



中华人民共和国国家标准

GB/T 5729—94
IEC 115-1(1982)
QC 400000

电子设备用固定电阻器 第一部分：总规范

Fixed resistors for use in electronic equipment
Part 1: Generic specification

1994-12-31 发布

1995-08-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

1 范围	(1)
2 总则	(1)
2.1 有关文件	(1)
2.2 单位、符号和术语	(2)
2.3 优先值	(4)
2.4 标志	(4)
3 质量评定程序	(4)
3.1 鉴定批准/质量评定体系	(4)
3.2 初始制造阶段	(5)
3.3 结构类似元件	(5)
3.4 鉴定批准程序	(5)
3.5 质量一致性检验	(5)
3.6 替代的试验方法	(6)
3.7 不检验参数	(6)
4 试验和测量程序	(7)
4.1 概述	(7)
4.2 标准大气条件	(7)
4.3 干燥	(7)
4.4 外观和尺寸检查	(7)
4.5 电阻值	(8)
4.6 绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器)	(8)
4.7 耐电压	(9)
4.8 阻值随温度变化	(10)
4.9 电抗	(11)
4.10 非线性	(12)
4.11 电压系数	(12)
4.12 噪声	(12)
4.13 过载	(12)
4.14 温升	(12)
4.15 电阻器主体强度	(12)
4.16 引出端强度	(13)
4.17 可焊性	(14)
4.18 耐焊接热	(15)
4.19 温度快速变化	(15)
4.20 碰撞	(16)

目 次

1 范围	(1)
2 总则	(1)
2.1 有关文件	(1)
2.2 单位、符号和术语	(2)
2.3 优先值	(4)
2.4 标志	(4)
3 质量评定程序	(4)
3.1 鉴定批准/质量评定体系	(4)
3.2 初始制造阶段	(5)
3.3 结构类似元件	(5)
3.4 鉴定批准程序	(5)
3.5 质量一致性检验	(5)
3.6 替代的试验方法	(6)
3.7 不检验参数	(6)
4 试验和测量程序	(7)
4.1 概述	(7)
4.2 标准大气条件	(7)
4.3 干燥	(7)
4.4 外观和尺寸检查	(7)
4.5 电阻值	(8)
4.6 绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器)	(8)
4.7 耐电压	(9)
4.8 阻值随温度变化	(10)
4.9 电抗	(11)
4.10 非线性	(12)
4.11 电压系数	(12)
4.12 噪声	(12)
4.13 过载	(12)
4.14 温升	(12)
4.15 电阻器主体强度	(12)
4.16 引出端强度	(13)
4.17 可焊性	(14)
4.18 耐焊接热	(15)
4.19 温度快速变化	(15)
4.20 碰撞	(16)

中华人民共和国国家标准

电子设备用固定电阻器 第一部分：总规范

Fixed resistors for use in electronic equipment
Part 1: Generic specification

GB/T 5729—94
IEC 115-1(1982)
QC 400000
代替 GB 5729 85

本标准等同采用国际标准 IEC 115-1(1982)/QC 400000《电子设备用固定电阻器 第一部分：总规范》及其《第 1 号修改单》(1983)、《第 2 号修改单》(1987)、《第 3 号修改单》(1989)和《第 4 号修改单》(1993)。这些修改单的内容已插入有关条款中。

1 范围

本标准适用于电子设备用固定电阻器。

本标准规定了适用于电子元器件鉴定批准和电子元器件质量评定体系的分规范及详细规范中使用的标准术语、检验程序和测试方法。

2 总则

2.1 有关文件

- GB 4728—85(IEC 617) 电气图用图形符号
- GB 5076—85(IEC 294) 具有两个轴向引出端的圆柱体元件尺寸的测量
- GB 7016—86(IEC 195) 固定电阻器电流噪声测量方法
- GB 7017—86(IEC 440) 电阻器非线性测量方法
- IEC 27-1 电工技术用文字符号 第一部分：总则
- IEC 50 国际电工技术词汇
- IEC 60-1 高压试验技术 第一部分：一般定义和试验要求
- IEC 60-2 高压试验技术 第二部分：试验程序
- IEC 62 电阻器和电容器的标志代码
- IEC 63 电阻器和电容器的优先数系
 - 第 1 号修改单(1967)
 - 第 2 号修改单(1977)
- IEC 68 基本环境试验规程
 - IEC 68-1(1978) 第一部分：总则
 - IEC 68-2-1(1974) 试验 A：寒冷
 - IEC 68-2-1A(1976) 第一次补充
 - IEC 68-2-2(1974) 试验 B：干热
 - IEC 68-2-2A(1976) 第一次补充
 - IEC 68-2-3(1969) 试验 Ca：稳态湿热
 - IEC 68-2-6(1970) 试验 Fc：振动(正弦的)

第1号修改单(1972)

- IEC 68-2-13(1966) 试验 M:低气压
 IEC 68-2-14(1974) 试验 N:温度变化
 IEC 68-2-20(1968) 试验 T:锡焊
 IEC 68-2-20A(1970) 第一次补充:试验 Tb:耐焊接热,方法 1
 IEC 68-2-20(1979) 试验 T:锡焊
 IEC 68-2-21(1975) 试验 U:引出端和整体安装件的强度

第1号修改单(1979)

- IEC 68-2-27(1972) 试验 Ea:冲击
 IEC 68-2-29(1968) 试验 Eb:碰撞
 IEC 68-2-30(1969) 试验 Db:循环湿热
 IEC 68-2-45(1980) 试验 XA:在清洗剂中的浸渍
 IEC 410 计数检查抽样方案和程序
 IECQ/QC 001001 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)基本章程
 IECQ/QC 001002 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)程序规则
 ISO 3 优先数-优先数系

ISO 497 优先数系及其化整值选择指南

ISO 1000 国际单位制及其倍数单位和某些其他单位用法的建议

注:上述文件除 IEC 68 必须采用指定的版本外,其余均采用现行版本。

2.2 单位、符号和术语

2.2.1 概述

单位、图形符号、文字符号和术语应尽可能从下列标准中选取:

IEC 27、IEC 50、IEC 617 和 ISO 1000。

需要更多的项目时,应按上述文件的原则导出。

2.2.2 型号 type

具有相似的设计特征和制造工艺,在鉴定批准或质量一致性检验中可以将它们组合在一起的一组电子元件。

这些元件通常用一个单独的详细规范来覆盖。

注:在某些情况下,几个详细规范中的元件可以认为是属于同一型号的;因此,可以将它们组合在一起,以便进行鉴定批准和质量一致性检验。

2.2.3 品种 style

通常根据尺寸因素对某一型号元件的再划分。

一个品种可以包括几个派生品种,通常是机械方面的。

2.2.4 等级 grade

表示预定用途的附加一般特性的术语,例如:长寿命用。

“等级”这个术语只能与一个或几个词组合起来使用(如长寿命用)而不能单独用字母或数字来表示。

加在“等级”这个术语后面的数字应是阿拉伯数字。

2.2.5 门类(电子元器件的) family(of electronic components)

突出地表现某一特定的物理特性和(或)完成某一规定功能的一组电子元件。

2.2.6 分门类(电子元器件的) sub-family(of electronic components)

在一个门类内用相似的工艺方法制造的一组电子元件。

2.2.7 标称阻值 rated resistance

电阻器设计所确定的、通常在电阻器上标出的电阻值。

2.2.8 临界阻值 critical resistance

额定电压等于元件极限电压时的阻值(见 2.2.15 和 2.2.16 条)。

在 70℃ 的环境温度下,允许加在电阻器两个引出端上的最大电压,当阻值小于临界阻值时是计算出的额定电压,当阻值大于或等于临界阻值时则是元件极限电压。当温度不是 70℃ 时,计算施加的电压时,应考虑降功耗曲线和元件极限电压。

2.2.9 类别温度范围 category temperature range

电阻器设计所确定的能够连续工作的环境温度范围,该范围取决于它的相应类别的温度极限值。

2.2.10 上限类别温度 upper category temperature

电阻器设计所确定的、在以类别功耗标出的那一小部分额定功耗下能够连续工作的最高环境温度。

2.2.11 下限类别温度 lower category temperature

电阻器设计所确定的能够连续工作的最低环境温度。

2.2.12 表面最高温度 maximum surface temperature

当电阻器在 70℃ 环境温度和额定功耗下连续工作时,该型号中任何一个电阻器的表面上所允许的最高温度。

2.2.13 额定功耗 rated dissipation

在 70℃ 环境温度下进行 70℃ 耐久性试验,而且阻值变化不超过该试验的允许值时所允许的最大功耗。

2.2.14 类别功耗 category dissipation

考虑到详细规范规定的降功耗曲线,由详细规范明确规定的在上限类别温度下可以施加的那一小部分额定功耗。

注:类别功耗可以为零。

2.2.15 额定电压(U_N 或 U_R) rated voltage

用标称阻值和额定功耗乘积的平方根计算出来的直流或交流有效值电压。

注:由于电阻器的尺寸和结构上的原因,在高阻值时不允许施加额定电压(见 2.2.16 条)。

2.2.16 元件极限电压 limiting element voltage

可以连续施加在电阻器两个引出端上的最大直流或交流有效值电压(元件极限电压通常取决于电阻器的尺寸和制造工艺)。

本标准使用“交流有效值”这个术语时,峰值电压不超过其有效值电压的 1.42 倍。

注:当阻值大于或等于临界阻值时,只能对电阻器施加元件极限电压。

2.2.17 绝缘电压(仅适用于绝缘型电阻器) isolation voltage (applicable only to insulated resistors)

在连续工作的条件下,在电阻器的各个引出端与任何导电安装面之间可以施加的最大峰值电压。

2.2.18 绝缘型电阻器 insulated resistor

是一种满足耐电压和绝缘电阻测试要求的、且安装在金属板上进行稳态湿热试验时加有极化电压的电阻器。

2.2.19 绝缘电阻 insulation resistance

在考虑中。

2.2.20 阻值随温度变化 variation of resistance with temperature

阻值随温度变化按照下述定义可以表示为电阻温度特性或电阻温度系数:

2.2.20.1 电阻温度特性 temperature characteristic of resistance

在类别温度内规定的温度范围内产生的阻值最大可逆变化。

通常用相对于基准温度 20℃ 的阻值变化百分比表示。

$$\text{电阻温度特性} = \frac{\Delta R}{R}$$

式中: ΔR ——两个规定环境温度之间的阻值变化;

R ——基准温度下的阻值。

2.2.20.2 电阻温度系数 α temperature coefficient of resistance

两个规定温度之间的阻值相对变化除以产生这个变化的温度之差(平均系数)。一般用每摄氏度百万分之一($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)为单位来表示。

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 \cdot \Delta\theta}$$

式中: $\Delta\theta$ ——规定的环境温度和基准温度之间的代数差, $^{\circ}\text{C}$ (计算见 4.8.4 条)。

注: 应该说明, 采用该术语并不意味着这个函数的线性程度如何, 也不作任何假设。

2.2.21 可见损伤 visible damage

对于电阻器的预定用途来说, 降低了其使用性的可看得见的损伤。

2.2.22 片式电阻器 chip resistor

是一种尺寸很小、引出端的形状和特性适用于混合电路和印制电路板的固定电阻器。

2.2.23 带散热器的电阻器 heat-sink resistor

是一种设计成安装在独立散热器上的电阻器。

2.2.24 额定功耗(仅对带散热器的电阻器) rated dissipation(heat sink resistors only)

对于带散热器的电阻器, 在 25°C 环境温度下当安装在标准散热器上进行室温耐久性试验引起的阻值变化不大于该项耐久性试验规定值时所允许的最大功耗。

2.2.25 元件最高温度 maximum element temperature

在任一允许工作的条件下电阻器上或其内部任一点上的最高额定温度。

2.3 优先值

2.3.1 概述

每个分规范应规定适用于该分门类的优先值, 对于标称阻值还应见 2.3.2 条。

2.3.2 标称阻值的优先值

标称阻值的优先值应从 IEC 63 规定的数系中选取。

2.4 标志

2.4.1 概述

2.4.1.1 标志中给出的内容通常从下述项目中选取, 每项的相对重要性由它在项目顺序中的位置来表示:

- a. 标称阻值;
- b. 标称阻值允许偏差;
- c. 制造年、月(或周);
- d. 详细规范号和品种标记;
- e. 制造厂的名称或商标。

2.4.1.2 电阻器上应清楚地标出上述 a 项和 b 项, 并应尽量标出其余各项。电阻器上的标志内容应避免重复。

2.4.1.3 电阻器的包装件上应清楚地标出上述全部内容。

2.4.1.4 增加任何标志应不致引起混淆。

2.4.2 代码

当阻值、允许偏差或制造日期采用代码时, 其方法应从 IEC 62 中选取。

3 质量评定程序

3.1 鉴定批准/质量评定体系

3.1.1 当这些文件用于全面的质量评定体系——如 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)时,鉴定批准和质量一致性检验应遵守 3.4 条和 3.5 条的程序。

3.1.2 当这些文件用于 IECQ 这类质量评定体系之外——如设计验证或型式试验时,可以采用 3.4.1 和 3.4.2b 条的程序和要求,但各项试验和试验的各个部分应按试验一览表给定的顺序进行。

3.2 初始制造阶段

对于固定电阻器的规范而言,初始制造阶段是:

- 膜式电阻器:在基体上淀积电阻膜;
- 碳合成型电阻器:粘合剂在聚合过程中产生最大变化的工序;
- 线绕电阻器:电阻线(或带)在骨架上的绕制;
- 金属箔电阻器:电阻箔在基体上的固定。

3.3 结构类似元件

用同样的工艺和材料制造的电阻器,即使尺寸和阻值不同,也可以认为是结构类似的电阻器。鉴定批准和质量一致性检验中结构类似元件的划分应在分规范中规定。

3.4 鉴定批准程序

3.4.1 制造厂应遵守:

- 管辖鉴定批准的程序规则的一般要求;
- 本标准 3.2 条规定的初始制造阶段的要求。

3.4.2 除 3.4.1 条的要求之外,还应采用下述的程序 a 或程序 b:

a. 制造厂应在尽可能短的时间内,进行三个批次的逐批检验和一个批次的周期检验,以证明符合规范的要求。在组成检验批的周期之内制造工艺应无重大改变。

样本应从符合 IEC 410 规定的批(见附录 A)中抽取。样本中应包括该批中最高阻值和最低阻值以及临界阻值(当临界阻值处于最高和最低阻值中间时)的代表样品。这样选取的最高和最低阻值,就确定了授予鉴定批准的阻值范围。

应使用正常检查,但当样本大小是按零个不合格品予以接收时,应增加样品数以满足一个不合格品予以接收所需的样本大小。

b. 制造厂应按分规范规定的固定样本大小试验一览表进行试验,以证明符合规范的要求。

这些样品应从现行生产的产品中随机抽取,或按国家监督检查机构同意的方法抽取。

3.4.3 作为质量评定体系组成部分所获得的鉴定批准,应该通过符合质量一致性要求的常规试验(见 3.5 条)来维持。否则,该鉴定批准就必须采用 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)程序规则(QC 001002)第 11.5.2 条和第 11.5.3 条规定的鉴定批准维持规则来检查。

3.5 质量一致性检验

与分规范有关的空白详细规范应规定质量一致性检验的试验一览表。

这种试验一览表还应规定逐批和周期检验的组别的划分、抽样和周期。

检查水平(IL)以及合格质量水平(AQL)应从 IEC 410 中选取。

如果需要,可以规定一个以上的试验一览表。

3.5.1 放行批证明记录

有关规范规定有放行批证明记录而且用户要求时,至少应给出下列内容:

——周期检验中各分组试验的计数数据(即受试元件数 and 不合格元件数)而不涉及造成拒收的参数;

——1 000 h 耐久性试验后阻值变化的变量数据。

3.5.1.1 计数数据

当有关规范要求记录计数数据时,应采用下列程序:

a. 当某一分组是由一项试验组成时,应将不合格品数及出现不合格品的这个试验项目一起记录

下来,但不涉及造成拒收的参数。

b. 当某一分组是由若干项试验组成时,有关详细规范应说明是按照每项试验记录试验结果还是按照若干项试验作为一组记录试验结果。对于本规范而言,气候顺序应作为一项试验来看待。

3.5.1.2 测量数据

有关详细规范应说明在放行批证明记录中哪些试验项目是用测量数据来报告的,还应说明若干试验结果是否可以汇集起来,例如:额定功耗、标称阻值范围等。

至少,全部电气耐久性试验的结果应该用测量数据来表示。为使表示形式标准化,耐久性试验和电流噪声的测量数据最好用下述形式给出:

a. 对于耐久性试验,参数变化 $\Delta R/R(\%)$ 的间隔应为:0.05、0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、10.0、15.0 和 20.0;而时间间隔应为 48、500 和 1 000 h。正变化和负变化应分别记录。

如果要表示的结果数是 20 个或更少,则应标出其实际值而不必保留测量结果的识别号,见 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)程序规则(QC001002)第 14 条放行批证明记录的一般要求。

b. 膜式电阻器和碳合成型电阻器的电流噪声测量结果应该用表 1 所述形式表示。

表 1

噪 声, $\mu V/V$	数 量
>6.4	
>3.2 但 ≤ 6.4	
>1.6 但 ≤ 3.2	
>0.8 但 ≤ 1.6	
>0.4 但 ≤ 0.8	
>0.2 但 ≤ 0.4	
>0.1 但 ≤ 0.2	
>0.05 但 ≤ 0.1	
≤ 0.05	

注:放行批证明记录的内容应遵守 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)程序规则(QC001002)第 14.3 条规定的要求。

3.5.2 延期交货

保存周期超过两年(除非分规范另有规定)的批在发货之前,应按详细规范 A 组和 B 组检验的规定重新检验阻值和可焊性。

制造厂的总检查员采取的重新检验程序应由国家监督检查机构认可。

一旦某一批满意地通过了重新检验,其质量就再次保证了一个规定的周期。

3.5.3 B 组检验完成之前的发货

对于 B 组的所有试验,当 IEC 410 转为放宽检查的条件得到满足时,允许制造厂在该试验完成之前放行元件。

3.6 替代的试验方法

有关规范中规定的试验和测量方法不一定是必须采用的唯一方法。因而,制造厂可以采用任何替代的方法,但应使国家监督检查机构确信他采用的替代方法所得到的结果与用规定方法得到的结果相等效。在有争议的情况下,只能使用规定的方法进行判定和仲裁。

3.7 不检验参数

只有详细规范中有规定并且是进行过试验的元件参数才能认为处在规定的极限之内。不能认为没有规定的参数每个元件都是不变的。因此,当认为还需要进一步控制一个或多个其他参数时,应该采用一个新的范围较大的规范。

补充的试验方法应该详细地予以说明,并应规定相应的极限值、AQL 值和检查水平。

4 试验和测量程序

4.1 概述

分规范和(或)空白详细规范应列表说明需要进行的各种试验、每项试验或每个试验分组前后需要进行哪些测量以及试验和测量的顺序。每项试验的各个阶段应按规定顺序进行。初始测量和最后测量的测量条件应相同。

如果在质量评定体系的国家规范中包含不同于上述文件规定的方法,则应详细地加以说明。

2.1 条中给出了本章采用的 IEC68 各项试验的版本和修订情况。

4.2 标准大气条件

4.2.1 标准试验大气条件

除非另有规定,所有试验和测量都应在 IEC 68-1 第 5.3 条的标准试验大气候条件下进行:

温度:15~35℃;

相对湿度:45%~75%;

气压:86~106 kPa(860~1 060 mbar)。

在进行测量之前,电阻器应在测量温度下放置足够长的时间,以使整个电阻器都达到这一温度。与试验后规定的恢复时间相同通常就足以达到此目的。

当在规定温度以外的温度下进行测量时,如有必要,应将测量结果校正到规定温度下的数值。测量期间的环境温度应在试验报告中说明。在有争议的情况下,应采用仲裁温度(按 4.2.3 条规定)中的一种进行重复测量,而其他条件应按本规范的规定。

当按某一顺序进行试验时,一项试验的最后测量结果可以作为下一项试验的初始测量结果。

注:在测量期间,电阻器不应受到气流、日光直射或可能引起误差的其他影响。

4.2.2 恢复条件

除非另有规定,应在标准试验大气条件(见 4.2.1 条)下进行恢复。如果必须在严格控制的条件下进行恢复,应采用 IEC 68-1 第 5.4.1 条的控制条件。

4.2.3 仲裁条件

仲裁试验的标准大气条件应从 IEC 68-1 第 5.2 条规定的如下条件中选择一种:

温度	相对湿度	气压
20±1℃	63%~67%	86~106 kPa(860~1 060 mbar)
23±1℃	48%~52%	86~106 kPa(860~1 060 mbar)
25±1℃	48%~52%	86~106 kPa(860~1 060 mbar)
27±1℃	63%~67%	86~106 kPa(860~1 060 mbar)

4.2.4 基准条件

作为基准的标准大气条件采用 IEC 68-1 第 5.1 条规定的如下条件:

温度:20℃;

气压:101.3 kPa(1 013 mbar)。

4.3 干燥

当规定干燥时,在测量之前,电阻器应按详细规范的规定采用程序 I 或程序 II 进行处理。

程序 I:在温度为 55±2℃和相对湿度不超过 20%的箱中放置 24±4 h。

程序 II:在 100±5℃的箱中放置 96±4 h。

然后,应将电阻器从箱中取出,放在装有适当干燥剂(如活性氧化铝或硅胶)的干燥器中冷却,并保持到规定的试验开始。

4.4 外观和尺寸检查

4.4.1 外观检查

用目检法检查产品的状态、加工质量和表面质量,并应符合要求(见 2.2.21 条)。

用目检法检查标志,标志应清楚并应符合详细规范的要求。

4.4.2 尺寸(量规检验的)

应检查详细规范中标出的适合用量规检验的尺寸,并应符合详细规范的规定值。

适用时,应按 IEC 294 进行测量。

4.4.3 尺寸(详细的)

详细规范中规定所有尺寸都应进行检查,并应符合规定值。

4.5 电阻值

4.5.1 应使用直流低电压测量阻值,测量时间应尽量短,以便在测量期间电阻体的温度不会明显上升。如果有争议并认为是这个测量电压引起的,则应采用表 2 规定的电压进行仲裁。

表 2

标称阻值 R	测量电压, $V_{-10\%}$
$R < 10 \Omega$	0.1 ¹⁾
$10 \Omega \leq R < 100 \Omega$	0.3
$100 \Omega \leq R < 1 \text{ k}\Omega$	1
$1 \text{ k}\Omega \leq R < 10 \text{ k}\Omega$	3
$10 \text{ k}\Omega \leq R < 100 \text{ k}\Omega$	10
$100 \text{ k}\Omega \leq R < 1 \text{ M}\Omega$	25
$1 \text{ M}\Omega \leq R$	50

注: 1) 标称阻值小于 10Ω 时,选择的测量电压应使电阻器的功耗小于其额定功耗的 10%,但不超过 0.1 V。

测量方法的精度应使其总误差不超过阻值允许偏差的 10%。当测量作为某一试验顺序的组成部分时,应能用不超过该试验顺序允许最大变化的 10% 的误差来测量阻值变化。

4.5.2 20°C 下的阻值应符合把允许偏差考虑在内的标称阻值。

4.6 绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器)

4.6.1 本试验应按有关详细规范的规定采用下列四种方法之一来进行。对于不带安装件的电阻器, V 形块法是优选的方法。

4.6.1.1 V 形块法

将电阻器放在一个 90°V 形金属块的槽内, V 形块的尺寸要使电阻器主体不会伸到 V 形块的端头之外。夹持的力应使电阻器和金属块之间保持充分接触,但不应使电阻器产生损伤。电阻器应按下述方法放置:

对于圆柱形电阻器:电阻器放在 V 形块内,应使偏离电阻器轴线最大的引出端最靠近 V 形块的一个侧面。

对于矩形电阻器:电阻器放在 V 形块内,应使距离电阻器侧面最近的引出端最靠近 V 形块一个侧面。

对于轴向引线的圆柱形和矩形电阻器,引出端在露出主体以外偏离中心位置可以忽略不计。

4.6.1.2 包箔法(不带安装件电阻器的替代法)

用一块金属箔紧密地包裹住电阻器主体。

对于非轴向引出的电阻器:箔的边缘与每个引出端之间应留出 1 至 1.5 mm 的间隙。

对于轴向引出的电阻器:用箔将整个电阻器主体包住,箔在主体两端之外至少伸出 5 mm,箔与引出端之间应保持 1 mm 的最小间隙,金属箔超出电阻器主体的部分不应折弯。

4.6.1.3 带安装件的电阻器的方法

应改用正常方法将电器安装在一块金属板上(或两块金属板之间),金属板在电阻器安装面以外的所有方向上至少伸出 12.7 mm。

4.6.1.4 矩形片式电阻器的方法

应按图 1 a 所示的方法将电阻器进行安装以进行试验。

除非详细规范中另有规定,弹簧产生的压紧力应为 1.0 ± 0.2 N。金属块的接触点应位于电阻器的中心,以保证测试结果的再现性良好

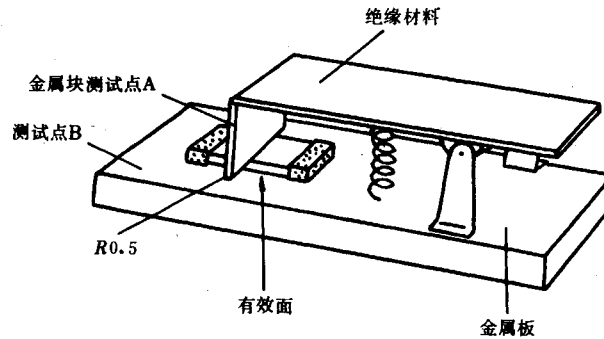


图 1a 矩形片式电阻器绝缘电阻和耐电压测试夹具

4.6.1.5 圆柱形片式电阻器的方法

应按图 1b 所示的方法将电阻器进行安装以进行试验。

除非详细规范中另有规定,弹簧产生的压紧力应为 1.0 ± 0.2 N。金属测试块的尺寸 L_1 应使其到两端接触区的最小距离保持在 0.5 mm。

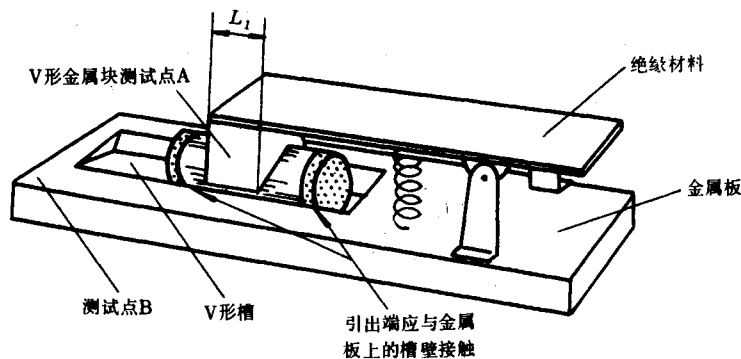


图 1b 圆柱形片式电阻器绝缘电阻和耐电压测试夹具

4.6.2 对于除片式电阻器以外的所有电阻器,绝缘电阻应在下述两个电极之间进行测量:电阻器的两个引出端连接在一起作为一个电极,V形块、金属箔或安装件作为另一电极。测量电压:绝缘电压小于 500 V 的电阻器应为 100 ± 15 V 直流;绝缘电压大于或等于 500 V 的电阻器应为 500 ± 50 V 直流。

对于片式电阻器,绝缘电阻应该用 100 ± 15 V 或等于绝缘电压的直流电压进行测量,测量电压应加在图 1 所示的测试点 A 和 B 之间,测试点 A 为正极。

测量电压应加上 1 min 或为得到稳定读数所必须的较短时间,绝缘电阻应在这个时间结束时读取。

4.6.3 绝缘电阻不应低于有关规范的规定值。

4.7 耐电压

4.7.1 本试验应按有关规范的规定采用 4.6.1 条规定的方法之一来进行。对于不带安装件的电阻器,V形块法是优选的方法。

4.7.2 对于除片式电阻器以外的所有电阻器,试验电压应加在下述两个电极之间:电阻器的两个引出端连接在一起作为一个电极,V形块、金属箔或安装件作为另一电极。试验电压为交流(40~60 Hz),其峰值以大约 100 V/s 的速率从零升到详细规范规定的绝缘电压的 1.42 倍,在达到规定的电压后应保持

1 min±5 s。

对于片式电阻器,应将频率为 40~60 Hz、峰值为 1.42 倍绝缘电压的交流电压以大约 100 V/s 的速率加在图 1 所示的测试点 A 和 B 之间,达到规定的电压后应保持 1 min±5 s。

4.7.3 应无击穿(漏电流 $\geq 10\ \mu\text{A}$)或飞弧现象。

4.8 阻值随温度变化

4.8.1 电阻器应按有关详细规范的规定采用 4.3 条的程序 I 或程序 II 进行干燥。

4.8.2 电阻器应依次保持在下列每个温度下或有关规范规定的其他温度下:

- a. 20^{+5}_{-1}℃ ;
- b. 下限类别温度 $\pm 3\text{℃}$;
- c. 20^{+5}_{-1}℃ ;
- d. 上限类别温度 $\pm 2\text{℃}$;
- e. 20^{+5}_{-1}℃ 。

4.8.3 应在 4.8.2 条规定的每个温度下当达到热稳定之后进行阻值测量。

在不少于 5 min 的时间间隔内得到的两个阻值读数之差不大于可认为是测量装置引起的误差时,就判定达到了热稳定。

电阻器在测量时应将温度记录下来。温度的测量误差不应超过 1℃ 。

4.8.4 计算方法

注:同一套测量结果既可用于计算温度系数又可用于计算温度特性。

4.8.4.1 电阻温度特性

20℃ 与 4.8.2 条规定的每个其他温度之间的电阻温度特性应按下列式计算:

$$\text{电阻温度特性} = A \cdot \frac{\Delta R}{R}$$

式中,如果按 4.8.3 条记录的阻值用 R_a 、 R_b 、 R_c 、 R_d 和 R_e 来表示,则 R 和 ΔR 按表 3 所示求出:

表 3

	下限类别温度	上限类别温度
R	$(R_a + R_e)/2$	$(R_c + R_e)/2$
ΔR	$R_b - R$	$R_d - R$

式中:

$$A = \frac{\text{规定的标称温度之差}}{\text{记录的温差}}$$

如果按 4.8.3 条记录的温差用 θ_a 、 θ_b 、 θ_c 、 θ_d 和 θ_e 来表示,则记录的温差($\Delta\theta$)按表 4 所示求出。

表 4

	下限类别温度	上限类别温度
$\Delta\theta$	$\theta_b - (\theta_a + \theta_c)/2$	$\theta_d - (\theta_c + \theta_e)/2$

4.8.4.2 电阻温度系数 α

20℃ 与 4.8.2 条规定的每个其他温度之间的电阻温度系数 α 应按下列式计算:

$$\text{电阻温度系数} = A \cdot \frac{\Delta R}{R \cdot \Delta\theta}$$

关于 ΔR 和 $\Delta\theta$ 见 4.8.4.1 条。

电阻温度系数 α 一般用每摄氏度百万分之一($10^{-6}/\text{℃}$)为单位来表示。

4.8.5 按上述规定确定的电阻温度特性或电阻温度系数 α 应在详细规范规定的相应类别温度的极限范围之内。

阻值大于 $5\ \Omega$ 但小于 $10\ \Omega$ 时,电阻温度特性或温度系数不应超过详细规范规定的大于或等于 $10\ \Omega$ 的极限值的 2 倍。

注:因为难于准确测量,对阻值小于 $5\ \Omega$ 的电阻器不规定电阻温度特性或温度系数。

4.9 电抗

4.9.1 电抗试验仅适用于要求低电抗并在详细规范中有规定的电阻器。对呈现一定程度电感的线绕电阻器这是一个适用的试验。图 2 示出了可用于时间常数 L/R 大于 $20\ \text{ns}$ 的电阻器的测试装置,可试验的阻值是 $100\ \Omega$ 至 $1\ \text{M}\Omega$ 。

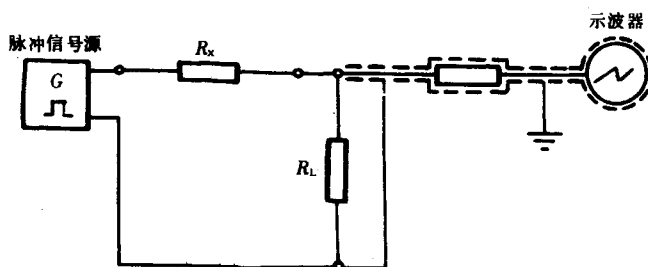


图 2 试验电路

R_x —被试电阻器; R_L —阻值约等于 0.1 倍 R_x 阻值的无感电阻器

信号源与电阻器 R_x 之间的连接导线不应超过 $50\ \text{mm}$ 。

4.9.2 脉冲信号源规范

- 脉冲宽度:足以覆盖 3 倍 L/R 时间;
- 加负载的上升时间(10%至 90%):小于 $3\ \text{ns}$;
- 重复频率:大于 $10\ \text{kHz}$,或为获得良好的示波器清晰度所需的频率。

4.9.3 示波器规范

- 上升时间(10%至 90%):小于 $12\ \text{ns}$ (频率响应为 $30\ \text{MHz}$ 或更好);
- 时基: $2\ \text{ns/mm}$ 或更快;
- 在 R_L 上的输入电容: $25\ \text{pF}$ 或更小;
- 放大倍数对所用的脉冲电压应足以获得良好的示波器清晰度。

4.9.4 通过测量脉冲开始与电压达到最大值的 63.2%时的时间来确定时间常数 L/R (见图 3)。如果在上升开始时有噪声或失真,其零点可以通过延伸曲线来确定。如果没有过冲或振荡而且 L/R 时间大于 $20\ \text{ns}$,则可使用下列公式并具有足够的精度:

$$\text{有效电感 } H = L/R(\text{s}) \times R(\Omega)$$

注:应以最大 L/R 时间或用计算法求出的最大电感量来规定规范的极限值。

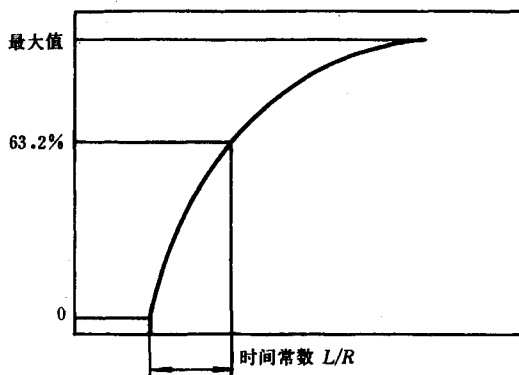


图 3 示波器轨迹图

4.10 非线性

应按 IEC 440 测量电阻器的非线性。当对非线性有具体要求时,应在详细规范中规定。

4.11 电压系数

(仅在详细规范中有规定或制造厂和用户协商一致同意时才适用。)

4.11.1 电阻器应按有关规范的规定,采用 4.3 条的程序 I 或程序 II 进行干燥。

4.11.2 然后,应以 10% 和 100% 的额定电压或元件极限电压(取其较低者)测量阻值。施加 100% 电压的时间在每 5 s 内不应多于 0.5 s;施加 10% 电压的时间应为 4.5 s。应注意不使电阻器产生明显的温升。

4.11.3 电压系数通常以每伏百分数(%/V)表示并按下式进行计算:

$$\text{电压系数} = \frac{R_2 - R_1}{0.9 UR_1}$$

式中: U ——施加的较高电压;

R_1 ——在 $0.1 U$ 下测得的阻值;

R_2 ——在 U 下测得的阻值。

4.11.4 电压系数不应超过有关规范的规定值。

4.12 噪声

(仅在详细规范有规定或制造厂和用户协商一致同意时才适用。)

电阻器应经受 IEC 195 规定的程序。

4.13 过载

4.13.1 应按 4.5 条的规定测量阻值。

4.13.2 电阻器应水平安装。对于线绕电阻器,绕组的轴线应处于水平状态。电阻器应放在 15°C 到 35°C 的某一环境温度的自由大气中。然后在电阻器的引出端上施加电压。施加电压的数值和持续时间应按有关规范的规定。应以正常方式接线。对于焊片式引出的电阻器,应使用直径约 1.0 mm 的铜线连接电阻器。特殊的安装布置应由有关规范规定。

4.13.3 恢复不少于 1 h 但也不多于 2 h 后应进行外观检查。应无可见损伤并且标志清楚。

4.13.4 然后,应按 4.5 条规定测量阻值,与 4.13.1 条的测量值比较,阻值变化不应超过有关规范的规定值。

4.14 温升

4.14.1 标称阻值低于临界阻值的电阻器应经受下列试验。

4.14.2 电阻器应水平安装。对于线绕电阻器,绕组的轴线应处于水平状态。应以正常方式接线。对于焊片式引出的电阻器,应使用直径约 1.0 mm 的铜线连接电阻器。特殊的安装布置应由有关规范规定。

4.14.3 试验的环境温度应为 15°C 到 35°C 。除了由于电阻器发热而产生的自然对流之外,不应有其他气流存在。

4.14.4 应施加额定电压。

4.14.5 在达到热平衡后,测出电阻器表面上最热点的温度。温度测量装置的尺寸不应影响测量结果。

4.14.6 温升不应超过详细规范的规定值。

注:表面温度比较精密的测量方法在考虑中。

4.15 电阻器主体强度

4.15.1 主体长度大于或等于 25 mm 的电阻器应经受下列试验。

4.15.2 电阻器的主体应在其两端处支撑起来,两个支点距离各自的端头不大于 5 mm 。支柱的半径不小于 6 mm 。在电阻器主体的中点并垂直于电阻器主体轴线的方向上,通过一个半径不小于 6 mm 的装置逐渐加上详细规范规定的压力保持 10 s (见图 4)。

4.15.3 试验结束时,电阻器主体不应出现裂纹或断裂。

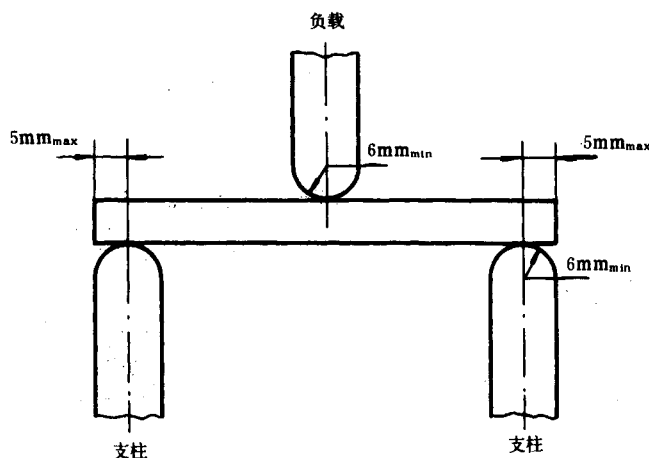


图4 电阻器主体强度试验装置

4.16 引出端强度

根据适用,电阻器应经受 IEC 68-2-21(1975)试验 U_{a1} , U_b , U_c 和 U_d 。

4.16.1 应按 4.5 条规定测量阻值。

4.16.2 试验 U_{a1} ——拉力

施加的拉力应为:

对于非线状引出端:20 N;

对于线状引出端见表 5。

表 5

标称横截面积 S mm^2	对应的圆形引线的直径 d mm	力 N
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.07$	$0.25 < d \leq 0.3$	2.5
$0.07 < S \leq 0.2$	$0.3 < d \leq 0.5$	5
$0.2 < S \leq 0.5$	$0.5 < d \leq 0.8$	10
$0.5 < S \leq 1.2$	$0.8 < d \leq 1.25$	20
$1.2 < S$	$1.25 < d$	40

4.16.3 试验 U_b ——弯曲(引出端数目的一半)

方法 1:连续两次弯曲,每个方向一次。如果详细规范说明引出端是刚性的,则本试验不适用。

4.16.4 试验 U_c ——扭转(引出端数目的另一半)

应采用方法 A,严酷度 2(180°两次连续扭转)。

如果详细规范说明引出端是刚性的以及设计用于印制电路板的单向引出端元件,则本试验不适用。

4.16.5 试验 U_d ——转矩(适用于螺栓或螺钉引出端以及整体安装的元件)(见表 6)

表 6

标称螺纹直径,mm		2.6	3	3.5	4	5	6
转矩, $\text{N} \cdot \text{m}$	严酷度 1	0.4	0.5	0.8	1.2	2.0	2.5
	严酷度 2	0.2	0.25	0.4	0.6	1.0	1.25

4.16.6 试验后按下列规定进行检查:

a. 这些试验的每项试验之后应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤。