



中华人民共和国国家标准

GB/T 2317.3—2008
代替 GB/T 2317.3—2000

电力金具试验方法 第 3 部分：热循环试验

Test method for electric power fittings—
Part 3: Heat cycle tests for electric power fittings

(IEC 61284:1997, Overhead lines—
Requirements and tests for fittings, MOD)

2008-12-30 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

GB/T 2317《电力金具试验方法》共有 4 个部分,分别是:

GB/T 2317.1 《电力金具试验方法 第 1 部分:机械试验》

GB/T 2317.2 《电力金具试验方法 第 2 部分:电晕和无线电干扰试验》

GB/T 2317.3 《电力金具试验方法 第 3 部分:热循环试验》

GB/T 2317.4 《电力金具试验方法 第 4 部分:验收规则》

本部分是 GB/T 2317 的第 3 部分。

本部分在修订时修改采用了 IEC 61284:1997《架空线路 金具的要求和试验》的相关内容。本部分和 IEC 61284:1997 相比,主要有以下区别:

- ① 将温升试验、电阻试验单独列出,以便于根据不同要求进行产品的试验、检测;
- ② 在 IEC 标准相关数值的基础上,对热循环次数 N 及温升 T_i 进行了补充;
- ③ 对承受拉力的 A 类和不承受拉力的 B 类电气接续金具的试验方法进行了统一。

本部分代替 GB/T 2317.3—2000。

本部分与 GB/T 2317.3—2000 相比,主要进行了以下修改:

- 将原标准第 3 章“一般要求”改为“概述”,并取消了原标准 3.2,使内容清晰,有利于标准的执行;
- 对“试件数量”的规定修改为“按 GB/T 2317.4 的规定执行。”;
- “试验规则”一章中,对部分条款的文字进行了调整,使各条款的定义更为明确;
- 新增加了“电阻试验”,并作为新标准的第 6 章;
- 新增加了“温升试验”,并作为新标准的第 7 章;
- “热循环试验”作为新标准的第 8 章,并且增加了“对于耐热导线等具有较高运行温度的其他导线配套金具试验方法可参照执行。”;
- 对附录 F 中的公式进行了修正。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 是规范性附录。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国架空线路标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位:中国电力科学研究院。

本部分参加起草单位:南京线路器材厂。

本部分主要起草人:薄通、徐乃管、董吉聘、陈宁、刘长青、尤传永、王景朝、周立宪。

本部分所代替标准的历次版本发布情况:

- GB/T 2317—1985、GB/T 2317.3—2000。

电力金具试验方法

第3部分：热循环试验

1 范围

GB/T 2317 的本部分规定了电力金具的热循环试验方法。
本部分适用于电气接续金具的电阻、温升及热循环电气性能的试验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 2317 的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 2314 电力金具 通用技术条件

GB/T 2317.4 电力金具试验方法 第4部分：验收规则

3 概述

电气接续金具按受力情况可分为承受拉力（A类）和不承担拉力（B类）两类（见附录 A）。

4 试件

4.1 试件数量

按 GB/T 2317.4 的规定执行。

4.2 连接两种及以上导线的电气接续金具

对于连接两种及以上导线的电气接续金具，选择在最大规格和最小规格的导线上进行试验。

4.3 准备

电气接续金具及导线上的接触表面，应按厂家的说明进行处理，然后将其安装在新导线上，不得有松动。

5 试验规则

5.1 试验条件

试验应在环境温度 15℃～30℃ 较为不通风的条件下进行。试验布置应使金具之间或为便于试验而引入的其他连接件之间保持一定的距离，要足以保证忽略掉热扰动的影响。试件的支撑方式，应使空气可以绕试件自由环流而自然冷却。如果采用加速冷却，则应在整个试验布置区进行均匀冷却。

试验应使用新导线，对承受拉力的电气接续金具可以施加不超过导线计算拉断力 20% 的张力。

5.2 参照导线

为测量电阻和温度，试验回路应包括具有一定长度的一根导线，作为测量金具电阻和温度的参照体。如果布置中一个接续金具要连接两种规格的导线，那么应将较小的导线作为参照导线。参照导线的长度不得小于导线直径的 100 倍，最长不超过 4 m。

5.3 电位测点

测量电阻时的测点位置应位于距离各电气接续金具端部 25 mm 处的导线上。对于参照导线的电

位测点可采用附录 B 和附录 C 的示意图方式。

注：电位测试点不必焊接。附录 D 中电位测点的实用操作方法可以得到满意的性能。

5.4 试验回路的安装

试验回路的典型布置见附录 B 和附录 C。

5.5 测量方法

5.5.1 电阻测量方法

各试验电气接续金具及参照导线，其电阻测量应在 5.3 规定的电位测点之间进行。

测量电阻时应读出参照导线的温度和试验电气接续金具的温度，并按下式求出 20 °C 时的电阻值。

$$R_{20} = \frac{R_0}{1 + \alpha_{20}(Q - 20)}$$

式中：

R_0 ——测得的电阻值；

Q ——测量电阻时的电气接续金具或参照导线的温度，°C；

α_{20} ——电阻温度系数，取值为：

对于铜、铝和钢芯铝绞线， $\alpha_{20} = 4 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ ；

对于铝合金， $\alpha_{20} = 3.6 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ 。

测量电阻应在 15 °C ~ 30 °C 之间的稳定环境温度下进行，测量的电阻为直流电阻。电流引入点距电气接续金具的距离不得小于导线直径的 50 倍，并应与导线的全部线股有效接续，在计算导线等效电阻时要考虑到这一条件。

测量电阻用的仪表误差不得大于 1%，或不得大于 0.5 $\mu\Omega$ 。

注：当采用附录 B 中的统计法这一判定方法时，测量电阻的误差会增加试件不能通过试验的可能性。为此，要考虑以下情况：

——热电势会影响低电阻的测量精度（约 10 $\mu\Omega$ ），作为补偿应改变引线电流方向，取两次测量电阻的平均值作为试件实际电阻值。

——测量电阻前需要有一段时间的恒温或冷却，恒温或冷却时间的长短会影响到测量值，因此，切断电源后需要足够长的时间。为了缩短试验时间，允许对试件作强迫冷却。

5.5.2 温度测量方法

电气接续金具、参照导线以及环境温度应使用热电偶或其他合适仪器进行测量。测量精度为 2 °C 或更高精度。

记录的电气接续金具温度应为其表面最热部分的温度。测温探头紧贴于试件表面，或在试件上打个小孔，将测温探头插入小孔中。对于参照导线，测温探头应置于导线长度中央，且可靠固定好。对于绞合导线，测温探头应置于线股中。对于整根导体可打一小孔，测温探头放在小孔中（见附录 B 和附录 C）。

整个试验中都要测量环境温度，测温探头应设置在不受电气回路发热影响的地方。

6 电阻试验

6.1 试验程序

按 5.3 规定确定电位测点，按 5.5.1 规定的测量方法，测试出参照导线与试件的直流电阻，并算出平均值作为实际电阻值。

6.2 判定准则

对于压缩型金具，如果其电阻值不大于与金具等长的参照导线电阻值，则试验通过。对于非压缩型金具，如果其电阻值不大于与金具等长的参照导线电阻值的 1.1 倍，则试验通过。

7 温升试验

7.1 试验程序

在试验回路中通入试验电流,按 5.5.2 规定的测量方法,在恒温 30 min 的后 15 min 内,测试出参照导线与试件的温度。应重复 3 次~5 次温升试验,并计算其温升值。取试验结果的平均值作为测试结果。

7.2 判定准则

如果试件的温升不大于参照导线的温升,则试验通过。

8 热循环试验

8.1 总则

热循环试验包括 N 次载流循环,循环次数和温升按表 1 执行。

每次热循环包括对试验回路的一次通电加热过程和紧随其后的切断电流的冷却过程。热循环试验应使用交流电进行。

对于耐热导线等具有较高运行温度的其他导线配套金具试验方法可参照执行,或由供需双方协商确定。

表 1 循环次数 N 的选择

| 循环次数 N | 温升 $T_I/^\circ\text{C}$ |
|----------|-------------------------|
| 500 | 100 |
| 300 | 115 |
| 200 | 122 |
| 100 | 130 |

8.2 试验程序

- 按 4.3 要求准备好试件。试验回路中布置 4 个试件,试验前应按 5.5.1 的要求,测量各试件电阻及参照导线的电阻。根据试件长度,计算或测出参照导线等效长度上的电阻值;
- 让电流通过试验回路,试验电流的大小和通电时间的长短应使参照导线的温度升至环境温度以上 $T_I+5^\circ\text{C}$,恒温 30 min。为缩短试验时间,可加大初期电流以加速加热,但不得超过试验电流的 1.5 倍;
- 加热过程结束,切断电流,让导线冷却至高于环境温度 5°C 以内,为缩减冷却时间,允许强迫冷却;
- 重复操作,进行 $0.1N\pm 0.02N$ 次循环;
- 在 $0.1N\pm 0.02N$ 次热循环中,应在最后 5 次循环中的某一次,在恒温 30 min 的后 15 min 内,测量导线及试件的温度;
- 然后将试件温度冷却至环境温度,测量导线及试件的电阻;
- 继续进行热循环,在每个 $0.1N$ 次热循环末测量温度和电阻,直至完成 $0.5N$ 次循环;
- 在以后的 $0.5N$ 次循环中,每个 $0.05N(\pm 0.01N)$ 次循环要测量电阻,每个 $0.1N(\pm 0.02N)$ 次循环要测量温度。

试验过程中不得对试件进行紧固和调整。上述试验程序以图表形式示于附录 E 中。

8.3 判定准则

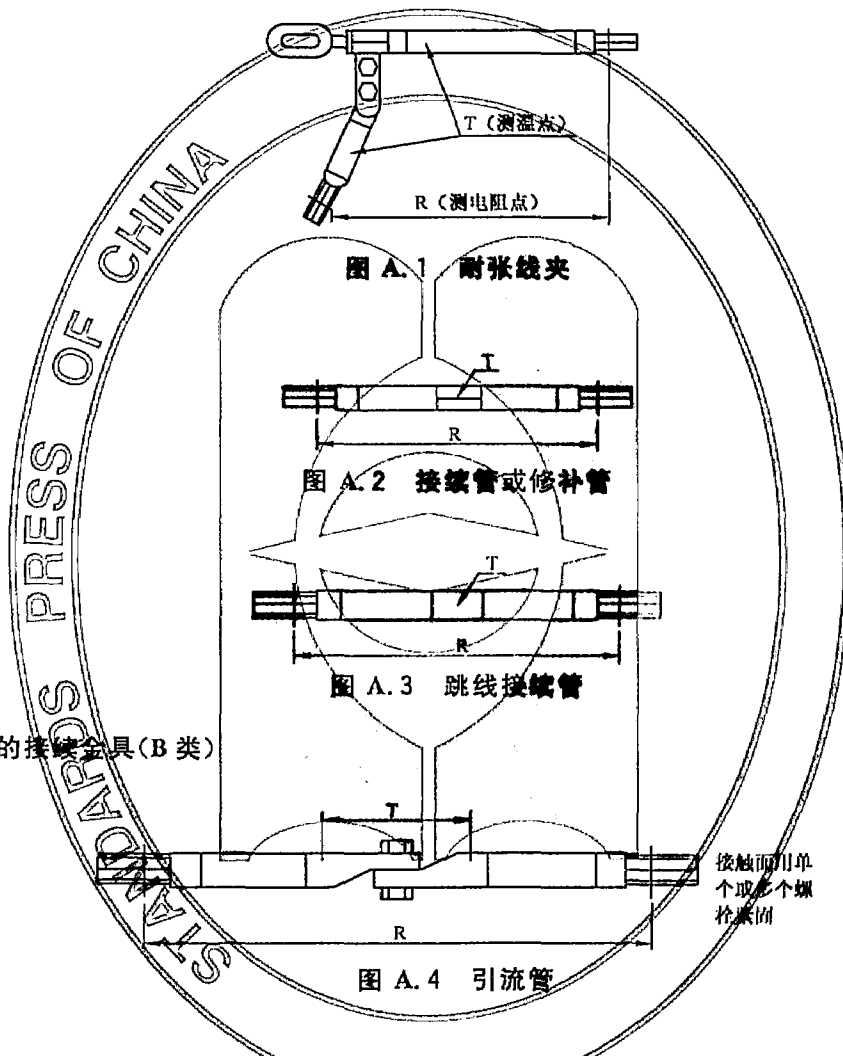
如果试验满足下列要求,则试验通过:

- 试验回路中每个试件的初始电阻值与 4 个试件初始电阻平均值的差值不应超过平均值的 30%;

- b) 每 $0.1N$ 次热循环时,试件表面温度不得超过参照导线的温度;
- c) 在每 $0.1N$ 次热循环末,在环境温度下测得的试件电阻不得超过参照导线等效长度电阻;
- d) 在后 $0.5N$ 次热循环中,试件的平均电阻不得大于初始电阻值的 1.5 倍;
- e) 电阻与热循环关系曲线图应表明有一合理概率,即后 $0.5N$ 次热循环中电阻的增加不得超过同期电阻平均值的 15%。确定此概率的方法应符合附录 F 的要求。

附录 A
 (规范性附录)
 常用的电气接续金具型式

A.1 受拉的接续金具(A类)



A.2 不受拉的接续金具(B类)

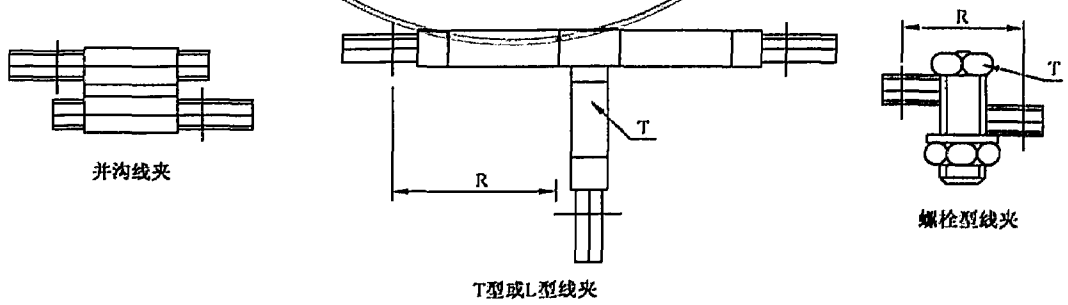
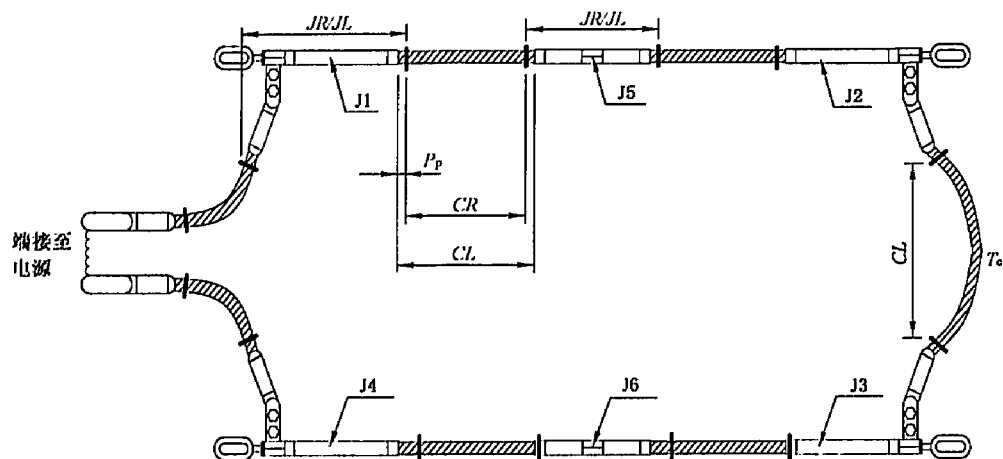


图 A.5 分支式接续管

附录 B
(规范性附录)

A类电气接续金具的典型试验回路



试验回路中允许串入不同型号的接续金具。例如此回路中：

J1~J4——耐张线夹；

J5~J6——直线管；

JL ——接续金具长度，mm；

JR ——接续金具电阻， $\mu\Omega$ ；

CR ——导线电阻， $\mu\Omega$ ；

P_p ——电位测点。距试件 25 mm，见附录 D；

T_c ——参照导线测点温度， $^{\circ}C$ ；

CL ——参照导线长度，mm，为试件之间的导线直径的 100 倍（最长为 4 m）。

单位长度导线电阻， $CR/(CL-50\text{ mm})$ ；

单位长度金具电阻， $JR/(JL-50\text{ mm})$ 。

图 B.1 A类电气接续金具试验回路

附录 C
(规范性附录)

B类电气接续金具的典型试验回路

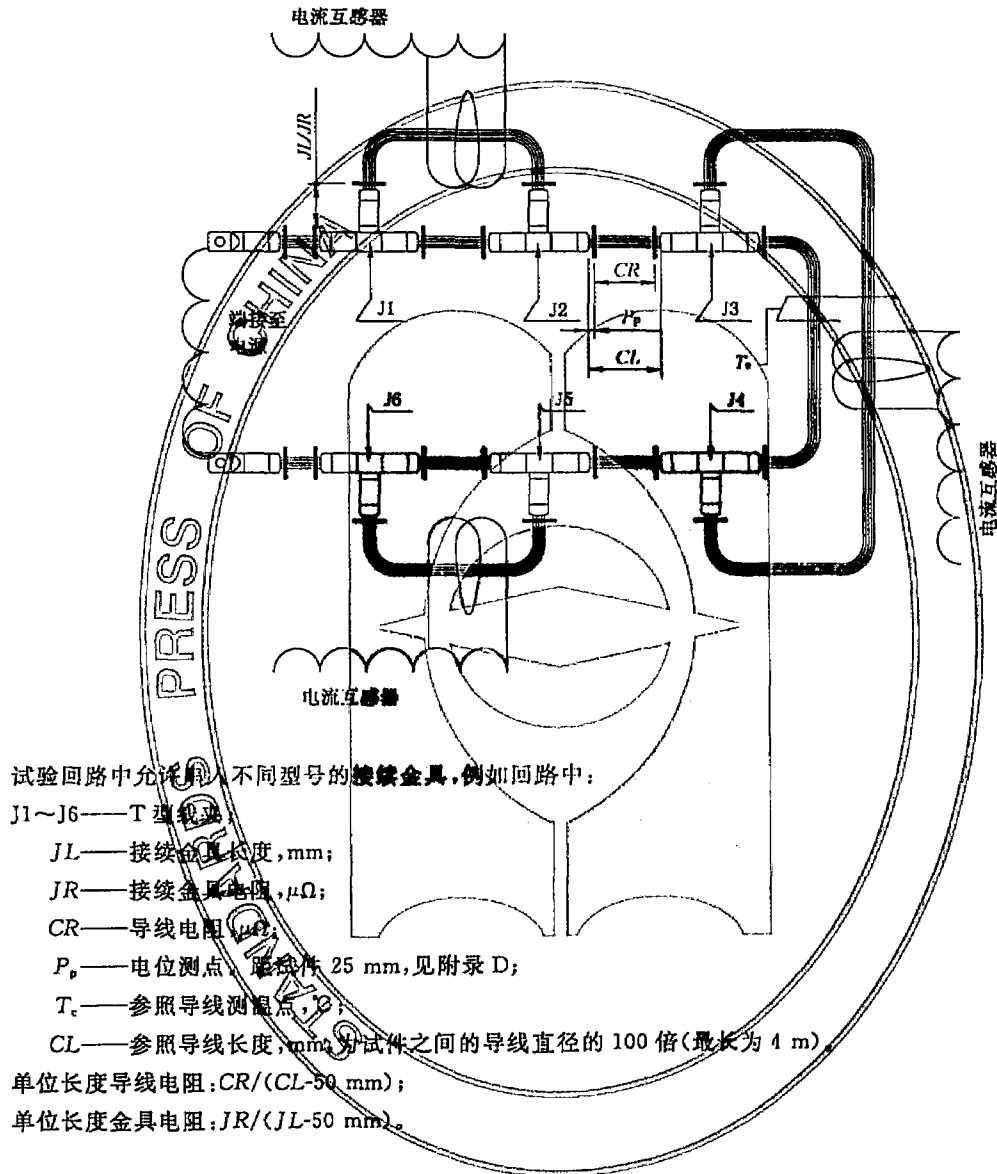


图 C.1 B类电气接续金具的典型试验回路

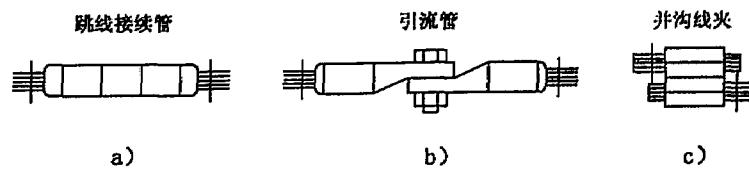


图 C.2 不受拉的接续金具的电位测点

附录 D
(规范性附录)
电位测点

对于绞合导线,用 3 圈镀锡铜线绕紧的测点具有满意的性能。应注意,测量前必须保证铜丝紧紧缠绕在测点处导线上,图例见图 D.1

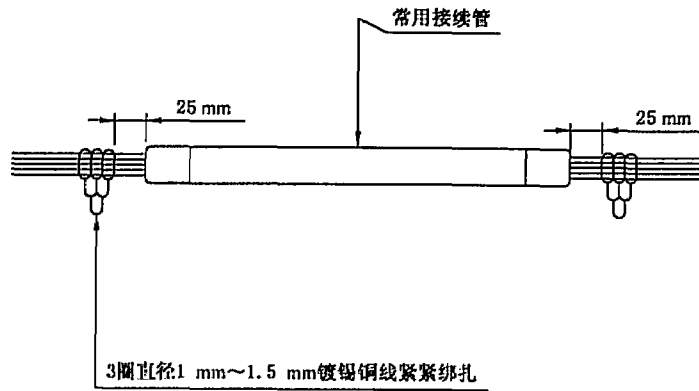
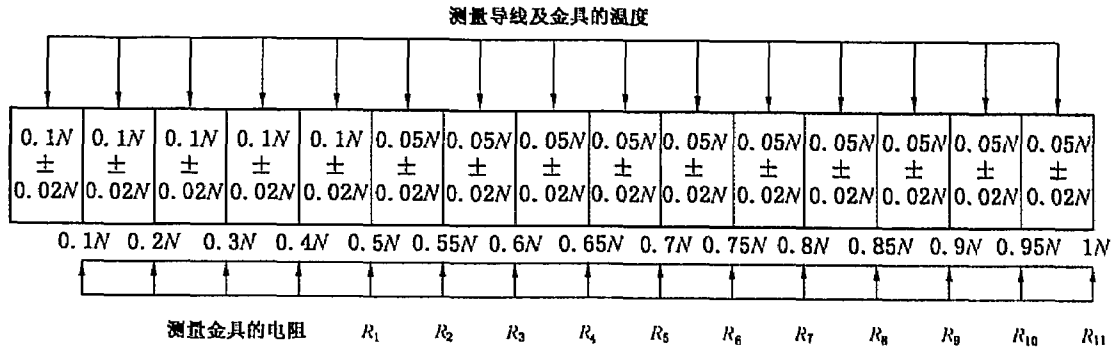


图 D.1 电位测点

附录 E
(规范性附录)
热循环试验程序图



注： $R_1, R_2 \dots R_{11}$ 为统计法中使用的电阻值，见附录 F。

图 E.1 热循环试验程序明细表

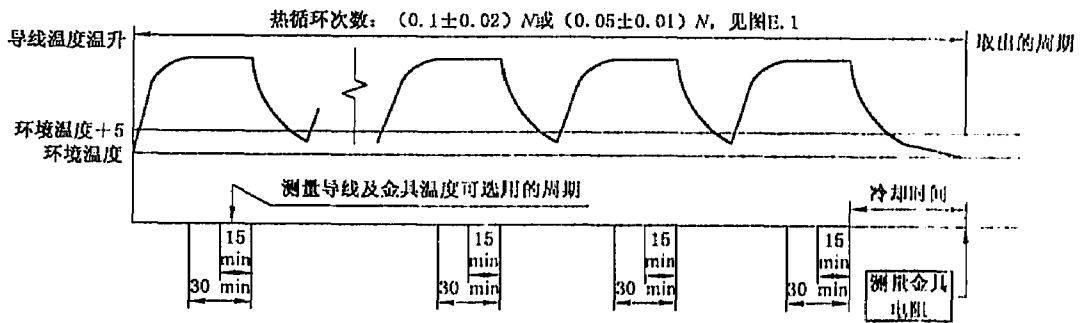


图 E.2 0.1N 或 0.05N 次热循环程序明细表

附 录 F
(规范性附录)
统 计 法

F.1 概述

附录提出的统计法,目的是对 0.5N~N 次热循环试验结果提供一个客观的评价方法,这是因为对电阻-热循环次数关系曲线进行直观判断不易作出准确评价。当然,采用统计法并不是摒弃直观判断的方法,因为在对一个试件的统计方法中,尽管要记录 11 个数据中的每一个数据,但是一个明显偏离最佳拟合直线的数据会对试验结果产生严重影响,对此数据应该剔除。例如 B 类电气接续金具,6 个试件中 5 个通过了试验,而第 6 个试件要不是由于试验误差造成的一次靠不住的读数,试验也将被通过。在 6 个电阻读数中,依据一次不良的电阻读数而报废设计的金具,这不符合常识。舍去这一不良读数,继续在此区间进行试验的结果或许跟其余试验数据一致。

判定准则有以下三步:

- a) 计算电阻变化量 M 。用最小二乘法对数据拟合最佳直线,以此为基准线计算 0.5N~N 次热循环中电阻的升降变化量。将此变化量表示成对 0.5N~N 次热循环中电阻平均读数的比值,计作 M 。

注意:电阻升降变化量 M 通常取为正值。

- b) 计算离散度 S 。计算对于最佳拟合直线的电阻离散度,将其表示成对 0.5N~N 次热循环中电阻平均值的比值,计作 S 。
- c) 计算考虑了电阻变化量 $D=M+S$ 。参数 D 实际上是 0.5N~N 次热循环的电阻变化量,将其表示成为 0.5N~N 次热循环中的电阻平均值的比值。假如电阻对最佳拟合直线成正态分布,有 95% 的置信度,则可接受的判定准则是 D 不得超过 0.15。

F.2 测量电阻的表示方法

被测量的电阻值见表 F.1。

表 F.1 被测量的电阻值

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| 循环次数 | 0.5N | 0.55N | 0.6N | 0.65N | 0.7N | 0.75N | 0.8N | 0.85N | 0.9N | 0.95N | 1N |
| 测量电阻值 | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 | R_6 | R_7 | R_8 | R_9 | R_{10} | R_{11} |

F.3 计算电阻平均值 R

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_{11}}{11} \dots\dots\dots (F.1)$$

F.4 计算电阻最佳拟合直线的斜率 B

$$B = \frac{-5R_1 - 4R_2 - 3R_3 - 2R_4 - R_5 + R_7 + 2R_8 + 3R_9 + 4R_{10} + 5R_{11}}{110} \dots\dots\dots (F.2)$$

F.5 计算电阻变化量 M

根据拟合直线的斜率,将其表示成对平均电阻的比值。

$$M = \frac{10B}{R} \dots\dots\dots (F.3)$$

F.6 将 M 与判定准则相比较

若 $M > 0.15$, 则试样不合格;

若 $M \leq 0.15$, 则继续进行 F.7 的计算。

F.7 对拟合直线离散度 S 的计算

$$S = \frac{2.07}{R} \sqrt{\frac{A_1^2 + A_2^2 + \cdots + A_{11}^2}{9}} \dots\dots\dots (F.4)$$

式中:

$$A_1 = R_1 - R + 5B$$

$$A_2 = R_2 - R + 4B$$

$$A_3 = R_3 - R + 3B$$

$$A_4 = R_4 - R + 2B$$

$$A_5 = R_5 - R + B$$

$$A_6 = R_6 - R$$

$$A_7 = R_7 - R - B$$

$$A_8 = R_8 - R - 2B$$

$$A_9 = R_9 - R - 3B$$

$$A_{10} = R_{10} - R - 4B$$

$$A_{11} = R_{11} - R - 5B$$

F.8 将 $M+S$ 与判定准则比较

对于合格试件, $D = M + S \leq 0.15$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 力 金 具 试 验 方 法
第 3 部 分：热 循 环 试 验
GB/T 2317.3—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 22 千 字
2009 年 4 月 第 一 版 2009 年 4 月 第 一 次 印 刷

*

书 号：155066·1-36412 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 2317.3-2008