



中华人民共和国国家标准

GB/T 15214—2008
代替 GB/T 15214—1994

超声诊断设备可靠性试验 要求和方法

Requirements and methods of reliability test for
ultrasonic diagnostic equipment

2008-11-03 发布

2009-10-01 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

前 言

本标准代替 GB/T 15214—1994《医用 B 型超声诊断设备可靠性试验要求和方法》。

本标准与 GB/T 15214—1994 相比主要变化如下：

- 由于本标准适用于所有超声诊断设备，故去掉了标准名称中的“医用 B 型”；
- 补充了一些说明性的文字；
- 增加了 2 个规范性引用文件（GJB 899 和 GB/T 3358）；
- 根据 GB/T 3187 和 GB/T 3358，规范了部分名词术语：判决风险、使用方风险和生产方风险，并增加了英文术语，增加了一个名词术语：实验室可靠性试验；
- 补充了 $\alpha=\beta=30\%$ 的试验方案；
- 修改补充了“4.3 试验方案的选择”；
- 补充了相关的表格：定时截尾试验方案 5：9 和截尾序贯试验方案 4：9；
- 补充了置信水平 $C=40\%$ 时的置信限因子；
- 更正了相关表格中的一些数字错误；
- 将相关表格中的小数点后的有效位统一为 4 位。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 是资料性附录。

本标准由国家食品药品监督管理局提出。

本标准由全国医用电器标准化技术委员会（SAC/TC 10）医用超声设备标准化分技术委员会（SAC/TC 10/SC 2）归口。

本标准由国家武汉医用超声仪器质量监督检测中心起草。

本标准主要起草人：蒋时霖。

本标准所代替标准的历次发布版本为：

- GB/T 15214—1994。

超声诊断设备可靠性试验 要求和方法

1 范围

本标准规定了超声诊断设备可靠性试验的基本要求和试验方法,并提供了可靠性试验的统计试验方案和参数估计的方法。

本标准适用于失效规律服从指数分布的超声诊断设备的可靠性试验。

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 3187 可靠性、维修性术语

GB/T 3358.2 统计学术语 第二部分 统计质量控制术语

GB/T 5080.1 设备可靠性试验 总要求(GB/T 5080.1—1986, idt IEC 60605-1, 1978)

GB/T 5080.4 设备可靠性试验 可靠性测定试验的点估计和区间估计方法(指数分布)

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案(GB/T 5850.7—1986, idt IEC 60605-7, 1978)

GJB 899—1990 可靠性鉴定和验收试验

3 术语和定义

GB/T 3187 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

平均无故障时间(MTBF) mean time between failure

无故障工作时间的平均值。

3.1.1

MTBF 假设值的下限值(m_1) lower fictitious value of (MTBF) (m_1)

m_1 是不可接受的 MTBF 值,设备的 MTBF 真值接近 m_1 时,本标准推荐的试验方案将以高概率拒收。

3.1.2

MTBF 假设值的上限值(m_2) upper fictitious value of (MTBF) (m_2)

m_2 是可接受的 MTBF 的值,设备的 MTBF 真值接近 m_2 时,本标准推荐的试验方案将以高概率接收。

3.1.3

MTBF 的预计值(m_p) predicted MTBF(m_p)

m_p 是按照设备的设计、工艺及使用环境,用可靠性预计方法确定的 MTBF 值。

3.1.4

MTBF 的点估计值(\hat{m}) point estimation of MTBF(\hat{m})

设备的总累积相关试验时间除以总相关失效数。累积相关试验时间的计算参见 GB/T 5080.4。

3.2

判决风险 decision risk

由使用方风险(β)、生产方风险(α)和鉴别比(D_m)组成。

3.2.1

使用方风险(β) consumer's risk (β)

β 是 MTBF 的真值等于 m_1 时,设备被接收的概率。

3.2.2

生产方风险(α) producer's risk (α)

α 是 MTBF 的真值等于 m_0 时,设备被拒收的概率。

3.3

鉴别比(D_m) discrimination ratio (D_m)

D_m 是标准试验方案的参数之一,它是 m_0 与 m_1 的比值。

$$D_m = m_0 / m_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

3.4

相关试验时间 relevant test duration

相关试验时间是指与受试设备相关失效数有关的用来验证可靠性要求或用来计算可靠性特征值的时间,该时间不包括受试设备的预热时间、维修时间和停机时间。相关试验时间包括预定的接通时间和断开时间。

4 可靠性试验和试验方案

4.1 可靠性试验类型

4.1.1 可靠性测定试验

测定受试设备的可靠性特征值的试验。

4.1.2 可靠性验证试验

验证受试设备的可靠性特征值是否符合其规定的可靠性要求的试验。

4.1.3 实验室可靠性试验

在规定的受控制的工作及环境条件下进行的可靠性验证试验或可靠性测定试验。其工作及环境条件既可以模拟也可以不模拟现场条件。

4.1.4 现场可靠性试验

在现场使用条件下进行的可靠性验证试验或可靠性测定试验。

现场试验可以提供更现实的试验结果,而只需较少的试验设施和试验费用,设备在现场试验中承受实际使用的应力,然而现场试验不可能在严格受控的条件下进行,现场试验的再现性不如实验室试验好。是否采用现场可靠性试验作为可靠性试验或作为它的补充性试验,以及试验条件,试验要求等,由生产方、使用方和第三方共同商定。

进行现场可靠性试验时,现场的工作环境、维修及测量条件需加以记录。

4.2 试验方案

4.2.1 定时截尾试验方案

本标准推荐的定时截尾试验方案见表 1,采用 GB/T 5080.7 中的试验方案 5:3、5:6 或 5:9。试验规定的判定准则是:相关试验时间应累积到超过预定的截尾时间(接收),或出现预定的截尾失效数(拒收)。

表 1 定时截尾试验方案

方案 编号	方案的特征			截尾时间 (m_0 的倍数)	截尾失效数	实际风险/%	
	标称值/%		D_n			$m=m_0$	$m=m_1$
	α	β				α'	β'
5:3	10	10	3	3.1	6	9.4	9.9
5:6	20	20	2	3.9	6	20.0	21.0
5:9	30	30	2	1.84	3	28.0	28.5

4.2.2 截尾序贯试验方案

本标准推荐的截尾序贯试验方案见表 2, 采用 GB/T 5080.7 中的试验方案 4:3、4:6 和 4:9, 试验方案规定的判定准则见表 3、表 4 和表 5。

表 2 截尾序贯试验方案

方案 编号	方案的特征			$m=m_0$ 时作出判定的 期望时间 (m_0 的倍数)	最大累积相关 试验时间 (m_0 的倍数)	实际风险/%	
	标称值/%		D_n			$m=m_0$	$m=m_1$
	α	β				α'	β'
4:3	10	10	3	2.0	3.45	11.1	10.9
4:5	20	20	2	2.4	4.87	22.3	22.5
4:9	30	30	2	1.3	2.25	29.3	29.9

注: 试验方案 4:3、4:6 和 4:9 的拒收、接收判决表见表 3、表 4 和表 5。

表 3 试验方案 4:3 拒收、接收判决表

相关失效数	累积相关试验时间(m_0 的倍数)	
	拒 收 (等于或小于)	接 收 (等于或大于)
0	—	1.25
1	—	1.80
2	0.19	2.35
3	0.74	2.90
4	1.29	3.45
5	1.84	3.45
6	2.39	3.45

注: 相关失效数大于等于 7, 一律拒收。

表 4 试验方案 4:6 拒收、接收判决表

相关失效数	累积相关试验时间(m_0 的倍数)	
	拒 收 (等于或小于)	接 收 (等于或大于)
0	—	1.40
1	—	2.09
2	0.35	2.79
3	1.04	3.48
4	1.73	4.17
5	2.43	4.87
6	3.12	4.87
7	3.81	4.87

注：相关失效数大于等于 8，一律拒收。

表 5 试验方案 4:9 拒收、接收判决表

相关失效数	累积相关试验时间(m_0 的倍数)	
	拒 收 (等于或小于)	接 收 (等于或大于)
0	—	0.86
1	—	1.55
2	—	2.25

注：相关失效数大于等于 3，一律拒收。

4.3 试验方案的选择

4.3.1 事先规定了试验时间和费用时，推荐使用定时截尾试验方案 5:3 和 5:6。

4.3.2 对新研制的产品推荐使用定时截尾试验方案 5:9。

4.3.3 事先不能确定总的试验时间，并且希望尽快作出接受或拒收的判定时，推荐使用截尾序贯试验方案。

4.3.4 允许试验采取本标准未推荐的其他试验方案，如其他的定时截尾试验方案、截尾序贯试验方案和全数试验方案。

4.3.5 鉴别比 D_0 与使用方风险 (β) 和生产方风险 (α) 一起构成试验方案的基本参数，鉴别比越大，试验作出判决就越快。必须慎重选择鉴别比，以防鉴别比过大而导致 m_0 相应过大，使试验方案难以实现。

4.3.6 为具体设备的可靠性验证试验选择统计试验方案时，应综合考虑下列因素：

- 设备的成熟程度及预期的寿命；
- 设备的进度要求以及可以做试验的时间；
- 试验设施的准备程度；
- 决策风险；
- 鉴别比对 MTBF 检验上限 m_0 的影响；
- 类似设备的 MTBF 预计值或验证值；
- 费用、时间的权衡。

5 试验要求

5.1 可靠性预计

可靠性鉴定试验前,应对设备进行可靠性预计,设备的平均无故障时间预计值 m_0 应等于或大于 m_1 ,以保证可靠性试验方案以高概率接收受试设备。

5.2 预处理

试验前不得对设备进行与交付使用的设备所不同的老练和其他预处理。

试验前允许对设备进行与现场一致的预防性维护处理。

5.3 试验样本的确定

5.3.1 试验样本应符合相关设备的产品标准,从采取同样老练预处理措施的、按正常验收程序验收合格的设备中随机抽取。

5.3.2 试验样本的大小由表 6 推荐。

5.4 试验时间

5.4.1 预计的试验时间在采用定时截尾试验方案时,为选定方案的截尾时间除以样本大小;采用序贯试验方案时,为选定方案的最大累积相关试验时间除以样本大小。

计算时, $m_0 = D_n \cdot m_1$ 。

表 6 样本大小推荐表

批量	样本大小	最大样本大小
1~3	全部	全部
4~16	3	9
17~52	5	15
53~96	8	19
97~200	13	23
>200	20	全数的 10%(不超过 50)

5.4.2 采用定时截尾试验方案时,当试验进行到截尾试验时间或截尾相关失效数时,试验即终止。

5.4.3 采用序贯试验方案时,如果在最大累积相关试验时间以内可以作出判决,试验即行终止。当试验到最大累积相关试验时间时,试验必须终止,并根据判决标准对试验作出判决。

5.5 试验准备

5.5.1 功能与性能的检查与测试

样本在可靠性试验前应按设备的产品标准要求进行检查和性能特性的检查和测试,检查结果应详细记录备查。可靠性试验前的检查中发现的失效不计入相关失效数,不影响设备可靠性试验合格与否的判决。

5.5.2 对试验设备、仪器和仪表的要求

试验期间,试验设备应能满足试验要求,所用测试仪器、仪表应符合规定的计量周期。

5.5.3 制定可靠性试验实施方案

试验前应制定可靠性试验方案,其内容包括:

- 可靠性试验的目的和要求;
- 受试设备型号、名称;
- 受试设备的技术状态和数量;
- 试验条件、环境以及加载周期;

- c) 设备的可靠性指标;
- D 可靠性试验方案的选定;
- g) 确定样本大小;
- h) 失效判据的规定;
- i) 试验设备及测试仪表的要求;
- j) 试验时间的安排及测试时间的规定;
- k) 各项偏离建议的详细理由;
- D 方案制定以及审核批准人员签署意见。

6 试验应力

6.1 试验应力

6.1.1 气候条件

环境温度: $+15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +35\text{ }^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $30\% \sim 75\%$;

大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

6.1.2 电应力

通常电源电压的变化范围为标称值的 $\pm 10\%$,每24 h内,1/3时间电压为标称值的 -10% ,1/3时间电压为标称值,1/3时间电压为标称值的 $+10\%$ 。如果设备规范或产品标准对电压允差另有规定时,应执行设备规范或产品标准的规定。

6.2 试验时序图

6.2.1 设备试验时按图1所示时序进行。

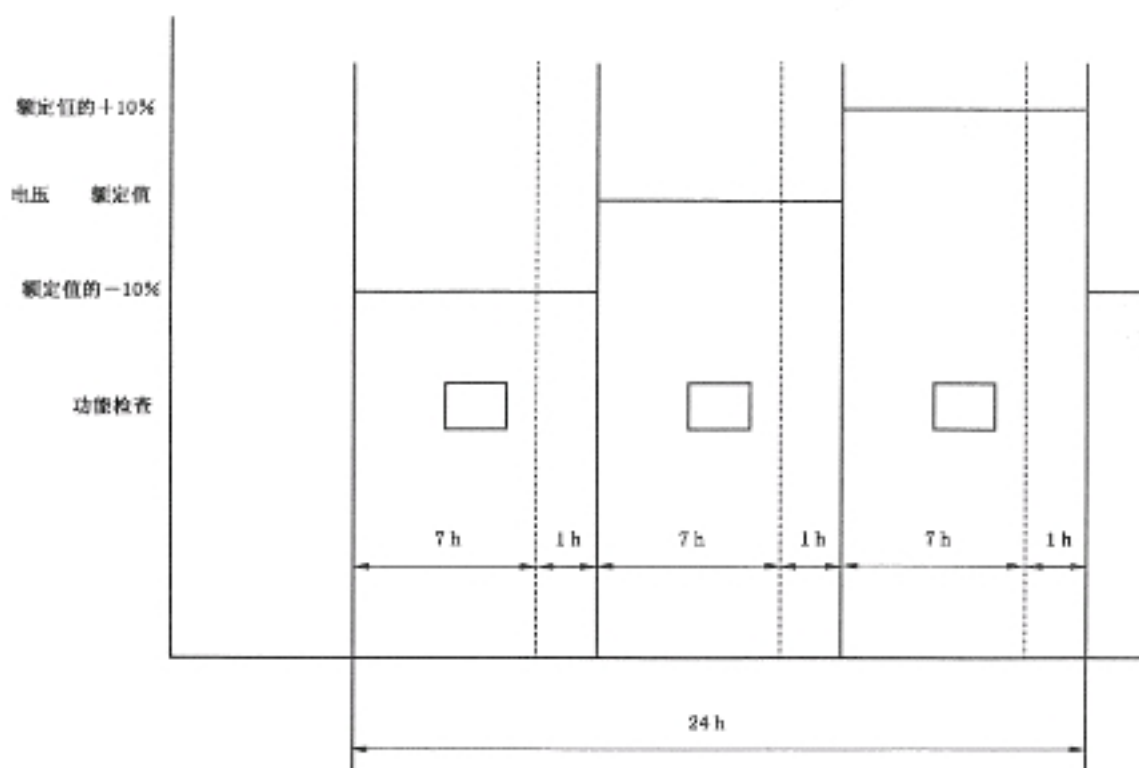


图1 试验时序图

6.2.2 试验中,通电 7 h,断电 1 h 为一个工作循环,在每个循环内,设备额定工作期间检查面板功能一次,设备额定工作时间不得小于 1 h。

6.2.3 试验中按设备的产品标准要求进行规定性能的测试,在每 1/3 预定试验时间内至少进行一次测试,序贯试验在截尾(接收)前必须进行一次性性能特性的测试。

6.2.4 每台样本的累积相关试验时间应不少于全体样本平均相关试验时间的一半。

6.2.5 每 24 h 试验周期内,对具有多探头的设备和具有多个频率的单个探头,原则上应交替进行试验。其工作时序由制造商,购买方和实验室协商制定。工作时序应记录在试验报告中。另外,对具有保护功能的设备,制造商应采取措施保证其工作时间符合 6.2.2 的规定。

7 失效分类和判据

7.1 观察到的每一设备失效均应记录,然后按相关失效和非相关失效分类。

7.1.1 相关失效

所有的相关失效均应加权计入设备的相关失效数中。

下列失效为相关失效:

- a) 设计缺陷引起失效;
- b) 工艺缺陷引起失效;
- c) 制造缺陷引起失效;
- d) 元器件的失效和误差引起失效;
- e) 软件误差引起失效;
- f) 因生产方提供的安装,使用说明不当所引起的失效。

7.1.2 非相关失效

下列失效为非相关失效:

- a) 从属失效;
- b) 误用失效;
- c) 由于外部设备或测量不当所引起的失效;
- d) 设备使用说明中所规定的短寿命器件,因试验时间超过其寿命未更换而引起的失效;
- e) 非相关试验时间内所发生的失效。

7.2 相关失效的分类

7.2.1 需要立即作出拒收判决

该类失效不允许发生或存在,一旦发生或者发现应立即作出拒收判决:

- a) 在按生产方提供的使用说明所规定的方法进行操作时会造成患者或操作者人身危害或不安全的失效;
- b) 设备的电气,机械安全指标失效。

7.2.2 严重失效

该类失效严重影响设备执行其规定功能,应如数计入设备的相关失效数:

- a) 设备丧失或降低了其基本使用功能;
- b) 提供使用人员操作的各种开关,旋钮所具备的功能失效;
- c) 设备的数据处理失实;
- d) 设备的主要技术性能指标下降,不符合产品标准的要求;
- e) 设备的同一过流装置非外部原因,在同一试验周期动作三次;
- f) 其他影响设备完成主要功能的失效。

7.2.3 轻度失效

虽不影响设备最终完成规定功能,但确系设备设计、制造或元器件不良引起的失效,按每三次轻度

失效折算为一次计入设备的相关失效数：

- a) 有重复功能部件的失效；
- b) 检测性部件的失效；
- c) 辅助的指示性部件的失效(不包括图象显示)；
- d) 辅助性字符显示功能的失效；
- e) 其他不影响设备最终完成主要功能的失效。

7.3 总相关失效数统计

$$\gamma_t = \gamma_r + \gamma_s/3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- γ_t ——总相关失效数；
- γ_r ——严重失效数；
- γ_s ——轻度失效数。

对小数点的处理采用四舍五入法。

7.4 失效时刻的判决

如果对于发生失效的时刻不能作出确切的判决,则判决此失效发生在上一次观测检查时刻。

7.5 失效的处理

在试验期间,设备一旦失效,应立即退出试验,在修复后重新投入试验。在失效检修之后,重新开始试验之前,允许用试验设施测试受试设备的性能,此时发生的失效不应作为相关失效计数。

7.6 预防性维护

试验过程中的预防性维护按产品标准的要求在试验方案中明确,凡是按计划 and 规定进行的预防性维护不作为相关失效计数。

8 接收与拒收的判决

8.1 接收

如果没有产生需要立即作出拒收判决的失效,并且统计处理的结果是接收判决,则受试设备不需采取任何进一步措施就应被接收。

8.2 有条件的接收

如果不能按 8.1 接收,在双方同意情况下设备可以按一定的条件被接收,这些条件可以是：

- a) 改进设备的设计或制造；
- b) 改进规定的预防性维护；
- c) 双方同意的其他修改,但不得修改可靠性指标。

8.3 拒收

如果设备既不能按 8.1 接收,又不能按 8.2 有条件的接收,就应该被拒收。

9 试验数据处理

9.1 采用定时截尾试验方案时的数据处理,见附录 A。

9.2 采用截尾序贯试验方案时的数据处理,见附录 B。

10 可靠性试验报告与记录

10.1 试验报告应为最后判决试验结果提供可靠的数据,内容包括：

- a) 受试设备的标识(包括型号、名称及生产厂等),对所用试样的全面描述(包括对相应试验方案中规定的技术状态的偏离)；

- b) 试验的日期和地点；
- c) 试验的目的说明,包括类型、测试单位和可靠性的指标或要求；
- d) 选定试验方案及试验应力；
- e) 多个探头及多频率探头的工作时序；
- f) 试验中发生的失效类型和处理情况,以及纠正措施；
- g) 试验数据的处理；
- h) 试验的最后结论及建议采取的措施；
- i) 试验的责任承担人。

10.2 可靠性试验失效分析报告

每个失效都应有一个分析报告,报告的内容应包括:

- a) 失效的日期和报告的日期；
- b) 失效设备的名称和编号；
- c) 失效发生时的试验类型；
- d) 对失效情况的说明及失效的判决；
- e) 失效的分析及纠正措施；
- f) 试验操作人员、维修人员、试验负责人和技术负责人对失效处理签署的意见。

10.3 试验记录

试验的观测及操作情况应作详细记录。试验记录包括可靠性试验日志,功能和性能特性检测记录以及试验执行者的签名。

附 录 A
(资料性附录)
定时截尾试验方案的数据处理

A.1 平均无故障时间点估计值(\hat{m})的计算

用累积总相关试验时间 T 除以总累积相关失效数 γ , 即

$$\hat{m} = T/\gamma \quad \text{.....(A. 1)}$$

A.2 平均无故障时间双侧置信区间的估计

A.2.1 当试验作出接收判决时, 估计方法如下:

A.2.1.1 按 A.1 计算平均无故障时间的点估计值(\hat{m})。

A.2.1.2 按对应的累积相关失效数及规定的置信水平查表 A.1 读出相应的下限因子及上限因子。

A.2.1.3 用下限因子及上限因子分别乘以平均无故障时间的点估计值(\hat{m}), 求得平均无故障置信区间(m)的下限值(m_L)及上限值(m_U)。

A.2.1.4 将上面的计算结果以下列形式表达:

$$m = C, (m_L, m_U) \quad \text{.....(A. 2)}$$

式中:

C ——区间估计的置信水平。

A.2.1.5 对于表中未列出的数值按下式计算下限值和上限值:

$$\text{MTBF 的下限值} = \frac{2T}{\chi^2[(1-C)/2, 2\gamma+2]} \quad \text{.....(A. 3)}$$

$$\text{MTBF 的上限值} = \frac{2T}{\chi^2[(1+C)/2, 2\gamma]} \quad \text{.....(A. 4)}$$

式中:

T ——总累积相关试验时间;

γ ——累积相关失效数;

C ——区间估计置信水平;

χ^2 —— χ^2 分布的下侧分位点值。

A.2.2 当试验作出拒收判决时, 估计方法同 A.2.1, 其中查表 A.1 改成查表 A.2。对于表中未给出的数值的计算, 下限值用式(A.3), 将式中自由度 $2\gamma+2$ 改成 2γ , 上限值仍用式(A.4)。

表 A.1 定时截尾试验方案 MTBF 验证值的置信限因子(接收时用)

累积相关 失效数	置信水平					
	C=40%		C=60%		C=80%	
	70%下限	70%上限	80%下限	80%上限	90%下限	90%上限
1	0.410 0	2.803 7	0.334 0	4.481 4	0.257 1	9.491 2
2	0.553 2	1.822 6	0.467 4	2.426 0	0.375 8	3.760 7
3	0.630 0	1.567 6	0.541 0	1.954 3	0.449 0	2.722 2
4	0.679 1	1.447 3	0.595 2	1.741 6	0.500 4	2.292 6
5	0.713 7	1.376 0	0.632 4	1.618 4	0.539 1	2.055 4
6	0.739 7	1.328 3	0.661 1	1.537 0	0.569 7	1.903 6
7	0.760 1	1.293 7	0.684 1	1.478 8	0.594 7	1.797 3
8	0.776 6	1.267 4	0.703 0	1.434 7	0.615 6	1.718 2
9	0.790 4	1.246 5	0.718 9	1.400 0	0.633 5	1.656 7
10	0.802 0	1.229 6	0.732 6	1.371 9	0.649 1	1.607 4
11	0.811 9	1.215 4	0.744 4	1.348 5	0.662 7	1.566 8
12	0.820 6	1.203 4	0.754 8	1.328 8	0.674 9	1.532 7
13	0.828 3	1.193 1	0.764 1	1.311 8	0.685 7	1.503 6
14	0.835 1	1.184 1	0.772 4	1.297 0	0.695 5	1.478 4
15	0.841 2	1.176 1	0.779 9	1.284 0	0.704 5	1.456 4
16	0.846 7	1.169 0	0.786 7	1.272 5	0.712 6	1.436 9
17	0.851 7	1.162 7	0.792 9	1.262 1	0.720 2	1.419 5
18	0.856 2	1.157 0	0.798 6	1.252 8	0.727 1	1.403 9
19	0.860 4	1.151 8	0.803 9	1.244 4	0.733 5	1.389 8
20	0.864 3	1.147 1	0.808 8	1.236 7	0.739 5	1.376 9
21	0.867 8	1.142 7	0.813 3	1.229 6	0.745 1	1.365 2
22	0.871 2	1.138 7	0.817 6	1.223 1	0.750 3	1.354 4
23	0.874 3	1.135 0	0.821 5	1.217 1	0.755 3	1.344 4
24	0.877 1	1.131 5	0.825 3	1.211 5	0.759 9	1.335 2
25	0.879 9	1.128 3	0.828 8	1.206 3	0.764 3	1.326 7
26	0.882 4	1.125 3	0.832 1	1.201 4	0.768 4	1.318 7
27	0.884 8	1.122 5	0.835 2	1.196 9	0.772 3	1.311 2
28	0.887 1	1.119 9	0.838 1	1.192 6	0.776 1	1.304 2
29	0.889 2	1.117 4	0.840 9	1.188 6	0.779 6	1.297 7
30	0.891 2	1.115 1	0.843 6	1.184 8	0.783 0	1.291 5

表 A.2 定时截尾试验方案 MTBF 验证值的置信限因子(拒收时用)

累积相关 失效数	置信水平					
	C=40%		C=60%		C=80%	
	70%下限	70%上限	80%下限	80%上限	90%下限	90%上限
1	0.630 6	2.803 7	0.621 3	4.481 4	0.434 3	9.491 2
2	0.819 9	1.822 6	0.667 9	2.426 0	0.514 2	3.760 7
3	0.829 7	1.567 6	0.701 1	1.954 3	0.563 7	2.722 2
4	0.839 9	1.447 3	0.725 3	1.741 6	0.598 7	2.292 6
5	0.848 8	1.376 0	0.743 9	1.618 4	0.625 5	2.055 4
6	0.856 5	1.328 3	0.758 9	1.537 0	0.645 9	1.903 6
7	0.863 0	1.293 7	0.771 3	1.478 8	0.664 6	1.797 3
8	0.868 7	1.267 4	0.781 8	1.434 7	0.679 6	1.718 2
9	0.873 7	1.246 5	0.790 9	1.400 0	0.692 6	1.656 7
10	0.878 2	1.229 6	0.798 8	1.371 9	0.703 9	1.607 4
11	0.882 2	1.215 4	0.805 8	1.348 5	0.714 0	1.566 8
12	0.885 7	1.203 4	0.812 1	1.328 8	0.723 0	1.532 7
13	0.889 0	1.193 1	0.817 7	1.311 8	0.731 1	1.503 6
14	0.892 0	1.184 1	0.822 9	1.297 0	0.738 5	1.478 4
15	0.894 7	1.176 1	0.827 6	1.284 0	0.745 2	1.456 4
16	0.897 2	1.169 0	0.831 9	1.272 5	0.751 4	1.436 9
17	0.899 6	1.162 7	0.835 9	1.262 1	0.757 2	1.419 5
18	0.901 8	1.157 0	0.839 6	1.252 8	0.762 5	1.403 9
19	0.903 8	1.151 8	0.843 0	1.244 4	0.767 5	1.389 8
20	0.905 7	1.147 1	0.846 2	1.236 7	0.772 1	1.376 9
21	0.907 5	1.142 7	0.849 2	1.229 6	0.776 5	1.365 2
22	0.909 2	1.138 7	0.852 1	1.223 1	0.780 6	1.354 4
23	0.910 8	1.135 0	0.854 7	1.217 1	0.784 4	1.344 4
24	0.912 3	1.131 5	0.857 3	1.211 5	0.788 1	1.335 2
25	0.913 7	1.128 3	0.859 6	1.206 3	0.791 6	1.326 7
26	0.915 1	1.125 3	0.861 9	1.201 4	0.794 8	1.318 7
27	0.916 3	1.122 5	0.864 1	1.196 9	0.798 0	1.311 2
28	0.917 6	1.119 9	0.866 1	1.192 6	0.800 9	1.304 2
29	0.918 7	1.117 4	0.868 1	1.188 6	0.803 8	1.297 7
30	0.919 9	1.115 1	0.869 9	1.184 8	0.806 5	1.291 5

附录 B

(资料性附录)

截尾序贯试验方案的数据处理

B.1 当试验作出接收判决时估计方法如下:

B.1.1 表 B.1 针对截尾序贯试验方案 4:3, 表 B.2 针对截尾序贯试验方案 4:6, 表 B.3 针对截尾序贯试验方案 4:9 给出了保守平均无故障时间 70%、80% 和 90% 的标准置信下限因子 $\theta_L(i)$ 及标准置信上限因子 $\theta_U(i)$;

B.1.2 用试验方案中所确定的平均无故障时间下限值 m_L , 乘以 $\theta_L(i)$ 及 $\theta_U(i)$ 便得出实际的置信限和置信区间:

$$m_L = m_1 \cdot \theta_L(i) \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$m_U = m_1 \cdot \theta_U(i) \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

将上面的计算结果以下列形式表达

$$m = C_r(m_L, m_U) \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

C_r ——区间估计的置信水平。

表 B.1 接收边界上截尾序贯试验方案 4:3 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关失效数 i	总试验时间 t (m_1 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
0	3.75	3.114 7	∞	2.350 0	∞	1.628 6	∞
1	5.40	2.083 1	10.513 8	1.691 5	16.805 3	1.296 0	35.592 0
2	7.05	1.775 5	4.662 5	1.490 9	6.214 3	1.186 1	9.645 9
3	8.70	1.633 3	3.405 2	1.397 2	4.260 4	1.135 7	5.962 5
4	10.35	1.554 7	2.884 9	1.345 7	3.495 6	1.108 7	4.650 8
5	12.00	1.428 6	2.511 3	1.250 4	3.105 7	1.048 1	4.017 8
6	13.65	1.311 2	2.300 1	1.157 5	2.708 9	0.981 1	3.448 9

表 B.2 接收边界上截尾序贯试验方案 4:6 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关失效数 i	总试验时间 t (m_1 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
0	2.80	2.325 6	∞	1.739 7	∞	1.216 0	∞
1	4.18	1.593 3	7.850 3	1.292 7	12.548 0	0.988 0	26.575 4
2	5.58	1.382 2	3.573 2	1.158 1	4.764 0	0.918 1	7.397 5
3	6.96	1.286 5	2.668 1	1.096 8	3.345 3	0.886 9	4.698 5
4	8.34	1.235 1	2.297 8	1.064 3	2.796 3	0.871 0	3.749 6
5	9.71	1.205 4	2.107 3	1.045 9	2.522 5	0.862 6	3.303 3
6	9.74	1.150 2	1.998 3	1.006 6	2.369 3	0.840 3	3.065 2
7	9.74	1.098 6	1.861 3	0.966 2	2.197 1	0.813 3	2.838 7

表 B.3 接收边界上截尾序贯试验方案 4:9 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关 失效数 i	总试验时间 t (m_1 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
0	1.72	1.428 6	∞	1.068 7	∞	0.747 0	∞
1	3.10	1.093 9	4.822 3	0.881 4	7.708 0	0.665 6	16.324 9
2	4.50	1.001 1	2.489 4	0.829 8	3.327 7	0.545 1	5.181 1

B.2 当试验作出拒收判决时,估计方法如下:

B.2.1 采用截尾序贯试验方案时,一旦达到了拒收条件,试验可在任一时刻 t 因拒收判决而截止,故表 B.4、表 B.5 及表 B.6 不可能列出所有可能结果的置信因子。采用线性内插法来求无法表列的标准时间 t 值(t 等于实际的总累积相关试验时间 T 除以试验方案所确定的平均无故障时间下限值 m_1 的商),或在特殊的情况下,用 χ^2 分布求精确的置信因子。总累积相关试验时间达 $t \cdot m_1$ 时刻后,作出拒收判决。

B.2.2 若 t 介于表 B.4、表 B.5 及表 B.6 中所列的 2 个值之间,则 70%、80% 或 90% 置信下限因子按下列方法计算。

B.2.2.1 查表得 $\theta_L(i, t_1)$ 和 $\theta_L(i, t_2)$, 这时 $t_1 < t < t_2$, 且 t_1 是小于 t 的序列中的最大值, t_2 是大于 t 的序列中的最小值;

B.2.2.2 由简单的插值法得出:

$$\theta_L(i, t) = \theta_L(i, t_1) + [\theta_L(i, t_2) - \theta_L(i, t_1)](t - t_1)/(t_2 - t_1) \quad \text{.....(B.4)}$$

B.2.3 若 t 小于表 B.4、表 B.5 及表 B.6 中所列的最小值,则 70%、80% 或 90% 置信下限因子按式 (B.5) 计算:

$$\theta_L(i, t) = 2t/\chi^2((1+C)/2, 2\gamma) \quad \text{.....(B.5)}$$

式中:

t ——实际的总累积相关试验时间 T 除以试验方案所确定的平均无故障时间下限值 m_1 的商;

γ ——导致在 $t \cdot m_1$ 时刻作出拒收判决的总累积相关失效数;

C ——区间估计置信水平;

χ^2 —— χ^2 分布的下侧分位点值。

B.2.4 若 t 介于表 B.4、表 B.5 及表 B.6 中所列的 2 个值之间,则 70%、80% 或 90% 置信上限因子 $\theta_U(i, t)$ 的计算方法同 B.2.1.1、B.2.1.2。

B.2.5 若 t 小于表 B.4、表 B.5 及表 B.6 中所列的最小值,则 70%、80% 或 90% 置信上限因子按式 (B.6) 计算:

$$\theta_U(i, t) = 2t/\chi^2((1-C)/2, 2\gamma) \quad \text{.....(B.6)}$$

式中:

t ——实际的总累积相关试验时间 T 除以试验方案所确定的平均无故障时间下限值 m_1 的商;

γ ——导致在 $t \cdot m_1$ 时刻作出拒收判决的总累积相关失效数;

C ——区间估计置信水平;

χ^2 —— χ^2 分布的下侧分位点值。

故基于 $t \cdot m_1$ 时刻后拒收的实际平均无故障时间的 80% 或 90% 置信下限值 m_L 和置信上限值 m_U 为:

$$m_L = m_1 \cdot \theta_L(i, t) \quad \text{.....(B.7)}$$

$$m_U = m_1 \cdot \theta_U(i, t) \quad \text{.....(B.8)}$$

将上面的计算结果以下列形式表达

$$m = C, (m_L, m_U) \quad \text{.....(B.9)}$$

式中:

C 表示双侧置信区间。当计算时取 70% 的上、下限因子时, 双侧置信区间为 40%; 取 80% 的上、下限因子时, 双侧置信区间为 60%; 当计算时取 90% 的上、下限因子时, 双侧置信区间为 80%。

表 B.4 拒收判决后截尾序贯试验方案 4:3 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关失效数 i	总试验时间 t (m_0 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
2	0.57	0.233 7	0.519 4	0.190 4	0.691 4	0.146 5	1.071 8
3	2.22	0.625 6	1.201 3	0.527 1	1.510 4	0.422 5	2.138 7
4	3.75	0.833 4	1.496 6	0.714 1	1.837 3	0.584 5	2.511 0
4	3.87	0.855 9	1.532 2	0.733 8	1.878 3	0.601 0	2.560 9
5	5.10	0.993 2	1.702 0	0.861 3	2.055 7	0.715 6	2.743 4
5	5.52	1.009 4	1.724 5	0.875 8	2.080 2	0.728 2	2.770 3
6	7.05	1.104 9	1.830 4	0.966 4	2.185 5	0.811 8	2.869 5
6	7.17	1.116 6	1.845 1	0.977 2	2.200 9	0.821 3	2.885 0
7	8.70	1.184 5	1.914 2	1.042 7	2.266 6	0.882 5	2.942 1
7	10.35	1.311 2	2.076 6	1.157 5	2.435 2	0.981 1	3.109 7

表 B.5 拒收判决后截尾序贯试验方案 4:6 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关失效数 i	总试验时间 t (m_0 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
2	0.70	0.287 0	0.637 9	0.233 8	0.849 1	0.180 0	1.316 3
3	2.08	0.594 4	1.154 9	0.439 7	1.460 6	0.399 6	2.091 6
4	2.80	0.684 3	1.241 8	0.564 6	1.551 7	0.457 8	2.186 3
4	3.16	0.776 7	1.408 4	0.664 4	1.737 9	0.542 8	2.399 8
5	4.18	0.819 3	1.454 1	0.705 2	1.783 0	0.580 9	2.441 8
5	4.86	0.897 7	1.555 1	0.776 8	1.889 1	0.643 8	2.550 6
6	5.58	0.925 1	1.581 6	0.803 6	1.913 9	0.669 3	2.571 6
6	6.24	0.976 7	1.641 3	0.851 5	1.973 3	0.712 0	2.626 7
7	6.96	0.994 8	1.657 3	0.869 4	1.987 6	0.729 1	2.637 7
7	7.62	1.030 1	1.694 8	0.902 6	2.023 2	0.758 6	2.667 7
8	8.34	1.042 3	1.704 9	0.914 6	2.031 8	0.770 0	2.673 7
8	9.74	1.098 6	1.766 4	0.966 2	2.089 5	0.813 3	2.720 3

表 B.6 拒收判决后截尾序贯试验方案 4:9 MTBF 验证值的置信限因子

累积相关失效数 i	总试验时间 t (m_0 的倍数)	70% 下限	70% 上限	80% 下限	80% 上限	90% 下限	90% 上限
3	1.72	0.475 7	0.898 7	0.402 0	1.120 5	0.323 2	1.560 7
3	3.10	0.818 3	1.559 4	0.688 5	1.947 3	0.549 4	2.717 1
3	4.50	1.001 1	1.971 0	0.829 8	2.476 3	0.645 1	3.477 9

附录 C
(资料性附录)
计算实例

验证一台 B 型超声诊断设备的可靠性指标, $m_0 = 5\ 000\ \text{h}$, 设备批量 200 台以上。

C.1 查表 6, 取样品 20 台。

C.2 选定 $\alpha = \beta = 30\%$, $D_n = 2$, 则 $m_1 = 2 \cdot m_0 = 2 \cdot 5\ 000\ \text{h} = 10\ 000\ \text{h}$, 置信水平为 $C = 40\%$

C.3 如选用定时截尾试验方案 5:9, 查表 1, 截尾时间为 $T = 1.84 \cdot m_0 = 1.84 \cdot 10\ 000\ \text{h} = 18\ 400\ \text{h}$,
每台试验时间为 $18\ 400\ \text{h} / 20 = 920\ \text{h}$

在 $T = 8\ 000\ \text{h}$ 时, 出现一个严重失效, 在 $T = 16\ 000\ \text{h}$ 时, 出现第二个严重失效。在 $T = 18\ 400\ \text{h}$ 前未发生其他失效。

根据 4.2.1 及表 1, 可判定设备的可靠性指标 $m_1 = 5\ 000\ \text{h}$ 合格。

MTBF 的点估计值 $\hat{m} = T / r = 18\ 400\ \text{h} / 2 = 9\ 200\ \text{h}$

查表 A.1, $m_L = 0.553\ 2 \cdot \hat{m} = 0.553\ 2 \cdot 9\ 200\ \text{h} = 5\ 089\ \text{h}$

$m_U = 1.822\ 6 \cdot \hat{m} = 1.822\ 6 \cdot 9\ 200\ \text{h} = 16\ 768\ \text{h}$

即 $m = 40\%$ (5 089 h, 16 768 h)

这说明 MTBF 的真值落在这个区间的概率至少为 40%, 或者说 MTBF 的真值大于或等于 5 089 h 的概率为 70%, 而 MTBF 的真值小于或等于 16 768 h 的概率亦为 70%。

C.4 如选用截尾序贯试验方案 4:9, 查表 2, $m = m_0$ 时作出判定的期望时间:

$$T = 1.3 \cdot m_0 = 1.3 \cdot 10\ 000\ \text{h} = 13\ 000\ \text{h}$$

在 $T = 8\ 000\ \text{h}$ 时, 有一个严重失效, 查表 5, 在 $0.86 \cdot 10\ 000\ \text{h} = 8\ 600\ \text{h}$ 以内有 0 个严重失效, 停止试验。有一个严重失效, 须继续试验, 直至 $1.55 \cdot 10\ 000\ \text{h} = 15\ 500\ \text{h}$ 时未发生新严重失效。

根据 4.2.2 及表 5, 可判定设备的可靠性指标 $m_1 = 5\ 000\ \text{h}$ 合格。

查表 B.3, $m_L = 1.093\ 9 \cdot m_1 = 1.093\ 9 \cdot 5\ 000\ \text{h} = 5\ 470\ \text{h}$

$m_U = 4.822\ 3 \cdot m_1 = 4.822\ 3 \cdot 5\ 000\ \text{h} = 24\ 112\ \text{h}$

即 $m = 40\%$ (5 470 h, 24 112 h)

这说明 MTBF 的真值落在这个区间的概率至少为 40%, 或者说 MTBF 的真值大于或等于 5 470 h 的概率为 70%, 而 MTBF 的真值小于或等于 24 112 h 的概率亦为 70%。

C.5 值得注意的是, 比较第 C.3 章和第 C.4 章, 同样的风险水平, 置信水平和试验数据, 用截尾序贯试验方案得出的置信区间大于定时截尾试验方案的置信区间, 这是因为截尾序贯试验方案在 15 500 h 时, 有一个严重失效, 就结束了试验。而定时截尾试验方案的试验时间为 18 400 h, 看到了第二个严重失效。两种试验方案的试验时间不同, 失效个数也不一样。

表 D.1 (续)

u	α							
	0.050	0.100	0.200	0.300	0.700	0.800	0.900	0.950
36	23.268 6	25.643 3	28.735 0	31.115 2	38.922 0	42.878 8	47.212 2	50.998 5
38	24.883 9	27.343 0	30.537 3	32.991 9	42.045 0	45.076 3	49.512 6	53.383 5
40	26.509 3	29.050 5	32.344 9	34.871 9	44.164 9	47.268 5	51.805 0	55.758 5
42	28.144 0	30.765 4	34.157 4	36.755 0	46.281 7	49.456 0	54.090 2	58.124 0
44	29.787 5	32.487 1	35.974 4	38.640 8	48.395 7	51.638 9	56.368 5	60.480 9
46	31.439 0	34.215 2	37.795 5	40.529 2	50.507 1	53.817 7	58.640 5	62.829 6
48	33.098 1	35.949 1	39.620 5	42.420 1	52.616 1	55.992 6	60.906 6	65.170 8
50	34.764 2	37.588 6	41.449 2	44.313 3	54.722 8	58.163 8	63.167 1	67.504 8
52	36.437 1	39.433 4	43.281 3	46.208 6	56.827 4	60.331 6	65.422 4	69.832 2
54	38.116 2	41.183 0	45.116 7	48.105 0	58.929 9	62.496 1	67.672 8	72.153 2
56	39.801 3	42.937 3	46.955 2	50.005 3	61.030 6	64.657 6	69.918 5	74.468 3
58	41.492 0	44.596 0	48.796 5	51.905 3	63.129 4	66.816 2	72.159 8	76.777 8
60	43.188 0	46.458 9	50.640 6	53.809 1	65.226 5	68.972 1	74.397 0	79.082 0
62	44.889 0	48.225 7	52.487 3	55.713 5	67.322 0	71.125 3	76.630 2	81.381 0
64	46.594 9	49.996 3	54.336 5	57.619 5	69.416 0	73.276 1	78.869 7	83.675 2
66	48.305 4	51.770 5	56.188 0	59.527 0	71.508 5	75.424 5	81.085 5	85.964 9
68	50.020 3	53.548 1	58.041 8	61.435 8	73.599 5	77.570 7	83.307 9	88.250 2
70	51.739 3	55.328 9	59.897 8	63.345 0	75.689 3	79.714 7	85.527 0	90.531 3
72	53.462 3	57.112 9	61.755 8	65.257 5	77.777 7	81.856 6	87.743 1	92.808 3
74	55.189 2	58.900 0	63.615 8	67.170 2	79.865 0	83.996 5	89.955 1	95.081 5
76	56.919 8	60.689 9	65.477 7	69.084 2	81.951 0	86.134 6	92.166 2	97.351 0
78	58.653 9	62.482 5	67.341 5	70.999 2	84.035 9	88.270 9	94.373 5	99.617 0
80	60.391 5	64.277 8	69.207 0	72.915 3	86.119 7	90.405 3	96.578 2	101.879 5
82	62.132 3	66.075 7	71.074 1	74.832 5	88.202 5	92.538 1	98.780 3	104.138 7
84	63.876 2	67.876 1	72.942 9	76.750 7	90.284 2	94.669 3	100.980 0	106.394 9
86	65.623 3	69.678 8	74.813 3	78.668 9	92.365 0	96.799 0	103.177 3	108.647 9
88	67.373 2	71.483 9	76.685 1	80.590 1	94.444 8	98.927 1	105.372 3	110.898 0
90	69.126 0	73.291 1	78.558 4	82.511 1	96.523 8	101.053 7	107.565 0	113.145 2
92	70.881 6	75.100 5	80.433 2	84.433 0	98.601 8	103.179 0	109.755 6	115.389 8
94	72.639 8	76.911 9	82.309 3	86.355 8	100.679 0	105.302 8	111.944 2	117.631 7
96	74.400 6	78.725 4	84.186 7	88.279 4	102.755 4	107.425 4	114.130 7	119.870 9
98	76.163 8	80.540 8	86.065 4	90.203 8	104.831 0	109.546 7	116.315 3	122.107 7
100	77.929 4	82.358 1	87.945 3	92.129 0	106.905 8	111.666 7	118.498 0	124.342 1
102	79.697 5	84.177 3	89.826 5	94.054 9	108.979 8	113.785 5	120.678 9	126.574 1

表 D.1 (续)

v	α							
	0.050	0.100	0.200	0.300	0.700	0.800	0.900	0.950
104	81.457 8	85.998 2	91.708 8	95.981 5	111.053 1	115.903 2	122.858 0	128.803 9
106	83.240 2	87.820 8	93.592 2	97.908 9	113.125 8	118.019 8	125.035 3	131.031 5
108	85.014 9	89.645 1	95.478 8	99.836 9	115.197 7	120.135 2	127.211 0	133.256 9
110	86.791 6	91.471 0	97.362 4	101.765 6	117.269 0	122.249 5	129.385 2	135.480 2
112	88.570 4	93.298 5	99.249 1	103.695 0	119.339 8	124.362 9	131.557 6	137.701 4
114	90.351 1	95.127 6	101.136 8	105.625 0	121.409 6	126.475 2	133.728 6	139.920 7
116	92.133 8	96.958 2	103.025 4	107.555 6	123.478 9	128.586 5	135.898 0	142.138 2
118	93.918 3	98.790 2	104.915 0	109.485 8	125.547 7	130.696 9	138.066 0	144.353 6
120	95.704 6	100.623 6	105.805 6	111.418 6	127.615 9	132.806 3	140.232 6	146.567 3
122	97.492 8	102.458 4	108.697 1	113.350 9	129.683 5	134.914 8	142.397 7	148.779 2
124	99.282 6	104.294 6	110.589 4	115.283 9	131.750 6	137.022 4	144.561 6	150.989 5
126	101.074 2	106.132 2	112.482 7	117.217 3	133.817 1	139.129 2	146.724 1	153.197 9
128	102.867 4	107.971 0	114.376 8	119.151 3	135.883 1	141.235 1	148.885 2	155.404 7
130	104.662 2	109.811 0	116.271 7	121.085 8	137.948 6	143.340 1	151.045 2	157.608 9
132	106.458 6	111.652 3	118.167 4	123.020 8	140.013 5	145.444 4	153.203 9	159.813 5
134	108.256 6	113.494 8	120.063 9	124.956 3	142.078 0	147.547 9	155.361 4	162.015 6
136	110.056 1	115.338 5	121.961 2	126.892 3	144.142 0	149.650 6	157.517 7	164.216 2
138	111.856 9	117.183 3	123.859 3	128.828 8	146.205 6	151.752 5	159.673 0	166.415 3
140	113.659 4	119.029 3	125.758 0	130.765 7	148.268 6	153.853 7	161.827 0	168.613 0
142	115.463 1	120.876 3	127.657 6	132.703 1	150.331 2	155.954 2	163.979 9	170.809 1
144	117.268 3	122.724 4	129.557 8	134.640 9	152.393 4	158.054 0	166.131 8	173.004 0
146	119.074 8	124.573 6	131.458 7	136.579 1	154.455 1	160.153 0	168.282 6	175.197 6
148	120.882 6	126.423 8	133.360 3	138.517 8	156.516 5	162.251 5	170.432 4	177.389 7
150	122.691 8	128.275 0	135.262 5	140.456 9	158.577 4	164.349 2	172.581 2	179.580 5
152	124.502 2	130.127 3	137.165 5	142.396 4	160.637 9	166.446 3	174.729 0	181.770 2
154	126.313 8	131.980 5	139.069 0	144.336 3	162.698 0	168.542 7	176.875 8	183.958 6
156	128.126 8	133.834 6	140.973 2	146.276 5	164.757 7	170.638 5	179.021 6	186.145 8
158	129.940 8	135.689 7	142.878 0	148.217 2	166.817 0	172.733 7	181.166 6	188.331 6
160	131.756 0	137.545 7	144.783 4	150.158 3	168.875 9	174.828 3	183.310 6	190.516 4
162	133.572 5	139.402 6	146.689 4	152.099 7	170.934 5	176.922 3	185.453 7	192.700 1
164	135.390 0	141.260 4	148.595 9	154.041 4	172.992 7	179.015 7	187.595 9	194.882 5
166	137.208 7	143.119 0	150.503 1	155.983 5	175.050 6	181.108 6	189.737 2	197.063 9
168	139.028 4	144.978 5	152.410 8	157.926 0	177.108 1	183.200 9	191.877 7	199.244 2
170	140.849 2	146.838 9	154.319 0	159.868 9	179.165 3	185.292 6	194.017 4	201.423 4

表 D.1 (续)

v	u							
	0.050	0.100	0.200	0.300	0.700	0.800	0.900	0.950
172	142.671 1	148.700 0	156.227 8	161.812 0	181.222 1	187.383 8	196.156 2	203.601 5
174	144.494 0	150.562 0	158.137 1	163.755 5	183.278 6	189.474 5	198.284 3	205.778 6
176	146.317 9	152.424 8	160.047 0	165.699 3	185.334 8	191.564 7	200.431 5	207.954 7
178	148.142 8	154.288 3	161.957 3	167.643 5	187.390 6	193.654 3	202.568 0	210.125 8
180	149.968 7	156.152 6	163.868 2	169.587 9	189.446 2	195.743 4	204.703 6	212.303 9
182	151.795 6	158.017 7	165.779 6	171.532 7	191.501 4	197.832 1	206.838 6	214.477 0
184	153.623 4	159.883 5	167.691 4	173.477 7	193.556 3	199.920 2	208.972 8	216.649 2
186	155.452 2	161.750 0	169.603 7	175.423 1	195.611 0	202.007 9	211.106 3	218.820 4
188	157.281 9	163.617 3	171.516 5	177.368 7	197.665 3	204.095 1	213.239 0	220.990 8
190	159.112 5	165.485 2	173.429 8	179.314 7	199.719 4	206.181 8	215.371 0	223.160 2
192	160.944 0	167.353 9	175.343 5	181.260 9	201.773 1	208.268 1	217.502 4	225.328 8
194	162.776 3	169.223 2	177.257 7	183.207 4	203.826 6	210.353 9	219.633 1	227.496 4
196	164.609 6	171.093 2	179.172 3	185.154 2	205.879 8	212.439 3	221.763 0	229.663 2
198	166.443 6	172.963 9	181.087 3	187.101 3	207.932 7	214.524 3	223.892 4	231.829 2
200	168.278 5	174.835 3	183.002 8	189.048 6	209.985 4	216.608 8	226.021 0	233.994 2
210	177.465 3	184.201 4	192.586 4	198.789 1	220.244 9	227.025 2	236.654 9	244.807 6
220	186.671 1	193.582 5	202.179 8	208.535 8	230.498 2	237.431 7	247.273 9	256.601 8
230	195.894 8	202.977 5	211.782 4	218.288 1	240.745 8	247.929 1	257.878 8	266.378 1
240	205.135 4	212.385 6	221.393 6	228.045 8	250.988 1	258.217 9	268.470 7	277.137 7
250	214.391 5	221.805 9	231.012 8	237.808 5	261.225 3	268.598 7	279.050 4	287.881 5
260	223.662 5	231.237 7	240.639 6	247.575 9	271.457 9	278.971 8	289.618 6	298.610 5
270	232.947 4	240.580 4	250.273 5	257.347 8	281.686 0	289.337 9	300.175 9	309.325 8
280	242.245 4	250.133 4	259.914 2	267.123 9	291.909 9	299.697 2	310.723 0	320.027 8
290	251.555 8	259.596 0	269.561 2	276.903 9	302.129 9	310.050 2	321.250 4	330.717 3
300	260.878 1	269.067 9	279.214 3	286.687 8	312.346 0	320.397 1	331.788 5	341.395 1



GB/T 15214—2008

版权专有 侵权必究

书号: 155066 · 1-35650

定价: 20.00 元