



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5729—2003/IEC 60115-1:2001

QC400000

代替 GB/T 5729—1994

## 电子设备用固定电阻器 第 1 部分：总规范

Fixed resistors for use in electronic equipment—

Part 1: Generic specification

(IEC 60115-1:2001, IDT)

2003-11-24 发布

2004-08-01 实施

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 前 言

本规范等同采用 IEC 60115-1(QC 400000):2001《电子设备用固定电阻器 第 1 部分:总规范》(英文版)。固定电阻器系列国家标准的预计结构及其对应的 IEC 标准由下列规范组成:

- 第 1 部分:总规范(GB/T 5729—2003, IEC 60115-1:2001, IDT);
- 第 2 部分:分规范 低功率非线性绕固定电阻器(GB/T 5730—1985, idt IEC 60115-2:1982);
  - 空白详细规范 低功率非线性绕固定电阻器 评定水平 E(GB/T 5731—1985, idt IEC 60115-2-1:1982);
  - 空白详细规范 低功率非线性绕固定电阻器 评定水平 F(GB/T 17034—1997, idt IEC 60115-2-2:1992);
- 第 4 部分:分规范 功率型固定电阻器(GB/T 5732—1985, idt IEC 60115-4:1982);
  - 空白详细规范 功率型固定电阻器 评定水平 E(GB/T 5733—1985, idt IEC 60115-4-1:1983);
  - 空白详细规范 功率型固定电阻器 评定水平 F(GB/T 15885—1995, idt IEC 60115-4-2:1992);
  - 空白详细规范 带散热器的功率型固定电阻器 评定水平 H(GB/T 17035—1997, idt IEC 60115-4-3:1993);
- 第 5 部分:分规范 精密固定电阻器(GB/T 5734—1985/IEC 60115-5:1982);
  - 空白详细规范 精密固定电阻器 评定水平 E(GB/T 5735—1985, idt IEC 60115-5-1:1983);
  - 空白详细规范 精密固定电阻器 评定水平 F(GB/T 15884—1995, idt IEC 60115-5-2:1992);
- 第 6 部分:分规范 各电阻器可单独测量的固定电阻网络(GB/T 7338—1996, idt IEC 60115-6:1987);
  - 空白详细规范 阻值和功耗相同,各电阻器可单独测量的固定电阻网络 评定水平 E(GB/T 7339—1987, idt IEC 60115-6-1:1983);
  - 空白详细规范 阻值和功耗不同,各电阻器可单独测量的固定电阻网络 评定水平 E(GB/T 7340—1987, idt IEC 60115-6-2:1983);
- 第 7 部分:分规范 各电阻器不可单独测量的固定电阻网络(GB/T 12276—1990, idt IEC 60115-7:1984);
  - 空白详细规范 各电阻器不可单独测量的固定电阻网络 评定水平 E(GB/T 12277—1990, eqv IEC 60115-7-1:1984);
- 第 8 部分:分规范 片式固定电阻器(GB/T 9546—1995, idt IEC 60115-8:1989);
  - 空白详细规范 片式固定电阻器 评定水平 E(GB/T 9547—1994, idt IEC 60115-8-1:1989);
- 第 9 部分:分规范 各电阻器可单独测量的表面安装固定电阻网络;
  - 空白详细规范 各电阻器可单独测量的表面安装固定电阻网络 评定水平 EZ。

本规范与 GB/T 5729—1994 相比,主要变化如下:

- “规范性引用文件”中更多地引用了相应的国家标准;
- “定义”中增加了“额定温度”、“电阻电压系数”和“表面安装电阻器”;

- “标志”内容中增加了“电阻温度系数”；
- “质量评定程序”中增加了“能力批准程序”、“返工和返修”等内容；
- “试验和测量程序”中对表面安装电阻器的绝缘电阻和耐电压试验夹具、可焊性试验和耐焊接热试验等试验内容进行了更改；
- “试验和测量程序”中，“寒冷”、“干热”分别改为“低温”和“高温”；
- “试验和测量程序”中的标准大气条件的相对湿度由“45%~75%”改为“25%~75%”；
- 增加了附录 D 的内容。

为便于使用,本规范作了如下编辑性修改:

- 删除了 IEC 60115-1:2001 的前言；
- “本标准”一词改为“本规范”。

本规范的附录 A、附录 B 和附录 D 是规范性附录；附录 C 是资料性附录。

本规范由中华人民共和国信息产业部提出。

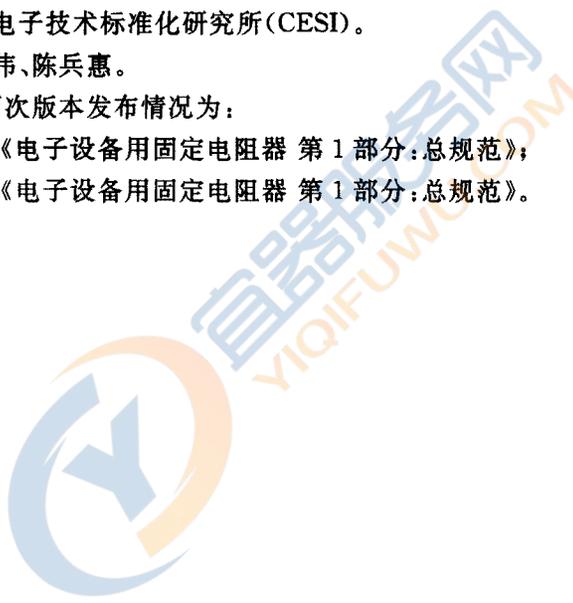
本规范由全国电子设备用阻容元件标准化技术委员会归口。

本规范起草单位:中国电子技术标准化研究所(CESI)。

本规范主要起草人:彭伟、陈兵惠。

本规范所代替规范的历次版本发布情况为:

- GB/T 5729—1985《电子设备用固定电阻器 第 1 部分:总规范》；
- GB/T 5729—1994《电子设备用固定电阻器 第 1 部分:总规范》。



# 电子设备用固定电阻器

## 第 1 部分:总规范

### 1 总则

#### 1.1 范围

本规范适用于电子设备用固定电阻器。

本规范规定了适用于电子元器件质量评定或其他用途的分规范及详细规范中使用的标准术语、检验程序和试验方法。

#### 1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。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规范,然而,鼓励根据本规范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规范。

注: IEC 60068 采用指定版本。

GB/T 2421—1999 电工电子产品环境试验 第 1 部分:总则(idt IEC 60068-1:1988)

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温(idt IEC 60068-2-1:1990)

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 B:高温(idt IEC 60068-2-2:1974)

GB/T 2423.3—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca:恒定湿热试验方法(eqv IEC 60068-2-3:1984)

GB/T 2423.4—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db:交变湿热试验方法(eqv IEC 60068-2-30:1980)

GB/T 2423.5—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击(idt IEC 60068-2-27:1987)

GB/T 2423.6—1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Eb 和导则:碰撞(idt IEC 60068-2-29:1987)

GB/T 2423.22—2002 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 N:温度变化(IEC 60068-2-14:1984,IDT)

GB/T 2423.29—1999 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 U:引出端及整体安装件强度(idt IEC 60068-2-21:1992)

GB/T 2423.30—1999 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 XA 和导则:在清洗剂中浸渍(idt IEC 60068-2-45:1993)

GB/T 2471—1995 电阻器和电容器优先数系(idt IEC 60063:1963)

GB/T 2691—1994 电阻器和电容器的标志代码(idt IEC 60062:1992)

GB/T 5076—1985 具有两个轴向引出端的圆柱体元件的尺寸测量(idt IEC 60294:1969)

GB/T 7016—1986 固定电阻器电流噪声测量方法(idt IEC 60195:1965)

GB/T 7017—1986 电阻器非线性测量方法(idt IEC 60440:1973)

IEC 60027(所有部分) 电工技术用文字符号

IEC 60050(所有部分) 国际电工技术词汇(IEV)

IEC 60060-1:1989 高压试验技术 第1部分:一般定义和试验要求

IEC 60060-2:1994 高压试验技术 第2部分:测量体系

IEC 60068-2-6:1995 电子电工产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc:振动(正弦)

IEC 60068-2-20:1979 电子电工产品环境试验 第2部分:试验方法 试验T:锡焊

第1次修改单(1987)

IEC 60068-2-21:1983 电子电工产品基本环境试验 第2部分:试验方法 试验M:低气压

IEC 60068-2-58:1989 电子电工产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Td:可焊性,金属化层耐熔性及表面安装元器件(SMD)耐焊接热

IEC 60249-2-4:1987 印制电路用材料 第2部分:规范 第4章:通用的环氧玻璃纤维覆铜层压板

IEC 60410:1973 计数检查抽样方案和程序

IEC QC 001002-3:1998 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ)程序规则 第3部分:批准程序

IEC QC 001003:1998 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ) 导则文件

IEC QC 001005:1998 按IECQ体系(包括ISO 9000)批准的制造商、产品及服务的注册表

ISO 1000:1992 国际单位制及其倍数单位和某些其他单位用法的建议

## 2 技术信息

### 2.1 单位和符号

本规范采用下列定义。此外,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 60027;

——IEC 60050;

——ISO 1000。

需要更多的项目时,应按上述文件的原则导出。

### 2.2 定义

本规范采用下列定义。

#### 2.2.1

##### 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1: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,以便进行质量评定。

注2:只要安装配件对试验结果无太大影响,则可忽略安装配件。

注3:额定值包括下列组合:

——电气额定值;

——尺寸;

——环境类别。

额定值的范围应在详细规范中规定。

#### 2.2.2

##### 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。

#### 2.2.3

##### 等级 grade

根据预定用途所表示的一般特性的附加术语,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。

## 2.2.4

**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。

## 2.2.5

**分门类(电子元器件的) subfamily(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。

## 2.2.6

**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阻值。

## 2.2.7

**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)。

注: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,计算施加的电压应考虑降功耗曲线和元件极限电压。

## 2.2.8

**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。

## 2.2.9

**上限类别温度 upper category temperature**

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

## 2.2.10

**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。

## 2.2.11

**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所允许的最高温度。

## 2.2.12

**额定温度 rated temperature**

在该温度的耐久性试验条件下,可连续施加额定功耗的最高环境温度。除非详细规范另有规定,额定温度为 70℃。

## 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电压或交流电压有效值。

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）。

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电压或交流电压有效值（元件极限电压通常取决于电阻器的尺寸和制造工艺）。

本规范使用“交流电压有效值”这个术语时，峰值电压不超过其电压有效值的 1.42 倍。

注：当阻值大于或等于临界阻值时，只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） insulation voltage**

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**

相对于基准温度 20℃，在类别温度之间规定的温度范围内产生的阻值最大可逆变化。

2.2.20.2

**电阻温度系数  $\alpha$  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。

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

**电阻电压系数 voltage coefficient of resistance**

施加电压而产生的阻值可逆变化，用每施加一伏电压阻值变化的百分数表示。

2.2.22

**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。

2.2.23

**表面安装电阻器 surface mount resistor**

是一种尺寸小、引出端形状和特征适用于混合电路和印制电路板的固定电阻器。

2.2.24

**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。

## 2.2.25

**额定功耗(仅对带散热器的电阻器) rated dissipation**

对于带散热器的电阻器,在 25℃ 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。

## 2.2.26

**元件最高温度 maximum element temperature**

在允许工作的任一条件下,电阻器表面或其内部任一点上的最高温度。

## 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。

## 2.3.2 标称阻值的优先值

标称阻值的优先值应从 GB/T 2471—1995 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) 电阻温度系数(适用时);
- d) 制造年、月(或周);
- e) 详细规范号和品种标记;
- f) 制造厂的名称或商标。

2.4.1.2 电阻器上应清楚地标出 2.4.1.1 中 a) 和 b), 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 2.4.1.1 全部内容。

2.4.1.4 增加任何标志应不致引起混淆。

## 2.5 代码

当阻值、允许偏差或制造日期采用代码时,其方法应从 GB/T 2691—1994 中选取。

## 3 质量评定程序

## 3.1 概述

当本规范和相关规范用于完整的质量评定体系时,如 IEC 电子元器件质量评定体系(IECQ),应遵守 3.5 和 3.6 的要求。

当本规范和相关规范不用于 IECQ 这类质量评定体系时,如设计验证或定型试验时,可以采用 3.5.1 和 3.5.3b) 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出的顺序进行。

在电阻器能按本条程序鉴定之前,制造厂应按 IEC QC 001002-3 的规定获得鉴定机构批准。

对电阻器质量评定的批准可采用两种方法,一种是按 IEC QC 001002-3 的第 3 章进行鉴定批准;一种是按 IEC QC 001002-3 的第 4 章进行能力批准。对于电阻器的一个分门类,鉴定批准和能力批准必须有独立的分规范,并且,只有已经颁布了有关分规范时才能使用能力批准。

## 3.1.1 鉴定批准的范围

鉴定批准适用于同一详细规范中采用相似设计和工艺制造的一个规定范围的电阻器。

按 3.5 和相关分规范规定,详细规范针对相应的评定水平和性能水平规定的试验程序直接用于被鉴定的电阻器。

### 3.1.2 能力批准的鉴定范围

能力批准适用于基于同一设计规则,采用同一工艺制造的电阻器。当按用户定制的要求生产电阻器时,能力批准特别适用。

在能力批准条件下,详细规范应分为下列三类。

#### 3.1.2.1 能力鉴定元器件(CQCs),包括过程确认的试验装置

国家监督检查机构(NIS)认可的每个能力批准元器件应编制一份详细规范。详细规范应规定 CQC 的用途,并包括所有的相关试验严酷等级和范围。

#### 3.1.2.2 标准目录元器件

当制造厂要求按能力批准程序获得批准的电阻器列入 IECQ 注册目录时,应编写与空白详细规范相一致的能力批准详细规范。这种规范应由 IECQ 注册,且电阻器应列入 IEC QC 001005 中。

#### 3.1.2.3 用户定制元器件

详细规范(一般称为定制详细规范(CDS))的内容应按 IEC QC 001002-3 中 4.4.3 规定,由制造厂与用户协商。

详细规范中较详细内容由相关分规范给出。

能力批准是在确认设计规范、工艺和质量控制程序、以及能力批准元器件的试验结果,包括所有过程确认的试验装置的基础上,对制造设施给予批准。详细内容见 3.6 和相关分规范。

### 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:

——膜型电阻器:

在基体上淀积电阻膜;

——碳成型电阻器:

粘合剂在聚合过程中产生最大变化的工序;

——线绕型电阻器:

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 分承包

如果初始制造阶段和(或)后续阶段是采用分承包方式,则应符合 IEC QC 001002-3 中 4.2.2 的规定。

分规范可按 IEC QC 001002-3 中 4.2.2.2 要求限制分承包。

### 3.4 结构类似元件

对于鉴定批准或能力批准的鉴定批准试验或质量一致性检验的结构相似元器件的分组,应在相关分规范中规定。

### 3.5 鉴定批准程序

#### 3.5.1 鉴定批准的资格

制造厂应符合 IEC QC 001002-3 的 3.1.1 的要求。

#### 3.5.2 鉴定批准的申请

制造厂应执行 IEC QC 001002-3 的 3.1.3 的规定。

#### 3.5.3 鉴定批准的试验程序

应采用下列两种程序中的一种:

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,以证实符合规范的要求。在组成检验批的周期之内,制造工艺应无重大改变。

样本应按 IEC 60410 的规定从批中抽取(见附录 A)。样本中应包括该批中具有代表性的最高阻值和最低阻值及临界阻值(当临界阻值处于最高值和最低值之间时)的样本单位。最低值和最高值的选取

决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,应增加样本单位以满足一个不合格品予以接收所需要的样本大小。

b) 制造厂应按分规范中给出的固定样本大小试验一览表进行试验,以证实符合规范要求。

构成样本的样本单位应从现行生产的产品中随机抽取或按 NSI 批准的方式抽取。

#### 3.5.4 鉴定批准的授予

当 IEC QC 001002-3 的 3.1.4 的程序已圆满完成时,应授予鉴定批准。

#### 3.5.5 鉴定批准的维持

应用质量一致性(见 3.5.6)的常规试验来维持鉴定批准。

#### 3.5.6 质量一致性检验

与分规范相关的空白详细规范应规定质量一致性检验的试验一览表。此表应规定逐批和周期检验的分组、抽样和周期。

除耐久性试验之外,在 C 组检验的所有分组中,允许采用转换程序以减少 C 组检验的频度。

若需要,可规定多个一览表。

### 3.6 能力批准程序

#### 3.6.1 概述

固定电阻器技术的能力批准包括:

——完整的设计、材料制备和制造技术(包括控制程序和检验);

——对过程和产品所阐明的性能范围,也就是对能力鉴定元器件(CQCs)和过程控制参数(PCPs)的性能范围;

——获得批准的机械结构范围。

#### 3.6.2 能力批准的资格

制造厂应符合 IEC QC 001002-3 的 4.2.1 的要求。

#### 3.6.3 能力批准的申请

制造厂应执行 IEC QC 001002-3 的 4.2.4 及相关分规范的要求。

#### 3.6.4 能力描述

应按 IEC QC 001002-3 的 4.2.5 的能力手册及相关分规范的要求描述能力。

NSI 应将能力手册视为保密文件。制造厂若愿意,可以对第三方公开手册的部分或全部内容。

#### 3.6.5 能力证实和验证

为证实和验证能力,制造厂应按 IEC QC 001002-3 的 4.2.6 及相关分规范的要求,以及下列细则进行。

##### 3.6.5.1 证实能力用的 CQCs

根据能力手册规定的需证实的能力范围,制造厂与 NSI 应协商过程控制参数和能力鉴定元件的范围。

通过试验来证实按照能力手册设计、生产和过程控制参数所确定 CQCs 的范围。CQCs 应满足下列要求:

a) 采用的 CQCs 的范围应代表申请能力的全范围,所选择的 CQCs 应能证实各种获取范围的组合。

b) CQCs 应属下列情况一种:

——按证实的能力范围组合而特殊设计的电阻器;

——采用常规生产设计的电阻器;

——上述两种情况组合,但应满足 a) 的要求。

当专门为能力批准设计和生产 CQCs 时,制造厂应采用与放行产品相同的设计规范、材料和生产工艺。

应对每一 CQC 制定一份详细规范,并应按附录 D 的格式进行编写。详细规范应表明 CQC 的目的,并应包括所有相关严酷等级和试验范围,这些可参照内部控制文件。内部控制文件所规定的生产试

验和记录用以证实对过程的控制和维持及能力的范围。

### 3.6.5.2 能力范围

相关分规范中应规定能力范围。

### 3.6.6 能力批准的程序

按 IEC QC 001002-3 的 4.2.6 的规定,制造厂应对申请能力的评定编写一份程序,该程序的设计应使得用一个相关的 CQC 来验证每一申请能力范围。

程序应包括下列内容:

- 表明批准活动的计划时间表的直方图或其他方式;
- 所有 CQCs 参照其各自详细规范所采用的细节;
- 由每一 CQC 证实的直方图所示的特性;
- 涉及到对工艺控制所采用的控制方案。

### 3.6.7 能力批准的试验报告

按照 IEC QC 001002-3 的 4.2.6.3 的规定,能力报告应为正式出版物。报告应符合本规范的要求并应包括下列内容:

- 能力手册的版本号和日期;
- 按 3.6.6 规定的程序;
- 在执行程序期间获得的所有试验结果;
- 采用的试验方法;
- 失效(见 3.6.10.1)时采取措施的报告。

报告应由指定的管理者代表(DMR)签字,作为获取结果的事实证明,并提交给国家授权的能力批准机构。

### 3.6.8 能力描述的摘要

在获取能力批准后,摘要将成为 IEC QC 001005 中的正式出版物。

摘要应包括对制造厂能力的简要描述,并对制造厂获得批准的技术、产品的结构方式及产品范围给出足够的信息。

### 3.6.9 可能影响能力批准的更改

可能影响能力批准的任何更改应满足 IEC QC 001002-3 的 4.2.1.1。

### 3.6.10 初始能力批准

授予能力批准的条件:

- CQCs 所选的范围已完全满足 CQC 详细规范的评定要求,不允许有不符合项;
- 过程控制体系已完全按控制方案执行。

能力批准一般过程见图 1。

#### 3.6.10.1 失效处理程序

见 IEC QC 001002-3 及下列细则:

当样本单位不符合试验要求时,制造厂应通知 NSI,并明确采取下列 a)和 b)项规定的措施之一:

- a) 对已计划的能力范围进行了更改;
- b) 对下列之一的失效原因进行了研究:
  - 试验本身失效,如试验设备失效或操作错误;
  - 设计或过程失效。

如果确定的失效原因为试验本身失效,那么在采取了必要的纠正措施后,用失效的样本单位或一个新的样本单位进行试验一览表中的试验。如果采用新的样本单位,应将其按失效样本单位采用的试验一览表规定的顺序进行所有试验项目。

如果确定的失效原因是设计或过程失效,应实施一个试验程序来验证失效原因已消除,且已实施包

括文件在内的所有纠正措施。当采用纠正措施之后,用新的 CQCs 重复进行发生失效的试验程序。  
 制造厂全部完成上述活动后,应向 NSI 报告,并附上能力批准试验报告的复印件(见 3.6.7)。

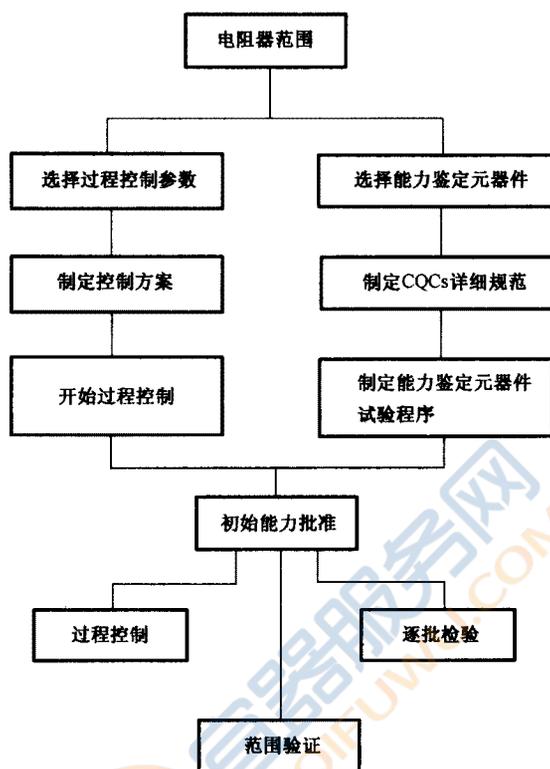


图 1 能力批准一览表

### 3.6.10.2 选择 PCPs 和 CQCs 的总体方案

每个制造厂应按相关分规范中给定的示例编制过程流程图。对过程流程图中所包括的所有步骤,制造厂应规定相应的过程控制。

制造厂应按相关分规范中给定示例注明控制点。

### 3.6.10.3 过程控制试验方案

试验方案应构成制造厂采用的过程控制体系的一部分。当采用统计过程控制(SPC)时,应按 SPC 基本要求完成。在过程节点中,SPC 方案为强制控制点。

对使用产品设备的每一过程步骤,制造厂应按规定的间隔监测过程参数,并将读取的数据与已确定的控制和执行范围相比较。

### 3.6.10.4 对 CQCs 验证能力范围的试验方案

为验证 CQCs 能力范围的试验方案应在相关分规范中规定。

### 3.6.11 能力批准的授予

当已符合 IEC QC 001002-3 的 4.2.6 规定的程序及相关分规范的要求时,应授予能力批准。

### 3.6.12 能力批准的维持

能力批准的维持应满足 IEC QC 001002-3 的 4.2.9 的要求、能力手册中申请的要求及相关分规范中规定的维持一览表的要求。

此外,应采用下列细则:

能力批准有效期为两年,两年内不需重新试验。

应由制造厂规定 CQCs 重新试验的程序。对过程控制,制造厂应建立一控制体系。控制程序图的示例可在分规范中给出。对能力范围的验证,制造厂应确保 3.6.10.4 中与其能力批准相关的所有试验

方案至少每两年重复一次。

交货电阻器的质量一致性检验可用于相关能力批准的维持。特别是对制造厂采用相同的工艺、并在其能力批准范围内鉴定批准的电阻器,其能力批准的过程控制试验结果和质量一致性周期试验结果可用于能力批准的维持。

制造厂应确保 CQC<sub>s</sub> 的范围代表交货产品并符合相关分规范的规定。

制造厂应维持生产,使得

- 能力手册中规定的过程维持不变,按 3.6.9 程序经 NSI 同意增加或删除的内容除外;
- 生产及最终试验的场所没有改变;
- 在能力批准的情况下,制造厂不间断地生产超过六个月。

制造厂应对能力维持程序的过程予以记录,以便在任何规定的周期内都能确定已完成验证的能力范围及将要进行验证的能力范围。

### 3.6.13 能力批准的扩展

制造厂可以通过完成 3.6.10.4 中扩展型号范围的试验方案来扩展能力批准的范围。如果建议的扩展与 3.6.10.4 所规定的型号范围不同,制造厂应提出所采用的抽样及试验,并经 NSI 批准。制造厂还应应对新的范围所需新的工艺建立过程控制。

能力扩展的申请应与原始批准的方式相同。

### 3.6.14 质量一致性检验

质量一致性检验要求应在详细规范中规定,并应符合 IEC QC 001002-3 的 4.3.1 的要求。

## 3.7 返工和返修

### 3.7.1 返工

如果相关分规范中禁止,则不执行 IEC QC 001002-3 中 4.1.4 定义的返工。如果对特定元件在一些限定情况下可采用返工,相关分规范中应说明。

返工不允许分承包。

### 3.7.2 返修

按 IEC QC 001002-3 的 4.1.5 定义,经返修后的电阻器在 IECQ 体系中不得放行。

## 3.8 交货放行

### 3.8.1 概述

电阻器在完成详细规范中规定的质量一致性检验后,应按 IEC QC 001002-3 的 3.2.6 和 4.3.2 的规定进行交货放行。

### 3.8.2 已鉴定批准的产品在 B 组检验完成前交货放行

对 B 组检验而言,当 IEC 60410 的转移放宽条件成立时,则制造厂在完成 B 组试验前允许放行这些元器件。

## 3.9 放行批的合格验证记录

当采购方要求合格验证记录时,该记录应在详细规范中规定。

注:对于能力批准,合格验证记录仅提供对能力鉴定元器件所进行的试验记录。

## 3.10 延期交货

除非分规范中另有规定,随放行批一同放行的贮存期超过二年的电阻器,在交货前应按详细规范 A 组和 B 组的规定,重新进行可焊性试验和阻值测量。

由制造厂 DMR 采取的重新检验程序应得到 NSI 批准。

一旦某一批满意地通过重新检查,则其质量在规定的周期内可以得到保证。

## 3.11 替换的试验方法

见 IEC QC 001002-3 的 3.2.3.7 及下列细则:

在有争议的情况下,只能使用规定的方法进行判定和仲裁。

### 3.12 IECQ 的 NSIs 地理区域外的制造厂

制造厂可将其已获得的批准扩展到其设置在国外公司的工厂中进行生产电阻器的部分或全部,该工厂所在地可以没有相关技术领域的 NSI。无论该国家是否是 IECQ 成员国,只要其满足 IECQ QC 001002-3 的 2.5.1.3 的要求即可。

### 3.13 不检验的参数

只有在详细规范中已作了规定,并经受了试验的那些元器件参数应确保在规定的范围内。

不能保证未规定的参数从一个元器件到另一个元器件保持不变。如果由于某种原因有必要控制一个或更多个参数时,则需采用新的、范围更宽的规范。

应对附加试验方法进行详细说明,并应规定适用的范围、抽样方案和检验水平。

## 4 试验和测量程序

### 4.1 概述

分规范和(或)空白详细规范应指出需要进行的各项试验、每项试验或每个试验分组前后需要进行的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。

在任一质量评定体系中,如果国家规范所规定的方法与上述文件规定的不同,则应详细地加以说明。

所有规范给出的极限值为绝对极限值,考虑测量不确定性的原则应见 IEC QC 001002-3 第 2 章的附录 C。

### 4.2 标准大气条件

#### 4.2.1 试验的标准大气条件

除非另有规定,所有试验和测量都应按 IEC 60068-1 中 5.3 规定的试验的标准大气条件下进行:

温度:15℃~35℃;

相对湿度:25%~75%;

气压:86 kPa~106 kPa。

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 的规定)中的一种进行重复测量,而其他条件也应按本规范的规定。

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。

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,应在试验的标准大气条件(见 4.2.1)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 60068-1 中 5.4.1 的控制条件。

#### 4.2.3 仲裁条件

为了仲裁,应从 IEC 60068 中 5.2 规定的如下条件中(见表 1)选择一种:

表 1 仲裁条件

温 度/℃	相对湿度/%	气 压/kPa
20±1	63~67	86~106
23±1	48~52	86~106
25±1	48~52	86~106
27±1	63~67	86~106

#### 4.2.4 基准条件

采用 IEC 60068-1 中 5.1 规定的基准标准大气条件：

温度：20℃；

气压：101.3 kPa。

#### 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% 的烘箱中放置 24 h±4 h。

程序 II：在 100℃±5℃ 的烘箱中放置 96 h±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 2.2.22）。

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 GB/T 5076 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 测量电压

标称阻值 $R$	测量电压 $U_{-10\%}$ $V$
$R < 10 \Omega$	0.1 <sup>a</sup>
$10 \Omega \leq R < 100 \Omega$	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

<sup>a</sup> 标称阻值小于 10 Ω 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。

测量方法的准确度应使其总误差不超过阻值允许偏差的 10%。当测量作为某一次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℃ 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：

- a) 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。
- b) 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(电阻器不带安装件的替代法)

用一块金属箔紧密地包裹电阻器主体。

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 mm~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。

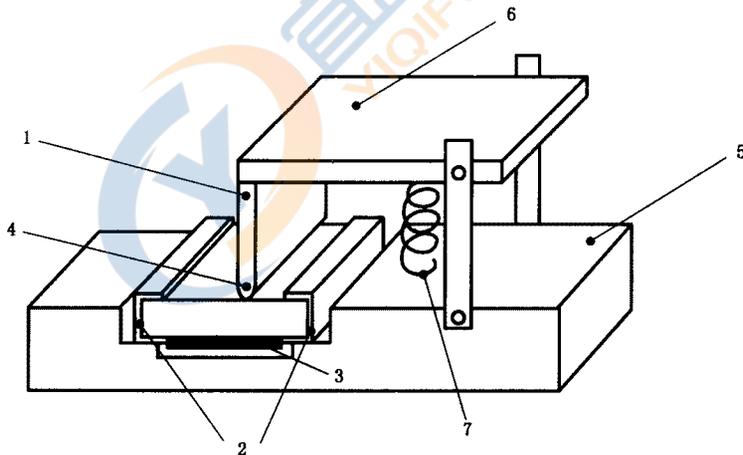
#### 4.6.1.3 电阻器带安装件的方法

应用正常方法将电阻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 矩形表面安装电阻器的方法

应按图 2 所示的安装方法将电阻器进行试验。

除非详细规范中另有规定，弹簧产生的压紧力应为  $1.0\text{ N} \pm 0.2\text{ N}$ 。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。



- 1——金属块，试验点 A；
- 2——电阻器的引出端；
- 3——膜层；
- 4——半径 0.25 mm~0.50 mm；
- 5——金属板，试验点 B；
- 6——绝缘材料；
- 7——弹簧。

图 2 矩形表面安装电阻器绝缘电阻和耐电压测试夹具

#### 4.6.1.5 圆柱形表面安装电阻器的方法

应按图 3 所示的安装方法将电阻器进行试验。

除非详细规范另有规定，弹簧产生的压紧力应为  $1.0\text{ N} \pm 0.2\text{ N}$ 。

应使金属测试块的尺寸  $L_1$  与电阻器接触部分的最小距离保持在 0.5 mm。

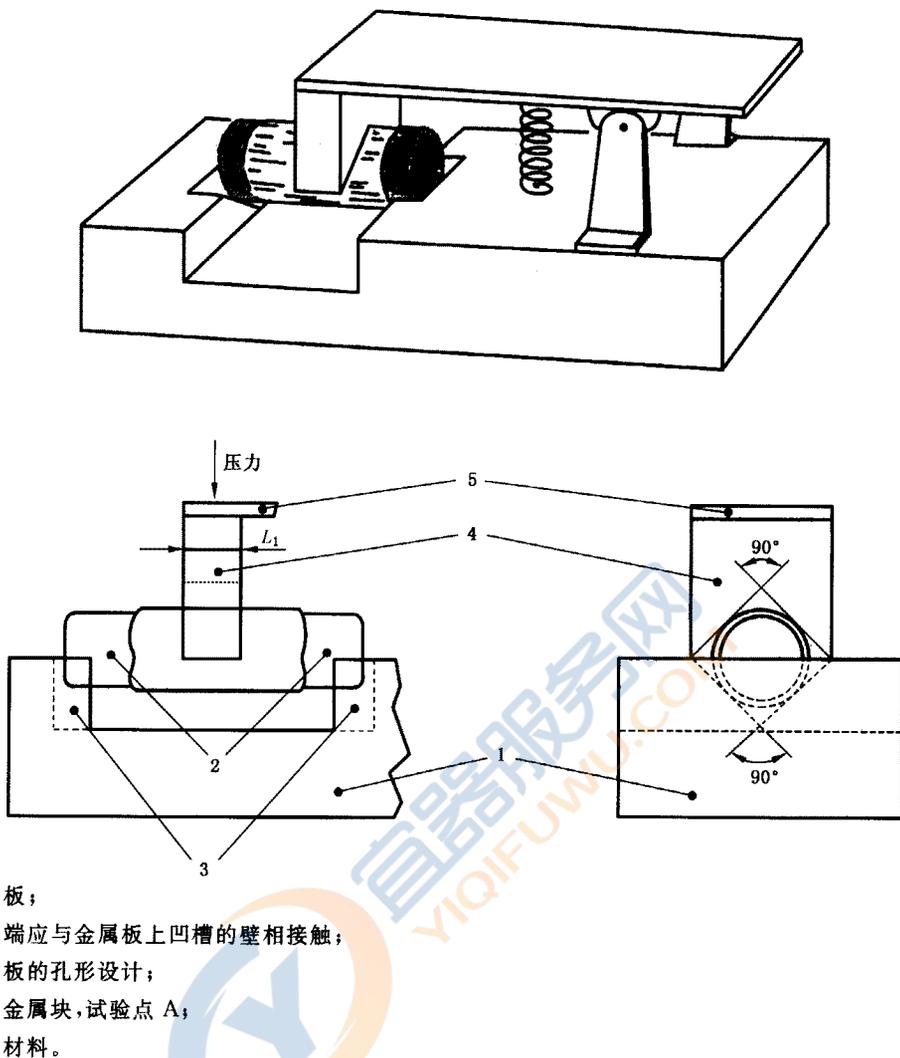


图 3 圆柱形表面安装电阻器的绝缘电阻和耐电压测试夹具

4.6.2 对于除表面安装电阻器以外的所有电阻器，应在下述两个电极之间进行绝缘电阻的测量：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  $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$  直流；绝缘电压大于或等于 500 V 的电阻器应为  $500\text{ V} \pm 50\text{ V}$  直流。

对于表面安装电阻器，应用  $100\text{ V} \pm 15\text{ V}$  或等于绝缘电压的直流电压值进行绝缘电阻的测量，测量电压应加在图 2 和图 3 所示的测试点 A 和 B 之间，测试点 A 为正极。

施加测量电压的时间应为 1 min 或为得到稳定读数所需的较短时间，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 应按有关规范的规定，采用 4.6.1 规定的方法之一进行试验。

对于不带安装件的电阻器，应优先选用 V 形块法。

4.7.2 对于除表面安装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 Hz~60 Hz），其峰值以大约  $100\text{ V/s}$  的速率从零升到详细规范规定的绝缘电压值的 1.42 倍，在达到规定的电压后应保持  $60\text{ s} \pm 5\text{ s}$ 。

对于表面安装电阻器,应将频率为 40 Hz~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 2 和图 3 所示试验点 A 和 B 之间,达到规定的电压后应保持 60 s±5 s。

4.7.3 应无击穿(例如:漏电流≥10 μA)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 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±1)°C;
- b) 下限类别温度±3°C;
- c) (20±1)°C;
- d) 上限类别温度±2°C;
- e) (20±1)°C。

4.8.3 当电阻器达到热稳定之后,应在 4.8.2 规定的每个温度下进行阻值测量。

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,应判定达到了热稳定。

应记录下测量时电阻器的温度。温度的测量误差不应超过 1°C。

4.8.4 计算方法

注:同一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°C 与 4.8.2 规定的每个其他温度之间的电阻温度特性应按公式(1)计算:

$$\text{电阻温度特性} = A \times \frac{\Delta R}{R} \times 100[\%] \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

A——规定的标称温度之差除以记录温度之差;

ΔR——两规定环境温度下的阻值变化;

R——基准温度下的阻值;

如果按 4.8.3 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 阻值(R)和阻值变化(ΔR)的计算

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

如果按 4.8.3 记录的温度用  $\theta_a$ 、 $\theta_b$ 、 $\theta_c$ 、 $\theta_d$  和  $\theta_e$  来表示,则记录的温度之差(Δθ)按表 4 所示求出。

表 4 温度系数(Δθ)的计算

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

4.8.4.2 电阻温度系数 α

20°C 与 4.8.2 规定的每个其他温度之间的电阻温度系数 α 应按公式(2)计算:

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R \cdot \Delta \theta} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

Δθ——规定的环境温度与基准温度之间的代数差的绝对值(计算见 4.8.4.1)。

关于 R、ΔR 和 Δθ 见 4.8.4.1。

电阻温度系数  $\alpha$  一般用每开尔文百万分之一来表示 ( $10^{-6}/K$ )。

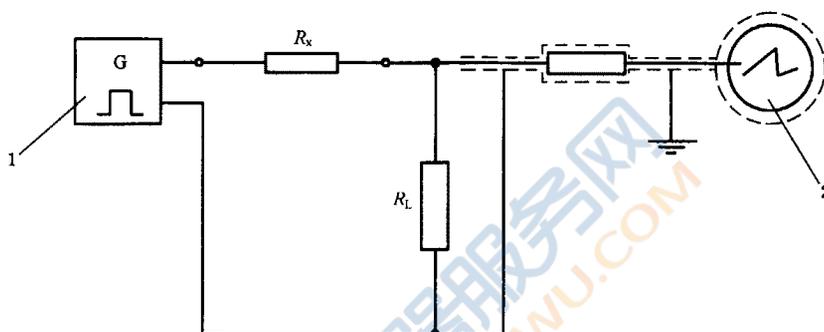
4.8.5 按上述规定确定的电阻温度特性或电阻温度系数  $\alpha$  应在详细规范规定的相应类别温度的极限值范围之内。

阻值大于  $5 \Omega$  但小于  $10 \Omega$  时,电阻温度特性或温度系数应不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电阻温度系数。

#### 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。本试验适用于在一定范围内呈现电感的线绕电阻器。图 4 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,被试的阻值范围是  $100 \Omega \sim 1 \text{ M}\Omega$ 。



- 1——脉冲发生器;
- 2——示波器;
- $R_x$ ——被试电阻器;
- $R_L$ ——阻值约等于  $0.1R_x$  的无感电阻器。

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

图 4 试验电路

#### 4.9.2 脉冲信号源规范

脉冲信号源应具有下列特性:

- a) 脉冲宽度:足以覆盖 3 倍  $L/R$  时间;
- b) 加负载的上升时间( $10\% \sim 90\%$ ):小于  $3 \text{ ns}$ ;
- c) 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

示波器应具有下列特性:

- a) 上升时间( $10\% \sim 90\%$ ):小于  $12 \text{ ns}$ (频率响应为: $30 \text{ MHz}$  或更好);
- b) 时基: $2 \text{ ns/mm}$  或更快;
- c) 在  $R_L$  上的输入电容: $25 \text{ pF}$  或更小;
- d) 在脉冲电压下能获得示波器稳定清晰的放大倍数。

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 5)。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  $20 \text{ ns}$ ,则可使用公式(3)并具有足够的准确度:

$$\text{有效电感(H)} = L/R(\text{s}) \times R(\Omega) \dots\dots\dots (3)$$

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。

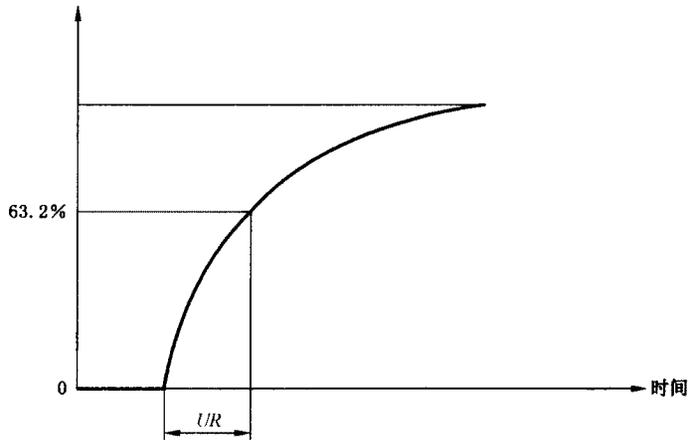


图 5 示波器轨迹

4.10 非线性

应按 GB/T 7017—1986 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一致同意时才适用。)

4.11.1 应按有关规范的规定,采用 4.3 的程序 I 和程序 II 对电阻器进行干燥。

4.11.2 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% 额定电压的时间在每 5 s 内不应多于 0.5 s;施加 10% 额定电压的时间应为 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,并按公式(4)进行计算:

$$\text{电压系数} = \frac{R_2 - R_1}{0.9UR_1} \times 100[\%] \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

U——施加的较高电压;

R<sub>1</sub>——在 0.1U 下测得的阻值;

R<sub>2</sub>——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

(仅当详细规范有规定或制造厂和用户一致同意时才适用。)

电阻器应经受 GB/T 7016—1986 规定的程序。

4.13 过载

4.13.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.13.2 应将电阻器水平安装。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℃~35℃ 的某一环境温度的自然大气中。然后在电阻器的引出端上施加电压。施加的电压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 应按 4.5 规定测量阻值,与 4.13.1 测量值比较,阻值变化应不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 应将电阻器水平安装。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  $15^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。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,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。

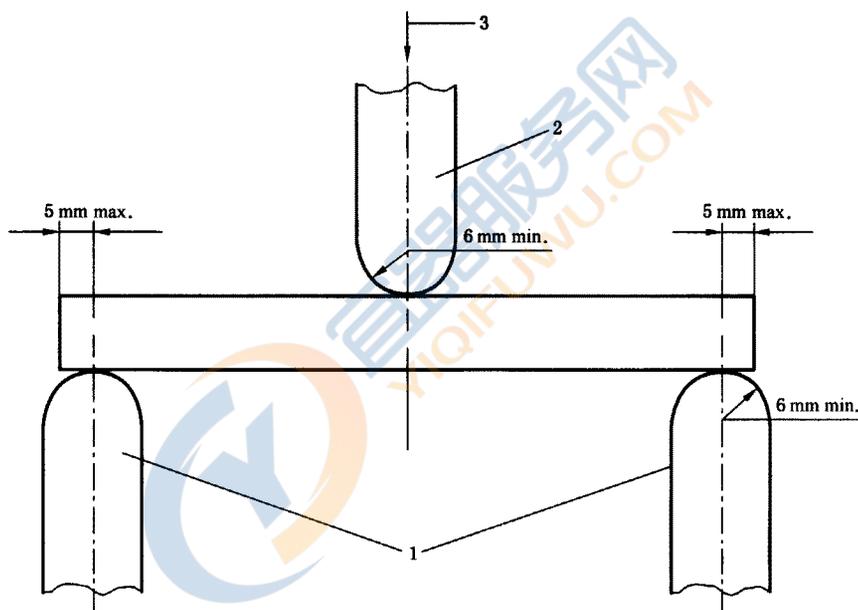
注:表面温度比较精密的测量方法在考虑中。

#### 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,支点处距各自端头的距离不大于 5 mm。支柱的半径不小于 6 mm。在电阻器主体上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 6)。

4.15.3 试验结束时,电阻器主体不应出现裂纹或断裂。



- 1——支柱;
- 2——施加负载的装置;
- 3——负载。

图 6 电阻器本体强度的试验

#### 4.16 引出端强度

根据适用,电阻器应经受 GB/T 2423.29—1999 中试验  $U_{a1}$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  和  $U_d$ 。

4.16.1 应按详细规范的规定测量阻值。

##### 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 线状引出端的拉力

标称横截面积/mm <sup>2</sup>	对应的圆形引线的直径/mm	力/N
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.1$	$0.25 < d \leq 0.35$	2.5
$0.1 < S \leq 0.2$	$0.35 < d \leq 0.5$	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

注：对于圆形截面线，线状线或插头，其标称横截面积应等于相关规范规定的标称直径的计算值。对于绞合线，其标称截面积为相关规范规定的各单股引线截面积的总和。

## 4.16.3 试验 Ub——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 Uc——扭转(引出端数目的另一半)

应采用方法 A，严酷等级 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刷电路板的单向引出端元件，则本试验不适用。

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

表 6 转矩

标称螺纹直径/mm		2.6	3	3.5	4	5	6
转矩/(N·m)	严酷等级 1	0.4	0.5	0.8	1.2	2.0	2.5
	严酷等级 2	0.2	0.25	0.4	0.6	1.0	1.25

## 4.16.6 最后测量

应采用下列程序：

- 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。
- 这些试验的最后一项试验结束时，应按 4.5 规定测量阻值，与 4.16.1 的测量值比较，阻值变化应不超过有关规范的规定值。

## 4.17 可焊性

4.17.1 当可焊性试验后立即进行耐焊接热试验时，应采用 4.3 规定的一个干燥程序，详细规范应规定采用程序 I 还是程序 II。

4.17.2 除表面安装电阻器以外的其他所有电阻器，应经受 IEC 60068-2-20 的试验 T，按有关规范的规定采用焊槽法(方法 1)或烙铁法(方法 2)或焊球法(方法 3)。

4.17.3 当规定用焊槽法(方法 1)时，应采用下列要求。

## 4.17.3.1 试验条件

试验应按下列程序进行：

- 除下述 b)项之外的所有电阻器：
  - 槽温： $235^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
  - 浸渍时间： $2 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$ ；
  - 浸入深度(距安装面或元件主体)： $(2_{-0.5}^0)\text{mm}$ 。
- 详细规范指明不是用于印制电路板的电阻器：
  - 槽温： $270^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ；
  - 浸渍时间： $2 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$ ；
  - 浸入深度(距元件主体)： $(6_{+1}^0)\text{mm}$ 。

4.17.3.2 应检查引出端，焊料润湿引出端并能自由流动说明包锡良好。

4.17.4 当焊槽法不适用时，详细规范应规定试验方法、试验条件和要求。

注：当采用焊球法时，要求中应规定焊接时间。

4.17.5 应按 IEC 60068-2-58 中试验 Td 对表面安装电阻器进行试验。相关详细规范应规定所采用的严酷等级及试验方法，这些规定应使得电阻器的润湿、未润湿、耐熔化及金属化与表面安装的类型<sup>2)</sup>相一致。

详细规范还应指出去湿后检查样品的特定部位。

表面安装电阻器应符合相关规范规定的要求。

#### 4.18 耐焊接热

4.18.1 如果详细规范要求干燥时，应采用 4.3 的程序 I 或程序 II。

当耐焊接热试验是在可焊性试验后立即进行时，干燥程序可在可焊性试验之前进行，然后应按 4.5 规定测量阻值。

4.18.2 除相关规范另有规定外，按相关规范的规定，采用下列其中一种试验：

a) 除下列 b) 和 c) 以外的所有电阻器，应经受 IEC 60068-2-20 的试验 Tb 的方法 1A 及下列细则：

——焊槽温度： $260^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

——距底座的浸渍深度： $(2.0_{-0.5}^0)\text{mm}$ ，采用一块  $1.5\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$  厚的档热板；

——浸渍时间：5 s 或 10 s，按详细规范的规定。

b) 详细规范规定不用于印制电路板的电阻器，应经受 IEC 60068-2-20 的试验 Tb 的方法 1B 及下列细则：

——焊槽温度： $350^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ；

——距元件本体的浸渍深度： $(3.5_{-0.5}^0)\text{mm}$ ；

或

——方法 2：IEC 60068-2-20 的试验 Tb 的烙铁焊法及下列细则：

——烙铁头的温度： $350^{\circ}\text{C}$ ；

——焊锡时间： $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$ 。

详细规范中应规定烙铁头的尺寸及施加在引出端的部位。

c) 对表面安装电阻器，应经受 IEC 60068-2-58 的试验 Td。相关规范应规定耐焊接热采用的严酷等级和试验方法，以使得耐焊接热试验与表面安装的类型<sup>2)</sup>相一致。

4.18.3 恢复后应对电阻器进行外观检查，应无可见损伤且标志清楚。

除了能证明电阻器已经较早达到了稳定之外，应在试验后  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$  (对表面安装电阻器  $1\text{ h} \sim 2\text{ h}$ ) 按 4.5 规定测量阻值。

与 4.18.1 测量值比较，阻值变化不应超过有关规范规定的极限值。

#### 4.19 温度快速变化

4.19.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.19.2 电阻器应经受 IEC 60068-2-14 试验 Na 的五次循环。除非有关规范中另有规定，每个极限温度下的暴露时间应为 30 min。

然后将电阻器放在标准大气条件下恢复不少于 1 h 但也不多于 2 h。

4.19.3 恢复后应对电阻器进行外观检查，应无可见损伤。

应按 4.5 的规定测量阻值，与 4.19.1 的测量值比较，阻值变化应不超过有关规范规定的极限值。

#### 4.20 碰撞

4.20.1 电阻器应按有关规范的规定进行安装。

4.20.2 应按 4.5 规定测量阻值。

4.20.3 电阻器应经受 GB/T 2413.29—1999 的试验 Eb，采用有关规范规定的严酷等级。

4.20.4 试验后应对电阻器进行外观检查，应无可见损伤。

2) 正在考虑之中。

应按 4.5 测量阻值,与 4.20.2 的测量值比较,阻值变化不应超过有关规范规定的极限值。

#### 4.21 冲击

4.21.1 电阻器应按有关规范的规定进行安装。

4.21.2 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.21.3 电阻器应经受 GB/T 2413.5—1995 的试验 Ea,采用有关规范规定的严酷等级。

4.21.4 当详细规范有规定时,应按有关规范的规定在试验过程中的间歇时间内进行阻值测量。

4.21.5 试验后应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤。

应按 4.5 测量阻值,与 4.21.2 的测量值比较,阻值变化应不超过有关规范规定的极限值。

#### 4.22 振动

4.22.1 电阻器应按有关规范的规定进行安装。

4.22.2 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.22.3 除非有关规定中另有规定,电阻器应经受 IEC 60068-2-6 试验 Fc,采用有关规范规定的严酷等级。

当详细规范有规定时,在振动试验的每个运动方向的最后 30 min 内应进行一次电气测量,以检查间断性接触、开路或短路。测量持续时间应为从频率范围的一端到另一端扫描所需的时间。

4.22.4 试验后应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤。当按 4.22.3 的规定进行测试时,电阻器不应出现大于或等于 0.5 ms 的电气间断,也不应出现开路或短路。

应按 4.5 的规定测量阻值,与 4.22.2 的测量值比较,阻值变化应不超过有关规范规定的极限值。

#### 4.23 气候顺序

在气候顺序中,除了低温试验应在循环湿热试验 Db 的第一个循环规定的恢复时间之后立即进行之外,任意两项试验之间允许有一次最多为 3 d 的间隔。

##### 4.23.1 初始测量

应采用下列程序:

- 电阻器应按有关规定采用 4.3 的程序 I 或程序 II 进行干燥;
- 应按 4.5 的规定测量阻值。

##### 4.23.2 高温

电阻器应经受 GB/T 2423.2—2001 的试验 Ba,在上限类别温度下的保持时间为 16 h。

##### 4.23.3 循环湿热,试验 Db,第一个循环

电阻器应经受 GB/T 2413.4—1993 试验 Db 的一个循环 24 h,采用的温度为 55℃(严酷等级 b)。

##### 4.23.4 低温

电阻器应经受 GB/T 2413.1—2001 的试验 Aa,在下限类别温度下的保持时间为 2 h。

##### 4.23.5 低气压

应采用下列程序:

- 电阻器应经受 GB/T 2413.21—1991 的试验 M,采用有关规范规定的严酷等级;
- 本试验应在 15℃~35℃之间的某一温度下进行,持续时间为 1 h。

##### 4.23.6 循环湿热,试验 Db,其余的循环

电阻器应在第一个循环的同样条件下,按表 7 所示次数经受 GB/T 2413.4—1993 试验 Db 的 24 h 循环。

表 7 循环次数

类 别	循环次数
—/—/56	5
—/—/21	1
—/—/10	1
—/—/04	—

#### 4.23.7 直流负荷(仅适用于非线绕电阻器)

上述试验结束时,电阻器应放在试验的标准大气条件下,转换时间应尽量短而且不应超过 5 min。在从箱中取出后的 30 min±5 min 时,电阻器上应施加直流电压持续 1 min。该电压应为额定电压或元件极限电压,取其较低者。然后将电阻器放在试验的标准大气条件下恢复不少于 1 h,但也不多于 2 h。

#### 4.23.8 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤并且标志清楚

然后应按规定测量阻值和绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器),与 4.23.1b 的测量值比较,阻值变化应不超过有关规范的规定值。

绝缘电阻应不低于有关规范的规定值。

#### 4.24 稳态湿热

##### 4.24.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.24.2 电阻器应经受 GB/T 2423.3—1993 试验 Ca,采用的严酷等级应与有关规范规定的电阻器气候类别相对应。

4.24.2.1 对于绝缘型电阻器,或通常安装在有或没有附加绝缘的金属板上(或两块金属板之间)的电阻器应分为三组:

a) 第一组试验不加电压。

b) 第二组试验应在引出端之间施加一直流电压,该电压应从下述系列中选出:

0 V、0.4 V、6.3 V、10 V、16 V、25 V、40 V、63 V 和 100 V。

这个电压应按电阻器耗散 0.01 倍额定功耗来计算,或按 0.1 倍元件极限电压(取其较低者),并选取靠近它的低档值。整个试验期间,这个电压应尽可能准确地保持在规定值,由于电源电压波动及类似原因允许有±5%的误差。

c) 第三组在试验时应在安装板和任意一个引出端之间施加 20 V±2 V 的直流电压,引出端接正极,安装板接负极。整个试验期间,这个电压应该一直连续施加。

4.24.2.2 对于其他电阻器应分为两组,并且只做 4.24.2.1 中的 a)、b) 两组试验。

##### 4.24.3 直流负荷(仅适用于非线绕电阻器)。

上述试验结束时,电阻器应放在试验的标准大气条件下,转换时间应尽量短而且不应超过 5 min。在从箱中取出后的 30 min±5 min 时,电阻器上应施加直流电压持续 1 min。该电压应为额定电压或元件极限电压,取其较低者。然后将电阻器放在试验的标准大气条件下恢复不少于 1 h,但也不多于 2 h。

#### 4.24.4 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤并且标志清楚。

然后应按规定测量阻值和绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器),与 4.24.1 的测量值比较,阻值变化应不超过有关规范的规定值。

绝缘电阻应不低于有关规范的规定值。

#### 4.25 耐久性

额定功耗始终是以 70℃ 环境温度为准给定的,而且应该用 70℃ 耐久性试验进行验证,或者就某些高功率电阻器而言,是利用 4.25.2.3 给出的修正系数进行室温耐久性试验来验证的。

当降功耗曲线斜率的改变点不在 70℃ 时,应采用下列附加程序之中的一种:

a) 在低于 70℃ 的温度下(例如,某一电阻器的降功耗曲线从 20℃ 起直线降额,经过 70℃ 在上限类别温度下降到零功耗或者某一电阻器从 20℃~40℃ 功耗保持不变,然后从 40℃ 起直线降额,经过 70℃ 在上限类别温度下降到零功耗),这种电阻器应按 4.25.1 的规定进行试验(70℃ 耐久性),只是:

1) 试验温度应为降功耗曲线斜率改变点的温度;

2) 施加的电压应为用标称阻值与试验温度下功耗的乘积的平方根算出的电压或元件极限电压(取其较低者)。试验功耗应按公式(5)进行计算:

$$P_i = P_R + (P_R - P_c) \frac{70 - \theta_i}{\theta_{UC} - 70} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$P_i$ ——试验温度下的功耗,单位为瓦(W);

$P_R$ ——额定功耗,单位为瓦(W);

$P_c$ ——类别功耗,单位为瓦(W);

$\theta_i$ ——试验温度,单位为摄氏度(°C);

$\theta_{UC}$ ——上限类别温度,单位为摄氏度(°C)。

- b) 在高于 70°C 的温度下(例如,某一电阻器降功耗曲线从 20°C 起通过 70°C 直到例如 125°C,其功耗保持不变,然后直线降额并在上限类别温度下降到零功耗或类别功耗),这种电阻器应按 4.25.1 的规定进行试验(70°C 耐久性),但试验温度应为降功耗曲线斜率改变点的温度。

上述 a) 和 b) 的中间测量及最后测量的要求应与有关规范验证额定功耗的耐久性试验的要求相同。

#### 4.25.1 70°C 耐久性

4.25.1.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.25.1.2 电阻器应在 70°C ± 2°C 的环境温度下经受 42 d(1 000 h) 耐久性试验。有关规范可以规定延长试验的持续时间(见 4.25.1.8)。

4.25.1.3 额定功耗小于或等于 15 W 的电阻器应该用直流电压进行试验。纹波电压不应超过 5% (峰—峰值)。

额定功耗大于 15 W 的电阻器应该用交流电压进行试验。

整个试验期间,应该 1.5 h 通电、0.5 h 断电周期地施加电压。该电压应为额定电压或元件极限电压(取其较低者)。

施加的电压应在该电压的 ± 5% 范围之内。

注: 0.5 h 断电时间包括在 4.25.1.2 规定的总试验时间之内。

4.25.1.4 应该利用引出端将电阻器接到绝缘架的适当夹子上。除非分规范中另有规定,所有电阻器都应水平安装,并且只装一层。电阻器轴线间的距离应该不小于电阻器直径的 7 倍。电阻器周围不应该有过度的气流流过。如果试验箱内采用强迫空气循环,则电阻器应加以保护,以使除自然对流之外没有其他气流流过电阻器。

4.25.1.5 试验箱的大小和被试电阻器的数量应该这样确定:当全部电阻器都加上负荷时所产生的热量应小于保持箱内 70°C 所需的热量,以便箱内温度仍能用加热元件来控制。温度控制元件应与电阻器适当隔开并应加以屏蔽,以使其不会直接受到电阻器辐射的影响。本试验中,电阻器的环境温度应采用 70°C。

4.25.1.6 在经过大约 48 h、500 h 和 1 000 h 之后,电阻器应从箱中取出并使其在试验的标准大气条件下恢复不少于 1 h,但也不多于 4 h。应在 0.5 h 断电时间结束时从箱中取出电阻器。

另一种方法,可在试验温度下测量阻值变化,并要求标志清楚。这种情况下,必须在试验开始时增加一次试验温度下的阻值测量作为基准,但初始测量和最后测量始终要在试验的标准大气条件下进行。

对某个特定的样品,应始终采用同样的程序。

4.25.1.7 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤并且标志清楚。应按 4.5 的规定测量阻值,与 4.25.1.1 的测量值比较,其后每次测量的阻值变化不应超过有关规范的规定值。

中间测量之后,电阻器应放回到试验箱内。任何一个电阻器从箱内取出放回箱内的时间间隔应不超过 12 h。

1 000 h 之后应测量绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器),绝缘电阻不应低于有关规范的规定值。

4.25.1.8 当有关规范规定时,试验的持续时间应延长一段规定的时间。对于这段时间有关规范应规定需要进行的测量的时间及其要求。

4.25.2 室温耐久性

4.25.2.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.25.2.2 电阻器应在 15℃~35℃ 之间的某一环境温度下经受 42 d(1 000 h) 耐久性试验。当详细规范要求时, 试验的持续时间可以延长(见 4.25.2.7)。

4.25.2.3 额定功耗小于或等于 15 W 的电阻器应该用直流电压进行试验。

额定功耗大于 15 W 的电阻器应该用交流电压进行试验。但是, 专门设计用于直流的电阻器(而且详细规范是这样说明的), 应该用直流电压进行试验。

当电阻器用直流电压进行试验时, 纹波电压不应超过 5%。

除非详细规范中另有规定, 所有带散热器的电阻器都应用交流电压进行试验。

对于专门设计用于直流的电阻器, 当表面温度超过 200℃ 时, 试验的持续时间应按详细规范的规定延长到 3 000 h 或 5 000 h。这种情况下, 整个试验持续时间内应按同一极性施加电压。

整个试验期间, 应该 1.5 h 通电、0.5 h 断电周期地施加电压。

对于所有不带散热器的电阻器, 该电压应为额定电压乘以修正系数的平方根, 或为元件极限电压, 取其较低者。对于带散热器的电阻器, 该电压应为额定电压或元件极限电压, 取其较低者。

这个修正系数按公式(6)计算:

$$\frac{\text{表面最高温度} - \text{试验温度(环境的)}}{\text{表面最高温度} - 70^\circ\text{C}} \dots\dots\dots (6)$$

加到电阻器上的电压应在计算值的 ±5% 范围之内。

注: 0.5 h 断电时间包括在 4.25.2.2 规定的总试验时间之内。

4.25.2.4 对于不带散热器的电阻器, 应利用引出端将电阻器接在绝缘架的适当夹子上。半数电阻器应水平安装, 另外半数应垂直安装, 并且只装一层。电阻器轴线之间的距离不应小于电阻器直径的 7 倍。电阻器周围不应该有过度的气流流过。如果采用强迫空气循环, 则电阻器应加以防护, 以使除自然对流之外没有其他气流流过电阻器。

对于带散热器的电阻器, 应用正常方法将其集中安装在具有规定尺寸的铝制标准散热器(见表 8)上, 并使电阻器的主轴线与散热器的主轴线平行(见图 7)。

散热器应以水平方式安排在一块导热率低的材料上。

表 8 散热器尺寸

标准散热器(见图 7)				
长度 <i>l</i> /mm	宽度 <i>w</i> /mm	高度 <i>h</i> /mm	厚度 <i>t</i> /mm	标准面积 <sup>a</sup> /cm <sup>2</sup>
155	100	50	1.0	410
180	130	50	1.0	544
230	180	50	1.5	824

<sup>a</sup> 该规定的面积为标准散热器外表面的面积。

带散热器的电阻器的排列应使任何一个电阻器的温度对任何其他电阻器不会产生明显的影响, 而且不应使自然对流受到阻碍。电阻器周围不应有过度的气流流过。

4.25.2.5 在经过大约 48 h、168 h、500 h 和 1 000 h 之后, 并在 0.5 h 断电时间结束时将电阻器放在试验的标准大气条件下恢复不少于 1 h, 但也不多于 4 h。

4.25.2.6 应对电阻器进行外观检查, 应无可见损伤并且标志清楚。

应按 4.5 的规定测量阻值, 与 4.25.2.1 的测量值比较, 阻值变化应不超过有关规范的规定值。

中间测量之后, 应将电阻器返回到试验状态下, 任何一个电阻器从箱中拿出到放回箱中的时间间隔应不超过 12 h。

1 000 h 之后按 4.6 的规定测量绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器), 绝缘电阻应不低于有关规范的规定值。

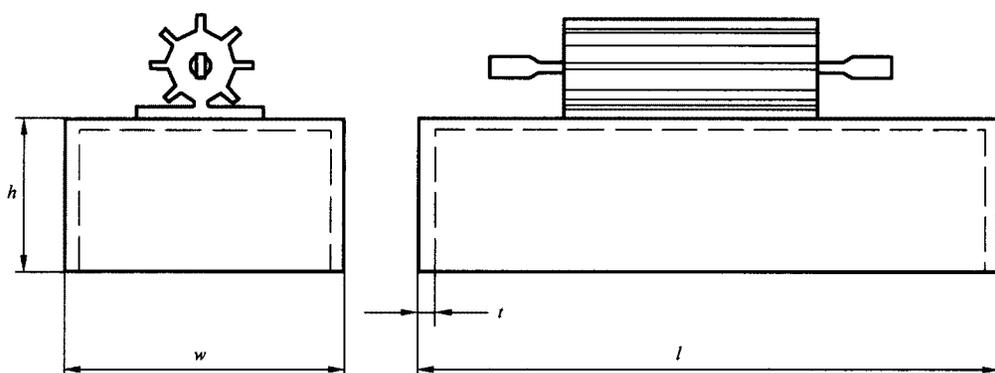


图7 标准散热器

4.25.2.7 当有关规范规定时,试验的持续时间应延长一段规定的时间。对于这段时间有关规范应规定需要进行的测量的时间及其要求。

#### 4.25.3 上限类别温度耐久性

4.25.3.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.25.3.2 电阻器应在有关规范规定的上限类别温度的环境温度下经受 42 d(1 000 h)耐久性试验。当详细规范要求时,试验的持续时间可以延长(见 4.25.3.8)。

对于在 200℃ 或 200℃ 以下功耗降到零的电阻器应在零功耗下进行试验。对于在 200℃ 以上功耗降到零的电阻器应在 200℃ 下进行试验,并应加上 200℃ 下的那部分额定功耗(类别功耗)。

4.25.3.3 额定功耗小于或等于 15 W 的电阻器应该用直流电压进行试验。纹波电压不应超过 5%。额定功耗大于 15 W 的电阻器应该用交流电压进行试验。

整个试验期间,应该 1.5 h 通电、0.5 h 断电周期地施加电压。该电压应为元件极限电压或为用类别功耗与标称阻值计算出来的电压,取其较低者。

施加的电压应在这个电压的 ±5% 范围之内。

注: 0.5 h 断电时间包括在 4.25.3.2 规定的总试验时间之内。

4.25.3.4 当电阻器耗散功率时,应该按照 4.25.1.4 或 4.25.2.4 规定的相应方法进行安装。

电阻器周围不应该有过度的气流流过。如果试验箱内采用强迫空气循环,则电阻器应加以防护,以使除自然对流之外没有其他气流流过电阻器。

4.25.3.5 试验箱的大小和被试电阻器的数目应该这样确定:当全部电阻器都加上负荷时所产生的热量应小于箱内保持在上限类别温度所需的热量,以便箱内温度仍能用加热元件来控制。温度控制元件应与电阻器适当隔开并应加以屏蔽,以使其不会直接受到电阻器辐射的影响。本试验中,电阻器的环境温度应与其上限类别温度相同。

4.25.3.6 在经过大约 48 h、500 h 和 1 000 h 之后,电阻器应从箱中取出并使其在试验的标准大气条件下恢复不少于 1 h,但也不多于 4 h。应在 0.5 h 断电时间结束时从箱中取出电阻器。

4.25.3.7 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤并且标志清楚。

应按 4.5 的规定测量阻值,与 4.25.3.1 的测量值比较,其后每次测量的阻值变化应不超过有关规范中 70℃ 耐久性试验(见 4.25.1)或室温耐久性(见 4.25.2)的规定值。

中间测量之后,将电阻器放回到试验箱内。任何一个电阻器从试验箱内取出到放回试验箱内的时间间隔不应超过 12 h。

1 000 h 之后应测量绝缘电阻(仅对绝缘型电阻器),绝缘电阻应不低于有关规范的规定值。

4.25.3.8 当有关规范规定时,试验的持续时间应延长一段规定的时间。对于这段时间,有关规范应规定需要进行的测量的时间及其要求。

#### 4.25.4 元件最高温度耐久性(仅适用于带散热器的电阻器)

4.25.4.1 应按 4.5 的规定测量阻值。

4.25.4.2 电阻器应在环境温度等于详细规范规定的元件最高温度下经受 42 d(1 000 h)耐久性试验。

本试验应在零功耗下进行。

4.25.4.3 在经过大约 48 h、500 h 和 1 000 h 之后,电阻器应从箱中取出并使其在标准大气条件下恢复不少于 1 h,但也不多于 4 h。

4.25.4.4 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤并且标志清楚。应按 4.5 规定测量阻值,与 4.25.4.1 的测量值比较,其后每次测量的阻值变化不应超过有关规范的规定值。

中间测量之后,应将电阻器放回到试验箱内。任何一个电阻器从试验箱内取出到放回箱内的时间间隔应不超过 12 h。

1 000 h 之后应按 4.6 规定测量绝缘电阻,绝缘电阻应不低于有关规范的规定值。

4.25.4.5 当有关规范规定时,试验的持续时间应延长一段规定的时间。对于这个时间有关规范应规定需要进行的测量的时间及其要求。

#### 4.26 意外过载试验(仅适用于低功率非线性绕电阻器)

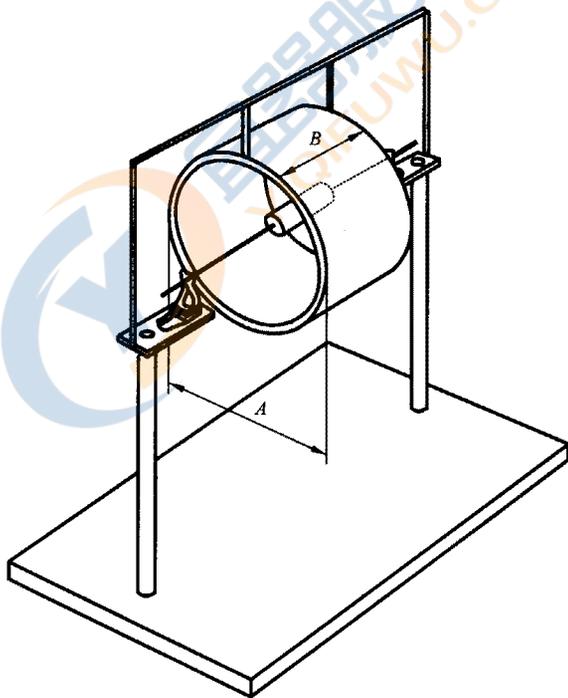
##### 4.26.1 目的

为了评估由于电阻器过载使用而导致的火险。

##### 4.26.2 试验方法(纱网圆筒法)

试验装置应由一个套在被试样品上距离电阻器主体  $25\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  的单层纱网圆筒组成。

用一块单层干酪布绕在一个内骨架上,做成一个两端开口的圆筒(见图 8)。



A——直径为  $50\text{ mm} \pm 1.5\text{ mm}$ ,大于元件直径;

B——不小于被试元件长度的两倍。

图 8 纱网圆筒装置

内骨架应该用直径小于或等于  $0.6\text{ mm}$ (AWG 线规 22 号)的金属圆线制成,不应使用铜线。骨架的金属线在整个圆筒上应等间隔排列,且遮掉的部分不应超过纱网圆筒的 10%。

圆筒长度不应小于被试样品主体长度的两倍。

骨架上所用的干酪布应该是一块质量为  $36.3\text{ g/m}^2 \sim 38.3\text{ g/m}^2$ 、并用通称为  $32 \times 28$  支纱织成的未经处理过的纯棉布。

干酪布应在试验的标准大气条件下预处理 24 h。

试样应放在装置内,使纱网圆筒在轴线和长度两个方向上都以被试元件为中心。

#### 4.26.3 试验条件

##### 4.26.3.1 通风

本试验应在适当通风的地点进行,以便消除气味和烟雾。

流过被试样品的流速速度应不超过 30 m/min。

##### 4.26.3.2 安装夹具

安装夹具应为轻型的端钮式结构,连接元件引线的方法不应由于安装方式导致过热而影响试验结果。

#### 4.26.4 试验程序

当详细规范规定做本试验时,还应规定适用于本试验的阻值范围,以及该阻值范围内应该抽取的试验样品。

除非详细规范中另有规定,电阻器应在试验的标准大气条件下接到交流恒压源上。

除非详细规范中另有规定,被试电阻器应施加 5、10、16、25、40、63 和 100 倍额定功耗的过负荷,但所加的电压应不超过 4 倍的元件极限电压。

每次过负荷应加在一个新元件上,持续  $5 \text{ min} \pm 0.5 \text{ min}$ ,或加到电阻器开路时为止,或加到纱网圆筒着火时为止,三者取其时间较短者。

试验期间,应通过测量与被试电阻器串联的低阻电阻器上的电压来监测流过每个电阻器电流。这个串联电阻器的阻值应小于或等于被试电阻值的 1%。

因此,这个串联电阻器上的电压就是流经被试电阻器电流的量度而应进行观察。

每次过载期间,应记录发生下列现象的时间:

- a) 纱网圆筒燃烧;
- b) 低阻抗或开路(仅供参考)。

#### 4.26.5 要求

纱网圆筒不应燃烧。

#### 4.27 单脉冲高压过载试验

##### 4.27.1 目的

确定电阻器耐受偶然出现的单脉冲高压过载条件的能力。

本试验可显示出高压过载对电阻器电气参数和特性的影响。

注:重复电压通常构成电路的一部分,且增加了元件的功率耗散。一个非重复性瞬间电压通常是由于一些特殊原因引起。假定一个非重复性瞬间电压在下一个非重复性瞬间电压到来之前已完全消失。

##### 4.27.2 术语

为了给脉冲负载下定义,应采用 IEC 60060-1 规定的术语和定义。

##### 4.27.3 试验程序

###### 4.27.3.1 试验设备的说明

试验设备应能在每分钟对被试电阻器至少释放 6 个所需波形的脉冲。

图 9 和图 10 给出了可获得两种优选脉冲波形的电路图。

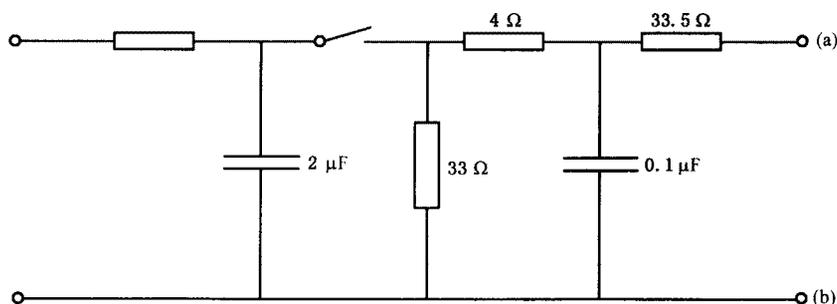


图 9 1.2/50 脉冲信号源

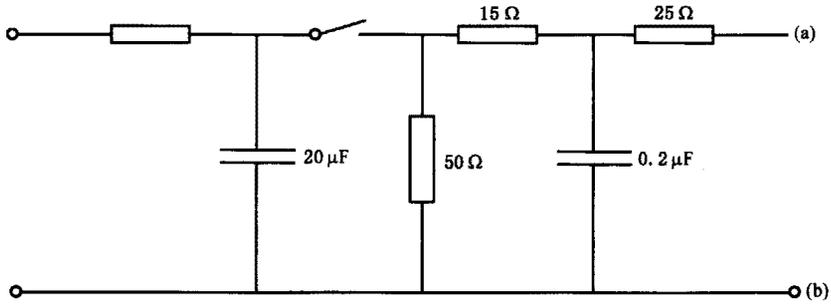


图 10 10/700 脉冲信号源

注：这些图中所示的开关可为适当电压和电流的火花间隙或机械开关或可控硅开关。

4.27.3.2 预处理

试验开始之前，电阻器应在试验的标准大气条件下使其达到温湿平衡。如果详细规范有要求，应采用 4.3 的程序 I 将电阻器进行干燥。

4.27.3.3 初始测量

除非另有规定，应对电阻器进行外观检查并测量阻值。

4.27.3.4 试验处理

4.27.3.4.1 电阻器的安装方法应在有关规范中规定。

4.27.3.4.2 电阻器应在试验的标准大气条件下进行试验。

本试验用干燥清洁的试样在试验室环境温度下进行。施加的脉冲电压应根据用途从表 9 中选取。

应按 4.27.3.4.3 的规定并按有关规范中规定的相应严酷等级将脉冲试验电压加到电阻器上。

4.27.3.4.3 被试电阻器分别接在图 9 或图 10 的(a)(b)两端。电压应加在被试电阻器的两个引出端上。有关规范应给予详细说明。

4.27.3.5 严酷等级

本试验应在从表 9 中选定的严酷等级下进行。

表 9 严酷等级<sup>b</sup>

严酷等级 序号	脉冲波形按 IEC 60060-2 的 10.1 或 12 $T_1/T_2$ $\mu s$	脉冲电压 $U$		每分钟脉冲个数	脉冲总数
		$U_R$ 的倍数 <sup>a</sup>	$U_{max}$ 的倍数 <sup>a</sup>		
1	1.2/50		10	$\leq 6$	5
2			15		
3			20		
4	10/1000 或 10/700	10	2	$\leq 1$	10
5		20	3		
6		30	4		
7		40	5		
8		50	6		

注：取  $U_R$  倍数和  $U_{max}$  倍数的较低者。

<sup>a</sup>  $U_R$  是额定电压； $U_{max}$  是元件极限电压。

<sup>b</sup> 给出的这些脉冲电压值符合 IEC 60060-1 定义的预期峰值电压。

4.27.3.6 恢复

应在标准大气条件下进行恢复直到热平衡为止，但最多为 24 h。

#### 4.27.3.7 最后的检查、测量和要求

4.27.3.7.1 应对电阻器进行外观检查,应无可见损伤,标志应清楚。

4.27.3.7.2 应测量阻值,除详细规范另有规定外,与 4.27.3.3 的初始测量值比较,阻值变化应不超过耐久性试验的极限值。

#### 4.27.3.8 详细规范中应给出的内容

详细规范应包括下列内容:

- a) 试验时电阻器的安装方法。
- b) 试验严酷等级,从表 9 中选取。
- c) 环境温度,如果不是  $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 失效判据,如:
  - 允许阻值变化,如果与耐久性试验的规定值不同;
  - 绝缘击穿;
  - 短路;
  - 开路;
  - 其他判据。

### 4.28 周期脉冲高压过载试验

#### 4.28.1 目的

确定电阻器耐受周期性短暂高过负荷(脉冲条件)的能力。

经过这种试验之后电阻器参数的变化基本上可归因于:

- 内部的电压效应;
- 包括局部热应力和机械力在内的电流效应。

#### 4.28.2 术语

采用下列术语和定义。

##### 4.28.2.1

**脉冲持续时间( $t_p$ ) pulse duration ( $t_p$ )**

脉冲开始时到脉冲停止的持续时间。

##### 4.28.2.2

**脉冲重复周期( $t_r$ ) pulse repetition period ( $t_r$ )**

在周期性脉冲序列中,前一个脉冲的脉冲开始时间与紧接着下一个脉冲的脉冲开始时间的时间间隔。

##### 4.28.2.3

**标称脉冲电压 nominal pulse voltage**

附录 C 中所示的用  $\hat{U}$  表示的电压的稳态值。

注:  $\hat{U}$  可用  $U_R$  的倍数来表示,  $U_R$  为 2.2.15 定义的电阻器的额定电压。

#### 4.28.3 试验程序

##### 4.28.3.1 试验设备的说明

脉冲信号源在规定的试验持续时间内应能产生一连串具有规定重复周期的规定脉冲序列。应注意试样彼此之间不要相互影响,这样每个试样可能需要一个独立的输出端。

图 C.1 中给出了一个适应的试验设备的方框图。它是由一系列低内阻(与被试电阻器相比)功率放大器组成。功率放大器在图 C.2 给定的失真范围内应能传输规定的脉冲系列。这些放大器由产生所需小波形的通用脉冲信号源来馈给,必要时还需要经过进一步整形、移相和推动级。

在同时试验许多电阻器时,其推动级和功率级允许采用较为经济的电源,建议利用适当的移相脉冲依次推动它们。

4.28.3.2 预处理

试验开始之前,电阻器应在试验的标准大气条件下使其达到温湿平衡。

对于特殊应用,有关规范可规定其他预处理要求。

4.28.3.3 初始测量

除非另有规定,应对电阻器进行外观检查并测量阻值。

4.28.3.4 条件

本试验采用单极性矩形脉冲序列,并用具有规定脉冲重复周期和脉冲持续时间的标称脉冲电压进行试验。

电阻器的安装方法应在有关规范中规定,并应与正常耐久性试验的安装方法热等效。这种安装方法引起的脉冲波形失真不应超过图 C.2 规定的范围。

在 25°C±5°C 的温度下(或有关规范可能给定的其他温度下),电阻器应按照有关规范规定的严酷等级经受所传输的一连串矩形脉冲序列。

4.28.3.5 严酷等级

用标称脉冲电压、脉冲持续时间、脉冲重复周期、总的试验持续时间和环境温度来规定试验的严酷等级。

试验严酷等级应从表 10 的规定中选取,并在有关规范中规定。当严酷等级未给定时,应采用严酷等级 3。

这些严酷等级所采用的阻值允许变化要与耐久性试验采用的数值相同。

所有严酷等级都优先采用矩形脉冲。为了在较短的时间内收集较多的试验数据,只要数据序列的标称脉冲电压  $\hat{U}$  和平均功率  $P$  与矩形脉冲保持相同,允许采用指数脉冲。

如果采用的脉冲与附录 C 不同,加在电阻器引出端上的脉冲波形应在详细规范中详细说明。

表 10 优先严酷等级一览表

严酷等级	1 <sup>a</sup>	2	3	4
标称电压 $\hat{U}^c$ ( $U_R$ 的倍数)	10	2.5	5	4.5 ( $\approx \sqrt{20}$ )
脉冲持续时间 $t_p^b/\mu s$	150~170	7~11.5	100	820~1 000
脉冲重复周期 $t_r/\mu s$ 和对应的频率 $f^b$	16 667~20 000	59~72	2 500	16 667~20 000
	50 Hz~60 Hz	14 kHz~17 kHz	400 Hz	50 Hz~60 Hz
等效平均功率 $P$ ( $P_R$ 的 %)	100	100	100	100
试验持续时间/h	100	100	100	100

a 这个严酷等级适用于脉冲过载电压要求很高的场合,仅在必要时才采用。  
 b 表 10 的主要参数是  $\hat{U}$  和  $P$ 。 $t_p/t_r$  值(或对应的  $t_p/f$  值)应调整到与规定的  $\hat{U}$  和  $P$  值相一致。应调整脉冲持续时间  $t_p$ ,使  $t_r$  在其偏差范围之内,平均功率达到它的正确值。  
 c 上限值由有关规范给定。

4.28.3.6 中间测量

在经过 4 h,24 h 和 50 h 之后可进行中间测量,以便在被试电阻器失效时可缩短试验时间。

4.28.3.7 恢复

应在试验的标准大气条件下进行恢复直到热平衡时为止,但最多为 24 h。

4.28.3.8 最后检查、测量和要求

应对电阻进行外观检查,应无可见损伤,标志应清晰。

应测量阻值,除详细规范另有规定外,与 4.28.3.3 的初始测量值比较,阻值变化应不超过耐久性试

验的极限值。

仅对绝缘型电阻器,才测量绝缘电阻。绝缘电阻应不低于详细规范规定的极限值。

#### 4.28.3.9 详细规范中应给出的内容

详细规范应包括下列内容:

- a) 试验时电阻器的安装方法;
- b) 试验严酷等级,从 4.28.3.5 中选取;
- c) 环境温度,如果不是  $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- d) 标称脉冲电压(按 4.28.2.3 的定义);
- e) 耐久性试验的阻值允许变化值;
- f) 绝缘电阻。

#### 4.29 元件耐溶剂性

##### 4.29.1 初始测量。

应按有关规范的规定进行测量。

##### 4.29.2 元件应经受 GB/T 2423.30—1999 的试验 XA 及下列细则:

- a) 使用的溶剂:见 GB/T 2423.30—1999 的 3.1.2;
- b) 溶剂的温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,除详细规范中另有规定;
- c) 试验:方法 2(不擦拭);
- d) 恢复时间:48 h,除详细规范中另有规定。

##### 4.29.3 应按有关规范的规定进行测量,并应满足规定的要求。

#### 4.30 标志耐溶剂性

##### 4.30.1 元件应经受 GB/T 2423.30—1999 的试验 XA 及下列细则:

- a) 使用的溶剂:见 GB/T 2423.30—1999 的 3.1.2;
- b) 溶剂的温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 试验:方法 1(擦拭);
- d) 擦拭材料:脱脂棉;
- e) 恢复时间:不适用,除详细规范中另有规定。

##### 4.30.2 试验后标志应清楚。

#### 4.31 安装(仅适用于表面安装电阻器)

4.31.1 将表面安装电阻器安装在一块合适的基板上,安装方法取决于电阻器的结构。基板材料一般为 1.6 mm 厚环氧玻璃层压印制电路板(按 IEC 60249-2-4-IEC-EP-GC-Cu 的规定)或为 0.635 mm 厚氧化铝基板,而且不应影响测试结果。详细规范应指出电气测量使用哪一种材料的基板。

基板应具有适当间隔的金属化焊接区以便表面安装电阻器的安装,并应与表面安装电阻器引出端进行电气连接,其细节应在详细规范中规定。

图 11 和图 12 分别给出了适用于机械和电气试验的试验基板示例。

如果采用其他安装方法,详细规范中对这种安装方法应做详细说明。

4.31.2 当详细规范规定为波峰焊时,焊接之前应采用合适的粘接剂将元件粘在基板上,其细节可在详细规范中规定。

应该用确保重复性良好的适当装置在基板的导体中间点上小胶点。

用镊子将表面安装电阻器放在小胶点上。为了不使胶涂在导体上,表面安装电阻器不应左右移动。

将装有表面安装电阻器的基板放在  $100^{\circ}\text{C}$  的烘箱中热处理 15 min。

将基板放在波峰焊装置中进行焊接。该装置应预热到  $80^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ ,焊槽温度为  $260^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,焊接时间为  $5 \text{ s} \pm 0.5 \text{ s}$ 。

再次重复这个焊接操作(总共两个循环)。

将基板放在适当溶剂(见 GB/T 2413.30—1999 的 3.1.2)中清洗 3 min。

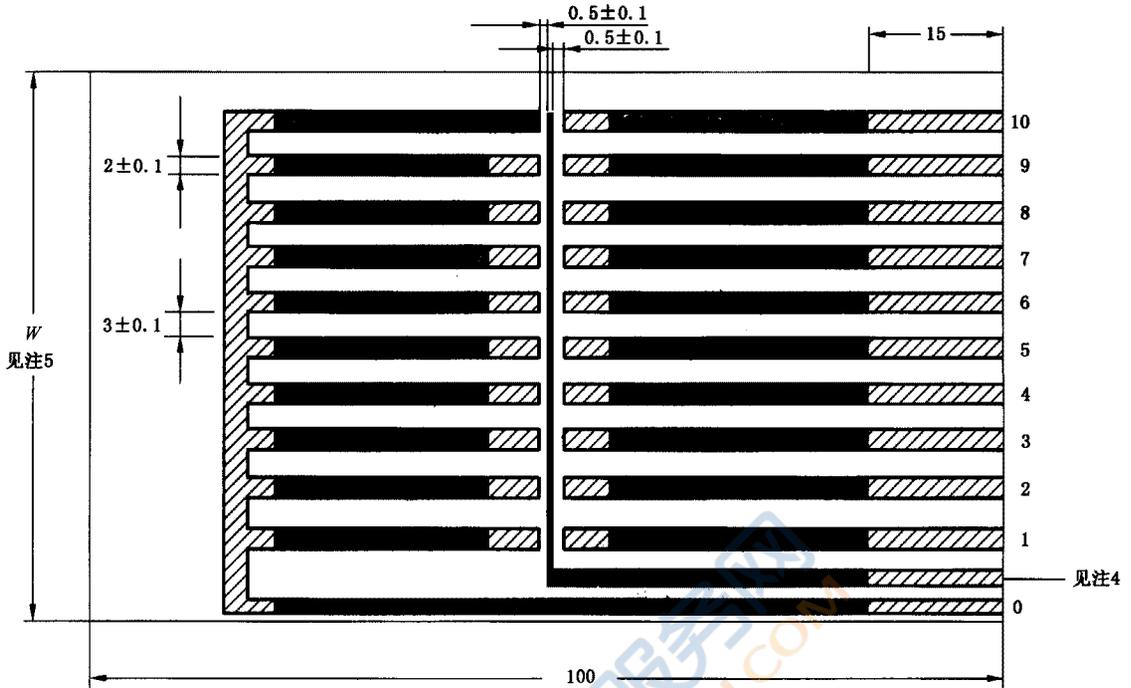


图 11 适用于机械和电气试验的基板  
(不适用于阻抗测量)

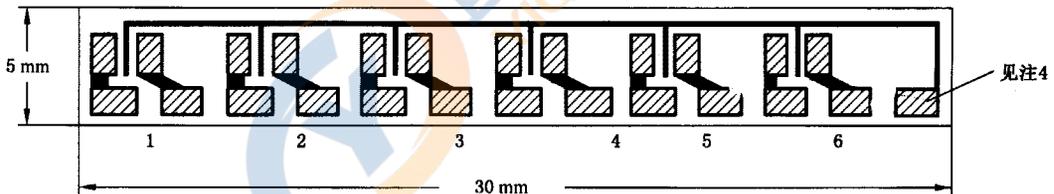


图 11 和图 12 的注:

注 1:  可焊区;

 不可焊区(用不可焊的漆覆盖)。

注 2: 所有尺寸单位均为 mm。

注 3: 材料: 图 11: 玻璃层压板, 厚度为  $1.6 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$ 。

图 12: 90%~98% 的氧化铝厚度为  $0.635 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$ 。

注 4: 此导体可省略或用作保护电极。

注 5: 尺寸 W 取决于试验设备的设计。

注 6: 未给出的尺寸应按被试元件的设计结构和尺寸进行选取。

图 12 适用于电气试验的基板

4.31.3 当详细规范规定为再流焊时,应采用下列安装方法:

a) 使用的预成形焊料或焊膏应为 IEC 60068-2-20 试验 T: 锡焊中所述的与非活性焊剂合用的银基(含量最少为 2%)低共熔点锡/铅焊料。

对于结构上含有防焊料浸析层的表面安装电阻器,可采用如 60/40 或 63/37 两种焊料中的一种。

b) 将表面安装电阻器跨置在试验基板的金属化焊接区上,使表面安装电阻器与基板的金属化焊接区接触。

c) 将基板放在合适的加热装置中(熔融的焊料、热板、隧道炉等)。该装置的温度应保持在  $215^{\circ}\text{C}$  ~  $260^{\circ}\text{C}$ ,直到焊料熔融并再流形成均匀的焊料连接为止,但不应超过 10 s。

注 1: 应使用合适的溶剂(见 GB/T 2413.30—1999 的 3.1.2)将焊剂除掉。此后的所有工序应避免污染。在试验箱内和试验后的测量过程中应注意保持清洁。

注 2: 详细规范可以规定更为严格的温度范围。

注 3: 如果采用汽相法焊接,可以采用上述方法并修改温度。

#### 4.32 附着力

##### 4.32.1 试验条件

应按 4.31 的规定安装表面安装电阻器。

4.32.2 电阻器应在下列条件下经受 GB/T 2413.29—1999 的试验  $U_{e3}$ 。应无冲击地对表面安装电阻器主体逐渐加力 5 N,并保持  $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$ 。

4.32.3 在安装状态下对表面安装电阻器进行外观检查,应无可见损伤。

##### 4.33 基板弯曲强度(端面镀层结合强度)

4.33.1 应按 4.31 的规定将表面安装电阻器安装在印制电路板上。

4.33.2 应按 4.5 的规定测量表面安装电阻器的阻值。

4.33.3 电阻器应经受 GB/T 2413.29—1999 的试验  $U_{e1}$ ,并采用有关规范规定的倾斜位移 D 及弯曲次数。

4.33.4 应在印制电路板处于弯曲的状态下按 4.5 的规定测量表面安装电阻器的阻值,与 4.33.2 的测量值比较,阻值变化应不超过详细规范的规定值。

4.33.5 将弯曲状态的印制电路板复原并从试验装置上取下。

4.33.6 最后测量和要求。

对表面安装电阻器进行外观检查,应无可见损伤。

附录 A  
(规范性附录)

在 IEC 电子元器件质量评定体系 (IECQ) 中使用 IEC 60410 规定的  
抽样方案和程序的说明

当使用 IEC 60410 进行计数抽样检查时,下列 IEC 60410 中的条款和分条款的说明适用于本规范:

- 1 负责机构是执行基本章程和程序规则的国家授权的机构。
- 1.5 单位产品是详细规范规定的电子元件。
- 2 本条款仅需下述定义:  
缺陷是指单位产品不符合任一规定要求;  
一个不合格品是指有一个或多个以上不符合项的单位产品。
- 3.1 一种产品的不合格程度应该用术语不合格品百分比表示。
- 3.3 不适用。
- 4.5 负责机构是指起草空白详细规范的 IEC 技术委员会,该空白详细规范是总规范或分规范的组成部分。
- 5.4 负责机构是指管理代表(DMR),他按照已批准的制造厂的检验部门编制的、由国家监督检查机构认可的程序进行工作。
- 6.2 负责机构是指 DMR。
- 6.3 不适用。
- 6.4 负责机构是指 DMR。
- 8.1 开始检查时总是使用正常检查。
- 8.3.3d) 负责机构是指 DMR。
- 8.4 负责机构是指国家监督检查机构。
- 9.2 负责机构是指起草空白详细规范的 IEC 技术委员会,该空白详细规范是总规范或分规范的组成部分。
- 9.4 仅第四句:不适用。  
仅第五句:负责机构是指 DMR。
- 10.2 不适用。

附录 B  
(规范性附录)

电子设备用电阻器和电容器详细规范的制定规则

**B.1** 如果需要由 IEC 第 40 技术委员会起草详细规范,只有在下列条件全部得到满足时,才能开始起草:

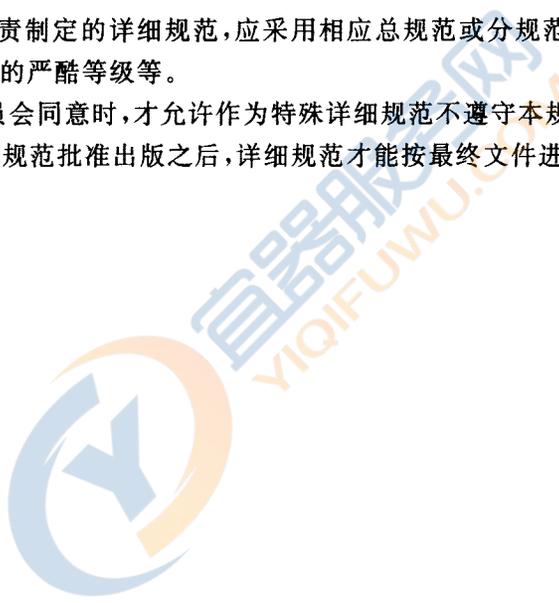
- a) 总规范已被批准;
- b) 当有适用的分规范时,分规范已作为最终文件批准发布;
- c) 相关的空白详细规范已循环表决并作为最终文件批准;
- d) 有证据证明,至少有三个国家委员会已将性能相似的规范正式批准作为自己的国家标准。

当某个国家委员会正式决定,在其国内要采用其他国家标准规定的部分内容时,这种决定可考虑上述要求。

**B.2** TC40 技术委员会负责制定的详细规范,应采用相应总规范或分规范中给出的标准值或优先值、额定值、特性以及环境试验的严酷等级等。

只有在 TC40 技术委员会同意时,才允许作为特殊详细规范不遵守本规则。

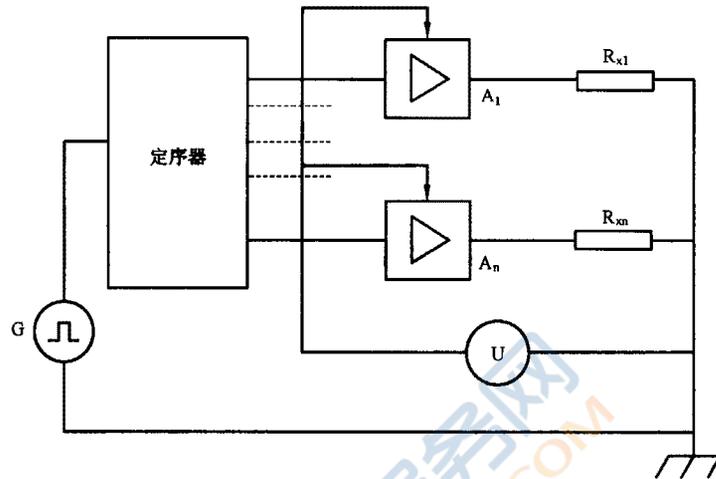
**B.3** 在分规范和空白详细规范批准出版之后,详细规范才能按最终文件进行发布。



附录 C

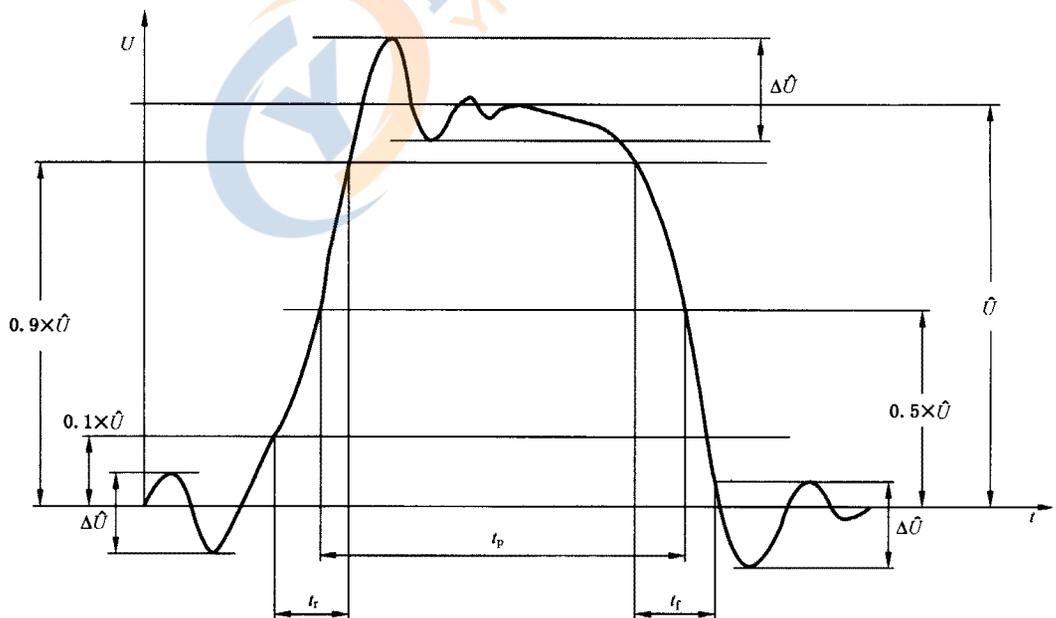
(资料性附录)

周期脉冲高压过载试验设备示例



G——脉冲信号源；  
 A<sub>1</sub>~A<sub>n</sub>——功率放大器；  
 R<sub>n1</sub>~R<sub>n2</sub>——被试电阻器；  
 U——电压源(电源)。

图 C.1 试验设备方框图



$t_r, t_f \leq 2 \mu\text{s}$  或  $t_p$  的 10% (取较大者);  $\Delta U \leq 0.1 \hat{U}$

图 C.2 脉冲波形允许偏差

附录 D  
(规范性附录)

过程控制参数(PCP)规范/能力鉴定元器件(CQC)规范首页格式

制造厂名称

地址

能力批准号

PCP/CQC 规范号

版本

能力手册号

日期

PCP/CQC 的说明

PCP/CQC 的目的

图号

零件号

---