

ICS 45. 060. 10
S 36

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3219—2010

机车车辆继电器和 接触器可靠性试验规则

General rules for reliability test on board relays and contactors

2010-04-27 发布

2010-10-01 实施

中华人民共和国铁道部 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
4 可靠性指标	3
5 试 验	3
6 可靠性验证试验方案及试验程序	5
7 试验记录与试验报告	7
附录 A(资料性附录) 继电器和接触器可靠性试验报告	8

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由南车株洲电力机车研究所有限公司提出并归口。

本标准起草单位：西安开天铁路牵引电器有限公司、河北工业大学、铁道部标准计量研究所。

本标准起草人：李瑞泉、刘祖清、陆俭国、齐 兵、瞿建平。

机车车辆继电器和接触器可靠性试验规则

1 范 围

本标准规定了机车车辆用继电器和接触器的可靠性试验的一般要求和方法,包括继电器和接触器的可靠性等级要求、试验方法、验证试验方案及试验程序等。

本标准适用于机车车辆(含动车组)使用的继电器和接触器的可靠性试验,城轨车辆上使用的继电器和接触器可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2421.1—2008 电工电子产品环境试验 概述和指南(IEC 60068-1:1988, IDT)

GB/T 2900.18—2008 电工术语 低压电器

GB/T 5080.7—1986 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(idt IEC 60605-7:1978)

GB 14048.1—2006 低压开关设备和控制设备 第1部分:总则(IEC 60947-1:2001, MOD)

GB 14048.4—2003 低压开关设备和控制设备 机电式接触器和电动机起动器(IEC 60947-4-1:2000, IDT)

GB 14048.5—2008 低压开关设备和控制设备 第5-1部分:控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器(IEC 60947-5-1:2003, MOD)

GB/T 15510—2008 控制用电磁继电器可靠性试验通则

GB/T 19334—2003 低压开关设备和控制设备的尺寸 在成套开关设备和控制设备中作电器机械支承的标准安装轨(IEC 60715:1981, IDT)

GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件和通用规则(IEC 60077-1:1999, IDT)

GB/T 21413.2—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分:电工器件 通用规则(IEC 60077-2:1999, IDT)

GB/T 21562—2008 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例(IEC 62278:2002, IDT)

TB/T 2762—2010 机车车辆用继电器基本技术条件

TB/T 2767 机车车辆用直流接触器

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

GB/T 2900.18—2008、GB 14048.1—2006、GB 14048.4—2003、GB 14048.5—2008、GB/T 15510—2008、GB/T 21413.1—2008、GB/T 21413.2—2008、GB/T 21562—2008、TB/T 2762—2010 和 TB/T 2767 中确立的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

可靠性 reliability

产品在规定的条件下和规定的时间区间(t_1, t_2)内完成规定功能的能力。

[GB/T 21562—2008, 定义 3.30]

3.1.2

失效 failure

产品终止完成规定功能的能力这样的事件。

3.1.3

相关失效(关联失效) related failure

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。

[GB/T 15510—2008, 定义 3.1.1.13]

3.1.4

失效率 failure rate

产品在瞬间 T 失效并位于指定的时间区间($t, t + \Delta t$)内,其条件概率与时间间隔 Δt 的比例,当 Δt 趋近于 0(假设在该区间的起始时刻工作正常)时所得到的极限值(如果存在)。

[GB/T 21562—2008, 定义 3.14]

3.1.5

相关试验时间 related testing 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。

[GB/T 15510—2008, 定义 3.1.1.14]

3.1.6

定时或定数截尾试验 time and fixed quantity tail testing

在试验期间,对试品进行连续地或短间隔地监测,直至累积相关试验时间 T 达到或超过预定的截尾时间 T_c (判为接受),或相关失效数 r 达到了截尾失效数 r_c (判为拒收)。

[GB/T 15510—2008, 定义 3.1.1.12]

3.1.7

置信度 degree of confidence

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合格的概率。

[GB/T 15510—2008, 定义 3.1.1.15]

3.2 符 号

本文件采用下列符号:

λ ——失效率;

λ_{\max} ——规定失效率等级的最大失效率;

n ——受试产品的总数(试品数);

r ——相关失效数;

A_c ——合格判定数(允许失效数);

r_c ——截尾失效数($r_c = A_c + 1$);

t_x ——(单台试品)试验截止时间;

T ——累积相关试验时间;

T_c ——截尾时间(全部试品要达到的试验总时间);

U_j ——触头接通时触点的接触电压降;

U_f ——触头分断时触点间的电压;

U_e ——触头回路电源电压;

I_e ——触头回路负载电流;

L/R ——直流感性负载电路的时间常数。

本标准中,有关可靠性“时间”单位用“次数”表示。

4 可靠性指标

机车车辆用继电器和接触器采用失效率 λ 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亚五级、五级、亚六级、六级、亚七级和七级共六个失效率等级。失效率等级的名称、代号和最大失效率见表 1。

表 1 失效率等级名称、代号和最大失效率

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	10^{-5}
亚六级	YL	3×10^{-6}
六级	L	10^{-6}
亚七级	YQ	3×10^{-7}
七级	Q	10^{-7}

5 试 验

5.1 试验条件

5.1.1 环境条件

试验环境条件应符合以下要求:

- a) 试验在 GB/T 2421.1—2008 规定的条件下进行,即
温度:15 °C ~ 35 °C;
相对湿度:25% ~ 75%。

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),以使样品达到热平衡。

- b) 试验环境应注意避免灰尘和其他污染。

5.1.2 安 装

安装应符合以下要求:

- a) 试品应按在机车车辆上正常工作的位置进行安装;
- b) 试品安装面与垂直面的倾斜度应符合产品标准的规定;
- c) 对于采用安装轨安装的继电器和接触器,安装轨应符合 GB/T 19334—2003 的规定。

5.1.3 试验电源

试验电源应符合以下要求:

- a) 频率为 50 Hz 正弦波电源,其容许偏差:波形畸变因数不大于 5%;频率偏差为 $\pm 5\%$;
- b) 直流电源纹波系数不大于 5%。

5.1.4 负载条件

为检测继电器的触头是否正常地工作,将触头接入各自的检测线路,成为触头回路;为检测接触器的主触头、辅助触头是否正常地工作,分别将主触头、辅助触头接入各自的检测线路,成为主触头回路和辅助触头回路。其负载条件如下:

- a) 负载电源为直流电源;
- b) 继电器的触头回路负载为感性负载 $L/R = 50 \text{ ms}$;
接触器的主触头回路为阻性负载、辅助触头回路为感性负载 $L/R = 50 \text{ ms}$;

- c) 试验时触头回路电源电压 U_0 为直流 110 V;
- d) 试验时触头回路负载电流 I_0 为 1 A;
- e) 试验过程中,当触头接通负载时,试验电源电压的波动相对于空载电压不应大于 5%。
对于负载小于 110 V、1 A 的触头回路,负载条件选用 24 V 或 12 V、1 A 或 0.1 A。

5.1.5 激励条件

试验时,试品应按以下条件进行激励:

- a) 试品应以输入激励量的额定值进行激励。
- b) 试品每小时的循环次数不应低于产品标准中规定的额定值。为缩短试验时间,在不影响试品正常动作及不改变试品失效机理的条件下,允许提高每小时的循环次数。
- c) 通电持续率根据产品标准选取,或从下列推荐数值中选取:15% ,25% ,50% ,60% 。

5.2 试品的抽取

试品的抽取应符合以下要求:

- a) 试品应从在稳定的工艺条件下批量生产并经出厂检验合格的产品中随机抽取;
- b) 试品数 n 由式(1)决定;
- c) 供抽样的产品不应少于被抽取试品数的 10 倍。

5.3 试品的检测与失效判据

5.3.1 试验前的检测

试验前先对试品进行检查,按出厂检验项目进行逐台测试并记录,剔除不合格的试品,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。

5.3.2 试验过程中的检测与失效判据

试验中,检测线路对试品的所有触头进行检测,在试品每次循环的“接通”期的 40% 时间内与“分断”期的 40% 时间内,监测触头接通时触点的接触电压降与触头分断时触点间的电压。

试验过程中不允许对试品进行清理和调整。

试验中当某试品出现下列任一情况时,即认为该试品失效:

- a) 触头接通时触点的接触电压降 U_j 超过触头回路电源电压 U_0 的 5% ;
- b) 触头分断时触点间的电压 U_f 低于触头回路电源电压 U_0 的 90% ;
- c) 触头发生熔接或其他形式的粘接;
- d) 线圈通电时不动作;
- e) 线圈断电后不返回;
- f) 试品零件有破坏性损坏、连接导线及零部件松动;
- g) 机械运动阻滞、卡死;
- h) 气动部件漏气。

5.3.3 试验后的检测

试验后应对所有未失效试品的下列项目进行测试并记录:

- a) 外观检查,零部件有无破损、断裂;
- b) 吸合电压;
- c) 释放电压;
- d) 绝缘电阻;
- e) 介质耐压;
- f) 线圈电阻。

试品在试验后检测中,以上任一项目的检测结果不符合产品标准的规定时,即认为该试品失效。其失效时间按试验结束时的循环次数计算,失效数为 1。

5.4 试验装置

应采用专用的继电器和接触器可靠性试验装置,试验装置分别满足下列要求:

- a) 能实现 5.3.2 中要求的试验过程中的检测;
- b) 在试验过程中的检测,当由 U_j 和 U_f 造成试品发生失效时,试验装置应具有自动停机、记录失效试品的编号及失效发生的操作次数,判断失效类型以及打印输出功能。

6 可靠性验证试验方案及试验程序

6.1 可靠性验证试验(失效率试验)方案

由于采用失效率等级作为机车车辆用继电器和接触器的可靠性指标,所以其可靠性验证试验也称失效率试验。

- a) 继电器和接触器的可靠性验证试验(失效率试验)应采用实验室试验。
- b) 继电器和接触器的可靠性验证试验(失效率试验)采用定时或定数截尾试验。
- c) 继电器和接触器的可靠性验证试验(失效率试验)分为定级试验、维持试验与升级试验。

定级试验和升级试验的置信度为 90%,其试验方案见表 2;维持试验的置信度为 60%,其试验方案见表 3。

表 2 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	3.92	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
YL	7.68	13	17.7	22.3	26.6	30.9	35.1	39.2	43.3	47.4
L	23.0	38.9	53.2	66.8	79.9	92.7	105.3	117.7	130	142.1
YQ	76.8	130	177	223	266	309	351	392	433	474
Q	230	389	532	668	799	927	1 053	1 177	1 300	1 421

表 3 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)									
	继电器	接触器	$A_c = 0$	$A_c = 1$	$A_c = 2$	$A_c = 3$	$A_c = 4$	$A_c = 5$	$A_c = 6$	$A_c = 7$	$A_c = 8$	$A_c = 9$
YW	6	24	0.306	0.673	1.03	1.39	1.75	2.10	3.51	2.80	3.15	3.50
W	6	24	0.916	2.02	3.10	4.18	5.25	6.30	10.53	8.40	9.44	10.5
YL	12	24	3.06	6.73	10.3	13.9	17.5	21	35.1	28	31.5	35
L	12	48	9.16	20.2	31.0	41.8	52.5	63.0	105.3	84.0	94.4	105
YQ	24	48	30.6	67.3	103	139	175	210	351	280	315	350
Q	24	48	91.6	202	310	418	525	630	1 053	840	944	1 050

6.2 可靠性验证试验(失效率试验)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 2 查出截尾时间 T_c 。
- d) 选定试品的试验截止时间 t_z , t_z 不应超过产品标准中的电寿命次数, 但不低于 10^5 次。
- e) 根据 T_c 、 A_c 及 t_z , 由式(1)确定试品数 n (用进一法取整)。

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

应注意, 试品数 n 一般不小于 10。

- f) 按 5.2 的规定随机抽取 n 个试品。
- g) 按 5.3 的规定进行试验检测及失效判断。
- h) 统计相关失效数 r 及各失效试品的相关试验时间(失效发生时间)。
- i) 统计累积相关试验时间 T 。
- j) 试验结果判定。

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

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 3 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 3 查出截尾时间 T_c ;
- c) 选定试品的试验截止时间 t_z [同 6.2.1d)];
- d) 确定试品数 n [同式(1)];
- e) 抽取试品[同 6.2.1f)];
- f) 按 5.3 的规定进行试验检测与失效判断;
- 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, 则应重新进行定级, 以确定其失效率等级;
- k) 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, 根据累计的相关失效数及累计的相关试验时间由表 2 确定产品的失效率等级。

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) 选定待升的失效率等级(一般要比原来的等级高一级);
- 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 2 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 5.3 的规定进行试验检测与失效判断;
- g) 统计相关失效数 r 及累计相关试验时间 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

新进行定级,以确定其失效率等级;

- j) 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,根据累计的相关失效数及累计的相关试验时间由表 2 确定产品的失效率等级。

7 试验记录与试验报告

7.1 试验记录

每台试品都要有试验记录,并按失效时间先后顺序将失效试品进行试验数据登记,记录内容为:

- a) 试品名称、型号、规格;
- b) 制造单位;
- c) 试验日期和试品数;
- d) 试验条件;
- e) 失效试品编号、失效发生时间及失效现象;
- f) 失效分析与判断;
- g) 试验人员。

7.2 试验报告

试验结束后应认真准确地填写可靠性试验报告,写明试验依据和要求、失效试品编号、失效时间及失效原因,作出试验是否合格的判定。继电器和接触器可靠性试验报告格式参见附录 A。

附 录 A
(资料性附录)
继电器和接触器可靠性试验报告

制造单位					地 址	
委托单位					地 址	
试验单位					地 址	
试品名称		试品型号			送样日期	
试品数 n 及编号						
试验依据						
试验条件	环境温度 ℃	负载性质	触头回路负载电流 I_c A		允许接触压降 U_j V	激励条件
					≤	
	湿 度 %	通电持续率 %	触头回路电源电压 U_c V		允许断开电压 U_r V	循环次数 次/h
					≥	
可靠性 要 求	试验性质	失效率等级	最大失效率 λ_{max}	截尾时间 T_c 次	试验截止时间 t_c 次	允许失效数 A_c
试验时间	年 月 日 时 至 年 月 日 时				试验地点	
试验设备 及 仪 表						
试验前 检 测						
试验过程 中的失效 记 录						
试验后检 测的失效 记 录						
累计相关试验时间 T				相关失效数 r		
试验结论						(检测单位公章)
备注:						

试验人员:
日 期:

审核人员:
日 期:

批 准:
日 期:

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
机 车 车 辆 继 电 器 和 接 触 器 可 靠 性 试 验 规 则
General rules for reliability test
on board relays and contactors
TB/T 3219—2010

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂印刷
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1 字数:17 千字
2010年8月第1版·2010年8月第1次印刷

*



定 价: 10.00 元