



中华人民共和国国家标准

GB/T 16935.3—2005/IEC 60664-3:2003

低压系统内设备的绝缘配合 第3部分：利用涂层、罐封和 模压进行防污保护

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems—
Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

(IEC 60664-3:2003, IDT)

2005-08-03 发布

2006-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
低压系统内设备的绝缘配合
第 3 部分:利用涂层、罐封和
模压进行防污保护

GB/T 16935.3—2005/IEC 60664-3:2003

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 30 千字

2006年2月第一版 2006年2月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-26851 定价 13.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 16935.3-2005

前 言

本部分等同采用 IEC 60664-3:2003《低压系统内设备的绝缘配合 第3部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护》。本部分应与 GB/T 16935.1—1997《低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验》(idt IEC 60664-1:1992)一起使用。

本部分的附录 A、附录 B 和附录 C 是规范性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国低压电器标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位:上海电器科学研究所。

本部分参加起草单位:施耐德电气(中国)投资有限公司、上海人民电器厂。

本部分主要起草人:季慧玉、吴庆云、黄兢业。

本部分参与起草人:曹云秋、许文杰、周磊。

IEC 引 言

IEC 60664 这部分具体规定了适用于刚性组件(例如印制电路板和元件端子)的条件,在该条件下,组件的电气间隙和爬电距离可以减小。可以采用任何一种封装形式(例如涂层、罐封或模压)进行防污保护。该保护可以运用于组件的一侧或两侧。本部分规定了保护材料的绝缘特性。

在任何两个未被保护的导电部件之间,IEC 60664-1 和 IEC 60664-5 中对电气间隙和爬电距离的要求适用。

本部分仅涉及永久性保护,不适用于经修复的组件。

各相关的产品标准需要考虑对过热导体和元件保护的影响,特别是在故障条件下,并且决定是否有必要补充附加的要求。

对于保护系统的应用,组件的安全性能取决于一个精确的和受控的制造过程。质量控制的要求,例如抽样试验,应在各产品标准中考虑。

目 次

前言	I
IEC 引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义	2
4 设计要求	2
5 试验	4
附录 A (规范性附录) 试验程序	9
附录 B (规范性附录) 各相关产品标准确定的内容	10
附录 C (规范性附录) 用于涂层试验的印制线路板	11
参考文献	15

低压系统内设备的绝缘配合

第3部分:利用涂层、罐封和模压进行防污保护

1 范围

本部分适用于利用涂层、罐封和模压进行防污保护的组件,该类组件的电气间隙和爬电距离可以小于第1部分或 IEC 60664-5 中规定的电气间隙和爬电距离。

注1:第1部分指 GB/T 16935.1—1997 下同。

本部分规定了两种保护型式的要求和试验程序:

——用于改善被保护组件的微观环境的1型保护;

——类似于固体绝缘的2型保护。

本部分也适用于各种类型的被保护印制板,包括多层印制板的内层表面、基板和类似的被保护组件。对于多层印制板,通过一个内层的距离的相关要求包含在第1部分的固体绝缘要求中。

注2:例如基板可用混合集成电路和厚膜技术制成。

本部分仅涉及永久性保护,不适用于可进行机械调节和修理的组件。

本部分的原理适用于功能性绝缘、基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 16935 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 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 2423.22—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(idt IEC 60068-2-14:1984)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(idt IEC 60664-1:1992)

IEC 60068-2-78:2001 环境试验 第2-78部分:试验 试验 Cab:湿热,稳定状态

IEC 60249-1:1982 印制电路用基材 第1部分:试验方法

IEC 60249-2(所有部分) 印制电路用基材 第2部分:规范

IEC 60326-2:1990 印制板 第2部分:试验方法

IEC 60454-3-1:1998 电气用压敏粘带 第3部分:单项材料规范 第1篇:具有压敏粘合剂的PVC薄膜带

IEC 60664-5:2003 低压系统内设备的绝缘配合 第5部分:不超过2 mm的电气间隙和爬电距离的确定方法

IEC 导则 104:1997 安全出版物的起草和基础安全出版物以及成套安全出版物的使用

3 定义

GB/T 16935.1 确立的以及下列术语和定义适用于本部分:

3.1

基材 base material

一种绝缘材料,在这种材料上可以形成导电图形。

注:基材可以是刚性或挠性的,或者刚挠混合的。它可以是非导电性介质或经绝缘处理的金属板。
(IEC 60194,定义 40.1334)

3.2

印制板 printed board

对完全加工过的印制电路和印制线路结构的通称。

注:印制板包括具有刚性、挠性以及刚挠性混合基材的单面、双面和多层板。
(IEC 60914,定义 60.1485)

3.3

导体 conductor

导电图形中的单条导电通路。

(IEC 60194,定义 22.0251)

3.4

保护 protection

可以减小环境影响的任何方式。

3.5

涂层 coating

组件表面的例如清漆或干膜绝缘材料。

注:涂层和印制板的基材构成了具有类似固体绝缘特性的绝缘系统。

3.6

固体绝缘 solid insulation

插在两个导电部件之间的固体绝缘材料。

注:当印制板带有涂层时,固体绝缘包含印制板本身和涂层。其他情况下,固体绝缘则指密封材料。

3.7

间距 spacing

电气间隙、爬电距离和通过绝缘的绝缘距离的任意组合。

4 设计要求

4.1 原理

导体间间距的大小取决于保护的型式。

保护型式为 1 型时,电气间隙和爬电距离的大小应符合第 1 部分或 IEC 60664-5 的要求。如果满足本部分的要求,在该类保护型式下,污染等级为 1 级。

保护型式为 2 型时,导电部分的间距应满足第 1 部分中固体绝缘的相关要求和试验,并且间距的大小不应小于第 1 部分或 IEC 60664-5 中规定的均匀电场中的最小电气间隙。

4.2 有关环境的使用范围

设计要求适用于所有微观环境。

选择保护材料时,应考虑例如温度应力、化学应力、机械应力或第 1 部分 3.3.2.3 列出的应力。

保护材料对湿度的吸收不应破坏被保护部分的绝缘特性。

注：湿度的吸收可以通过在潮湿环境下，测量绝缘电阻进行检查。

4.3 保护型式的要求

通过以下方式达到保护的目的：

- 1型保护改善了被保护部分的微观环境。在该型式保护下，第1部分或 IEC 60664-5 中对1级污染等级的电气间隙和爬电距离的要求适用。在两个导电部件之间，要求一个或两个导电部件，包括它们之间的全部间距都在这型式保护之下。
- 2型保护类似于固体绝缘。在该型式保护下，第1部分中对固体绝缘的要求适用，并且间距不应小于表1中的规定值。第1部分或 IEC 60664-5 中对电气间隙和爬电距离的要求不适用。在两个导电部件之间，要求一个或两个导电部件，包括它们之间的全部间距都在这型式保护之下，这样在导电部件、保护材料和印制板之间不应存在气隙。

第1部分或 IEC 60664-5 中电气间隙和爬电距离的要求适用于组件的其他未做保护的部分。

4.4 尺寸确定程序

对于1型保护，第1部分或 IEC 60664-5:2003 中 3.1 和 3.2 确定尺寸的要求适用。

对于2型保护，被保护前导体间的间距不应小于表1中规定的值。这些值适用于基本绝缘、附加绝缘和加强绝缘。

注：对于多层板，内层表面的导体间间距的尺寸确定是按1型保护还是按照2型保护的要求，取决于保护试验的结果。

表1 2型保护的最小间距

电压的最大峰值 $U_p^*/$ kV	最小间距/ mm
$U_p \leq 0.33$	0.01
$0.33 < U_p \leq 0.4$	0.02
$0.4 < U_p \leq 0.5$	0.04
$0.5 < U_p \leq 0.6$	0.06
$0.6 < U_p \leq 0.8$	0.1
$0.8 < U_p \leq 1.0$	0.15
$1.0 < U_p \leq 1.2$	0.2
$1.2 < U_p \leq 1.5$	0.3
$1.5 < U_p \leq 2.0$	0.45
$2.0 < U_p \leq 2.5$	0.6
$2.5 < U_p \leq 3.0$	0.8
$3.0 < U_p \leq 4.0$	1.2
$4.0 < U_p \leq 5.0$	1.5
$5.0 < U_p \leq 6.0$	2
$6.0 < U_p \leq 8.0$	3
$8.0 < U_p \leq 10$	3.5
$10 < U_p \leq 12$	4.5
$12 < U_p \leq 15$	5.5
$15 < U_p \leq 20$	8

表 1(续)

电压的最大峰值 U_p^a / kV	最小间距 / mm
$20 < U_p \leq 25$	10
$25 < U_p \leq 30$	12.5
$30 < U_p \leq 40$	17
$40 < U_p \leq 50$	22
$50 < U_p \leq 60$	27
$60 < U_p \leq 80$	35
$80 < U_p \leq 100$	45
^a 由于暂态过电压对被保护组件的影响不大,因此可以忽略。	

印制板保护前应对间距进行测量。

5 试验

5.1 一般要求

保护是否合理,通过 5.7 预处理后,用 5.8 试验进行验证。

除非另有规定,试验应用 6 个样品。此外,各相关产品标准可以规定 5.9 附加试验,其中每个试验都要在单独的新样品上进行。

这些试验用于型式试验。各相关产品标准可以考虑规定用于常规试验或抽样试验的其他试验要求。

试验程序见附录 A。

试验过程中不允许任何样品出现故障。

附录 B 列出了其他相关产品标准参考本部分时应确定的参数。

5.2 涂层试验的样品

试验样品可以是:

- 按附录 C 规定,适合于印制线路板的标准试验样品。用于试验的样品应和产品具有相同的最小间距;
- 产品;
- 任一印制板,只要试验样品是产品中具有代表性的。

5.3 模压和罐封试验的样品

应使用产品或产品中具有代表性的试验样品。

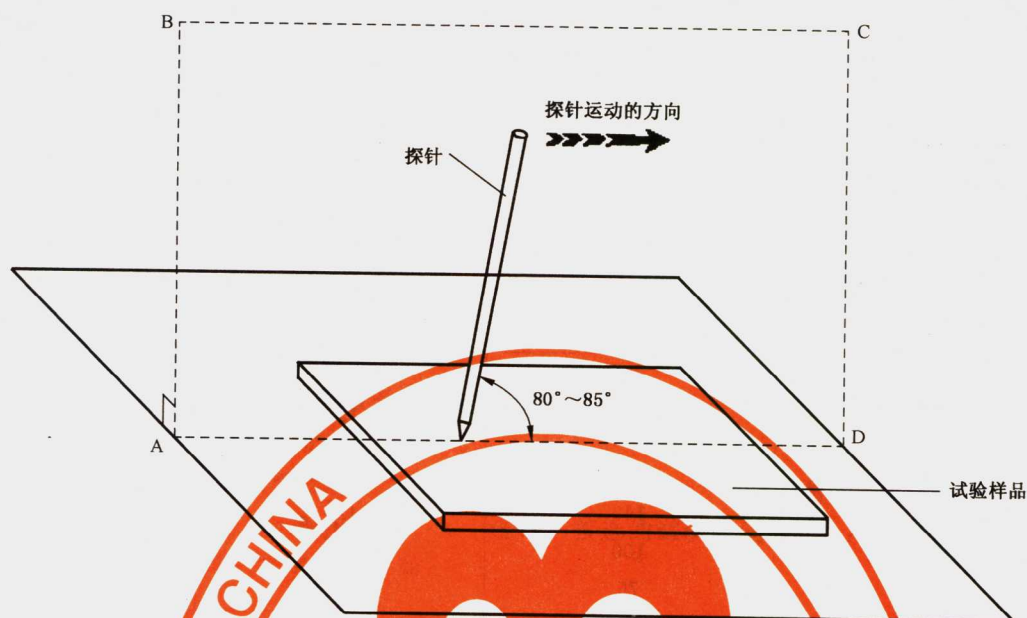
5.4 试验样品的准备

印制板应按制造厂的正常程序进行清洁和涂层。在无元件的情况下执行焊接程序。模压和罐封的样品的试验无需进行更多的准备。

5.5 刮擦耐受试验

应在五对导电部件和导电部件之间的间隙进行刮擦试验,试验中导电部件之间的间隙应承受最大倾斜角度的刮擦。

应用硬性钢制探针针对保护层进行刮擦。探针的端部应为具有 40° 角的圆锥形,针尖为圆形,应磨光,半径为 $0.25 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$ 。探针的放置应使得沿探针轴向的施力为 $10 \text{ N} \pm 0.5 \text{ N}$ 。探针沿着垂直于保护层导体边缘的平板表面方向,以大约 20 mm/s 的速度对样品进行刮擦,如图 1 所示。样品上至少相隔 5 mm 以及离边缘至少 5 mm 进行 5 次刮擦。



注：探针位于垂直于样品的 ABCD 平板内。

图 1 保护层的刮擦耐受试验

5.6 外观检查

样品应根据 IEC 60326-2:1990 的 5.1.2 中试验 1b 进行外观检查。

样品不应出现：

- 砂眼；
- 膨胀；
- 从基材上脱落；
- 裂缝；
- 孔隙；
- 邻近未被涂层覆盖的导电部分的区域，除连接盘以外；
- 电迁移。

5.7 试验样品的预处理

预处理适用于绝大多数使用场合。对于特殊的使用场合，可以考虑修改预处理的参数，具体的修改由各相关产品标准规定。

注：5.7.1~5.7.4 的气候条件用于模拟老化。

5.7.1 低温

低温预处理(模拟储藏和运输条件)根据 GB/T 2423.1—2001 的试验 Ab 进行。严酷程度由各相关产品标准规定，并从以下条件中选取：

- 10℃；
- 25℃；
- 40℃；
- 65℃。

试验周期为 96 h。

5.7.2 干热

干热预处理根据 GB/T 2423.2—2001 的试验 Bb 进行。然而，与印制板材料和工作表面温度相应的预处理时间和预处理温度见表 2。

表 2 干热预处理

树脂/基材	最大工作表面温度/ ℃	预处理温度/ ℃	预处理时间/ h
环氧树脂/纤维素纸	105	165	1 000
	75	125	1 000
环氧树脂/玻璃布表面/纤维素纸芯	140	175	1 000
	100	125	1 000
	75	95	1 000
环氧树脂/玻璃布表面/非织玻璃芯	140	175	1 000
	100	125	1 000
	75	95	1 000
环氧树脂/玻璃布	140	175	1 000
	100	125	1 000
	75	95	1 000
聚酯/玻璃毡	160	200	1 000
	100	130	1 000
	75	100	1 000
酚醛/纤维素纸(具有限定的可燃性-垂直燃烧试验) ^a	110	155	1 000
	75	110	1 000
酚醛/纤维素纸	125	170	1 000
	100	140	1 000
	75	110	1 000

^a 对于限定的可燃性,可参考 IEC 60249-1:1982 中的 4.3.4 和 IEC 60249-2 中的相关内容。

5.7.3 温度快速变化

温度快速变化预处理按照 GB/T 2423.22—2002 中的试验 Na 进行。温度根据表 3 确定,严酷等级由各相关产品标准规定。

表 3 温度快速变化的严酷等级

严酷等级	最低温度/ ℃	最高温度/ ℃
1	—10	125
2	—25	125
3	—40	125
4	—65	125

温度快速变化预处理按以下程序进行:

- 一个循环周期的时间:1 h(每个温度为 30 min±2 min);
- 温度变化的速率:30 s 内;
- 循环的次数:5 次。

当被保护组件在其使用过程中,遭受频繁温度变化,各相关产品标准可以考虑增加循环的次数。

5.7.4 极化电压下的湿热稳定处理

5.7.4.1 一般预处理

试验样品应按照 IEC 60068-2-78:2001 的 Cab 试验条件(如下)置于湿度箱内 96 h:

——温度: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;

——相对湿度: $93\%_{-3\%}^{+2\%}$ 。

在导体和相邻连接盘之间施加 100 V 直流电压。当使用附录 C 规定的样品时,电压的正极应连接至“公共极”。

试验结果按 5.6、5.8.3、5.8.4 和 5.8.5 进行判定。

5.7.4.2 与电迁移相关的附加预处理

当组件在其使用过程中,可能会较长时间的遭受非正常严酷条件的污染或湿度,各相关产品标准可考虑在湿热条件下规定较长时间的直流电压试验。

为使整个试验时间最短,该试验可以在 6 个仅经受焊接(见 5.4)、刮擦耐受试验(见 5.5)和外观检查(见 5.6)的新样品上进行。试验按照 5.7.4.1 进行。首选的试验时间为 10 d、21 d 或 56 d。

5.8 预处理和电迁移后的机械和电气试验

5.8.1 一般试验条件

试验在温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 的室内下进行。

对于 5.8.3、5.8.4 和 5.8.5 试验,样品按照 IEC 60068-2-78 的要求,放在温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $93\%_{-3\%}^{+2\%}$ 的箱内 48 h。

5.8.2 涂层粘性

试验区域包含金属部分和基材。

样品应用合适的有机溶液进行清洁,并可以晾干。

应使用符合 IEC 60454-3-1 要求的非转移的透明压敏带。压敏带的最小宽度应为 13 mm。IEC 60454-3-1/F-PVCP/90x 压敏带适用。每次试验应使用一个新的压敏带。

试验样品应使用长 50 mm 的压敏带。可用指压、手滚筒或橡皮清除气泡。

在 10 s 内,以大约垂直于试验样品表面的方向迅速拉开压敏带。

注:各相关产品标准可以规定拉力的最小值。

试验后,涂层不应松动,压敏带上不应有可视的涂层材料。为确定压敏带上是否有涂层材料,可将压敏带放在白色的纸或卡上进行观察。如果样品的涂层材料是白色或浅色的,可用具有对比色的纸或卡来代替。

5.8.3 导体间的绝缘电阻

试验应按照 IEC 60326-2:1990 的 6.4.1 进行,用于 6a 试验的电压应尽可能的接近其工作电压。

除非各相关产品标准另有规定,导体间绝缘电阻的最小值应为 100 M Ω 。

5.8.4 交流耐受电压试验

被保护样品的电气试验应根据第 1 部分的 4.1.2.3 进行,但试验电压为第 1 部分 3.3.3.2.2 规定的值或者为第 1 部分表 1 中规定的相关额定冲击电压的 0.707 倍,两者取较高值。如果组件使用在 3 级或 4 级污染等级下,耐受电压试验应以将导电层放置在保护层的表面的方式进行。

注:导电层不应与试验发生器或连接盘中的一个相连接。

加强绝缘的试验电压应为基本绝缘试验电压的 2 倍。

5.8.5 局部放电熄灭电压

局部放电试验仅适用于 2 型保护。局部放电熄灭电压和试验方法在第 1 部分中的 4.1.2.4 中规定。局部放电试验电压为 700 V 峰值或工作电压的峰值乘以第 1 部分 4.1.2.4 中的相关因数,两者取较高值。如果组件使用在 3 级或 4 级污染等级下,局部放电熄灭电压的测量应以将导电层放置在保护层的表面的方式进行。

当放电量不超过 5 pC,可以认为已经达到局部放电熄灭电压。

5.9 附加试验

各相关产品标准可规定一个或多个附加试验。

5.9.1 抗焊热性

试验按照 IEC 60326-2:1990 中的 9.2.3 中试验 19c 进行。

焊接时间应为 20 s。试验后,试验样品应根据 5.6 进行验证。

5.9.2 可燃性

可燃性试验应按照 IEC 60326-2:1990 的 8.4.2 中试验 16b 进行。温度由各相关的产品标准规定。

试验分别在受保护组件和未被保护的组件上进行。试验结果不应受到保护层的不利影响。

5.9.3 抗溶性

试验应按照 IEC 60326-2:1990 的 8.5 中试验 17a 进行。

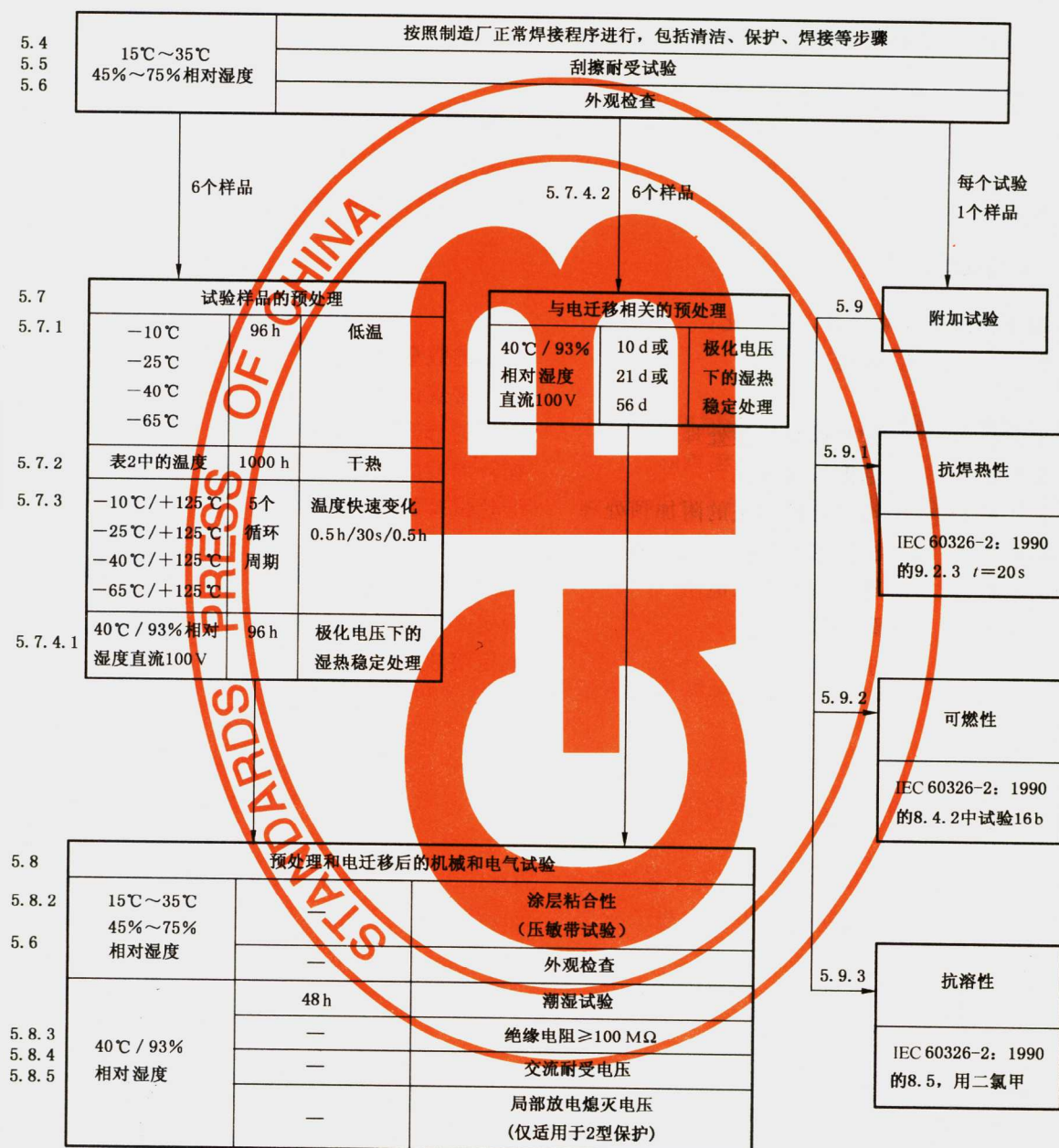
如果各相关产品标准没有其他特殊规定,溶液应为二氯甲(二氯甲烷)。

试验后,将溶液清除,试验样品应根据 5.6 进行验证。



附 录 A
(规范性附录)
试 验 程 序

以下的流程表列出了第5章中试验的顺序。试验中的任何样品不应出现故障。



附录 B

(规范性附录)

各相关产品标准确定的内容

当参考本部分时,要求各相关产品标准确定适用于试验的严酷水平,同时可以改变一些试验条件。

B.1 应由相关产品标准确定的内容

各相关产品标准应规定以下严酷水平:

5.7.1	低温	温度严酷水平
5.7.3	温度快速变化	严酷等级
5.9.2	可燃性	试验温度(如果试验要求)

B.2 可选试验条件

以下试验条件可以有以下变化:

5	试验	样品的数量
		规定常规试验
5.7	试验样品的预处理	参数的修改
5.7.3	温度快速变化	循环周期的次数
5.7.4.2	与电迁移有关的附加预处理	湿热试验的持续时间
5.8.2	涂层的粘合性	规定拉力
5.8.3	导体间的绝缘电阻	绝缘电阻的最小值
5.9	附加试验	规定必需的附加试验
5.9.3	抗溶性	规定溶液

附录 C (规范性附录)

用于涂层试验的印制线路板

本附录中的印制线路板适用于按照本部分进行试验的涂层验证。

C.1 印制线路板的规定

为将最不利的情况考虑在内,应考虑以下指标,从而可以提供一个标准的试验样品:

- 基材;
- 涂层材料;
- 导体材料;
- 材料的互相粘合;
- 涂层材料的厚度;
- 导体的厚度、宽度和形状;
- 与导电图形(例如:连接盘)相关的涂层形式(如余隙孔的尺寸和形状);
- 电场结构。

标准试验样品应与实际生产中的电路板具有相同的材料和相同的处理程序。例如:标准试验样品应承受与用于特殊用途的印制板相同的所有处理程序(如清洁和焊接)。

图 C.1 所示的标准试验样品尺寸允许导体间的间距不超过 0.5 mm,导体宽度不超过 2 mm。对于较大的导体间距和导体宽度,可以使用大于图 C.1 所示的印制板。

标准试验样品应具有如图 C.1 和图 C.2 所示的结构。

C.2 导体的布置

10 对平行导体,每根导体长为 100 mm,分别接在印制板两侧的印制插头上,如图 C.1 的 C 部分所示:

- 前 5 对导体的间距等于实际产品中的最小间距。这些导体如图 C.1 的 A 部分所示;
- 其它 5 对导体的间距等于实际产品中最大电应力发生处的间距。这些导体如图 C.1 的 B 部分所示。

连接在印制板左侧(X 侧)导体具有相同的宽度。该宽度等于实际产品中所用的最小宽度。

连接在印制板右侧(Y 侧)、位于 A 部分导体的宽度分 5 步从最小逐渐增至最大。B 部分重复该结构。

对于涂层的粘合性,导体宽度是一个很重要的参数。因此,中间的宽度应尽可能地代表实际产品的宽度。

对应于印制插头的导体端应做以下处理:

- 对于宽度小于 1 mm 的导体,扩大为直径为 1 mm 的端子;
- 对于宽度等于或大于 1 mm 的导体,端子制成为半圆形。

相邻导体对间的间距至少为一对导体间距的 5 倍。

印制板对应于图 C.1 中 C 部分被涂层覆盖,印制插头除外。

C.3 连接盘的布置

84 个连接盘分为 6 组,每组包含 2 行连接盘,每行 7 个,如图 C.1 中的 L 部分所示。连接盘的三边被导体包围,如图 C.2 所示。

三组连接盘和导体间的间距等于实际产品的最小间距,如图 C.1 中的 M 部分所示。

其他三组连接盘和导体间的间距等于实际产品中最大电应力发生处的间距,如图 C.1 中的 N 部分所示。

连接盘的尺寸以及导体的尺寸和布置应与实际产品相符。不同连接盘和导体的布置见图 C.2。

每组连接盘应连接在一起,并连接至印制板右侧的印制插头(Y 侧)。每组导体应连接在一起,并连接至印制板左侧的印制插头(X 侧)。

印制板对应于图 C.1 中 L 部分被涂层覆盖,印制插头除外。此外,如果实际产品中连接盘没有被涂层覆盖,则样品也无须被覆盖。

C.4 试验的连接

5.8.3、5.8.4 和 5.8.5 规定的测量在印制插头 X 和相应的印制插头 Y 间进行。

对于 5.7.4.1 和 5.7.4.2, Y 侧的印制插头通过短路连接器连接在一起。试验电压加在 X 侧的公共极印制插头和另一侧连接在一起的印制插头之间。

