

团 体 标 准

T/CECA xxx—xxx

电子设备用固定电感器可靠性试验规范

Reliability test standard of fixed inductors for use in electronic
equipment

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2019-11-18）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电子元件行业协会

发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 通用要求	2
4.1 目的	2
4.2 优先顺序	2
4.3 通用数据	2
4.4 试验样品	3
4.5 极限工作温度范围	3
4.6 试验要求	3
4.7 试验前预处理	5
4.8 失效	6
4.9 合格	6
5 可靠性认定	7
5.1 可靠性认定试验项目	7
5.2 研发可靠性认定	7
5.3 量产可靠性认定	7
5.4 工程变更可靠性认定	7
5.5 试验方法	7
附录 A（资料性附录） 术语和定义	14
附录 B（规范性附录） 工程变更可靠性认定	15
附录 C（规范性附录） 匝间耐压	16
附录 D（规范性附录） 半自由跌落	20

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电子元件协会电感器件分会分会提出。

本标准由中国电子元件协会电感器件分会分会归口。

本标准起草单位：深圳顺络电子股份有限公司、广东风华高新科技股份有限公司、深圳振华富电子有限公司、华为技术有限公司、江苏华兴电子有限公司、天通控股股份有限公司、深圳市麦捷微电子科技股份有限公司、中国赛宝实验室（工业和信息化部电子第五研究所）。

本标准主要起草人：郭海、周相国、李强、曹华春、李贤明、夏北军、徐志明、王志敏、李常青、梁永红。

引 言

本团体标准供各成员单位自愿采用。提请各使用单位注意，采用本团体标准时，应根据各自产品特点，确认本团体标准的适用性。

电子设备用固定电感器可靠性试验规范

1 范围

本规范规定了电感器在研发阶段、量产阶段、工程变更阶段需要执行的可靠性试验项目及各项项目的条件、抽样数和判定标准等，用于确认产品是否满足规定的可靠性要求。

本规范适用于电子设备中使用的表面贴装（SMD）电感器、插件（THD）电感器和磁珠（Bead）（以下均简称电感器），这些电感器通过其引出端安装在混合电路基板上。

本规范不适用于汽车、飞行、宇航、海底、核控制、军事、电厂、医疗（二/三类）、运输、交通信号、防灾/预防犯罪、数据处理等电子设备用电感器以及与上述用途具有类似复杂性或可靠性要求的其他电子设备用电感器，因为其需要极高的可靠性、有可能会危及第三方生命安全，需要特别考虑其可靠性要求。

客户的特殊可靠性试验要求未包含在本试验规范中，需在电感器生产厂家和客户间达成一致意见，这不妨碍依据该试验规范进行可靠性认定。

本试验规范不能作为电感器生产厂家解除或减轻其内部管理责任的依据。

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 电子电工产品环境试验概述和指南

GB/T 2423.1-2008 电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温（GB/T 2423.1-2008，IEC 60068-2-1：2007，IDT）

GB/T 2423.2-2008 电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Bb：高温（GB/T 2423.2-2008，IEC 60068-2-2：2007，IDT）

GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验（GB/T 2423.3-2016，IEC 60068-2-78：2012，IDT）

GB/T 2423.22-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Na：规定转换时间的快速温度变化（GB/T 2423.22-2012，IEC 60068-2-14：2009，IDT）

GB/T 2423.28-2005 电子电工产品环境试验 第2部分：试验方法 试验T：锡焊

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

GJB 360B-2009 电子及电气元件试验方法 201 低频振动

ISO 16750-3:2012 道路车辆 电气电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷（Road vehicles — Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment — Part 3: Mechanical loads）

IEC 62024-1-2017 高频感应器件 电气特性和测量方法第1部分 纳亨级片式电感 (High frequency inductive components - Electrical characteristics and measuring methods - Part 1: Nanohenry range chip inductor)

AEC-Q200 Rev.D-2010 被动元器件应力试验认证 (Stress test qualification for passive components)

EIA-945-2002 表面安装电感器认证规范 (Surface mount inductor qualification specification)

IPC/JEDEC J-STD-020D 非气密固态表面贴装器件的湿度/回流焊敏感等级分类 (Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices)

3 术语和定义

本标准中相关术语和定义详见资料性附录A。

4 通用要求

4.1 目的

本试验规范用于确认电感器是否符合最基本的可靠性要求。

4.2 优先顺序

当本试验规范的要求与其他文件相冲突时，可以采用以下优先顺序：

——合同；

——电感器规格书；

——本规范；

——本规范中第2章中的规范性引用文件的内容。

4.3 通用数据

4.3.1 通用数据的应用

选取产品系列中有代表性的型号或批次来说明产品可靠性满足要求，这些有代表性的型号或批次的可靠性试验数据即为通用数据。如果产品系列的型号数量不超过3个，应累积三个产品批次的可靠性试验数据作为该系列产品的通用数据；如果产品系列的型号数量超过3个，应选取每个系列中的有代表性的三个产品型号的可靠性试验数据作为通用数据。应选取电感量分别处于大、中、小范围的三个产品型号作为产品系列的代表型号。

4.3.2 产品系列

采用相同的材料、结构、尺寸和工艺制造的但具有不同标称电性值的产品型号可以归于同一产品系列。各生产厂家可在相关文件中明确产品系列的定义。

4.3.3 生产场地

不同的生产场地应视为相互独立的，应分别针对不同的生产场地进行可靠性试验认定。在一个生产场地生产的产品的可靠性试验数据不能用于证明另一生产场地生产的产品的可靠性。

4.4 试验样品

4.4.1 批次

所选取的生产批次在时间分布上应具有代表性，多个独立批次的生产时间间隔应不少于一周。

4.4.2 生产场地

所有的样品应在同样的生产场地进行制造、筛选、检验，应选择通过筛选和检验为合格的样品进行试验。

4.4.3 样品处理

凡经过可靠性试验的样品，均视为产品质量和可靠性已被劣化或破坏，不能用于发货到客户端。但若可靠性试验为非破坏性的，试验样品可以继续用于其他试验用途。

4.4.4 样本大小

试验的样本大小应至少满足表5的要求。

4.5 极限工作温度范围

应结合应用需求，从表1选择温度进行高温存储、高温负载、低温存储、高低温冲击等温度相关试验。若电感器通过了本规范某一温度等级下所要求的所有项目，电感器生产厂家可以声明电感器满足该等级或更低等级的可靠性认定。电感器生产厂家可以与用户协商，确定应用在本表格未提及的温度等级。最高温度可以是指含自温升时的产品本体温度或仅指试验环境温度，并应在电感器生产厂家提供的相关文件中予以明确。

表1 极限温度分级表

等级	温度范围	
	最低 (TL)	最高 (TU)
1	-40 °C 或 -55 °C	+150 °C
2	-40 °C 或 -55 °C	+125 °C
3	-40 °C 或 -55 °C	+105 °C
4	-40 °C 或 -55 °C 或 -25 °C	+85 °C
5	-40 °C 或 -55 °C 或 -25 °C	+70 °C

4.6 试验要求

4.6.1 基本要求

4.6.1.1 试验用标准大气条件

按照GB2421.1-2008的要求，相关可靠性试验及试验前后的外观和电性能检测均在如下标准大气条件下进行：

- a) 温度： 15 °C ~ 35 °C；
- b) 相对湿度： 25 % ~ 75 %；

c) 气压：86 kPa ~ 106 kPa。

在上述条件下测定有异议时，按下述条件进行：

a) 温度：25±1℃；

b) 相对湿度：48% ~ 52%；

c) 气压：86 kPa ~ 106 kPa。

4.6.1.2 试验后恢复

试验后的外观和电性能检测应在试验结束后的2 h以上48 h以内完成。

4.6.1.3 试验前后电性能检测项目

试验前后的电性能检测包括电感量（ L ）、品质因数（ Q ）、直流电阻（ DCR ）、阻抗（ Z ）、匝间耐压、饱和电流（ I_{sat} ）。

各类电性能参数的适用范围及测试必要性见表2。

表2 电性参数的适用范围及测试必要性

序号	电性能参数名称	适用范围	测试必要性
1	电感量（ L ）	所有贴片电感、插件电感（不含磁珠和共模电感）	必测
2	品质因数（ Q ）	所有贴片电感、插件电感（不含磁珠和共模电感）	非功率电感必测，功率电感可选。
3	直流电阻（ DCR ）	所有电感	必测
4	阻抗（ Z ）	仅适用于磁珠、共模电感	必测
5	匝间耐压	仅适用于铁粉芯功率电感	可选
6	饱和电流（ I_{sat} ）	仅适用于功率电感	可选

注：以上测试项目的选择，应在产品规格书或其他相关技术文件中予以明确。

4.6.2 合格判据

4.6.2.1 电感量和阻抗

试验后的电感量变化率见表3，阻抗变化率见表4。

表3 电感量变化率等级

等级	ΔL (%)
A	$\leq \pm 5$
B	$\leq \pm 10$
C	$\leq \pm 20$
D	$\leq \pm 30$
E	$> \pm 30$

表4 阻抗变化率等级

等级	ΔZ (%)
A	$\leq \pm 20$
B	$\leq \pm 30$
C	$> \pm 30$

4.6.2.2 品质因数

试验后品质因数的变化率不大于30%。

4.6.2.3 直流电阻

试验前后直流电阻符合制造厂技术规范的要求。

4.6.2.4 匝间耐压

试验前后匝间耐压符合制造厂技术规范的要求。

4.6.2.5 饱和电流

试验前后饱和电流符合制造厂技术规范的要求。

4.6.2.6 外观

用目检法检查产品的状态、加工质量和表面质量，应无可见损伤。

用目检法检查标志，标志应清楚并应符合规范的要求。

4.7 试验前预处理

为模拟到电感器在客户端的应用情况，可以在相关可靠性试验前进行耐焊接热预处理。表面贴装电感器采用回流焊预处理，应满足图1要求。回流焊插件式电感器采用波峰焊预处理，应满足图2要求。回流焊或波峰焊的预处理次数为3次，每次时间间隔不少于15 min、不多于60 min。预处理可以采取焊接于PCB板上的形式或使用其他规定的样品装载治具。

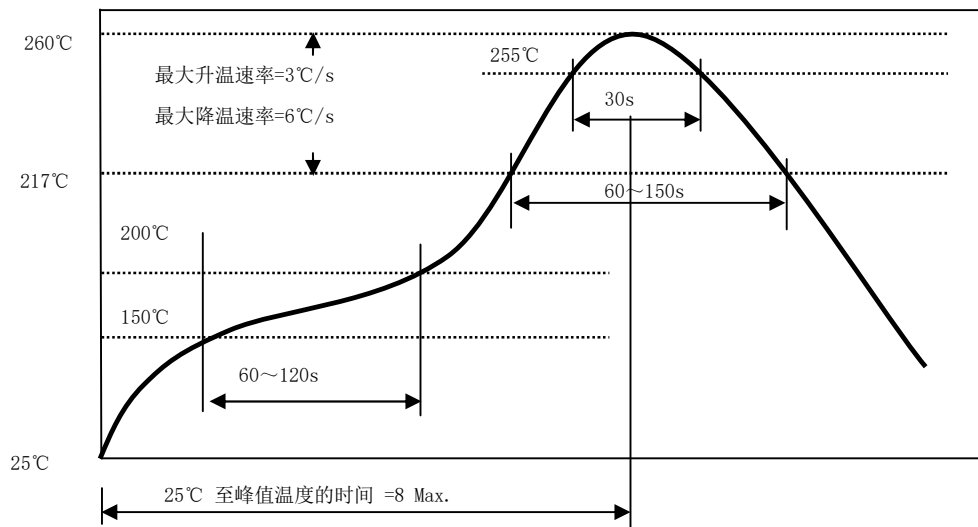


图1 回流焊曲线

注：回流焊次数按客户要求可调整。

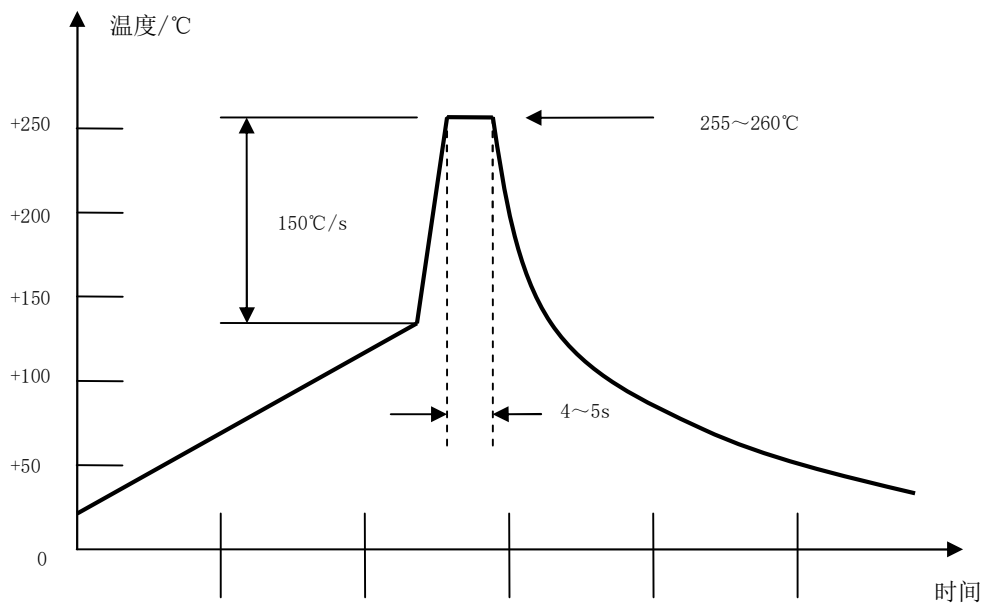


图2 波峰焊曲线

4.8 失效

试验后样品的外观和电性能不符合4.6.2的要求即判为失效，制造厂应对失效模式、失效原因、失效机理进行分析并提出改善措施。

4.9 合格

按照本规范规定的试验项目、试验条件、抽样数进行试验，经受了所有的试验项目，且无失效，即为通过可靠性认定。若试验确认产生失效，应对失效原因分析并实施纠正措施后，再重新提交样品进行试验。若试验合格，则通过可靠性认定，否则需持续改善到合格为止。

5 可靠性认定

5.1 可靠性认定试验项目

表5是研发、量产、工程变更等阶段的可靠性认定项目表：

表5 可靠性认定项目表

编号	试验项目	样本 (Pcs/Lot)	批次			允许失效 (支)	试验方法
			研发	量产	工程变更		
1	外观检查	需要在可靠性试验项目中执行该检测的所有样品			0	5.5.1	
2	试验前后电性测试	需要在可靠性试验项目中执行该检测的所有样品			0	5.5.2	
3	尺寸	30	3	3	3	0	5.5.3
4	基板弯曲试验	30	3	1	3	0	5.5.4
5	端电极强度	30/项目	3	1	3	0	5.5.5
6	半自由跌落试验	15	3	1	3	0	5.5.6
7	振动	30	3	1	3	0	5.5.7
8	耐焊接热	30	3	1	3	0	5.5.8
9	可焊性	30	3	1	3	0	5.5.9
10	温度变化	77	3	1	3	0	5.5.10
11	耐低温	77	3	1	3	0	5.5.11
12	高温存储	77	3	1	3	0	5.5.12
13	高温负载	77	3	1	3	0	5.5.13
14	恒定湿热	77	3	1	3	0	5.5.14
15	湿热负载	77	3	1	3	0	5.5.15

5.2 研发可靠性认定

应按照表5进行所有项目的可靠性试验。

5.3 量产可靠性认定

应按照表5进行所有项目的可靠性试验。量产可靠性认定的试验频次为1次/年。

5.4 工程变更可靠性认定

工程变更可靠性认定方案参见附录 B。

5.5 试验方法

5.5.1 外观检查

使用显微镜，在至少放大10倍条件下进行外观检查。

5.5.2 试验前后电性测试

5.5.2.1 电感量和品质因数

按照IEC 62024-1 2017的第4.1章和第4.2章试验，并明确以下要求：

- a) 测试频率；
- b) 测试电压。

5.5.2.2 直流电阻

按照 IEC 62024-1 2017 的第 6 章试验。

5.5.2.3 阻抗

按照 IEC 62024-1 2017 的第 4.3 章试验，并明确以下要求：

- a) 测试频率；
- b) 测试电压。

5.5.2.4 匝间耐压

匝间耐压的测试方法参考本试验规范的附录C，并明确以下要求：

- a) 波形；
- b) 电压幅值；
- c) 波形变化的比较方法及判定要求。

5.5.2.5 饱和电流

按照IEC 62024-1 2017的第4.1章试验，并明确以下要求：

- a) 测试频率；
- b) 测试电压；
- c) 偏置电流加载方式及对应的电感量下降幅度。

5.5.3 尺寸

使用符合精度要求的量具对产品规格书定义的各项尺寸进行检查。

5.5.4 基板弯曲试验(仅适应于表面贴装电感(SMD))

按照GB/T 2423.60-2008的Ue1进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 测试板厚度：1.6 mm±0.2mm；

测试板材质：玻璃纤维环氧树脂覆铜板（FR4）；

- c) 经受一个以 (1 ± 0.5) mm/s 的速度渐渐弯曲 $2 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ 的弯曲，弯曲状态的时间应维持 $20 \text{ s} \pm 1 \text{ s}$ ；
- d) 电性能测试：弯曲试验后测试电性能参数，如电感量，直流电阻等；
- e) 外观检查：用 10 倍及以上的显微镜观察，无可见机械损伤。

5.5.5 端电极强度

5.5.5.1 拉力试验（抗拉强度，仅适用插件类产品）

按照 GB/T 2423.60-2008 的 U_{a1} 进行试验，并采用以下规则：

- a) 将试验样品主体固定，使其引出端处于正常位置，将拉力沿轴向施加到引出端上，并作用在离开试验样品主体的方向上，维持 $10 \pm 1 \text{ s}$ 。拉力选取数值请参考表 6。
- b) 外观检测：使用显微镜，在至少放大 10 倍条件下进行外观检查，无可见机械损伤。

表 6 拉力选取数值表

标称截面积 (S) ^a /mm ²	相应的圆截面引出端直径 (d) /mm	拉力 (容差 $\pm 10\%$) /N
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.10$	$0.25 < d \leq 0.35$	2.5
$0.10 < S \leq 0.20$	$0.35 < d \leq 0.50$	5
$0.20 < S \leq 0.50$	$0.50 < d \leq 0.80$	10
$0.50 < S \leq 1.20$	$0.80 < d \leq 1.25$	20
$S > 1.20$	$d > 1.25$	40

注：对于圆截面引出端，带状引出端或插头，其标称截面面积等于有关规范规定的诸标称尺寸的计算值，对于绞合线引出端，其标称截面面积为由有关规范规定的单股引线截面面积的总和。

5.5.5.2 弯曲试验（仅适应于插件电感）

按照 GB/T 2423.60-2008 的 U_b 进行试验，并采用以下规则：

- a) 固定试验样品本体，使引出端处于试验样品正常使用位置，其引出端的轴向处于垂直方向，然后在试验品引出端的末端悬挂施加弯曲力的砝码。将试验样品主体在垂直平面内倾斜大约 90° ，然后使其恢复到初始位置，此操作即为一个弯曲。弯曲施加力数值请参考表 7。
- b) 在同一或者相反方向弯曲二次。
- c) 外观检测：使用显微镜，在至少放大 10 倍条件下进行外观检查，无可见机械损伤。。

表 7 弯曲施加力值表

截面模量 (Z_x) / mm ³	相应的圆截面引出端直径 (d) / mm	力 (容差 $\pm 10\%$) / N
----------------------------------	----------------------	------------------------

$Z_x \leq 1.5 \times 10^{-3}$	$d \leq 0.25$	0.5
$1.5 \times 10^{-3} < Z_x \leq 4.2 \times 10^{-3}$	$0.25 < d \leq 0.35$	1.25
$4.2 \times 10^{-3} < Z_x \leq 1.2 \times 10^{-2}$	$0.35 < d \leq 0.50$	2.5
$1.2 \times 10^{-2} < Z_x \leq 0.5 \times 10^{-1}$	$0.50 < d \leq 0.80$	5
$0.5 \times 10^{-1} < Z_x \leq 1.9 \times 10^{-1}$	$0.80 < d \leq 1.25$	10
$1.9 \times 10^{-1} < Z_x$	$1.25 < d$	20

5.5.5.3 剪切试验(仅适应于表面贴装电感(SMD))

按照GB/T 2423.60-2008的Ue3进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 焊料：Sn/ 3.0 Ag/ 0.5 Cu；
- c) 作用力：

非共模电感的作用力满足以下要求：

公制 0402 尺寸：至少 2 N；

公制 0603 尺寸：至少 3 N；

公制 1005 尺寸：至少 5N；

公制 1608 及以上尺寸：至少 10 N。

叠层共模电感的作用力满足以下要求：

公制 0806 尺寸：至少 5N；

公制 1210 尺寸：至少 8N；

公制 2012 及以上尺寸：至少 10N。

绕线共模电感的作用力满足以下要求：

公制 1608/1210：至少 3N；

公制 2520/2012：至少 5N；

公制 3216：至少 8N；

公制 3225 及以上尺寸：至少 10N。

- d) 以恒定速度在平行于试样宽度的方向施加推力，并保持 10 ± 1 s，推力的最大值应在 5 s 内达到；
- e) 外观检测：使用显微镜，在至少放大 10 倍条件下进行外观检查，无可见机械损伤。

5.5.6 半自由跌落试验

按照 ISO 16750-3:2012 的第 4.3 章进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；

- b) 将试验样品焊接于测试板上;
- c) 跌落次数:X、Y、Z 三个方向, 50 次/方向, 共计 150 次;
- d) 跌落高度: 1m 高度或按协议高度;
- e) 跌落地面: 混凝土地面或钢板;
- f) 试验前后检测项目及合格判定: 满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

注: 详细信息请参考附录D。

5.5.7 振动

按照GJB 360B-2009的方法201进行试验, 并采用以下规则:

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理;
- b) 频率: 线性扫频, 10 Hz~ 55 Hz~10 Hz 来回一次为 1 min 为一周期;
- c) 振幅: 峰值 0.75 mm;
- d) 持续时间: X、Y、Z 三个方向, 每方向 2 h, 共 6 h;
- e) 试验前后检测项目及合格判定: 满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

5.5.8 耐焊接热

按照GB/T 2423.28-2005的试验Tb方法进行试验, 并采用以下规则:

- a) 试验温度: $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 浸渍时间: $10\text{ s} \pm 1\text{ s}$;
- c) 焊料: Sn /3.0Ag/0.5Cu 或 99.3% Sn /0.7Cu;
- d) 试验前后检测项目及合格判定: 满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

5.5.9 可焊性

按照GB/T 2423.28-2005的试验方法Ta进行试验, 并采用以下规则:

- a) 预处理要求: 蒸汽老化 1 h;
- b) 试验温度: $240\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 浸渍时间: $4\text{ s} \pm 1\text{ s}$;
- d) 焊料: Sn /3.0Ag/0.5Cu 或 99.3% Sn /0.7Cu;
- e) 上锡率: 使用显微镜, 在至少放大 10 倍条件下进行检查, 端电极的焊锡覆盖率不少于 95 %。

5.5.10 温度变化

按照GB/T 2423.22-2012的试验方法Na进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度与温区保持时间： $TU \pm 2 \text{ }^\circ\text{C} / 30\text{min} \pm 3 \text{ min} \rightarrow TL \pm 2 \text{ }^\circ\text{C} / 30\text{min} \pm 3 \text{ min}$ ；
- c) 温区转换时间：最大 3 min ；
- d) 试验循环数：20、32、50 或 100 个循环；
- e) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

5.5.11 耐低温

按照GB/T 2423.1-2008的试验方法A进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度： $TL \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- c) 试验时间： 96_0^{+8} h 、 500_0^{+24} h 或 1000_0^{+24} h ；
- d) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

5.5.12 高温存储

按照GB/T 2423.2-2008的试验方法Bb进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度： $TU \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- c) 试验时间： 96_0^{+8} h 、 500_0^{+24} h 、 1000_0^{+24} h ；
- d) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

5.5.13 高温负载

按照GB/T 2423.2-2008的试验方法Bb进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度： $TU \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ；

- c) 试验时间：96₀⁺⁸ h、500₀⁺²⁴ h、1000₀⁺²⁴ h；
- d) 直流负载：加载额定温升电流或饱和电流偏小者；
- e) 交流负载：交流电流幅值的有效值为电感器额定温升电流的30%，频率为1MHz，具体幅值及频率可以由各生产厂家跟进客户需求自行定义；
- f) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

注：交流负载仅限于铁粉芯功率电感。

5.5.14 恒定湿热

按照GB/T 2423.3-2016的试验方法Cab进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度与湿度：60 °C±2 °C，90 %RH ~ 95 %RH；
- c) 试验时间：96₀⁺⁸ h、500₀⁺²⁴ h、1000₀⁺²⁴ h；

d) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。对于铁粉芯功率电感，追加 96h 的外观检测，要求成片的锈斑面积不超过电感器总表面积的十分之一。

5.5.15 湿热负载

按照GB/T 2423.3-2016的试验Cab进行试验，并采用以下规则：

- a) 应按照 4.7 规定进行预处理；
- b) 试验温度与湿度：60 °C±2 °C，90 % ~ 95 %；
- c) 直流负载：加载额定温升电流或饱和电流偏小者；
- d) 试验时间：96₀⁺⁸ h、500₀⁺²⁴ h、1000₀⁺²⁴ h；
- e) 试验前后检测项目及合格判定：满足本标准 4.6.1 和 4.6.2 的要求。

附 录 A

(资料性附录) 术语和定义

A. 1

可靠性认定 reliability qualification

按照规定的可靠性试验方案（含试验项目、试验条件、抽样数、判定标准等），为了确认产品可靠性是否符合研发设计要求、是否保持正常量产水平或是否满足工程变更要求而实施的可靠性试验活动。

A. 2

研发可靠性认定 research and development reliability qualification

在研发阶段，按规定的可靠性试验方案对样件阶段或试生产阶段的样品进行试验，用于确认产品可靠性是否符合研发设计要求而实施的可靠性试验活动。

A. 3

量产可靠性认定 mass production reliability qualification

在量产阶段，按规定的可靠性试验方案对正常量产产品进行试验，用于监控产品是否持续保持正常量产水平而实施的可靠性试验活动。

A. 4

工程变更可靠性认定 engineering change reliability qualification

在量产阶段，当发生人、机、料、法、环等 4M1E 变更时，按规定的可靠性试验方案对工程变更品进行试验，用于确认工程变更后产品依然满足规定的可靠性要求而实施的可靠性试验活动。

附 录 B
(规范性附录)
工程变更可靠性认定

应该按照表B.1要求进行工程变更可靠性认定

表 B.1 工程变更可靠性认定项目选择指南

	5.5.4	5.5.5	5.5.6	5.5.7	5.5.8	5.5.9	5.5.10	5.5.11	5.5.12	5.5.13	5.5.14	5.5.15	5.5.16
磁体													
材料	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
结构	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
工艺	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
线圈													
材料					●		●	●		●		●	
结构					●		●	●		●		●	
工艺					●		●	●		●		●	
引出电极													
材料	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	
结构	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	
工艺	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	
其他													
场地	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：“●”表示相应工程变更情况下需要检测与验证的可靠性试验项目。

附录 C

(规范性附录)

匝间耐压

C.1 试验目的

瞬间突然变化,作用时间极短的电压或电流称为脉冲信号。它可以是周期性重复的,也可以是非周期性的或单次的。常见的脉冲形状有矩形脉冲、方波脉冲、尖脉冲、锯齿脉冲、阶梯脉冲、间歇正弦脉冲等。以线圈脉冲测试为例,线圈类产品(如变压器、绕线功率电感等)由于绕线材料、磁性材料、骨架、加工工艺等因素的影响会产生线圈层间、匝间及引脚间等绝缘性能的降低,通过脉冲电压测量,可以判定测试产品的优劣。

C.2 一般说明

C.2.1 试验原理

测量时将与标准线圈测量时相同的脉冲通过电容器放电施加于被测线圈,由于线圈电感量和Q值的存在,将响应一个对应于该放电脉冲的电压衰减波形,比较该衰减波形的某些特征,可以检测线圈匝间和层间短路及圈数和磁性材料的差异,通过施加一个高电压脉冲,根据出现的电晕或层间放电来判断绝缘不良。测试电路图如图C.1。

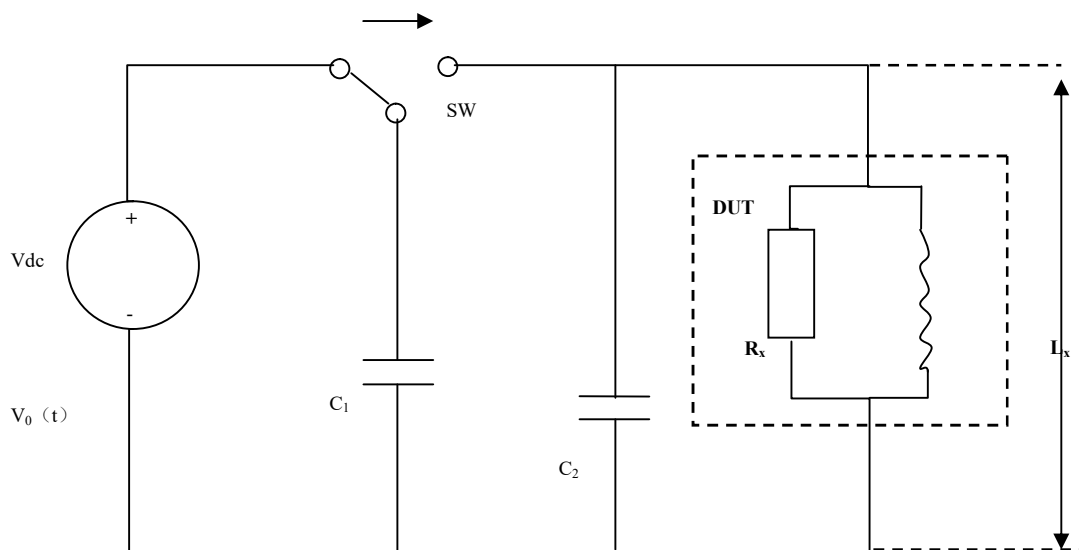


图 C.1. 测试原理图

C.2.2 试验方法

将标准线圈的采样波形存储于仪器中,测试时将被测线圈的测试波形与标准波形比较,根据设定的判据(面积、面积差、电晕、相位差等)以判定被测产品的优劣。

C.2.2.1 波形面积比较法

如图 C.2,在任意指定的 A~B 区间内对被测线圈测试波形面积进行(积分)计算,并与标准波形在

此区间内的面积进行比较,用这两个波形面积的差异值与标准波形在此区间的面积的百分比作为判定依据,判定基准用百分比来设定。

注:波形面积近似的与能量损失成正比,所以可以使用面积比较方法来判断线圈中的能量损耗,有效的检测线圈层间和匝间短路。

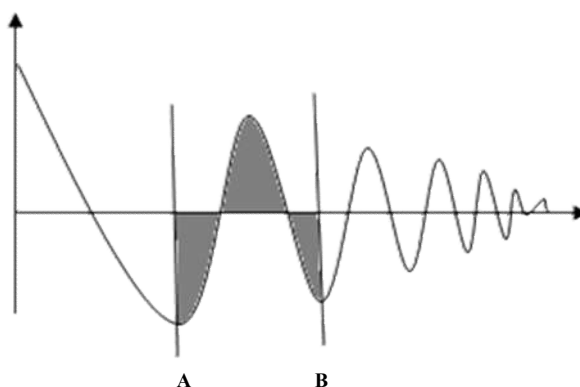


图 C. 2. 面积比较法波形图

C. 2. 2. 2 波形面积差比较法

如图 C. 3, 在任意指定 A~B 区间内对被测线圈测试波形和标准波形的 Y 轴方向的差异值进行计算(积分计算的结果为 A~B 区间内的阴影部分)和标准波形在此区间的面积比较,基准用百分比来设定。
注:面积差比较方法主要表现了电感量的差异和能量的损耗,这个比较方法可以有效的检测标准线圈和被测线圈的电感量差异。

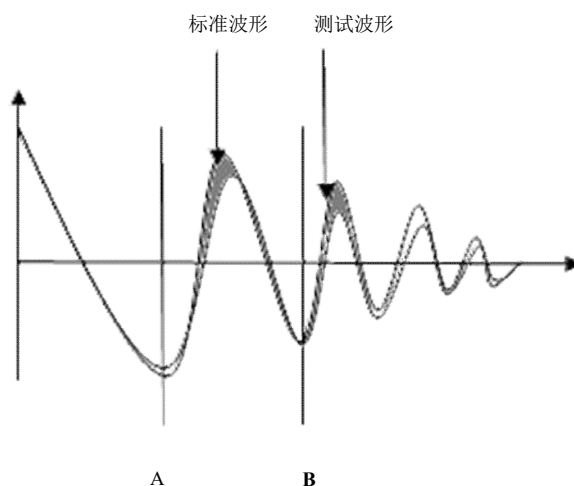


图 C. 3. 面积差比较法波形图

C. 2. 2. 3 电晕放电比较法

如图 C. 4, 与波形的差异无关,在任意指定的 A~B 区间内,仅在被测线圈测试波形包含的电晕放电尖峰中检出高频成分进行面积(积分)计算,并将计算结果与设定值进行比较,判定电晕放电量是否合格,设定值是一个整数。

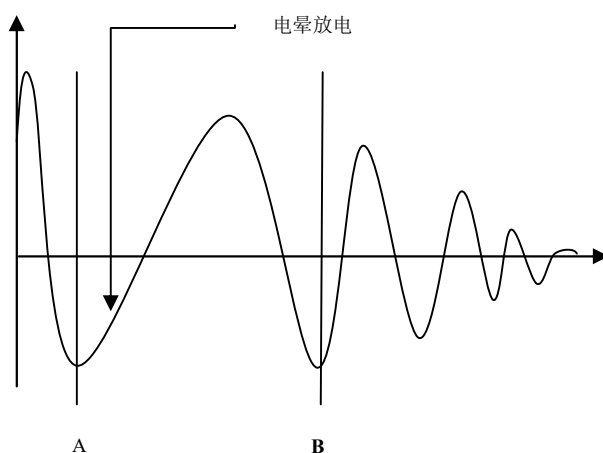


图 C.4. 放电量二次微分侦测法波形图

C.2.2.4 相位差比较法

如图 C.5，指定一个需要作比较的过零点，测量仪器判断被测线圈测试波形和标准波形在这个过零点的偏移量，然后和标准波形的振荡周期作比较，并用这两个量的百分比作为判断依据，基准用百分比来设定。如图中，A~B 间是偏移量，C~D 间是标准波形振荡周期，设定的是比较波形的第三个过零点。

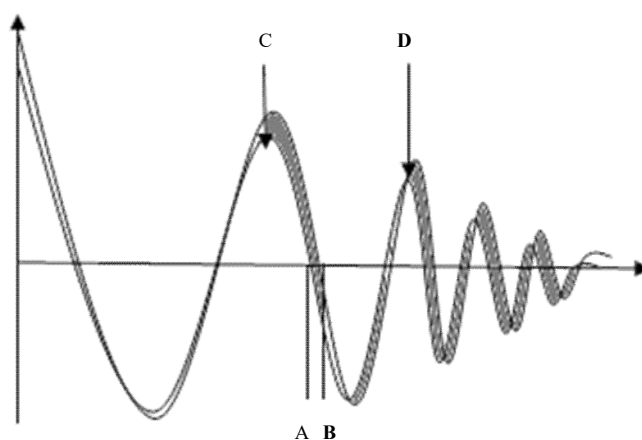


图 C.5. 波峰比侦测法波形图

C.3 试验条件

设定标准波形、测量电压

C.4 试验装置

测试仪器可采用脉冲式线圈测试仪，夹具有鳄鱼夹或根据不同产品选择匹配夹具。

C.5 试验程序

C.5.1 初始检测

对试验样品进行电性参数测量,以及外观与机械性检查,电性参数测量条件依据有关规范规定要求,外观与机械性检查放大倍数应在 10 倍以上或按有关标准规定的放大倍数。

C. 5.2 参数设定

试验仪器上设定试验参数,包括脉冲电压值设定、脉冲次数设定、波形显示设定、触发方式设定、延时设定等。

C. 5.3 将标准样品固定在测试夹具连接到测试仪器

C. 5.4 标准波形采样

采集标准样品的标准波形,记录。

C. 5.5 脉冲电压测量

将被测件固定于测试夹具,设定比较参数,测量脉冲电压。

C. 5.6 最后检测

对试验样品进行电性参数测量,以及外观与机械性检查,电性参数测量条件依据有关规范规定要求,外观与机械性检查放大倍数应在 10 倍以上或按有关标准规定的放大倍数。

C. 6 测试及标准判定

判定标准:参考产品 SPEC 或相关测量标准。

附录 D (规范性附录) 半自由跌落

D.1 试验目的

目的是对试样焊接在试验安装板上并安装于包装盒中的抗跌落能力进行评估。

D.2 一般说明

当试样从某一高度跌落下来与跌落区地面接触时，会受到一个较大的冲量，从而会引起试样产生瞬态振动，产生一定位移，在试样内产生较大的应力和应变，抗跌落能力弱的试样就会因跌落而损坏或性能降低。试验后对试样外观和电性能进行检测就能判断试样抗跌落能力的强弱。

D.3 试验条件

D.3.1 试验表面

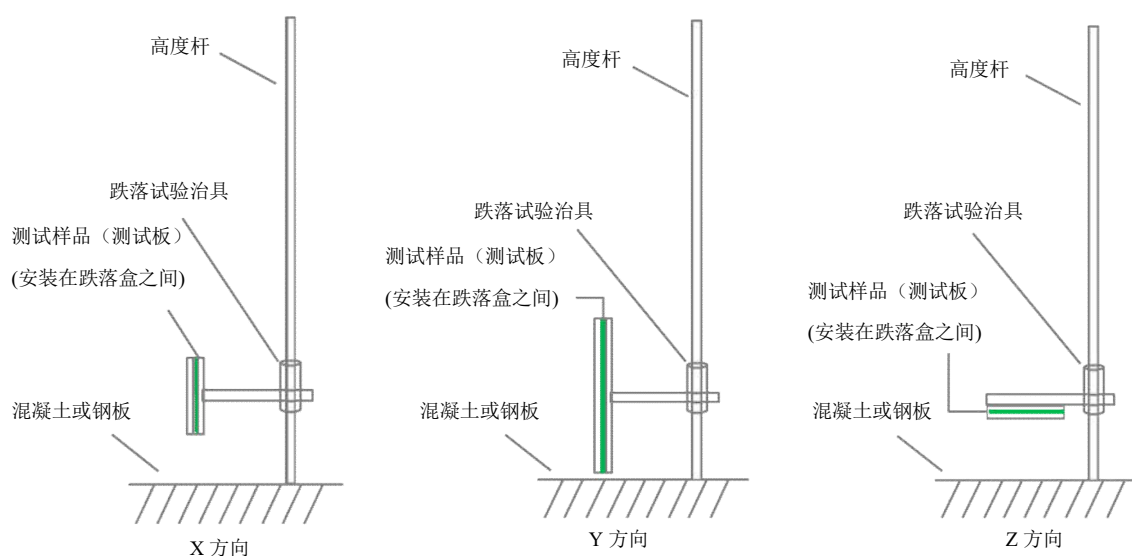
应该是混凝土地面或钢性表面。必要时，有关规范可以规定其它表面。

D.3.2 跌落高度

是指试验样品在跌落前悬挂着的时候，试验表面离它最近的样品部位之间的高度。可从50cm、100cm、120cm、150cm跌落高度选取，或依据有关规范规定要求。

D.3.3 跌落方向

是指试验样品在跌落时，实现在空间相互垂直的三个方向跌落，即X、Y、Z方向，详见图D.1，跌落方向也可依据有关规范规定要求。



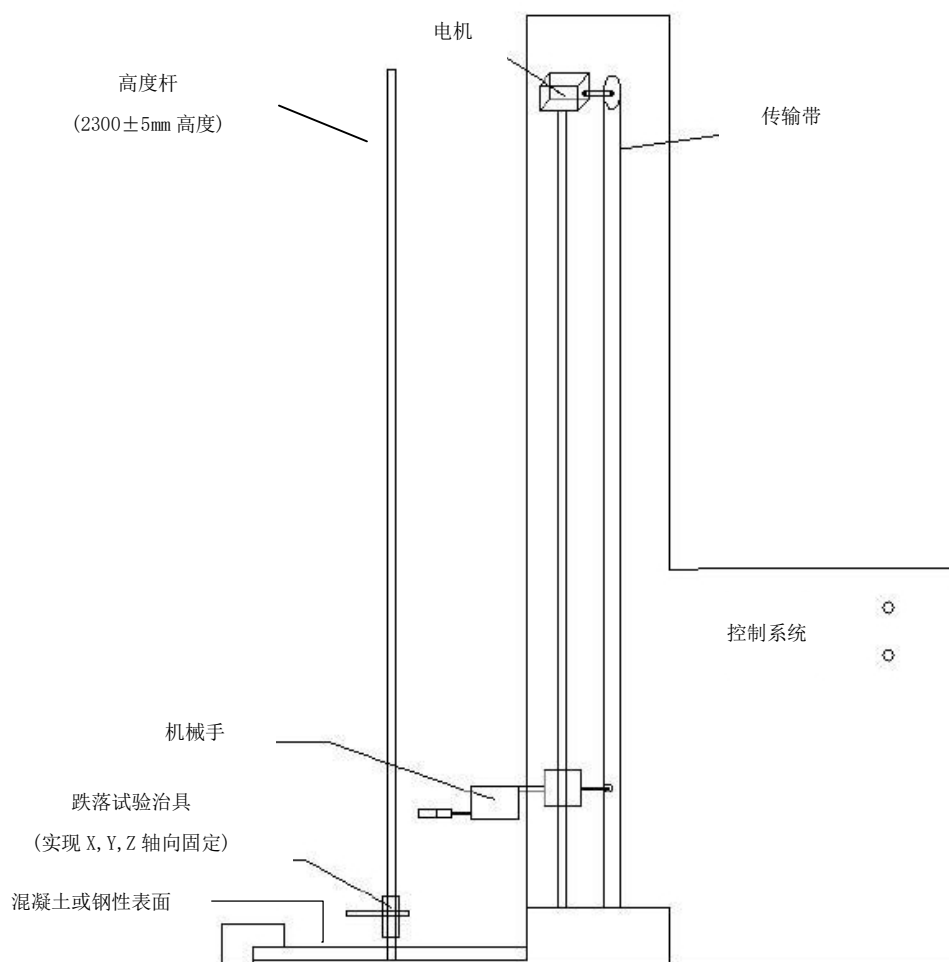
图D.1 跌落方向

D.3.4 跌落次数

是指试验样品在跌落时跌落的总次数,或是每个跌落方向跌落次数。每方向的跌落次数可以从5次、20次、30次、50次、100次、150次选择,或依据有关规范规定要求。

D.4 试验装置

试验装置参考图D.2,由控制系统,电机,高度杆,气动机械手,传输带,跌落试验治具,钢板等机构组成。由PLC控制触摸屏控制调整完成上升运动,由气动机械手完成抓取及松开测试治具,完成跌落动作。



图D.2

D.5 跌落试验治具、跌落盒、测试板

D.5.1 跌落试验治具、跌落盒、测试板设计总和重量应约为180g,其中跌落试验治具夹具约110g,跌落盒约60g,螺钉约2g,测试板约8g)。

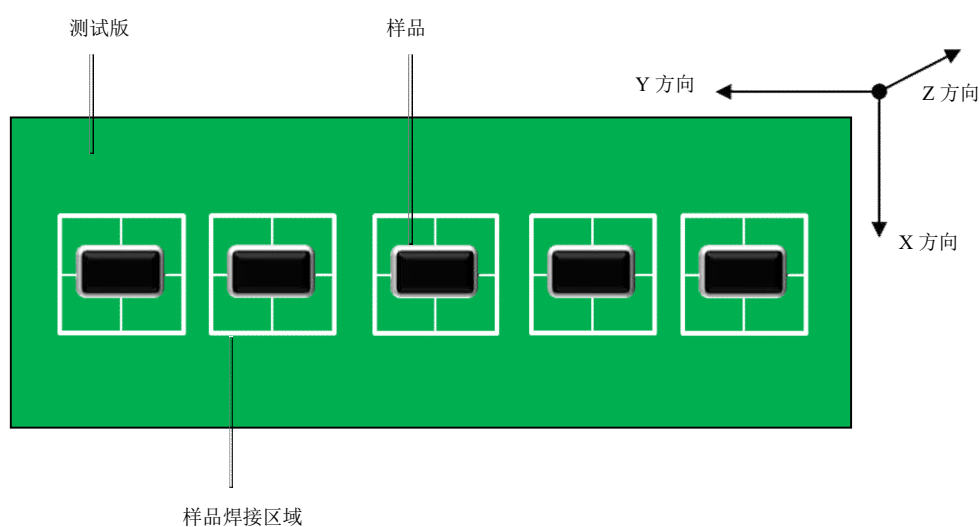
D.5.2 跌落试验治具设计主要参考实现不同的空间轴向固定,即X, Y, Z方向。

D.5.3 跌落盒设计主要参考分为上和下盒板，设计相应大小中间区域固定放置测试样品（测试板），一般采用铁氟龙材质，外形尺寸，螺丝紧固及紧固位置与其它要求实际参考测试样品（测试板）或测试要求，或依据有关规范规定要求。

D.5.4 测试设计主要参考使用FR4材质；基板厚度 $1.0 \pm 0.1\text{mm}$ ；外形尺寸大小长100mm，宽40mm，铜箔厚度 $35 \pm 10 \mu\text{m}$ 。样品焊接区域应位于测试板水平中心线和依样品焊接数量均匀排布，样品焊接区域与焊盘设计参考实际测试样品要求，样品焊接数量通常5Pcs，或依据有关规范规定要求。

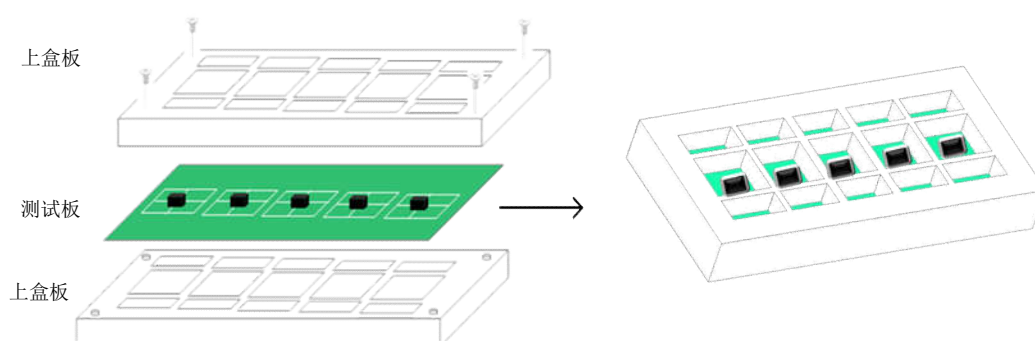
D.6 试验安装

D.6.1 样品与测试板安装：见图D.3，样品通过有关规范规定的焊接条件，贴装于测试板上，



图D.3

D.6.2 测试板与跌落盒安装：见图D.4，将测试板安装于跌落盒上下盒板之间，然后固定。



图D.4

D.7 试验程序

D.7.1 初始检测

对试验样品进行电性参数测量,以及外观与机械性检查,电性参数测量条件依据有关规范规定要求,外观与机械性检查放大倍数应在10倍以上或按有关标准规定的放大倍数。

D.7.2 测试板贴装试验样品,经受3次回流焊。

D.7.3 将测试板安装固定与跌落盒内。

D.7.4 在跌落试验治具上固定跌落盒,按试验要求进行跌落测试。

D.7.5 最后检测

对试验样品进行电性参数测量,以及外观与机械性检查,电性参数测量条件依据有关规范规定要求,外观与机械性检查放大倍数应在10倍以上或按有关标准规定的放大倍数。

D.8 测试及标准判定

参考有关规范规定。