

ICS 29.120.50
K 45



中华人民共和国国家标准

GB/T 15510—2008
代替 GB/T 15510—1995

控制用电磁继电器可靠性试验通则

General rules for reliability test of electromagnetic relay for control circuits

2008-06-18 发布

2009-03-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、符号	1
4 可靠性指标	3
5 试验方法	3
6 可靠性验证试验分类及试验程序	5
7 试验记录与试验报告	7
附录 A (资料性附录) 推荐的继电器可靠性试验控制与检测装置框图	9
附录 B (资料性附录) 定级试验、升级试验与维持试验方案的确定方法	10

前 言

本标准在编写格式和规则上符合 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》的要求。

本标准代替 GB/T 15510—1995《控制用电磁继电器可靠性试验通则》。

本标准与 GB/T 15510—1995 相比主要变化如下：

- 增加了试品抽取；
- 增加了开箱检测；
- 增加了试品筛选；
- 删除了参考文献。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：国家继电保护及自动化设备质量监督检验中心、河北工业大学、许昌继电器研究所、厦门宏发电声有限公司、人民电器集团有限公司、宁波福特继电器有限公司、许继电气股份有限公司。

本标准主要起草人：陆俭国、李全喜、李奎、刘文、陆宁懿、高文乐、王典荣、焦坡。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 15510—1995。

控制用电磁继电器可靠性试验通则

1 范围

本标准规定了控制用电磁继电器可靠性试验的术语及其定义和量的符号,可靠性指标,试验方法,可靠性验证试验分类及试验程序,试验记录及试验报告。

本标准适用于产品寿命能合理地认为是服从指数分布的产品的可靠性验证试验。

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 2423(系列) 电工电子产品环境试验

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

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1.1

电磁继电器 **electromagnetic relay**

由电磁力产生预定响应的机电继电器。

3.1.2

接触电压降 **contact voltage drop**

接触压降

从触点组件两引出端测得的一副闭合触点间的电压降值。

3.1.3

动作时间 **operate time**

对处于释放状态的继电器,在规定的条件下,从施加输入激励量规定值的瞬间起至继电器切换的瞬间止的时间间隔。

3.1.4

释放时间 **release time**

对处于动作状态的继电器,在规定的条件下,从输入激励量产生规定变化(该变化将引起继电器返回)的瞬间起至继电器返回的瞬间止的时间间隔。

3.1.5

输入激励量 **input energizing quantity**

在规定的条件下,施加于继电器、能使继电器响应的一种激励量。

3.1.6

动作状态 **operate condition**

继电器按规定方式激励时的规定状态。

3.1.7

释放状态 release condition
继电器未激励时的规定状态。

3.1.8

切换 to switch
在给定的输出电路中完成预定的功能。

3.1.9

返回 homing
重新回到初始状态或释放状态。

3.1.10

畸变因数 distortion factor
非正弦周期量减去基波所得的谐波分量有效值与该非正弦量有效值之比。

3.1.11

负载比 duty ratio
负载因数
继电器激励时间在一个循环周期内所占的比率。

3.1.12

相关失效 relevant failure
关联失效
在解释试验结果或计算可靠性特征量的数值时必须计入的失效。它不包括从属失效、误用失效以及修改设计可以消除的失效。

3.1.13

相关试验时间 correlation test time
与试品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。

3.1.14

置信度 confidence level
产品真实失效率等于被定失效率等级的最大失效率而判为不合格的概率。

3.1.15

使用方风险 consumer's risk
当产品的真实失效率等于不可接收的失效率 λ_1 时,产品被接收的概率。

3.1.16

生产方风险 producer's risk
当产品的真实失效率等于可接收的失效率 λ_0 时,产品被拒收的概率。

3.2 符号

下列符号适用于本标准:

λ ——失效率;

λ_{\max} ——规定失效率等级的最大失效率;

n ——受试产品总数(试品数);

t_z ——试验截止时间;

U_j ——触点接触电压降;

U_c ——断开触点间的电压;

U_e ——触点电路额定电压(开路电压);

I_c ——触点电路负载电流;

- $\cos\Phi$ ——交流负载电路的功率因数；
 L/R ——直流负载电路的时间常数；
 U_{ix} ——触点接触压降的极限值；
 U_{ox} ——断开触点间电压的极限值；
 T ——累积相关试验时间；
 T_c ——截尾时间；
 r ——相关失效数；
 r_c ——截尾失效数；
 A_c ——合格判定数(允许失效数)；
 λ_0 ——可接收的失效率；
 λ_1 ——不可接收的失效率；
 α ——生产方风险；
 β ——使用方风险。

4 可靠性指标

控制用电磁继电器采用失效率又作为其可靠性特征量。将失效率等级作为其可靠性指标,并按其最大失效率的数值分为四个失效率等级(亚五级、五级、六级、七级)。失效率等级的名称、符号和最大失效率见表 1。

表 1 控制用电磁继电器失效率等级名称、符号和最大失效率

失效率等级名称	失效率等级符号	最大失效率 λ_{\max} 1/10 次
亚五级	YW	3×10^{-5}
五级	W	1×10^{-5}
六级	L	1×10^{-6}
七级	Q	1×10^{-7}

5 试验方法

5.1 试验条件

5.1.1 环境条件

5.1.1.1 除非产品标准另有规定,试验应在 GB/T 2423 规定的试验时的标准大气条件下进行,即:

- 温度:15 °C~35 °C;
- 相对湿度:45%~75%;
- 大气压力:86 kPa~106 kPa。

试品应在试验的标准大气条件中放置足够的时间(不少于 8 h),以使试品达到热平衡。

5.1.1.2 试验环境应注意避免灰尘和其他污染。

5.1.2 安装条件

- a) 试品应安装在正常使用位置;
- b) 试品应安装在无显著冲击和振动的地方;
- c) 试品安装面与垂直面的倾斜度应符合产品标准的规定。

5.1.3 试验电源条件

5.1.3.1 频率为 50 Hz 的正弦波电源,其容许偏差为:

- a) 波形畸变因数不应大于 5%;

b) 频率偏差不应超过±5%。

5.1.3.2 直流电源可采用发电机、蓄电池电源或稳压电源,若试验中不影响产品性能时,可以采用三相全波整流电源,但其纹波分量应满足下列规定:

峰值与谷值之差和直流分量之比值不大于6%。

5.1.3.3 试验过程中,当触点接通负载时,试验电源电压的波动相对于空载电压而言不应大于5%。

5.1.4 负载条件

5.1.4.1 负载电源可为直流电源或交流电源,除非产品标准另有规定,推荐优先采用直流电源。

5.1.4.2 负载可为阻性负载、感性负载、容性负载或非线性负载,除非产品标准另有规定,推荐优先采用阻性负载(交流时 $\cos\Phi=0.9\sim 1.0$,直流时 $L/R\leq 1\text{ ms}$)。

5.1.4.3 试验时触点电路开路电压 U_0 。除非产品标准另有规定,应优先采用24 V或产品标准中规定的触点最低直流额定电压值。

5.1.4.4 除非产品标准另有规定,试验时触点电路负载电流 I_c 的数值宜采用额定电流或下列值:

——2类触点(触点额定电压为5 V~250 V,触点额定电流为0.1 A~1 A的触点):100 mA;

——3类触点(触点额定电压为5 V~600 V,触点额定电流为0.1 A~100 A的触点):1 000 mA。

5.1.5 激励条件

5.1.5.1 试验时,试品应以输入激励量的额定值进行激励。

5.1.5.2 每小时的循环次数

试验时,试品每小时的循环次数不应少于产品标准中的规定值。为缩短试验时间,在不影响试品正常动作与释放的条件下,试品每小时的循环次数可以多于产品标准中的规定值,其数值可在下列数值中选取:

6、30、120、600、1 200、1 800、3 600、12 000、18 000、36 000。

5.1.5.3 负载比(负载因数)应从下列推荐数值中选取:

15%、25%、33%、40%、50%、60%。

5.2 试品准备

5.2.1 试品抽取

试品应从在稳定的工艺条件下批量生产并经过筛选的合格产品中随机抽取。

5.2.2 开箱检测

试验前先对试品进行开箱检测,检查试品的零部件有无运输引起的损坏、断裂,剔除零部件损坏的试品,并按规定补足试品数。剔除掉的试品不计入相关失效数 r 内。

5.3 试品筛选

试品应从在稳定的工艺条件下批量生产并经过筛选的合格产品中随机抽取。除非产品标准另有规定,筛选采用常温(15℃~35℃)下进行筛选,筛选条件如下:

——运行次数:5 000次(制造厂也可与用户协商确定);

——激励条件:见5.1.5;

——触点电路开路电压 U_0 :见5.1.4.3;

——触点电路负载电流 I_c :见5.1.4.4;

——失效判据:见5.5.1至5.5.7。

5.4 试品的检测

5.4.1 试验过程中检测

除非产品标准另有规定,应对试品的所有触点在试品每次循环的“接通”期的40%时间内与“断开”期的40%时间内,监测闭合触点的接触压降及断开触点间的电压。试验过程中不允许对产品进行清理和调整。

5.4.2 试验后检测

除非产品标准另有规定,试验后应对所有未失效试品的下列项目进行测试:

- a) 外观检查;
- b) 动作电压;
- c) 释放电压;
- d) 接触电阻;
- e) 绝缘电阻;
- f) 介质耐压;
- g) 动作时间;
- h) 释放时间;
- i) 回跳时间;
- j) 线圈电阻。

5.5 失效判据

当出现下列任意一种情况时,即认为该试品失效。

5.5.1 闭合触点的接触压降 U_j ,超过下列极限值 U_{jx} :

- a) 负载电流为额定电流时,接触压降的极限值 U_{jx} 为触点电路开路电压 U_0 的 5%或 10%;
- b) 负载电流为 100 mA 或 1 000 mA 时,接触压降的极限值 U_{jx} 见表 2。

表 2 触点接触压降的极限值 U_{jx}

触点电路负载电流 I_c /mA	触点接触压降的极限值 U_{jx} /V
100	0.5
1 000	1.0

5.5.2 断开触点间的电压 U 。低于极限值 U_{α} ,除非产品标准另有规定, U_{α} 应为触点电路开路电压的 90%。

5.5.3 触点发生熔接或其他形式的粘接。

5.5.4 触点燃弧时间不小于 0.1 s。

5.5.5 继电器线圈通电时不动作。

5.5.6 继电器线圈断电时不返回。

5.5.7 试品零部件有破坏性损坏、连接导线及零部件松动。

5.5.8 试品在试验后检测中,任一项目的检测结果不符合产品标准的规定。

5.6 试验装置

应采用专用的继电器可靠性试验装置,它应满足下列要求:

- a) 能实现 5.4 中所要求的逐次监测;
- b) 当试品发生失效时,试验装置应具有自动停机、记录失效试品编号、失效发生时的循环次数及判断失效类型以及打印输出的功能;
- c) 试验装置应具有自诊断能力。

推荐采用微机控制与检测的继电器可靠性试验装置,完整的试验装置框图见 GB/T 14598.5—1993 中图 1,其控制与检测装置框图参见附录 A。

6 可靠性验证试验分类及试验程序

6.1 可靠性验证试验的分类

6.1.1 继电器的可靠性试验应在试验室内进行。

6.1.2 除非产品标准另有规定,继电器的可靠性验证试验推荐采用定时或定数截尾试验。

6.1.3 继电器的可靠性验证试验分为定级试验、维持试验与升级试验：

- a) 定级试验是指为首次确定产品的失效率等级而进行的试验，或在某一失效率等级的维持试验或升级试验失败后，对产品重新确定其失效率等级而进行的试验；
- b) 维持试验是指为证明产品的失效率等级仍不低于定级试验或升级试验所确定的失效率等级而进行的试验；
- c) 升级试验是指为证明产品的失效率等级比原定的失效率等级更高而进行的试验。

6.1.4 定级试验和升级试验的置信度取为 0.9,其试验方案见表 3。维持试验的置信度取为 0.6,其试验方案见表 4。表 3 及表 4 的确定方法见附录 B。

表 3 定级试验和升级试验方案

失效率等级	截尾时间 $T_c/10^6$ 次									
	$A_c=0$	$A_c=1$	$A_c=2$	$A_c=3$	$A_c=4$	$A_c=5$	$A_c=6$	$A_c=7$	$A_c=8$	$A_c=9$
YW	0.768	1.30	1.77	2.23	2.66	3.09	3.51	2.92	4.33	4.74
W	2.30	3.89	5.32	6.68	7.99	9.27	10.53	11.77	13.0	14.21
L	23.0	38.9	53.2	66.8	79.9	92.7	105.3	117.7	130	142.1
Q	230	389	532	668	799	927	1053	1177	1300	1421

表 4 维持试验方案

失效率等级	最大的维持周期/月	截尾时间 $T_c/10^6$ 次									
		$A_c=0$	$A_c=1$	$A_c=2$	$A_c=3$	$A_c=4$	$A_c=5$	$A_c=6$	$A_c=7$	$A_c=8$	$A_c=9$
YW	6	0.306	0.673	1.03	1.39	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.50
W	6	0.916	2.02	3.10	4.18	5.25	6.30	7.35	8.40	9.44	10.5
L	12	9.16	20.2	31.0	41.8	52.5	63.0	73.5	84.0	94.4	105
Q	24	91.6	202	310	418	525	630	735	840	944	1050

6.2 可靠性验证试验的程序

6.2.1 定级试验

定级试验按下列程序进行：

- a) 选定失效率等级,首次定级试验一般应选失效率等级为 YW 或 W 级；
- b) 选定允许失效率数 A_c 和截尾失效数 $r_c(r_c=A_c+1)$,推荐在 2~5 的范围内选择 A_c ,不推荐选择 $A_c=0$ ；
- c) 根据选定的失效率等级和 A_c ,由表 3 查出截尾时间 T_c ；
- d) 选定试品的试验截止时间 t_s , t_s 应不超过产品标准中规定的电寿命次数,但不得低于 10^4 次,推荐 $t_s=10^5$ 次；
- e) 根据 T_c 、 A_c 及 t_s ,由式(1)确定试品数 n ：

$$n = \frac{T_c}{t_s} + A_c \dots\dots\dots(1)$$

应注意,试品数 n 一般不得小于 10。

- f) 从批量生产的合格产品中随机抽取 n 个试品,供抽样的产品数量不应小于试品数 n 的 10 倍；
- g) 按 5.4 的规定进行试验与检测；
- h) 统计相关失效数 r 及各失效试品的相关试验时间,对试验后检测出的相关失效试品,其相关试验时间按试验结束时的时间计算；
- i) 统计累积相关试验时间 T ；
- j) 试验结果判定：

当相关失效数 r 未达到截尾失效数 r_c (即 $r \leq A_c$),而累积相关试验时间 T 达到或超过了截尾

时间 T_c ，则判为试验合格，当累积相关试验时间 T 未达到截尾时间 T_c ，而相关失效数 r 达到或超过了截尾失效数 r_c （即 $r > A_c$ ），则判为试验不合格。

6.2.2 维持试验

定级试验合格的产品，除非产品标准另有规定，应按表 4 中规定的维持周期进行该等级的维持试验。维持试验按下列程序进行：

- a) 选定允许失效数 A_c ；
- b) 根据产品已试验合格的失效率等级及选定的允许失效数，由表 4 查出截尾时间 T_c ；
- c) 选定试品的试验截止时间 t_c （同 6.2.1d）；
- d) 确定试品数 n （同 6.2.1e）；
- e) 抽取试品（同 6.2.1f 和 e）；
- f) 按 5.4 的规定进行试验与检测；
- g) 统计相关失效数 r 及各失效试品的相关试验时间（同 6.2.1h）；
- h) 统计累积相关试验时间 T ；
- i) 试验结果判定（同 6.2.1j）；
- j) 若维持试验合格，则应继续按规定的维持周期进行下一次维持试验；若维持试验不合格，则应重新确定其失效率等级；重新确定失效率等级时，应将该产品从首次定级试验起的全部试验数据（包括维持试验不合格的数据）进行累计，产品的失效率等级应依据累计的相关失效数及累积的相关试验时间由表 3 确定。

6.2.3 升级试验

定级试验合格的产品可继续进行升级试验。升级试验的数据可从定级试验和维持试验的试品进行延长试验以及为升级试验投入的试品进行试验得出。升级试验按下列程序进行：

- a) 选定待升级的产品失效率等级（一般比原定的等级高一级）；
- b) 选定允许失效数 A_c ；
- c) 根据选定的失效率等级及允许失效数，由表 3 查出截尾时间 T_c ；
- d) 根据 T_c 确定延长试验的时间以及为升级试验投入的试品数和试验时间；
- e) 抽取试品（同 6.2.1f）；
- f) 按 5.4 的规定进行试验与检测；
- g) 统计相关失效数 r 及累积相关试验时间 T ；
- h) 试验结果判定（同 6.2.1j）；
- i) 若升级试验合格，则应按规定的维持周期进行该等级的维持试验；若升级试验不合格，则应重新确定其失效率等级；重新确定失效率等级时，应将该产品的全部试验数据进行累计，产品的失效率等级应依据累计的相关失效数及累积的相关试验时间由表 3 确定。

7 试验记录与试验报告

7.1 试验记录

应对试品建立一份试验记录，并按试品失效的先后顺序进行记录，记录内容为：

- a) 试品名称、型号、规格；
- b) 制造厂名称；
- c) 试验类型（定级试验、维持试验或升级试验）；
- d) 试验日期和时间；
- e) 试验环境条件；
- f) 失效试品编号；
- g) 失效发生时间；

- h) 失效现象与分析;
- i) 检验人员。

7.2 试验报告

试验结束后,应做出失效率等级试验通过或不通过的判定,并认真准确地填写可靠性试验报告。推荐的试验报告格式见表 5。

表 5 可靠性试验报告(验证试验)

入档编号:

制造单位		试品型号 和规格		生产日期		试验地点	
试验时间	年 月 日 时至	年 月 日 时	试品数 n				
试验条件							
试验目的							
失效率等级							
试验方案	截尾时间/次		截尾失效数		试验截至时间 t_r /次		
序号	失效试品编号	失效发生时间/次	失效现象与分析			备注	
累积相关试验时间 T					相关失效数 r		
试验结论							
建议采取措施							
检验人员 _____ 检验负责人 _____ 检验单位 _____ (盖章) _____ 年 ____ 月 ____ 日							

注: 试验条件包括温度、湿度、触点电路、额定电压、负载性质及负载电流等。

附录 A

(资料性附录)

推荐的继电器可靠性试验控制与检测装置框图

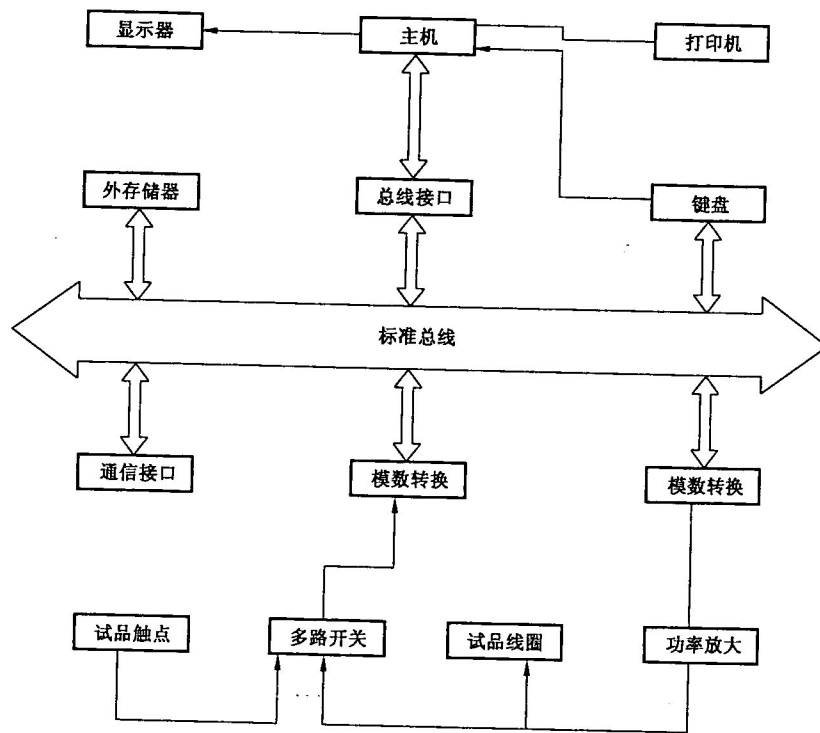


图 A. 1

附录 B
(资料性附录)

定级试验、升级试验与维持试验方案的确定方法

根据抽样理论可列出关系式(B.1):

$$\sum_{r=0}^{A_c} \frac{(\lambda_1 T)^r e^{-\lambda_1 T}}{r!} = \beta \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

T ——累积相关试验时间;

r ——相关失效数;

A_c ——允许失效数;

λ_1 ——不可接收的失效率;

β ——使用方风险。

式(B.1)也可用式(B.2)表示:

$$\int_{2\lambda_1 T}^{\infty} f(X, 2A_c + 2) dx = \beta \quad \dots\dots\dots(B.2)$$

式中 $f(X, 2A_c + 2)$ 为自由度等于 $2A_c + 2$ 的 X^2 分布的密度函数, $2\lambda_1 T$ 与 β 间的关系可用图 B.1 表示:

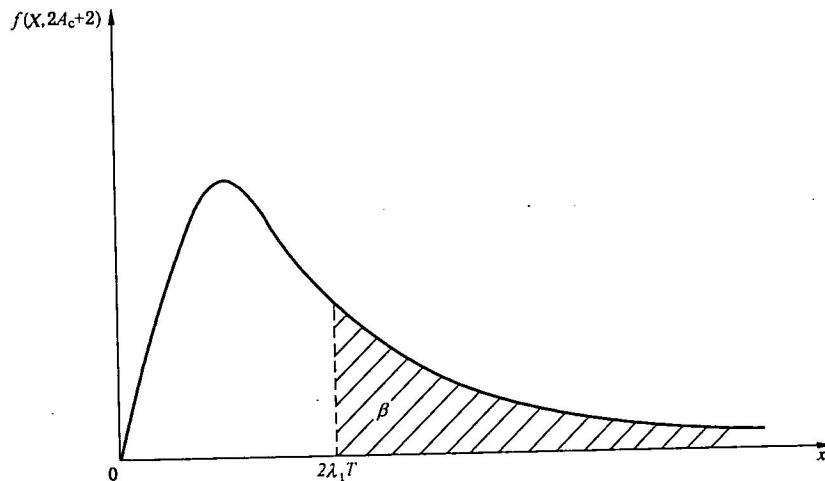


图 B.1 $2\lambda_1 T$ 与 β 的关系

显然 $2\lambda_1 T$ 就等于自由度为 $2A_c + 2$ 的 X^2 分布的 $1 - \beta$ 下侧分位点 $X_{1-\beta}^2(2A_c + 2)$, 即:

$$2\lambda_1 T = X_{1-\beta}^2(2A_c + 2) \quad \dots\dots\dots(B.3)$$

或

$$T = \frac{X_{1-\beta}^2(2A_c + 2)}{2\lambda_1} \quad \dots\dots\dots(B.4)$$

若公式(B.4)中的 λ 用所定的失效率等级的最大失效率替代, 置信度 $1 - \beta$ 用 0.9 代入, 则由式(B.4)求得的 T 值即为定级试验方案中的截尾时间 T_c 。对于不同的 A_c 值, 可求得相应的 T_c 值, 从而可得出本标准 6.1.2 中的表 3; 若置信度 $1 - \beta$ 用 0.6 代入, 则由公式(B.4)求得的 T 值即为维持试验方案中的截尾时间 T_c , 从而可得出 6.1.2 中的表 4。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
控制用电磁继电器可靠性试验通则
GB/T 15510—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

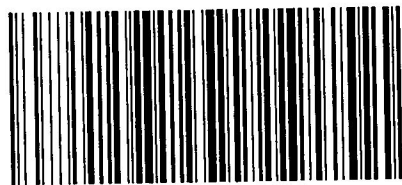
*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 23 千字
2008年9月第一版 2008年9月第一次印刷

*

书号: 155066·1-33397 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 15510-2008