌握以下 3 点。

- ① 试验设计法也能在营业、策划、营销领域起作用。
- ② 试验设计法可按照方差分析的思路，通过 Excel 可以很容易地实现。
- ③ 利用营业、策划、营销领域中具有实战性的试验设计实例，学习并掌握诸多调查及分析的方法。



虽说笔者们花了一年多的时间才掌握试验设计法，但读者们，只要你们实际操作 Excel，每章花两天时间去学习，估计一个月就能学会了。

-
- 1) Excel 是 Microsoft 公司的注册商标。
 - 2) 本书基本是基于 Excel2003，功能与 Excel 95 之后的版本一样。
 - 3) 本书各章所介绍的 Excel 文件及试验设计法程序（①轻轻松松分配表格（らくらく割付シート），② anoval17）可从以下网站免费下载（网址：<http://www.ohmsha.co.jp/>）。另外，附录中尚未介绍到的 69 种方差分析表的程序 anova69 可从上田 data-mining 塾购买（购买方法请参考 P219）。

目 录

第 1 章 因子设计	1
1.1 某店铺试验	2
1.2 统计学解析	5
1.3 削减试验次数（调查项目数）	9
1.4 练习题	11
参考答案	11
总 结	13
参考文献	13
第 2 章 方差分析	15
2.1 单因子的方差分析	16
2.2 双因子的方差分析	24
2.3 多因子的方差分析	28
总 结	34
参考文献	34
第 3 章 单、双因子设计的运用实例	35
3.1 哪些数据解析的学习方法受欢迎	36
3.1.1 设计调查问卷	36
3.1.2 问卷结果及解析	38
3.1.3 “仅女性”的结果和分析	39
3.2 可口米饭的做法	41
3.2.1 试验设计	41
3.2.2 试验结果和解析	42
3.3 影响猪肉包子销路的是什么	45
3.3.1 调查内容（因子设计）	45

3.3.2 调查结果与分析	46
参考文献	47
第4章 回归分析	49
4.1 单回归分析	50
4.2 回归分析的方差分析	57
4.3 重回归分析和数量化理论 I 类	59
总 结	62
参考文献	62
第5章 用回归分析解析因子设计	63
5.1 单因子设计的回归分析	64
5.2 双因子设计的回归分析	69
5.3 练习题	74
参考答案	75
总 结	77
参考文献	77
第6章 交互作用	79
6.1 何谓交互作用	80
6.2 分析交互作用的影响	82
6.3 交互作用的方差分析	86
6.4 3 因子设计的交互作用	89
总 结	95
参考文献	95
第7章 拉丁方阵	97
7.1 什么是拉丁方阵	98
7.2 希腊拉丁方阵	100
7.3 4×4 拉丁方阵的应用实例——什么样的二手车受欢迎？	102
7.4 练习题	110
参考答案	110

总 结	115
参考文献	115
第 8 章 试验设计法	117
8.1 正交表	118
8.2 解析论证交互作用——列 1 和列 2 的交互作用体现在列 3 ...	124
8.3 使用试验设计法的因子设计实例	127
总 结	138
参考文献	138
第 9 章 多水平作成法	139
9.1 L_{18} 正交表	140
9.2 多水平作成法	142
9.3 含有多水平列正交表的适用事例	144
9.4 解析女性的回答	147
9.5 练习题	150
参考答案	150
9.6 观察因子的效果	152
9.7 练习题	157
总 结	159
参考文献	159
第 10 章 因子设计中试验设计法的应用	161
10.1 预测来店客户数	162
10.2 详细地测定促销效果	170
10.3 回归分析也能解析交互作用	174
参考文献	176
第 11 章 3 因子设计的适用事例	177
11.1 练习题	178
11.2 参考答案	179

目 录

第 12 章 配对比较法	191
12.1 什么是配对比较法	192
12.2 配对比较法的实例	192
12.3 练习题	198
总 结	202
参考文献	202
附 录	203
A.1 方差分析表的作法	204
A.1.1 单因子方差分析时偏差平方和分解的证明	204
A.1.2 单因子时的方差分析表	206
A.1.3 无重复双因子方差分析	206
A.1.4 可重复双因子方差分析	207
A.1.5 无重复 3 因子方差分析	208
A.1.6 可重复 3 因子方差分析	209
A.2 练习题	210
A.2.1 练习题 1	210
A.2.2 练习题 2	212
A.2.3 练习题 3	213
A.2.4 练习题 4	214
A.2.5 练习题 5	215
A.2.6 练习题 6	216
A.2.7 练习题 7	218
A.3 试验设计法程序	219

第

1

章

因子设计

店铺实例：
是什么决定了营业
额的增加？



.....

您知道试验设计法、因子设计法吗？或者只是听说过其名称，但没有实际使用过？

在本章中，我们将通过某店铺的具体实例，对因子设计的定义和目的、因子设计中要使用到的“方差分析”方法进行解说。

另外，我们会在第 8 章中详细解说试验设计法。

.....

1.1

某店铺试验

店铺试验可以帮助您轻松地把握因子设计的概念。所谓店铺试验，就是在某个特定的店铺或者卖场进行调查、分析，找出促进营业额增长的因子的试验。

在试验开始之前，首先得定义我们关注的数 y 。在这里，我们把营业额看作 y 。接下来，考虑可能影响营业额 y 增减的因子。此时，我们考虑到有 A 和 B 两个因子。

在这里，因子 A 的 A_1, A_2, A_3 称为水平。 A_1, A_2, A_3 分别为 A 的第1水平、第2水平、第3水平。同样， B_1 是 B 的第1水平， B_2 是 B 的第2水平。整理后如表1.1所示。

表 1.1 因子和水平

因 子	标 准
A = 宣传单的内容	A_1 = 无
	A_2 = 普通
	A_3 = 超热销商品
B = 电话告知	B_1 = 无
	B_2 = 有

像这样确定因子的过程就叫“设计因子”。

以 A, B 各自的水平为试验条件收集营业额 y 的数据。通过解析这些数据，调查影响营业额 y 增减的因子到底是 A 和 B ，还是只有 A 或只有 B 。一旦确定影响营业额增减的因子，我们就知道应该采取什么具体的措施来提高营业额。

这种设计因子并观察所选因子对数据有无效果的方法叫做因子设计（法）。

这次试验中，我们把电话告知的有无（ B_1 = 无， B_2 = 有）与宣传单的内容（ A_1 = 没有， A_2 = 普通， A_3 = 超热销商品）组合，得到6组试验，如表1.2所示。

然后，我们对这些数据进行解析，如表1.3所示。

首先，绘制营业额 y 图。

解析数据的基本就是作图。在本例中，我们建议先在行和列里按条件输入数据（也叫“交叉表”），如图1.1所示，然后描绘折线图。

表 1.2 试验内容、结果

No.A = 宣传单的内容	B = 有无电话告知
1 A ₁ = 无	B ₁ = 无
2 A ₂ = 普通	B ₁ = 无
3 A ₃ = 超热销商品	B ₁ = 无
4 A ₁ = 无	B ₂ = 有
5 A ₂ = 普通	B ₂ = 有
6 A ₃ = 超热销商品	B ₂ = 有

注：在各列中标出实验 No. 及对应的试验条件，这样的表就叫设计列表。

表 1.3 数据（营业额 y 的单位省略）

No.A = 宣传单的内容	B = 有无电话告知	营业额 y
1 A ₁ = 无	B ₁ = 无	5.0
2 A ₂ = 普通	B ₁ = 无	5.2
3 A ₃ = 超热销商品	B ₁ = 无	5.4
4 A ₁ = 无	B ₂ = 有	5.8
5 A ₂ = 普通	B ₂ = 有	5.9
6 A ₃ = 超热销商品	B ₂ = 有	6.2

		有无电话告知	
		无	有
宣传单	营业额	无	有
	无	5.0	5.8
	普通	5.2	5.9
	超热销商品	5.4	6.2

图 1.1 因子设计和结果

用 Excel 描绘折线图时，选择图 1.1 粗线所标的单元格，再单击  按钮（或者从“菜单”→“插入”→单击“图表”），启动“图表向导”，如图 1.2 的对话框所示，在出现的对话框中选择“折线图”。

按下“确定”键，作成图 1.3（a）。而图 1.3（b）设定好了图的选项，便于理解。

通过观察图 1.3，可知因子 A，B 都对营业额有影响，并知道提高营业额的最重要条件是超热销商品的宣传单和有电话告知。

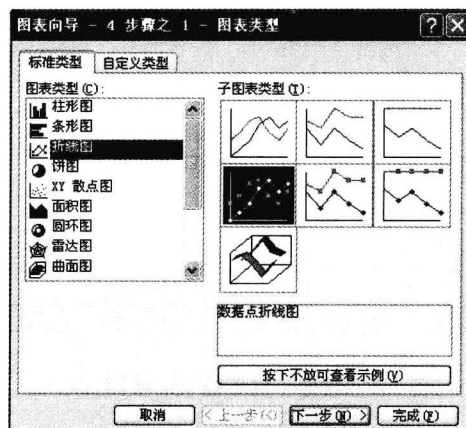


图 1.2 绘制折线图的对话框

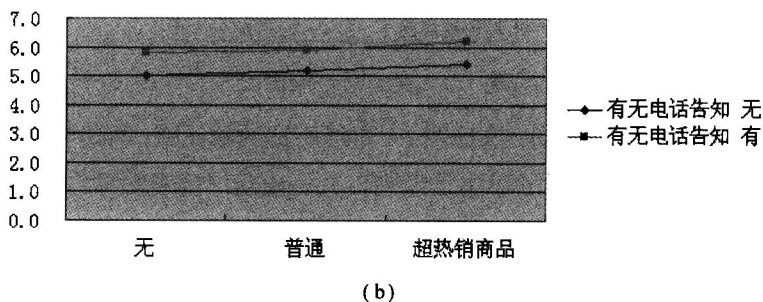
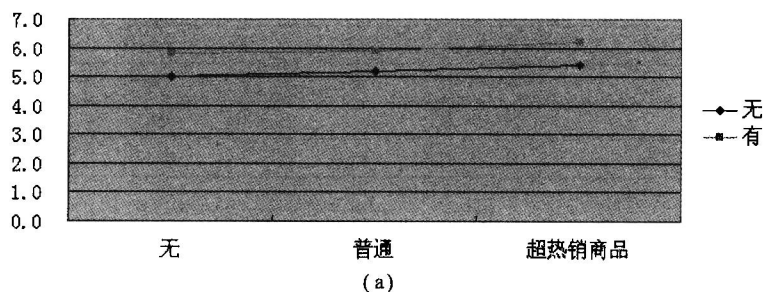


图 1.3 因子效果折线图

注：像这样表示因子效果的图就叫因子效果图。