



中华人民共和国国家标准

GB/T 14598.1—2002/IEC 60255-23:1994
代替 GB/T 14598.1—1993

电 气 继 电 器 第 23 部 分：触 点 性 能

Electrical relays—Part 23: Contact performance

(IEC 60255-23:1994, IDT)

2002-12-04 发布

2003-05-01 实施

中 华 人 民 共 和 国 发 布
国家质量监督检验检疫总局

目 次

前言	I
1 总则	1
2 术语和定义	2
3 标准额定值和优先值	5
4 试验条件	6
5 触点性能的评定	8
6 性能表示方法	10
附录 A(规范性附录) 标准试验电路	11
A.1 负载电阻器	11
A.2 负载电感器	11
A.3 试验连线及电路	11
附录 B(规范性附录) 触点应用类别	12
B.1 一组触点可以在多于一种的中间值下使用,这应在相关规范中加以规定	12
B.2 触点应用类别 0(CA0)	12
B.3 触点应用类别 1(CA1)	12
B.4 触点应用类别 2(CA2)	12
B.5 触点应用类别 3(CA3)	12
附录 C(规范性附录) 试验结果的评定	13
C.1 引言	13
C.2 基本评定	13
C.3 扩展评定(图解法)	13
附录 D(规范性附录) 触点性能的简化评定方法	19
D.1 概述	19
D.2 简化评定方法	19
附录 E(规范性附录) 有或无继电器可靠性指标的评定	20
E.1 引言	20
E.2 确定继电器可靠性数据的耐久性试验	20
E.3 属性检验中的耐久性试验	21

前　　言

GB/T 14598《电气继电器》适用于有或无电气继电器的标准,分为4个部分:

——GB/T 14598.1—2002 电气继电器 第23部分:触点性能;

——GB/T 14598.4—1993 电气继电器 第14部分:电气继电器触点的寿命试验 触点负载的优先值;

——GB/T 14598.5—1993 电气继电器 第15部分:电气继电器触点的寿命试验 试验设备的特殊规范;

——GB/T 14598.6—1993 电气继电器 第18部分:有或无通用继电器的尺寸。

本部分等同采用IEC 60255-23:1994《电气继电器 第23部分:触点性能》(英文版)。将IEC 60255-23:1994转化为本部分时,根据GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第1部分:标准的结构和编写规则》规定,作了必要的编辑性修改。

本部分代替GB/T 14598.1—1993。

本部分与GB/T 14598.1—1993相比,主要变化如下:

——增加了引用文件条款和内容;

——增加了附录E(规范性附录)有或无继电器可靠性指标的评定,从此使工业用继电器有了国际上认同的可靠性指标评定方法。

本部分的附录A、附录B、附录C、附录D和附录E均为规范性附录。

本部分由中华人民共和国信息产业部提出。

本部分由全国有或无电气继电器标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:中国电子技术标准化研究所(CESI)。

本部分主要起草人:史信源、王珏。

电气继电器 第23部分:触点性能

1 总则

1.1 范围和目的

本部分适用于 IEC 范围的继电器触点组。他对 GB/T 14598 和 IEC 60255 范围的所有类型继电器是通用的,但对特殊设计或应用必须增加补充要求。

本部分仅适用于新制造的继电器。

本部分规定了继电器触点组的下列内容:

- 所用术语的定义;
- 优先的额定值;
- 优先的试验条件;
- 触点失效的基本判据;
- 性能数据的判据;
- 性能数据的表示方法。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 5080.6—1996 设备可靠性试验 恒定失效率假设的有效性检验(idt IEC 60605-6:1989)

GB/T 10232—1994 电气继电器 第7部分:有或无机电继电器测试程序(idt IEC 60255-7:1991)

GB/T 14598.4—1993 电气继电器 第十四部分:电气继电器触点的寿命试验 触点负载的优先值(idt IEC 60255-14:1981)

GB/T 14598.5—1993 电气继电器 第十五部分:电气继电器触点的寿命试验 试验设备的特性规范(idt IEC 60255-15:1981)

GB/T 14598.7—1995 电气继电器 第3部分:它定时限或自定限时单输入激励量度继电器(idt IEC 60255-3:1989)

GB/T 14598.11—1997 电气继电器 第19部分:分规范 有质量评定的有或无机电继电器(idt IEC 60255-19:1983)

GB/T 14598.12—1998 电气继电器 第19部分:空白详细规范:有质量评定的有或无机电继电器试验一览表1,2和3(idt IEC 60255-19-1:1983)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(idt IEC 664-1:1992)

IEC 60050(191):1990 国际电工词汇 191章:工作可靠性和质量

IEC 60050(446):1983 国际电工词汇 446章:电气继电器

IEC 60050(531):1974 国际电工词汇 531章:电子管

IEC 60085:1984 电气绝缘的耐热性评定和分级

IEC 60255-1-00:1975 电气继电器 有或无电气继电器

IEC 60255-5:1977 电气继电器 第5部分:电气继电器的绝缘测试

IEC 60410:1973 计数检验抽样方案和程序

2 术语和定义

GB/T 14598、IEC 60050 和 IEC 60255 中确立的以及下列术语和定义适用于 GB/T 14598 的本部分。

2.1

触点电路 contact circuit(见图 1 中②)

继电器中,用于连接到由该继电器闭合或断开给定外电路的导电零部件的总体。

[IEV446-16-02,已修改]

注:一组转换触点包含两个触点电路。

2.2

触点组 contact assembly(见图 1 中①)

接触件与绝缘体的组合,通过其相对运动,将触点电路闭合或断开。

[IEV446-16-03]

2.3

接触件 contact member(见图 1 中③)

当触点电路断开时,触点组内在电气上相互绝缘的导电部分。

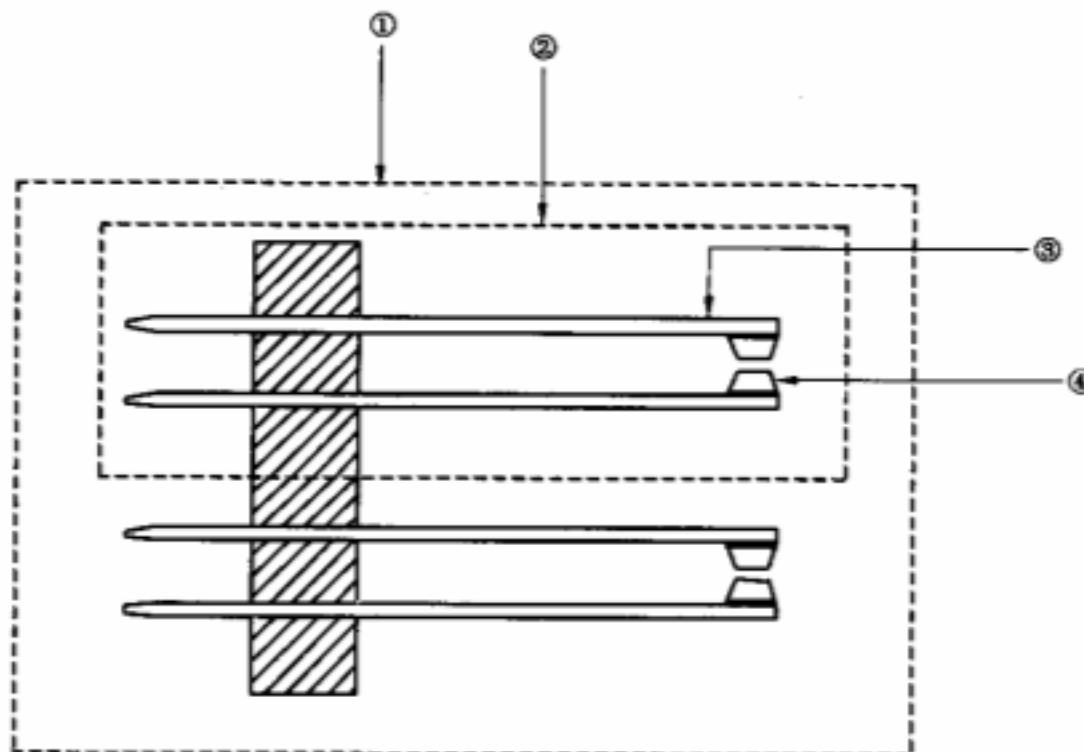
[IEV446-16-04]

2.4

触点 contact tip, contact point(见图 1 中④)

接触件中,闭合或断开触点电路的导电部分。

[IEV446-16-05,已修改]



①—触点组

②—触点电路

③—接触件

④—触点

图 1 2.1 至 2.4 的图例

2.5

动合触点 make contact

在继电器的去激励状态处于断开、激励状态处于闭合的触点组。

2.6

动断触点 break contact

在继电器的去激励状态处于闭合、激励状态处于断开的触点组。

2.7

触点间隙 contact gap

在规定的条件下,触点电路断开时,触点之间的间隙。

2.8

触点压力 contact force

在规定的条件下,两个触点在闭合状态相互施加的力。

2.9

触点电路极限连续电流¹⁾ limiting continuous current of a contact circuit

在规定的条件下,预先闭合的触点电路所能够连续承受的最大电流值(交流为均方根值)。

2.10

触点电路极限短时电流¹⁾ limiting short-time current of a contact circuit

在规定的条件和规定的短时间内,预先闭合的触点电路能够承受的最大电流值(交流为均方根值)。

2.11

极限接通容量¹⁾ limiting making capacity

在规定的条件下,触点组能够接通的最大电流值。

2.12

极限断开容量¹⁾ limiting breaking capacity

在规定的条件下,触点组能够断开的最大电流值。

2.13

极限循环容量¹⁾ limiting cycling capacity

在规定的条件(电压、循环次数、功率因数、时间常数等)下,输出电路能够连续接通或断开的最大电流值。

[IEV446-16-21]

2.14

回跳 bounce

当触点电路闭合或断开时,在达到其最终状态之前,可能出现的以其触点连续地接触和断开为特征的现象。

[IEV446-16-22]

2.15

回跳时间 bounce time

对于正在闭合或断开其电路的触点,从触点电路首次闭合或断开的瞬间开始至其电路最终闭合或断开的瞬间为止之间的时间。

[IEV446-17-13]

2.16

触点跟随 contact follow, contact over-travel**触点超行程**

在触点闭合过程中,在刚刚接触之后,继续沿动接触件运动方向前进的规定位移。

[IEV446-16-08]

1) 极限值(见 2.9、2.10、2.11、2.12 和 2.13)可以大于相应的额定值。

2.17

触点擦动 contact wipe

当触点闭合时,触点刚接触后的相对摩擦运动。

[IEV446-16-09]

2.18

继电器可靠度 relay reliability

继电器在规定的条件下和在规定的工作时间或循环次数内,能够完成所要求功能的概率。

注:通常设定有或无继电器在其初始状态能够执行其所要求的功能。

2.19

平均失效间工作时间(MTBF) mean operating time between failures MTBF(abbreviation)

失效间工作时间的期望。

[IEV191-12-09]

2.20

平均失效间工作时间相应循环(MTBF_c)

cycle-related mean operating time between failures (MTBF_c)

平均失效分布值 μ 的相应循环。

注:通常用 MTBF_c 定义的失效间循环次数代替 MTBF 定义的失效间工作时间。

2.21

继电器失效率 λ (符号)²⁾ relay failure rate λ (symbol)

以继电器工作时间为基准的相对失效数。

注: λ 是 MTBF 的倒数。

2.22

循环的相应失效率 λ_c (符号)²⁾ cycle-related failure rate λ_c (symbol)

λ_c 是 MTBF_c 的倒数。

2.23

电耐久性 electrical endurance

在规定的电气负载和其他工作条件下,失效前的循环次数。

注:优先在 60% 或 90% 的置信水平下规定电耐久性。

2.24

继电器耐久性试验 relay endurance test

为验证施加规定应力对继电器性能的特性影响而进行的全部工作次数的试验。

2.25

触点电路电阻增大的触点故障 contact fault due to contact-circuit resistance

当闭合触点的触点电路电阻超过相应规范中规定的最大值时认为发生的触点故障。

2.26

触点电路不断开的触点故障 contact fault due to non-opening of the contact circuit

当断开触点组的电阻降低至相应规范规定的最小值以下时,认为发生的触点不断开的触点故障。.

2.27

触点失效 contact failure

对于一个被试触点,当出现触点电路电阻增大和(或)触点电路不断开的故障次数超过相关规范中规定的故障次数时,即认为触点失效。

2) 给出的术语和定义限于按附录 E 中的解释使用。

2.28

继电器故障 relay fault

继电器出现的暂时不正常工作。

注：继电器故障只在一限定的时间内存在，在该时间之后，继电器无须任何纠正维修措施而能恢复其执行其所要求功能的能力。

2.29

继电器失效 relay failure

继电器永远不能再执行其所要求的功能时即认为继电器失效。

2.30

继电器缺陷 relay defect

继电器性能偏离要求。

注 1：这些要求可以但不一定以规范中表格形式表示；

注 2：缺陷可能但不一定影响继电器完成所要求功能的能力。

2.31

不合格继电器 defective relay

具有一个或多个缺陷的继电器。

2.32

触点电流 contact current

继电器触点在断开前或闭合后所承受的电流。

[GB/T 10232—1994, 2.5.1]

2.33

触点电压 contact voltage

触点在闭合前或断开后接触件之间的电压。

[GB/T 10232—1994, 2.5.2]

3 标准额定值和优先值

选取优先值的目的是使试验条件减至最少，并为数据的比较提供基准值。

3.1 标准额定值

下列触点电路标准额定值选自 GB/T 14598 和 IEC 60255 的其他部分。

3.1.1 额定电压

优先值：

——直流：12 V, 24 V, 48 V, 60 V, 110 V, 125 V, 220 V；

——交流：12 V, 24 V, 48 V, 110 V, 220 V, (r. m. s.)。

允许采用本标准中未规定为优先值的其他电压值。

3.1.2 额定电流

交流和直流的额定连续电流：

1 A, 1.25 A, 1.6 A, 2 A, 2.5 A, 3.15 A, 4 A, 5 A, 6.3 A, 8 A。或这些安培数乘以 10 的正整数幂或 10 的负整数幂。其中 1, 2, 5 为优先值。

对于额定接通容量、断开容量和循环容量未列出数值。

3.2 标准优先值

3.2.1 工作频率

优先值：

循环次数每小时：6, 30, ……, 120, ……, 600, ……, 1 200, 1 800, 3 600, 7 200, ……, 12 000, ……。

循环次数每秒:……, 0.025, ……, 0.05, 0.1, ……, 0.25, ……, 0.5, 1, 2, 3, ……, 5, 10, 12.5, 20, 25, 30, 50, 100, 200。

3.2.2 占空比(见 IEC 531-18-15)

除制造厂另有规定外,激励电路的优先的占空比应为 50%。

3.2.3 触点电路电阻

3.2.3.1 初始状态的优先值:最大为 $100\text{ m}\Omega$, $200\text{ m}\Omega$ 或 $500\text{ m}\Omega$, 1Ω , 5Ω , 10Ω 或 50Ω 。

3.2.3.2 试验过程中和试验后的优先值:最大为 0.5Ω , 1Ω , 10Ω 或 100Ω 。

3.2.3.3 试验过程中测定触点电路不断开故障的优先值:最小为 $100\text{ k}\Omega$ 。

3.2.3.4 试验过程中测定触点电路不断开故障的电压优先值: 5 Vd.c. , 6 Vd.c. , 12 Vd.c. , 24 Vd.c. 或 48 Vd.c. 。

3.2.4 介质试验电压

初始状态,不同的断开的触点电路间和各独立的触点电路间的优先值按 IEC 60255-5:1997 中表 1 规定: 0.5 kV , 1 kV , 1.5 kV , 2 kV 或 2.5 kV 。

3.2.5 冲击电压试验

a) 优先额定电压值: 0.5 kV , 1.0 kV 或 1.5 kV ;

注:不同海拔高度的电压值应按 GB/T 16935.1—1997 中 4.1.1.2.1 的规定进行修正。

b) 优先波形: $1.2\mu\text{s}/50\mu\text{s}$ 或 $10\mu\text{s}/700\mu\text{s}$;

c) 优先冲击次数:3 次正向与 3 次负向交替冲击;

d) 优先冲击频率: $10\mu\text{s}/700\mu\text{s}$ 的波形,2 次冲击每分钟。

3.2.6 绝缘电阻

a) 优先值: $5\text{ M}\Omega$, $10\text{ M}\Omega$, $20\text{ M}\Omega$, $50\text{ M}\Omega$, $100\text{ M}\Omega$, $500\text{ M}\Omega$ 或 $1000\text{ M}\Omega$ 。

b) 优先测量电压:额定绝缘电压最大为 30 V , 测量电压为 100 V ;额定绝缘电压在 30 V 至 60 V 之间,测量电压为 250 V ;额定绝缘电压在 60 V 至 250 V 之间,测量电压为 500 V 。

3.2.7 检测电耐久性循环次数

优先值: 10000 ; 20000 ; 30000 ; 50000 ; 100000 ; 200000 ; 300000 ; 500000 ; 700000 ; 1000000 ; 2000000 ; 3000000 ; 5000000 ; 10000000 ; 20000000 ; 30000000 ; 50000000 或 100000000 。

3.2.8 试验评定的触点失效率

优先值($1/\text{触点循环次数}$):最大为 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} 或 10^{-8} 。

4 试验条件

4.1 一般要求

- a) 除制造厂另有规定外,每项试验开始时,就给定的试验项目来说,继电器(包括触点)应确实是新的和洁净的;
- b) 继电器应装入外壳并带上罩壳(如果有外壳和罩壳),按正常使用方式进行安装;
- c) 接通、断开和循环试验的环境温度由制造厂规定,且不应低于其基准值;
- d) 除有相关规范中另有规定外,连续试验的环境温度为标称温度范围的上限值;
- e) 除有相关规范中另有规定外,相对湿度为 $45\% \sim 75\%$;
- f) 所有其他影响量和影响因素应为 GB/T 14598 或 IEC 60255 的相应部分所规定的各自的基准值;
- g) 大气环境应尽可能避免灰尘和其他污染;
- h) 当制造厂推荐使用润滑剂或其他制剂时,应在试验开始前施加;
- i) 在任何给定的试验程序中,不应清洗和触动触点;
- j) 试验速率不应超过制造厂的规定,应保证触点无有害的累积热效应,继电器外壳内无有害的累

积电离效应：

- k) 除相关规范另有规定外,当进行交流负载试验时,继电器的驱动应保证触点的机械工作对应于波形(接通时对应为电压波,断开时对应为电流波)上的相位角是随机的;
- l) 试验时,所有规定的保护器件或抑弧电路,应处于正常位置。这些保护部件或抑弧电路属于继电器结构的一部分,或是制造厂根据具体触点额定值的需要而规定的;
- m) 如果继电器具有抑制射频骚扰的器件或电路,在触点进行试验时,这种器件应接入触点电路;
- n) 耐久性试验时,试验设备应能提供试验项目所要求的监测水平和(或)控制等级。试验设备的特性应符合 GB/T 14598.5—1993 规定;
- o) 所有试验电路连线的长度和布置会影响触点的接触性能,这必须由制造厂和用户进行协商确定。阻性负载可能需要短的试验连线以尽量减少寄生电容的影响。连线的横截面积应保证从试验电缆到触点或从触点到试验电缆均无明显的热量传导(见附录 A)。

4.2 试验电路

除另有协议外,试验电路应分别符合附录 A 和 GB/T 14598.4—1993 的要求。试验条件、标准值等,应优先从表 1 及第 3 章中选用。但也可使用其他值,如附录 B 中给出的触点应用类别 0、1、2 类触点较低电压。

所表明的电流值应是触点电路中的稳态电流值(交流为均方根值)。

表 1 试验电路特性

试验电路细目	标准值		触点应用类别	允许偏差	备注			
	电源							
	直流	交流						
电压	优先值和其他规定值		0,1 和 2	±2%	负载两端电压(包括闭合的触点)			
			3	±5%				
频率		标准额定值		±2%				
阻性负载	$L=0$		0 和 1	$L \leq R \times 10^{-7}$ 或 至少 $L \leq 10^{-4}$	R 是负载电阻(Ω) L 是负载电感(H)			
			2 和 3	$L \leq R \times 10^{-6}$ 或 至少 $L \leq 10^{-4}$				
		$\cos\varphi=1$		0 -0.01				
感性负载	$L/R=0.005$ s		0 和 1	±15%				
	$L/R=0.040$ s ^a		2 和 3					
		$\cos\varphi=0.4$						
容性或非线性负载					仅在特殊情况下有要求时适用, 见 4.1			

^a 允许采用 0.040 s 以外的其他值,但必须由制造厂与用户协商一致。

4.3 继电器激励

除 GB/T 14598 或 IEC 60255 的相关部分规定了其他值外,应采用下列条件。

4.3.1 有或无继电器

a) 激励量

对于接通、断开和循环容量试验,继电器应以输入激励量和辅助激励量的额定值(±2%)激励。

释放激励量应由制造厂规定。

b) 极性

当输入电路和(或)触点电路引出端上未标志极性时,试验应在最严酷的极性条件下进行。

4.3.2 量度继电器

a) 输入激励量和特性量

与适用于量度继电器的 GB/T 14598.7—1995 中对机械耐久性试验所规定的相同。

b) 辅助激励量

进行接通、断开和循环容量试验时,继电器应以额定值(±2%)激励;

动合触点连续工作时,继电器应以其工作值范围的上限值(±2%)激励。环境温度应为标称范围的上限值。

c) 极性

当输入电路和(或)触点电路引出端未标志极性时,试验应在最严酷的极性条件下进行。

4.4 触点失效判据

当出现下列一种或多种情况时,即认为被试触点失效:

- a) 触点不再能完成对他所规定的并与具体试验有关的功能时;
- b) 触点出现 4.4.2 条列举的任一模式失效;
- c) 触点引起继电器任何其他部分的失效。

4.4.1 失效类型

暂时失效:能够自行恢复的失效。对于有或无继电器,这种失效即为 2.28 条规定的继电器故障。

永久失效:不能自行恢复的失效。对于有或无继电器,这种失效符合 2.29 条对继电器失效的规定。

4.4.2 失效模式

- a) 有或无继电器:工作范围缩小;
- b) 量度继电器的特性和时间继电器的规定时间:误差极限值超过等级指标的两倍;
- c) 动作、复归、或释放时间超过规定值(包括容许偏差);
- d) 因断开电路或触点电阻超过规定极限值而引起的失效。检测触点电阻可采用其他方法,如检测流过负载电流的被试触点上的电压降;
- e) 熔接或其他形式的粘接;
- f) 持续燃弧;
- g) 介质耐电压失效,即如果触点电路处于断开状态,不能承受介质耐电压试验。该介质耐电压试验电压为对新继电器所规定的试验电压的 0.75 倍(对地、对其他电路,或在断开的触点间);
- h) 绝缘电阻失效。当相应的绝缘电阻值降至 GB/T 14598 或 IEC 60255 相关部分对新继电器规定值的 0.1 倍以下;
- i) 过热,即当任何相关绝缘体的温度高于 IEC 60085:1984 中相应等级的规定;
- j) 由触点试验引起的触点电路中的零件或继电器其他一些零件的损坏和(或)永久性变形或变化的现象。

5 触点性能的评定

5.1 一般要求

制造厂应标明在规定的试验条件下电流、电压、功率、工作次数、最大工作频率、失效率等额定触点性能。

对于附录 B 所规定的应用类别 0、1 和 2 类触点,可规定其他数据作为正常数据的补充。例如电压和电流的下限值,在制造厂与用户协商确定的电压和电流值下的工作循环次数和失效率。

对接通、断开、循环工作的要求,应分别对每个触点评定。对连续工作制的要求,被评定的触点数应

达到不少于每种类型所有动合触点数的 50%，或应达到不少于每种类型动断或转换触点数的 50%，如果是后者更严酷。

如有多于一组触点同时加额定负载而需要降额，则承制方应申明。

注 1：对有多组触点并装入外壳的小型继电器，当需要时可按下列的一种或数种方法降额：

——对于循环工作，采用较低的工作频率以避免在外壳内产生累积电离效应；

——采用较小的连续电流容量，以限制温升；

——采用较低的额定电压，以避免在最严酷的极性条件下不同负载电路的触点间产生闪络。

注 2：必须考虑继电器内部触点的实际位置。

5.1.1 接通容量

触点接通并承载相应电流，时间为：

触点应用类别 3 类：200 ms；

触点应用类别 0,1 和 2 类：25 ms 或等于占空比除以工作频率，取二者之中的较小值。

不论是交流还是直流，负载均应为阻性，而且电流不应由被试触点断开，只能用其他方法断开。

注：当不采用附录 A 和表 1 中规定的试验电路时，可由制造厂与用户商定其他值。除阻性负载外，如果回跳时间大于 L/R 值，也可考虑直流感性负载，此时电流应在 5 倍于负载的 L/R 时间值之后断开。

5.1.2 断开容量

电路应单独闭合，被试触点应断开相应的感性负载电流，除另有规定外，交流、直流均适用。

5.1.3 循环容量

除另有规定外，触点应能接通和断开相同的直流和交流感性负载电流，通常与检测断开容量时的条件相同。

注：当制造厂和用户协商一致时，可以规定接通电流大于断开电流。

5.1.4 连续容量

除另有规定外，电路应独立地接通和断开，被试触点应能承受相应的直流和交流阻性负载电流。试验应持续足够长的时间，以保证被试触点达到热平衡。

5.1.5 短时容量

电路应独立地接通和断开，触点应能承受 1 s 的相应电流，除另有规定外，直流和交流阻性负载均适用。

5.2 评定

评定触点性能的精确方法（见 5.2.1），虽然需要进行大量的试验，但却能得出准确地代表给定触点的性能极限的数据，因此制造厂通常应按此方法规定有关特性。

在有或无继电器范围内应考虑，给定类型继电器的可靠性指标是否用于确定技术设备的可靠性预计，或给定类型继电器的期望寿命是否在质量保证范围（鉴定批准检验和质量一致性检验）内评定。基于这些目的，应采用附录 E 的规定。

在某些情况下，精确评定所需费用可能不合算，但若条件许可时，则可根据制造厂与用户的协议，采用简化方法。这种简化方法的例子见附录 D。

如果采用简化评定方法作为判定性能的依据，制造厂应说明其方法。

5.2.1 精确评定方法

评定触点性能的精确方法，实质上是指触点寿命的设计评定试验。对于质量保证来说，触点性能的逐批评定可由制造厂和用户间的协议所包括。IEC60410 可作为基础。

5.2.1.1 基本评定方法

5.2.1 条中规定的所有验证试验均需要这种方法的评定，这种评定的意义在附录 C 中说明。

a) 除另有规定外，应试验 20 组触点电路，出现首次失效时的循环次数，应大于所要求的循环次数。

首次失效（见 4.4）时的循环次数与所要求的次数相当，意味着可靠度约为 89%（即少于 11%

的相同触点电路会失效)。这种要求的相应置信水平为 90% (见附录 C 的表 C.1)。

如果在所要求的循环次数之前只发生一次失效, 则应再增加 20 组触点进行试验, 这些触点至少应工作到所要求的循环次数而无失效。

这时, 对于 90% 的置信水平, 可靠度约为 88%。

b) 或者, 制造厂可以规定在其他置信水平下的其他可靠性水平, 但至少要试验 10 组触点电路。

样本大小、可靠度与置信水平间的关系应符合附录 C 的规定。

5.2.1.2 扩展评定(图解法)

可以从这些试验数据中导出更多的数据资料。(见附录 C 的 C.3)

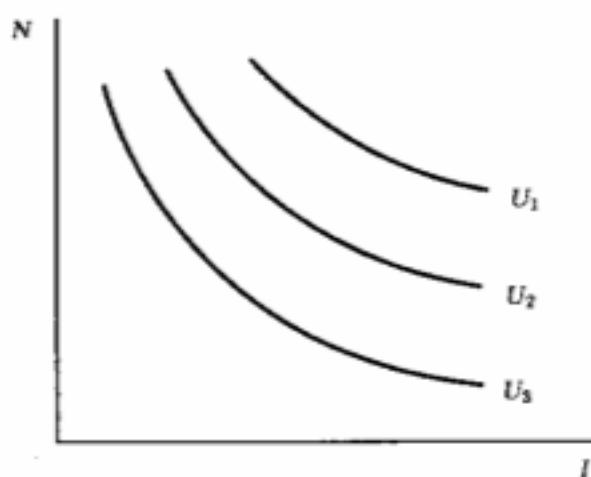
为了能在足够高的置信水平下进行统计推断, 并尽可能降低试验费用, 试验最好连续进行到样本中的绝大多数触点组或继电器失效, 或者若未发生失效, 则试验至少应进行到所要求循环次数的 3 倍。

5.2.2 简化评定方法

见附录 D 的示例。

6 性能表示方法

当需要触点性能的详细数据时, 最好采用一族对数坐标的曲线(见图 2)或采用合适的表格来表示。



U_1, U_2, U_3 ——试验电压(见第 3 章)

N——要求的触点循环次数

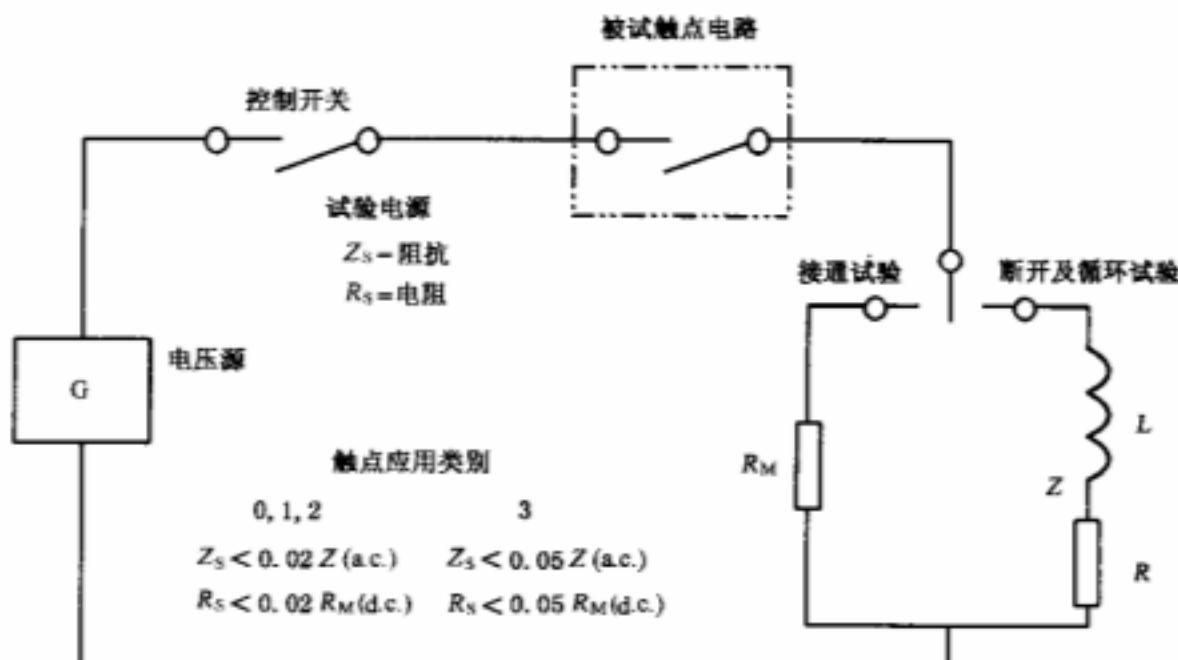
I——触点电流

注 1: 当绘制曲线时, 应测定足够多的点数。

注 2: 增加的数据应与曲线或表格一起给出(例如交流或直流, 阻性或感性负载, 工作频率, 对应于规定可靠度的置信水平)。

图 2 触点性能表示方法示例

附录 A
(规范性附录)
标准试验电路



注： L/R 或 $\cos\varphi$ 的标准值及容许偏差见 4.2 条表 1。

图 A. 1 标准试验电路

A. 1 负载电阻器

由于温度系数和其他原因引起的电阻器非线性度不得超过 2%。

A. 2 负载电感器

磁化曲线的非线性度 $\Delta B/B$ 不得超过 2% (包括磁滞的最大影响)，可采用具有规定最小气隙的 C 形铁心及串联电阻器以减少非线性度。

注：非线性度 $\Delta B/B$ 必须在磁滞回线的工作点 B 处确定。即，作一平行于理想直线(a)，又与电感器的磁化曲线相切的直线(b)，则直线(b)与(a)之间沿 B 坐标方向的距离为 ΔB 。

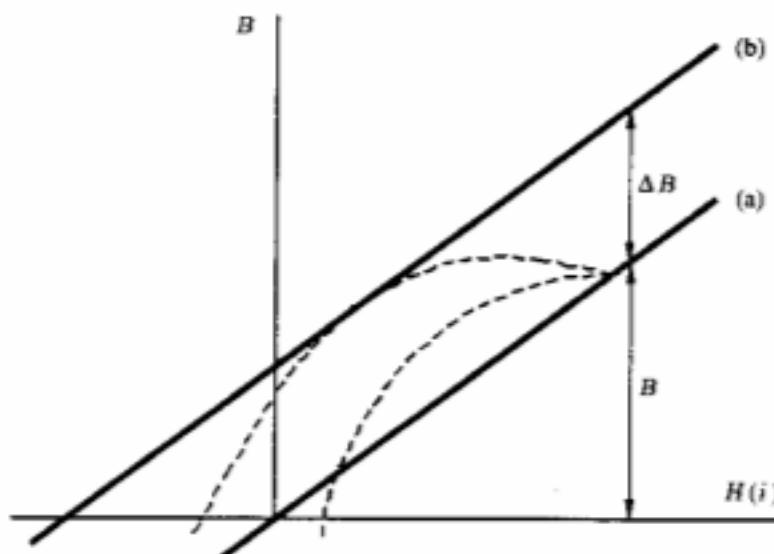


图 A. 2 非线性度 $\Delta B/B$ 的确定

A. 3 试验连线及电路

如果试验电源的一极接地，则被试触点应接至显示最严酷条件(燃弧时间最长)的一极。也可参看 4.3.1b) 条及 4.3.2c) 条。

试验电路连线的长度会影响触点性能[见 4.1 的 o)]，必须由制造厂和用户协商确定。

优先使用 GB/T 14598.4—1993 和 GB/T 14598.5—1993 中的规定。

附录 B
(规范性附录)
触点应用类别

B.1 一组触点可以在多于一种的中间值下使用,这应在相关规范中加以规定

例如:

对于标称电压为 24 V 的程序控制器的数字输入电路,其标准工作值:

——电压范围: $14 \text{ V} < U < 27 \text{ V}$

——电流范围: $2 \text{ mA} < I < 15 \text{ mA}$

其中相应触点的中间值为 $U = 20.5 \text{ V}$ $I = 8.5 \text{ mA}$ (平均值)。

上述值不仅在一种触点应用类别中包括。

B.2 触点应用类别 0(CA0)

最大触点电压为 30 mV、最大触点电流为 10 mA 的触点。

B.3 触点应用类别 1(CA1)

触点电压为 30 mV 至 60 V、触点电流为 10 mA 至 0.1 A 的触点。

B.4 触点应用类别 2(CA2)

触点电压为 5 V 至 250 V、触点电流为 0.1 A 至 1 A 的触点。

B.5 触点应用类别 3(CA3)

触点电压为 5 V 至 600 V、触点电流为 0.1 A 至 100 A 的触点。

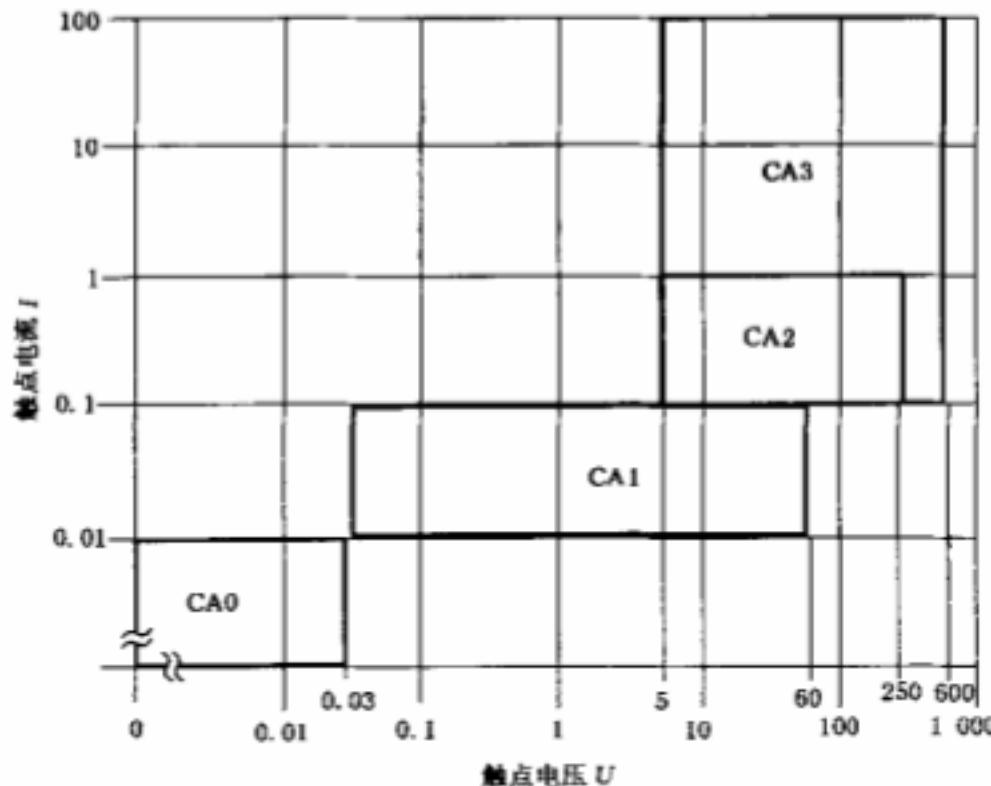


图 B.1 触点应用类别的划分

附录 C
(规范性附录)

C.1 引言

通常,对触点性能的要求是以相同触点组或继电器的试验结果为依据的。这需要在有限数量的触点组上进行这样的试验,并必须根据试验结果,用尽可能多的触点组的性能作出推断(因为试验是破坏性的,不可能全部进行试验验证)。初始试验的最后结果以下述通用语句表述触点性能:

“全部事件的 X% 将会达到规定(或更好)的性能。即指可靠度为 X%。这种表示是在 γ% 的置信水平下作出的”。

但是还往往可以从试验数据中得到其他有价值的推断。当制造厂希望对性能作出尽可能高要求的评定时,这些要求所依据的数据显然要比较低要求所依据的数据更完整。因此 5.2.1 条提出了两个互补的评定性能的方法,即下述的基本评定和扩展评定。

C.2 基本评定

本标准所采用的基本评定基础,是以试验程序中在所要求的循环次数以外出现的首次失效为依据的,并且不假定任何具体的失效分布。用统计学的术语说,这是以一阶统计量为基础的无分布的方法。

在设计和试验情况相同的条件下，并在同一个给定的置信水平 γ 下，总体中将会失效的估算的最大百分率 P 列于表 C.1 中。

表 C.1 失效率、置信水平与样品大小的关系

样本大小 (n)	置信水平 γ 为下列百分数时的 P 的最大值 %				
	50%	60%	70%	80%	90%
10	6.7	8.7	11.3	14.9	20.6
20	3.4	4.5	5.8	7.7	10.9

例如,当置信水平为 90% 时,在样本中出现首次失效的循环次数内,20 组触点的样本所代表的总体中,失效率将不大于 10.9%.

表 C.1 中的数据可用公式 C.1 予以扩展：

也可参考其他文献。

C.3 扩展评定(图解法)

由于失效分布的模式在试验之前不可能知道,所以必须采用一种通用的分析方法,该方法能考虑到不同的模式并在可能时辨别其模式。

在推荐的方法中,失效数按失效时循环次数增长顺序排列,由此可将每个失效时的循环次数按其“秩”标示,最好按表 C.2 所示“中位秩”标志。

当这些数据标示在适当的坐标纸上时,由此得出的曲线可用来进行分析。最有效的分析方法之一

是采用威布尔(Weibull)分布,若正确地选择参数,它能适应于在一个很宽范围内可能出现的曲线。

威布尔由公式 C. 2 给出:

$$F(N) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{N-\alpha}{N_c}\right)^\beta\right] \quad N \geq \alpha \quad \text{(C. 2)}$$

式中:

N —触点失效时的循环次数;

N_c —尺度参数: N 的特征值(当 63.2% 失效时的循环次数);

α —位置参数:失效前的循环次数,通常 $\alpha=0$;

β —形状参数: β 表示威布尔分布的斜率。

相应的威布尔分布失效率函数(或失效函数)由公式 C. 3 给出:

$$q = \frac{\beta}{N_c} \left(\frac{N}{N_c}\right)^{\beta-1} \quad (\text{当 } \alpha = 0 \text{ 时}) \quad \text{(C. 3)}$$

由此可见,当 $\beta < 1$ 时(早期失效),失效率减小;当 $\beta = 1$ 时(偶然失效),失效率保持不变;当 $\beta > 1$ 时(耗损失效),失效率增大。因此用威布尔分布曲线的斜率 β 可以区别:

早期失效;

偶然失效;

耗损失效。

图 C. 1 示出空白的威布尔概率纸。

威布尔概率纸以下列方法由威布尔分布函数导出:

$$1 - F(N) = \exp\left[-\left(\frac{N}{N_c}\right)^\beta\right] \quad \text{(C. 4)}$$

$$\text{或} \quad \ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta \ln N_c \quad \text{(C. 5)}$$

因此 $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ 与 $\ln N$ 之间成线性关系。

为了使威布尔分布图成为一条直线。威布尔分布坐标纸纵轴为双对数刻度,横轴为单对数刻度。

右边是相应的 $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)}$ 值的线性刻度,上方为相应的 $\ln N$ 值的线性刻度。

如果 $N = N_c$ 则: $\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = 0$ 。

相应得出: $F(N) = 1 - \frac{1}{e} = 0.632$

因此, β 的纵向线性刻度上的零值对应于 63.2% 失效数,如虚线所示。这样可以估算出特征工作循环次数 N_c 。

线性刻度上的点(1,0)相应于:

$$\ln N = \ln N_c = 1$$

由此得出通过点(1,0)的每条直线在离原点(0,0)为 β 处与纵轴(即 $\ln N = 0$)相交(见图 C. 2)。

$$\ln \ln \frac{1}{1 - F(N)} = \beta \ln N - \beta = -\beta \quad (\text{当 } \ln N = 0 \text{ 时})$$

β 值可以从右边的纵轴刻度上读出。

失效分布的平均值 μ 和标准偏差 σ 可用概率纸最右边和上边的图解尺估算出来。因为 $\frac{\mu}{N_c}$ 和 $\frac{\sigma}{N_c}$ 只是 β 的函数。

由平均值 μ 和标准偏差 σ 得出的累积概率应在相关规范中规定。累积概率应优先采用 60% 或 90%。

例如：某一耐久性试验中的触点或继电器失效见表 C.2，(样本大小 $n=20$ 组触点或 20 只继电器)：

表 C.2 某一耐久性试验中的失效记录(示例)

累积失效数 (i)	失效时的累积循环次数(N) 10^6 次	$(m.r.) \times 100\%$
1	2.7	3.4%
2	3.4	8.3%
3	4.4	13.1%
4	5.2	18.1%
5	5.3	23.0%
6	5.6	27.9%
7	5.7	32.8%
8	6.5	37.7%
9	7.5	42.6%
10	8.7	47.5%
11	9.7	52.5%
至 9.7×10^6 次循环为止的失效数		

采用下列程序：

- a) 从表 C. 3 中找出中位秩(m_r), 如果表 C. 3 中未给出所需样本大小 n , 则按公式 C. 6 计算 m_r :

本例中的中位秩数值列于表 C.2 第三栏。

- b) 在威布尔概率纸(图 C.2)上,在相应循环次数处标出中位秩。
 c) 当可能时对这些标出点配作一条直线。

注：如果不能画出单一的一条直线，则可能存在不只一种失效机理。

- d) 根据所画直线与“63.2%”直线的交点估算特征寿命(N_e):

$$N_s = 9.3 \times 10^6 \text{ 次}$$

- e) 通过点(1,0)画平行线,由其与零纵轴的交点可得到形状参数: $\beta=2.6$
由于 $\beta>1$,失效机理为耗损型。

- f) 从图解尺上读得: $\frac{\mu}{N_c} = 0.89$ 及 $\frac{\sigma}{N_c} = 0.365$ 。

由此得出：

$$\text{平均值: } \mu = 0.89 \times 9.3 \times 10^6 = 8.2 \times 10^6 \text{ 次。}$$

$$\text{标准偏差: } \sigma = 0.365 \times 9.3 \times 10^6 = 3.2 \times 10^6 \text{ 次。}$$

表 C.3 表列样本大小的中位秩(*m. r.*)

累积失效数 (<i>i</i>)	样本大小(<i>n</i>)					
	10	15	20	30	40	50
1	6.7	4.5	3.4	2.3	1.7	1.4
2	16.2	10.9	8.3	5.5	4.2	3.3
3	25.9	17.4	13.1	8.8	6.6	5.3
4	35.5	23.9	18.1	12.1	9.1	7.3
5	45.2	30.5	23.0	15.4	11.6	9.3
6	54.8	37.0	27.9	18.7	14.1	11.3
7	64.5	43.5	32.8	22.0	16.5	13.3
8	74.1	50.0	37.7	25.3	19.0	15.2
9	83.8	56.5	42.6	28.6	21.5	17.2
10	93.3	63.0	47.5	31.9	24.0	19.2
11		69.5	52.5	35.2	26.4	21.2
12		76.1	57.4	38.5	28.9	23.2
13		82.6	62.3	41.8	31.4	25.2
14		89.1	67.2	45.1	33.9	27.2
15		95.5	72.1	48.4	36.4	29.1
16			77.0	51.6	38.8	31.1
17			81.9	54.9	41.3	33.1
18			86.9	58.2	43.8	35.1
19			91.7	61.5	46.3	37.1
20			96.6	64.8	48.8	39.1
21				68.1	51.2	41.1
22				71.4	53.7	43.0
23				74.7	56.2	45.0
24				78.0	58.7	47.0
25				81.3	61.2	49.0
26				84.6	63.6	51.0
27				87.9	66.1	53.0
28				91.2	68.6	55.0
29				94.5	71.1	57.0
30				97.7	73.6	58.9
31					76.0	60.9
32					78.5	62.9
33					81.0	64.9
34					83.5	66.9
35					85.9	68.9
36					88.4	71.0
37					90.9	72.0
38					93.4	74.8
39					95.8	76.8
40					98.3	78.8
41						80.8
42						82.8
43						84.8
44						86.8
45						88.7
46						90.7
47						92.7
48						94.7
49						96.7
50						98.6

注: $m. r. = \frac{i - 0.3}{n + 0.4}$ (*i*=累积的失效数)。

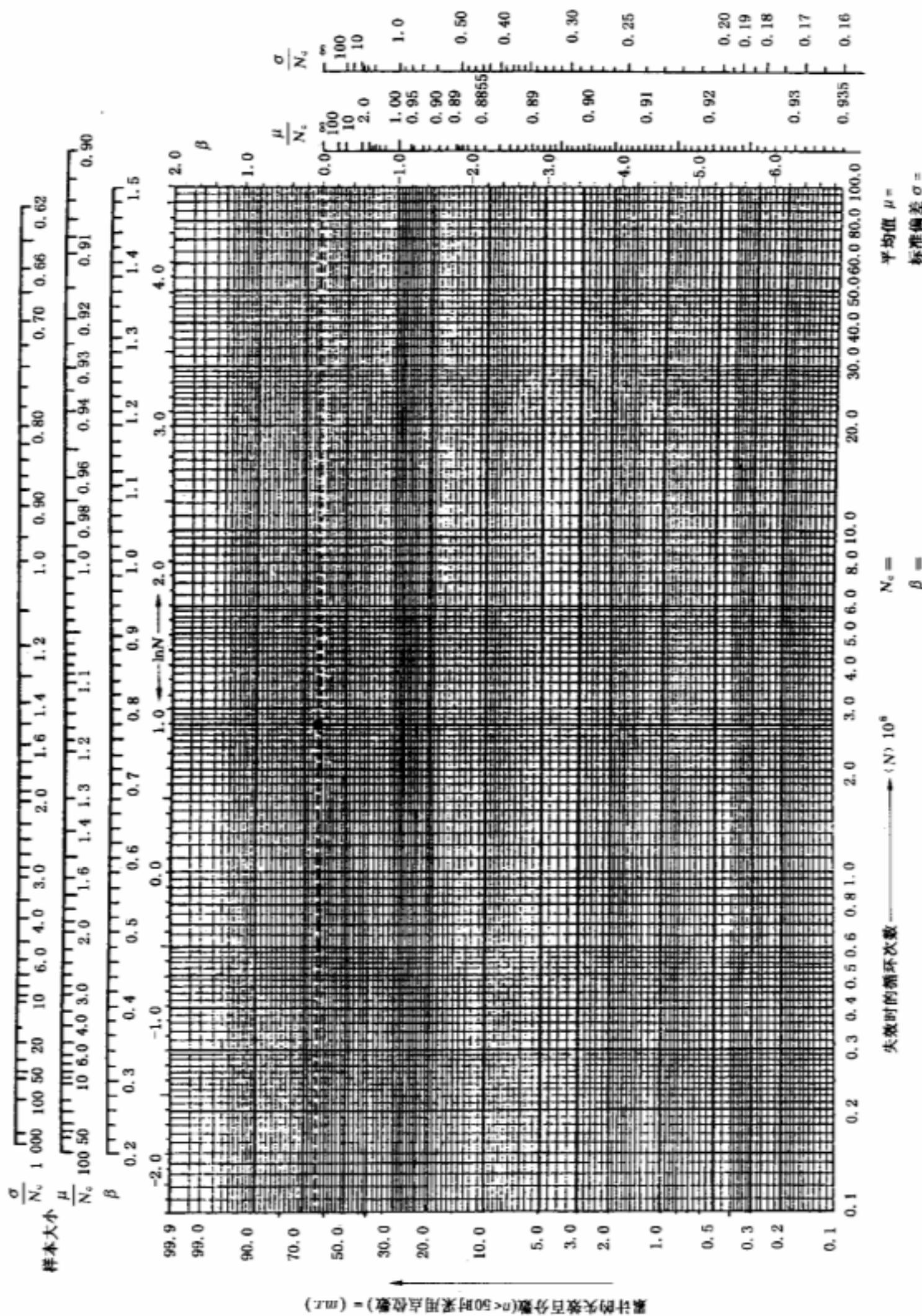


图 C. 1 威布尔概率纸

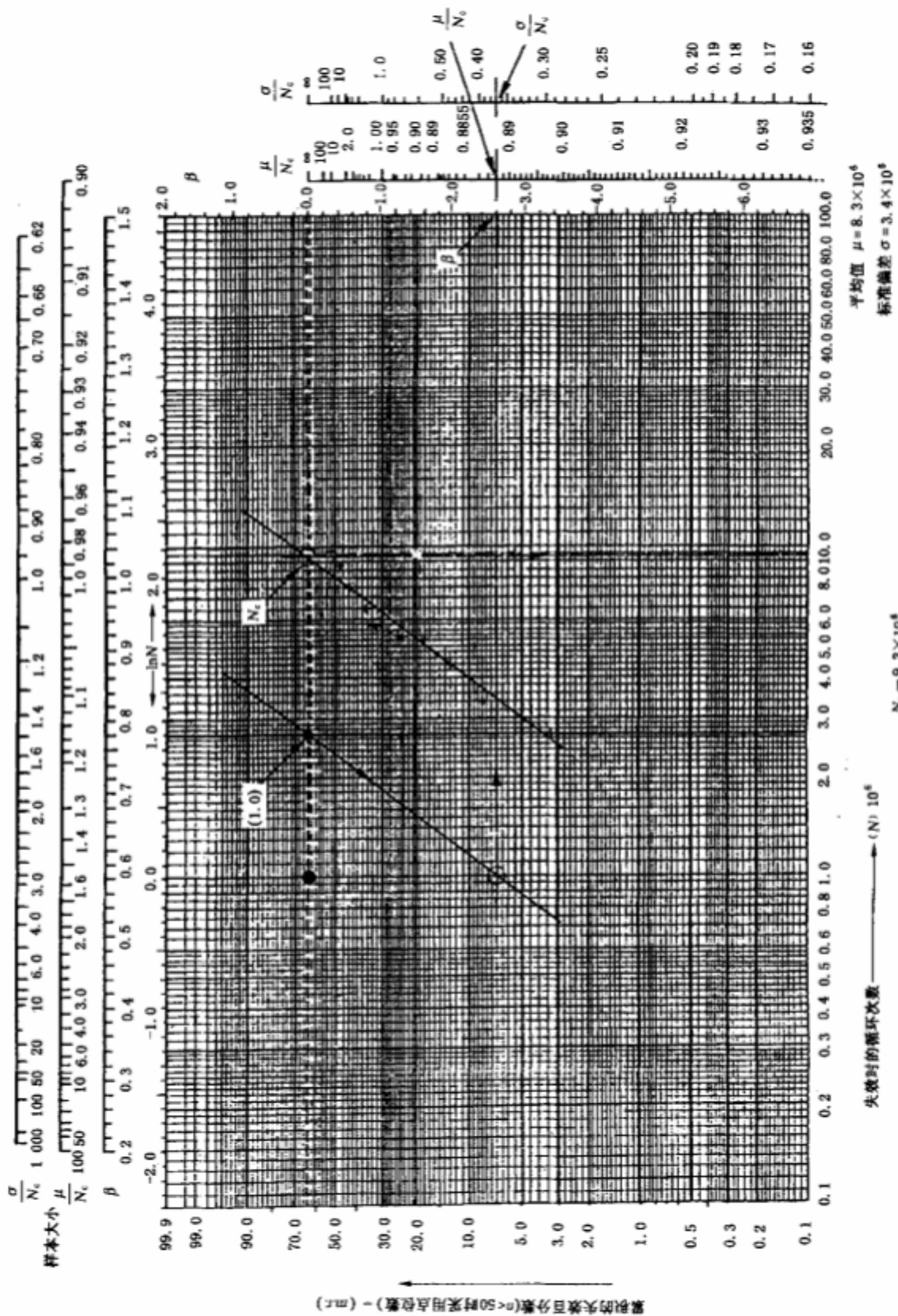


图 C.2 威布尔概率图

附录 D
(规范性附录)
触点性能的简化评定方法

D.1 概述

5.2.2 条称做简化评定方法的示例如下：

此方法对某些一般结构的通用继电器的触点大致有效，而不是对每一种类型的触点都有效。

此简化方法比采用精确方法得到的触点性能评价低，但试验可减至最少。所用公式在 10^5 循环次数以内近似有效。

D.2 简化评定方法

D.2.1 额定极限接通容量 I_{LM} 及额定极限断开或循环容量 I_{LB} 均以每一触点电路 10 次循环无失效为依据。

D.2.2 相应于 10^4 次循环的接通容量的额定触点电流 I_M 应为 $0.5 I_{LM}$ ，相应于 10^4 次循环的断开或循环容量的额定触点电流 I_B 应为 $0.7 I_{LB}$ 。

D.2.3 比 D.2.2 条规定的电流小而比 D.2.2 条规定的循环次数多(N)时，触点性能可按下式进行计算：

$$N_1 = 10^4 \cdot \left(\frac{I_M}{I_1} \right)^{1.5} \quad (\text{适用于循环在 } 10^4 \sim 10^5 \text{ 次范围的接通容量})$$

$$N_2 = 10^4 \cdot \left(\frac{I_B}{I_2} \right)^{1.5} \quad (\text{适用于循环在 } 10^4 \sim 10^5 \text{ 次范围内的断开和循环容量})$$

式中：

N_1 ——接通容量电流为 I_1 时的循环次数。

N_2 ——断开和循环容量的电流为 I_2 时的循环次数。

$(I_1 < I_M \text{ 及 } I_2 < I_B, \text{ 通常 } I_B < I_M)$

注：上述公式在超过 10^5 次循环时也可适用，并（或）采用由制造厂与用户协商确定的在 1.5~3 之间的其他幂数。

附录 E
(规范性附录)
有或无继电器可靠性指标的评定

E.1 引言

确定有或无继电器可靠性指标的耐久性试验最好按 5.1 条规定, 在每只继电器的各组触点上进行, 因此应采用 5.2.1.2 条规定的扩展评定(试验至绝大多数被试继电器失效或至少进行 3 倍于规定的循环次数的试验)。在属性检验的情况下, 在评定试验结果时应考虑不合格继电器和所有被试继电器的预定数。

如果需要对触点本身的可靠性指标评定(例如在继电器研制中的耐久性试验等), 则只进行与触点有关的试验结果评定(不考虑单个继电器)。

评定可靠性指标用的有或无继电器耐久性试验应模拟典型的使用条件。但为了经济起见, 应采用合理的加速工作条件。影响因素(例如, 触点负载、工作频率、通断比、线圈激励、环境温度或其他气候或机械-动力环境影响等等)的改变要限制在这样的范围, 即试验的加速实质上不改变对其在实际工作中所预期的衰变机理, 因此这些试验的安排应以继电器和触点专家们的经验作依据(当需要时, 进行比较试验)。

只有在所有这些条件都满足时, 下列各条款阐述的关系才适用。

所有进一步的数学展开均以可靠性指数规律为依据。采用 GB/T 5080.6—1996 中的统计试验, 以保证对每一具体事件的假设是正确的。

E.2 确定继电器可靠性数据的耐久性试验

E.2.1 组件、设备或系统的可靠性预计(计算 MTBF)需要单只继电器的失效率。因此, 需要对单只继电器耐久性试验(将被试触点组装于相应继电器上)结果进行评定。有或无继电器耐久性试验的安排及其评定首先涉及到循环次数。“失效”的定义按 2.27 条和 2.29 条的规定, 优先值采用 3.2.3 条和 3.2.8 条的规定。

E.2.2 下列失效分布平均值相应循环 μ 与平均失效间工作时间相应循环 MTBF_e 之间的关系式用来确定有或无继电器的可靠性指标

$$\mu = \text{MTBF}_e$$

例如: 假设寿命试验结果适用于被试继电器, 则下列 MTBF_e 即对应于按 C.3 条确定的 μ 值:

$$\text{MTBF}_e = 8.3 \times 10^5 \text{ 次(循环)}$$

E.2.3 循环次数的相应失效率 λ_e 是平均失效间工作时间相应循环的倒数:

$$\lambda_e = \frac{1}{\text{MTBF}_e} \quad (\text{1/次})$$

例如: 在代进 E.2.2 条的 MTBF_e 值后得出, 循环次数的相应失效率:

$$\lambda_e = 1.2 \times 10^{-7} \quad (\text{1/次})$$

E.2.4 继电器时间的相应失效率(λ)或按时间求得的平均失效间工作时间(MTBF)分别按对应于继电器具体应用中的 λ_e 和每小时的平均循环次数计算求得:

$$\lambda = f \times \lambda_e \quad (\text{1/h})$$

或

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{h})$$

式中 f 为每小时的循环次数。

按时间求得的失效率也可以用十进制小数来表示, 以非特(fit)为单位。下列关系式适用:

$$1 \text{ 非特(fit)} = 10^{-9} (1/\text{h})$$

例如：假设某一继电器按循环次数的相应失效率已在耐久性试验中确定，其值如 E.2.3 例子中表明的数值，则在实际应用中每小时的平均循环次数的期望值为，例如，1/h。则得出按时间求得的失效率为：

$$\lambda = 1.2 \times 10^{-7}/\text{h} = 120 \text{ 非特(fit)}$$

而按时间求得的平均失效间工作时间为：

$$\text{MTBF} = 8.3 \times 10^6 \text{ h}$$

E.3 属性检验中的耐久性试验

E.3.1 在某些情况下，允许采用 IEC 60410 属性检验抽样方案与程序，在逐批的一个批评定的耐久性试验只进行到预定的循环次数，并采用允许的规定次数（例如：分别按 GB/T 14598.11—1997 或 GB/T 14598.12—1998 的规定）。在这种情况下，采用最大可能点估计法可以评定 MTBF 和 λ 。

采用下列关系式作为基础：

当在累积工作时间（小时）T 内，准确地出现 k 次失效，则方程式为：

$$\hat{\text{MTBF}} = \frac{T}{k}$$

提供出一实际 MTBF 的最大可能点估计，对于置信区间的估计，置信范围的下限 ($\hat{\text{MTBF}}_u$) 和上限 ($\hat{\text{MTBF}}_l$) 可由下式确定：

$$\sum_{i=0}^k \frac{(T/\hat{\text{MTBF}}_u)^i}{i!} e^{-T/\hat{\text{MTBF}}_u} = \beta_1$$

和

$$\sum_{i=k}^{\infty} \frac{(T/\hat{\text{MTBF}}_l)^i}{i!} e^{-T/\hat{\text{MTBF}}_l} = \beta_2$$

置信水平为 $\gamma = 1 - \beta_1 - \beta_2$ 。对于 $k=0$

$$\hat{\text{MTBF}}_u = \infty$$

和

$$\hat{\text{MTBF}}_l = \frac{T}{\ln(1/\beta_1)}$$

因此 $\gamma = 1 - \beta_1$ 。 $\hat{\text{MTBF}}_u$ 和 $\hat{\text{MTBF}}_l$ 值可从 X^2 分布的位数据表中确定。

在大多数情况下，图解法足以满足使用范围。图 E.1 以图解表明 γ 、 k 、 T 与 $\hat{\text{MTBF}}_u$ 、 $\hat{\text{MTBF}}_l$ 之间的关系；从而作出下列选择： $\beta_1 = \beta_2 = (1 - \gamma)/2$ 。置信范围 $\hat{\text{MTBF}}_u$ 和 $\hat{\text{MTBF}}_l$ 也可以看作是单侧置信区间。在此情况下，下列关系式是适用的：

$0 < \text{MTBF} < \hat{\text{MTBF}}_u$ 此时 $\gamma = 1 - \beta_2$ ；

$\text{MTBF} > \hat{\text{MTBF}}_l$ 此时 $\gamma = 1 - \beta_1$ 。

例如：置信水平 $\gamma (= 0.9) 90\%$ ；

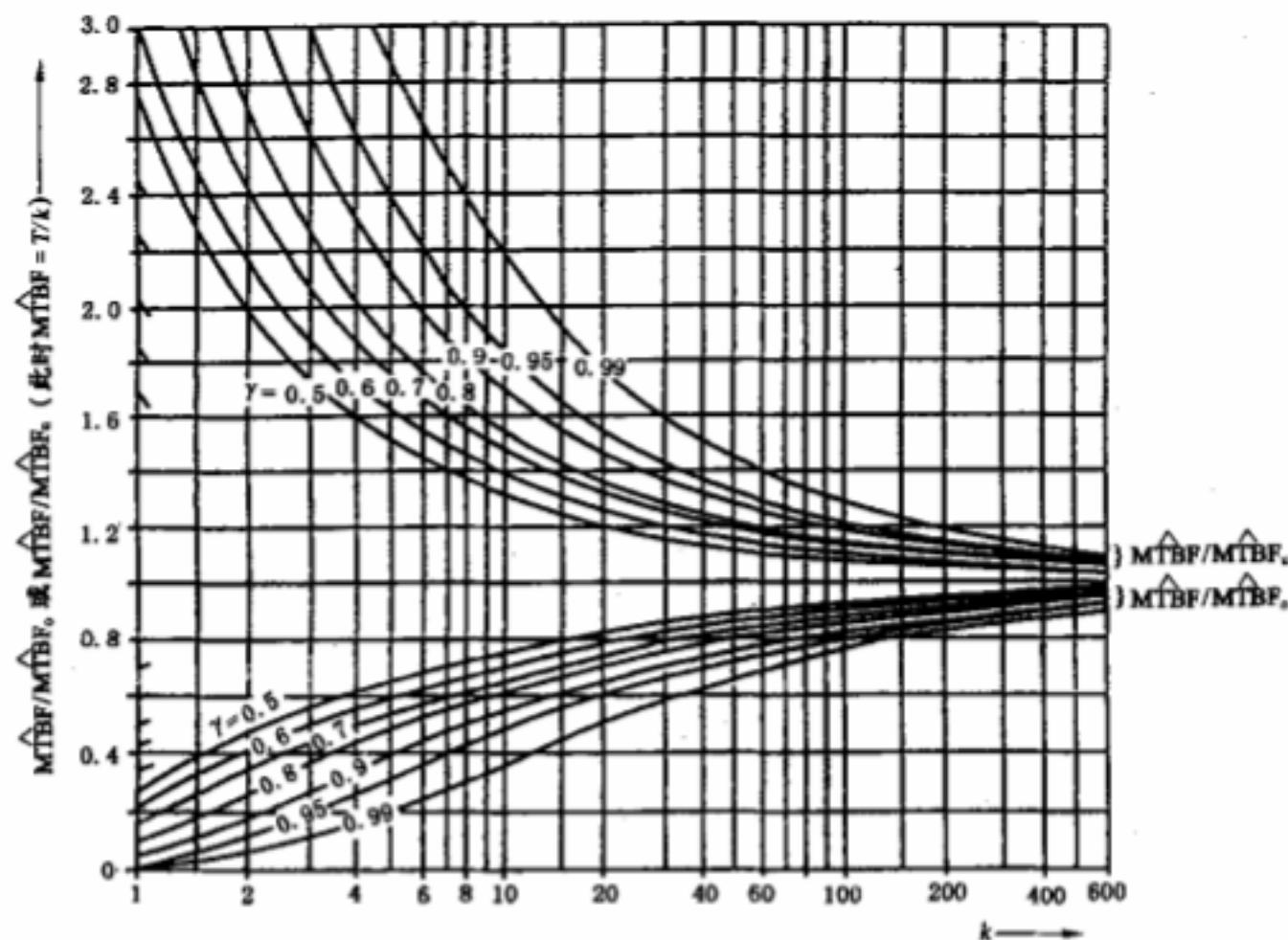
被试继电器数 $N: 20$ ；

加速耐久性试验中的循环次数 $n: 10^7$ ；

检测出的失效数 $k: 0$ （无失效继电器）；

所以累积的工作小时数为：

$$T = \frac{1}{f} \times N \times n = \frac{1}{f} \times 20 \times 10^7 = \frac{1}{f} \times 2 \times 10^8 \text{ h}$$



T =累积的工作时间 $k=T$ 时间内的失效数 γ =置信水平

图 E.1 MTBF 为未知数时的置信度范围 \hat{MTBF}_0 和 \hat{MTBF} 。

估算值为：

$$\begin{aligned} \hat{MTBF}_0 &= \frac{T}{\ln\left(\frac{1}{(1-\gamma)/2}\right)} = \frac{\frac{1}{f} \times 2 \times 10^6}{\ln\left(\frac{1}{0.05}\right)} \\ &= \frac{1}{f} \times 6.68 \times 10^7 \end{aligned}$$

$$\hat{MTBF}_0 = \infty$$

$$\begin{aligned} \hat{\lambda}_u &= \frac{1}{\hat{MTBF}_0} \times f \times 15 \times 10^{-9} / h \\ &= f \times 15 \text{ 非特} \end{aligned}$$

给出实际使用中 $f=1/h$:

$$\hat{\lambda}_u = 1.5 \times 10^{-8} = 15 \text{ 非特}$$