

中华人民共和国国家军用标准

FL

GJB 736.13~736.14-91

火工品试验方法

Method of initiating explosive device test

1991-10-18 发布

1992-06-01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

中华人民共和国国家军用标准

火工品试验方法 加速寿命试验 恒定温度应力试验法

GJB 736.13-91

Method of initiating explosive device test
—— Accelerated life test
—— Method of constant temperature stress

1 主题内容与适用范围

本标准规定了火工品恒定温度应力加速寿命试验的仪器设备、试验准备、试验程序和结果处理。

本标准适用于在没有获得加速系数情况下,由四个温度应力水平试验,求得火工品的加速系数和贮存寿命。

2 引用标准

GJB 736.8 《火工品试验方法 加速寿命试验 71℃试验法》

3 基本原理

以经典的阿累尼乌斯(Arrhenius)方程作为火工品寿命与温度关系的数学模型。其表达式为:

$$\ln t = A + B \cdot \frac{1}{T}$$

式中: t —— 寿命, h;

T —— 热力学温度, K;

A 、 B —— 常数。

通过至少四个温度应力水平的加速寿命试验,即可得出上式中 A 、 B 常数的估计值,并利用这一关系式求出加速系数、外推常温下的贮存寿命。

4 仪器设备

- 恒温试验箱 控温精度 $\pm 1^\circ\text{C}$;
- 防爆器 每个防爆器可装 30 发样品,样品间应隔爆;
- 测试样品性能参数所用的相应仪器;
- 水银温度计 $0\sim 100^\circ\text{C}$ 分度值为 0.2°C 。

5 试验准备

5.1 样品

5.1.1 抽样

一次随机抽取具有代表性的样品。

5.1.2 每一应力水平试验至少需样品 175~210 发。

5.2 应力水平的确定

一个完整的加速寿命试验,应力水平应不少于 4 个。其中最高和最低应力水平都应确保失效机理不变。最高一般不超过 363K,最低一般不低于 323K。每相邻两个应力水平之间应有一定间隔,通常取间隔为 10K。

5.3 测试项目

应选取反映产品变化最敏感的性能参数即灵敏参量作为测试项目。灵敏参量的选择方法同 GJB 736.8《火工品试验方法 加速寿命试验 71℃试验法》附录 A 中的 A1,A2 条。

5.4 失效判据

5.4.1 以产品技术条件规定的不合格判据作为失效判据的标准。

5.4.2 一个样品只要有一项性能参数达到失效标准,就判该样品失效。

5.5 试验方案设计

5.5.1 确定本次试验的应力水平、投入样品数量和试验日程。

5.5.2 确定测试周期

5.5.2.1 根据产品性能和施加应力大小来确定取样时间进行测试。每个应力水平的试验,一般应有 5~7 个测试周期。

5.5.2.2 测失效数的试验,第一个测试周期安排在估计样品开始出现失效的时间取样,其它测试周期安排,不要使失效数过于集中在 1~2 个测试周期内;测性能参数退化规律的试验,第一周期应在估计样品性能稍有退化时取样,其它周期安排应使样品性能参数退化有一定的变化量。

5.5.3 确定试验截尾时间

测失效数试验截尾时间,一般是当样品出现 70%以上失效数时为宜;测性能参数退化规律试验的截尾时间,一般是在样品性能参数退化已超出临界值,并测失效数至少出现 10%的样品失效时为宜。

6 试验程序与要求

6.1 接通恒温试验箱电源,使其运转正常,并调试温度至试验规定值。

6.2 将抽取的样品随机分组,分别装入防爆器。为便于取样,一组样品装入一个防爆器。每组样品数量为 25~30 发。

6.3 将装好的样品放入恒温试验箱内,并立即关好箱门,记录放入样品的时间,一小时后开始计算试验时间。

6.4 试验中要定时记录恒温试验箱温度。

6.5 按规定的周期取样。取样后应注意立即关好恒温试验箱门,试验箱应在 5min 内恢复正常。

6.6 取出的样品应在常温下放置 2h 后,进行性能测试。

6.7 按 5.3 条规定的测试项目进行测试。试验中,应使用相同的测试仪器,固定专人操作,如需更换仪器,必须经过计量。

6.8 按 5.5.3 条规定的截尾时间关机停止试验。

7 试验记录

7.1 各应力水平试验记录要求完整,包括试验条件,放样、取样时间,试验截尾时间。

7.2 测试结果的记录要求详细填写测试数据和失效形式分析情况。

8 结果处理

8.1 对各测试周期的原始数据,按有关测试方法进行整理、统计。对失效样品进行失效分析和统计。

8.2 试验有效性的判断

- a. 失效数据的舍取是否恰当;
- b. 寿命分布是否符合假设;
- c. 加速模型的检验。

8.3 数据处理

当受试样品的寿命分布服从对数正态分布,或能找到样品的灵敏参量变化规律,其加速寿命试验数据处理方法,见本标准附录 A。附录 A 中仅列出了对数正态分布的参数图估计和极大似然估计法,其它估计方法以及样品若服从别的什么分布,可参考有关分布的估计方法处理。

8.4 试验报告

应包括以下内容:

- a. 试验目的;
- b. 失效标准;
- c. 试验样品及应力的选择和试验说明;
- d. 测试用的仪器型号及精度;
- e. 整理试验数据并计算;
- f. 试验分析;
- g. 试验结论。

附 录 A
火工品加速寿命试验恒定温度应力试验法
数据处理方法
(补充件)

A1 符号

- n ——样本量；
 r ——累积失效数；
 $F(t)$ ——累积失效率；
 i ——序号；
 j ——失效样品的序号；
 t_z ——指一批火工品累积失效率到达技术条件规定的不合格判据的贮存时间，简称“寿终”，h(或年)；
 t_s ——试验截尾时间，h；
 (t_{k-1}, t_k) ——相邻的两个测试时刻；
 μ ——对数正态分布的对数均值；
 σ ——对数正态分布的对数均方差；
 V_{art} ——对数正态分布的寿命方差；
 E_t ——对数正态分布的寿命均值；
 K_α ——由正态分布下侧分位数表查得，即由 $\Phi(u)$ 反查得 u 值，即为 K_α 值；
 G ——指样品性能参数退化量的均值；
 G_2 ——产品技术条件规定的上限指标；
 σ_0 ——测试样品性能参数的标准离差；
 $a(t_z)$ ——样品到达寿终时，性能参数退化的临界值；
 $\sigma(t_z)$ ——与 $a(t_z)$ 值相对应的标准离差；
 a ——老化方程的截距；
 b ——老化方程的斜率， a 、 b 均为老化方程中待估计的参数；
 t ——试验贮存时间(或寿命)，h；
 T ——热力学温度，K；
 T_i ——温度应力水平，($i=1, 2, 3, 4$)；
 A ——加速方程中待估计参数，即加速方程的截距；
 B ——加速方程中待估计参数，即加速方程的斜率；
 r ——加速系数；
 R ——理想气体常数；
 t_{z0} ——常温下贮存寿命；
 T_0 ——常温。

A2 测失效数试验的数据处理

A2.1 假设条件

- a. 假设试验前的样品中没有废品；
- b. 每组样品测试结果可以代表总体；
- c. 后一周周期测得失效数应大于或等于前一周周期测得的失效数。

A2.2 失效分布参数估计方法

A2.2.1 图估法

A2.2.1.1 将每一取样周期测试结果列入表 A1。

表 A1

产品名称		样本大小	
测试项目		失效标准	
试验贮存时间 h	累积失效数 发	累积失效率 %	
备 注	累积失效率计算方法： $F(t) = \begin{cases} \frac{j}{n+1} & (j = 1, 2, \dots, r) \quad n < 50 \\ \frac{j}{n} & (j = 1, 2, \dots, r) \quad n \geq 50 \end{cases}$		

A2.2.1.2 由表 A1 中的数据 $[t_1, F(t_1)]$ 、 $[t_2, F(t_2)]$ 、 $\dots$ 、 $[t_r, F(t_r)]$ ，在对数正态概率纸上描点。如图 A1 表示。

A2.2.1.3 配置分布直线

将所描的点凭目力配制出一条直线，绘制直线时应注意下列事项：

- a. 使所描的点交错的分布在直线两边，并使分布在直线两边的数目大致相等。
- b. 使 $F(t) = 50\%$ 附近的数据点尽可能分布在直线附近。使分布直线和所描各数据的偏差之和尽可能小。

A2.2.1.4 μ 值的估计

见图 A1, 分布直线和 $F(t)=0.50$ 的直线(X 轴)相交于 M 点。由 M 点向上引 X 轴的垂线和 $\ln t$ 轴相交, 交点的刻度值即为 $\hat{\mu}$ 值。

A2.2.1.5 σ 值的估计

过对数正态分布概率纸 Y 轴上的固定点 Y_1 , 作分布直线的平行线, 与 $\ln t$ 轴相交, 交点的刻度值即为 $\hat{\sigma}$ 值。

A2.2.1.6 σ^2 、 $Vart$ 、 Et 的估计

由 $\hat{\sigma}$ 值处上引与 $\ln t$ 轴垂直的线, 和图上方 σ^2 尺交点即为 $\hat{\sigma}^2$ 值, 与 $\frac{[Vart]^{1/2}}{t_{0.5}}$ 尺交点为寿命方差 $\hat{\sigma}^2$ 值, 与 $\frac{Et}{t_{0.5}}$ 尺的交点为平均寿命 $\hat{Et}$ 值。

A2.2.1.7 t_z 的估计

若规定火工品的寿终 t_z 时不可靠度为 $F(t_z)$ 在图 A1 的 $F(t)$ 轴上找 $F(t_z)$ 的坐标点, 由该点右引 t 轴的平行线与分布直线相交于 P 点, 再由 P 引与 $F(t)$ 轴的平行线与 t 轴的交点刻度值, 即为 $\hat{t}_z$ 值。

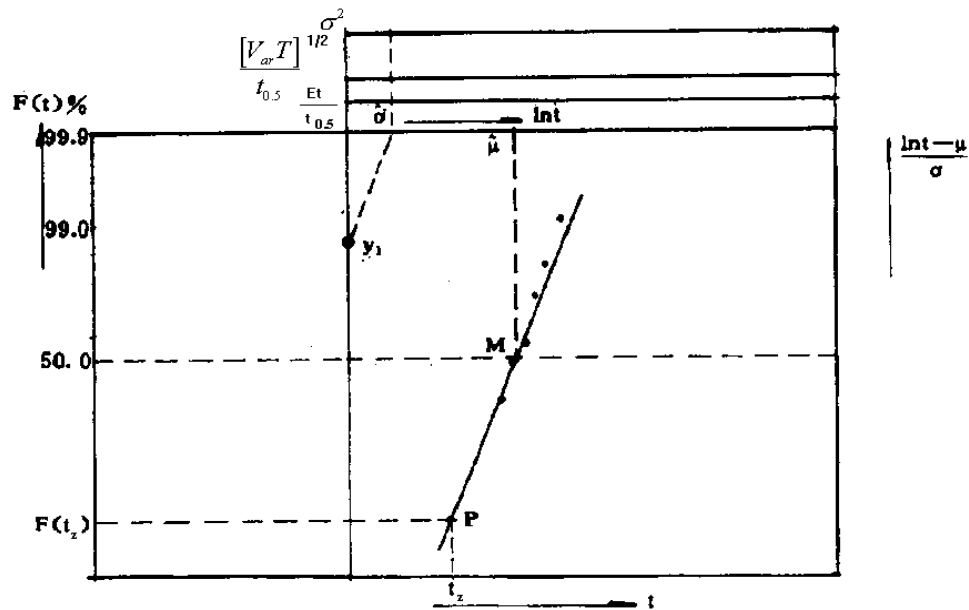


图 A1 对数正态分布的图估计

A2.2.2 极大似然估计法

A2.2.1 失效时间的处理

定时测试中, 某测试间隔 (t_{k-1}, t_k) 内测得失效数为 r_k , 则该第 i 个试验水平中, 第 K 个测试间隔内第 j 个失效样品的失效时间 $t_{k,j}$ 应分别确定为:

$$t_{K,j} = t_{K-1} + \frac{t_K - t_{K-1}}{r_K + 1} \cdot j \quad j = 1, 2, \dots, r_K \dots\dots\dots (A1)$$

将该应力水平的试验中,所有失效样品的时间从小到大依次排列,并分别取对数,填入表 A2 相应的栏内。

表 A2

失效序号 j	失效时间 t_j h	$\ln t_j$
1		
2		
3		
⋮		
i		
备注	$t_s =$ $\ln t_s =$	

A2.2.2.2 μ, σ 的极大似然估计

截尾试验的对数正态分布 μ, σ 的极大似然估计,可直接在计算机上用迭代法解似然方程。为便于普及使用,可将似然方程经等量变换, σ, μ 的极大似然估计式如下:

$$\hat{\sigma} = d / g(zs) \dots\dots\dots (A2)$$

$$\hat{\mu} = \bar{X} + (\hat{\sigma}^2 - s^2) / d \dots\dots\dots (A3)$$

式中: $d = \ln t_s - \bar{\ln t}$;

$$\bar{X} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \ln t_i$$

$$S^2 = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (\ln t_i - \bar{\ln t})^2$$

以上 $d, \bar{X}, s$ 均由表 A2 中数据计算得到, $g(zs)$ 由 $\frac{r}{n}, d/(s^2 + d^2)$ 的数值查表 B1 (见附录 B)。

A2.2.2.3 寿终 t_z 的估计

$$\hat{t}_z = e^{\hat{\mu} + \hat{\sigma} K a} \dots\dots\dots (A4)$$

A3 测性能参数退化规律试验的数据处理

A3.1 假设条件

a. 受试火工品其灵敏参量的分布类型不随贮存时间而变化。

b. 试验条件完全相同,每次取相等的样本大小,测得结果可以反映来自同一母体的变化。

A3.2 老化方程的确定

A3.2.1 将每一温度应力水平各取样周期测试结果分别填入表 A3。

表 A3

贮存寿命 $t_i \quad h$	
$\ln t_i$	
灵敏参量 G_i	
$\ln G_i$	
σ_{G_i}	

A3.2.2 以表 A3 中数据 $(\ln t_1, \ln G_1)$ 、 $(\ln t_2, \ln G_2)$ 、…… $(\ln t_i, \ln G_i)$ 用最小二乘法拟合,得回归方程系数 $\hat{a}$ 、 $\hat{b}$ 的值,即可写出老化方程。

$$\ln G = \hat{a} + \hat{b} \ln t \dots\dots\dots (A5)$$

A3.3 由老化方程估计寿终 t_z 值

A3.3.1 根据 A3.1 假设条件有下式成立:

$$u = \frac{G_z - a(t_z)}{\sigma(t_z)} \dots\dots\dots (A6)$$

A3.3.2 $a(t_z)$ 的计算

(A6)式中, u 值、 G_z 值是由产品技术条件所规定, σ_G 值这里取 $\sigma_{G(1 \sim i)}$ 的平均值。由此 $a(t_z)$ 可由下式计算:

$$a(t_z) = G_z - u \sigma_G \dots\dots\dots (A7)$$

A3.3.3 由老化方程估计寿终

用 $a(t_z)$ 值替代老化方程(A6)式中的 G 值,则有:

$$\ln a(t_z) = \hat{a} + \hat{b} \ln t_z \dots\dots\dots (A8)$$

由(A8)式得:

$$t_z = e^{\frac{\ln a(t_z) - \hat{a}}{\hat{b}}} \dots\dots\dots (A9)$$

A3.3.4 寿终的图估计

以表 A3 中 (t_i, G_i) 数据,在图 A2 上,绘制出该应力水平下的温度加速寿命老化曲线。

在 t 轴上找与 $G(t)$ 轴上 G_z 值相应的坐标点即为该应力水平下的寿终 t_z 值。

A4 温度加速寿命方程的估计

A4.1 图估法

A4.1.1 将四个温度应力水平下的寿终值 t_d 列入表 A4。

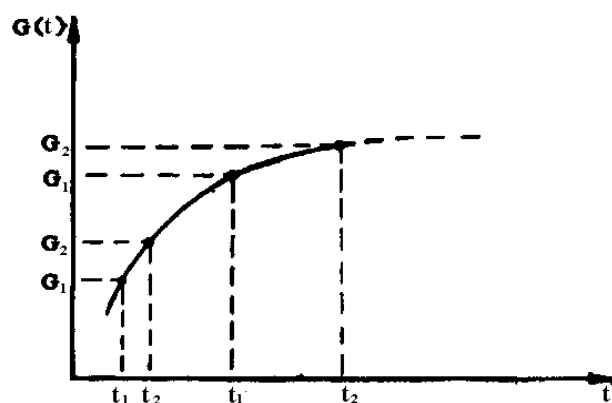
图 A2 温度加速寿命老化曲线 $G(t) \sim t$ 图

表 A4

T_i	$1/T_i$	t_{zi}	$\ln t_{zi}$

A4.1.2 配置温度加速寿命直线

由表 A4 数据,以 $\ln t_{zi} \sim \frac{1}{T_i}$ 依次在单对数纸上描点,凭目力配置一条直线(如图 A3),即为温度加速寿命直线。

A4.1.3 外推常温下产品的寿终 $\hat{t}_z$ 值

将配置的温度加速寿命直线延长,在 $\ln t_z$ 轴上找与 $\frac{1}{T}$ 轴上 $\frac{1}{T_0}$ 对应的点,该点的坐标值即为 $\ln t_{z0}$ 。

A4.2 温度加速寿命方程的计算

由表 A4 所列数据 $(\frac{1}{T_1}, \ln t_{z1})$ 、 $(\frac{1}{T_2}, \ln t_{z2})$ 、 $(\frac{1}{T_3}, \ln t_{z3})$ 、 $(\frac{1}{T_4}, \ln t_{z4})$ 用最小二乘法拟合得出 A、B 常数的估计值,则可写出回归方程,即温度加速寿命方程。如下式:

$$\ln t_z = A + B \cdot \frac{1}{T} \quad \dots\dots\dots (A10)$$

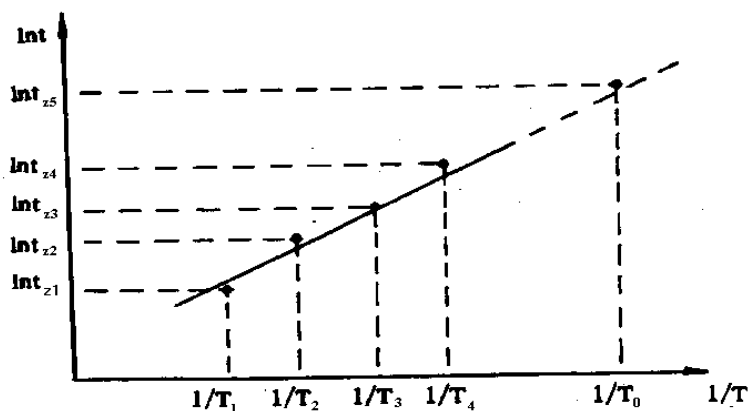


图 A3 温度加速寿命直线

5 加速系数 τ 的计算

由温度加速系数定义计算:

$$\tau_{(T_0 \sim T_i)} = \frac{t_{z0}}{t_{zi}} \dots\dots\dots (A11)$$

由温度加速寿命方程的系数计算:

$$\tau_{(T_0 \sim T_i)} = e^{B(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_i})} \dots\dots\dots (A12)$$

3 常温下贮存寿命的估计

将 T_0 代入(A10),则有

$$\ln t_{z0} = A + B \cdot \frac{1}{T_0} \dots\dots\dots (A13)$$

则

$$t_{z0} = e^{(A + \frac{B}{T_0})} \dots\dots\dots (A14)$$

附录 B

极大似然估计用 $g(z_r)$ 值简表(对数正态分布)

(参考件)

表 B1 极大似然估计用 $g(z_r)$ 简表(对数正态分布)

$\frac{d^2}{s^2+d^2}$	$\frac{r}{n}$	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50
.02		.125348	.128282	.130214	.131704	.132939	.134006	.134952	.135809	.136594	.137323
.04		.168864	.174513	.178284	.181221	.183674	.185809	.187716	.189451	.191051	.192542
.06		.199361	.207583	.213132	.217489	.221153	.224359	.227237	.229869	.232306	.234588
.08		.223272	.233955	.241233	.246988	.251856	.256139	.260000	.263545	.266842	.269941
.10		.243066	.256112	.265078	.272213	.278281	.283642	.288498	.292974	.297153	.301093
.12		.259993	.275318	.285935	.294434	.301698	.308144	.314006	.319430	.324511	.329317
.14		.274791	.292319	.304554	.314402	.322859	.330395	.337275	.343663	.349667	.355362
.16		.287935	.307598	.321419	.332604	.342251	.350884	.358793	.366161	.373109	.379724
.18		.299754	.321486	.336866	.349375	.360212	.369945	.378895	.387261	.395175	.402733
.20		.310482	.334225	.351136	.364959	.376984	.387825	.397828	.407208	.416109	.424635
.22		.320296	.345996	.364414	.379539	.392750	.404705	.415773	.426185	.436096	.445617
.24		.329333	.356937	.376838	.393256	.407654	.420728	.432873	.444334	.455278	.465822
.26		.337699	.367159	.388520	.406222	.421806	.436007	.449241	.461769	.473768	.485363
.28		.345481	.376751	.399551	.418528	.435297	.450631	.464967	.478581	.491658	.504332
.30		.352748	.385784	.410003	.430247	.448201	.464675	.480126	.494844	.509024	.522807
.32		.359559	.394321	.419938	.441440	.460581	.478202	.494781	.510621	.525928	.540851
.34		.365963	.402410	.429408	.452161	.472488	.491262	.508983	.525965	.542425	.558519
.36		.372000	.410096	.438456	.462453	.483966	.503902	.522778	.540922	.558560	.575857
.38		.377707	.417415	.447120	.472353	.495054	.516159	.536204	.555529	.574372	.592905
.40		.383114	.424399	.455432	.481896	.505785	.528066	.549293	.569821	.589896	.609701
.42		.388246	.431077	.463421	.491108	.516188	.539653	.562077	.583828	.605163	.626275
.44		.393128	.437473	.471113	.500017	.526287	.550944	.574580	.597575	.620199	.642655
.46		.397780	.443607	.478528	.508643	.536105	.561963	.586825	.611087	.635030	.658868
.48		.402220	.449501	.485687	.517007	.545662	.572728	.598832	.624383	.649675	.674935
.50		.406463	.455169	.492607	.525127	.554977	.583259	.610620	.637483	.664156	.690879

续表 B1

$\frac{d^2}{s^2+d^2}$	$\frac{r}{n}$	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45	.50
.52		.410524	.460629	.499304	.533018	.561064	.593572	.622205	.650404	.678491	.706719
.54		.411116	.465893	.505792	.540694	.572939	.603680	.633602	.663161	.692694	.722473
.56		.418150	.470974	.512084	.548169	.581614	.613598	.641824	.675768	.706783	.738158
.58		.421737	.475883	.518191	.555455	.590101	.623337	.655885	.688239	.720771	.753790
.60		.425186	.480631	.524124	.562561	.598411	.632907	.666794	.700584	.734671	.769384
.62		.428506	.485226	.529893	.569498	.606554	.642320	.677563	.712816	.748495	.784954
.64		.431705	.498678	.535506	.576275	.614539	.651585	.688201	.724945	.762255	.800514
.66		.434789	.493991	.530971	.582900	.622374	.660709	.698717	.736979	.775962	.816078
.68		.547766	.498182	.546297	.589381	.630067	.669701	.709119	.748929	.789626	.831657
.70		.440641	.502248	.551490	.595724	.637625	.678567	.719415	.760803	.803258	.847266
.72		.443421	.506198	.556556	.601936	.645055	.687316	.729612	.772608	.816866	.862915
.74		.446109	.510038	.561501	.608024	.652363	.695952	.739716	.784352	.830461	.878618
.76		.448712	.513774	.566332	.613992	.659554	.704483	.749734	.796042	.844050	.894385
.78		.451232	.517410	.571052	.619847	.666633	.712912	.759672	.807685	.857643	.910230
.80		.453675	.520950	.575667	.625592	.673607	.721246	.769535	.819289	.871248	.926163
.82		.456044	.524400	.580181	.631233	.680478	.729489	.779329	.830858	.884873	.942198
.84		.458343	.527762	.584599	.636773	.687253	.737646	.789059	.842399	.898527	.958346
.86		.460575	.531042	.588924	.642218	.693934	.745721	.798729	.853918	.912217	.974619
.88		.462744	.534241	.593160	.647569	.700525	.753718	.808343	.865421	.925952	.991030
.90		.464851	.537365	.597310	.652832	.707031	.761640	.817907	.876913	.939740	1.007593
.92		.466900	.540415	.601378	.658009	.713454	.769493	.827424	.888399	.953589	1.024319
.94		.468893	.543394	.605368	.663104	.719798	.777277	.836899	.899885	.967506	1.041224
.96		.470833	.546306	.609281	.668119	.726065	.784998	.846335	.911376	.981500	1.058320
.98		.472722	.549153	.613120	.673057	.732259	.792658	.855735	.922876	.995579	1.075623

续表 B1

$\frac{d^2}{s^2+d^2}$	$\frac{r}{n}$	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95	.99
.02	.138004	.138646	.139254	.139833	.140386	.140917	.141427	.141919	.142396	.142766	.142766
.04	.193943	.195269	.196531	.197737	.198895	.200009	.201086	.202128	.203140	.203929	.203929
.06	.236741	.238786	.240739	.242612	.244416	.246159	.247848	.249489	.251087	.252337	.252337
.08	.272874	.275671	.278350	.280928	.283419	.285833	.288180	.290466	.292699	.294451	.294451
.10	.304836	.308415	.311856	.315177	.318395	.321523	.324573	.327552	.330470	.332765	.332765
.12	.333898	.338293	.342529	.346631	.350617	.354503	.358301	.362023	.365678	.368560	.368560
.14	.360813	.366054	.371122	.376044	.380840	.385528	.390124	.394640	.399086	.402600	.402600
.16	.386068	.392189	.398126	.403906	.409555	.415093	.420537	.425901	.431197	.435392	.435392
.18	.410002	.417037	.423879	.430560	.437107	.443544	.449809	.456157	.462364	.467293	.467293
.20	.432861	.440844	.448630	.456254	.463748	.471135	.478436	.485671	.492854	.498573	.498573
.22	.454830	.463797	.472567	.481180	.489668	.498060	.506378	.514643	.522874	.529444	.529444
.24	.476054	.486042	.495838	.505486	.515021	.524475	.533873	.543238	.552592	.560078	.560078
.26	.496647	.507694	.518559	.529291	.539929	.550506	.561052	.571592	.582151	.590625	.590625
.28	.516703	.528848	.540829	.552697	.564495	.576260	.588026	.599821	.617674	.621215	.621215
.30	.536300	.549581	.562728	.575786	.588805	.601828	.614892	.628029	.641273	.651965	.651965
.32	.555502	.569969	.584325	.598630	.612937	.627291	.641736	.656310	.671051	.682988	.682988
.34	.574366	.590061	.605681	.621219	.636957	.652722	.668637	.684750	.701103	.714388	.714388
.36	.592939	.609908	.626819	.643833	.660925	.678186	.695670	.713432	.731524	.746272	.746272
.38	.611264	.629556	.647871	.666298	.684899	.703746	.722904	.742436	.762107	.778713	.778713
.40	.629378	.649045	.668801	.688736	.708930	.729462	.750108	.771813	.793845	.811910	.811910
.42	.647315	.668410	.689668	.711190	.733068	.755390	.778218	.801731	.825936	.845887	.845887
.44	.665104	.687683	.710512	.733703	.757359	.781587	.806492	.832181	.858779	.880791	.880791
.46	.682774	.706896	.731367	.756312	.781852	.808109	.835209	.863285	.892482	.916752	.916752
.48	.700348	.726076	.752265	.779057	.806592	.835012	.864469	.895125	.927158	.953910	.953910
.50	.717851	.745249	.773238	.801976	.831625	.862335	.894317	.927799	.962932	.992118	.992118

续表 B1

$\frac{d^2}{s^2+d^2}$	$\frac{r}{n}$	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95	.99
.52		.735305	.764443	.794315	.825104	.856999	.890198	.924920	.961409	.999940	1.032448
.54		.752730	.783679	.815526	.848480	.882760	.918603	.952672	.996067	1.038332	1.074192
.56		.770146	.802983	.836902	.872142	.908959	.947637	.988493	1.031895	1.078276	1.117869
.58		.787572	.822377	.858470	.896127	.935648	.977369	1.021678	1.069029	1.119962	1.165728
.60		.805025	.841885	.880262	.920476	.962880	1.007877	1.055936	1.107619	1.163606	1.212058
.62		.822523	.861528	.902307	.945230	.990714	1.039241	1.091383	1.147834	1.209455	1.263195
.64		.840084	.881329	.924636	.970433	1.019212	1.071551	1.128149	1.189867	1.257794	1.317535
.66		.857725	.901312	.947281	.996130	1.048439	1.104905	1.166380	1.233937	1.308097	1.375551
.68		.875462	.921499	.970274	1.022368	1.078468	1.139410	1.206240	1.280296	1.363337	1.437807
.70		.893312	.941914	.993651	1.049201	1.109376	1.175187	1.247915	1.329235	1.421398	1.504992
.72		.911292	.962581	1.017448	1.076682	1.141250	1.212369	1.291617	1.381097	1.483703	1.577957
.74		.929420	.983526	1.041703	1.104872	1.174183	1.251107	1.337589	1.436283	1.550932	1.657760
.76		.947711	1.004775	1.066457	1.133836	1.208279	1.291570	1.386116	1.495274	1.623924	1.745752
.78		.966185	1.026355	1.091753	1.163644	1.243655	1.333954	1.437526	1.558647	1.703724	1.843677
.80		.984859	1.048294	1.117638	1.194373	1.280441	1.378481	1.492210	1.627104	1.791661	1.953842
.82		1.003752	1.070624	1.144163	1.226108	1.318783	1.425406	1.550629	1.701513	1.889448	2.079378
.84		1.022883	1.093375	1.171381	1.258944	1.358846	1.475028	1.613339	1.782955	1.999346	2.224659
.86		1.042272	1.116583	1.199352	1.292985	1.400819	1.527697	1.681014	1.872807	2.124412	2.396022
.88		1.061941	1.140283	1.228141	1.328348	1.444919	1.583827	1.754482	1.972849	2.268899	2.603084
.90		1.081910	1.164514	1.257818	1.365164	1.491395	1.643911	1.834776	2.085434	2.438945	2.861302
.92		1.102205	1.189319	1.288461	1.403581	1.540537	1.708543	1.923201	2.213749	2.643801	3.197529
.94		1.122848	1.214743	1.320157	1.403767	1.592685	1.778448	2.021438	2.362245	2.898220	3.663789
.96		1.143866	1.240835	1.353001	1.485914	1.648239	1.854521	2.131697	2.537362	3.227555	4.379042
.98		1.165286	1.267649	1.387100	1.530243	1.707679	1.937882	2.256949	2.748846	3.680142	5.707169

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部第二一三研究所负责起草。

本标准起草人 孙天惠，