



中华人民共和国国家标准

GB/T 3359—2009/ISO 16269-6:2005
代替 GB/T 3359—1982

数据的统计处理和解释 统计容忍区间的确定

Statistical interpretation of data—
Determination of statistical tolerance intervals

(ISO 16269-6:2005, Statistical interpretation of data—
Part 6: Determination of statistical tolerance intervals, IDT)

2009-10-15 发布

2009-12-01 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	1
4 程序	2
4.1 正态总体均值和方差都已知的情形	2
4.2 正态总体均值未知方差已知的情形	2
4.3 正态总体均值和方差都未知的情形	2
4.4 类型未知的任意连续分布的情形	2
5 示例	3
5.1 数据	3
5.2 示例 1: 方差已知时的单侧统计容忍区间	3
5.3 示例 2: 方差已知时的双侧统计容忍区间	3
5.4 示例 3: 方差未知时的单侧统计容忍区间	3
5.5 示例 4: 方差未知时的双侧统计容忍区间	4
5.6 示例 5: 连续分布的分布自由的统计容忍区间	4
附录 A (资料性附录) 容忍区间表	6
附录 B (规范性附录) 方差 σ 已知时单侧统计容忍限系数, $k_1(n; p; 1-\alpha)$	9
附录 C (规范性附录) 方差 σ 已知时双侧统计容忍限系数, $k_2(n; p; 1-\alpha)$	15
附录 D (规范性附录) 方差 σ 未知时单侧统计容忍限系数, $k_3(n; p; 1-\alpha)$	21
附录 E (规范性附录) 方差 σ 未知时双侧统计容忍限系数, $k_4(n; p; 1-\alpha)$	27
附录 F (规范性附录) 分布自由的单侧容忍区间	33
附录 G (规范性附录) 分布自由的双侧容忍区间	34
附录 H (资料性附录) 任意类型分布的分布自由的统计容忍区间的构造	35
附录 I (资料性附录) 参数方法双侧统计容忍区间系数的计算	36
参考文献	37

前 言

“数据的统计处理和解释”包括以下国家标准：

- GB/T 3359 数据的统计处理和解释 统计容忍区间的确定
- GB/T 3361 数据的统计处理和解释 在成对观测值情形下两个均值的比较
- GB/T 4087 数据的统计处理和解释 二项分布可靠度单侧置信下限
- GB/T 4088 数据的统计处理和解释 二项分布参数的估计与检验
- GB/T 4089 数据的统计处理和解释 泊松分布参数的估计和检验
- GB/T 4882 数据的统计处理和解释 正态性检验
- GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理
- GB/T 4885 正态分布完全样本可靠度置信下限
- GB/T 4889 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差的估计与检验
- GB/T 4890 数据的统计处理和解释 正态分布均值和方差检验的功效
- GB/T 8055 数据的统计处理和解释 Γ 分布(皮尔逊Ⅲ型分布)的参数估计
- GB/T 8056 数据的统计处理和解释 指数分布样本离群值的判断和处理
- GB/T 6380 数据的统计处理和解释 I 型极值分布样本离群值的判断和处理
- GB/T 10092 数据的统计处理和解释 测试结果的多重比较
- GB/T 10094 正态分布分位数与变异系数的置信限

本标准等同采用 ISO 16269-6:2005《数据的统计处理和解释 第6部分:统计容忍区间的确定》。

为便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- 删除国际标准的前言和引言;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”。

本标准代替 GB/T 3359—1982《数据的统计处理和解释 统计容忍区间的确定》。

本标准与 GB/T 3359—1982 相比主要变化如下:

- 将 GB/T 3359—1982 中的强度变异系数 C_{Rr} 改为 C_R ;
- 将 GB/T 3359—1982 中的应力变异系数 C_{Sr} 改为 C_S ;
- 将 GB/T 3359—1982 中的强度标准值 F_{KR} 改为 F_{R,α_R} ;对应应力标准值做了相应的修改;
- 将两个可靠性系数 γ_F, γ_K 分别改为 r_μ, r_q , 凸现这两个量的比值属性,以及分别对应于均值和分位点的特点;
- 增加了一些注解,从而可以消除一些疑问。

本标准的附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 为规范性附录,附录 A、附录 H 和附录 I 为资料性附录。

本标准由全国统计方法应用标准化技术委员会(SAC/TC 21)提出并归口。

本标准起草单位:中国标准化研究院、北京理工大学、北京大学。

本标准主要起草人:徐兴忠、赵树然、尹玉良、谢田法、于振凡、房祥忠、丁文兴。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 3359—1982。

数据的统计处理和解释

统计容忍区间的确定

1 范围

本标准给出了建立容忍区间的程序,该容忍区间以一定的置信水平至少包含总体中规定比例的部分。本标准考虑了单侧和双侧统计容忍区间的确定,所给出的确定方法有两种,其中参数法适用于所研究的特性服从正态分布的情形,分布自由方法适用于只知道分布是连续的情形。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 3358.1 统计学词汇及符号 第1部分:一般统计术语与用于概率的术语(GB/T 3358.1—2009,ISO 3534-1:2006,IDT)

GB/T 3358.2 统计学词汇及符号 第2部分:应用统计(GB/T 3358.2—2009,ISO 3534-2:2006,IDT)

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

GB/T 3358.1 和 GB/T 3358.2 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

统计容忍区间 statistical tolerance interval

由随机样本确定的、以规定的概率至少包含抽样总体规定比例的区间。

注:如此建立的区间其置信水平是多次重复使用时它至少包含抽样总体规定比例的频率。

3.1.2

统计容忍限 statistical tolerance limit

表示统计容忍区间端点的统计量。

注:统计容忍区间可以是单侧的或双侧的。单侧区间仅有一个上或下容忍限。双侧区间上下容忍限均有。

3.1.3

覆盖率 coverage

总体中单元落入统计容忍区间的比例。

注:这个概念不要与参考文献[5]中的覆盖系数相混淆。

3.1.4

正态总体 normal population

服从正态分布的总体。

3.2 符号

下列符号适用于本标准。

i 观测值的下标

$k_1(n; p; 1 - \alpha)$ 当 σ 已知时用于确定单侧容忍区间的端点 x_L 或 x_U 的系数

$k_2(n; p; 1 - \alpha)$ 当 σ 已知时用于确定双侧容忍区间的端点 x_L 和 x_U 的系数

$k_3(n; p; 1 - \alpha)$	当 σ 未知时用于确定单侧容忍区间的端点 x_L 或 x_U 的系数
$k_4(n; p; 1 - \alpha)$	当 σ 未知时用于确定双侧容忍区间的端点 x_L 和 x_U 的系数
n	样本量
p	声称总体中单元落入统计容忍区间的最小比例
u_p	标准正态分布的 p 分位数
x_i	第 i 个观测值 ($i = 1, 2, \dots, n$)
$x_{\max}$	最大观测值: $x_{\max} = \max\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$
$x_{\min}$	最小观测值: $x_{\min} = \min\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$
x_L	统计容忍区间的下限(下容忍限)
x_U	统计容忍区间的上限(上容忍限)
$\bar{x}$	样本均值, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
s	样本标准差: $s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$
$1 - \alpha$	声称总体落入容忍区间的比例大于或等于指定水平 p 的置信水平
μ	总体均值
σ	总体标准差

4 程序

4.1 正态总体均值和方差都已知的情形

当正态分布总体的均值 μ 和方差 σ^2 均已知时,所研究特征的分布是完全确定的。包含总体比例恰好为 p 的区间是:

- $x_L = \mu - u_p \times \sigma$ 的右侧(单侧区间)
- $x_U = \mu + u_p \times \sigma$ 的左侧(单侧区间)
- $x_L = \mu - u_{(1+p)/2} \times \sigma$ 和 $x_U = \mu + u_{(1+p)/2} \times \sigma$ 之间(双侧区间)

注:由于知道上述陈述恒真,它们具有 100% 的置信水平。

上面的式子中, u_p 为标准正态分布的 p 分位数。 u_p 的数值可从表 B.1~表 B.6 和表 C.1~表 C.6 的最后一行查到。

4.2 正态总体均值未知方差已知的情形

附录 A 中的表 A.1 和表 A.2 适用于正态总体方差已知而均值未知的情形。表 A.1 适用于单侧区间情形,而表 A.2 适用于双侧区间情形。

4.3 正态总体均值和方差都未知的情形

附录 A 中的表 A.3 和表 A.4 适用于正态总体方差和均值均未知的情形。表 A.3 适用于单侧区间情形,而表 A.4 适用于双侧区间情形。

4.4 类型未知的任意连续分布的情形

若所研究的特征是一个分布类型未知的连续变量,且这个特征的 n 个独立随机观测值组成一个样本,通过排序后的观测值可确定统计容忍区间。附录 A 的表 A.5 和表 A.6 中给出的程序,提供了在给置信水平 $1 - \alpha$ 下,样本极值 $x_{\min}$ 或 $x_{\max}$ 确定容忍区间所需的覆盖率或样本量。

注:不依赖于抽样总体分布类型的统计容忍区间称为分布自由的容忍区间。

本标准未提供适用于正态分布总体以外的其他已知类型分布总体的程序。然而,对其他连续分布,分布自由方法也可以使用。在本标准最后提供的参考文献有助于确定其他已知类型分布的容忍区间。

5 示例

5.1 数据

通过示例说明如何使用附录 A 的表 A.1~表 A.4, 本例中的数据来自于 ISO 2854:1976。表 1 中数据为棉纱断裂负荷 x 的 12 个测试值。需要说明的是, 本示例中测试值数 $n=12$, 比 ISO 2602 推荐的要低得多。在各示例中数据和计算值的单位均为百分之一牛顿(见表 1)。

表 1 示例 1~示例 4 的数据

单位为百分之一牛顿

x	228.6	232.7	238.8	317.2	315.8	275.1	222.2	236.7	224.7	251.2	210.4	270.7
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

这些测试值来自于由 12 000 个线筒组成的一批产品, 每 100 个线筒装成一箱, 共 120 箱。从这批产品中随机地抽取 12 箱, 而后从每一箱中随机抽取一个线筒。从这些线筒上离纱线的活动端大约 5 m 处剪下 50 cm 长的一段用于测试。每次测试均是在这些检验段的中间部分进行。先前的信息表明在这些条件下测量的断裂负荷实际服从正态分布是合理的。

结果如下:

样本量: $n = 12$

样本均值: $\bar{x} = 3\,024.1/12 = 252.01$

样本标准差: $s = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{166\,772.77}{12 \times 11}} = \sqrt{1\,263.426\,3} = 36.545$

5.2 示例 1: 方差已知时的单侧统计容忍区间

假定前面获得的测试值表明来自于同一供方的不同批次的散布程度是一常数, 且可用标准差 $\sigma = 33.150$ 来表示, 而不同批次的均值不同。此处使用由下容忍限 x_L 给出的单侧区间, 要求能够以 $1 - \alpha = 0.95$ (95%) 的置信水平确保, 批中断裂负荷在 x_L 以上的产品比例至少为 0.95 (95%)。

由表 B.4 查得

$$k_1(12; 0.95; 0.95) = 2.120$$

因而

$$x_L = \bar{x} - k_1(n; p; 1 - \alpha) \times \sigma = 252.01 - 2.120 \times 33.150 = 181.732$$

如果需要更大的总体比例(如 $p = 0.99$) 或更高的置信水平(如 $1 - \alpha = 0.99$), 则所求得的下容忍限 x_L 更小。

5.3 示例 2: 方差已知时的双侧统计容忍区间

与示例 1 的条件相同, 本示例使用双侧容忍限 x_L 和 x_U , 要求能够以 $1 - \alpha = 0.95$ 的置信水平确保这批纱的断裂负荷至少有 $p = 0.90$ (90%) 的比例落在 x_L 和 x_U 之间。

由表 C.4 查得

$$k_2(12; 0.90; 0.95) = 1.889$$

因而

$$x_L = \bar{x} - k_2(n; p; 1 - \alpha) \times \sigma = 252.01 - 1.889 \times 33.150 = 189.390$$

$$x_U = \bar{x} + k_2(n; p; 1 - \alpha) \times \sigma = 252.01 + 1.889 \times 33.150 = 314.630$$

与示例 1 比较能清楚地看到, 确保至少总体的 90% 落在 x_L 和 x_U 之间与确保不多于总体的 5% 落在每个单侧限外将得到不同的结果。

5.4 示例 3: 方差未知时的单侧统计容忍区间

假定总体的标准差是未知的, 它必须由样本来估计。采用与标准差已知情形(示例 1)相同的要求, 即 $p = 0.95$ 和 $1 - \alpha = 0.95$ 。下表中给出了详细计算步骤。

比例 p 的统计容忍区间的确定: a) 下侧容忍区间 确定的值为: b) 容忍区间选定的总体比例: $p = 0.95$ c) 选定的置信水平: $1 - \alpha = 0.95$ d) 样本量: $n = 12$ 表 D.4 中的容忍系数值: $k_3(n; p; 1 - \alpha) = 2.737$
计算: $\bar{x} = \sum x/n = 252.01$ $s = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} = 35.545$ $k_3(n; p; 1 - \alpha) \times s = 97.2867$
结果: 下侧容忍区间 以置信水平 $1 - \alpha$ 包含总体的比例至少为 p 的单侧区间的下容忍限为 $x_L = \bar{x} - k_3(n; p; 1 - \alpha) \times s = 154.723$

5.5 示例 4: 方差未知时的双侧统计容忍区间

在与示例 2 相同的条件下, 要求计算下容忍限 x_L 和上容忍限 x_U , 使得能够以 $1 - \alpha = 0.95$ 的置信水平确保这批纱中断裂负荷落在 x_L 和 x_U 之间的比例至少为 $p = 0.90$ (90%)。

由表 E.4 查得

$$k_4(n; p; 1 - \alpha) = 2.671$$

因而

$$x_L = \bar{x} - k_4(n; p; 1 - \alpha) \times s = 252.01 - 2.671 \times 35.545 = 157.069$$
$$x_U = \bar{x} + k_4(n; p; 1 - \alpha) \times s = 252.01 + 2.671 \times 35.545 = 346.951$$

需指出的是与示例 2 (已知方差) 相比, 此处 x_L 的值较小, x_U 的值较大, 这是因为用 s 替代 σ 需要较大的容忍系数以把额外的未知因素考虑在内。因不知道总体的标准差 σ 而不得不付出代价是必需的, 统计容忍区间的扩大就是考虑了方差未知这一因素。如果示例 1 和示例 2 中所用的值 $\sigma = 33.150$ 不能确保是正确的, 则宜使用估计值 s 及相应的表 D.4 或表 E.4。

5.6 示例 5: 连续分布的分布自由的统计容忍区间

对一种航空发动机的部件进行旋转应力的疲劳试验, 15 件样本产品的试验结果 (以耐力测量) 按值的升序方式在表 2 中给出。

表 2 示例 5 的数据

x	0.200	0.330	0.450	0.490	0.780	0.920	0.950	0.970	1.040	1.710	2.220	2.275	3.650	7.000	8.800
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

使用诸如概率图这样的图检法检验正态性表明, 部件组成的总体的正态性假定不成立 (见 GB/T 4882)。因此, 宜采用附录 A 中表 A.5 的方法确定统计容忍区间。

15 个样本测量值的极值是:

$$x_{\min} = 0.200, x_{\max} = 8.800$$

假定置信水平 $1 - \alpha$ 为 0.95。

- a) 部件总体落在 $x_{\min} = 0.200$ 以下的最大比例是多少? 对于 $1 - \alpha = 0.95$, 表 F.1 给出总体落在 $x_{\min} = 0.200$ 以上的最小比例 p 的值稍高于 0.75 (75%)。因此, 部件总体落在以下的最大比例 $1 - p$ 的值稍低于 0.25 (25%)。
- b) 必须取多大的样本量才能以置信水平 0.95, 确保部件总体至少以 $p = 0.90$ (90%) 的比例落

在该样本的最大值之下? 对于 $1 - \alpha = 0.95$ 和 $p = 0.90$, 表 F.1 给出 $n = 29$ 。

- c) 在置信水平 0.95 下, 部件总体落在 $x_{\min} = 0.200$ 和 $x_{\max} = 8.800$ 之间的最小比例是多少? 对于 $1 - \alpha = 0.95$ 和 $n = 15$, 表 G.1 给出的 p 值稍低于 0.75 (75%)。
- d) 需要多大的样本量才能以置信水平 0.95, 确保部件总体至少以 $p = 0.90$ (90%) 的比例落在该样本的最小值和最大值之间? 对于 $1 - \alpha = 0.95$ 和 $p = 0.90$, 表 G.1 给出 $n = 46$ 。
- e) 一般地, 如果正态性检验表明总体不服从正态分布, 建议基于数据的相关信息, 通过变换将数据化为服从正态分布的数据。例如, 疲劳数据常常近似地服从对数正态分布。在这些情况下, 可以将数据变换为服从正态分布的数据, 即可按正态总体进行容忍区间的计算, 最后再变换回原总体的容忍区间。

附录 H 给出了对任意类型分布的分布自由的统计容忍区间的构造方法。附录 I 给出了参数方法双侧统计容忍区间系数的计算。

附录 A
(资料性附录)
容忍区间表

表 A.1 单侧统计容忍区间(方差已知)

置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间的确定 a) “向左的”单侧区间 b) “向右的”单侧区间 已知量: c) 方差: $\sigma^2 =$ d) 标准差: $\sigma =$ 确定值: e) 为容忍区间选定的总体比例: $p =$ f) 选定的置信水平: $1-\alpha =$ g) 样本量: $n =$ 制表系数: $k_1(n; p; 1-\alpha) =$ 对应于一系列 n、p 及 $1-\alpha$ 的系数值在附录 B 中给出。
计算: $\bar{x} = \sum x_i / n =$ $k_1(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$
结果: a) “向左的”单边区间 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间具有上限: $x_U = \bar{x} + k_1(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$ b) “向右的”单边区间 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间具有下限: $x_L = \bar{x} - k_1(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$

表 A.2 双侧统计容忍区间(方差已知)

置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的双侧统计容忍区间的确定 已知量: a) 方差: $\sigma^2 =$ b) 标准差: $\sigma =$ 确定量: c) 为容忍区间选定的总体比例: $p =$ d) 选定的置信水平: $1-\alpha =$ e) 样本量: $n =$ 制表系数: $k_2(n; p; 1-\alpha) =$ 附录 C 中给出了对应于 n、p 及 $1-\alpha$ 的一定范围的值。
计算: $\bar{x} = \sum x_i / n =$ $k_2(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$
结果: 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的双侧统计容忍区间的上下限为: 下限 $x_L = \bar{x} - k_2(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$ 上限 $x_U = \bar{x} + k_2(n; p; 1-\alpha) \times \sigma =$

表 A.3 单侧统计容忍区间(方差未知)

置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间的确定 a) “向左的”单侧区间 b) “向右的”单侧区间 确定量: c) 为容忍区间选定的总体比例: $p =$ d) 选定的置信水平: $1-\alpha =$ e) 样本量: $n =$ 制表系数: $k_3(n; p; 1-\alpha) =$ 附录 D 中给出了对应于 n、p 及 $1-\alpha$ 的一定范围的值。
计算: $\bar{x} = \sum x_i / n =$ $s = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}} =$ $k_3(n; p; 1-\alpha) \times s =$
结果: a) “向左的”单侧区间 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间具有上限: $x_U = \bar{x} + k_3(n; p; 1-\alpha) \times s =$ b) “向右的”单侧区间 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间具有下限: $x_L = \bar{x} - k_3(n; p; 1-\alpha) \times s =$

表 A.4 双侧统计容忍区间(方差未知)

置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的双侧统计容忍区间的确定 确定量: a) 为容忍区间选定的总体比例: $p =$ b) 选定的置信水平: $1-\alpha =$ c) 样本量: $n =$ 制表系数: $k_4(n; p; 1-\alpha) =$ 附录 E 中给出了对应于 n、p 及 $1-\alpha$ 的一定范围的值。
计算: $\bar{x} = \sum x_i / n =$ $s = \sqrt{\frac{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}} =$ $k_4(n; p; 1-\alpha) \times s =$
结果: 置信水平为 $1-\alpha$ 覆盖率为 p 的双侧统计容忍区间具有上下限: 下限 $x_L = \bar{x} - k_4(n; p; 1-\alpha) \times s =$ 上限 $x_U = \bar{x} + k_4(n; p; 1-\alpha) \times s =$

表 A.5 任意分布的单侧统计容忍区间

置信水平为 $1 - \alpha$ 覆盖率为 p 的分布自由的单侧统计容忍区间的确定 a) “向左的”单侧区间； b) “向右的”单侧区间； 确定量： c) 为容忍区间选定的总体比例：$p =$ d) 选定的置信水平：$1 - \alpha =$ e) 样本量：$n =$ (p 和 n 要确定其中之一) 制表系数 —— 给定 n 和 $1 - \alpha$ 时的 p。 —— 给定 p 和 $1 - \alpha$ 时的 n。 表 F.1 中给出了对应于 n、p 及 $1 - \alpha$ 的一定范围的值。
计算及结果 置信水平为 $1 - \alpha$ 覆盖率为 p 的单侧统计容忍区间具有 —— 下限：$x_L = x_{\min} =$ —— 或上限：$x_U = x_{\max} =$

表 A.6 任意分布的双侧统计容忍区间

置信水平为 $1 - \alpha$ 覆盖率为 p 的分布自由的双侧统计容忍区间的确定 确定量： a) 为容忍区间选定的总体比例：$p =$ b) 选定的置信水平：$1 - \alpha =$ c) 样本量：$n =$ (p 和 n 要确定其中之一) 制表系数： —— 给定 n 和 $1 - \alpha$ 时的 p。 —— 给定 p 和 $1 - \alpha$ 时的 n。 附录 G.1 给出了对应于 n、p 及 $1 - \alpha$ 的一定范围的值。
计算及结果 置信水平为 $1 - \alpha$ 覆盖率为 p 的双侧统计容忍区间具有上下限： 下限 $x_L = x_{\min} =$ 上限 $x_U = x_{\max} =$

附 录 B

(规范性附录)

方差 σ 已知时单侧统计容忍限系数, $k_1(n; p; 1-\alpha)$

表 B.1 置信水平 50.0%

 $(1-\alpha = 0.50)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
3	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
4	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
5	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
6	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
7	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
8	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
9	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
10	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
11	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
12	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
13	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
14	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
15	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
16	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
17	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
18	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
19	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
20	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
22	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
24	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
26	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
28	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
30	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
35	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
40	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
45	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
50	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
60	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
70	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
80	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
90	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
100	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
150	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
200	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
250	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
300	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
400	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
500	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
1 000	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 B.2 置信水平 75.0%

 $(1 - \alpha = 0.75)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.477	1.152	1.759	2.122	2.804	3.568
3	0.390	1.064	1.671	2.035	2.716	3.480
4	0.338	1.012	1.619	1.983	2.664	3.428
5	0.302	0.977	1.584	1.947	2.628	3.392
6	0.276	0.950	1.557	1.921	2.602	3.366
7	0.255	0.930	1.537	1.900	2.582	3.346
8	0.239	0.913	1.521	1.884	2.565	3.329
9	0.225	0.900	1.507	1.870	2.552	3.316
10	0.214	0.888	1.495	1.859	2.540	3.304
11	0.204	0.878	1.485	1.849	2.530	3.294
12	0.195	0.870	1.477	1.840	2.522	3.285
13	0.188	0.862	1.469	1.832	2.514	3.278
14	0.181	0.855	1.462	1.826	2.507	3.271
15	0.175	0.849	1.456	1.820	2.501	3.265
16	0.169	0.844	1.451	1.814	2.495	3.259
17	0.164	0.839	1.446	1.809	2.490	3.254
18	0.159	0.834	1.441	1.804	2.486	3.250
19	0.155	0.830	1.437	1.800	2.482	3.245
20	0.151	0.826	1.433	1.796	2.478	3.242
22	0.144	0.819	1.426	1.789	2.471	3.235
24	0.138	0.813	1.420	1.783	2.465	3.228
26	0.133	0.807	1.414	1.778	2.459	3.223
28	0.128	0.802	1.410	1.773	2.454	3.218
30	0.124	0.798	1.405	1.768	2.450	3.214
35	0.115	0.789	1.396	1.759	2.441	3.205
40	0.107	0.782	1.389	1.752	2.433	3.197
45	0.101	0.776	1.383	1.746	2.427	3.191
50	0.096	0.770	1.377	1.741	2.422	3.186
60	0.088	0.762	1.369	1.732	2.414	3.178
70	0.081	0.756	1.363	1.726	2.407	3.171
80	0.076	0.750	1.357	1.721	2.402	3.166
90	0.072	0.746	1.353	1.716	2.398	3.162
100	0.068	0.742	1.350	1.713	2.394	3.158
150	0.056	0.730	1.337	1.700	2.382	3.146
200	0.048	0.723	1.330	1.693	2.375	3.138
250	0.043	0.718	1.325	1.688	2.370	3.133
300	0.039	0.714	1.321	1.684	2.366	3.130
400	0.034	0.709	1.316	1.679	2.361	3.124
500	0.031	0.705	1.312	1.676	2.357	3.121
1 000	0.022	0.696	1.303	1.667	2.348	3.112
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 B.3 置信水平 90.0%

 $(1 - \alpha = 0.90)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.907	1.581	2.188	2.552	3.233	3.997
3	0.740	1.415	2.022	2.385	3.067	3.831
4	0.641	1.316	1.923	2.286	2.968	3.732
5	0.574	1.248	1.855	2.218	2.900	3.664
6	0.524	1.198	1.805	2.169	2.850	3.614
7	0.485	1.159	1.766	2.130	2.811	3.575
8	0.454	1.128	1.735	2.098	2.780	3.544
9	0.428	1.102	1.709	2.073	2.754	3.518
10	0.406	1.080	1.687	2.051	2.732	3.496
11	0.387	1.061	1.668	2.032	2.713	3.477
12	0.370	1.045	1.652	2.015	2.697	3.461
13	0.356	1.030	1.637	2.001	2.682	3.446
14	0.343	1.017	1.625	1.988	2.669	3.433
15	0.331	1.006	1.613	1.976	2.658	3.422
16	0.321	0.995	1.602	1.966	2.647	3.411
17	0.311	0.986	1.593	1.956	2.638	3.402
18	0.303	0.977	1.584	1.947	2.629	3.393
19	0.295	0.969	1.576	1.939	2.621	3.385
20	0.287	0.962	1.569	1.932	2.613	3.377
22	0.274	0.948	1.555	1.919	2.600	3.364
24	0.262	0.937	1.544	1.907	2.588	3.352
26	0.252	0.926	1.533	1.897	2.578	3.342
28	0.243	0.917	1.524	1.888	2.569	3.333
30	0.234	0.909	1.516	1.879	2.561	3.325
35	0.217	0.892	1.499	1.862	2.543	3.307
40	0.203	0.878	1.485	1.848	2.529	3.293
45	0.192	0.866	1.473	1.836	2.518	3.282
50	0.182	0.856	1.463	1.827	2.508	3.272
60	0.166	0.840	1.447	1.811	2.492	3.256
70	0.154	0.828	1.435	1.799	2.480	3.244
80	0.144	0.818	1.425	1.789	2.470	3.234
90	0.136	0.810	1.417	1.780	2.462	3.226
100	0.129	0.803	1.410	1.774	2.455	3.219
150	0.105	0.780	1.387	1.750	2.431	3.195
200	0.091	0.766	1.373	1.736	2.417	3.181
250	0.082	0.756	1.363	1.726	2.408	3.172
300	0.074	0.749	1.356	1.719	2.401	3.165
400	0.065	0.739	1.346	1.709	2.391	3.155
500	0.058	0.732	1.339	1.703	2.384	3.148
1 000	0.041	0.716	1.323	1.686	2.367	3.131
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 B.4 置信水平 95.0%

 $(1 - \alpha = 0.95)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.164	1.838	2.445	2.808	3.490	4.254
3	0.950	1.625	2.232	2.595	3.277	4.040
4	0.823	1.497	2.104	2.468	3.149	3.913
5	0.736	1.411	2.018	2.381	3.062	3.826
6	0.672	1.346	1.954	2.317	2.998	3.762
7	0.622	1.297	1.904	2.267	2.949	3.712
8	0.582	1.257	1.864	2.227	2.908	3.672
9	0.549	1.223	1.830	2.194	2.875	3.639
10	0.521	1.195	1.802	2.166	2.847	3.611
11	0.496	1.171	1.778	2.141	2.823	3.587
12	0.475	1.150	1.757	2.120	2.802	3.566
13	0.457	1.131	1.738	2.102	2.783	3.547
14	0.440	1.115	1.722	2.085	2.766	3.530
15	0.425	1.100	1.707	2.070	2.752	3.515
16	0.412	1.086	1.693	2.057	2.738	3.502
17	0.399	1.074	1.681	2.044	2.726	3.490
18	0.388	1.063	1.670	2.033	2.715	3.478
19	0.378	1.052	1.659	2.023	2.704	3.468
20	0.368	1.043	1.650	2.013	2.695	3.459
22	0.351	1.026	1.633	1.996	2.678	3.441
24	0.336	1.011	1.618	1.981	2.663	3.426
26	0.323	0.998	1.605	1.968	2.649	3.413
28	0.311	0.986	1.593	1.956	2.638	3.402
30	0.301	0.975	1.582	1.946	2.627	3.391
35	0.279	0.953	1.560	1.923	2.605	3.369
40	0.261	0.935	1.542	1.905	2.587	3.351
45	0.246	0.920	1.527	1.891	2.572	3.336
50	0.233	0.908	1.515	1.878	2.559	3.323
60	0.213	0.887	1.494	1.858	2.539	3.303
70	0.197	0.872	1.479	1.842	2.523	3.287
80	0.184	0.859	1.466	1.829	2.511	3.275
90	0.174	0.848	1.455	1.819	2.500	3.264
100	0.165	0.839	1.447	1.810	2.491	3.255
150	0.135	0.809	1.416	1.780	2.461	3.225
200	0.117	0.791	1.398	1.762	2.443	3.207
250	0.105	0.779	1.386	1.749	2.431	3.195
300	0.095	0.770	1.377	1.740	2.422	3.186
400	0.083	0.757	1.364	1.728	2.409	3.173
500	0.074	0.749	1.356	1.719	2.400	3.164
1 000	0.053	0.727	1.334	1.697	2.379	3.143
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 B.5 置信水平 99.0%

 $(1 - \alpha = 0.99)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.645	2.320	2.927	3.290	3.972	4.736
3	1.344	2.018	2.625	2.988	3.670	4.434
4	1.164	1.838	2.445	2.809	3.490	4.254
5	1.041	1.715	2.322	2.686	3.367	4.131
6	0.950	1.625	2.232	2.595	3.277	4.040
7	0.880	1.554	2.161	2.525	3.206	3.970
8	0.823	1.497	2.105	2.468	3.149	3.913
9	0.776	1.450	2.058	2.421	3.102	3.866
10	0.736	1.411	2.018	2.381	3.063	3.826
11	0.702	1.376	1.983	2.347	3.028	3.792
12	0.672	1.347	1.954	2.317	2.998	3.762
13	0.646	1.320	1.927	2.291	2.972	3.736
14	0.622	1.297	1.904	2.267	2.949	3.712
15	0.601	1.276	1.883	2.246	2.928	3.691
16	0.582	1.257	1.864	2.227	2.908	3.672
17	0.565	1.239	1.846	2.210	2.891	3.655
18	0.549	1.223	1.830	2.194	2.875	3.639
19	0.534	1.209	1.816	2.179	2.861	3.624
20	0.521	1.195	1.802	2.166	2.847	3.611
22	0.496	1.171	1.778	2.141	2.823	3.587
24	0.475	1.150	1.757	2.120	2.802	3.566
26	0.457	1.131	1.738	2.102	2.783	3.547
28	0.440	1.115	1.722	2.085	2.766	3.530
30	0.425	1.100	1.707	2.070	2.752	3.515
35	0.394	1.068	1.675	2.039	2.720	3.484
40	0.368	1.043	1.650	2.013	2.695	3.459
45	0.347	1.022	1.629	1.992	2.674	3.438
50	0.329	1.004	1.611	1.974	2.656	3.420
60	0.301	0.975	1.582	1.946	2.627	3.391
70	0.279	0.953	1.560	1.923	2.605	3.369
80	0.261	0.935	1.542	1.905	2.587	3.351
90	0.246	0.920	1.527	1.891	2.572	3.336
100	0.233	0.908	1.515	1.878	2.559	3.323
150	0.190	0.865	1.472	1.835	2.517	3.281
200	0.165	0.839	1.447	1.810	2.491	3.255
250	0.148	0.822	1.429	1.792	2.474	3.238
300	0.135	0.809	1.416	1.780	2.461	3.225
400	0.117	0.791	1.398	1.762	2.443	3.207
500	0.105	0.779	1.386	1.749	2.431	3.195
1 000	0.074	0.749	1.356	1.719	2.400	3.164
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 B.6 置信水平 99.9%

 $(1 - \alpha = 0.999)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	2.186	2.860	3.467	3.830	4.512	5.276
3	1.785	2.459	3.066	3.430	4.111	4.875
4	1.546	2.220	2.827	3.190	3.872	4.636
5	1.382	2.057	2.664	3.027	3.709	4.473
6	1.262	1.937	2.544	2.907	3.588	4.352
7	1.168	1.843	2.450	2.813	3.495	4.259
8	1.093	1.768	2.375	2.738	3.419	4.183
9	1.031	1.705	2.312	2.675	3.357	4.121
10	0.978	1.652	2.259	2.623	3.304	4.068
11	0.932	1.607	2.214	2.577	3.259	4.022
12	0.893	1.567	2.174	2.537	3.219	3.983
13	0.858	1.532	2.139	2.502	3.184	3.948
14	0.826	1.501	2.108	2.471	3.153	3.917
15	0.798	1.473	2.080	2.443	3.125	3.889
16	0.773	1.448	2.055	2.418	3.099	3.863
17	0.750	1.424	2.032	2.395	3.076	3.840
18	0.729	1.403	2.010	2.374	3.055	3.819
19	0.709	1.384	1.991	2.354	3.036	3.800
20	0.691	1.366	1.973	2.336	3.018	3.782
22	0.659	1.334	1.941	2.304	2.986	3.750
24	0.631	1.306	1.913	2.276	2.958	3.722
26	0.607	1.281	1.888	2.251	2.933	3.697
28	0.584	1.259	1.866	2.229	2.911	3.675
30	0.565	1.239	1.846	2.210	2.891	3.655
35	0.523	1.197	1.804	2.168	2.849	3.613
40	0.489	1.164	1.771	2.134	2.815	3.579
45	0.461	1.136	1.743	2.106	2.788	3.551
50	0.438	1.112	1.719	2.082	2.764	3.528
60	0.399	1.074	1.681	2.044	2.726	3.490
70	0.370	1.044	1.651	2.015	2.696	3.460
80	0.346	1.020	1.628	1.991	2.672	3.436
90	0.326	1.001	1.608	1.971	2.653	3.416
100	0.310	0.984	1.591	1.954	2.636	3.400
150	0.253	0.927	1.534	1.898	2.579	3.343
200	0.219	0.894	1.501	1.864	2.545	3.309
250	0.196	0.870	1.477	1.841	2.522	3.286
300	0.179	0.853	1.460	1.824	2.505	3.269
400	0.155	0.830	1.437	1.800	2.481	3.245
500	0.139	0.813	1.420	1.784	2.465	3.229
1 000	0.098	0.773	1.380	1.743	2.425	3.188
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

附录 C

(规范性附录)

方差 σ 已知时双侧统计容忍限系数, $k_2(n; p; 1-\alpha)$

表 C.1 置信水平 50.0%

 $(1-\alpha = 0.50)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.755	1.282	1.823	2.164	2.822	3.575
3	0.727	1.238	1.766	2.100	2.749	3.496
4	0.714	1.216	1.737	2.067	2.710	3.451
5	0.706	1.203	1.719	2.046	2.685	3.423
6	0.701	1.195	1.707	2.033	2.668	3.403
7	0.697	1.188	1.698	2.023	2.656	3.388
8	0.694	1.184	1.692	2.015	2.646	3.377
9	0.692	1.180	1.686	2.009	2.639	3.368
10	0.690	1.177	1.682	2.004	2.633	3.361
11	0.689	1.175	1.679	2.000	2.628	3.355
12	0.688	1.173	1.676	1.997	2.624	3.350
13	0.687	1.171	1.674	1.994	2.620	3.346
14	0.686	1.170	1.672	1.992	2.617	3.342
15	0.685	1.168	1.670	1.990	2.614	3.339
16	0.685	1.167	1.669	1.988	2.612	3.336
17	0.684	1.166	1.667	1.986	2.610	3.333
18	0.684	1.165	1.666	1.985	2.608	3.331
19	0.683	1.165	1.665	1.984	2.607	3.329
20	0.683	1.164	1.664	1.983	2.605	3.327
22	0.682	1.163	1.662	1.981	2.602	3.324
24	0.681	1.162	1.661	1.979	2.600	3.321
26	0.681	1.161	1.660	1.977	2.599	3.319
28	0.680	1.160	1.659	1.976	2.597	3.317
30	0.680	1.160	1.658	1.975	2.596	3.315
35	0.679	1.158	1.656	1.973	2.593	3.312
40	0.679	1.157	1.655	1.972	2.591	3.309
45	0.678	1.157	1.654	1.970	2.589	3.307
50	0.678	1.156	1.653	1.969	2.588	3.306
60	0.678	1.155	1.652	1.968	2.586	3.303
70	0.677	1.155	1.651	1.967	2.585	3.302
80	0.677	1.154	1.650	1.966	2.584	3.300
90	0.677	1.154	1.650	1.965	2.583	3.299
100	0.677	1.153	1.649	1.965	2.582	3.298
150	0.676	1.153	1.648	1.963	2.580	3.296
200	0.676	1.152	1.647	1.963	2.579	3.295
250	0.676	1.152	1.647	1.962	2.579	3.294
300	0.676	1.152	1.647	1.962	2.578	3.294
400	0.675	1.152	1.646	1.962	2.578	3.293
500	0.675	1.151	1.646	1.961	2.578	3.293
1 000	0.675	1.151	1.646	1.961	2.577	3.292
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 C.2 置信水平 75.0%
($1 - \alpha = 0.75$)

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.919	1.520	2.106	2.464	3.142	3.905
3	0.834	1.402	1.971	2.323	2.996	3.756
4	0.792	1.340	1.897	2.244	2.911	3.669
5	0.768	1.303	1.850	2.194	2.856	3.611
6	0.752	1.278	1.818	2.158	2.816	3.568
7	0.741	1.260	1.794	2.132	2.786	3.536
8	0.732	1.246	1.776	2.112	2.763	3.511
9	0.726	1.236	1.762	2.096	2.745	3.491
10	0.721	1.227	1.751	2.083	2.730	3.474
11	0.716	1.220	1.742	2.073	2.717	3.459
12	0.713	1.214	1.734	2.064	2.706	3.447
13	0.710	1.209	1.727	2.056	2.697	3.437
14	0.707	1.205	1.722	2.050	2.689	3.427
15	0.705	1.202	1.717	2.044	2.682	3.419
16	0.703	1.198	1.712	2.039	2.676	3.412
17	0.702	1.196	1.708	2.034	2.670	3.406
18	0.700	1.193	1.705	2.030	2.665	3.400
19	0.699	1.191	1.702	2.027	2.661	3.395
20	0.698	1.189	1.699	2.024	2.657	3.390
22	0.695	1.185	1.694	2.018	2.650	3.382
24	0.694	1.183	1.690	2.013	2.644	3.375
26	0.692	1.180	1.687	2.009	2.639	3.369
28	0.691	1.178	1.684	2.006	2.635	3.364
30	0.690	1.176	1.681	2.003	2.631	3.359
35	0.688	1.173	1.676	1.997	2.623	3.350
40	0.686	1.170	1.672	1.992	2.618	3.343
45	0.685	1.168	1.669	1.989	2.613	3.337
50	0.684	1.166	1.667	1.986	2.610	3.333
60	0.682	1.164	1.663	1.982	2.604	3.326
70	0.681	1.162	1.661	1.979	2.600	3.321
80	0.681	1.160	1.659	1.977	2.597	3.318
90	0.680	1.159	1.657	1.975	2.595	3.315
100	0.679	1.158	1.656	1.973	2.593	3.312
150	0.678	1.156	1.653	1.969	2.588	3.305
200	0.677	1.155	1.651	1.967	2.585	3.302
250	0.677	1.154	1.650	1.966	2.583	3.300
300	0.676	1.153	1.649	1.965	2.582	3.298
400	0.676	1.153	1.648	1.964	2.581	3.296
500	0.676	1.152	1.648	1.963	2.580	3.295
1 000	0.675	1.152	1.646	1.962	2.578	3.293
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 C.3 置信水平 90.0%

 $(1 - \alpha = 0.90)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.187	1.842	2.446	2.809	3.490	4.254
3	1.013	1.640	2.236	2.597	3.277	4.040
4	0.924	1.527	2.114	2.473	3.151	3.913
5	0.872	1.456	2.034	2.390	3.065	3.827
6	0.837	1.407	1.977	2.330	3.003	3.764
7	0.813	1.371	1.935	2.285	2.955	3.715
8	0.795	1.344	1.902	2.250	2.917	3.675
9	0.781	1.323	1.875	2.222	2.886	3.643
10	0.770	1.306	1.854	2.198	2.861	3.616
11	0.761	1.292	1.836	2.179	2.839	3.593
12	0.754	1.281	1.821	2.162	2.821	3.573
13	0.748	1.271	1.809	2.148	2.804	3.556
14	0.742	1.262	1.797	2.136	2.790	3.541
15	0.738	1.255	1.788	2.125	2.778	3.527
16	0.734	1.248	1.779	2.115	2.767	3.515
17	0.730	1.243	1.772	2.107	2.757	3.504
18	0.727	1.237	1.765	2.099	2.748	3.494
19	0.724	1.233	1.759	2.092	2.740	3.485
20	0.722	1.229	1.753	2.086	2.733	3.477
22	0.717	1.222	1.744	2.075	2.720	3.463
24	0.714	1.216	1.736	2.066	2.709	3.450
26	0.711	1.211	1.729	2.058	2.699	3.439
28	0.708	1.207	1.723	2.052	2.691	3.430
30	0.706	1.203	1.718	2.046	2.684	3.422
35	0.701	1.195	1.708	2.034	2.670	3.405
40	0.698	1.190	1.700	2.025	2.659	3.392
45	0.695	1.185	1.694	2.018	2.650	3.382
50	0.693	1.182	1.689	2.012	2.643	3.373
60	0.690	1.177	1.682	2.004	2.632	3.360
70	0.688	1.173	1.677	1.998	2.625	3.351
80	0.686	1.170	1.673	1.993	2.619	3.344
90	0.685	1.168	1.670	1.990	2.614	3.338
100	0.684	1.166	1.667	1.987	2.610	3.334
150	0.681	1.161	1.660	1.978	2.599	3.320
200	0.680	1.159	1.656	1.974	2.594	3.313
250	0.679	1.157	1.654	1.971	2.590	3.309
300	0.678	1.156	1.653	1.969	2.588	3.306
400	0.677	1.155	1.651	1.967	2.585	3.302
500	0.677	1.154	1.650	1.966	2.583	3.300
1 000	0.676	1.152	1.648	1.963	2.580	3.295
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 C.4 置信水平 95.0%

 $(1 - \alpha = 0.95)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.393	2.062	2.668	3.031	3.713	4.477
3	1.160	1.812	2.415	2.777	3.459	4.222
4	1.036	1.668	2.265	2.627	3.307	4.071
5	0.960	1.574	2.165	2.525	3.204	3.967
6	0.910	1.509	2.093	2.451	3.129	3.891
7	0.875	1.460	2.039	2.395	3.070	3.832
8	0.849	1.423	1.996	2.350	3.024	3.785
9	0.828	1.394	1.961	2.313	2.985	3.746
10	0.812	1.370	1.933	2.283	2.953	3.713
11	0.799	1.351	1.909	2.258	2.926	3.685
12	0.788	1.334	1.889	2.236	2.903	3.660
13	0.779	1.320	1.872	2.218	2.882	3.639
14	0.772	1.308	1.857	2.201	2.864	3.620
15	0.765	1.298	1.844	2.187	2.848	3.603
16	0.759	1.289	1.832	2.174	2.834	3.588
17	0.754	1.281	1.822	2.163	2.821	3.574
18	0.749	1.274	1.812	2.152	2.809	3.561
19	0.745	1.267	1.804	2.143	2.799	3.550
20	0.742	1.261	1.797	2.135	2.789	3.540
22	0.736	1.251	1.783	2.120	2.772	3.521
24	0.730	1.243	1.772	2.108	2.758	3.505
26	0.726	1.236	1.763	2.097	2.745	3.491
28	0.722	1.230	1.755	2.088	2.735	3.479
30	0.719	1.225	1.748	2.080	2.725	3.469
35	0.713	1.214	1.733	2.063	2.706	3.446
40	0.708	1.206	1.723	2.051	2.691	3.429
45	0.704	1.200	1.714	2.041	2.679	3.416
50	0.701	1.195	1.708	2.033	2.669	3.404
60	0.697	1.188	1.697	2.022	2.655	3.387
70	0.694	1.182	1.690	2.013	2.644	3.374
80	0.691	1.178	1.684	2.007	2.636	3.365
90	0.689	1.175	1.680	2.002	2.629	3.357
100	0.688	1.173	1.677	1.998	2.624	3.351
150	0.684	1.166	1.666	1.985	2.609	3.332
200	0.681	1.162	1.661	1.979	2.601	3.322
250	0.680	1.160	1.658	1.975	2.596	3.316
300	0.679	1.158	1.656	1.973	2.593	3.312
400	0.678	1.156	1.653	1.970	2.589	3.307
500	0.678	1.155	1.652	1.968	2.586	3.304
1 000	0.676	1.153	1.649	1.964	2.581	3.297
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 C.5 置信水平 99.0%

 $(1 - \alpha = 0.99)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.822	2.496	3.103	3.467	4.148	4.912
3	1.491	2.163	2.769	3.133	3.814	4.578
4	1.301	1.965	2.570	2.933	3.615	4.379
5	1.177	1.831	2.435	2.798	3.479	4.243
6	1.092	1.735	2.336	2.698	3.379	4.142
7	1.031	1.662	2.259	2.621	3.301	4.064
8	0.984	1.605	2.198	2.559	3.238	4.002
9	0.948	1.558	2.148	2.508	3.186	3.950
10	0.919	1.521	2.107	2.465	3.143	3.906
11	0.896	1.489	2.071	2.429	3.105	3.868
12	0.876	1.462	2.041	2.397	3.073	3.835
13	0.860	1.439	2.015	2.370	3.044	3.806
14	0.846	1.420	1.992	2.346	3.019	3.780
15	0.834	1.402	1.971	2.324	2.997	3.757
16	0.824	1.387	1.953	2.305	2.976	3.736
17	0.815	1.374	1.937	2.288	2.958	3.718
18	0.806	1.361	1.922	2.272	2.941	3.700
19	0.799	1.351	1.909	2.258	2.926	3.685
20	0.793	1.341	1.897	2.245	2.912	3.670
22	0.782	1.324	1.876	2.222	2.887	3.644
24	0.772	1.310	1.858	2.203	2.866	3.622
26	0.765	1.297	1.843	2.186	2.847	3.602
28	0.758	1.287	1.830	2.172	2.831	3.585
30	0.752	1.278	1.818	2.159	2.817	3.569
35	0.741	1.260	1.795	2.133	2.787	3.537
40	0.732	1.246	1.777	2.113	2.764	3.512
45	0.726	1.236	1.763	2.097	2.745	3.491
50	0.721	1.227	1.751	2.084	2.730	3.474
60	0.713	1.215	1.734	2.064	2.706	3.447
70	0.707	1.205	1.722	2.050	2.689	3.428
80	0.703	1.199	1.712	2.039	2.676	3.412
90	0.700	1.193	1.705	2.031	2.666	3.400
100	0.698	1.189	1.699	2.024	2.657	3.390
150	0.690	1.176	1.681	2.003	2.631	3.359
200	0.686	1.170	1.672	1.993	2.618	3.343
250	0.684	1.166	1.667	1.986	2.610	3.333
300	0.682	1.164	1.663	1.982	2.604	3.326
400	0.681	1.160	1.659	1.977	2.597	3.318
500	0.679	1.158	1.656	1.973	2.593	3.312
1 000	0.677	1.155	1.651	1.967	2.585	3.302
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 C.6 置信水平 99.9%

 $(1 - \alpha = 0.999)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	2.327	3.002	3.609	3.972	4.654	5.417
3	1.900	2.575	3.182	3.545	4.227	4.991
4	1.647	2.320	2.927	3.291	3.972	4.736
5	1.476	2.147	2.754	3.117	3.798	4.562
6	1.353	2.020	2.626	2.989	3.670	4.434
7	1.260	1.921	2.526	2.889	3.571	4.334
8	1.187	1.843	2.446	2.809	3.490	4.254
9	1.130	1.778	2.380	2.743	3.424	4.188
10	1.083	1.725	2.325	2.687	3.368	4.131
11	1.045	1.679	2.277	2.639	3.319	4.083
12	1.013	1.640	2.236	2.597	3.277	4.041
13	0.986	1.606	2.200	2.560	3.240	4.003
14	0.962	1.577	2.168	2.528	3.207	3.970
15	0.942	1.551	2.140	2.499	3.178	3.941
16	0.924	1.527	2.114	2.473	3.151	3.914
17	0.909	1.507	2.091	2.449	3.127	3.889
18	0.895	1.488	2.070	2.428	3.104	3.867
19	0.883	1.471	2.051	2.408	3.084	3.846
20	0.872	1.456	2.034	2.390	3.065	3.827
22	0.853	1.430	2.003	2.358	3.032	3.793
24	0.838	1.407	1.977	2.330	3.003	3.764
26	0.824	1.388	1.954	2.306	2.978	3.738
28	0.813	1.372	1.935	2.285	2.955	3.715
30	0.804	1.357	1.917	2.267	2.935	3.694
35	0.784	1.328	1.882	2.228	2.894	3.651
40	0.770	1.306	1.854	2.198	2.861	3.616
45	0.759	1.289	1.832	2.174	2.834	3.588
50	0.751	1.275	1.815	2.155	2.812	3.564
60	0.738	1.255	1.788	2.125	2.778	3.527
70	0.729	1.240	1.768	2.103	2.752	3.499
80	0.722	1.229	1.753	2.086	2.733	3.477
90	0.716	1.220	1.742	2.073	2.717	3.459
100	0.712	1.213	1.732	2.062	2.704	3.445
150	0.700	1.192	1.704	2.029	2.664	3.398
200	0.693	1.182	1.689	2.012	2.643	3.373
250	0.690	1.176	1.681	2.002	2.630	3.358
300	0.687	1.172	1.675	1.995	2.621	3.347
400	0.684	1.166	1.667	1.987	2.610	3.334
500	0.682	1.163	1.663	1.982	2.604	3.326
1 000	0.679	1.157	1.654	1.971	2.590	3.309
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

附录 D

(规范性附录)

方差 σ 未知时单侧统计容忍限系数, $k_3(n; p; 1-\alpha)$

表 D.1 置信水平 50.0%

 $(1-\alpha = 0.50)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.000	0.888	1.785	2.339	3.376	4.527
3	0.000	0.774	1.499	1.939	2.765	3.689
4	0.000	0.739	1.419	1.830	2.601	3.465
5	0.000	0.722	1.382	1.780	2.526	3.363
6	0.000	0.712	1.361	1.751	2.483	3.304
7	0.000	0.706	1.347	1.732	2.456	3.266
8	0.000	0.701	1.337	1.719	2.436	3.240
9	0.000	0.698	1.330	1.710	2.422	3.220
10	0.000	0.695	1.325	1.702	2.411	3.205
11	0.000	0.693	1.320	1.696	2.402	3.193
12	0.000	0.692	1.317	1.691	2.395	3.184
13	0.000	0.690	1.314	1.687	2.389	3.176
14	0.000	0.689	1.311	1.684	2.384	3.169
15	0.000	0.688	1.309	1.681	2.380	3.163
16	0.000	0.687	1.307	1.679	2.376	3.158
17	0.000	0.686	1.306	1.677	2.373	3.154
18	0.000	0.686	1.304	1.675	2.370	3.150
19	0.000	0.685	1.303	1.673	2.368	3.147
20	0.000	0.685	1.302	1.672	2.366	3.144
22	0.000	0.684	1.300	1.669	2.362	3.139
24	0.000	0.683	1.298	1.667	2.359	3.134
26	0.000	0.682	1.297	1.665	2.356	3.131
28	0.000	0.682	1.296	1.664	2.354	3.128
30	0.000	0.681	1.295	1.662	2.352	3.125
35	0.000	0.680	1.293	1.660	2.348	3.120
40	0.000	0.680	1.292	1.658	2.346	3.116
45	0.000	0.679	1.290	1.657	2.343	3.113
50	0.000	0.679	1.290	1.655	2.342	3.111
60	0.000	0.678	1.288	1.654	2.339	3.108
70	0.000	0.678	1.287	1.652	2.337	3.105
80	0.000	0.677	1.287	1.652	2.336	3.103
90	0.000	0.677	1.286	1.651	2.335	3.102
100	0.000	0.677	1.286	1.650	2.334	3.101
150	0.000	0.676	1.285	1.649	2.332	3.097
200	0.000	0.676	1.284	1.648	2.330	3.096
250	0.000	0.676	1.284	1.647	2.330	3.095
300	0.000	0.676	1.283	1.647	2.329	3.094
400	0.000	0.675	1.283	1.647	2.329	3.093
500	0.000	0.675	1.283	1.646	2.328	3.093
1 000	0.000	0.675	1.282	1.646	2.328	3.092
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 D.2 置信水平 75.0%

 $(1 - \alpha = 0.75)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	0.708	2.225	3.993	5.122	7.267	9.673
3	0.472	1.465	2.502	3.152	4.396	5.806
4	0.383	1.256	2.134	2.681	3.726	4.911
5	0.332	1.152	1.962	2.464	3.422	4.508
6	0.297	1.088	1.860	2.336	3.244	4.274
7	0.272	1.044	1.791	2.251	3.127	4.119
8	0.252	1.011	1.740	2.189	3.042	4.008
9	0.236	0.985	1.702	2.142	2.978	3.925
10	0.223	0.964	1.671	2.104	2.927	3.858
11	0.212	0.947	1.646	2.074	2.886	3.805
12	0.202	0.933	1.625	2.048	2.852	3.760
13	0.193	0.920	1.607	2.026	2.823	3.722
14	0.186	0.909	1.591	2.008	2.797	3.690
15	0.179	0.900	1.578	1.991	2.776	3.662
16	0.173	0.891	1.566	1.977	2.756	3.637
17	0.168	0.884	1.555	1.964	2.739	3.615
18	0.163	0.877	1.545	1.952	2.724	3.595
19	0.158	0.870	1.536	1.942	2.710	3.577
20	0.154	0.865	1.529	1.932	2.697	3.561
22	0.147	0.854	1.514	1.916	2.675	3.533
24	0.140	0.846	1.503	1.902	2.657	3.509
26	0.135	0.838	1.492	1.889	2.641	3.488
28	0.130	0.831	1.483	1.879	2.626	3.470
30	0.125	0.825	1.475	1.869	2.614	3.454
35	0.116	0.813	1.458	1.850	2.588	3.421
40	0.108	0.803	1.445	1.834	2.568	3.396
45	0.102	0.795	1.435	1.822	2.552	3.375
50	0.097	0.789	1.426	1.811	2.539	3.358
60	0.088	0.778	1.412	1.795	2.518	3.331
70	0.082	0.770	1.401	1.783	2.502	3.311
80	0.076	0.763	1.393	1.773	2.489	3.295
90	0.072	0.758	1.386	1.765	2.479	3.282
100	0.068	0.753	1.380	1.758	2.470	3.271
150	0.056	0.738	1.361	1.736	2.442	3.235
200	0.048	0.730	1.350	1.723	2.425	3.214
250	0.043	0.724	1.342	1.714	2.414	3.200
300	0.039	0.719	1.337	1.708	2.406	3.190
400	0.034	0.713	1.329	1.699	2.395	3.176
500	0.031	0.709	1.324	1.693	2.387	3.167
1 000	0.022	0.699	1.311	1.679	2.369	3.144
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 D.3 置信水平 90.0%

 $(1 - \alpha = 0.90)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	2.177	5.843	10.253	13.090	18.501	24.582
3	1.089	2.603	4.259	5.312	7.341	9.652
4	0.819	1.973	3.188	3.957	5.439	7.130
5	0.686	1.698	2.743	3.400	4.666	6.112
6	0.603	1.540	2.494	3.092	4.243	5.556
7	0.545	1.436	2.333	2.894	3.973	5.202
8	0.501	1.360	2.219	2.755	3.783	4.955
9	0.466	1.303	2.133	2.650	3.642	4.772
10	0.438	1.257	2.066	2.569	3.532	4.629
11	0.414	1.220	2.012	2.503	3.444	4.515
12	0.394	1.189	1.967	2.449	3.371	4.421
13	0.377	1.162	1.929	2.403	3.310	4.341
14	0.361	1.139	1.896	2.364	3.258	4.274
15	0.348	1.119	1.867	2.329	3.212	4.216
16	0.336	1.101	1.842	2.299	3.173	4.164
17	0.325	1.085	1.820	2.273	3.137	4.119
18	0.315	1.071	1.800	2.249	3.106	4.079
19	0.306	1.058	1.782	2.228	3.078	4.042
20	0.297	1.046	1.766	2.208	3.052	4.009
22	0.283	1.026	1.737	2.174	3.007	3.952
24	0.270	1.008	1.713	2.146	2.970	3.904
26	0.259	0.993	1.692	2.121	2.937	3.862
28	0.249	0.979	1.674	2.099	2.909	3.826
30	0.240	0.967	1.658	2.080	2.884	3.795
35	0.221	0.943	1.624	2.041	2.833	3.730
40	0.207	0.923	1.598	2.011	2.794	3.679
45	0.194	0.907	1.577	1.986	2.762	3.639
50	0.184	0.894	1.560	1.966	2.735	3.605
60	0.168	0.873	1.533	1.934	2.694	3.553
70	0.155	0.857	1.512	1.910	2.663	3.513
80	0.145	0.845	1.495	1.890	2.638	3.482
90	0.137	0.834	1.482	1.875	2.618	3.457
100	0.130	0.825	1.471	1.862	2.601	3.436
150	0.106	0.796	1.433	1.819	2.546	3.366
200	0.091	0.779	1.412	1.794	2.515	3.326
250	0.082	0.768	1.397	1.777	2.493	3.299
300	0.075	0.760	1.387	1.765	2.478	3.280
400	0.065	0.748	1.372	1.748	2.457	3.253
500	0.058	0.740	1.362	1.737	2.442	3.235
1 000	0.041	0.721	1.338	1.709	2.407	3.191
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 D.4 置信水平 95.0%

 $(1 - \alpha = 0.95)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	4.465	11.763	20.582	26.260	37.094	49.276
3	1.686	3.807	6.156	7.656	10.553	13.858
4	1.177	2.618	4.162	5.144	7.043	9.215
5	0.954	2.150	3.407	4.203	5.742	7.502
6	0.823	1.896	3.007	3.708	5.062	6.612
7	0.735	1.733	2.756	3.400	4.642	6.063
8	0.670	1.618	2.582	3.188	4.354	5.688
9	0.620	1.533	2.454	3.032	4.144	5.414
10	0.580	1.466	2.355	2.911	3.982	5.204
11	0.547	1.412	2.276	2.815	3.853	5.037
12	0.519	1.367	2.211	2.737	3.748	4.901
13	0.495	1.329	2.156	2.671	3.660	4.787
14	0.474	1.296	2.109	2.615	3.585	4.691
15	0.455	1.268	2.069	2.567	3.521	4.608
16	0.439	1.243	2.033	2.524	3.464	4.536
17	0.424	1.221	2.002	2.487	3.415	4.472
18	0.411	1.201	1.974	2.453	3.371	4.415
19	0.398	1.183	1.949	2.424	3.331	4.364
20	0.387	1.167	1.926	2.397	3.296	4.319
22	0.367	1.138	1.887	2.349	3.234	4.239
24	0.350	1.114	1.853	2.310	3.182	4.172
26	0.335	1.093	1.825	2.276	3.137	4.115
28	0.322	1.075	1.800	2.246	3.098	4.066
30	0.311	1.059	1.778	2.220	3.064	4.023
35	0.286	1.026	1.733	2.167	2.995	3.934
40	0.267	1.000	1.698	2.126	2.941	3.866
45	0.251	0.978	1.669	2.093	2.898	3.811
50	0.238	0.961	1.646	2.065	2.863	3.766
60	0.216	0.933	1.609	2.023	2.808	3.696
70	0.200	0.912	1.582	1.990	2.766	3.643
80	0.187	0.895	1.560	1.965	2.733	3.602
90	0.176	0.882	1.542	1.944	2.707	3.568
100	0.167	0.870	1.527	1.927	2.684	3.540
150	0.136	0.832	1.478	1.870	2.612	3.448
200	0.117	0.810	1.450	1.838	2.570	3.396
250	0.105	0.795	1.431	1.816	2.543	3.361
300	0.096	0.784	1.417	1.800	2.522	3.336
400	0.083	0.769	1.398	1.778	2.495	3.301
500	0.074	0.759	1.386	1.764	2.476	3.277
1 000	0.053	0.734	1.354	1.728	2.431	3.221
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 D.5 置信水平 99.0%

 $(1 - \alpha = 0.99)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	22.501	58.940	103.029	131.427	185.617	246.558
3	4.021	8.729	13.996	17.371	23.896	31.348
4	2.271	4.716	7.380	9.084	12.388	16.176
5	1.676	3.455	5.362	6.579	8.940	11.650
6	1.374	2.849	4.412	5.406	7.335	9.550
7	1.188	2.491	3.860	4.728	6.412	8.346
8	1.060	2.254	3.498	4.286	5.812	7.565
9	0.966	2.084	3.241	3.973	5.389	7.015
10	0.893	1.955	3.048	3.739	5.074	6.606
11	0.834	1.853	2.898	3.557	4.830	6.289
12	0.785	1.771	2.777	3.410	4.634	6.035
13	0.744	1.703	2.677	3.290	4.473	5.827
14	0.709	1.645	2.594	3.189	4.338	5.653
15	0.678	1.596	2.522	3.103	4.223	5.505
16	0.651	1.553	2.460	3.028	4.124	5.377
17	0.627	1.515	2.406	2.963	4.037	5.266
18	0.606	1.481	2.358	2.906	3.961	5.167
19	0.586	1.451	2.315	2.854	3.893	5.080
20	0.568	1.424	2.276	2.808	3.832	5.002
22	0.537	1.377	2.210	2.729	3.727	4.867
24	0.511	1.337	2.154	2.663	3.640	4.755
26	0.488	1.303	2.107	2.607	3.566	4.661
28	0.468	1.274	2.066	2.558	3.502	4.579
30	0.450	1.248	2.030	2.516	3.447	4.508
35	0.413	1.195	1.958	2.430	3.335	4.365
40	0.384	1.154	1.902	2.365	3.249	4.255
45	0.360	1.122	1.858	2.312	3.181	4.169
50	0.341	1.095	1.821	2.269	3.125	4.098
60	0.309	1.052	1.765	2.203	3.039	3.988
70	0.285	1.020	1.722	2.153	2.974	3.906
80	0.266	0.995	1.689	2.114	2.924	3.843
90	0.250	0.975	1.662	2.083	2.884	3.791
100	0.237	0.957	1.639	2.057	2.850	3.749
150	0.193	0.901	1.566	1.972	2.741	3.611
200	0.166	0.869	1.525	1.923	2.679	3.533
250	0.149	0.847	1.497	1.891	2.638	3.481
300	0.136	0.831	1.477	1.868	2.609	3.444
400	0.117	0.809	1.449	1.836	2.568	3.393
500	0.105	0.795	1.430	1.815	2.541	3.359
1 000	0.074	0.759	1.385	1.763	2.475	3.276
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

表 D.6 置信水平 99.9%

 $(1 - \alpha = 0.999)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	225.079	589.447	1 030.337	1 314.316	1 856.232	2 465.649
3	12.891	27.753	44.420	55.106	75.775	99.385
4	5.108	10.360	16.122	19.813	26.980	35.204
5	3.208	6.363	9.782	11.970	16.223	21.114
6	2.406	4.740	7.247	8.849	11.965	15.551
7	1.969	3.881	5.921	7.223	9.754	12.668
8	1.692	3.353	5.113	6.235	8.416	10.926
9	1.501	2.995	4.570	5.573	7.521	9.763
10	1.359	2.736	4.181	5.099	6.881	8.933
11	1.250	2.540	3.886	4.741	6.401	8.310
12	1.162	2.385	3.656	4.463	6.027	7.825
13	1.090	2.259	3.471	4.238	5.726	7.436
14	1.030	2.156	3.318	4.054	5.479	7.117
15	0.978	2.068	3.190	3.899	5.272	6.850
16	0.934	1.993	3.080	3.767	5.096	6.623
17	0.895	1.928	2.986	3.653	4.945	6.427
18	0.860	1.871	2.903	3.554	4.813	6.257
19	0.829	1.820	2.830	3.466	4.696	6.107
20	0.801	1.775	2.765	3.389	4.593	5.974
22	0.752	1.698	2.655	3.256	4.417	5.748
24	0.712	1.634	2.563	3.147	4.273	5.563
26	0.677	1.580	2.487	3.056	4.152	5.408
28	0.647	1.533	2.421	2.978	4.049	5.276
30	0.621	1.493	2.365	2.910	3.961	5.162
35	0.566	1.412	2.251	2.775	3.783	4.935
40	0.524	1.350	2.165	2.674	3.650	4.765
45	0.490	1.300	2.098	2.594	3.545	4.631
50	0.462	1.260	2.043	2.529	3.460	4.523
60	0.418	1.198	1.958	2.429	3.330	4.357
70	0.384	1.152	1.895	2.355	3.235	4.236
80	0.358	1.115	1.847	2.298	3.161	4.142
90	0.336	1.086	1.808	2.252	3.102	4.067
100	0.318	1.062	1.775	2.215	3.053	4.005
150	0.257	0.983	1.671	2.093	2.896	3.806
200	0.222	0.937	1.612	2.025	2.809	3.696
250	0.198	0.907	1.574	1.980	2.751	3.623
300	0.181	0.886	1.546	1.948	2.710	3.571
400	0.156	0.856	1.507	1.904	2.653	3.500
500	0.139	0.836	1.482	1.874	2.616	3.453
1 000	0.098	0.787	1.420	1.803	2.526	3.340
∞	0.000	0.675	1.282	1.645	2.327	3.091

附录 E

(规范性附录)

方差 σ 未知时双侧统计容忍限系数, $k_4(n; p; 1 - \alpha)$

表 E.1 置信水平 50.0%

 $(1 - \alpha = 0.50)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	1.243	2.057	2.870	3.376	4.348	5.457
3	0.943	1.582	2.229	2.635	3.416	4.310
4	0.853	1.441	2.040	2.416	3.144	3.979
5	0.809	1.370	1.946	2.308	3.011	3.818
6	0.782	1.328	1.889	2.243	2.930	3.721
7	0.765	1.300	1.851	2.199	2.876	3.655
8	0.752	1.279	1.823	2.168	2.837	3.608
9	0.743	1.264	1.802	2.143	2.807	3.572
10	0.735	1.252	1.786	2.124	2.783	3.544
11	0.730	1.242	1.772	2.109	2.764	3.521
12	0.725	1.234	1.761	2.096	2.749	3.502
13	0.721	1.227	1.752	2.086	2.735	3.486
14	0.717	1.222	1.744	2.077	2.724	3.472
15	0.714	1.217	1.738	2.069	2.714	3.461
16	0.712	1.212	1.732	2.062	2.706	3.450
17	0.709	1.209	1.727	2.056	2.698	3.441
18	0.707	1.205	1.722	2.051	2.691	3.433
19	0.706	1.202	1.718	2.046	2.685	3.426
20	0.704	1.200	1.714	2.042	2.680	3.419
22	0.701	1.195	1.708	2.034	2.671	3.408
24	0.699	1.191	1.703	2.028	2.663	3.399
26	0.697	1.188	1.698	2.023	2.656	3.391
28	0.696	1.186	1.694	2.018	2.651	3.384
30	0.694	1.183	1.691	2.014	2.646	3.378
35	0.691	1.179	1.685	2.007	2.636	3.366
40	0.689	1.175	1.680	2.001	2.629	3.357
45	0.688	1.172	1.676	1.997	2.623	3.350
50	0.686	1.170	1.673	1.993	2.618	3.344
60	0.684	1.167	1.668	1.988	2.612	3.335
70	0.683	1.165	1.665	1.984	2.607	3.329
80	0.682	1.163	1.662	1.981	2.603	3.324
90	0.681	1.162	1.661	1.979	2.600	3.321
100	0.681	1.160	1.659	1.977	2.598	3.318
150	0.679	1.157	1.654	1.971	2.591	3.309
200	0.678	1.156	1.652	1.969	2.587	3.305
250	0.677	1.155	1.651	1.967	2.585	3.302
300	0.677	1.154	1.650	1.966	2.583	3.300
400	0.676	1.153	1.649	1.965	2.582	3.298
500	0.676	1.153	1.648	1.964	2.581	3.296
1 000	0.676	1.152	1.647	1.962	2.578	3.294
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 E.2 置信水平 75.0%

 $(1 - \alpha = 0.75)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	2.674	4.394	6.109	7.178	9.231	11.574
3	1.492	2.487	3.489	4.117	5.326	6.710
4	1.211	2.036	2.872	3.397	4.412	5.576
5	1.083	1.829	2.590	3.069	3.996	5.060
6	1.009	1.709	2.425	2.877	3.753	4.760
7	0.961	1.630	2.316	2.750	3.592	4.561
8	0.926	1.573	2.238	2.659	3.476	4.418
9	0.900	1.530	2.179	2.590	3.389	4.309
10	0.880	1.497	2.133	2.536	3.320	4.224
11	0.864	1.469	2.095	2.492	3.264	4.155
12	0.850	1.447	2.064	2.456	3.217	4.097
13	0.839	1.428	2.038	2.425	3.178	4.049
14	0.829	1.412	2.015	2.399	3.145	4.007
15	0.821	1.398	1.996	2.376	3.116	3.971
16	0.814	1.386	1.979	2.356	3.090	3.939
17	0.807	1.375	1.964	2.338	3.067	3.910
18	0.802	1.366	1.950	2.322	3.047	3.885
19	0.797	1.357	1.938	2.308	3.029	3.862
20	0.792	1.349	1.927	2.295	3.012	3.842
22	0.784	1.336	1.908	2.273	2.983	3.806
24	0.777	1.325	1.892	2.254	2.959	3.775
26	0.771	1.315	1.879	2.238	2.938	3.749
28	0.766	1.306	1.867	2.224	2.920	3.727
30	0.762	1.299	1.857	2.211	2.904	3.707
35	0.753	1.284	1.835	2.186	2.872	3.666
40	0.747	1.273	1.819	2.167	2.847	3.634
45	0.741	1.263	1.806	2.152	2.827	3.609
50	0.737	1.256	1.795	2.139	2.810	3.588
60	0.730	1.244	1.779	2.119	2.784	3.556
70	0.725	1.236	1.766	2.105	2.765	3.532
80	0.721	1.229	1.757	2.093	2.750	3.513
90	0.718	1.223	1.749	2.084	2.738	3.497
100	0.715	1.219	1.742	2.076	2.728	3.485
150	0.706	1.204	1.722	2.051	2.696	3.443
200	0.701	1.196	1.710	2.037	2.677	3.420
250	0.698	1.191	1.702	2.028	2.665	3.405
300	0.696	1.187	1.697	2.022	2.657	3.393
400	0.693	1.181	1.689	2.012	2.645	3.378
500	0.691	1.178	1.684	2.006	2.637	3.368
1 000	0.686	1.169	1.672	1.992	2.618	3.344
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 E.3 置信水平 90.0%

 $(1 - \alpha = 0.90)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	6.809	11.166	15.513	18.221	23.424	29.362
3	2.492	4.135	5.789	6.824	8.819	11.104
4	1.766	2.954	4.158	4.913	6.373	8.047
5	1.473	2.478	3.500	4.143	5.387	6.816
6	1.314	2.218	3.141	3.723	4.850	6.146
7	1.213	2.053	2.913	3.456	4.509	5.721
8	1.144	1.939	2.755	3.270	4.271	5.424
9	1.093	1.854	2.637	3.133	4.095	5.204
10	1.053	1.789	2.546	3.026	3.958	5.033
11	1.022	1.737	2.474	2.941	3.849	4.897
12	0.996	1.694	2.414	2.871	3.760	4.785
13	0.975	1.659	2.365	2.813	3.684	4.691
14	0.957	1.628	2.322	2.763	3.621	4.611
15	0.941	1.602	2.286	2.720	3.565	4.542
16	0.928	1.580	2.254	2.683	3.517	4.482
17	0.916	1.560	2.226	2.650	3.475	4.428
18	0.905	1.542	2.201	2.620	3.437	4.381
19	0.896	1.526	2.179	2.594	3.403	4.338
20	0.887	1.512	2.159	2.570	3.372	4.300
22	0.873	1.487	2.124	2.529	3.319	4.233
24	0.861	1.466	2.095	2.494	3.274	4.177
26	0.850	1.449	2.070	2.465	3.236	4.129
28	0.841	1.434	2.048	2.439	3.203	4.087
30	0.833	1.420	2.029	2.417	3.174	4.050
35	0.817	1.393	1.991	2.372	3.115	3.976
40	0.805	1.372	1.962	2.337	3.069	3.918
45	0.795	1.356	1.938	2.309	3.033	3.872
50	0.787	1.342	1.919	2.286	3.003	3.835
60	0.775	1.321	1.889	2.250	2.957	3.776
70	0.766	1.306	1.867	2.224	2.922	3.732
80	0.759	1.294	1.849	2.203	2.895	3.698
90	0.753	1.284	1.835	2.187	2.873	3.670
100	0.748	1.276	1.824	2.173	2.855	3.647
150	0.733	1.249	1.786	2.128	2.796	3.572
200	0.724	1.234	1.765	2.103	2.763	3.530
250	0.718	1.225	1.751	2.086	2.741	3.502
300	0.714	1.217	1.741	2.074	2.725	3.481
400	0.708	1.208	1.727	2.057	2.704	3.454
500	0.705	1.201	1.717	2.046	2.689	3.435
1 000	0.695	1.186	1.695	2.020	2.654	3.391
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 E.4 置信水平 95.0%

 $(1 - \alpha = 0.95)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	13.652	22.383	31.093	36.520	46.945	58.844
3	3.585	5.938	8.306	9.789	12.648	15.920
4	2.288	3.819	5.369	6.342	8.221	10.377
5	1.812	3.041	4.291	5.077	6.598	8.346
6	1.566	2.639	3.733	4.423	5.758	7.294
7	1.416	2.392	3.390	4.020	5.242	6.647
8	1.314	2.224	3.157	3.746	4.890	6.207
9	1.240	2.101	2.987	3.546	4.633	5.886
10	1.183	2.008	2.857	3.394	4.437	5.641
11	1.139	1.935	2.754	3.273	4.282	5.446
12	1.103	1.875	2.671	3.175	4.156	5.288
13	1.074	1.825	2.602	3.094	4.051	5.156
14	1.049	1.784	2.543	3.025	3.962	5.045
15	1.027	1.748	2.493	2.965	3.886	4.949
16	1.009	1.717	2.449	2.914	3.819	4.866
17	0.992	1.689	2.411	2.869	3.761	4.792
18	0.978	1.665	2.377	2.829	3.709	4.727
19	0.965	1.644	2.347	2.793	3.663	4.669
20	0.954	1.625	2.319	2.761	3.621	4.617
22	0.934	1.591	2.272	2.705	3.550	4.526
24	0.918	1.563	2.233	2.659	3.489	4.450
26	0.904	1.540	2.200	2.619	3.438	4.386
28	0.892	1.519	2.171	2.585	3.394	4.330
30	0.881	1.502	2.146	2.555	3.355	4.281
35	0.860	1.466	2.095	2.495	3.277	4.182
40	0.844	1.438	2.056	2.449	3.216	4.106
45	0.831	1.417	2.025	2.412	3.168	4.045
50	0.821	1.399	2.000	2.382	3.129	3.996
60	0.804	1.371	1.960	2.336	3.069	3.919
70	0.792	1.351	1.931	2.301	3.023	3.861
80	0.783	1.335	1.909	2.274	2.988	3.816
90	0.776	1.322	1.890	2.252	2.960	3.780
100	0.769	1.312	1.875	2.234	2.936	3.750
150	0.749	1.278	1.826	2.176	2.860	3.653
200	0.738	1.258	1.799	2.143	2.817	3.598
250	0.731	1.246	1.781	2.122	2.788	3.562
300	0.725	1.236	1.768	2.106	2.768	3.536
400	0.718	1.224	1.750	2.085	2.740	3.500
500	0.713	1.216	1.738	2.071	2.721	3.476
1 000	0.701	1.196	1.709	2.037	2.676	3.419
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 E.5 置信水平 99.0%

 $(1 - \alpha = 0.99)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	68.316	111.996	155.569	182.721	234.878	294.410
3	8.122	13.435	18.783	22.131	28.586	35.978
4	4.029	6.707	9.417	11.118	14.406	18.178
5	2.824	4.725	6.655	7.870	10.221	12.921
6	2.270	3.812	5.384	6.374	8.292	10.498
7	1.954	3.292	4.658	5.520	7.191	9.115
8	1.751	2.956	4.189	4.968	6.480	8.220
9	1.608	2.720	3.861	4.581	5.981	7.593
10	1.503	2.546	3.617	4.295	5.611	7.128
11	1.422	2.412	3.429	4.073	5.325	6.768
12	1.358	2.304	3.279	3.896	5.096	6.481
13	1.305	2.217	3.157	3.752	4.910	6.246
14	1.262	2.144	3.054	3.631	4.754	6.050
15	1.225	2.082	2.968	3.529	4.622	5.884
16	1.193	2.029	2.893	3.441	4.508	5.740
17	1.166	1.983	2.828	3.365	4.409	5.616
18	1.142	1.943	2.771	3.297	4.322	5.506
19	1.120	1.907	2.721	3.238	4.244	5.408
20	1.101	1.875	2.676	3.184	4.175	5.321
22	1.069	1.820	2.598	3.093	4.057	5.172
24	1.042	1.775	2.534	3.017	3.959	5.048
26	1.020	1.737	2.481	2.953	3.876	4.943
28	1.000	1.704	2.434	2.899	3.805	4.853
30	0.984	1.676	2.394	2.851	3.743	4.775
35	0.950	1.620	2.314	2.756	3.619	4.618
40	0.925	1.577	2.253	2.684	3.525	4.499
45	0.905	1.543	2.205	2.627	3.451	4.405
50	0.889	1.516	2.166	2.581	3.390	4.328
60	0.864	1.474	2.107	2.510	3.297	4.211
70	0.846	1.443	2.063	2.458	3.229	4.123
80	0.832	1.419	2.029	2.417	3.176	4.056
90	0.821	1.400	2.001	2.384	3.133	4.002
100	0.812	1.384	1.979	2.358	3.098	3.957
150	0.782	1.334	1.907	2.272	2.985	3.813
200	0.766	1.305	1.866	2.224	2.922	3.732
250	0.755	1.287	1.840	2.192	2.881	3.680
300	0.747	1.273	1.821	2.169	2.851	3.642
400	0.736	1.255	1.795	2.138	2.810	3.590
500	0.729	1.243	1.778	2.118	2.783	3.555
1 000	0.712	1.214	1.736	2.069	2.719	3.473
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

表 E.6 置信水平 99.9%

 $(1 - \alpha = 0.999)$

n	p					
	0.50	0.75	0.90	0.95	0.99	0.999
2	683.179	1 119.993	1 555.734	1 827.252	2 348.839	2 944.180
3	25.759	42.595	59.543	70.154	90.611	114.037
4	8.780	14.598	20.487	24.185	31.330	39.528
5	5.130	8.566	12.056	14.252	18.501	23.384
6	3.706	6.210	8.760	10.366	13.479	17.059
7	2.975	4.998	7.063	8.366	10.892	13.800
8	2.535	4.269	6.043	7.163	9.336	11.839
9	2.244	3.786	5.365	6.364	8.302	10.535
10	2.037	3.442	4.883	5.795	7.565	9.607
11	1.882	3.185	4.523	5.370	7.015	8.912
12	1.762	2.985	4.243	5.039	6.587	8.373
13	1.667	2.826	4.019	4.775	6.245	7.941
14	1.589	2.696	3.836	4.559	5.965	7.588
15	1.524	2.587	3.683	4.378	5.731	7.292
16	1.469	2.495	3.554	4.226	5.532	7.042
17	1.422	2.416	3.443	4.094	5.362	6.827
18	1.381	2.348	3.346	3.980	5.213	6.639
19	1.345	2.287	3.261	3.879	5.083	6.475
20	1.313	2.234	3.186	3.790	4.968	6.329
22	1.260	2.144	3.059	3.640	4.772	6.082
24	1.216	2.070	2.955	3.517	4.612	5.879
26	1.180	2.009	2.868	3.414	4.479	5.711
28	1.149	1.957	2.795	3.327	4.366	5.568
30	1.123	1.913	2.732	3.253	4.268	5.444
35	1.071	1.825	2.607	3.104	4.075	5.199
40	1.032	1.759	2.513	2.993	3.930	5.016
45	1.002	1.708	2.440	2.907	3.817	4.873
50	0.978	1.667	2.382	2.837	3.727	4.757
60	0.941	1.604	2.293	2.732	3.588	4.582
70	0.914	1.559	2.228	2.654	3.487	4.453
80	0.894	1.524	2.178	2.595	3.410	4.355
90	0.877	1.496	2.139	2.548	3.348	4.276
100	0.864	1.473	2.106	2.510	3.298	4.212
150	0.822	1.401	2.003	2.387	3.137	4.006
200	0.799	1.361	1.947	2.319	3.048	3.893
250	0.783	1.336	1.910	2.275	2.990	3.819
300	0.773	1.317	1.883	2.244	2.949	3.767
400	0.758	1.292	1.847	2.201	2.893	3.695
500	0.748	1.276	1.824	2.173	2.856	3.648
1 000	0.725	1.236	1.768	2.106	2.768	3.535
∞	0.675	1.151	1.645	1.960	2.576	3.291

附 录 F
(规范性附录)
分布自由的单侧容忍区间

表 F.1 置信水平 $1-\alpha$ 比例 p 的样本量

$1-\alpha$	$p=0.500$	$p=0.750$	$p=0.900$	$p=0.950$	$p=0.990$	$p=0.999$
0.500	1	3	7	14	69	693
0.750	2	5	14	28	138	1 386
0.900	4	9	22	45	230	2 302
0.950	5	11	29	59	299	2 995
0.990	7	17	44	90	459	4 603
0.999	10	25	66	135	688	6 905

附 录 G

(规范性附录)

分布自由的双侧容忍区间

表 G.1 置信水平 $1-\alpha$ 比例 p 的样本量

$1-\alpha$	$p = 0.500$	$p = 0.750$	$p = 0.900$	$p = 0.950$	$p = 0.990$	$p = 0.999$
0.500	3	7	17	34	168	1 679
0.750	5	10	27	53	269	2 692
0.900	7	15	38	77	388	3 889
0.950	8	18	46	93	473	4 742
0.990	11	24	64	130	662	6 636
0.999	14	33	89	181	920	9 230

附录 H

(资料性附录)

任意类型分布的分布自由的统计容忍区间的构造

H.1 分布自由的单侧统计容忍区间

一个置信水平为 $1-\alpha$ 样本量为 n 的单侧统计容忍区间以 $x_{\text{L}} = x_{\text{min}}$ 作为下容忍限(或上容忍限 $x_{\text{U}} = x_{\text{max}}$),其包含总体的比例至少为 p 需要如下关系式成立:

$$p^n = \alpha$$

显然,给定 n 和 $1-\alpha$, p 的值可由这个公式确定。同样地,给定 n 和 p ,也能确定 $1-\alpha$ 的值。同理,给定 p 和 $1-\alpha$,最小样本量 n 可由如下公式计算出:

$$p^n \leq \alpha$$

对于常用的 p 和 $1-\alpha$,表 F.1 给出了分布自由的单侧统计容忍区间所需的样本量。

H.2 分布自由的双侧统计容忍区间

一个置信水平为 $1-\alpha$ 样本量为 n 的双侧统计容忍区间,以 $x_{\text{L}} = x_{\text{min}}$ 作为下容忍限,以 $x_{\text{U}} = x_{\text{max}}$ 作为上容忍限,其包含总体的比例至少为 p 需要如下关系式成立:

$$np^n - (n-1)p^n = \alpha$$

类似单侧区间情形,给定 n 、 p 和 $1-\alpha$ 之中的任意两个,第三个可由该关系式计算出。特别地,给定 p 和 $1-\alpha$,最小样本量 n 可由如下公式计算出:

$$np^n - (n-1)p^n \leq \alpha$$

对于常用的 p 和 $1-\alpha$,表 G.1 给出了分布自由的双侧统计容忍区间所需的样本量。

附录 I

(资料性附录)

参数方法双侧统计容忍区间系数的计算

在数理统计领域,对未知均值 μ 和未知标准差 σ 的正态分布,容忍区间被称为置信水平为 $1 - \alpha$ 的 p -容量的容忍区间。有时,用符号 β 代替符号 p 。尽管 p -容量容忍区间的定义简单,但其容忍系数的精确值却相当难计算,尤其是不借助于计算机。考虑形如 $[\bar{x} - k \times s, \bar{x} + k \times s]$ 的容忍区间,其中 $\bar{x}$ 和 s 分别为样本均值和样本标准差。计算置信水平 $1 - \alpha$ 的 p -容量的容忍区间等同于计算满足下式的系数 k :

$$P_{\bar{x},s}[P_{\bar{x}}(\bar{x} - ks \leq X \leq \bar{x} + ks | \bar{x}, s) \geq p] = P_{\bar{x},s}\left[\int_{\bar{x}-ks}^{\bar{x}+ks} f(x) dx \geq p\right] = 1 - \alpha \quad \cdots \cdots (I.1)$$

其中 $f(x)$ 为标准正态分布的概率密度函数, $P[\]$ 表示方括号中事件的概率。关于 k 的方程(I.1)的解析解很难求出,因此,以往采用近似的方法来计算系数 k 。在之前的容忍区间的标准中,对于 μ 和 σ 未知的情形,双侧统计容忍区间表中的系数计算就是采用了近似方法。

现在,已经有了采用数值积分来精确计算系数的计算机程序。附录 E 中的系数是用数值积分法经迭代计算得出的,它们至少能满足常用的置信水平。

对于 μ 和 σ 均未知的正态分布, Garaj 和 Janiga^[8] 给出了更多的计算双侧统计容忍区间所需系数 k 的表格。这些表格和本标准的附录 E 相对应,但 n 、 p 和 $1 - \alpha$ 的范围要比附录 E 中的大。

参 考 文 献

- [1] ISO 2602 Statistical interpretation of test results—Estimation of the mean—Confidence interval
- [2] ISO 2854 Statistical interpretation of data—Techniques of estimation and tests relating to means and variances
- [3] ISO 3207 Statistical interpretation of data—Determination of a statistical tolerance interval
- [4] ISO 5479 Statistical interpretation of data—Tests for departure from the normal distribution
- [5] Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993, corrected and reprinted in 1995
- [6] EBERHARDT, K. R. , MEE, R. W. and REEVE, C. P. Computing factors for exact two-sided tolerance limits for a normal distribution. Communications in Statistics Part B, 18, 1989, pp. 397-413
- [7] FUJINO, Y. Exact two-sided tolerance limits of normal distribution. Japanese Journal of Applied Statistics, 18, 1989, pp. 29-36 (in Japanese)
- [8] GARAJ, I and JANIGA, I. Two-sided tolerance limits of normal distribution for unknown mean and variability. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2002, p. 147
- [9] HANSON, D. L. and OWEN, D. B. Distribution-free tolerance limits elimination of the requirement that cumulative distribution functions be continuous. Technometrics, 5, 1963, pp. 518-522
- [10] HAHN, G. and MEEKER, W. Q. Statistical intervals: A guide for practitioners. John Wiley & Sons, 1991
- [11] ODEH, R. E. and OWEN, D. B. Tables for normal tolerance limits. Sampling Plans and Screening, 1980, Marcel Dekker, Inc. , New York and Basel
- [12] PATEL, J. K. Tolerance Limits—A Review. Communications in statistics—Theory and Methods, 15, 1986, pp. 2719-2762
- [13] SCHEFF, H. and TUKEY, J. W. 1945. Non-parametric estimation, I. Validation of order statistics. The Annals of Mathematical Statistics, 16, pp. 187-192
- [14] VANGEL, M. G. One-sided nonparametric tolerance limits. Communications in Statistics—Simulation and Computation, 23, 1994, pp. 187-192
- [15] WILKS, S. S. Determination of Sample Sizes for Setting Tolerance Limits. The Annals of Mathematical Statistics, 12, 1941, pp. 91-96
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

数据的统计处理和解释
统计容忍区间的确定

GB/T 3359—2009/ISO 16269-6:2005

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2.75 字数 71 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

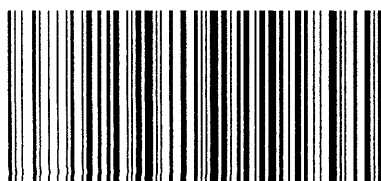
*

书号: 155066 · 1-39503 定价 39.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 3359-2009