

抑制电磁干扰固定电感器

第2部分：电源线扼流圈分规范

1 范围

GB/T 16512的本部分适用于为抑制电磁干扰而设计的固定电感器，这些电感器在额定频率不超过400 Hz 的情况下，连接到的交流市电或其他电源的额定电压不超过1 000 V（交流电压有效值）或1 500 V（直流电压）。

本文件适用于安全测试的固定电感器。这意味着，符合本文件规定的电感器，如符合附录A的强制性测试要求，将连接到主电源上使用；或按设备规范的规定进行部分或全部安全测试后，用于其他电路位置。

本文件的目的是规定安全测试的标准要求，优选额定值和特性，从IEC 60938-1中选择适当的试验方法，并给出抑制电感器的一般性能要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 16512.1—202X 抑制电磁干扰用固定电感器. 第1部分：总规范（IEC 60938-1:2021，IDT）

IEC 60027（所有部分） 电气技术用字母符号（Letter symbols to be used in electrical technology）

IEC 60050（所有部分） 国际电工术语（International Electrotechnical Vocabulary，IEV）

注：国际电工术语（IEV）：www.electropedia.org

IEC 60060-1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求（High-voltage test techniques—Part 1: General definitions and test requirements）

注：GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求（IEC 60060-1:2010，MOD）

IEC 60068-1 环境试验 第1部分：概述和指南（Environmental testing—Part 1: General and guidance）

注：GB/T 2421—2020 环境试验 概述和指南（IEC 60068-1:2013，IDT）

IEC 60068-2-17 基本的环境试验程序 第2-17部分：试验 试验Q：密封（Basic environmental testing procedures—Part 2-17: Tests—Test Q: Sealing）

注：GB/T 2423.23—2013 环境试验 第2部分：试验方法 试验Q：密封（IEC 60068-2-17:1994，IDT）

IEC 60068-2-21 环境试验 第2-21部分：试验 试验U：引出端及整体安装强度（Environmental testing—Part 2-21: Tests—Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices）

注：GB/T 2423.60—2008 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（IEC 60068-2-21:2006，IDT）

IEC 60068-2-45 基本的环境试验程序 第2-45部分：试验 试验XA和导则：在清洗剂中浸渍（Basic environmental testing procedures—Part 2-45: Tests—Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents）

注：GB/T 2423.30—2013 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（IEC 60068-2-45:1980，MOD）

IEC 60317-0-7 特种绕组线规范 第0-7部分：一般规定 完全绝缘(FIW)零缺陷漆包铜圆线
(Specifications for particular types of winding wires—Part 0-7: General requirements—Fully insulated (FIW) zero-defect enamelled round copper wire)

IEC 60317-56 特种绕组线规范 第56部分：180级直焊完全绝缘(FIW)零缺陷聚氨酯漆包铜圆线
(Specifications for particular types of winding wires—Part 56: Solderable fully insulated (FIW) zero-defect polyurethane enamelled round copper wire, class 180)

IEC 60335-1 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求 (Household and similar electrical appliances—Safety—Part 1: General requirements)

注：GB 4706.1—2005 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求 (IEC 60335-1:2004, IDT)

IEC 60617 简图用图形符号 (Graphical symbols for diagrams)

注：简图用图形符号：<http://std.iec.ch/iec60617>

IEC 60664-1 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理，要求和试验 (Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems—Part 1: Principles, requirements and tests)

注：GB/T 16935.1—2023 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理，要求和试验 (IEC 60664-1:2020, IDT)

IEC 60695-2-11 着火危险试验 第2-11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法 (GWEPT) (Fire hazard testing—Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods—Glowwire flammability test method for end-products)

注：GB/T 5169.11—2017 电工电子产品着火危险试验 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法 (GWEPT) (IEC 60695-2-11:2014, IDT)

IEC 60695-2-12 着火危险试验 第2-12部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数 (GWFI) 试验方法 (Fire hazard testing—Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods—Glowwire flammability index (GWFI) test method for materials)

注：GB/T 5169.12—2013 电工电子产品着火危险试验 第12部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数 (GWFI) 试验方法 (IEC 60695-2-12:2010, IDT)

IEC 60695-2-13 火灾危险测试-第2-13部分：基于发光/热线的测试方法-材料光丝点火温度 (GWIT) 的测试方法 (Fire hazard testing—Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods—Glowwire ignition temperature (GWIT) test method for materials)

注：GB/T 5169.13—2013 电工电子产品着火危险试验 第13部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃温度 (GWIT) 试验方法 (IEC 60695-2-13:2010, IDT)

IEC 60695-10-2 着火危险试验 第10-2部分：非正常热 球压试验方法 (Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method)

注：GB/T 5169.21—2017 电工电子产品着火危险试验 第21部分：非正常热 球压试验方法 (IEC 60695-10-2:2014, IDT)

IEC 60695-11-5 着火危险试验 第11-5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则 (Fire hazard testing—Part 11-5: Test flames—Needle-flame test method—Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance)

注：GB/T 5169.5—2020 电工电子产品着火危险试验 第5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则 (IEC 60695-11-5:2016, IDT)

IEC 60695-11-10 着火危险试验 第11-10部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法 (Fire hazard testing—Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods)

注：GB/T 5169.16—2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法 (IEC 60695-11-10:2013, IDT)

IEC 60695-11-20 着火危险试验 第11-20部分：试验火焰 500W火焰试验方法（Fire hazard testing—Part 11-20: Test flames—500 W flame test method）

注：GB/T 5169.17—2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 500W火焰试验方法（IEC 60695-11-20:2015，IDT）

IEC 60851-5 绕组线 试验方法 第5部分：电性能（Winding wires—Test methods—Part 5: Electrical properties）

注：GB/T 4074.5—2008 绕组线试验方法 第5部分：电性能（IEC 60851-5: 2004，IDT）

ISO 80000-6 量和单位 第6部分：电磁学（Quantities and units—Part 6: Electromagnetism）

注：GB/T 3102.5—1993 电学和磁学的量和单位（ISO 31-5:1992，IDT）

CISPR 17 无源EMC滤波器抑制特性的测量方法（Methods of measurement of the suppression characteristics of passive EMC filtering devices）

注：GB/T 7343—2017 无源EMC滤波器件抑制特性的测量方法（IEC/CISPR 17:2011，IDT）

3 术语和定义

IEC 60938-1界定的术语和定义适用于本文件。

ISO和IEC 在下列地址中维护术语数据库以便在标准中使用：

- IEC 电子百科：<http://www.electropedia.org/>；
- ISO 在线浏览平台：<http://www.iso.org/obp>。

4 一般要求

4.1 通则

如有可能，单位、图形符号、字母符号和术语应从下列标准中选取：

- IEC 60027（所有部分）；
- IEC 60050（所有部分）；
- IEC 60617；
- ISO 80000-6。

当有进一步需求时，应根据上述文件的原则导出。

4.2 优先额定值和特性

4.2.1 气候类别

本文件所涵盖的抑制电磁干扰电感器是根据 IEC60068-1 中给出的一般规则划分气候类别的。下限和上限类别温度及稳态湿热试验的持续时间应从下列各项中选择。

下限类别温度：-65 °C、-55 °C、-40 °C、-25 °C和-10 °C。

上限类别温度：+85 °C、+100 °C、+125 °C和+155 °C。

稳态湿热试验的持续时间：21 天和 56 天。

低温和高温试验的严酷度分别是其下限和上限类别温度。

4.2.2 标称电感及公差

标称电感的优选值是从 IEC 60063 中给出的 E6 优选值数系中选取的。

优选的电感公差如下：

$\pm 30\%$; $-30\% / +50\%$ 。

4.2.3 额定电压 U_R

额定电压的首选值为：

- 对于交流电感器：
50 V、125 V、250 V、300 V、400 V、440 V、480 V、600 V、760 V、800 V和1 000 V。
- 对于直流电感器：
60 V、160 V、250 V、500 V、1 000 V和1 500 V。

抑制电磁干扰电感器通常选用额定电压等于或大于其所连接的电源系统的标称电压的电感器。然而，宜考虑到系统的电压可以上升到标称电压的10%以上。

4.2.4 额定温度 T_r

额定温度应在详细规范中给出，应不低于 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.5 额定电流 I_r

额定电流的优选值从ISO 3的R10系列中选取。

图1给出了施加电流和环境温度之间的关系。

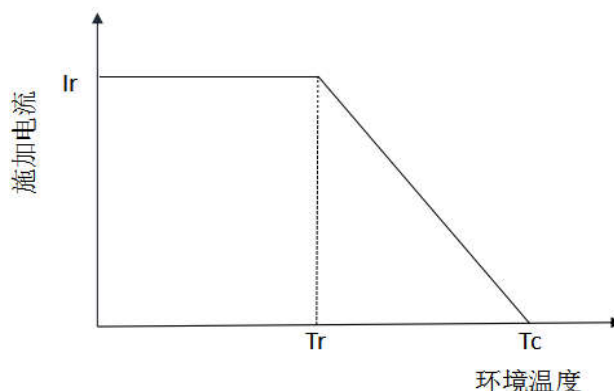


图1 环境温度与施加电流之间的关系

如详细规范中未另行说明，则假设施加电流随环境温度的变化为线性下降，直至上限类别温度 T_c 处电流为零。

4.3 详细规范中提供的信息

4.3.1 通则

详细规范规定的要求不应低于通用规范或分规范的要求。当有较特殊要求时，应单独列出。

4.3.2 外形图及尺寸

为便于识别电感器的外形差异，应附上电感器的外形图，并在图中标明影响互换性和安装的尺寸与公差，所有尺寸应以毫米为单位。

图中通常应标明电感器的长度、宽度和高度，如电感器为圆柱形，则应标明本体的直径、长度和引线的直径。当详细规范存在多种规格时，应在外形图下附上尺寸及公差表。

当外形结构与上述不同时，详细规范应给出电感器的详细尺寸标准。若电感器不是用于印制电路板，则应在详细规范中明确说明。

4.3.3 安装

详细规范应规定电感器推荐的正常使用的安装方法，以及用于振动和冲击试验的强制性安装方法。如电感器安装时需使用特殊的安装夹具，详细规范应予以说明。在进行耐久性试验时，应使用指定的散热片。

4.3.4 额定值和特性

额定值和特性符合本文件的相关规定。为了充分说明电感器的设计和应用目的，如果认为有必要，可以列出附加特性。

4.4 用于电源线应用的绝缘电感器

绝缘电感器可以使用外壳或使用绝缘线（如三层绝缘线（TIW）、完全绝缘直焊漆包线（FIW）、聚氯乙烯（PVC）绝缘电线、绝缘套管中的电线等）制造。所使用的绝缘材料应符合相关标准的规定。

全绝缘绕组线（FIW）应符合 IEC 60851-5、IEC 60317-0-7 和 IEC 60317-56 的规定。它们最大可以适用的绝缘等级为 F 级。从表 F.1 中选择具有最小的介电试验电压的 FIW 线，以满足表 1 中测试 B 或测试 C 所需的测试电压要求。

在端子与绕组之间使用的绝缘材料应满足 IEC 60695-11-10 和 IEC 60695-11-20（或 UL94）的规定，其阻燃等级不得低于 V-2、VTM-2 或 HF-2。

4.5 标志

详细规范中应规定标志要求。标志要求应满足通用规范要求，当与通用规范不一致时，应在详细规范中进行说明。

标志中给出的内容通常从以下述列项中选取，各项的相对重要性由其在清单中的位置来体现。

- 1) 制造商名称或商标；
- 2) 制造商的产品型号名称；
- 3) 认可批准的标志；
- 4) 标称电感及其公差；
- 5) 额定电压；
- 6) 额定电流；
- 7) 引出端标识或电路图；
- 8) 额定温度；
- 9) 气候类别；
- 10) 生产年、月（或周）代码；
- 11) 详细规范编号。

当制造商认为没有足够的空间时，可以省略电感器的标志，并在详细规范中说明。当标志时，电感器的标志应清晰。宜避免出现任何重复的信息。

电感器的外包装上除引出端标识或电路图外，应清楚地标明上述所有信息。采用任何附加标志应不致产生混淆。

标志信息可采用二维码。

5 用于鉴定批准的安全试验

5.1 通则

5.1.1 固定样本大小的鉴定批准程序

本文件涵盖了资格认证试验的程序。试验程序包括强制性安全试验和可选试验。并非所有的强制性安全试验都适用于详细规范中规定的所有类型的电感器。如果详细规范中有要求，应进行可选的性能试验。

在仅用于安全试验的认证试验之前，有必要向认证机构提交一份设计声明（见附录 C），记录申请认证的电感器的关键数据和基本设计细节。

在认证一个额定电压的系列结构相似的电感器时，需要进行完整的系列试验。

每组的试验应按所给的顺序进行。所有样品应先经受第 0 组的测试，然后再分到其他分组。在第 0 组测试中发现的不合格品不得用于其他分组。

当电感器不满足某一组的全部或部分要求时，则计算“一个不合格品”。当不合格品的数量不超过每个组或子组规定的允许不合格品的数量及附录 A 中规定的允许不合格品的总数时，则认证合格。

附录 A 和附录 B 共同构成了固定样本量试验计划，其中附录 A 描述了不同试验或试验组的抽样和允许的不合格品数。固定样本量测试表的测试条件和要求应与详细规范中规定的相同。

5.1.2 结构类似电感器

当电感器在其电感范围内具有下列共同特性时，则认为这些电感器结构类似：

- a) 基本上相同的材料；
- b) 类似的设计特征和制造技术；
- c) 相同的额定电压。

5.1.3 抽样

每种额定电压应分别进行鉴定。附录 A 给出了每组需要测试的每种额定电压的电感器总数。对于每种额定电压，样品中应包含需要鉴定范围内的相同数量的最高和最低电感以及最高和最低额定电流的试样。如果只涉及一个电感值或额定电流值，则应测试电感的总数量。

在下述情况下允许使用备份样品：

- a) 每种电感/额定电流的组合允许用一个备份样品来替换 0 组中的允许不合格品。
- b) 每种电感/额定电流的组合允许用一个备份样品来替补不属于制造商或试验顺序所造成的事故而损失的样品。
- c) 如需重复进行可焊性或耐焊接热试验，可以使用剩余的备份样品。
- d) 备份样品可以由制造商保存，不必送试验机构。

0 组中给出的样品数是假定所有试验组都进行，否则，样品数可相应减少。

当鉴定批准试验中引入额外的组时，0 组所需的样品数量应加上额外组相同的样品数量。

当需变更附录 C 中的给出的设计时，需告知认证机构拟进行的变更，由认证机构确定是否进行重新鉴定，重新鉴定按照附录 B 进行。

5.2 标准大气条件

参见 GB/T 16512.1-202X 的 5.2。

5.3 外观检查

5.3.1 尺寸（量规检验）

外观检查时，产品状态、加工质量和表面质量应符合规定。标志应清晰，并应满足详细规范的要求。应检验详细规范中所示的尺寸和适用于量规检验的尺寸。它们应符合详细规范的规定。

5.3.2 尺寸（详细）

对于电源电感器，不同极性的带电部件之间或带电部件与金属外壳之间的爬电距离和电感器外部的电气间隙应不小于附录 D 和附录 E 中规定的数值。

应根据 IEC 60335-1 或 IEC 60664-1 中的规定，通过测量电气间隙和爬电距离来检查是否满足要求。特殊用途的电感器可增加额外要求。灌封或密封材料可增加电气间隙。

为了满足电感器内部的电气间隙和爬电距离要求，绕组可以通过灌封或绝缘套管等方式进行绝缘，或者绕组可以由绝缘导线构成，例如 TIW、FIW 线、PVC 绝缘线等。

由于在许多情况下，只有电气间隙距离可以正确测量，如果电气间隙得到保证，电感器的设计应保证满足相应的爬电距离要求。

所有其他尺寸均应符合详细规范的规定。

5.4 绝缘电阻

按 GB/T 16512.1-202X 中的 5.4 和下列细则：

- a) 测量电压应按 GB/T 16512.1-202X 中表 2 的规定；
- b) 试验 C 的测试电压施加方法应采用包箔法；
- c) 测量时间应为 60 s；
- d) 除非在详细规范中另有说明，否则无需采用防护措施；
- e) 除非在详细规范中另有说明，否则无修正因子；
- f) 除非在详细规范中另有说明，否则在标准大气条件下进行；
- g) 试验 A、B 和 C 的绝缘电阻最小值应为 6 MΩ。

5.5 电压试验

按 GB/T 16512.1-202X 中 5.5 和下列细则：

- a) 对于基础绝缘，用于电源电感器的测试电压如表 1 所列。对于加强型绝缘，测试 B、C 和 D 的测试电压加倍。
- b) 对试验 C 的试验电压施加方法应采用包箔法。
- c) 对于认证试验，测试电压应施加 1 min。对于常规试验，详细规范可以规定一个更短的时间，通常为 1 s。
- d) 对于常规试验，无论测试的是交流电感器还是直流电感器，都可以使用交流或直流测试电压。测试时间应在达到测试电压时开始计算。重复进行电压试验可能会损坏电感器。

表1 测试电压

电感器	引出端之间的测试 A*	测试 B-内部绝缘 测试 C-外部绝缘 测试 D**-绕组与磁心之间
交流电感器	交流电：3×U _R （V），最低 350 V 或 直流电：4.3×U _R （V），最低 500 V	交流电：2 U _R + 1 500，最低 2 000 V
直流电感器	交流电：2.2×U _R （V），最低 350 V 或 交流电：3×U _R ，最低 500 V	直流电：2×U _R + 1 500
* 只适用于有一个以上绕组的电感器。 ** 只有当磁心可以安装在基础或加强绝缘的其他金属部件上时，才需要进行测试。		

5.6 电感

除非详细规范中另有规定，否则按以下条件进行测量。

a) 测量频率应按下列条件进行选取：

$L \leq 10 \mu\text{H}$ 时，测量频率为 $(1 \pm 20\%) \text{ MHz}$ ；

$10 \mu\text{H} < L \leq 1 \text{ mH}$ 时，测量频率为 $(100 \pm 20\%) \text{ kHz}$ ；

$1 \text{ mH} < L \leq 50 \text{ mH}$ 时，测量频率为 $(10 \pm 20\%) \text{ kHz}$ ；

$L > 50 \text{ mH}$ 时，测量频率为 $50 \text{ Hz} \sim 120 \text{ Hz}$ 。

b) 测量电流应为 $(0.1 \pm 10\%) \text{ mA}$ 。对于某些电感，可以使用其他电流、电压或频率。电流、电压和频率的值应在详细规范中给出。

5.7 直流电阻

任何输入端和相应输出端之间的直流电阻应采用直流测量方法测量，测量时所施加电压小于 10 V 。测试结果不应超过详细规范规定的限值。详细规范可以规定接线端子和测量仪器之间的连接要求。

5.8 插入损耗

只有详细规范规定时，才进行测量。测量方法应从 CISPR 17 中描述的方法中选取。

5.9 温升（仅适用于质量大于 5 g 的电感器）

5.9.1 通则

该测试的目的是表明，当产品内部温度上升到额定温度时，不超过内部绝缘或电感元件的最大工作温度。参见 GB/T 16512.1-202X 中 5.9 进行，相关细则如下。

5.9.2 试验方法

电感器应放置在一个尽可能接近额定温度的环境中。应施加额定的交流电流或等效额定交流电流的直流电流。

当达到热平衡后，电感器的内部温度应通过评估电感器串联电阻的变化来确定。

热平衡时的内部温度 T_2 ，应根据温度 T_2 时输入和输出端之间的测量电阻 R_2 ，及其在试验开始时试验室温度 T_1 时的测量电阻 R_1 ，用下列公式计算得到：

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (235 + T_1) - (T_3 - T_1) - 235 \quad (\text{适用于铜线绕组})$$

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (225 + T_1) - (T_3 - T_1) - 225 \quad (\text{适用于铝线绕组})$$

式中 T_3 是测试结束时试验箱的温度， T_1 、 T_2 和 T_3 的单位为摄氏度。

如果电感器绕组使用其他金属，则应在详细规范中说明相应的计算公式。

电阻 R_2 可以在切断电源后测量，也可以向绕组引入叠加在负载电流上的低值直流电流，在不切断电源的情况下用叠加法进行测量。IEC TR 60279 中描述了使用叠加直流电流来测量交流电机的电阻。

由于 T_2 是电感器在额定温度 T_1 的环境中工作时的内部温度，因此引入校正系数 $(T_3 - T_1)$ 来校正测试过程中可以发生的环境温度任何变化。

5.9.3 要求

内部温度 T_2 不应超过详细规范中规定的温度。详细规范中规定的温度不应高于 IEC 60085 中对电

感器内所含最低等级绝缘的规定。

5.10 脉冲电压（仅适用于具有一个以上绕组的电感器）

5.10.1 试验条件

该试验按 5.1.1 所述的耐久性试验的顺序进行。电感器应按照 IEC 60060-1 的规定，以 $1.2/50\mu\text{s}$ 的全波进行脉冲电压测试。每个电感器应施加三个相同极性的脉冲。脉冲间隔时间应不少于 10 s。脉冲应施加在与随后的耐久性测试电压相同的引出端上。不同极性的引出端之间的波峰电压应为 4 kV，引出端和外壳之间的波峰电压应为 5 kV。

5.10.2 初始测量

已在第 0 组进行了初始测量。

5.10.3 要求

不应出现永久性击穿或飞弧现象。

5.11 高电压

5.11.1 试验条件-高电压电流测试（仅适用于质量小于 5 g 的电感器）

该试验不适用于质量大于 5 g 的电感器。

该试验应在 5.10 的脉冲电压试验完成后一周内进行。按 GB/T 16512.1-202X 中 5.11 进行，详细信息则如下：

电感器应使用详细规范规定的散热器布置安装在试验箱内，以便在规定的电流和温度下正常使用。

试验箱稳定在额定温度后，应使 1.1 倍额定电流的试验电流通过电感器。除非详细规范中另有规定，试验电流的频率应为 50 Hz。

在每个电感器的电路中可以连接一个熔断器或其他合适的装置，以显示是否发生故障。

在 1 000 h 之后，应允许电感器恢复 1 h~26 h，并满足 5.11.3 的要求。

5.11.2 测试条件-引出端之间的高电压测试（适用于有一个以上绕组的电感器）

电感器应在上限类别温度下进行 1 000 h 的高电压测试。施加的电压应在额定频率下为 $1.25 U_R$ ，除每小时一次外，如果详细规范中规定了电压增加到 1 000 V（有效值）、50 Hz 或额定频率，则持续时间为 0.1 s。这些电压应分别施加到每个电感器上，通过设计为 $(47 \pm 5\%) \Omega$ 的电阻连接到电源。对于测试电压频率超过 100 Hz 的情况，详细规范可规定一个低于 47Ω 的电阻器。推荐的试验电路见 GB/T 16512.1-202X 的附录 C。

测试电路的设计宜能避免在开关过程中出现瞬时电压和浪涌电流。这可以通过在切换到新电压之前释放电感器的电容来实现，只要切换到 1 000 V 并返回所需的总时间不超过 30 s。

可在每个电感器的电路中连接一个熔断器或其他合适的装置，以显示是否发生故障。

在 1 000 h 后，应允许电感器恢复 1 h~26 h，并满足 5.11.3 的要求。

5.11.3 最终检验、测量和要求

对电感器进行外观检查，应无可见损伤，标志应清晰可辨。

按 5.5 进行的电压试验应在试验电压的 66% 下进行，不应有永久性击穿或飞弧现象。

绝缘电阻应按 5.4 中的规定进行测量。测试结果应大于 $3 \text{ M}\Omega$ 。直流电阻应按 5.7 中的规定进行测量，测试结果应在详细规范中规定的标准范围内。

5.12 引出端强度

5.12.1 通则

适用时，导线型引出端的电感器应进行 IEC 60068-2-21 中的 Ua1、Ub、Uc 和 Ud 测试，SMD 端子应进行 Ua1 和 Ue 测试。

5.12.2 测试 Ua1—拉力

- 施加的力应为：
- 对于非导线型引出端：20 N。
 - 对于导线型引出端，所施加的力如表 2 所列。

表2 引出端上所施加的力

标称横截面积 S mm^2	对应的圆引线直径 d mm	力 ($\pm 10\%$) 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

5.12.3 试验 Ub—弯曲（引出端数的一半）

应在每个方向连续进行两次弯曲。如在详细规范中说明引出端是刚性的，则本试验不适用。

5.12.4 试验 Uc—扭转（引出端数的另一半）

方法 A，应采用严酷度 2（连续 2 次扭转 180°）。若在详细规范中说明引出端是刚性的，则本试验不适用，本规范也不适用于为印制电路板应用而设计的径向引线电感器。

5.12.5 试验 Ud—转矩（适用于螺栓或螺钉引出端和整体装配的器件）

转矩测试适用于螺栓或螺钉引出端和整体装配的器件，以及使用表3转矩的整体安装装置。

表3 转矩

标准螺纹直径（mm）		2.6	3	3.5	4	5	6
扭转力（Nm）	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

5.12.6 试验 Ue—安装在 PCB 上的 SMD 元件引出端强度

应采用 IEC 60068-2-21 中的试验 Ue1。如适用，详细规范可要求进行 Ue2 和 Ue3 试验。

5.13 振动

5.13.1 试验条件

按GB/T 16512.1-202X中5.13和下列细则进行。
应经受IEC 60068-2-6中试验 Fc，严酷度应在有关规范中规定。
振幅或加速度应符合表 4 规定，选加速度较小者。

表4 加速度

质量组	振幅或加速度（选加速度度较小者）
>5 g	0.35 mm 或 49 m/s ² (5g)
≤5 g	0.75 mm 或 98 m/s ² (10g)

选取下列频率范围之一：
——10 Hz～55 Hz；
——10 Hz～500 Hz；
——10 Hz～2 000 Hz。
扫频周期总数如表 5 所列。

表5 扫频周期

频率 Hz	扫频周期总数
10～55	3×24
10～500	3×10
10～2 000	3×8

详细规范应规定频率范围和采用的安装方法。

5.13.2 要求

应对电感器进行外观检查，应无可见损伤。

5.14 冲击

5.14.1 试验条件

按 GB/T 16512.1-202X 中 5.14 和下列细则进行。
详细规范应说明表 6 中适用的首选严酷度。脉冲形状为半正弦。

表6 严酷度

峰值加速度 m/s ²	相应的脉冲持续时间 ms
294 (30g)	18
490 (50g)	11
981 (100g)	6

详细规范还应规定采用的安装方法。

5.14.2 要求

应对电感器进行外观检查，不应出现明显的损伤。测量直流电阻，并满足 5.7 的要求。

5.15 耐焊接热

本测试不适用于导线绝缘长度大于 10 mm 的电感器或带有卡扣式端子的电感器。其他电感器按 GB/T 16512.1-202X 中 5.15 和下列细则：

- a) 不需预先干燥；
- b) 试验后，应对电感器进行外观检查。应无可见损伤。

5.16 可焊性

5.16.1 概述

如详细规范规定，则用于焊接的引出端的电感器应按 GB/T 16512.1-202X 中 5.16 规定和下列细则进行。

5.16.2 预处理

不需要老化。

5.16.3 试验程序

当采用焊槽法，按下列要求：

- 焊接温度为 $245\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 焊接时间为 $3\text{ s} \pm 0.3\text{ s}$ 。

5.16.4 最终检查、测量和要求

试验后，应对电感器进行外观检查。应无可见损伤。应检查引出端，以焊料自由流动并润湿引出端或焊料在 3 s 内流动（适用时）证明包锡良好。

5.17 温度快速变化

按 GB/T 16512.1-202X 中 5.17 和下列细则进行试验。

- 循环次数：5。
- 在极限温度下保持的时间：
 - 质量 < 250 g 时为 1 h；
 - 质量 $\geq 250\text{ g}$ 时为 3 h。

5.18 外壳密封

额定防水等级大于 IP00 的电感器，应按 IEC 60068-2-17 中试验 Q 进行测试。

5.19 气候顺序

5.19.1 通则

按 GB/T 16512.1-202X 中 5.19 规定进行，初始测量不适用。

5.19.2 高温

在上限类别温度下不要求测量。

5.19.3 交变湿热，试验 Db，第一个循环

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/698114001124006067>