

# 中华人民共和国国家军用标准

FL 1412

GJB 6478—2008

## 火工品可靠性计量—计数综合评估方法

Variables-attributes synthetic assessment method  
of reliability of initiating devices



2008—03—17 发布

2008—10—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

## 目 次

前言	II
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 评估原理	3
5 评估程序	3
6 计量试验	3
6.1 试验准备	3
6.2 升降法试验	3
6.3 数据统计分析	3
7 适用性判定	5
7.1 刻度参数一致性检验	5
7.2 裕度判定	6
8 计数试验	6
8.1 确定试验样本量	6
8.2 综合处理计量试验数据	6
8.3 确定低刺激量	7
8.4 评估试验	7
9 评估结论	7
9.1 结果判定	7
9.2 结论表述	7
10 应用示例	8
附录 A (规范性附录) 评估程序框图	9
附录 B (规范性附录) 数值表	10
附录 C (规范性附录) 分位数表	29
附录 D (规范性附录) 计数试验样本量	30
附录 E (规范性附录) 纠偏系数	31
附录 F (资料性附录) 火工品可靠性评估应用示例	32
F.1 产品概述	32
F.2 计量试验	32
F.3 适用性判定	34
F.4 计数试验	35
F.5 评估结论	35

## 前 言

本标准 and GJB 376-1987《火工品可靠性评估方法》是火工品可靠性评估的适用标准。一般可靠度指标为 0.99 的产品,可按 GJB 376-1987 规定的方法评估,也可按本标准评估;对于可靠度指标为 0.9999 的产品,可由各方研究商定本标准是否适用。

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

本标准由国防科工委科技与质量司提出。

本标准由国防科技工业标准化研究中心归口。

本标准起草单位:北京理工大学、中国兵器工业标准化研究所、中国兵器工业第二一三研究所、国营第八〇四厂、国营第四七四厂、中国工程物理研究院化工材料研究所、国营第六九二厂、国营第一〇四厂、国营第二〇四厂、国营第九三七四厂。

本标准主要起草人:蔡瑞娇、温玉全、董海平、丁 昆、田玉斌、周胜利、李惠林、孙洪利、周美林、杨正才、王魁全、成 琦、单利亚、邓国栋、葛瑞荣。

# 火工品可靠性计量—计数综合评估方法

## 1 范围

本标准规定了火工品可靠性计量—计数综合评估方法的评估原理、评估程序、计量试验、适用性判定、计数试验和评估结论。

本标准适用于感度分布服从正态分布、对数正态分布、逻辑斯谛分布或对数逻辑斯谛分布，可靠度指标不高于 0.999 的火工品，可靠度指标高于 0.999 的火工品可参照使用。

## 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（不包含勘误的内容）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 4086.1-1983 统计分布数值表 正态分布

GB/T 4086.3-1983 统计分布数值表 t 分布

GJB 376-1987 火工品可靠性评估方法

GJB/Z 377A-1994 感度试验用数理统计方法

## 3 术语、定义和符号

### 3.1 术语和定义

GJB 376-1987 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1.1

**火工品发火可靠度** **functioning reliability of initiating devices**

在规定的发火试验条件下，火工品发火的概率。

#### 3.1.2

**可靠性试验信息量** **reliability test information measure**

通过试验获得的产品可靠性信息量的度量。火工品可靠性试验信息量用发火概率对数的负值来表示。

#### 3.1.3

**纠偏系数** **correction factor**

减小升降法试验刻度参数估计偏差的系数。纠偏系数的计算原理为：对参数已知的感度分布，进行  $N$  次计算机模拟升降法试验，得到  $N$  个刻度参数的极大似然估计值。由  $N$  个刻度参数的估计值，得到刻度参数估计量的经验分布，求得该经验分布函数的  $\beta$  分位数，按  $\beta$  分位数与已知刻度参数之比，求得纠偏系数。

#### 3.1.4

**计数试验样本量** **attributes test samples**

对于给定的置信水平和可靠度下限，进行计数试验零失败时需要的样本量。该样本量按二项分布公式计算。

### 3.2 符号

下列符号适用于本标准。

#### 3.2.1 产品技术指标符号

$R$  - 可靠度;  
 $\gamma$  - 置信水平;  
 $x_H$  - 工作刺激量。

3.2.2 计量试验符号

$n$  - 分析用试验样本量;  
 $n_j$  - 第  $j$  组升降法试验分析用样本量;  
 $x_0$  - 升降法试验初始刺激量;  
 $d$  - 升降法试验步长;  
 $s$  - 升降法试验刺激量个数;  
 $x_i$  - 升降法试验刺激量序列;  
 $v_i$  - 用刺激量  $x_i$  试探的发火数;  
 $m_i$  - 用刺激量  $x_i$  试探的不发火数;  
 $v'_i, A, B, M, b', b, \rho, G, H$  - 计算因子;  
 $x_{AF\gamma}$  - 最小全发火刺激量的估计(置信水平  $\gamma$ );  
 $x_{AF\gamma j}$  - 第  $j$  组升降法试验最小全发火刺激量的估计(置信水平  $\gamma$ );  
 $M_d$  - 发火可靠度裕度系数。

3.2.3 计数试验符号

$x_L$  - 低刺激量;  
 $n_{x_H}$  - 在刺激量  $x_H$  处产品试验零失败时的计数试验样本量;  
 $n_{x_L}$  - 在低刺激量  $x_L$  处产品试验零失败时的计数试验样本量;  
 $\hat{R}_{x_H}$  - 刺激量  $x_H$  处发火可靠度估计值;  
 $\hat{R}_{x_L}$  - 刺激量  $x_L$  处发火可靠度估计值。

3.2.4 数理统计符号

$\alpha$  - 显著性水平;  
 $\beta$  - 计算机模拟升降法试验中, 纠偏后的刻度参数估计值小于给定刻度参数真值的概率;  
 $U_{1-\alpha/2}$  - 标准正态分布的  $(1-\alpha/2)$  分位数;  
 $t_{\gamma}(n-1)$  -  $t$  分布的双侧  $\gamma$  分位数, 自由度为  $(n-1)$ ;  
 $\mu$  - 均值;  
 $\sigma$  - 正态分布的刻度参数;  
 $\lambda$  - 逻辑斯谛分布的刻度参数;  
 $\Phi(\cdot)$  -  $N(0, 1)$  的分布函数;  
 $\Phi^{-1}(\cdot)$  -  $\Phi(\cdot)$  的反函数;  
 $U_{P_N}$  - 标准正态分布的  $(P_N=R)$  分位数;  
 $U_{P_L}$  - 标准逻辑斯谛分布的  $(P_L=R)$  分位数;  
 $\hat{\mu}$  -  $\mu$  的估计量;  
 $\hat{\mu}_j$  - 第  $j$  组升降法试验  $\mu$  的估计值;  
 $\hat{\sigma}$  -  $\sigma$  的估计量;  
 $\hat{\sigma}_j$  - 第  $j$  组升降法试验  $\sigma$  的估计值;  
 $\hat{\lambda}$  -  $\lambda$  的估计量;  
 $\hat{\lambda}_j$  - 第  $j$  组升降法试验  $\lambda$  的估计值;  
 $\sigma_{\hat{\mu}}$  -  $\hat{\mu}$  的标准误差;  
 $\sigma_{\hat{\mu}_j}$  - 第  $j$  组升降法试验  $\hat{\mu}$  的标准误差;  
 $\sigma_{\hat{\sigma}}$  -  $\hat{\sigma}$  的标准误差;

- $\sigma_{\hat{\sigma}_j}$  - 第  $j$  组升降法试验  $\hat{\sigma}$  的标准误差;
- $\sigma_{\hat{\lambda}}$  -  $\hat{\lambda}$  的标准误差;
- $\sigma_{\hat{\lambda}_j}$  - 第  $j$  组升降法试验  $\hat{\lambda}$  的标准误差;
- $\bar{\mu}$  - 三组升降法试验  $\mu$  估计值的算术平均值;
- $\varepsilon$  -  $\hat{\sigma}$  的纠偏系数;
- $\delta$  -  $\hat{\lambda}$  的纠偏系数;
- $e_j$  - 第  $j$  组升降法试验  $\hat{\sigma}$  的纠偏系数;
- $\delta_j$  - 第  $j$  组升降法试验  $\hat{\lambda}$  的纠偏系数;
- $\hat{\sigma}_j^*$  - 第  $j$  组升降法试验纠偏后的  $\hat{\sigma}$  估计值;
- $\hat{\lambda}_j^*$  - 第  $j$  组升降法试验纠偏后的  $\hat{\lambda}$  估计值;
- $\bar{\hat{\sigma}}^*$  - 三组升降法试验  $\hat{\sigma}_j^*$  估计值的算术平均值;
- $\bar{\hat{\lambda}}^*$  - 三组升降法试验  $\hat{\lambda}_j^*$  估计值的算术平均值。

#### 4 评估原理

按信息理论中信息量的定义,以火工品发火概率对数的负值度量其可靠性试验信息量,建立相同置信水平下的信息量等值方程  $n_{x_L} \ln R_{x_L} = n_{x_H} \ln R_{x_H}$ 。综合利用计量-计数试验数据,确定分布模型后,根据在可靠度低的刺激量处进行较少样本量试验的结果,对高刺激量处的可靠性作假设检验。

#### 5 评估程序

评估程序框图见附录 A。

#### 6 计量试验

##### 6.1 试验准备

###### 6.1.1 刺激量变换

对随产品发火概率增大而下降的刺激量进行变换,使变换后的刺激量恒取正值。变换方法为用一个足够大的常量减去原刺激量。

###### 6.1.2 选择感度分布类型

6.1.2.1 机械能激发的火工品选择对数正态分布,电能激发的火工品选择逻辑斯谛分布。

6.1.2.2 其他能量激发的火工品,可根据工程经验选择正态分布、对数正态分布、逻辑斯谛分布或对数逻辑斯谛分布。

##### 6.2 升降法试验

###### 6.2.1 确定样本量

三组升降法试验的总样本量为 150,单组样本量为 50。

###### 6.2.2 确定初始刺激量 $x_0$ 和步长 $d$

6.2.2.1 当产品已有升降法试验数据或其它感度试验数据时,可根据现有数据结合工程经验确定初始刺激量  $x_0$  和步长  $d$ 。

6.2.2.2 当产品没有升降法试验数据或其它感度试验数据时,按 GJB/Z 377A-1994 方法 103 的 3.1.1 和 3.1.2 进行一组样本量为 30 的升降法预试验,根据试验结果并结合工程经验确定初始刺激量  $x_0$  和步长  $d$ 。

###### 6.2.3 试验

使用选定的初始刺激量  $x_0$  和步长  $d$ ,按 GJB/Z 377A-1994 方法 103 的 3.2 进行三组升降法试验,最后一组试验的初始刺激量和步长可以根据前一组或前两组的试验结果进行调整。

##### 6.3 数据统计分析

6.3.1 数据有效性判定

6.3.1.1 确定分析用响应数  $v_i'$  和分析用样本量  $n$

6.3.1.1.1 确定  $v_i'$

对  $i=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ,  $x_i$  对应的发火数记作  $v_i$ , 不发火数记作  $m_i$ 。  $v_i'$  按公式(1)计算。

$$v_i' = \begin{cases} v_i & \text{当 } \sum_i v_i \leq \sum_i m_i \\ m_i & \text{当 } \sum_i v_i > \sum_i m_i \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

6.3.1.1.2 确定  $n$

$n$  按公式(2)计算。

$$n = \sum_i v_i' \dots\dots\dots (2)$$

6.3.1.2 确定计算因子  $A$ 、 $B$ 、 $M$

6.3.1.2.1 计算  $A$

$A$  按公式(3)计算。

$$A = \sum_i i v_i' \dots\dots\dots (3)$$

6.3.1.2.2 计算  $B$

$B$  按公式(4)计算。

$$B = \sum_i i^2 v_i' \dots\dots\dots (4)$$

6.3.1.2.3 计算  $M$

$M$  按公式(5)计算。

$$M = \frac{nB - A^2}{n^2} \dots\dots\dots (5)$$

6.3.1.3 有效性判定

6.3.1.3.1 当下列条件同时满足时, 判定数据有效:

- a) 升降法试验刺激量个数  $s$  为 4~7 个;
- b) 对于正态分布和对数正态分布,  $M \geq 0.25$ ; 对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $M \geq 0.3$ 。

6.3.1.3.2 如果试验中存在不能判定为有效的数据, 则检查原因后, 补做升降法试验, 再进行数据有效性判定。

6.3.1.3.3 如果补做的升降法试验中仍存在不能判定为有效的数据, 则判本方法不适用。

6.3.2 参数估计

6.3.2.1 确定计算因子  $b$ ,  $\rho$ ,  $G$ ,  $H$

6.3.2.1.1 计算  $b$

取  $|A/n - 0.5|$  的小数部分并按四舍五入规则舍入到一位小数, 记为  $b'$ 。  $b$  按公式(6)计算。

$$b = \begin{cases} b' & \text{当 } b' \leq 0.5 \\ 1 - b' & \text{当 } b' > 0.5 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

6.3.2.1.2 计算  $\rho$

6.3.2.1.2.1 对于正态分布和对数正态分布, 当  $M > 0.3$  时,  $\rho$  按公式(7)计算; 当  $M \leq 0.3$  时,  $\rho$  由表 B.1 查取。

$$\rho = 1.620(M + 0.029) \dots\dots\dots (7)$$

6.3.2.1.2.2 对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $\rho$  由表 B.6~表 B.29 查取。

6.3.2.1.3 确定  $G$

6.3.2.1.3.1 对于正态分布和对数正态分布,  $G$  由表 B.2 和表 B.3 查取。

6.3.2.1.3.2 对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $G$  由表 B.30 和表 B.31 查取。

#### 6.3.2.1.4 确定 $H$

6.3.2.1.4.1 对于正态分布和对数正态分布,  $H$  由表 B.4 和表 B.5 查取。

6.3.2.1.4.2 对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $H$  由表 B.32 和表 B.33 查取。

#### 6.3.2.2 参数计算

##### 6.3.2.2.1 刺激量的对数变换

感度分布为对数分布时, 对刺激量先进行对数变换, 再进行参数计算。

##### 6.3.2.2.2 计算 $\hat{\mu}$

$\hat{\mu}$  按公式(8)计算。

$$\hat{\mu} = \begin{cases} x_0 + (A/n - 0.5)d & \text{当 } v'_1 = v_i \\ x_0 + (A/n + 0.5)d & \text{当 } v'_1 = m_i \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

##### 6.3.2.2.3 计算 $\hat{\sigma}$ 或 $\hat{\lambda}$

6.3.2.2.3.1 对于正态分布,  $\hat{\sigma}$  按公式(9)计算。

$$\hat{\sigma} = \rho d \dots\dots\dots (9)$$

6.3.2.2.3.2 对于逻辑斯谛分布,  $\hat{\lambda}$  按公式(10)计算。

$$\hat{\lambda} = \rho d \dots\dots\dots (10)$$

##### 6.3.2.2.4 计算 $\sigma_{\hat{\mu}}$

6.3.2.2.4.1 对于正态分布,  $\sigma_{\hat{\mu}}$  按公式(11)计算。

$$\sigma_{\hat{\mu}} = \frac{G}{\sqrt{n}} \hat{\sigma} \dots\dots\dots (11)$$

6.3.2.2.4.2 对于逻辑斯谛分布,  $\sigma_{\hat{\mu}}$  按公式(12)计算。

$$\sigma_{\hat{\mu}} = \frac{G}{\sqrt{n}} \hat{\lambda} \dots\dots\dots (12)$$

##### 6.3.2.2.5 计算 $\sigma_{\hat{\sigma}}$ 或 $\sigma_{\hat{\lambda}}$

6.3.2.2.5.1 对于正态分布,  $\sigma_{\hat{\sigma}}$  按公式(13)计算。

$$\sigma_{\hat{\sigma}} = \frac{H}{\sqrt{n}} \hat{\sigma} \dots\dots\dots (13)$$

6.3.2.2.5.2 对于逻辑斯谛分布,  $\sigma_{\hat{\lambda}}$  按公式(14)计算。

$$\sigma_{\hat{\lambda}} = \frac{H}{\sqrt{n}} \hat{\lambda} \dots\dots\dots (14)$$

## 7 适用性判定

### 7.1 刻度参数一致性检验

#### 7.1.1 确定 $U_{1-\alpha/2}$

给定检验水平  $\alpha$ ,  $U_{1-\alpha/2}$  由表 C.1 查取。

#### 7.1.2 检验

7.1.2.1 对于正态分布或对数正态分布, 取  $\hat{\sigma}_j$  ( $j=1, 2, 3$ ) 中的两两和相应的  $\sigma_{\sigma_j}$  进行一致性检验。

当两两均满足对应的检验式  $|\hat{\sigma}_1 - \hat{\sigma}_2| < U_{1-\alpha/2} (\sigma_{\sigma_1}^2 + \sigma_{\sigma_2}^2)^{1/2}$  时, 刻度参数通过一致性检验; 当存在任何一项不满足时, 刻度参数未通过一致性检验。

7.1.2.2 对于逻辑斯谛分布或对数逻辑斯谛分布, 取  $\hat{\lambda}_j$  ( $j=1, 2, 3$ ) 中的两两和相应的  $\sigma_{\lambda_j}$  进行一致性检验。

当两两均满足对应的检验式  $|\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_2| < U_{1-\alpha/2} (\sigma_{\lambda_1}^2 + \sigma_{\lambda_2}^2)^{1/2}$  时, 刻度参数通过一致性检验; 当存在任何一项不满足时, 刻度参数未通过一致性检验。

7.1.2.3 当刻度参数未通过一致性检验时, 检查试验设备, 如有系统误差, 则重做三组升降法试验;



如无系统误差，则补做一组升降法试验，代替原三组试验中  $\sigma_0$  或  $\sigma_\lambda$  取值最大的那一组，再按 7.1.2.1 或 7.1.2.2 重新进行刻度参数一致性检验。

7.1.3 检验结论

7.1.3.1 当刻度参数通过一致性检验时，进行裕度系数的计算。

7.1.3.2 当重做的刻度参数一致性检验通过时，取通过检验的三组升降法试验进行裕度系数的计算；未通过检验时，则判定本方法不适用。

7.2 裕度判定

7.2.1 确定  $x_{AF\gamma}$

7.2.1.1 确定  $t_\gamma(n-1)$

由给定的  $\gamma$ ， $t_\gamma(n-1)$  由表 C.2 查取。

7.2.1.2 确定  $U_{PN}$  或  $U_{PL}$

7.2.1.2.1 对于正态分布或对数正态分布， $U_{PN}$  由表 C.3 查取。

7.2.1.2.2 对于逻辑斯谛分布或对数逻辑斯谛分布， $U_{PL}$  按公式 (15) 计算。

$$U_{PL} = \ln \frac{R}{1-R} \dots\dots\dots (15)$$

7.2.1.3 计算  $x_{AF\gamma}$

7.2.1.3.1 对于正态分布， $x_{AF\gamma j}$  ( $j=1, 2, 3$ ) 按公式 (16) 计算， $x_{AF\gamma}$  为  $x_{AF\gamma j}$  的算术平均值。

$$x_{AF\gamma j} = \hat{\mu}_j + U_{PN} \hat{\sigma}_j + t_\gamma(n-1) \sqrt{\sigma_{\hat{\mu}_j}^2 + U_{PN}^2 \sigma_{\hat{\sigma}_j}^2} \dots\dots\dots (16)$$

7.2.1.3.2 对于逻辑斯谛分布， $x_{AF\gamma j}$  ( $j=1, 2, 3$ ) 按公式 (17) 计算， $x_{AF\gamma}$  为  $x_{AF\gamma j}$  的算术平均值。

$$x_{AF\gamma j} = \hat{\mu}_j + U_{PL} \hat{\lambda}_j + t_\gamma(n-1) \sqrt{\sigma_{\hat{\mu}_j}^2 + U_{PL}^2 \sigma_{\hat{\lambda}_j}^2} \dots\dots\dots (17)$$

7.2.1.3.3 感度分布为对数分布时，对  $x_{AF\gamma}$  进行对数反变换。

7.2.2 计算裕度系数

根据产品工作刺激量  $x_H$ ，由公式 (18) 计算  $M_d$ 。

$$M_d = \frac{x_H}{x_{AF\gamma}} \dots\dots\dots (18)$$

7.2.3 判定

当  $M_d > 1$  时，判定本方法适用，进行计数试验；当  $M_d \leq 1$  时，则判定本方法不适用。

8 计数试验

8.1 确定试验样本量

按产品可靠性指标，从表 D.1 查取  $n_{x_H}$ ，表 D.2 查取  $n_{x_L}$ 。

8.2 综合处理计量试验数据

8.2.1 计算  $\bar{\mu}$

$\bar{\mu}$  为  $\hat{\mu}_j$  ( $j=1, 2, 3$ ) 的算术平均值。

8.2.2 刻度参数的纠偏及计算

8.2.2.1 刻度参数的纠偏

8.2.2.1.1 对于正态分布或对数正态分布，根据单组样本量和升降法试验刺激量个数  $s$ ，查表 E.1 得到纠偏系数  $\epsilon_j$ ，按  $\hat{\sigma}_j^* = \hat{\sigma}_j / \epsilon_j$  计算  $\hat{\sigma}_j^*$ ， $j=1, 2, 3$ 。

8.2.2.1.2 对于逻辑斯谛分布或对数逻辑斯谛分布，根据单组样本量和升降法试验刺激量个数  $s$ ，查表 E.2 得到纠偏系数  $\delta_j$ ，按  $\hat{\lambda}_j^* = \hat{\lambda}_j / \delta_j$  计算  $\hat{\lambda}_j^*$ ， $j=1, 2, 3$ 。

8.2.2.2 计算  $\bar{\sigma}^*$  或  $\bar{\lambda}^*$

8.2.2.2.1  $\bar{\sigma}^*$  为  $\hat{\sigma}_j^*$  ( $j=1, 2, 3$ ) 的算术平均值。

8.2.2.2.2  $\bar{\lambda}^*$  为  $\hat{\lambda}_j^*$  ( $j=1, 2, 3$ ) 的算术平均值。

### 8.3 确定低刺激量

#### 8.3.1 计算 $\hat{R}_{x_H}$

8.3.1.1 对于正态分布,  $\hat{R}_{x_H}$  按公式(19)计算。

$$\hat{R}_{x_H} = \Phi\left(\frac{x_H - \bar{\mu}}{\bar{\sigma}^*}\right) \dots\dots\dots (19)$$

8.3.1.2 对于逻辑斯谛分布,  $\hat{R}_{x_H}$  按公式(20)计算。

$$\hat{R}_{x_H} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x_H - \bar{\mu}}{\bar{\lambda}^*}}} \dots\dots\dots (20)$$

8.3.1.3 感度分布为对数分布时, 对  $x_H$  进行对数变换。

#### 8.3.2 计算 $\hat{R}_{x_L}$

根据信息量等值,  $\hat{R}_{x_L}$  按公式(21)计算。

$$\hat{R}_{x_L} = e^{\frac{n_{x_H} \ln \hat{R}_{x_H}}{n_{x_L}}} \dots\dots\dots (21)$$

#### 8.3.3 计算 $x_L$

8.3.3.1 对于正态分布,  $x_L$  按公式(22)计算。

$$x_L = \bar{\mu} + \Phi^{-1}(\hat{R}_{x_L}) \bar{\sigma}^* \dots\dots\dots (22)$$

8.3.3.2 对于逻辑斯谛分布,  $x_L$  按公式(23)计算。

$$x_L = \bar{\mu} + \bar{\lambda}^* \ln \frac{\hat{R}_{x_L}}{1 - \hat{R}_{x_L}} \dots\dots\dots (23)$$

8.3.3.3 感度分布为对数分布时, 对  $x_L$  进行对数反变换。

### 8.4 评估试验

从被评估的产品中随机抽取  $n_{x_L}$  发, 在刺激量  $x_L$  处进行发火试验。当试验结果为全部发火或有一发以上不发火时, 停止试验; 当只有一发不发火时, 则从被评估的产品中再随机抽取  $n_{x_L}$  发, 在刺激量  $x_L$  处重做试验。

## 9 评估结论

### 9.1 结果判定

9.1.1 试验出现下列结果之一, 判定被评估产品达到可靠性指标:

- a) 计数试验全部发火;
- b) 计数试验有一发不发火, 重做的计数试验全部发火。

9.1.2 试验出现下列结果之一, 则判定被评估产品未达到可靠性指标:

- a) 计数试验有一发以上不发火;
- b) 计数试验有一发不发火, 重做的计数试验又有不发火。

### 9.2 结论表述

火工品可靠性评估结论, 按以下七种方式之一表述:

- a) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品计数试验全部发火, 达到规定的可靠性指标  $\gamma=$ \_\_\_\_\_,  $R=$ \_\_\_\_\_; 产品发火可靠度裕度系数  $M_d$  为\_\_\_\_\_。
- b) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品计数试验有一发不发火, 重做计数试验全部发火, 达到规定的可靠性指标  $\gamma=$ \_\_\_\_\_,  $R=$ \_\_\_\_\_; 产品发火可靠度裕度系数  $M_d$  为\_\_\_\_\_。

- c) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品计数试验有一发以上不发火, 产品未达到规定的可靠性指标。
- d) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品计数试验有一发不发火, 重做的计数试验又有不发火, 产品未达到规定的可靠性指标。
- e) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品升降法试验数据未通过有效性判定, 不符合使用本标准进行可靠性评估的条件。
- f) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品未通过刻度参数一致性检验, 不符合使用本标准进行可靠性评估的条件。
- g) 按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$  规定的方法评估, \_\_\_\_\_ 产品发火可靠度裕度系数  $M_d \leq 1$ , 不符合使用本标准进行可靠性评估的条件。

## 10 应用示例

火工品可靠性评估的应用示例参见附录 F。

附录 A  
(规范性附录)  
评估程序框图

火工品可靠性计量-计数综合评估程序框图见图 A.1。

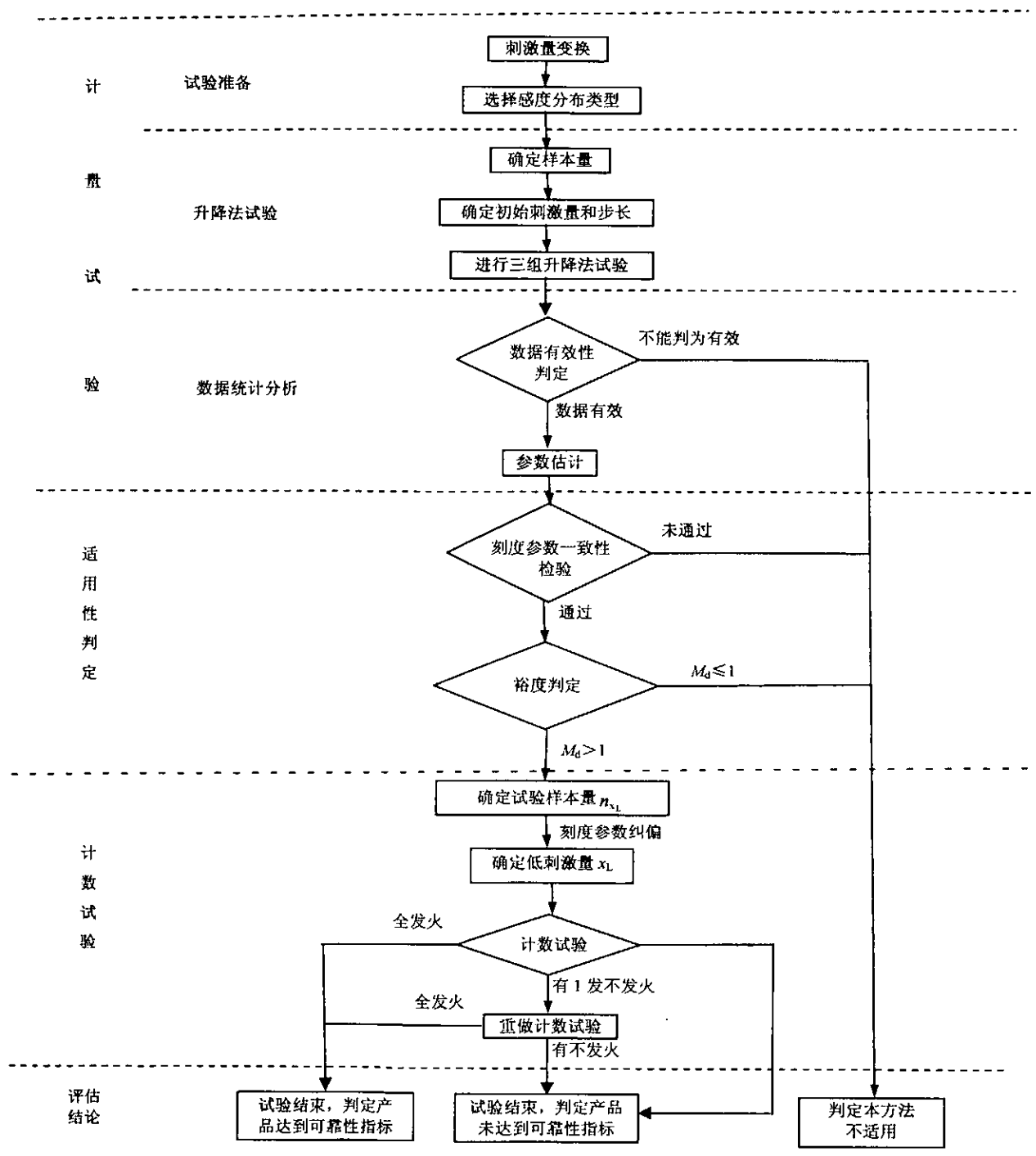


图 A.1 评估程序框图

附录 B  
(规范性附录)  
数值表

对于正态分布和对数正态分布, 当  $M \leq 0.3$  时,  $\rho$  由表 B.1 查取。对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $\rho$  由表 B.6~表 B.29 查取。对于正态分布和对数正态分布,  $G$  由表 B.2 和表 B.3 查取,  $H$  由表 B.4 和表 B.5 查取。对于逻辑斯谛分布和对数逻辑斯谛分布,  $G$  由表 B.30 和表 B.31 查取,  $H$  由表 B.32 和表 B.33 查取。

表 B.1  $\rho(M, b)$  表(正态分布)

M	b					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.25	0.173	0.379	0.425	0.451	0.464	0.468
0.26	0.388	0.415	0.446	0.466	0.477	0.480
0.27	0.430	0.444	0.465	0.481	0.490	0.493
0.28	0.461	0.469	0.484	0.496	0.504	0.506
0.29	0.487	0.492	0.503	0.512	0.518	0.520
0.30	0.510	0.514	0.521	0.528	0.533	0.534

表 B.2  $G(\rho, b)$  表(正态分布)

$\rho$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.20	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.253	1.252	1.252	1.251	1.250
	3.208	2.839	2.517	2.295	2.118	1.975	1.858	1.761	1.680	1.611
0.30	1.248	1.246	1.244	1.241	1.238	1.234	1.230	1.226	1.221	1.216
	1.552	1.502	1.458	1.420	1.386	1.357	1.330	1.307	1.286	1.268
0.40	1.210	1.205	1.199	1.193	1.188	1.182	1.176	1.170	1.164	1.158
	1.251	1.236	1.222	1.210	1.198	1.188	1.176	1.169	1.161	1.154
0.50	1.152	1.147	1.141	1.136	1.130	1.125	1.120	1.115	1.111	1.106
	1.146	1.140	1.134	1.128	1.122	1.117	1.112	1.108	1.103	1.099
0.60	1.102	1.097	1.093	1.089	1.085	1.082	1.078	1.075	1.071	1.068
	1.095	1.091	1.087	1.084	1.080	1.077	1.074	1.071	1.068	1.065
0.70	1.065	1.062	1.059	1.056	1.053	1.051	1.048	1.046	1.043	1.041
	1.062	1.059	1.056	1.054	1.051	1.049	1.047	1.044	1.042	1.040
0.80	1.039	1.036	1.034	1.032	1.030	1.028	1.026	1.024	1.023	1.021
	1.038	1.036	1.033	1.031	1.030	1.028	1.026	1.024	1.022	1.021
0.90	1.019	1.017	1.016	1.014	1.013	1.011	1.010	1.008	1.007	1.005
1.00	1.004	1.003	1.001	1.000	0.999	0.998	0.997	0.995	0.994	0.993
1.10	0.992	0.991	0.990	0.989	0.988	0.987	0.986	0.985	0.984	0.983

注:  $b=0.0, 0.1, 0.2$ , 取上行值;  $b=0.3, 0.4, 0.5$ , 取下行值。

表 B.3  $G(\rho, b)$  表(正态分布)

$\rho$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1.0	—	—	0.982	0.974	0.967	0.961	0.956	0.952	0.948	0.944
2.0	0.941	0.938	0.936	0.934	0.931	0.930	0.928	0.926	0.925	0.923
3.0	0.922	0.921	0.920	0.919	0.918	0.917	0.916	0.915	0.914	0.913
4.0	0.913	0.912	0.911	0.911	0.910	0.910	0.909	0.909	0.908	0.908

表 B.4  $H(\rho, b)$  表(正态分布)

$\rho$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.20	72.038	43.270	27.988	19.245	13.923	10.513	8.229	6.642	5.503	4.663
	1.283	1.192	1.100	1.055	1.016	0.987	0.966	0.951	0.941	0.934
0.30	4.023	3.539	3.156	2.850	2.602	2.408	2.233	2.094	1.977	1.877
	0.931	0.931	0.933	0.937	0.942	0.949	0.958	0.967	0.977	0.988
0.40	1.793	1.720	1.658	1.604	1.557	1.517	1.482	1.451	1.424	1.401
	0.999	1.011	1.023	1.036	1.048	1.061	1.074	1.087	1.099	1.111
0.50	1.381	1.363	1.348	1.334	1.323	1.313	1.305	1.298	1.292	1.287
	1.123	1.135	1.146	1.157	1.167	1.177	1.186	1.195	1.204	1.212
0.60	1.284	1.281	1.278	1.277	1.276	1.276	1.276	1.276	1.277	1.279
	1.219	1.226	1.233	1.239	1.246	1.251	1.257	1.262	1.267	1.271
0.70	1.280	1.282	1.284	1.287	1.289	1.292	1.295	1.298	1.301	1.305
	1.276	1.280	1.284	1.289	1.292	1.296	1.300	1.304	1.307	1.311
0.80	1.308	1.312	1.315	1.319	1.322	1.326	1.330	1.334	1.337	1.341
	1.315	1.318	1.322	1.325	1.329	1.332	1.336	1.339	1.343	1.346
0.90	1.345	1.349	1.353	1.357	1.360	1.364	1.368	1.372	1.376	1.380
	1.350	1.353	1.357	1.360	1.364	1.367	1.371	1.375	1.378	1.382
1.00	1.384	1.388	1.391	1.395	1.399	1.403	1.407	1.411	1.415	1.418
	1.386	1.389	1.393	1.397	1.400	1.404	1.408	1.412	1.415	1.419
1.10	1.422	1.426	1.430	1.434	1.438	1.442	1.445	1.449	1.453	1.457
1.20	1.461	1.464	1.468	1.472	1.476	1.480	1.484	1.487	1.491	1.495
1.30	1.499	1.502	1.506	1.510	1.514	1.518	1.521	1.525	1.529	1.533
1.40	1.536	1.540	1.544	1.548	1.551	1.555	1.559	1.562	1.566	1.570
1.50	1.574	1.577	1.581	1.585	1.588	1.592	1.596	1.599	1.603	1.607
1.60	1.610	1.614	1.618	1.621	1.625	1.629	1.632	1.636	1.639	1.643
1.70	1.647	1.650	1.654	1.657	1.661	1.664	1.668	1.671	1.675	1.679
1.80	1.682	1.686	1.689	1.693	1.696	1.700	1.703	1.707	1.710	1.714
1.90	1.717	1.721	1.724	1.728	1.731	1.735	1.738	1.742	1.745	1.749

注:  $b=0.0, 0.1, 0.2$ , 取上行值;  $b=0.3, 0.4, 0.5$ , 取下行值。

表 B.5  $H(\rho, b)$  表(正态分布)

$\rho$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
2.0	1.752	1.786	1.820	1.853	1.885	1.917	1.949	1.980	2.011	2.041
3.0	2.071	2.101	2.130	2.159	2.187	2.215	2.243	2.270	2.298	2.324
4.0	2.351	2.377	2.403	2.429	2.454	2.480	2.504	2.529	2.554	2.578

表 B.6  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=14$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.307	0.313	0.325	0.334	0.341	0.343
0.31	0.323	0.328	0.338	0.345	0.351	0.353
0.32	0.338	0.342	0.348	0.356	0.361	0.363
0.33	0.353	0.356	0.360	0.367	0.371	0.373
0.34	0.367	0.368	0.373	0.378	0.382	0.383
0.35	0.381	0.381	0.385	0.389	0.393	0.394
0.36	0.391	0.394	0.397	0.401	0.404	0.405
0.37	0.404	0.406	0.409	0.412	0.415	0.416
0.38	0.417	0.418	0.421	0.424	0.426	0.427
0.39	0.430	0.430	0.433	0.436	0.438	0.438
0.40	0.442	0.443	0.445	0.447	0.449	0.450
0.41	0.455	0.455	0.457	0.459	0.461	0.461
0.42	0.467	0.468	0.469	0.471	0.472	0.473
0.43	0.480	0.480	0.481	0.483	0.484	0.484
0.44	0.492	0.493	0.493	0.495	0.495	0.496
0.45	0.505	0.505	0.506	0.507	0.507	0.507
0.46	0.517	0.517	0.518	0.519	0.519	0.519
0.47	0.530	0.530	0.530	0.531	0.531	0.532
0.48	0.542	0.542	0.543	0.543	0.543	0.544
0.49	0.555	0.555	0.555	0.555	0.556	0.556

表 B.7  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=14$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	.09
0.50	0.567	0.580	0.592	0.605	0.618	0.630	0.643	0.656	0.669	0.682
0.60	0.695	0.708	0.721	0.734	0.748	0.761	0.774	0.788	0.801	0.815
0.70	0.829	0.843	0.856	0.870	0.884	0.898	0.913	0.927	0.941	0.955
0.80	0.970	0.985	0.999	1.014	1.029	1.044	1.059	1.074	1.089	1.105
0.90	1.120	1.136	1.151	1.167	1.183	1.199	1.215	1.231	1.248	1.264
1.00	1.281	1.298	1.315	1.332	1.349	1.366	1.384	1.401	1.419	1.437
1.10	1.455	1.473	1.492	1.511	1.529	1.549	1.568	1.587	1.607	1.627
1.20	1.647	1.667	1.688	1.709	1.730	1.751	1.773	1.795	1.817	1.840
1.30	1.863	1.886	1.910	1.934	1.958	1.983	2.009	2.035	2.061	2.088
1.40	2.115	2.143	2.172	2.202	2.232	2.263	2.295	2.328	2.361	2.397
1.50	2.433	2.471	2.511	2.552	2.596	2.642	2.691	2.744	2.803	2.867

表 B.8  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=15$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.305	0.311	0.322	0.332	0.339	0.341
0.31	0.320	0.325	0.335	0.342	0.348	0.351
0.32	0.335	0.339	0.346	0.353	0.359	0.360
0.33	0.350	0.353	0.358	0.364	0.369	0.371
0.34	0.364	0.365	0.370	0.375	0.379	0.381
0.35	0.378	0.378	0.382	0.387	0.390	0.391
0.36	0.388	0.391	0.394	0.398	0.401	0.402
0.37	0.401	0.403	0.406	0.409	0.412	0.413
0.38	0.414	0.415	0.418	0.421	0.423	0.424
0.39	0.426	0.427	0.429	0.432	0.434	0.435
0.40	0.439	0.439	0.441	0.444	0.446	0.446
0.41	0.451	0.452	0.453	0.455	0.457	0.457
0.42	0.463	0.464	0.465	0.467	0.468	0.469
0.43	0.476	0.476	0.477	0.478	0.480	0.481
0.44	0.488	0.488	0.489	0.490	0.491	0.491
0.45	0.500	0.500	0.501	0.502	0.503	0.503
0.46	0.512	0.513	0.513	0.514	0.515	0.515
0.47	0.525	0.525	0.526	0.526	0.526	0.527
0.48	0.537	0.537	0.538	0.538	0.538	0.539
0.49	0.549	0.550	0.550	0.550	0.550	0.551



表 B.9  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=15$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.562	0.574	0.586	0.599	0.611	0.624	0.636	0.649	0.661	0.674
0.60	0.687	0.700	0.712	0.725	0.738	0.751	0.764	0.777	0.791	0.804
0.70	0.817	0.831	0.844	0.858	0.871	0.885	0.898	0.912	0.926	0.940
0.80	0.954	0.968	0.982	0.996	1.011	1.025	1.040	1.054	1.069	1.083
0.90	1.098	1.113	1.128	1.143	1.158	1.173	1.189	1.204	1.220	1.235
1.00	1.251	1.267	1.283	1.299	1.315	1.331	1.348	1.364	1.381	1.398
1.10	1.415	1.432	1.449	1.466	1.484	1.501	1.519	1.537	1.555	1.573
1.20	1.591	1.610	1.628	1.647	1.666	1.686	1.705	1.725	1.744	1.765
1.30	1.785	1.805	1.826	1.847	1.868	1.890	1.911	1.933	1.956	1.978
1.40	2.001	2.024	2.048	2.072	2.096	2.121	2.146	2.172	2.198	2.224
1.50	2.251	2.279	2.307	2.336	2.365	2.395	2.426	2.458	2.490	2.524
1.60	2.559	2.594	2.631	2.670	2.710	2.752	2.796	2.842	2.892	2.945

表 B.10  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=16$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.303	0.308	0.320	0.330	0.337	0.339
0.31	0.318	0.323	0.333	0.341	0.347	0.349
0.32	0.333	0.337	0.344	0.351	0.357	0.358
0.33	0.347	0.350	0.355	0.362	0.367	0.368
0.34	0.361	0.363	0.367	0.373	0.377	0.379
0.35	0.375	0.375	0.379	0.384	0.388	0.389
0.36	0.386	0.388	0.391	0.395	0.398	0.399
0.37	0.398	0.400	0.403	0.407	0.409	0.410
0.38	0.411	0.412	0.415	0.418	0.420	0.421
0.39	0.423	0.424	0.427	0.429	0.431	0.432
0.40	0.435	0.436	0.438	0.441	0.442	0.443
0.41	0.447	0.448	0.450	0.452	0.454	0.454
0.42	0.460	0.460	0.462	0.463	0.465	0.466
0.43	0.472	0.472	0.474	0.475	0.476	0.477

表 B. 10(续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.44	0.484	0.484	0.485	0.487	0.488	0.488
0.45	0.496	0.497	0.497	0.498	0.499	0.499
0.46	0.508	0.509	0.509	0.510	0.511	0.511
0.47	0.520	0.521	0.521	0.522	0.522	0.523
0.48	0.533	0.533	0.533	0.534	0.534	0.534
0.49	0.545	0.545	0.545	0.546	0.546	0.546

表 B. 11  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=16$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.557	0.569	0.581	0.593	0.606	0.618	0.630	0.643	0.655	0.667
0.60	0.680	0.693	0.705	0.718	0.730	0.743	0.756	0.769	0.782	0.795
0.70	0.808	0.821	0.834	0.847	0.860	0.874	0.887	0.900	0.914	0.927
0.80	0.941	0.955	0.968	0.982	0.996	1.010	1.024	1.038	1.052	1.066
0.90	1.080	1.095	1.109	1.124	1.138	1.153	1.168	1.182	1.197	1.212
1.00	1.227	1.242	1.258	1.273	1.288	1.304	1.320	1.335	1.351	1.367
1.10	1.383	1.399	1.415	1.432	1.448	1.464	1.481	1.498	1.515	1.532
1.20	1.549	1.566	1.584	1.601	1.619	1.636	1.654	1.672	1.691	1.709
1.30	1.728	1.746	1.765	1.784	1.803	1.823	1.842	1.862	1.882	1.902
1.40	1.923	1.943	1.964	1.985	2.006	2.028	2.050	2.072	2.094	2.117
1.50	2.140	2.163	2.186	2.210	2.234	2.259	2.284	2.309	2.335	2.361
1.60	2.388	2.415	2.442	2.471	2.499	2.529	2.559	2.590	2.621	2.653
1.70	2.687	2.721	2.756	2.792	2.830	2.869	2.909	2.952	2.996	3.043

表 B. 12  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=17$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.301	0.306	0.319	0.329	0.335	0.338
0.31	0.316	0.321	0.331	0.339	0.345	0.347
0.32	0.331	0.335	0.343	0.349	0.355	0.357
0.33	0.345	0.348	0.353	0.360	0.365	0.367

表 B. 12 (续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.34	0.359	0.361	0.365	0.371	0.375	0.377
0.35	0.373	0.373	0.377	0.382	0.386	0.387
0.36	0.384	0.385	0.389	0.393	0.396	0.397
0.37	0.396	0.398	0.401	0.404	0.407	0.408
0.38	0.408	0.409	0.413	0.416	0.418	0.419
0.39	0.420	0.421	0.424	0.427	0.429	0.429
0.40	0.433	0.433	0.435	0.438	0.440	0.440
0.41	0.445	0.445	0.447	0.449	0.451	0.452
0.42	0.457	0.457	0.459	0.460	0.462	0.463
0.43	0.469	0.469	0.471	0.472	0.473	0.474
0.44	0.481	0.481	0.482	0.484	0.485	0.485
0.45	0.493	0.493	0.494	0.495	0.496	0.496
0.46	0.505	0.505	0.506	0.507	0.507	0.507
0.47	0.517	0.517	0.518	0.518	0.519	0.519
0.48	0.529	0.529	0.530	0.530	0.530	0.531
0.49	0.541	0.541	0.541	0.542	0.542	0.542

表 B. 13  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=17$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.553	0.565	0.577	0.589	0.601	0.613	0.625	0.637	0.650	0.662
0.60	0.674	0.687	0.699	0.711	0.724	0.736	0.749	0.762	0.774	0.787
0.70	0.800	0.812	0.825	0.838	0.851	0.864	0.877	0.890	0.903	0.917
0.80	0.930	0.943	0.957	0.970	0.983	0.997	1.011	1.024	1.038	1.052
0.90	1.066	1.080	1.094	1.108	1.122	1.136	1.150	1.164	1.179	1.193
1.00	1.208	1.222	1.237	1.252	1.267	1.282	1.297	1.312	1.327	1.342
1.10	1.357	1.373	1.388	1.404	1.419	1.435	1.451	1.467	1.483	1.499
1.20	1.515	1.532	1.548	1.565	1.581	1.598	1.615	1.632	1.649	1.666
1.30	1.683	1.701	1.718	1.736	1.754	1.772	1.790	1.808	1.827	1.845
1.40	1.864	1.883	1.902	1.921	1.941	1.960	1.980	2.000	2.020	2.040

表 B. 13(续)

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1.50	2.061	2.081	2.102	2.123	2.145	2.166	2.188	2.210	2.232	2.255
1.60	2.278	2.301	2.324	2.348	2.372	2.397	2.421	2.447	2.472	2.498
1.70	2.524	2.551	2.578	2.606	2.634	2.663	2.692	2.722	2.753	2.784
1.80	2.816	2.849	2.883	2.918	2.953	2.990	3.028	3.068	3.109	3.151

表 B. 14  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=18$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.299	0.305	0.317	0.327	0.334	0.336
0.31	0.314	0.319	0.329	0.337	0.344	0.346
0.32	0.329	0.333	0.341	0.348	0.353	0.355
0.33	0.343	0.346	0.352	0.359	0.363	0.365
0.34	0.357	0.360	0.364	0.369	0.374	0.375
0.35	0.370	0.371	0.375	0.380	0.384	0.385
0.36	0.383	0.383	0.387	0.391	0.394	0.395
0.37	0.394	0.396	0.399	0.402	0.405	0.406
0.38	0.406	0.407	0.411	0.413	0.416	0.416
0.39	0.418	0.419	0.422	0.425	0.427	0.427
0.40	0.430	0.431	0.433	0.436	0.438	0.438
0.41	0.442	0.443	0.445	0.447	0.449	0.449
0.42	0.454	0.455	0.456	0.458	0.460	0.460
0.43	0.466	0.467	0.468	0.469	0.471	0.472
0.44	0.478	0.478	0.480	0.481	0.482	0.483
0.45	0.490	0.490	0.491	0.492	0.493	0.493
0.46	0.502	0.502	0.503	0.504	0.504	0.505
0.47	0.514	0.514	0.515	0.515	0.516	0.516
0.48	0.526	0.526	0.526	0.527	0.527	0.527
0.49	0.538	0.538	0.538	0.538	0.539	0.539

表 B.15  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=18$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.549	0.561	0.573	0.585	0.597	0.609	0.621	0.633	0.645	0.657
0.60	0.669	0.681	0.694	0.706	0.718	0.730	0.743	0.755	0.768	0.780
0.70	0.793	0.805	0.818	0.830	0.843	0.856	0.869	0.882	0.895	0.907
0.80	0.920	0.933	0.947	0.960	0.973	0.986	0.999	1.013	1.026	1.040
0.90	1.053	1.067	1.080	1.094	1.108	1.122	1.135	1.149	1.163	1.177
1.00	1.191	1.206	1.220	1.234	1.248	1.263	1.277	1.292	1.307	1.321
1.10	1.336	1.351	1.366	1.381	1.396	1.411	1.426	1.441	1.457	1.472
1.20	1.488	1.503	1.519	1.535	1.551	1.567	1.583	1.599	1.615	1.632
1.30	1.648	1.665	1.681	1.698	1.715	1.732	1.749	1.766	1.783	1.801
1.40	1.818	1.836	1.854	1.872	1.890	1.908	1.926	1.945	1.963	1.982
1.50	2.001	2.020	2.039	2.058	2.078	2.098	2.117	2.137	2.158	2.178
1.60	2.199	2.219	2.240	2.261	2.283	2.304	2.326	2.348	2.371	2.393
1.70	2.416	2.439	2.463	2.486	2.510	2.535	2.559	2.584	2.609	2.635
1.80	2.661	2.688	2.714	2.742	2.770	2.798	2.827	2.856	2.886	2.916
1.90	2.948	2.979	3.012	3.045	3.080	3.115	3.151	3.188	3.227	3.267

表 B.16  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=19$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.297	0.303	0.316	0.326	0.333	0.335
0.31	0.313	0.318	0.328	0.336	0.342	0.344
0.32	0.327	0.331	0.340	0.347	0.352	0.354
0.33	0.341	0.345	0.350	0.357	0.362	0.364
0.34	0.355	0.358	0.362	0.368	0.372	0.374
0.35	0.369	0.369	0.374	0.379	0.382	0.384
0.36	0.381	0.382	0.385	0.390	0.393	0.394
0.37	0.392	0.394	0.397	0.400	0.403	0.404
0.38	0.404	0.406	0.409	0.412	0.414	0.415
0.39	0.416	0.417	0.420	0.423	0.425	0.425
0.40	0.428	0.429	0.431	0.434	0.436	0.436
0.41	0.440	0.441	0.442	0.445	0.447	0.447
0.42	0.452	0.453	0.454	0.456	0.458	0.458

表 B. 16(续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.43	0.464	0.464	0.466	0.467	0.468	0.469
0.44	0.476	0.476	0.477	0.478	0.479	0.480
0.45	0.487	0.488	0.489	0.490	0.491	0.491
0.46	0.499	0.500	0.500	0.501	0.502	0.502
0.47	0.511	0.511	0.512	0.513	0.513	0.513
0.48	0.523	0.523	0.524	0.524	0.524	0.525
0.49	0.535	0.535	0.535	0.535	0.536	0.536

表 B. 17  $\rho(M, b)$ 表(逻辑斯谛分布)( $n=19$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.546	0.558	0.570	0.581	0.593	0.605	0.617	0.629	0.641	0.653
0.60	0.665	0.677	0.689	0.701	0.713	0.725	0.737	0.750	0.762	0.774
0.70	0.787	0.799	0.811	0.824	0.836	0.849	0.862	0.874	0.887	0.900
0.80	0.912	0.925	0.938	0.951	0.964	0.977	0.990	1.003	1.016	1.029
0.90	1.042	1.056	1.069	1.082	1.096	1.109	1.123	1.136	1.150	1.164
1.00	1.178	1.191	1.205	1.219	1.233	1.247	1.261	1.275	1.290	1.304
1.10	1.318	1.333	1.347	1.361	1.376	1.391	1.405	1.420	1.435	1.450
1.20	1.465	1.480	1.495	1.510	1.526	1.541	1.556	1.572	1.588	1.603
1.30	1.619	1.635	1.651	1.667	1.683	1.699	1.715	1.732	1.748	1.765
1.40	1.781	1.798	1.815	1.832	1.849	1.866	1.883	1.901	1.918	1.936
1.50	1.954	1.971	1.989	2.007	2.026	2.044	2.062	2.081	2.100	2.119
1.60	2.138	2.157	2.176	2.196	2.215	2.235	2.255	2.275	2.295	2.316
1.70	2.337	2.357	2.378	2.400	2.421	2.443	2.465	2.487	2.509	2.532
1.80	2.554	2.577	2.601	2.624	2.648	2.672	2.697	2.722	2.747	2.772
1.90	2.798	2.824	2.851	2.878	2.905	2.933	2.961	2.990	3.019	3.049

表 B. 18  $\rho(M, b)$ 表(逻辑斯谛分布)( $n=20$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.296	0.302	0.315	0.325	0.332	0.334
0.31	0.311	0.316	0.327	0.335	0.341	0.343
0.32	0.326	0.330	0.339	0.345	0.351	0.353
0.33	0.340	0.343	0.349	0.356	0.361	0.362

表 B. 18 (续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.34	0.354	0.356	0.361	0.366	0.371	0.372
0.35	0.367	0.368	0.372	0.377	0.381	0.382
0.36	0.380	0.380	0.384	0.388	0.391	0.392
0.37	0.390	0.392	0.395	0.399	0.402	0.403
0.38	0.402	0.404	0.407	0.410	0.412	0.413
0.39	0.414	0.415	0.419	0.421	0.423	0.424
0.40	0.426	0.427	0.429	0.432	0.434	0.434
0.41	0.438	0.439	0.441	0.443	0.445	0.445
0.42	0.450	0.451	0.452	0.454	0.456	0.456
0.43	0.462	0.462	0.463	0.465	0.466	0.467
0.44	0.473	0.474	0.475	0.476	0.477	0.478
0.45	0.485	0.486	0.486	0.488	0.489	0.489
0.46	0.497	0.497	0.498	0.499	0.499	0.500
0.47	0.509	0.509	0.509	0.510	0.511	0.511
0.48	0.520	0.520	0.521	0.521	0.522	0.522
0.49	0.532	0.532	0.533	0.533	0.533	0.533

表 B. 19  $\rho(M, b)$  表 (逻辑斯谛分布) ( $n=20$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.544	0.555	0.567	0.578	0.590	0.602	0.614	0.625	0.637	0.649
0.60	0.661	0.673	0.685	0.697	0.709	0.721	0.733	0.745	0.757	0.769
0.70	0.781	0.794	0.806	0.818	0.830	0.843	0.855	0.868	0.880	0.893
0.80	0.905	0.918	0.931	0.943	0.956	0.969	0.982	0.994	1.007	1.020
0.90	1.033	1.046	1.059	1.072	1.086	1.099	1.112	1.125	1.139	1.152
1.00	1.166	1.179	1.193	1.206	1.220	1.234	1.247	1.261	1.275	1.289
1.10	1.303	1.317	1.331	1.345	1.359	1.374	1.388	1.402	1.417	1.431
1.20	1.446	1.460	1.475	1.490	1.504	1.519	1.534	1.549	1.564	1.579
1.30	1.595	1.610	1.625	1.641	1.656	1.672	1.687	1.703	1.719	1.735
1.40	1.751	1.767	1.783	1.799	1.815	1.832	1.848	1.865	1.881	1.898
1.50	1.915	1.932	1.949	1.966	1.983	2.001	2.018	2.036	2.053	2.071
1.60	2.089	2.107	2.125	2.143	2.162	2.180	2.199	2.218	2.236	2.255
1.70	2.275	2.294	2.313	2.333	2.353	2.373	2.393	2.413	2.433	2.454
1.80	2.475	2.495	2.517	2.538	2.559	2.581	2.603	2.625	2.647	2.670
1.90	2.693	2.716	2.739	2.763	2.786	2.810	2.835	2.859	2.884	2.910

表 B.20  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=21$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.295	0.301	0.314	0.325	0.331	0.333
0.31	0.310	0.315	0.326	0.334	0.340	0.342
0.32	0.325	0.329	0.338	0.344	0.350	0.352
0.33	0.339	0.342	0.348	0.355	0.360	0.361
0.34	0.352	0.355	0.359	0.365	0.370	0.371
0.35	0.366	0.367	0.371	0.376	0.380	0.381
0.36	0.379	0.379	0.382	0.387	0.390	0.391
0.37	0.389	0.391	0.394	0.398	0.400	0.401
0.38	0.401	0.403	0.405	0.408	0.411	0.412
0.39	0.413	0.414	0.417	0.419	0.421	0.422
0.40	0.425	0.425	0.428	0.431	0.432	0.433
0.41	0.436	0.437	0.439	0.442	0.443	0.444
0.42	0.448	0.449	0.450	0.452	0.454	0.454
0.43	0.460	0.460	0.462	0.463	0.465	0.465
0.44	0.472	0.472	0.473	0.474	0.475	0.476
0.45	0.483	0.484	0.484	0.486	0.487	0.487
0.46	0.495	0.495	0.496	0.497	0.497	0.498
0.47	0.506	0.507	0.507	0.508	0.509	0.509
0.48	0.518	0.518	0.519	0.519	0.520	0.520
0.49	0.530	0.530	0.530	0.531	0.531	0.531

表 B.21  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=21$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.541	0.553	0.564	0.576	0.587	0.599	0.611	0.622	0.634	0.646
0.60	0.658	0.669	0.681	0.693	0.705	0.717	0.729	0.741	0.753	0.765
0.70	0.777	0.789	0.801	0.813	0.825	0.837	0.850	0.862	0.874	0.887
0.80	0.899	0.911	0.924	0.936	0.949	0.962	0.974	0.987	1.000	1.012
0.90	1.025	1.038	1.051	1.064	1.077	1.090	1.103	1.116	1.129	1.142
1.00	1.155	1.168	1.182	1.195	1.208	1.222	1.235	1.249	1.262	1.276
1.10	1.290	1.303	1.317	1.331	1.345	1.359	1.373	1.387	1.401	1.415
1.20	1.429	1.443	1.457	1.472	1.486	1.501	1.515	1.530	1.544	1.559



表 B. 21 (续)

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1.30	1.574	1.589	1.603	1.618	1.633	1.648	1.664	1.679	1.694	1.709
1.40	1.725	1.740	1.756	1.771	1.787	1.803	1.819	1.835	1.851	1.867
1.50	1.883	1.899	1.915	1.932	1.948	1.965	1.981	1.998	2.015	2.032
1.60	2.049	2.066	2.083	2.101	2.118	2.136	2.153	2.171	2.189	2.207
1.70	2.225	2.243	2.261	2.279	2.298	2.317	2.335	2.354	2.374	2.392
1.80	2.412	2.431	2.451	2.470	2.490	2.510	2.530	2.551	2.571	2.592
1.90	2.613	2.634	2.655	2.676	2.698	2.719	2.741	2.763	2.786	2.808

表 B. 22  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=21$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.294	0.300	0.313	0.324	0.330	0.332
0.31	0.309	0.314	0.325	0.333	0.339	0.341
0.32	0.323	0.328	0.337	0.343	0.349	0.351
0.33	0.337	0.341	0.347	0.354	0.359	0.360
0.34	0.351	0.354	0.358	0.364	0.368	0.370
0.35	0.364	0.366	0.370	0.375	0.378	0.380
0.36	0.377	0.377	0.381	0.385	0.389	0.390
0.37	0.388	0.389	0.393	0.396	0.399	0.400
0.38	0.399	0.401	0.404	0.407	0.409	0.410
0.39	0.411	0.412	0.416	0.418	0.420	0.421
0.40	0.423	0.424	0.426	0.429	0.431	0.431
0.41	0.435	0.436	0.437	0.440	0.441	0.442
0.42	0.447	0.447	0.449	0.450	0.452	0.453
0.43	0.458	0.459	0.460	0.462	0.463	0.464
0.44	0.470	0.470	0.471	0.473	0.474	0.475
0.45	0.481	0.482	0.483	0.484	0.485	0.485
0.46	0.493	0.493	0.494	0.495	0.496	0.496
0.47	0.504	0.505	0.505	0.506	0.507	0.507
0.48	0.516	0.516	0.517	0.517	0.518	0.518
0.49	0.527	0.528	0.528	0.529	0.529	0.529

表 B.23  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=22$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.539	0.551	0.562	0.574	0.585	0.596	0.608	0.620	0.631	0.643
0.60	0.654	0.666	0.678	0.690	0.701	0.713	0.725	0.737	0.749	0.761
0.70	0.772	0.784	0.796	0.808	0.820	0.833	0.845	0.857	0.869	0.881
0.80	0.894	0.906	0.918	0.930	0.943	0.955	0.968	0.980	0.993	1.005
0.90	1.018	1.031	1.043	1.056	1.069	1.081	1.094	1.107	1.120	1.133
1.00	1.146	1.159	1.172	1.185	1.198	1.211	1.225	1.238	1.251	1.265
1.10	1.278	1.291	1.305	1.318	1.332	1.346	1.359	1.373	1.387	1.401
1.20	1.414	1.428	1.442	1.456	1.470	1.485	1.499	1.513	1.527	1.541
1.30	1.556	1.570	1.585	1.599	1.614	1.629	1.643	1.658	1.673	1.688
1.40	1.703	1.718	1.733	1.748	1.763	1.778	1.794	1.809	1.824	1.840
1.50	1.856	1.871	1.887	1.903	1.919	1.935	1.951	1.967	1.983	1.999
1.60	2.015	2.032	2.048	2.065	2.082	2.098	2.115	2.132	2.149	2.166
1.70	2.183	2.201	2.218	2.235	2.253	2.271	2.288	2.306	2.324	2.342
1.80	2.361	2.379	2.397	2.416	2.434	2.453	2.472	2.491	2.510	2.529
1.90	2.549	2.568	2.588	2.608	2.628	2.648	2.668	2.688	2.709	2.730

表 B.24  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=23$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.293	0.299	0.312	0.323	0.329	0.331
0.31	0.308	0.313	0.324	0.332	0.338	0.340
0.32	0.322	0.327	0.336	0.342	0.348	0.350
0.33	0.336	0.340	0.346	0.353	0.358	0.359
0.34	0.350	0.353	0.357	0.363	0.367	0.369
0.35	0.363	0.365	0.369	0.374	0.377	0.379
0.36	0.376	0.376	0.380	0.384	0.388	0.389
0.37	0.387	0.388	0.391	0.395	0.398	0.399
0.38	0.398	0.400	0.403	0.406	0.408	0.409
0.39	0.410	0.411	0.414	0.417	0.419	0.420
0.40	0.422	0.423	0.425	0.428	0.429	0.430
0.41	0.433	0.434	0.436	0.439	0.440	0.441
0.42	0.445	0.446	0.447	0.449	0.451	0.451
0.43	0.457	0.457	0.458	0.460	0.462	0.462

表 B. 24(续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.44	0.468	0.469	0.470	0.471	0.472	0.473
0.45	0.480	0.480	0.481	0.482	0.483	0.484
0.46	0.491	0.492	0.492	0.493	0.494	0.494
0.47	0.503	0.503	0.504	0.505	0.505	0.505
0.48	0.514	0.514	0.515	0.516	0.516	0.516
0.49	0.526	0.526	0.526	0.527	0.527	0.527

表 B. 25  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=23$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.537	0.548	0.560	0.571	0.583	0.594	0.606	0.617	0.629	0.640
0.60	0.652	0.663	0.675	0.687	0.698	0.710	0.722	0.733	0.745	0.757
0.70	0.769	0.781	0.792	0.804	0.816	0.828	0.840	0.852	0.864	0.876
0.80	0.889	0.901	0.913	0.925	0.937	0.950	0.962	0.974	0.987	0.999
0.90	1.012	1.024	1.036	1.049	1.062	1.074	1.087	1.100	1.112	1.125
1.00	1.138	1.151	1.164	1.176	1.189	1.202	1.215	1.228	1.241	1.255
1.10	1.268	1.281	1.294	1.308	1.321	1.334	1.348	1.361	1.375	1.388
1.20	1.402	1.415	1.429	1.443	1.457	1.470	1.484	1.498	1.512	1.526
1.30	1.540	1.554	1.568	1.583	1.597	1.611	1.625	1.640	1.654	1.669
1.40	1.683	1.698	1.713	1.727	1.742	1.757	1.772	1.787	1.802	1.817
1.50	1.832	1.847	1.862	1.878	1.893	1.909	1.924	1.940	1.955	1.971
1.60	1.987	2.003	2.019	2.034	2.051	2.067	2.083	2.099	2.115	2.132
1.70	2.148	2.165	2.182	2.198	2.215	2.232	2.249	2.266	2.283	2.301
1.80	2.318	2.335	2.353	2.370	2.388	2.406	2.424	2.442	2.460	2.478
1.90	2.497	2.515	2.533	2.552	2.571	2.590	2.609	2.628	2.647	2.667

表 B. 26  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=24$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.292	0.298	0.311	0.322	0.328	0.331
0.31	0.307	0.312	0.323	0.331	0.338	0.340
0.32	0.322	0.326	0.325	0.342	0.347	0.349
0.33	0.335	0.339	0.346	0.352	0.357	0.359
0.34	0.349	0.352	0.356	0.362	0.367	0.368

表 B. 26 (续)

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.35	0.362	0.364	0.368	0.373	0.377	0.378
0.36	0.375	0.375	0.379	0.383	0.387	0.388
0.37	0.386	0.387	0.390	0.394	0.397	0.398
0.38	0.397	0.399	0.402	0.405	0.407	0.408
0.39	0.409	0.410	0.413	0.416	0.418	0.418
0.40	0.421	0.421	0.424	0.427	0.428	0.429
0.41	0.432	0.433	0.435	0.438	0.439	0.439
0.42	0.444	0.444	0.446	0.448	0.450	0.450
0.43	0.455	0.456	0.457	0.459	0.461	0.461
0.44	0.467	0.467	0.468	0.470	0.471	0.472
0.45	0.478	0.479	0.480	0.481	0.482	0.482
0.46	0.490	0.490	0.491	0.492	0.493	0.493
0.47	0.501	0.501	0.502	0.503	0.503	0.504
0.48	0.512	0.513	0.513	0.514	0.514	0.515
0.49	0.524	0.524	0.525	0.525	0.525	0.526

表 B. 27  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=24$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.535	0.547	0.558	0.570	0.581	0.592	0.603	0.615	0.626	0.638
0.60	0.649	0.661	0.672	0.684	0.695	0.707	0.719	0.730	0.742	0.754
0.70	0.765	0.777	0.789	0.801	0.813	0.824	0.836	0.848	0.860	0.872
0.80	0.884	0.896	0.908	0.920	0.932	0.945	0.957	0.969	0.981	0.993
0.90	1.006	1.018	1.030	1.043	1.055	1.068	1.080	1.093	1.105	1.118
1.00	1.131	1.143	1.156	1.169	1.181	1.194	1.207	1.220	1.233	1.246
1.10	1.259	1.272	1.285	1.298	1.311	1.324	1.337	1.351	1.364	1.377
1.20	1.391	1.404	1.417	1.431	1.444	1.458	1.472	1.485	1.499	1.513
1.30	1.526	1.540	1.554	1.568	1.582	1.596	1.610	1.624	1.638	1.652
1.40	1.667	1.681	1.695	1.710	1.724	1.738	1.753	1.768	1.782	1.797
1.50	1.812	1.826	1.841	1.856	1.871	1.886	1.901	1.916	1.931	1.947
1.60	1.962	1.977	1.993	2.008	2.024	2.039	2.055	2.071	2.087	2.102
1.70	2.118	2.134	2.150	2.167	2.183	2.199	2.215	2.232	2.248	2.265
1.80	2.282	2.298	2.315	2.332	2.349	2.366	2.383	2.400	2.418	2.435
1.90	2.453	2.470	2.488	2.506	2.524	2.541	2.560	2.578	2.596	2.614

表 B.28  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=25$ )

$M$	$b$					
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
0.30	0.291	0.297	0.310	0.322	0.328	0.330
0.31	0.306	0.311	0.322	0.331	0.337	0.339
0.32	0.321	0.325	0.334	0.341	0.346	0.348
0.33	0.334	0.338	0.345	0.351	0.356	0.358
0.34	0.348	0.351	0.355	0.361	0.366	0.367
0.35	0.361	0.363	0.367	0.372	0.376	0.377
0.36	0.374	0.374	0.378	0.382	0.386	0.387
0.37	0.385	0.386	0.389	0.393	0.396	0.397
0.38	0.396	0.398	0.401	0.404	0.406	0.407
0.39	0.408	0.409	0.412	0.415	0.417	0.417
0.40	0.419	0.420	0.423	0.425	0.427	0.428
0.41	0.431	0.432	0.434	0.436	0.438	0.438
0.42	0.443	0.443	0.445	0.447	0.448	0.449
0.43	0.454	0.455	0.456	0.457	0.459	0.460
0.44	0.465	0.466	0.467	0.468	0.470	0.470
0.45	0.477	0.477	0.478	0.479	0.480	0.481
0.46	0.488	0.489	0.489	0.490	0.491	0.491
0.47	0.500	0.500	0.501	0.501	0.502	0.502
0.48	0.511	0.511	0.512	0.513	0.513	0.513
0.49	0.522	0.522	0.523	0.523	0.524	0.524

表 B.29  $\rho(M, b)$  表(逻辑斯谛分布) ( $n=25$ )

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.50	0.534	0.545	0.556	0.568	0.579	0.590	0.601	0.613	0.624	0.636
0.60	0.647	0.658	0.670	0.681	0.693	0.704	0.716	0.727	0.739	0.751
0.70	0.762	0.774	0.786	0.797	0.809	0.821	0.833	0.845	0.856	0.868
0.80	0.880	0.892	0.904	0.916	0.928	0.940	0.952	0.964	0.976	0.988
0.90	1.001	1.013	1.025	1.037	1.050	1.062	1.074	1.087	1.099	1.112
1.00	1.124	1.137	1.149	1.162	1.174	1.187	1.200	1.212	1.225	1.238
1.10	1.251	1.263	1.276	1.289	1.302	1.315	1.328	1.341	1.354	1.367
1.20	1.380	1.394	1.407	1.420	1.433	1.447	1.460	1.474	1.487	1.501

表 B. 29 (续)

$M$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1.30	1.514	1.528	1.541	1.555	1.569	1.582	1.596	1.610	1.624	1.638
1.40	1.652	1.666	1.680	1.694	1.708	1.722	1.736	1.750	1.765	1.779
1.50	1.794	1.808	1.823	1.837	1.852	1.866	1.881	1.896	1.911	1.925
1.60	1.940	1.955	1.970	1.985	2.000	2.016	2.031	2.046	2.062	2.077
1.70	2.092	2.108	2.124	2.139	2.155	2.171	2.186	2.202	2.218	2.234
1.80	2.250	2.267	2.283	2.299	2.316	2.332	2.348	2.365	2.382	2.398
1.90	2.415	2.432	2.449	2.466	2.483	2.500	2.518	2.535	2.553	2.570

表 B. 30  $G(\rho, b)$  表(逻辑斯谛分布)

$\rho$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.20	1.930	1.975	1.970	1.963	1.957	1.949	1.942	1.934	1.925	1.917
	2.769	2.645	2.549	2.450	2.373	2.306	2.248	2.197	2.152	2.112
0.30	1.908	1.899	1.890	1.881	1.873	1.864	1.855	1.846	1.838	1.829
	2.076	2.044	2.015	1.989	1.966	1.944	1.924	1.906	1.890	1.874
0.40	1.821	1.813	1.805	1.798	1.790	1.783	1.776	1.769	1.763	1.756
	1.850	1.847	1.834	1.823	1.812	1.802	1.792	1.783	1.775	1.767
0.50	1.750	1.744	1.738	1.732	1.727	1.721	1.715	1.711	1.706	1.701
	1.759	1.752	1.745	1.738	1.732	1.726	1.720	1.714	1.709	1.704
0.60	1.697	1.692	1.688	1.684	1.679	1.675	1.672	1.668	1.664	1.661
	1.699	1.694	1.689	1.685	1.681	1.676	1.672	1.665	1.665	1.661
0.70	1.657	1.654	1.651	1.647	1.644	1.641	1.638	1.635	1.633	1.630
	1.658	1.654	1.651	1.648	1.645	1.641	1.638	1.636	1.633	1.630
0.80	1.627	1.625	1.622	1.620	1.617	1.615	1.613	1.610	1.608	1.606
0.90	1.604	1.602	1.600	1.598	1.596	1.594	1.592	1.590	1.589	1.587
1.00	1.585	1.584	1.582	1.580	1.579	1.577	1.576	1.574	1.573	1.571
1.10	1.570	1.569	1.567	1.566	1.565	1.563	1.562	1.561	1.560	1.558

注:  $b=0.0, 0.1, 0.2$ , 取上行值;  $b=0.3, 0.4, 0.5$ , 取下行值。

表 B. 31  $G(\rho, b)$  表(逻辑斯谛分布)

$\rho$	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
1.00	—	—	1.557	1.546	1.537	1.529	1.522	1.516	1.510	1.505
2.00	1.501	1.497	1.493	1.490	1.486	1.484	1.481	1.479	1.476	1.474
3.00	1.472	1.470	1.469	1.467	1.465	1.464	1.463	1.461	1.460	1.459

表 B.32  $H(\rho, b)$  表(逻辑斯谛分布)

$\rho$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.20	2.453	2.290	2.158	2.048	1.956	1.880	1.815	1.761	1.741	1.675
	1.105	1.107	1.112	1.120	1.129	1.140	1.153	1.166	1.180	1.194
0.30	1.641	1.612	1.587	1.567	1.549	1.534	1.521	1.511	1.502	1.495
	1.208	1.223	1.237	1.251	1.265	1.279	1.292	1.305	1.317	1.329
0.40	1.490	1.485	1.482	1.480	1.479	1.478	1.479	1.479	1.481	1.483
	1.341	1.352	1.363	1.374	1.384	1.393	1.403	1.412	1.421	1.429
0.50	1.485	1.488	1.491	1.494	1.498	1.502	1.506	1.510	1.515	1.519
	1.437	1.445	1.453	1.461	1.468	1.475	1.483	1.490	1.496	1.503
0.60	1.524	1.529	1.534	1.539	1.544	1.550	1.555	1.560	1.566	1.571
	1.510	1.516	1.523	1.529	1.536	1.542	1.548	1.554	1.560	1.567
0.70	1.577	1.582	1.588	1.593	1.599	1.605	1.610	1.616	1.622	1.627
	1.537	1.579	1.585	1.591	1.597	1.603	1.608	1.614	1.620	1.626
0.80	1.633	1.639	1.644	1.650	1.656	1.661	1.667	1.673	1.678	1.684
	1.632	1.638	1.643	1.649	1.655	1.661	1.666	1.672	1.678	1.683
0.90	1.689	1.659	1.701	1.706	1.712	1.717	1.723	1.729	1.734	1.740
	1.689	1.695	1.700	1.706	1.712	1.717	1.723	1.728	1.734	1.740
1.00	1.745	1.751	1.756	1.762	1.767	1.773	1.778	1.784	1.789	1.794
1.10	1.800	1.805	1.811	1.816	1.821	1.827	1.832	1.837	1.843	1.848

注:  $b=0.0, 0.1, 0.2$ , 取上行值;  $b=0.3, 0.4, 0.5$ , 取下行值。

表 B.33  $H(\rho, b)$  表(逻辑斯谛分布)

$\rho$	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90
1.00	—	—	1.853	1.905	1.956	2.006	2.055	2.102	2.149	2.195
2.00	2.239	2.283	2.326	2.369	2.411	2.452	2.492	2.532	2.571	2.609
3.00	2.647	2.685	2.722	2.758	2.794	2.829	2.862	2.899	2.934	2.967

附录 C  
(规范性附录)  
分位数表

C.1 正态分布分(1- $\alpha$ /2)位数

正态分布(1- $\alpha$ /2)分位数见表 C.1。

表 C.1 正态分布(1- $\alpha$ /2)分位数表

$\alpha$	0.05	0.1
$U_{1-\alpha/2}$	1.9600	1.6449

C.2  $t$ 分布分位数表

$t$ 分布分位数见表 C.2。

表 C.2  $t$ 分布分位数表

$\gamma$	$n-1$					
	14	15	16	17	18	19
0.90	1.7613	1.7531	1.7459	1.7396	1.7341	1.7291
0.95	2.1448	2.1315	2.1200	2.1098	2.1009	2.0930
$\gamma$	$n-1$					
	20	21	22	23	24	25
0.90	1.7247	1.7207	1.7171	1.7139	1.7109	1.7081
0.95	2.0860	2.0796	2.0739	2.0687	2.0639	2.0595

C.3 正态分布  $P_N$  分位数表

正态分布  $P_N$  分位数见表 C.3。

表 C.3 正态分布  $P_N$  分位数表

$P_N$	0.99	0.995	0.999	0.9995	0.9999
$U_{P_N}$	2.3263	2.5758	3.0902	3.2905	3.7190



附录 D  
(规范性附录)  
计数试验样本量

D.1 计数试验样本量  $n_{xH}$

计数试验样本量  $n_{xH}$  见表 D.1。

表 D.1 计数试验样本量  $n_{xH}$

R	$\gamma$	
	0.90	0.95
0.90	22	29
0.99	230	298
0.995	460	598
0.999	2303	2996
0.9995	4064	5990
0.9999	23026	29957

D.2 计数试验样本量  $n_{xL}$

计数试验样本量  $n_{xL}$  见表 D.2。

表 D.2 计数试验样本量  $n_{xL}$

R	$\gamma$	
	0.90	0.95
0.90	7	9
0.99	11	14
0.995	15	19
0.999	22	29
0.9995	45	59
0.9999	230	298

附录 E  
(规范性附录)  
纠偏系数

E.1 正态分布纠偏系数  $\varepsilon$

正态分布纠偏系数  $\varepsilon$  见表 E.1。

表 E.1 正态分布纠偏系数  $\varepsilon$

单组样本量	升降法试验刺激量个数 $s$			
	4	5	6	7
30	0.555	0.785	1.070	1.515
35	0.567	0.776	1.023	1.380
40	0.570	0.768	0.987	1.300
42	0.571	0.767	0.971	1.271
45	0.575	0.766	0.959	1.243
48	0.576	0.765	0.944	1.213
49	0.576	0.764	0.939	1.207
50	0.577	0.764	0.936	1.193

E.2 逻辑斯谛分布纠偏系数  $\delta$

逻辑斯谛分布纠偏系数  $\delta$  见表 E.2。

表 E.2 逻辑斯谛分布纠偏系数  $\delta$

单组样本量	升降法试验刺激量个数 $s$			
	4	5	6	7
30	0.597	0.838	1.179	1.663
35	0.599	0.818	1.115	1.529
40	0.599	0.807	1.052	1.414
42	0.599	0.796	1.043	1.368
45	0.599	0.791	1.037	1.331
48	0.600	0.805	1.003	1.304
49	0.600	0.805	0.999	1.304
50	0.600	0.802	0.990	1.293

附录 F  
(资料性附录)  
火工品可靠性评估应用示例

### F.1 产品概述

某电雷管为灼热桥丝式电火工品，发火条件为 700mA，可靠性指标为置信水平  $\gamma=0.95$ ，可靠度  $R=0.999$ 。

### F.2 计量试验

#### F.2.1 试验准备

发火概率随刺激量增大而升高，不需要进行刺激量变换。感度分布选择逻辑斯谛分布。

#### F.2.2 三组升降法试验

##### F.2.2.1 确定样本量

三组升降法试验的总样本量为 150，单组样本量为 50。

##### F.2.2.2 确定初始刺激量和步长

根据升降法试验历史数据，确定初始刺激量为 340mA，步长为 20mA。

##### F.2.2.3 试验

试验结果见表 F.1。

表 F.1 某电雷管三组升降法试验数据

$i$	刺激量 /mA	第 1 组		第 2 组		第 3 组	
		发火数	不发火数	发火数	不发火数	发火数	不发火数
-2	300	0	1	0	1	0	1
-1	320	1	7	1	10	1	8
0	340	7	12	10	9	8	11
1	360	12	4	9	4	11	4
2	380	4	1	4	1	4	1
3	400	1	0	1	0	1	0

#### F.2.3 第一组试验参数估计

##### F.2.3.1 试验数据统计分析见表 F.2。

表 F.2 第一组试验数据统计分析表

$x_i$	$i$	$i^2$	$v_i$	$m_i$	$iv_i'$	$i^2v_i'$
300	-2	4	0	1	0	0
320	-1	1	1	7	-1	1
340	0	0	7	12	0	0
360	1	1	12	4	12	12
380	2	4	4	1	8	16
400	3	9	1	0	3	9

表 F.2(续)

$x_i$	$i$	$i^2$	$v_i$	$m_i$	$iv'_i$	$i^2v'_i$
$\Sigma$			25	25	22	38
			$n$		$A$	$B$
取 $v'_i = v_i$						

## F.2.3.2 第一组试验数据有效性判定

F.2.3.2.1 确定  $v'_i$ 

$$\sum_i v_i = 25, \quad \sum_i m_i = 25, \quad \sum_i v_i \leq \sum_i m_i, \quad \text{则 } v'_i = v_i.$$

F.2.3.2.2 确定  $n$ 

$$n = \sum_i v'_i = 25, \quad \text{记为 } n_1 = 25.$$

F.2.3.2.3 计算  $A$ 

$$A = \sum_i iv'_i = 22.$$

F.2.3.2.4 计算  $B$ 

$$B = \sum_i i^2v'_i = 38.$$

F.2.3.2.5 计算  $M$ 

$$M = \frac{nB - A^2}{n^2} = \frac{25 \times 38 - 22^2}{25^2} = 0.746.$$

## F.2.3.2.6 数据有效性判定

由表 F.1 查得, 本组升降法试验刺激量个数  $s$  为 6, 且  $M=0.746 > 0.3$ , 判定数据有效。

F.2.3.3 确定计算因子  $b, \rho, G, H$ F.2.3.3.1 计算  $b$ 

$|A/n - 0.5| = |22/25 - 0.5| = 0.38$ , 对计算值 0.38 四舍五入到一位小数, 即  $b' = 0.4$ , 则  $b = 0.4$ 。

F.2.3.3.2 计算  $\rho$ 

由  $M=0.746, b=0.4, n=25$ , 查附录 B 的表 B.29, 得  $\rho(M, b) = 0.821$ 。

F.2.3.3.3 确定  $G$  和  $H$ 

由  $\rho=0.821, b=0.4$ , 查附录 B 的表 B.30, 得  $G(\rho, b) = 1.622$ ; 查附录 B 的表 B.32, 得  $H(\rho, b) = 1.643$ 。

## F.2.3.4 参数估计

F.2.3.4.1 计算  $\hat{\mu}$ 

$v'_i = v_i$ , 则  $\hat{\mu} = x_0 + (A/n - 0.5)d = 340 + (22/25 - 0.5) \times 20 = 347.60$ , 记为  $\hat{\mu}_1 = 347.60$ 。

F.2.3.4.2 计算  $\hat{\lambda}$ 

$\hat{\lambda} = \rho d = 0.821 \times 20 = 16.42$ , 记为  $\hat{\lambda}_1 = 16.42$ 。

F.2.3.4.3 计算  $\sigma_{\hat{\mu}}$ 

$$\sigma_{\hat{\mu}} = \frac{G}{\sqrt{n}} \hat{\lambda} = \frac{1.622}{\sqrt{25}} \times 16.42 = 5.327, \quad \text{记为 } \sigma_{\hat{\mu}_1} = 5.327.$$

F.2.3.4.4 计算  $\sigma_{\hat{\lambda}}$ 

$$\sigma_{\hat{\lambda}} = \frac{H}{\sqrt{n}} \hat{\lambda} = \frac{1.643}{\sqrt{25}} \times 16.42 = 5.396, \quad \text{记为 } \sigma_{\hat{\lambda}_1} = 5.396.$$

## F.2.4 第二组和第三组试验参数估计

F.2.4.1 数据有效性判定

F.2.4.1.1 第二组和第三组试验数据有效性判定分别按 F.2.3.2 的规定进行, 计算得  $M$ 。

F.2.4.1.2 第二组试验数据刺激量个数  $s$  为 6,  $M=0.822>0.3$ , 数据有效。

F.2.4.1.3 第三组试验数据刺激量个数  $s$  为 6,  $M=0.774>0.3$ , 数据有效。

F.2.4.2 参数估计

F.2.4.2.1 第二组和第三组试验参数估计分别按 F.2.3.3 和 F.2.3.4 的规定进行, 计算得  $\hat{\mu}, \hat{\lambda}, \sigma_{\hat{\mu}}, \sigma_{\hat{\lambda}}$ 。

三组升降法试验参数估计值见表 F.3。

表 F.3 三组升降法试验参数估计值

组号	$\hat{\mu}$	$\hat{\lambda}$	$\sigma_{\hat{\mu}}$	$\sigma_{\hat{\lambda}}$
第一组	347.60	16.42	5.327	5.396
第二组	345.20	18.08	5.800	6.107
第三组	346.80	16.90	5.459	5.614

F.3 适用性判定

F.3.1 刻度参数一致性检验

F.3.1.1 给定  $\alpha=0.1$ , 查表 C.1 得  $U_{0.95}=1.6449$ 。

F.3.1.2  $\hat{\lambda}_1=16.42, \sigma_{\hat{\lambda}_1}=5.396; \hat{\lambda}_2=18.08, \sigma_{\hat{\lambda}_2}=6.107; \hat{\lambda}_3=16.90, \sigma_{\hat{\lambda}_3}=5.614$ 。则,

$$|\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_2| = 1.660, U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_1}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_2}^2)^{1/2} = 13.406, \text{ 得 } |\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_2| < U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_1}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_2}^2)^{1/2};$$

$$|\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_3| = 0.48, U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_1}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_3}^2)^{1/2} = 12.808, \text{ 得 } |\hat{\lambda}_1 - \hat{\lambda}_3| < U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_1}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_3}^2)^{1/2};$$

$$|\hat{\lambda}_2 - \hat{\lambda}_3| = 1.18, U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_2}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_3}^2)^{1/2} = 13.645, \text{ 得 } |\hat{\lambda}_2 - \hat{\lambda}_3| < U_{1-\frac{\alpha}{2}}(\sigma_{\hat{\lambda}_2}^2 + \sigma_{\hat{\lambda}_3}^2)^{1/2}, \text{ 两两均满足检验式, 可判}$$

定刻度参数通过一致性检验, 进行裕度系数的计算。

F.3.2 裕度判定

F.3.2.1 确定最小全发火刺激量  $x_{AF\gamma}$

F.3.2.1.1 确定  $t_{\gamma}(n-1)$

由  $n=25, \gamma=0.95$ , 查表 C.2 得  $t$  分布的  $\gamma$  双侧分位数  $t_{0.975}(24)=2.0639$ 。

F.3.2.1.2 确定  $U_{P_L}$

$$R=0.999, \text{ 则 } U_{P_L} = U_{0.999} = \ln \frac{0.999}{1-0.999} = 6.907。$$

F.3.2.1.3 计算  $x_{AF\gamma 1}$

$$\begin{aligned} x_{AF\gamma 1} &= \hat{\mu}_1 + U_{P_L} \hat{\lambda}_1 + t_{\gamma}(n-1) \sqrt{\sigma_{\hat{\mu}_1}^2 + U_{P_L}^2 \sigma_{\hat{\lambda}_1}^2} \\ &= 347.60 + 6.907 \times 16.42 + 2.064 \times \sqrt{5.327^2 + 6.907^2 \times 5.396^2} \\ &= 538.72 \end{aligned}$$

F.3.2.1.4 计算  $x_{AF\gamma 2}$

$$\begin{aligned} x_{AF\gamma 2} &= \hat{\mu}_2 + U_{P_L} \hat{\lambda}_2 + t_{\gamma}(n-1) \sqrt{\sigma_{\hat{\mu}_2}^2 + U_{P_L}^2 \sigma_{\hat{\lambda}_2}^2} \\ &= 345.20 + 6.907 \times 18.08 + 2.064 \times \sqrt{5.800^2 + 6.907^2 \times 6.107^2} \\ &= 557.96 \end{aligned}$$

F.3.2.1.5 计算  $x_{AF\gamma 3}$

$$\begin{aligned}
 x_{AF,3} &= \hat{\mu}_3 + U_{PL} \hat{\lambda}_3 + t_\gamma(n-1) \sqrt{\sigma_{\hat{\mu}_3}^2 + U_{PL}^2 \sigma_{\hat{\lambda}_3}^2} \\
 &= 346.80 + 6.907 \times 16.90 + 2.064 \times \sqrt{5.459^2 + 6.907^2 \times 5.614^2} \\
 &= 544.35
 \end{aligned}$$

#### F. 3.2.1.6 计算 $x_{AF}$

$$x_{AF} = \frac{x_{AF,1} + x_{AF,2} + x_{AF,3}}{3} = \frac{538.72 + 557.96 + 544.35}{3} = 547.01$$

#### F. 3.2.2 裕度系数计算

$$x_H = 700, x_{AF} = 547.01, \text{ 则 } M_d = \frac{x_H}{x_{AF}} = \frac{700}{547.01} = 1.28$$

#### F. 3.2.3 判定

$M = 1.28 > 1$ , 判定本方法适用, 进行计数试验。

### F. 4 计数试验

#### F. 4.1 确定计数试验样本量 $n_{x_H}$ 和 $n_{x_L}$

$\gamma = 0.95, R = 0.999$ , 从表 D.1 中查得  $n_{x_H} = 2996$ , 从表 D.2 中查得  $n_{x_L} = 29$ 。

#### F. 4.2 计算 $\bar{\mu}$ 和 $\bar{\lambda}^*$

#### F. 4.2.1

$$\hat{\mu}_1 = 347.60, \hat{\mu}_2 = 345.20, \hat{\mu}_3 = 346.80, \text{ 则 } \bar{\mu} = \frac{347.60 + 345.20 + 346.80}{3} = 346.53。$$

#### F. 4.2.2

根据各组样本量和试验刺激量个数, 查表 E.2 得  $\delta_1 = 0.990, \delta_2 = 0.990, \delta_3 = 0.990$ 。  
 $\hat{\lambda}_1 = 16.42, \hat{\lambda}_2 = 18.08, \hat{\lambda}_3 = 16.90$ 。按  $\hat{\lambda}_j^* = \hat{\lambda}_j / \delta_j$  计算  $\hat{\lambda}_j^*$ , 得  $\hat{\lambda}_1^* = 16.59, \hat{\lambda}_2^* = 18.26, \hat{\lambda}_3^* = 17.07$ 。

#### F. 4.2.3

$$\bar{\lambda}^* = \frac{\hat{\lambda}_1^* + \hat{\lambda}_2^* + \hat{\lambda}_3^*}{3} = \frac{16.59 + 18.26 + 17.07}{3} = 17.31。$$

#### F. 4.3 确定低刺激量 $x_L$

##### F. 4.3.1 计算 $\hat{R}_{x_H}$

由  $x_H = 700, \bar{\mu} = 346.53$  和  $\bar{\lambda}^* = 17.31$ , 按公式 (20) 计算得,  $\hat{R}_{x_H} = \frac{1}{1 + e^{-\frac{x_H - \bar{\mu}}{\bar{\lambda}^*}}} = 0.999999$ 。

注:  $\hat{R}_{x_H}$  的值只取前六位小数, 将六位后的数舍去。

##### F. 4.3.2 计算 $\hat{R}_{x_L}$

由  $\hat{R}_{x_H} = 0.999999, n_{x_H} = 2996$  和  $n_{x_L} = 29$ , 按公式 (21) 计算得,  $\hat{R}_{x_L} = e^{\frac{n_{x_H} \ln \hat{R}_{x_H}}{n_{x_L}}} = 0.999896$ 。

注:  $\hat{R}_{x_L}$  的值只取前六位小数, 将六位后的数舍去。

##### F. 4.3.3 计算低刺激量 $x_L$

由  $\hat{R}_{x_L} = 0.999896, \bar{\mu} = 346.53$  和  $\bar{\lambda}^* = 17.31$ , 按公式 (23) 计算得,  $x_L = \bar{\mu} + \bar{\lambda}^* \ln \frac{\hat{R}_{x_L}}{1 - \hat{R}_{x_L}} = 505$ 。

#### F. 4.4 评估试验

随机抽取  $n_{x_L} = 29$  发电雷管, 在刺激量  $x_L = 505\text{mA}$  处进行发火试验, 产品全部发火。

### F. 5 评估结论

#### F. 5.1 结果判定

产品计数试验全部发火, 则判定该电雷管达到可靠性指标。

F, 5.2 结论表述

按 GJB  $\times\times\times\times-\times\times\times\times$ 规定的方法评估, 某电雷管计数试验全部发火, 达到规定的可靠性指标  $\gamma = \underline{0.95}$ ,  $R = \underline{0.999}$ ; 产品发火可靠度裕度系数  $M_d$  为  $\underline{1.28}$ 。

---

中华人民共和国  
国家军用标准  
火工品可靠性计量—计数综合评估方法  
GJB 6478-2008

国防科工委军标出版发行部出版  
(北京东外京顺路7号)

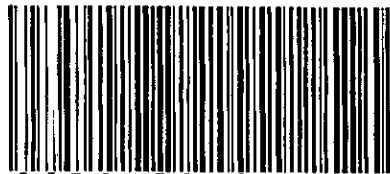
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷

国防科工委军标出版发行部发行

版权专有 不得翻印

开本 880×1230 1/16 印张 2 $\frac{1}{4}$  字数 84 千字  
2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷  
印数 1-1000

军标出字第 7152 号 定价 28.00 元



G J B 6 4 7 8 - 2 0 0 8 K