



中华人民共和国国家标准

GB/T 3358.3—2009/ISO 3534-3:1999
代替 GB/T 3358.3—1993

统计学词汇及符号 第3部分：实验设计

Statistics—Vocabulary and symbols—
Part 3: Design of experiments

(ISO 3534-3:1999, IDT)

2009-10-15 发布

2010-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
范围	1
1 一般术语	1
2 实验安排术语	7
3 分析方法术语	19
参考文献	24
索引	25
汉语拼音索引	25
英文对应词索引	27

前 言

GB/T 3358《统计学词汇及符号》分为以下部分：

- 第 1 部分：一般统计术语与用于概率的术语
- 第 2 部分：应用统计
- 第 3 部分：实验设计

本部分为 GB/T 3358 的第 3 部分，等同采用 ISO 3534-3:1999《统计学 词汇及符号 第 3 部分：实验设计》。

GB/T 3358 的本部分与 ISO 3534-3:1999 相比，订正了原文的错误，修正了原文中概念表述不够准确的部分，主要变化如下：

- 将 1.10“处理(treatment)”的定义改为“每个因子的特定水平或不同因子水平的组合”；
- 将 1.27“重复(replication)”的定义改为“对给定的处理实施多于一次的实验”，并删去了注；
- 在 1.21“残差(residual)”的定义中在“(响应变量的)预测值”前增加“基于假定模型的”一词，以与 1.22“剩余误差(residual error)”的定义相对应；
- 在 2.1.2.1“ 2^k 析因实验”中增加了关于用“1”，“2”分别替代“+”“—”，表示因子两个水平的注；
- 将 2.3“区组设计(block design)”的定义改为“将全部实验单元分成若干个区组的实验设计”等。

与 ISO 3534-3:1999 相比，本部分作了必要的编辑性的修改，例如：

- 为与第 1 部分和第 2 部分相一致，在术语定义中增加了其他术语(包括条目编号)的引用；
- 对 ISO 3534-3:1999 引用 ISO 3534-1:1993 与 ISO 3534-2:1993 的条目，按等同采用 ISO 3534-1:2006 与 ISO 3534-2:2006 的 GB/T 3358.1—2009 与 GB/T 3358.2—2009 的相应内容，作适当的更改。

本部分代替 GB/T 3358.3—1993《统计学术语 第三部分 试验设计术语》，与 GB/T 3358.3—1993 相比，主要变化如下：

- 名称改为《统计学词汇及符号 第 3 部分：实验设计》；
- 在全文中用“实验”替代“试验”，作为相应英文词“experiment”的优先选用词，但将“试验”一词保留为“实验”的同义词；
- 调整了术语条目设置；
- 增加了大量的示例及注释。

本部分由全国统计方法应用标准化技术委员会提出并归口。

本部分主要起草单位：中国科学院数学与系统科学研究院、北京大学、中国标准化研究院、苏州大学。

本部分主要起草人：冯士雍、陈敏、石坚、艾明要、丁文兴、汪仁官、于振凡。

本部分于 1993 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

实验设计实质上即是对实验的策划,以便有效和经济地得到正确和相关的结论。选择具体的实验方案依赖于所涉及问题的类型、结论的普遍性程度,以及可利用的资源(实验材料、人员与时间)。一个经过恰当设计和实施的实验,常导致相对简明的统计分析和对结果的解释。

近年来,实验设计的应用得到蓬勃发展,主要是由于认识到实验设计对于提高产品和服务的质量非常重要。虽然统计质量控制、管理目标(menagement resolve)、检验和其他质量工具也有此功能,实验设计代表了一种在复杂的、变化的和交互的环境中进行选择的方法。在历史上,实验设计在农业领域得到发展与繁荣,医学领域也经历了悠久历史的精心实验设计。目前,工业环境中目睹了实验设计带来的可观效益,因为实验设计便于开展工作(界面友好的软件),改进了培训,得到有影响力的倡导推广,也积累了许多成功的案例。

析因实验(见 2.1)为实验者提供了研究所关心的多因子之间相互关系的方法。这些类型的实验,远比简单的一次仅分析一个因子的实验更为有效。析因实验特别适用于确定在其他因子取不同水平时有不同响应的因子。通常,分析质量的“突破”来自研究交互作用(见 1.17)所揭示的内在联系。如果考虑的因子数量比较多,析因实验可能要占用过多资源而难以实施。不过,部分析因设计(见 2.1.1)提供了一种可能的折衷办法。实际上,如果最初的目标是找出哪些因素需要进一步研究,筛选设计(见 2.2)就比较可行。

在计划一个实验中,有必要对由于实验条件或实验单元处理的配置造成的偏倚进行控制。随机化(见 1.29)和分区组(见 1.28)之类的技术即是用来最小化讨厌的、外来的因素的影响。具体分区组技术包括随机化区组设计(见 2.3.1)、拉丁方设计(见 2.3.2)、平衡不完全区组设计(见 2.3.4.1)等。

实验设计是一个渐进的过程,以不断完善为目标,响应曲面设计(见 2.4)扮演了举足轻重的角色。通过对关键因子的不同水平的考察,响应曲面设计方法巧妙地解释了最优点附近的曲线效应。

混料设计(2.5)处理各因子在整体中比例的情况,例如合金中的成分。嵌套设计(见 2.6)尤其适用于多个实验室间进行的实验。

如果实验完全按方案实施,对实验数据的分析方法将是直接的。图方法(见 3.1)对揭示大体结论尤为有效。根据模型进行参数估计(见 1.1 及其后)常使用回归分析(见 3.3)。回归分析方法也可用来处理缺失数据,识别离群值,以及其他问题所带来的困难。

优良的实验设计应该:

- a) 结合在因子及其水平的选择、描述假定条件等方面的先验知识和经验;
- b) 以最少的精力处理相关信息;
- c) 实验前能确保该实验的设计可以实现实验的目标及所需的精度;
- d) 体现调查的连续性;
- e) 明确实验处理的安排及其次序,以避免实验过程中的误解。

统计学词汇及符号

第 3 部分：实验设计

范围

GB/T 3358 的本部分规定了实验设计领域和起草其他标准中常用的术语。

1 一般术语

1.1

模型 model

关于响应变量(1.2)与预测变量(1.3)关系及其附带假定的描述。

注 1: 模型由三个部分组成: 第一部分是建模的响应(1.2), 第二部分是包含预测变量(1.3)的模型的确定性或系统性的部分, 第三部分是模型的随机部分或随机误差, 其描述可以十分详细。例如, 误差项可以结合成散度效应(1.14), 使响应值的变异随着响应值的增大而增加。

示例 1: 一个零件的寿命与它所处的环境条件有关。

示例 2: 一个典型模型:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

其中 y_{ij} 是在因子 A 的 i 水平和因子 B 的 j 水平时的响应, μ 是响应的总平均, α_i 是因子 A 在 i 水平时的附加效应, β_j 是因子 B 在 j 水平时的附加效应, ϵ_{ij} 是误差项。

模型的响应部分仅是 y_{ij} ; 模型的预测部分是 $\mu + \alpha_i + \beta_j$, 由一项响应的总平均和两项因子效应组成; 模型的随机或误差部分是 ϵ_{ij} , 它表示产生该响应的过程的固有变异。

示例 3: 一个常用模型:

$$y_{ijk} = \alpha_i + \beta_j + \tau_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

其中 y_{ijk} 是第 k 次重复(1.27)的响应, α_i 是由因子 1 造成的调整, β_j 是由因子 2 造成的调整, τ_{ij} 是由两因子的交互效应(1.16)所造成的调整, ϵ_{ijk} 是误差项。

此处的典型模型中不包含总平均项, 所以用术语“调整”代替示例 2 中的“附加效应”; 此外, 采用 y_{ijk} (ϵ_{ijk}) 而不是 y_{ij} (ϵ_{ij}), 表明可能存在的重复。

示例 4: 另一个典型模型:

$$y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2} + \epsilon_i$$

其中 y_i 是对应于 x_i 的响应, $e^{\beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2}$ 表示对应于 x_i 的平均响应, ϵ_i 是误差项。

注 2: 模型的上述描述不仅适用于带有可加误差的经典线性模型, 也适用于误差可以用各种分布描述的广义线性模型, 这些分布包括二项分布、泊松分布、指数分布、伽玛分布和正态分布。

1.2

响应变量 response variable

表示实验结果的变量。

注 1: 同义词是“输出变量”。

注 2: 不推荐把术语“因变量”也作为一个同义词, 避免可能与“自变量”混淆(见 GB/T 3358.1—2009 的 1.11)。

注 3: 从每一个实验单元(1.9)记录多个响应时, 响应变量可为向量。

1.3

预测变量 predictor variable

可用来解释实验结果的变量。

注 1: 常用同义词有: “输入变量”、“描述变量”和“解释变量”。

注 2: 在一个经设计的实验中, 预测变量的可控程度表明了它在其中所起的潜在作用。预测变量可以是可控的(固定的)、可修正的(仅在短期内或在花费昂贵代价后可控的)或不可控的(随机的)。