



IPC-TM-650

试验方法手册

PCB & CCL

TEST METHODS MANUAL

2005年10月

IPC-TM-650

试验方法手册

覆铜板·印制板 部分

IPC-TM-650 试验方法手册

目 · 录

Section 2.1 目视检测方法 Visual Test Methods

2.1.1 手动微切片法	1
2.1.1.1 陶瓷物质金相切片	5
2.1.1.2 半自动或全自动微切片设备	6
2.1.2 针孔评估, 染色渗透法	10
2.1.3 镀通孔结构评估	11
2.1.5 未覆和覆金属材料表面检查	12
2.1.6 玻纤厚度	13
2.1.6.1 玻璃纤维的重量	14
2.1.7 玻璃纤维的纤维数量	15
2.1.7.1 纤维数计算, 有机纤维	16
2.1.8 工艺	17
2.1.9 铜箔表面刮伤检验	18
2.1.10 不溶解的双氰胺目视检验	19
2.1.13 挠性印制电路材料内含物和空洞的检验	21

Section 2.2 物理量纲测试方法 Dimensional Test Methods

2.2.1 外形尺寸确认	23
2.2.2 目测检验尺寸	24
2.2.3 导体边界清晰度测量	25
2.2.4 介电质尺寸稳定性和柔韧性	26
2.2.6 钻孔孔径的测量	28
2.2.7 镀通孔孔径的测量	29
2.2.8 孔的位置	30
2.2.10 孔位和线路位置	31
2.2.11 连接焊盘重合度(层与层之间)	32
2.2.12 重量方法测定铜的厚度	33

2.2.12.1 处理后和未经处理的铜箔总厚度和外观因素	34
2.2.12.2 剥离载体后铜箔重量与厚度	36
2.2.12.3 可蚀刻载体铜箔重量和厚度的测量	37
2.2.13.1 孔内镀层厚度	38
2.2.14 锡粉颗粒尺寸分配-对于类型1-4使用屏幕方法	42
2.2.14.1 锡粉颗粒尺寸-使用显微镜测试方法	44
2.2.14.2 锡粉颗粒尺寸-光学图片分析器方法	45
2.2.14.3 最大锡粉颗粒尺寸的定义	47
2.2.15 电线尺寸(扁平的线路)	48
2.2.16 用钻孔样板来评估底片	49
2.2.16.1 透明图评估原图底片	50
2.2.17 金属箔表面粗糙度和轮廓(触针法)	51
2.2.17A 金属箔表面粗糙度和外观(触针法)	53
2.2.18 机械法测量基材板厚	55
2.2.18.1 切片测定基材覆铜厚度	57
2.2.19 测量图形孔位	58
2.2.19.1 剪切的层压板和半固化片长度、宽度和垂直度	59

Section 2.3 化学量纲测试方法 Chemical Test Methods

2.3.1.1 覆金属箔层压板的化学清洗	60
2.3.4.2 层压板、半固化片及涂胶箔产品的耐药品性(暴露于溶剂)	61
2.3.4.3 基材的耐化学性(耐二氯甲烷)	64
2.3.6 过硫酸铵蚀刻法	65
2.3.7 氯化铁蚀刻法	66
2.3.7.1 氯化铜蚀刻法	67
2.3.9 印制线路板用材料的燃烧性	69
2.3.10 印制线路用层压板的燃烧性	70
2.3.10.1 印制线路板上阻焊层的燃烧性	72
2.3.11 玻璃布结构	76
2.3.14 印刷、蚀刻、电镀测试	78
2.3.15 铜箔或镀层的纯度	80
2.3.16 半固化片的树脂含量(灼烧法)	82
2.3.16.1 半固化片的树脂含量(称重法)	83
2.3.16.2 上胶后的半固化片重量	85
2.3.17 半固化片的树脂流动百分度	87
2.3.17.2 “不流动”半固化片的树脂流动度	89
2.3.18 半固化片的凝胶化时间	91
2.3.19 半固化片的挥发物含量	92
2.3.22 铜箔保护涂层质量	94
2.3.23 热固型防焊的(耐久性)固化测试	95
2.3.23.1 UV诱发的干膜阻焊剂的固化(耐久性)	96

2.3.25 溶剂萃取的电阻率	98
2.3.26 表面污染物的离子检测(动态法)	99
2.3.31 U.V.固化物料的固化程度	101
2.3.38 表面有机污染物的检测方法(企业内)	103
2.3.39 表面有机污染物的检测方法(红外分析法)	105

Section 2.4 机械测试方法 Mechanical Test Methods

2.4.1 镀层附着力	108
2.4.1.1 文字油墨附着力	109
2.4.1.5 加工转移测定	110
2.4.2.1 铜箔的弯曲疲劳和延展性	111
2.4.4 层压板的弯曲强度(室温下)	114
2.4.4.1 层压板的弯曲强度(高温下)	116
2.4.6 热油冲击	118
2.4.7 印制电路材料的加工性	119
2.4.8 覆金属箔板的剥离强度	120
2.4.8.1 金属箔剥离强度(薄层压板拴孔固定法)	123
2.4.8.2 覆箔板高温剥离强度(热液体法)	125
2.4.8.3 覆箔板高温剥离强度(热空气法)	127
2.4.8.4 薄铜箔与载体的分离	129
2.4.9 印制电路柔性材料剥离强度	130
2.4.12 可焊性(边浸法)	134
2.4.13.1 层压板的热应力	136
2.4.14 金属表面可焊性	138
2.4.15 金属箔表面完成的形状	139
2.4.18 铜箔拉伸强度和延展率	140
2.4.22 弓曲和扭曲	142
2.4.22.1 层压板的弓曲和扭曲	145
2.4.24 玻璃化温度和Z轴热膨胀(TMA法)	147
2.4.24.1 分层(裂解)时间(热机械分析仪方法)	150
2.4.25 差分扫描热量测定玻璃态温度和固化因素(DSC法)	152
2.4.27.1 阻焊剂和涂覆层耐摩擦(Taber法)	154
2.4.27.2 防焊层磨损(铅笔法)	155
2.4.28 不熔金属上阻焊膜附着力	156
2.4.28.1 阻焊膜附着力(胶带法)	157
2.4.29 挠性印制电路阻焊剂的粘着性	158
2.4.36 金属化孔的模拟返工	159
2.4.38 半固化片的比例流动度试验	160
2.4.39 玻璃纤维增强薄层压板的尺寸稳定性	163
2.4.41 电气绝缘材料的线性热膨胀系数	166
2.4.41.1 线性热膨胀系数(石英膨胀计法)	168

Section 2.5 电学测试方法 Electrical Test Methods

2.5.1 印制板材料的耐电弧性	171
2.5.4 多层线路板耐电流	173
2.5.5.2 印制电路板材料的介电常数和损耗因数(夹持法)	174
2.5.5.3 介电常数和介质损耗角正切(二流体槽法)	176
2.5.5.9 1MHz-1.5GHz下的介电常数(平行板法)	180
2.5.6 刚性印制板材料的击穿电压	186
2.5.6.1 聚合物阻焊剂及敷形涂层的介电强度	188
2.5.6.2 刚性印制板材料的击穿强度	189
2.5.7 印制线路材料的介质耐电压	191
2.5.10 多层印制电路板层间绝缘电阻	192
2.5.11 多层印制电路板层内绝缘电阻	194
2.5.12 多层印制电路板连接电阻	195
2.5.14 铜箔电阻率	196
2.5.16 多层印制电路板内部的短路	199
2.5.17.1 绝缘材料的体积电阻率和表面电阻率	200
2.5.28 挠性印制线路材料的Q值(谐振)	203

Section 2.6 环境测试方法 Environmental Test Methods

2.6.1 印制板材料的耐霉性	204
2.6.2.1 覆箔塑料层压板的吸水性	207
2.6.3 印制板耐潮湿与绝缘电阻	208
2.6.3.1 聚合物阻焊剂和敷形涂层的耐湿性及绝缘电阻	211
2.6.4 印制板挥发物测试	215
2.6.6 印制电路板温度循环	217
2.6.7.1 聚合物阻焊剂涂层的耐热冲击	218
2.6.7.3 热应力冲击——阻焊	219
2.6.8 热应力冲击, 镀通孔	220
2.6.9 刚性印制电路板振动测试	221
2.6.10 多层印制板X射线测试方法	222
2.6.11 防焊和涂层的水解稳定性	224
2.6.14 聚合物阻焊剂抗电迁移	225
2.6.14.1 电气化学迁移阻抗测试	227
2.6.16 环氧玻璃布层压板的完善性(压力容器法)	230



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本程序用来准备印制电路产品的金相切片样板。完成切片是用来评价压合系统和镀通孔(PTH)的质量。PTH可评价铜箔、测量镀层和/或涂层厚度是否和规格要求一致。同样的程序可用作装配或其它区域检查。因为很多人已接受手工切片主要是一门基础工艺，这里描述的技术是通用的部分，它并不试图非常详细，以至可区分金相作业者不可接受的变化。另外这些技术很大程度上依靠单个金相作业者的操作的熟练程度。

2.0 适用文件

IPC-MS-810, 大体积切片的指导

ASTM-E 3, 准备金相样品的标准方法

3.0 测试样板

从印制板上或试样上裁下所需的样品，要留出足够的空间以避免损坏所要测试的区域。推荐的最小区域为2.54mm。研磨切割轮能没有损害地切割到距检查区更近的地方。一些共同的方法有宝石锯、小带锯、研磨切割轮、小铣床、或锐利冲模(不适用于易脆物质，如聚酰亚胺和某些更改环氧树脂系统)，见IPC-MS-810。推荐一个微切片至少包括三个最小尺寸的镀通孔，当切片为所有层都是功能区的多层印制板，选择的测试区域应通过PTH连接，这样可进行完整品质评价。

4.0 仪器/物料

4.1 样板取得方法(符合需要的最好方法见IPC-MS-810)。

4.2 安装模，固定环。

Number 2.1.1	
Subject 手动微切片法	
Date 03/98	Revision D
Originating Task Group Post Separation Task Group (D-33a)	

4.3 光滑、平坦安装表面。

4.4 脱膜剂(可选择的)。

4.5 样品夹(可选择的)。

4.6 金相研磨/抛光系统。

4.7 带式砂轮机(可选择的)。

4.8 金相显微镜，放大100倍到200倍。

4.9 真空泵和真空干燥器(可选择的)。

4.10 室温固化灌封材料(推荐最高固化温度为93℃)。

4.11 砂纸(美国CAMI 编号: 180, 240, 320, 400, 600, 见图1, 美国和欧洲砂纸尺寸比较)。

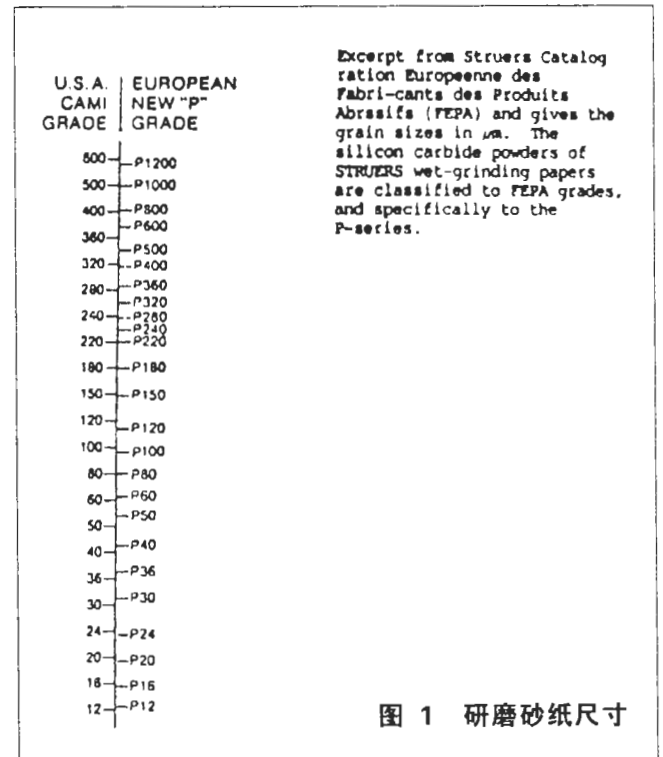


图 1 研磨砂纸尺寸

4.12 抛光布: 硬、粗无绒布用来粗抛光和进一步抛光, 软、织或中绒布用作最后抛光。

4.13 氧化物或二氧化硅抛光胶(最后抛光0.3到0.04微

编号: 2.1.1	项目: 手动微切片法	日期: 03/98
版本: D		

米)。

4.14 钻石抛光剂(6到0.1微米)。

4.15 抛光润滑剂。

4.16 样板蚀刻剂。

4.17 用于清洁和蚀刻的棉球和棉签。

4.18 异丙醇, 25%甲醇和水溶液, 或其它合适溶液(检查封装材料和标记系统的反应)。

4.19 样板标记系统。

4.20 超声波清洗机(可选择的)。

5.0 操作程序

5.1 样品准备 在180, 240, 320目砂轮机打磨样品, 使最终抛光深度在1.27mm的范围内, 安装前除去每一边的毛刺披锋。

5.2 安装金相样品

5.2.1 清洁安装表面, 并彻底干燥, 然后将底板和固定环上涂上脱膜剂。

5.2.2 用异丙醇或乙醇等和合适的溶剂彻底清洁样品, 这特别重要, 当做热冲击(浮锡)样品的切片时, 残留的助焊剂会使灌封材料的粘性很差, 在灌封材料和样品间形成缝隙, 如果存在, 这种缝隙使合格的金相样品准备很困难。

5.2.3 将样品竖立在安装环中。使用样板支持夹或双面胶使样品和底板垂直。

5.2.4 使待测面面向安装表面。

5.2.5 小心使用灌封材料从一边将安装环灌注, 以保证PTH孔冲满。供货商推荐有一些灌封材料使用稀释剂, 以填满小孔径的PTH孔。推荐使用手套将手保护起来, 以防止皮肤过敏。

5.2.6 灌胶后样品必须向上保存, 孔应被灌封材料填满。

5.2.7 如果使用环氧灌封材料, 那么应用真空排气, 以达到彻底灌封。

5.2.8 样品固化后, 从固定环中将固化后的样品取出来, 样品应有的最低品质为:

◆ 灌封材料和样品间无缝隙

◆ PTH孔灌满灌封材料

◆ 灌封材料中无气泡

如果有这些不足, 将使准备样品很困难, 如5.2.2所示。标识样品用永久方法, 选择标识系统应不被溶剂和润滑剂影响。

5.2.9 对限制的电镀厚度测量, 如板边插头金和镍厚, 镀好的样品可能成30°角放置。这可造成读数是实际厚度的两倍, 所以实际厚度应为测量值的一半。对锥度部分技术更彻底的讨论, 查阅6.5参考。

5.3 研磨和抛光

5.3.1 使用金相设备, 用180号砂纸粗磨刚脱模样品, 接近PTH孔壁边。

注意: 大量水洗, 以防止烧焦对样品破坏, 并冲走磨出的碎片。

5.3.2 依次用240, 320, 400, 600号砂纸精细研磨样品, 最后磨到PTH孔中心, 磨时用大量水洗。磨完600号砂纸后, 达到孔中心。在精细研磨中, 磨盘转速为200到300转每分钟。在两相邻的研磨, 旋转样品90°, 研磨时间为磨掉前道磨痕时间的2到3倍。在换砂纸间检查样品, 可确认磨痕是否磨掉。研磨平面在同一水平面上很重要, 在磨两相邻号砂纸时, 旋转切片90°的目的是方便检查。如果发现磨痕与最后研磨的垂直, 那么切片平面不水平, 还需要进一步研磨。如果研磨后切片表面不水平, 在研磨操作和在粗抛光时, 不可能磨去所有的磨痕。金相者应意识到这样的事实, 砂纸越粗(180, 240, 320号), 引起更大的变形和碎片。当研磨粒子小于30微米时, 变形会小很多。所以在400号最好在600号砂纸研磨时, 延长研磨时间, 可比粗砂纸更容易获得最后水平截面。

5.3.3 用流水冲洗后, 用过滤空气吹干。如果有要求, 每一步间使用超声波清洗。

注意: 强烈推荐超声波清洗, 特别是更精细的研磨中, 在粗抛光前和所有抛光步骤中。印制板样品特别是热冲击后的环氧树脂基材料有这样特征: 包含有隐藏研磨和抛光粒子的气孔, 其中的粒子在普通

编号: 2.1.1	项目: 手动微切片法	日期: 03/98
版本: D		

清洗时不能除去。但应小心过度超声波清洗会破坏样品,即使是多一分钟的清洗,也将破坏抛光表面。

5.3.4 用六微米钻石研磨剂、硬度低或无绒毛的布,粗抛光样品。仔细检查,确保除去600号砂纸的磨痕。如果有要求,使用超声波清洗。继续抛光,使用1到3微米的钻石研磨剂,硬度低或无绒毛的布。如果切片已经磨水平,通常在抛光中用中等压力抛光几分钟很有效。在以上抛光中,转速度为200到300转每分钟。最后抛光使用软、织布或中绒毛布、1到0.1微米钻石抛光剂、0.05微米氧化铝或其它氧化物。最后的步骤仅需要10到20秒,用低到中等压力,抛光剂为氧化物或二氧化硅。当使用钻石抛光剂和软织布,抛光可能需要几分钟(见5.3.5)。由于增加了对切片的阻力,通常使用的抛光速度为100到150转每分钟。典型的抛光剂为6微米、1微米和0.04微米二氧化硅胶或0.05微米的氧化铝,都已经被成功使用。但是其它变化的如6微米、3微米和0.25微米的钻石研磨膏已经被成功使用。有人无绒布上使用1.0和0.3微米氧化铝,接着在软中绒布上0.05微米氧化铝。这种程序有可被成功使用,但依靠切片者的熟练程度,且比钻石膏常有更差的边缘保持力和更不平整的影响。

5.3.5 警告 使用绒布可造成差的边缘保持力(导角),组织间高低不平,因为它加快了物质除去的速度(如铅锡合金和更软的灌封材料磨去速度要比铜或玻璃布基材快),绒越长,影响越大,研磨者需要缩短研磨时间和充足的润滑,并在最后的抛光中用小一些的压力。

5.3.6 用中性热肥皂水或溶剂洗,并吹干。

5.3.7 检查和重新抛光,如果需要,用6微米钻石膏开始研磨,直到:

- 1、没有大于被最后的抛光膏引起的磨痕。
- 2、样品不高或低于安装材料。
- 3、没有铜渣镀到PTH或基材中。
- 4、通过规定规范判断,切片平面在孔中心。如果研

磨不够,那么要求再研磨和重新抛光。

5、几乎没有可见的,由准备引起的基材玻璃纤维的破坏。

见IPC-MS-810,一些上面品质的微切片相片例子。当已经获得要求品质的切片,按5.4.1规定,检查刚抛光的多层印制板,标示内层分离怀疑区域为黑线或部分黑线,这些区域应在微蚀后确认。用规定的显微镜检查样品,这些可能是所有标识为“抛光”和标识为“微蚀”后的一比一相交性。

5.3.8 用合适的微蚀液擦切片样品见6.4,典型的时间为2到3秒,如果需要,擦拭2到3秒,以展现镀层交界面。

注意:过蚀将造成铜箔和电铜分界线模糊,使测量不准。

5.3.9 用流水或去离子水清洗,除去微蚀剂。

5.3.10 用溶剂洗后吹干。

5.4 测量评价

5.4.1 使用100倍显微镜来测量标准或规定要求的值,使用金像像片设定来照明观察区。如果没有其它规定,使用200倍显微镜作仲裁。

5.4.2 测镀层厚度最少量3个PTH孔,表面铜总厚也可用同样样品截面上测量,记录测量镀层厚度和镀层质量,镀层厚度测量不应在镀瘤、空洞、或裂缝处测量。

5.4.3 质量检查包括如下方面:起泡、压合空洞、裂缝、树脂回缩、孔壁剥离、镀层不均匀、毛刺、节瘤、镀层空洞和芯吸。另外多层印制板电镀质量包括:内层连接到PTH孔,树脂胶渣,玻璃纤维凸出、和树脂回缩。在抛光好微蚀前观察样品切片就可发现一些电镀等质量问题。

6.0 注意事项

6.1 在灌封前,按照ASTM 3将样品镀一层铜或镀其它和样品相结合的金属,可提供良好的边缘保持力,从而可进行更精确的厚度测量。

6.2 对更精确评价可能内层分离,推荐6.2.1和

编号: 2.1.1	项目: 手动微切片法	日期: 03/98
版本: D		

6.2.2包含的程序。

6.2.1 重新研磨程序

6.2.1.1 抛光和金相显微镜检查后, 关掉最后研磨轮。

6.2.1.2 通常重新研磨样品需要大量水, 使用600号砂纸, 磨轮在和PTH孔壁平行的稳定位置, 6到8双循环足够除去在抛光时的互连分离铜渣。

6.2.1.3 按照5.3.3到5.3.7, 清洗、干燥并抛光样品, 然后用金像显微镜重新检查是否存在互连分离。

6.2.1.4 “抛光”检查后(如需要, 拍金像像片), 每一样品按照6.4规定进行微蚀, 重新检查样品是否互连分离和其它特征, 这不是所有标识“抛光”的分离的一对一相交性。

6.2.2 机械/化学准备(抛光攻击)。另一有用技术是最后机械/化学同时抛光。使用95%二氧化硅胶和5%体积比的双氧水(30%浓度)混合物, 和抗化学药水抛光布, 进行化学和机械同时对样品的研磨。操作者必须仔细平衡化学和机械研磨。机械抛光过度将有很多刮痕, 化学抛光过度将会过蚀, 这两种情况都是不希望的, 实验要求有最优平衡状态。

6.3 为取得更多对互连分离的观察, 在水平盘上重新研磨和抛光(垂直于原垂直平面), 检查半圆周表面。当分离影响少于50%的内层厚度(标识为垂直切片), 这种方法成功率比较低。

6.4 下面为推荐的微蚀液。

25毫升氨水(25-30%)

25毫升3-5%体积比的双氧水。由于在某些情况下, 如果要求长一些时的微蚀, 可使用25毫升水(蒸馏水或过滤水)将稀释溶液。使用前等待5分钟, 每几小时更换新药水。

6.4.1 可使用其它微蚀液或蚀铜蚀刻液, 因为电解特性, 无电和铜箔蚀刻特性以及铅锡可能的电解电流的影响, 必须小心选择和使用它们。见6.5参考2和IPC-MS-810。

6.4.2 当研究喷锡的铅锡, 使用特配微蚀液可更好显示这些合金的微观结构(见6.5, 参考2)。

6.5 有关金像实验的附加参考

- 1、机械方法抛光切片, L.E.Samuels, 美国社会金属, 1982, 国际标准书号: 0-87170-135-9。
- 2、切片微蚀, Gunter Petzow, 美国社会金属, 1978, 国际标准书号: 0-87170-002-9。
- 3、切片规则和操作, George F, Vander Voort, McGraw-Hill, 1984, 国际标准书号: 0-07-0669780-8。
- 4、金属手册实验台版, 编辑: Howard E Boyer和Timothy L.Gall, 美国社会金属, 1985, 国际标准书号: 0-87170-188-X。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.1.1	
Subject 陶瓷物质金相切片	
Date 12/87	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该程序描述包括陶瓷组件安装在PCB板或陶瓷基板上的金相样本的一些准备。必须遵循该程序以减少陶瓷不平来保持一个平坦的表面。

2.0 适用文件

无

3.0 仪器 下列为所建议使用之仪器和器材一览表

- ◆ 低速钻锯
- ◆ 真空吸尘器
- ◆ 金相磨光器
- ◆ 环氧树脂化合物。在样本安装时防止树脂固化时而产生结构上的细微变化，低温反应环氧树脂的选择是关键。
- ◆ 样本安装板面
- ◆ 成型
- ◆ 金属钻盘：0.70微米，0.45微米，0.30微米
- ◆ 钻胶润滑剂
- ◆ 钻胶3微米
- ◆ 0.5微米氧化铝粉末
- ◆ Texmet
- ◆ 微型织物布料
- ◆ 超声波风淋系统

4.0 测试

4.1 样本的准备

4.1.1 使用低速钻锯 low speed diamond saw 锯掉所需观察部位以外的部分。

4.1.2 在切取样本后，使用三氯乙醛进行清洗。

4.1.3 使用电木圆环将样本安装在平面上。

4.1.4 根据生产厂商的说明将环氧树脂混合。

4.1.5 排出由于混合引起的环氧树脂内的气体。

4.1.6 将环氧树脂倒入电木圆环内盖住样本。等待3至5分钟保证有足够的附着力。

4.1.7 根据生产厂商说明

4.2 切片磨光

4.2.1 粗磨所要求之样本位置

4.2.2 使用清洁剂、水和超声波清洗样本。

4.2.3 使用45微米钻盘，以水润滑剂每分钟550次低速地粗磨所要求之位置。

4.2.4 使用清洁剂、水和超声波清洗样本。

4.2.5 使用30微米钻盘，以水润滑剂每分钟550次低速地粗磨所要求之位置1-2分钟。

4.2.6 使用清洁剂、水和超声波清洗样本。

4.2.7 使用金相研磨器和Texmet (or equal)布料来粗磨样本，3微米钻盘。使用高压快速磨光30-40分钟。

4.2.8 最后研磨使用0.5微米氧化铝与金相研磨机，使用低压中速磨光大约2分钟。

4.2.9 在水中进行超声波清洗。用浸泡过的棉花球擦干样本。

5.0 评估

5.1 使用100倍显微镜来测量样本，样本必须包含至少三个PTH孔的切片。

5.2 表面镀铜总厚度取决于相同样本切片中测量。节瘤、空洞、裂缝或不规则和镀薄不能作为决定镀层的厚度。

5.3 记录平均镀层厚度和镀层品质。

6.0 注释

金相仪器和器材为多样化，因此建议该程序之多样化必须得到供货商和使用者双方的同意。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

此工艺流程是使用显微切片设备制作多层印制电路板显微切片的一种替代方法。试样是专门用来评估层压系统、镀覆通孔(PTH)、铜箔、镀覆区域和/或涂层的质量。这种工艺流程还可用来检查产品的其它方面。

注意：这种显微切片技术是一种工艺程序，而不是一种测试方法。

注意：安全性。第4.0一节中列出的材料的使用可能受到限制，或者是在某些环境下禁止使用。对于材料的使用，请查阅材料安全数据表(MSDS)。

2.0 适用文件

IPC-MS-810 半自动显微切片指南

IPC-6012 刚性印制电路板认证和性能规范

3.0 测试样板

待测试的试样是根据要求从印制板上切下的样品，应留出足够的间隙以避免损坏所要测试的区域和PTH。建议焊盘边缘至切割表面的间隙为2.54mm(0.100in)。研磨切割轮可紧靠样品进行切割而不会损害待检测的区域。

4.0 器械/物料

4.1 样板切割方法(最好方法见IPC-MS-810)

4.2 样品对位工具

4.3 安装模具

4.4 安装表面

4.5 真空/压力系统(任选)

4.6 脱膜剂(任选)

4.7 灌封材料(推荐使用的最高固化温度为93℃

Number 2.1.1.2	
Subject 半自动或全自动微切片设备	
Date 05/2004	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

(200°F)。

4.8 安装材料的防爆通风橱

4.9 显微切片设备(见IPC-MS-810D的采购指南)

4.10 砂纸编号：P100-P1200(美国编号范围：100-600)

4.11 抛光布

4.12 钻石研磨剂(1-9微米[39.4 μin-354 μin]或氧化物物研磨剂3-0.1微米[118 μm-3.94 μin])

4.13 抛光润滑剂

4.14 显微蚀刻剂

4.15 显微蚀剂施用工具(任选)

4.16 雕刻仪(任选)

5.0 工艺流程与评估

5.1 工艺流程

5.1.1 半自动或全自动显微切片技术是一种工艺，而不是一种测试方法。在完成每一主要工艺步骤时，需将显微切片视为一种质量标准工艺。这种工艺步骤规定了必须满足生成显微切片的质量标准，而且还能够一直查找相关的缺陷(或异常现象)。用户不会指定工艺步骤和材料，但是会指定试样表面制备的质量标准。

5.1.2 试样制备 从印制电路板或面板上切割下试样，在切割时不要损坏定位针孔或目标PTH孔。完成用户要求的任意热测试。

5.1.3 检验定位针脚系统 检验定位针孔或槽，确认没有堵塞或损坏。使用一个不会改变其尺寸位置或不会使孔扩大的工具来清理堵塞的定位针孔。建议使用相同孔径的钻嘴。

检验定位针孔没有异物粘附在上面，按照要求清洗针脚表面，去除弯曲的或表面有刮痕的针脚。

编号: 2.1.1.2	项目: 半自动或全自动微切片设备	日期: 05/2004
版本: A		

5.1.4 将试样装到定位针脚上使定位针脚与同一平面上的目标PTH孔对齐。由于同样的要求,此平面确保所有的PTH孔研磨到孔中心。

将定位针脚推入到定位孔中或槽中。针脚必须安装合适。

5.1.5 灌封试样 灌封材料的收缩率必须低,安装中心的固化温度必须低于93℃(200°F)以防出现虚假故障。可将脱膜剂涂到安装位置上,使得固化的安装材料(可选用)较容易去除。灌封材料完全彻底的混合,没有截留气体,灌入模其中。确保在灌注和/或灌封材料的固化中定位针脚的位置不会移动,也不会突起。如果有必要防止灌封后出现孔洞并确保孔中得到充分灌注的话,在固化前使用一种抽真空系统进行真空处理。在脱模前使灌封材料固化,并冷却到室温。(根据可应用性)使硬化的安装脱模。

5.1.6 跟踪能力 贴装件/试样必须始终标识,以这样的方式以确保可跟踪追溯PCB或面板,如果安装件在安装夹具中固化的话,直到从夹具中取出安装件后,才需要可跟踪能力(重新标识)。

5.1.7 贴装质量 对贴装件的最低质量限制是在灌封材料和试样之间没有间隙,将PTH孔灌满灌封材料,在检查区域中的灌封材料中无气泡。

5.1.8 研磨工艺的设定

5.1.8.1 工具止动块 安装夹具有工具止动块,其可使设备研磨到设定的距离。这种止动块,在其每块砂纸的研磨后都必须校准,以确保消除前道工序所造成的磨损。见IPC-MS-810的详细说明和举例。

5.1.8.2 研磨压力 设备压力的参数设置是直接作用于测力传感器上的力,为设置各安装件上的压力,用设置的压力参数除以加工中的安装件的表面积。见IPC-MS-810的细节讨论和举例。

建议6个直径为38.1mm的安装件的压力参数设置为351.5g/cm²(5.0psi),其磨轮转速为300-600RPM。

5.1.8.3 其它变量 推荐采用的变量是人们熟悉的砂纸的有效研磨时间,纱纸在研磨试样表面造成的磨痕尺寸和水质(可产生磨痕的不溶粒子,如钙沉淀物)

的变量。

5.1.9 研磨贴装件 使用足够的水使得纱纸能够有效地去除物料。试样的硬度将说明达到接近孔中心所需要的粗研磨和细研磨步骤的次数。使用粗研磨磨料P180-P240(美国180-240)进入PTH边缘,而使用细研磨磨料P800-P1200(美国400-600)研磨可以接近孔的中心。中心止动不足的距离是由采用的最后一道研磨步骤的磨痕尺寸而确定的。

5.1.9.1 清洗组装件 用中性肥皂清洗组件表面,以去除砂粒。当将相同的组装夹具用于研磨和抛光时,这就显得尤其重要。在清洗时要小心,不要使待评估的表面有划痕。

推荐使用的抛光工艺

	步骤1	步骤2	步骤3
研磨磨料尺寸	P180	P 400(opt)	P1000
RPM	200-300	200-300	200-300
压力(g/sq.cm)	351.5	351.5	351.5
时间	15 seconds after the stops touch		

5.1.9.2 研磨质量 组装件的最低质量必须按下列要求加以控制:

- 1) 根据用户的技术规范,将目标PTH研磨至PTH的中心。
- 2) 当在放大100倍数下观察时,可看到组装件上只有细磨划痕。
- 3) 灌封材料和试样间没有间隙。
- 4) 组装件表面上没有残余的砂纸砂粒。
- 5) 研磨表面只去除一个材料平面。如果组装件的材料需去除几个平面的话,样品部分就不需抛光,因为不平的表面接触不到抛光布。

5.1.11 设定抛光工艺 工具止动块在抛光过程中凹进组装夹具或从组装夹具中移出。原因是抛光工艺去除的材料很少,而且不会改变表面的平整度。抛光步骤的数量由试样的硬度、距孔中心的距离和最后细磨工艺的划痕尺寸而定。可能有多个中间抛光步骤,但是,最后的抛光步骤只有一个。

编号: 2.1.1.2	项目: 半自动或全自动微切片设备	日期: 05/2004
版本: A		

5.1.12 中间抛光步骤 中间抛光步骤必须去除细磨划痕, 而最后的抛光步骤却是制备表面。为6个直径为38.1mm[1.5in]组装件推荐设置的工艺参数小于351.5g/cm²(5.0psi), 中度硬化的抛光布、起短毛表面和低的轮转速RPM(100-200)。必须考虑的其它变量有润滑剂的量、润滑剂的类型、磨料尺寸、磨料类型(金刚石还是氧化物)和加工时间。

从推荐使用的抛光工艺开始研制

	步骤1	步骤2	步骤3
砂布类型	不起毛	不起毛	不起毛
抛光类型研磨	金钢石	金钢石	金钢石
抛光研磨尺寸	6.0 μm [236 μin]	1.0 μm [39.4 μin]	1.0 μm [39.4 μin]
时间	—	—	最多30sec
压力(g/sq. cm)	351.5 或更低	351.5 或更低	351.5 或更低

5.1.12.1 清洗组装件 在每次的抛光步骤之间必须对组装件进行清洗。因为这样可以防止扩散的砂粒污染下一道抛光步骤。如果抛光步骤被污染的话, 该步骤就会产生令人不满意的划痕。用中性肥皂清洗组装件, 用水漂洗, 并进行干燥处理。在清洗时不能使待评估的组装件表面产生划痕。

5.1.13 组装件的最后一次抛光 最后抛光步骤可去除中间抛光和表面制备中产生的划痕, 以便于评估。对于5.1.12一节中的相同的表面积, 推荐使用的工艺参数是中性至软化抛光布, 低的轮转速RPM(100-200)和低的压力参数351.5g/cm²(5.0psi)以下。必须考虑的其它变量有润滑剂的量、抛光布上起毛表面的类型和加工时间。使用的磨料类型必须是金刚石(最大的额定尺寸为1.0 μm[39.4 μin])或者是胶态硅石。

警告

如果在最后一道抛光工序中长时间使用高起毛率的抛光布的话, 检验员观察缺陷的能力就会受到影响。必须将此步骤设计成工艺时间短(30sec以下), 润

滑剂均衡, 以防周边都涂抹有铜。

5.1.13.1 根据5.1.12.1一节的要求, 最后一道清洗步骤必须去除所有的杂质和抛光润滑剂。润滑剂膜不能使试样达到一致性的微刻蚀。

5.1.14 可跟踪性 如果组装件在组装夹具中固化的话, 应取出组装件。组装件/试样应具有永久性的标记, 以确保对PCB或面板的跟踪。

5.1.15 抛光质量 制备完善的显微切片组装件的表面质量应具有下列条件:

- 1) 根据用户的技术规范, 目标PTH应研磨到PTH的中心。
- 2) 在检测时, 金属表面不应有大于10 μm[39.4 μm]的划痕(即: 铜)。
- 3) 在其它金属、板基体材料和/或灌注材料上不能有涂抹一片的金属(即: 铜、锡/铅、镍)。
- 4) PTH中的金属表面的周边不能有杂质(即: 铜)。
- 5) 试样和灌注材料之间不能有间隙。

在放大100倍数的条件下, 在金相显微照片上或黑色活性碳的阴影上, 材料边缘不在焦点上时, 金属表面应有防磨缠扎绳。

5.2 评估方法

5.2.1 分离评估 在微蚀刻之前, 评估PTH的内层分离状况。蚀刻后需对观察到的情况进行再次检验。在未蚀刻和微蚀刻的条件中注意到的分离相互间不必有关联。

5.2.2 试样的微刻蚀 擦洗试样或将试样浸渍于适用的微刻蚀溶液中, 并用自来水漂洗。推荐使用的刻蚀溶液和公式列在IPC-MS-810标准中。刻蚀时间随着为样品的微刻蚀所选择的刻蚀剂的类型不同而变化。

5.2.3 评估 评估镀覆金属的平均厚度, 并按照用户的技术规范确定PTH质量。

6.0 注意事项

6.1 金钢石抛光 在按照IPC-6012中2级和3级要求评估PCB产品品质时, 金钢石抛光介质要比氧化铝更好

编号: 2.1.1.2	项目: 半自动或全自动微切片设备	日期: 05/2004
版本: A		

U.S.A. CAMI GRADE	EUROPEAN NEW "P" GRADE	Excerpt from Struers Catalog ration Europeenne des Fabri-cants des Produits Abrasifs (FEPA) and gives the grain sizes in μ m. The silicon carbide powders of STRUERS wet-grinding papers are classified to FEPA grades, and specifically to the P-series.
600	P1200	
500	P1000	
400	P800	
360	P600	
320	P500	
280	P400	
240	P360	
220	P320	
180	P280	
150	P240	
120	P220	
100	P180	
80	P150	
60	P120	
50	P100	
40	P80	
36	P60	
30	P50	
24	P40	
20	P36	
16	P30	
12	P24	
	P20	
	P16	
	P12	

图 1 研磨砂纸的尺寸(美国和欧洲比较)

一些。金钢石为评估导电表面的分离提供了较清晰轮廓的铜表面。

6.2 蚀刻剂 普遍使用的铜微刻蚀剂有两种, 其是氢氧化铵/过氧化氢和重铬酸钠蚀刻剂。这两种蚀刻剂各有一些优点, 也存在着一一些缺陷, 所以在选择时必须加以认真的考虑(见IPC-MS-810)。

6.3 砂纸 砂纸研磨尺寸具有不同的标示符(美国公制版本)。图1将各等级间的关系都列在表内。

6.4 有关说明可接受的和不可接受的抛光质量的显微图片可参见IPC-MS-810。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.2	
Subject 针孔评估, 染色渗透法	
Date 03/76	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

在染色渗透后目视检验铜箔上针孔的方法

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

样本必须以滚轮为宽度，长度至少为12英寸来测试染色渗透。

4.0 仪器

4.1 Magnaflux 清洁剂SKC-HF和渗透剂SKL-HF及适用的刷子或滚轮。

4.2 能测量直径为0.005英寸刻度的显微镜或适用的

放大镜装置。

5.0 操作步骤

5.1 清洁 使用Magnaflux清洗剂SKC-HN清洗铜箔未经过处理的一面，然后擦拭干净。

5.2 印染 应用Magnaflux渗透剂SKL-HF印到已清洁金属表面。

5.3 针孔评估 在金属箔有保护面的染点，表示染料穿透金属箔，清点并测量针孔的直径。

6.0 注意事项

Magnaflux化学药水可从Magnaflux公司购买，地址：7300W.Lawrence Avenue, Chicago, Illinois 60656



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.3	
Subject 镀通孔结构评估	
Date 08/76	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法使用化学药水除去通孔边和孔相联电路的玻璃布-树脂后,用显微镜在任何角度检查镀通孔(PTH),焊盘、导线结构的检验。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

样品是玻璃布环氧树脂多层或双面PCB,包含有一个PTH孔和与它相连的互连电路,它被选作更详细的检查。

4.0 仪器

4.1 因为使用腐蚀性化学药水,所以要使用通风橱。

4.2 显微镜可放大到50至100倍。

4.3 搅动加热盘,能保持温度50℃。

4.4 设备。以下设备用作本试验:

- ◆ 护目镜
- ◆ 面具
- ◆ 防酸围裙
- ◆ 防酸面具
- ◆ 聚乙烯烧杯
- ◆ 聚氯乙烯手套
- ◆ 玻璃烧杯
- ◆ 重铬酸钠硫酸(1.84克/毫升)
- ◆ 操作平台

◆ 氢氟酸(48%)

◆ 温度计

◆ 实用夹

◆ 温度计夹

5.0 操作步骤

警告:氢氟酸和硫酸及它们蒸汽有剧毒和强腐蚀性,它们不可暴露或直接拿取,除非有完整的防护服,并在通风橱中操作。

5.1 试剂 取35毫升重铬酸钠饱和溶液($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$),1升浓硫酸(H_2SO_4)于一玻璃试管中,然后进行冷水浸泡,配成硫酸铬溶液。在一聚乙烯烧杯中使用1份硫酸和3份质量比的氟酸(HF48%),配制氢氟酸硫酸混合物。

5.2 浸浴 在一个已知尺寸的玻璃烧杯中加足够浸没样板的硫酸铬溶液。将溶液在加热盘上加热到50℃后,将样品浸在溶液中。完全反应后(小气泡消失),将样品拿出来,用蒸馏水洗。用吸水纸吸干多余水份,将样品浸入室温的氢氟酸硫酸混合物中,两分钟后移出,用蒸馏水洗样板,用吸水纸将水份吸干。重复这个步骤直到获得希望的暴露线路。

5.3 测试评价 在显微镜下检查样板,观察PTH孔的结构和状况,互连和层间位置。

6.0 注意事项

氢氟酸硫酸混合物必须一直保存在聚乙烯烧杯中。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.5	
Subject 未覆和覆金属材料表面检查	
Date 12/82	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法规定目视检查的主要内容并叙述其推荐的检查方法。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

印制线路板的任何有代表性的被覆盖的或未覆盖的样本。

4.0 设备/仪器

可放大30倍的放大镜或显微镜，带有刻度线，可测量到0.001英寸(0.025mm)。

5.0 操作步骤

5.1 针孔 在试样上用放大倍数不低于10倍的放大镜目视检查针孔。铜箔面应预先清洗或轻微蚀刻。

5.2 凹陷和压痕 被检验的每平方英尺或PNL板上的

凹陷或压痕最多总数如下规定：

最长的尺寸(英寸).....	点值
0.000-0.010(包括0.010).....	1
0.011-0.020(包括0.020).....	2
0.021-0.030(包括0.030).....	4
0.031-0.040(包括0.040).....	7
0.040以上.....	30

目视检验样本上时应该使用不小于10倍的放大镜。

5.3 刮伤 测量刮伤使用显微镜(最大为30倍)。

5.4 皱褶 用标准的或校正的20/20的视力来观察皱褶。

5.5 内含夹杂物 应该使用18倍至30倍的放大镜来测量内含夹杂物。

6.0 注意事项

附加参考见：

IPC-CF-150：铜箔

IPC-A-600：印制电路板可接收性

MIL-P-13949：压合材料



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

该方法为测定在P.P固化中起加强作用的玻纤织布厚度。如：E玻纤、S玻纤和石英纱。在P.P溶化前或溶化后检验玻纤时适用。

2.0 适用文件

FED-STD-191

3.0 测试样本

3.1 尺寸 建议使用尺寸为 101.6×101.6 mm的样本。使用《燃烧方法》样本来测定树脂含量。使用尺寸够大之样本来保证测厚仪压力脚的所有点距样本边缘测量至少为6.4mm(0.25英寸)。

3.2 数量和抽样 除非有特定，必须在三个样本片上各切取三小片。必须根据玻纤的方向来切取样本。样本材料表面上应无典型的折褶、皱纹、节瘤，或其它变形。

4.0 仪器和材料

4.1 马福炉 能保持 550 ± 50 度(1022 ± 90 F度)的马福炉。

4.2 量具(绝对重量类型) 使用一个能读取精度为 0.0025 mm(0.0001 英寸)刻度的绝对重量测厚计。压力

Number 2.1.6	
Subject 玻纤厚度	
Date 12/94	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

脚应为直径为 6.35 ± 0.025 mm(0.25 ± 0.001 英寸)的圆形状，能称取总重量为 173 ± 14 kPa(25 ± 2 psi)的样本。铁砧的直径不能小于 6.35 mm(0.250 英寸)。测微表(千分尺)在零位或同一钢块规上应能重复读取 0.0013 mm(0.00005 英寸)。

5.0 操作步骤

5.1 P.P样本准备 将样本放于温度为 550 ± 50 度(1022 ± 90 F度)的马福炉内一段时间来保证有机树脂被完全清除。从马福炉将样本移出后，样本应冷却到室内温度。

5.2 厚度测定 将样本置于测厚仪铁砧上，压力脚应接近于被测量样本区域外的一位置。压力脚应后退 $0.0080-0.01$ mm($0.0003-0.0004$ 英寸)的距离，将样本移到测量位置，然后压力脚释放于样本上。将压力脚放在上面至少5秒中的时间。读取刻度盘上最接近 0.025 mm(0.0001 英寸)的读数。

5.3 评估 记录每一次的读数并报告出最接近 0.025 mm(0.001 英寸)的三个读数的平均值。

6.0 注释

见联邦测试方法标准191号，该程序附加信息和背景见方法5050号。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.6.1	
Subject 玻璃纤维的重量	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法是使用小样本来测量织物重量的一种方法。该方法适用于纺织玻纤或非纺织玻纤或其它无机纱线玻纤或由有机纤维/纱线组成的玻纤。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

3.1 测试样本结构 除非有特定，应包括至少2片最大尺寸为127×178mm[5.0×7.0英寸]和最小尺寸为98×98mm[3.88×3.88英寸]的玻纤样本。总和面积必须大于29,000平方厘米[45平方英寸]。例如：3片为102×102mm的样本，总面积为30,968平方厘米[48平方英寸]。

3.2 数量和抽样 从玻纤滚轮上取样(由制造厂商提供)但不要取接近滚轮边宽的十分之一以内的部分。除非有特定，在滚轮上随意取三个样本。

4.0 仪器或材料

4.1 能称取0.001gm的解析天平。

4.2 切割仪器 一个能将尺寸为3.1mm样本切割为0.38mm以内的冲床硬模或钢形冲模。使用剃刀或一

同等物，加上一卡尺或一同等测量的装置，能满足样本尺寸的精确要求，且玻纤边缘被切取得很光滑。

5.0 操作步骤

5.1 按3.0的要求准备样本。小心地处理所切取之样本防止弄掉样本边缘的纱线或纤维。当适用时应根据玻纤的方向来进行切取。如不使用冲模，测量样本尺寸最近为0.38mm[0.015英寸]。

5.2 在天平上称测样本0.1%的重量。(注：必须小心以防止任何切口上之松散纱线与样本一起被称测)。

5.3 评估 以克为单位称测每平方米的重量[以盎司为单位称测每平方码]，如下：

$$GSM = G/A \quad [OSY = 45.72G/A]$$

GSM[OSY]=克/每平方米(盎司/每平方码)

G=以克[盎司]为单位样本的总重量

A=以平方米[平方英寸]为单位样本的总面积

5.4 报告 报告测试的单个样本的重量和所有样本的平均重量。

6.0 注释

无



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.7	
Subject 玻璃纤维的纤维数量	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

用于测定P.P玻纤纤维数量的方法(树脂饱和玻纤, 或B阶段)。该方法在饱和前后进行玻纤检验时适用。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

除非有特定, 切取尺寸至少为101.6×101.6mm(4.0×4.0英寸)的三个样本来进行测试, 样本从滚轮上随意切取或从三张大样本上各切取一样本。须标明纤维的扭曲和填充的方向。

4.0 仪器或材料

4.1 马福炉 能保持 550 ± 50 度(1022 ± 90 F度)的马福炉。

4.2 放大镜和计数装置。须确定其型号和模型。

4.3 Gingher 纤维计数器, G4型号, 或其它同等的计数器。

5.0 操作步骤

5.1 方法A: 以英寸为单位的玻纤计数方法

5.1.1 将P.P样本放于温度为 550 ± 50 度(1022 ± 90 F度)的马福炉内15分钟或直到足够的时间将树脂被烧

掉, 能清楚地看见玻纤纤维。从马福炉将样本移出后, 将样本放于一平坦台面防止纤维变形, 并冷却至室内温度。

5.1.2 将样本尽可能放平, 轻松无拉紧地放在一平滑水平台面上。使用放大镜和测量装置来计量规格(25.4mm/1.0英寸)范围内玻纤布各方向的纤维数。

5.2 方法B: Gingher玻纤计数方法

5.2.1 将Gingher比较仪平行地放于一方向进行计数。前后平行地(1015度)转动该比较仪直到出现一眼镜可观察到的抛物线。该抛物线的顶点为每英寸纤维数的正切。

5.2.2 玻纤纤维其它方向计数重复5.2.1的方法。

5.3 如发现测试数据间有差异或不一致, 5.1的方法为仲裁方法。

5.4 报告 将每个方向的纤维数据平均化。报告单个的读数和平均结果。

6.0 注释

6.1 总结 在适用性能规范或产品采购规范中应详细以下要求:

- a、使用的测试方法(见5.1和5.2)
- b、所测试的样本尺寸和样本数, 如无特定(见3.0)
- c、当适用时, 规定的程序和标准的任何条件或变更。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.7.1	
Subject 纤维数计算, 有机纤维	
Date 12/87	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法用来测定包含易燃纤维扭曲数量的方法。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

样本可为大于51mm×51mm的任何尺寸。

4.0 仪器

4.1 玻璃尺、指示器或其它适用形式的计数装置。

4.2 显微镜

5.0 操作步骤

5.1 纤维扭曲 将样本尽可能放平, 轻松无拉紧地放在一平滑水平台面上。以25mm为玻纤布宽度来测量实际纤维扭曲的数量。

5.2 纤维充填物 25mm为填充方向的纤维数量按照5.1的方法测定。

5.3 测试评估 当知道纤维方向后, 用“A×B”的形式报告25mm宽度纤维数量, A和B分别为以25mm为宽度的扭曲和填充物的数量。当不知道纤维方向时, 以“A: B”的形式报告以25mm为宽度的纤维数量, A为任何方向宽度为25mm的纤维方向, B为垂直方向的纤维数量。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.1.8	
Subject 工艺	
Date 12/94	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法描述检查工艺材料或完成品的所需程序，其为产品的总体质量而不是适用标准的详述规定。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

3.1 检验—批量中的任一pcs。检验或测定特定性能所准备那些样本通常用来判定工艺。

4.0 仪器或材料

4.1 放大10倍的仲裁光学装置。

5.0 操作步骤

5.1 评估

5.1.1 在处理产品的任一阶段：准备样本、或是样本

条件，除了要求那些特定适用的规范和使用肉眼或20/20的正常视力来检验产品外，产品还必须保证无任何不良、瑕疵、或不正常之特性。

5.1.2 当运用20/20的正常视力的评估为不可靠时，则使用10倍的放大镜来进行检验仲裁。

5.2 记录和报告

5.2.1 应记录每一个值得怀疑的瑕疵或不良且以文件形式保存。核准过的质量功能决定产品的可靠性、服务性或功能是否受到影响。

5.2.2 记录并报告检验的结果，如认为有必要，还需包括不良图片。

6.0 注释

无



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.9	
Subject 铜箔表面刮伤检验	
Date 05/86	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于使用目视检验时用视觉和感觉来评估表面刮伤。

如需更确切的数据,则使用IPC-TM-650方法2.1.1来进行切片仲裁评定。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

任何提交合格之整张铜箔或切取一定大小尺寸或周期的一致性样本。

4.0 仪器

能测试1.00mm厚度的Dunlop Tortex吉他指套或同等的测厚仪。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 使用标准或正确的20/20的视力来确定刮伤的位置。

5.1.2 当使用轻微压力时使指套测厚仪受阻力停止的刮伤为不可接收。指套测厚仪能感觉到但不会使其停止的刮伤为可接收。

5.1.3 使用IPC-TM-650方法2.1.1来进行切片仲裁测试。

5.2 评估

5.2.1 评估一张铜箔或PNL铜箔要“生产使用之区域”。“生产使用之区域”不包括从四边边缘计算至中心1英寸(25mm)之部分。

把检验之结果与相对应之规范作比较。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

该检验方法用来目视检验双氰胺，一般被称为“双氰胺”，半固化片物料内树脂不溶化用偏振光的方式做为一种固化剂。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

除非有特定，切取一块半固化片板层大小：101.6 × 101.6mm(4.0 × 4.0in)。

4.0 设备和仪器

4.1 一附属光源如：摄影光盒、光桌或光亮显微镜平台。有足够的光强在完全偏振条件下如：在光盒内使用60瓦的灯泡的条件下能观察到样本的细微特性。

4.2 一对相匹配的偏振过滤镜片。

4.3 一个至少能放大30倍至100倍的放大镜。

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 把一个偏振的过滤镜片放在光源上方，再把样本放在过滤镜片上。

5.1.2 把第二个偏振的过滤镜片放在样本上有且与第一个镜片方位一致。

5.1.3 将放大镜放大至30倍到100倍间对准到差不多过滤镜片的中心。

5.1.4 通过上面一个过滤镜片用放大镜对准样本。

5.1.5 将上面的一个过滤镜片旋转90度。(见图1)

5.2 评估

5.2.1 观察样本上的双氰胺，除边缘上的。如果有双

Number 2.1.10	
Subject 不溶解的双氰胺目视检验	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

氰胺，则会使得两极分化的光四周扩散，后通过第二个过滤镜片充分强化而显而易见。

5.2.2 必须进行仔细观察来避免将树脂上灰尘和裂缝误认为双氰胺。因为灰尘和裂缝也会使光分散。严重的不溶解双氰胺可用局部或非偏振的光进行观察。

5.3 报告 应按附录A中的等级来对双氰胺进行记录。需报告其外观形状为晶状体、片状或群集状。

6.0 注释

6.1 双氰胺是一种和环氧树脂一起使用的固化剂；在树脂混合阶段被使用。如果混合不均匀或不适宜，双氰胺颗粒可能不会溶化或可能会再结为晶状体。双氰胺在加工过程中可能会再次结为晶状体。半固化片在压合过程中，双氰胺会导致压合空洞或其它不良形成。

6.2 薄片状双氰胺 从中心显射出大量松散晶状体。

6.3 群集状双氰胺 晶状体和薄片状的聚集。

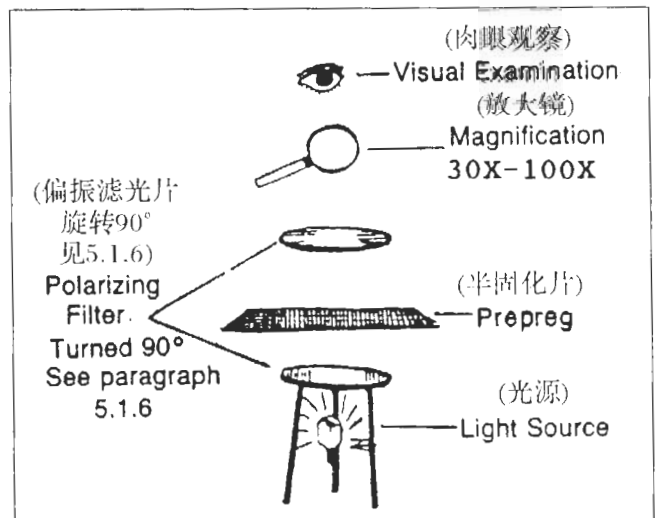
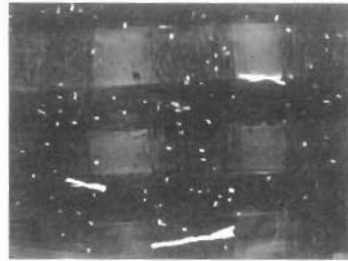


图 1 双氰胺目视检验安装(扩展观察图)

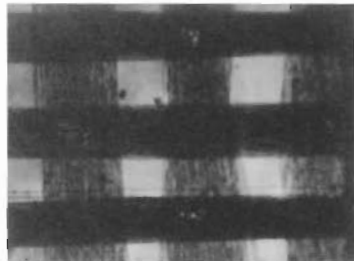
编号: 2.1.10	项目: 不溶解的双氰胺目视检验	日期: 12/94
版本: A		

附录A 双氰胺低、中、高和极端水平的图片

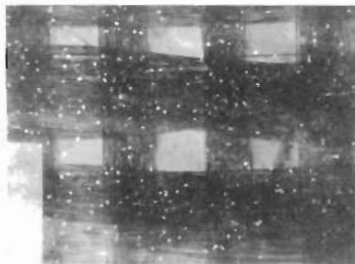
Degree 1



Degree 1



Degree 2

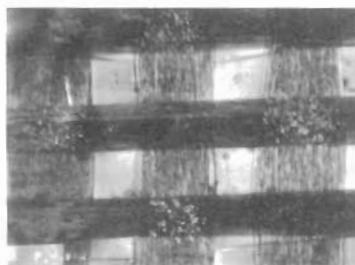


Degree 2

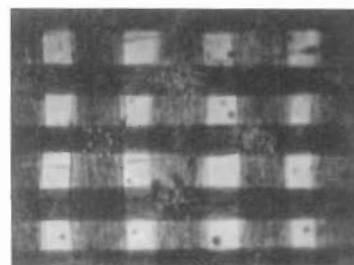


不同等级的双氰胺晶状体

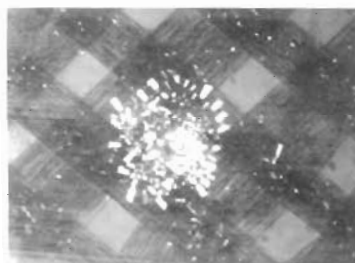
Degree 3



Degree 2



Degree 4



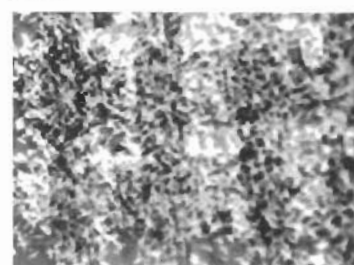
Degree 4



Degree 4



Degree 5





**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.1.13	
Subject 挠性印制电路材料内含物和空洞的检验	
Date 05/98	Revision A
Originating Task Group Flex Peel Strength Test Methods Task Group (D-13A)	

1.0 范围

该方法描述了量化挠性印制电路材料内含物和空洞存在的程序。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

一个样本25cm × 25mm(电介质覆金属的一面)。

4.0 测试仪器

4.1 切取25mm × 25mm测试样本。

4.2 高达30倍的放大镜和光学装置，能够测量小至0.013mm的刻度。

4.3 能够除去覆金属的蚀刻系统。

4.4 能够在55 ± 5度的条件下去除胶粘性或电介质覆金属的蚀刻液。

5.0 操作步骤

5.1 样本准备

5.1.1 当样本为覆金属时，药水能100%的蚀刻掉金属，后清洗再吹干。当样本涂布上一层胶时，将上面的保护层去除掉。

因其为静电材料，用去除离子气体或同等物中和静电。

5.1.2 将样本分割为2.5cm的方块。

5.1.3 随机抽取检验10个方块。

5.2 检验

5.2.1 使用30倍的放大镜，检查10个方块的内含物和空洞(见4.2)。空洞是所指定材料上的缺失，如：气泡或孔。内含物是所指定材料上的金属或非金属异物

(是用布块擦拭不掉的)，是本不应存在于材质上的物体包括胶化颗粒。

5.2.2 测量内含物和空洞的最大尺寸。用毫米为单位记录所发的内含物和空洞的尺寸、数量和类型。

5.3 评估

5.3.1 按下列方法计算内含物和空洞的PPM：

$$\sum KY/0.025=PPM$$

$$K=1$$

K为以毫米为单位的内含物和空洞的尺寸，Y为所记录之特殊尺寸的内含物和空洞的数量，PPM为内含物和空洞的一种表现方式。从毫米到PPM转换的公式。

公式：

$$(\sum KY)/0.025=PPM$$

(10个样本的检验)

注：基于该测试方法的目的，AQL要求为1.0%与10000PPM对等。

因此：

K=以毫米为单位表示内含物/空洞的尺寸

Y=特殊尺寸的内含物和空洞的数量

范例：

假定检验10个方块并记录下列内含物/空洞(按表格1)：

内含物：0.0875mm，0.0875mm，0.125mm

空洞：0.025mm，0.025mm，0.05mm，0.0625mm

内含物的计算*

$$(\sum KY)/0.25=[0.05(0.0875)+0.025(0.125)]/0.125=0.03PPM$$

空洞的计算*

$$(\sum KY)/0.25=[0.05(0.025)+0.025(0.05)+0.025(0.0625)]/0.25=0.02PPM$$

编号: 2.1.13	项目: 扰性印制电路材料内含物和空洞的检验	日期: 05/98
版本: A		

表格 1 样本数据记录

类型	尺寸(mm)				
	0.025-0.075	0.1-0.25	0.275-0.5	0.525-0.75	>0.75
导电的					
不导电的					
总内含物数					
总空洞数					

注: 如在同一样本上有不同尺寸的内含物/空洞, 那么则必须将他们相加然后换算为ppm。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.2.1	
Subject 外形尺寸确认	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group Rigid Board T.M. Task Group, 7-11d	

1.0 范围

本方法是指包括印制电路板的所有外观尺寸检验，特别是检验仲裁。包括非光学加强测量技术，且IPC-TM-650的2.2.2中未包括本方法。

2.0 适用文件

ANSI NCSL Z540 国际标定标准或物理常量

3.0 测试样本

适用的性能规范或标准中定义了测试样本。

4.0 仪器或材料

4.1 精度精确、分辨率高的、能完成必要测试的外型测量仪器(如：卡尺、测微表、量孔针、实试板等)。

4.2 所有的外型测试仪器必须按ANSI NCSL Z540, 国际标准或物理常量之规定进行校正。

5.0 操作步骤

5.1 使用原始系统的仪器(如：卡尺、测微表)。

5.2 操作仪器必须一致性以获得所需之精确性、重复性和精度。

5.3 如果测量印制电路板属性，进行多种测试来描绘样本区域内的多种特性(如：孔径、厚度)。

5.4 使用图表、标准或规范作为一个最小或最大限制值是重要的计数规定，读取相同数量并记录所测因素的尺寸。

6.0 注释

下列项目影响测试结果：

工具磨损&保养

环境因素

仪器精度-适当存储

不适当的校正



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.2	
Subject 目测检验尺寸	
Date 08/97	Revision B
Originating Task Group Rigid Board T.M. Task Group, 7-11d	

1.0 范围

此方法意图是说明用于3mm尺寸以下的光学增强测量技术，一般是参照印制板图纸。这种方法不包括IPC-TM-650方法2.2.1中的机械尺寸认证。这种方法意图是取代IPC-TM-650，方法2.2.3。

2.0 适用文件

IPC-OI-645 视觉光学检验辅助标准
IPC-A-600E 印制电路板的可接受性

3.0 试样

3.1 在适用性规范或标准中应有试样的定义。

4.0 器械或材料

4.1 能够放大至少视野的20%测量区域的光学检验辅助设备。(详细说明见IPC-OI-645。)

4.2 安装于光学检验辅助设备的具有刻度或标度的刻线或十字丝测微器，其参考尺寸要求的最后的有效数字的最小的测量分辨率为50%。应在规定的放大倍数下，对刻线或十字丝测微器进行校准，以确定各段之间的距离，单位为mm。

5.0 步骤

5.1 选择一种能够清楚地观察到需测量的表征区域的光学辅助设置

5.2 调整光学辅助设备，这样的话，需测量的两个部件和刻线或十字丝测微器才能在焦点上。

5.3 对准刻线或十字丝测微器，这样的话，才能看到测量的刻度，并与测量的部件的边缘对齐。

5.4 读出刻线或十字丝测微器的读数，以便获得部件边缘之间的段数。

5.5 获得特性的实际尺寸，在给定的放大倍数下，乘以以往获得的刻线或十字丝测微器(单位 $\mu\text{m}/\text{段}$)(英寸/段)的校准数据读出的段数。

5.6 使用与图纸、标准或规范规定的有效数字相同的数测量属性，作为最小或最大极限值，并记录尺寸。

6.0 注释

6.1 对于光学检验辅助要求、定义和证书条款的详细说明，见IPC-OI-645。

6.2 IPC-A-600标准中的数据和图表对特定范围的测量技术进行了说明。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本测试方法用来测量一导线相对原始布线图形产生的导线的精确度。

2.0 参考文件

IPC-A-600F, 印制板的可接受标准。

3.0 测试样板

因为本方法使用无破坏的光学测量方法, 所以可用在任何电路板的制前或生产阶段进行测量。

4.0 仪器

该光学仪器是要有50倍的放大倍数, 带十字标线, 可测量的导线最小间距为0.001英寸。该仪器使用时要与板面保持垂直。

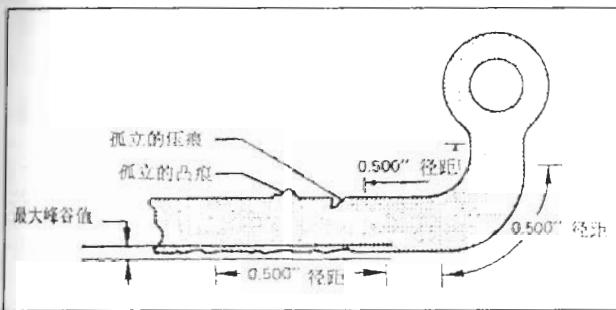


图 1

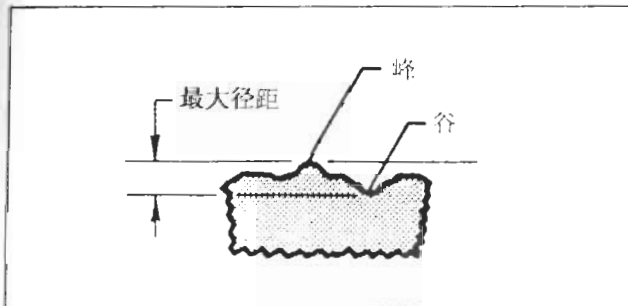


图 2

Number 2.2.3	
Subject 导体边界清晰度测量	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group	

5.0 操作步骤

5.1 样板准备。肉眼目视选择测量区域, 划分出0.5英寸长的直线或曲线, 编号或文字和数字标识。

5.2 测试评价。检查每一0.5英寸跨度的区域, 记录读数。有些缺陷如独立的缺口、凸点, 虽然通常可接收, 但是仍然应被标识和测量。在0.5英寸跨度内的粗糙度, 应测量最顶点到最凹点。

5.3 计算。两条平行边导线的平均宽度, 认为是通过最顶点到最凹点方法测量的平均值。

6.0 注意

下图标识上文提到的位置描述。

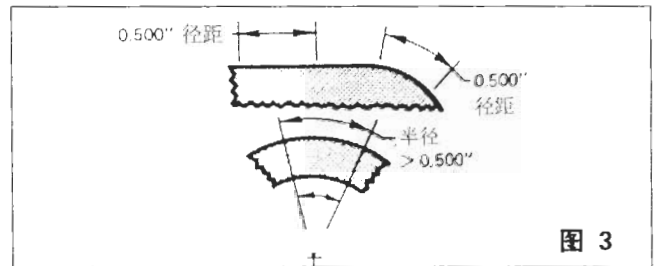


图 3

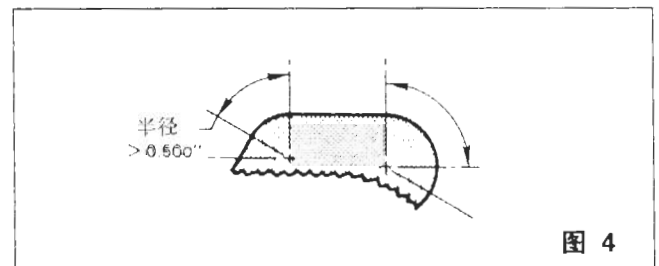


图 4

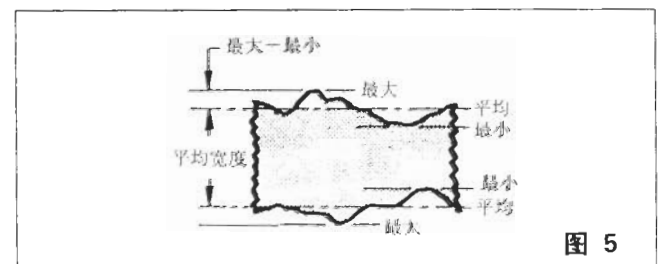


图 5



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.4	
Subject 介电尺寸稳定性和柔韧性	
Date 12/82	Revision A
Originating Task Group Flex Peel Strength Test Methods Task Group (D-13A)	

1.0 范围

本测试方法用来建立和定义，决定有或无金属覆盖塑料介电质的尺寸热变化率的程序。

2.0 参考文件

无

3.0 测试样板

如图1，最小10.5 × 11.5 英寸的有或无金属覆盖塑料介电质的切板或冲孔板。

4.0 仪器

- ◆ 剪刀 - 裁10.5 × 11.5 英寸测试样板。
- ◆ 微分尺 - 最小刻度为0.0005 英寸或更小，或者相当测量精度的光学测量系统。
- ◆ 冲孔机 - 最小直径0.035 英寸。
- ◆ 烤炉 - 机械热对流型，可保持温度150 ± 2℃。
- ◆ 蚀刻 - 在金属剥离中，保持样板温度43 ± 5℃。
- ◆ 划线器 - 能划的最宽线为0.005英寸。

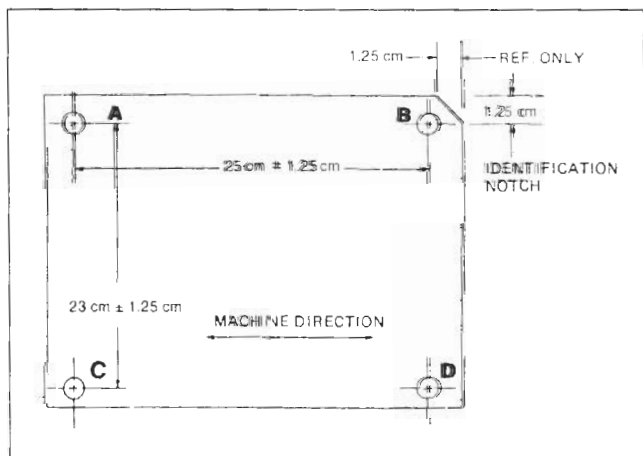


图 1

◆ 化学蚀刻 - 在43 ± 5℃时蚀去金属，并不损害介电质或其粘合性。

5.0 操作步骤

5.1 样板准备。在样板上如图所示位置A,B,C,D，划0.005英寸宽的线或冲孔。将样板在温度23 ± 2℃，湿度50 ± 5%环境中静置最少3小时，测量孔/线中心距离，例如孔A-B,C-D,A-C,B-D孔间最近距离。作为初期结果(F1)记录。

5.2 方法A，不覆金属的板，在标准条件下的尺寸热稳定性。

- (1) 将测试样板自由放在150 ± 2℃烤炉中，30 ± 2分钟。
- (2) 在标准条件温度23 ± 2℃，湿度50 ± 5%下，冷却样板3小时。
- (3) 重新测量孔/线中心距离，作为受过热的最后测量值(F1)。

5.3 方法B，覆金属板由于金属层蚀除的尺寸稳定性。

- (1) 在43 ± 5℃时100%化学蚀除金属，使用的蚀刻药水对介电质和其粘合力无损害。洗板和烘板对介电质也无影响。测试样板在蚀刻，清洗烘干过程中应不受压迫。
- (2) 在温度23 ± 2℃，湿度50 ± 5%条件下，稳定样板最少24小时。
- (3) 重新测量孔/线中心距离，作为蚀刻后的最后测量值(F2)。

5.4 方法C，方法B中已蚀除金属的样板尺寸热稳定性。

- (1) 将方法B中已测量的测试样板自由放在150 ± 2℃烤炉中，30 ± 2分钟。

编号: 2.2.4	项目: 介电质尺寸稳定性和柔韧性	日期: 12/82
版本: A		

(2) 在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$, 湿度 $50 \pm 5\%$ 条件下, 稳定样板最少24小时, 重新测量孔/线中心距离。

(3) 重新测量孔/线中心距离, 并记录作蚀刻和受热(F3)。

5.5 计算线尺寸公式如下:

$$M.D. = \frac{\frac{(A-B)_F - (A-B)_I}{(A-B)_I} + \frac{(C-D)_F - (C-D)_I}{(C-D)_I}}{2} \times 100$$

$$I.D. = \frac{\frac{(A-C)_F - (A-C)_I}{(A-C)_I} + \frac{(B-D)_F - (B-D)_I}{(B-D)_I}}{2} \times 100$$

M.D = 长方向尺寸变化百分比

T.D = 长方向尺寸变化百分比

I = 初期测量结果

F = 最后测量结果

A-B = 点A和B间距离

A-C = 点A和C间距离

C-D = 点C和D间距离

B-D = 点B和D间距离

注意: 在标识金属覆盖层样板时, 可选择划线方法, 蚀刻时要小心保护已划的线。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.6	
Subject 钻孔孔径的测量	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

测量印制电路板在制品或成品钻通孔的内径。

2.0 适用文件

IPC-D-300单、双面板印制电路板尺寸和公差

IPC-A-600印制电路板接受性

3.0 测试样板

样板或印制电路板生产板，每一样板应有一样的钻或冲压特征，没有通孔冲压。

4.0 仪器

4.1 立体显微镜：带10倍放大倍数的测微目镜和照明装置或相当替代品。

5.0 操作步骤

5.1 测量：将显微镜的放大倍数设定为10倍，在最大处从一侧到另一侧测量孔的内径。

5.2 评价：记录测量钻孔和冲孔的结果。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.7	
Subject 镀通孔孔径的测量	
Date 05/86	Revision A
Originating Task Group Printed Board Test Methods Task Group (7-11d)	

1.0 范围

测量印制电路板镀通孔的内径。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

成品板或测试板，根据供需双方的协议或共同认可的图形来确定孔的数量、类型和分布。

4.0 仪器

4.1 立体显微镜：带20倍放大倍数的测微目镜和照明装置。

5.0 操作步骤

5.1 测量：将显微镜的放大倍数设定为20倍，在最大处从一侧到另一侧测量孔的内径。

5.2 评价：记录测量结果，标明出现的空洞和瘤状物。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

测量印制电路板上孔中心线到基准的距离。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

装配零件前任何制程获得的印制电路板均可作为样板。

Number 2.2.8	
Subject 孔的位置	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

4.0 仪器

4.1 达到0.500英寸测量尺寸的小型比较仪和尺寸大于0.500英寸的光学比较仪。

5.0 操作步骤

5.1 测量：将测试样板放在测量平台上，参照基准来测量所有孔的位置。

5.2 评价：以平均值来报告所有测量结果。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.10	
Subject 孔位和线路位置	
Date 12/83	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该方法适用于在电路板生产时前期准备阶段内的任何时间进行的非破坏性的测试。

2.0 适用文件

IPC-A-600 印制板可接受性

IPC-D-325 印制板完成品文件规范

3.0 测试样本

生产前或生产中的任何单面板、双面板、多层板或测试板。一层或多层上有不关连焊盘的线路板。

4.0 仪器

能测量0.001英寸或更小的任何光学、验光机械或机械测量装置。可能会使用X-ray影像。应垂直地测量所有的样本。

5.0 操作步骤

5.1 概论 孔位精度是根据图纸来定的，线路位置的精准度被作为是第二尺寸控制。

5.2 孔位 将一个测试样本放于测量装置上。测量所有孔的孔位精准度(记下图纸的要求)。

5.3 双面板和多层板板面-线路位置 在定孔中心后(5.2节)，定铜面中心与各个孔的中心作比较。对于线路的多样化，用板一面的线路与另一面的线路作比较，对所有的孔进行测试且作比较。

5.4 多层板-内层线路位置 用X-ray影像拍摄进行多层板内层对位。将样本置于一平台上进行拍摄。另以30度的角度拍摄二张样本的X、Y位置。使用10-30功率来测量X-ray底片或图片。

6.0 注释

设置和操作参数，如：Kv, Ma，距离和时间都依据板厚和机器的类型来定。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.11	
Subject 连接焊盘重合度 (层与层之间)	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法是为了测定特定孔内所有连接盘中心线之间的最大偏差。

2.0 适用文件

IPC-A-600G, 印制电路板可接受性。

3.0 测试样板

在X轴方向和Y轴方向的中心线上至少有一个镀通孔。

4.0 仪器

同本手册2.1.1节显微剖切中的金相和显微设备。

5.0 操作步骤

5.1 样板准备 在X、Y方向上要剪切、制备和密封最少一个样品, 并且要如本手册2.1.1所述的方法进行显微抛光。选择有最多连接盘数的镀通孔, 以便得到最多的重合度数据。

5.2 测量 测量每一个导体(在铜粘合在板中心时, 测量它的最远程)。

5.3 评价 计算连接盘中心线偏离的最大距离见图1。

6.0 注意事项

常规测试一般是用X-射线, 但显微抛切优先作为仲裁试验法。

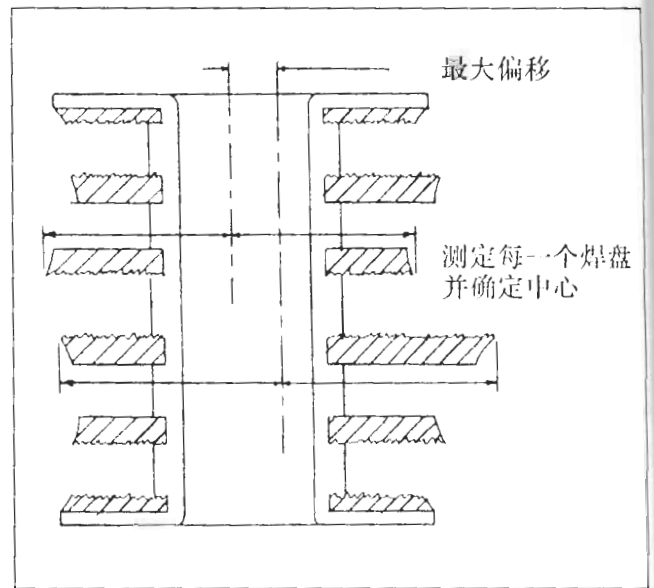


图 1



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.12	
Subject 重量方法测定铜的厚度	
Date 03/76	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法提供的程序是用铜箔质量来测量印制电路板的铜箔厚度(用质量测量的平均厚度)。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

在铜箔卷上的铜箔位于左、中、右各取一个样本，作为测量样本。

4.0 仪器

4.1 精确到 ± 0.1 克测量重量的天平。

4.2 适合裁铜箔的刀具。

4.3 裁下样板为254平方英寸(0.164平方米)，(长 $12 \pm 1/32$ 英寸 \times 宽 $21-3/16 \pm 1/32$) (长304.8mm \times 宽538.2 ± 0.079 mm)。

5.0 操作步骤

5.1 区分左、中、右样板后，单独秤每一样板，记录结果。

5.2 评估

- (1) 一盎司铜箔(标准厚度0.0014")质量为50克 ± 5 。
- (2) 两盎司铜箔(标准厚度0.0028")质量为100克 ± 10 。
- (3) "x"盎司铜箔(标准厚度0.0014")质量为50x克 $\pm 10\%$ 。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本方法提供了一技巧，用来测定处理后或未经处理铜箔总厚度和用来测定制造电路板和多层电路板所使用的铜箔的外观因素。

2.0 适用文件

无

3.0 仪器

3.1 切纸机

3.2 25.4mm的精确切纸机，最低长度为324mm(12英寸)。

3.3 分析天平，分辨率为1毫克。

3.4 标准 25.4mm(1英寸)棘齿测微表 0.0025mm (0.0001英寸)溶剂(或更好的)，25 psi 压力，6.4mm(0.25英寸)铁砧。

3.5 平口叉钳

4.0 样本

4.1 数量：3片样板

4.2 外型：324×25.4mm(12.00×1.00英寸)

4.3 定位

4.3.1 滚轮：应切割从滚轮上铜箔中心到两边边缘为宽度。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 将样本折成10层，长为25.4mm(1英寸)，使经过处理的一面向外，这样便无处理一面与另一面有交界。

5.1.2 使用分析天平称样本精确到0.001克重量并记

Number 2.2.12.1	
Subject 处理后和未经处理的铜箔总厚度和外观因素	
Date 09/87	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

求为W1。

5.1.3 使用一对平行叉钳或同等的装置将样本压缩外层3.2mm(1/8英寸)。

5.1.4 使用测微表测量样本精确到0.0025mm (0.0001英寸)的样本厚度。

5.2 计算

5.2.1 重量为324×25.4mm(12×1英寸)的样本乘以0.572mil/克，以mil为单位计算铜箔的有效厚度。

$$T_e(\text{mil}) = 0.572 \times (\text{mil/g}) \times W(\text{g})$$

T_e = 相对应的厚度

样本计算：

$$W = 2.16\text{g}$$

$$T_e = 0.572\text{mil/g} \times 2.16\text{g} = 0.0031(1.236\text{mil})$$

5.2.2 计算10层样本中每个样本平均外型厚度，测量每个样本厚度四次取其平均值。

5.2.3 计算每个样本的总平均厚度，将10个样本每个样本的平均厚度相加再除以10。

5.2.4 计算每个样本铜箔的平均外型因素，减去平均外型厚度的有效厚度。

$$PF = T_m - T_e$$

5.2.5 把外型因素之三个值平均化。

5.3 报告

5.3.1 报告所测三个样本外型因素之平均值。

5.3.2 报告所测三个样本外观厚度之平均值。

6.0 注释

见表1

编号: 2.2.12.1	项目: 处理后和未经处理的铜箔总厚度和外观因素	日期: 1987.9
版本:		

表 1

	厚度平均值(mils)	微米	标准偏离(mils)	微米	外型因素平均值(mils)	微米	外型因素平均值(mils)	微米
处理过的ED铜箔Class1 10Z/平方英尺	1.61	40.9	0.015	0.38	0.350	8.89	0.015	0.38
处理过的ED铜箔Class3 10Z/平方英尺	1.62	41.2	0.013	0.33	0.251	6.38	0.013	0.33
处理过的ED铜箔Class7 3/40Z/平方英尺	1.06	26.4	0.010	0.25	0.061	1.55	0.011	0.28



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.12.2	
Subject 剥离载体后铜箔重量与厚度	
Date 07/89	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

该测试方法适用于测定电路板剥离载体后铜箔重量和厚度。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

按如下所述准备试验板，从载体铜箔上切取三个样本。应切取铜箔卷的左、中、右三个部位作为样本。

4.0 仪器

- 4.1 精确度能达到 ± 0.001 克的测重天平。
- 4.2 能切取铜箔的刀具。
- 4.3 先将 $250 \pm 0.1\text{mm}$ ($10 \pm 1/32$ 英寸)的试验板切为 0.026 平方米(40平方英尺) $100 \pm 0.1\text{mm}$ ($4 \pm 1/32$ 英寸)。
- 4.4 B阶段(P.P)材料，对于压合有足够的实验器材料。

5.0 操作步骤

5.1 测试

- 5.1.1 在滚轮切取三个尺寸为 $100 \times 250\text{mm}$ (4×10 英寸)的样本。
- 5.1.2 用天平分别测量三个样本精确到 0.001 克的重量。记录每个样本的重量。
- 5.1.3 将三个样本与PP压合总厚度为 1mm (0.062 英寸)。(建议使用7628玻纤型号，厚度为 0.17mm <0.0068 英寸>的PP)。
- 5.1.4 压合后，去除载体基材。将载体铜箔用天平测量。记录其重量，后减去5.1.2所称取的重量。

5.2 评估

- 5.2.1 计算薄铜箔的近似厚度(mm)： $5.1.4$ 与 $5.1.2$ 所得质量差 $\times 4.349$ 。
- 5.2.2 计算带载体铜箔单位面积质量($\text{g}/6451\text{mm}^2$)，由 $5.1.4$ 与 $5.1.2$ 所得质量差 $\times 6.35$ 。
- 5.2.3 计算带载体铜箔的质量(盎司/ 3657mm^2)： $5.1.4$ 与 $5.1.2$ 所得质量差 $\times 0.127$ 。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.12.3	
Subject 可蚀刻载体铜箔重量和厚度的测量	
Date 07/89	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该测试方法适用电路板蚀刻载体铜箔重量和厚度的测量。

2.0 适用文件

无。

3.0 测试样本

按如下所述，用样规在试验板载体铜箔上切取三个样本。在铜箔卷上的靠近左、中、右各取一个样本，作为测量样本。

4.0 仪器

4.1 能精确至重量精度 ± 0.001 克的天平

4.2 适合裁铜箔的刀具

4.3 将试验板切为 0.026 平方米 (40 平方英寸) $100 \pm 0.1\text{mm} \times 250 \pm 0.1\text{mm}$ 。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 在铜箔卷上裁切三个尺寸为 $100 \times 250\text{mm}$ (4×10 英寸) 的样本。

5.1.2 使用天平称取三个样本的重量精确至 0.001 克。记录每个样本所称取之重量。

5.1.3 将样本放入 50% 的硝酸溶液 30 秒或适宜的一段时间进行蚀刻来去除铜箔上的铜。然后清洗烘干。

5.1.4 使用天平再次称取载体基材的重量精确至 0.001 克。记录每个样本的重量。减去 5.1.2 中所记录的相应的重量。

5.2 计算

5.2.1 以微米为单位计算可蚀刻掉到的铜的厚度，用系数 0.127 乘以 5.1.4 中所得之重量差异。

5.2.2 以克为单位计算每 6451 平方毫米 (254 平方英寸) 的重量。用系数 6.35 乘以 5.1.4 中所得之重量差异。

5.2.3 以盎司为单位计算蚀刻后载体铜箔层每 3657 平方毫米 (平方英尺) 的重量。用系数 0.127 乘以 5.1.4 中所得之重量差异。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.13.1	
Subject 孔内镀层厚度	
Date 01/83	Revision A
Originating Task Group Printed Board Test Methods Task Group (7-11d)	

1.0 范围

1.1 用于确定印制电路板镀通孔连接质量的非破坏性测试方法。

1.2 理论上讲，铜的电阻率取决于它的几何形状和导电性，如果镀通孔镀层不均匀，有缺陷，如开裂、空洞、铜箔薄，这将导致测得的电阻比理论值偏高，这个值由图1中的公式计算出。(见图1)

2.0 适用文件

IPC-TC-500 刚性双面铜镀通孔的详细说明。

3.0 测试样板

3.1 样品说明 下面样品可以使用该方法进行测试。

(1) 能满足测试仪轴径要求的双面板或多层印制板。

注意：在双面或多层板的镀通孔测试中，测量结果只是孔镀层的电阻，而不是任何相连的焊盘，除非存在并联电路，即有两个或多个孔都位于0.25英寸的范围内。

(2) 厚度在3/8英寸以下的印制板。

(3) 任何直径的镀通孔可以方便地被探针测量。

3.2 样板制备 绝缘材料如助焊剂、防焊剂、填充材料、联合剂、脱膜剂等应从焊盘上彻底除去，以保证探针和镀通孔可以有效接触，与之紧密相邻的导体应覆盖，以避免探针与焊盘和相邻导体接触造成短路，不管用什么材料覆盖，都不要使探针与被测孔分开。

3.3 操作条件 镀通的测量应在室温下(68-75 °F)进行，在测试前，印制板应在该温度下静置一小时。

4.0 仪器或物料

4.1 设备说明 用于非破坏性测试的微欧电阻仪采用

$$R = \frac{0.215348 \times 10^{-6} (T)}{Dt - t^2}$$

式中：R=电阻值(欧姆)
T=印制板厚度(英寸)
D=孔的直径(英寸)
t=孔内铜镀层厚度(英寸)

注意：
1、假设铜的电导率是100%IACS；
2、由已知的D、T、R值计算t值，可采用下列方程：

$$t = 0.5D - \left[0.25D - \frac{0.219T}{R} \right]^{1/2}$$

式中：R=电阻(微欧)，D、T、t的单位都是英寸

图 1 镀覆孔的电阻计算

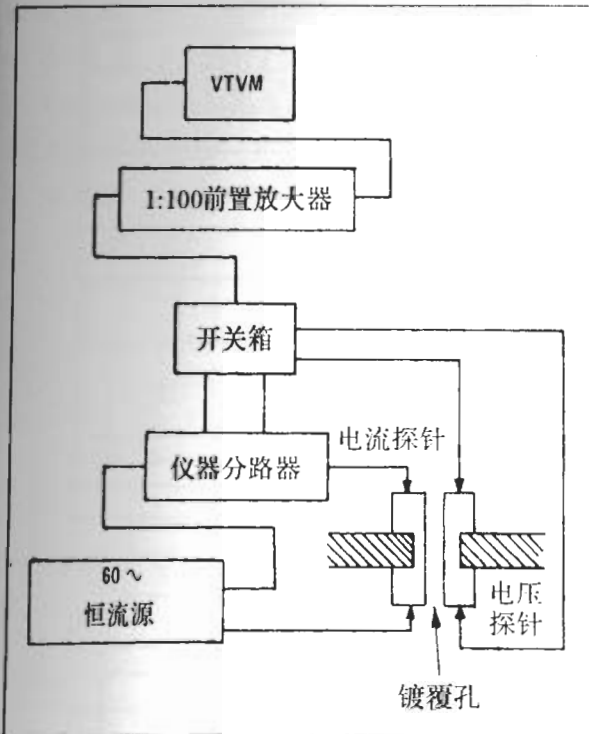


图 2A 电阻测量装置电路图

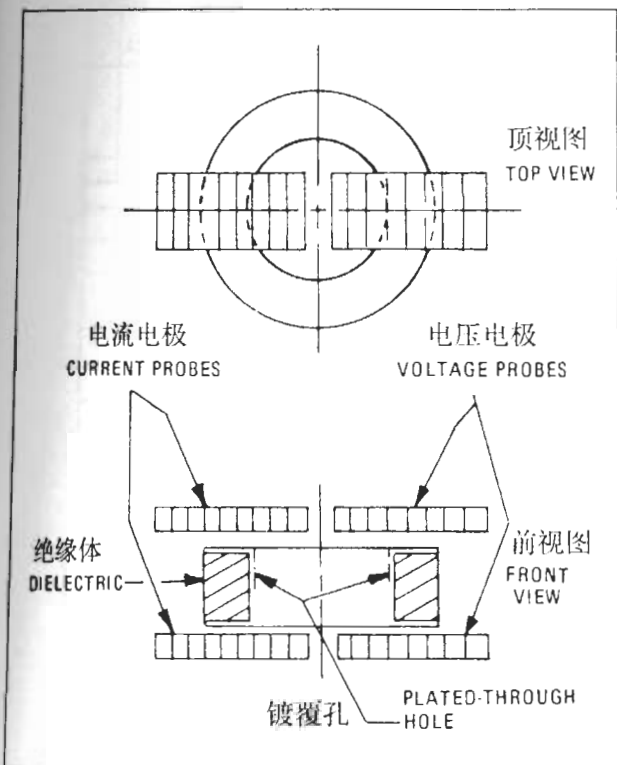


图 2B 焊盘上理想的探针摆放位置

标准的四电极技术，设备是便携式的，便于现场操作。该设备由两个基本单元组成：

- (1) 保证能和样板有效接触的机械单元。
- (2) 能够读出被测样品微欧值的电气—电子单元。探针是应力悬挂式的，保证它在材料厚度范围内能与焊盘有效接触。

4.2 该仪器外加直流电流和电压，这个电压被放大，可以用合适的仪器显示，也可以数字形式读出。（见图2A电路图。）

5.0 操作步骤

5.1 仪器校正 为了得到有效的测量值，仪器按照仪器说明书进行校正。

5.2 测试步骤

5.2.1 校正仪器。

5.2.2 按照3.2节的内容制备样板。

5.2.3 将印制板放在探针之间(如图2B)。

5.2.4 压下上探针，并锁定。

注意：稳定的读数表示接触良好，试验设定得到最小的电阻值则表示此时在内部连接中位置合适。

5.2.5 如果证实连接不好，则要重新放置探针到最小的电阻值。

注意：在测试过程中用30倍显微镜观察镀通孔边和相邻区域，应没有缺陷存在，只有没有缺陷存在，微欧法才是非破坏性的测试。

5.2.6 读出和记录微欧值。

5.2.7 将微欧值与图3中的镀层厚度标准曲线进行比较，(图3中)理论曲线表示了0.2mil范围内镀层和电阻的关系。

注意：这个比较值将指出孔金属的厚度是否满足可接受的厚度要求。

5.2.8 使用该方法时，任何高出允许值的微欧值读数，都应仔细推敲原因，判断是否是由于缺陷引起的，只有这样才能满足实际生产的需要。

5.2.9 用户必须要做出镀层厚度曲线。

编号: 2.2.13.1

项目: 孔内镀层厚度

日期: 01/83

版本: A

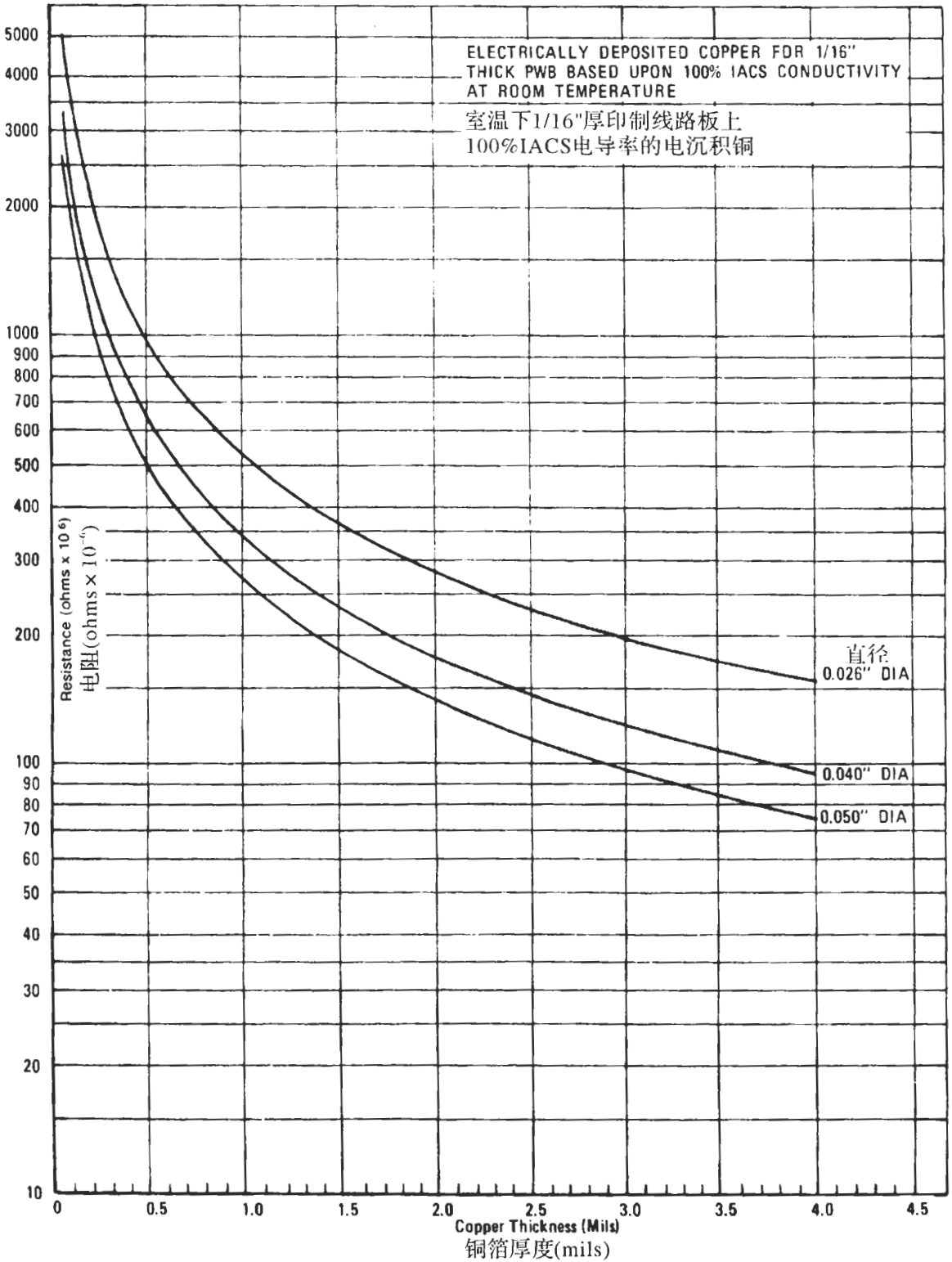


图 3 欧姆校正曲线

编号: 2.2.13.1	项目: 孔内镀层厚度	日期: 01/83
版本: A		

6.0 电阻曲线

6.1 在本测试法中, 做出了1/16英寸厚度印制板的三种不同直径的镀通孔电阻曲线。金镀层上的锡-铅会微欧值读数产生影响, 这取决于其相对于铜的电阻。锡-铅的电阻率大约是铜的10倍, 金和铜有相同

电阻率。

6.2 为了消除材料和设备的偏差, 用户在这种特殊条件下, 应以金相截面测量数据来做厚度—电阻曲线, 这些曲线将成为判断产品是否合格的重要依据。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本方法适用于测试锡膏中锡粉是否与有关粉剂相一致。ASTM B-214标准屏幕粉末尺寸分配方法为可接受之方法。

2.0 适用文件

- ASTM E11
- BS 410
- DIN 4188
- ISO 565
- ISO 3310

3.0 测试样本

锡膏大约150克

4.0 设备/仪器

- 震动测试滤网机器
- BS 410, DIN 4188或ISO 565和ISO 3310的测试滤网其应有150, 75, 45, 38, 25和20微米的网络
- 滤底纹部接收器和盖子
- 精度为0.01克的天平(秤)
- 400-600毫升的烧杯
- 观测镜
- 溶剂
- 丙酮
- 抹刀

Number 2.2.14	
Subject 锡粉颗粒尺寸分配-对于类型1-4使用屏幕方法	
Date 01/95	Revision
Originating Task Group Solder Paste Task Group (5-24b)	

5.2.1 用抹刀将锡膏搅拌均匀。

5.2.2 称取锡合金大约为110克的锡膏放入仔细清洗过的大烧杯中。

5.2.3 再加入大约50毫升的溶剂。

5.2.4 用抹刀搅拌使得锡膏中的助焊剂在溶剂中能溶解。

5.2.5 用观测镜将烧杯盖住。

5.2.6 让烧杯和观测镜静置直至锡粉溶解。

5.2.7 小心地尽可能多的将液体及所有锡粉慢慢倒出。

5.2.8 重复提取过程5次, 在每一次提取时使用50毫升的溶剂。

5.2.9 加入大约50毫升的丙酮于清洗过的锡粉中再搅拌直至变干。

5.2.10 让锡粉溶解。

5.2.11 小心地将尽可能多的丙酮慢慢倒出。

5.2.12 另再用丙酮重复清洗2次。

5.2.13 让锡粉在室温中变干直至重量恒定不变。

5.2.14 称取测试滤网重量, 网络尺寸与所测试的锡粉类型相符合。并称取滤底纹部接收器的重量。典型的滤网要求如表格1所示:

表格 1 丝网开口

类型1	150	75	20
类型2	75	45	20
类型3	45	25	20
类型4		38	20

5.2.15 将滤网置放于接受器上, 且将最小网络的滤网置放在接收器上, 依次向上处理至最大网格的滤网屏幕。

编号: 2.2.14	项目: 锡粉颗粒尺寸分配-对于类型1-4使用屏幕方法	日期: 01/95
版本:		

5.2.16 称取锡粉的重量, 并将其放于滤网的顶部。

5.2.17 将盖子放于滤网组合上且将其传送至滤网机器内。

5.2.18 开启机器大约40分钟。

5.2.19 再次称取滤网和接收器的重量。

5.2.20 减去原来滤网和接受器的重量, 从表格2A和

表格2B中获取比锡粉名义尺寸大、小或在名义尺寸范围内的锡粉重量。

5.3 评估

表示出大于、小于名义尺寸或在名义尺寸范围内的锡粉量占有原始样本的量的百分比。将数据输入表格3内。

表格 2A

	<1%大于名义尺寸	最少80%在名义尺寸内	最多10%小于名义尺寸
类型1	150微米	150-75微米	20微米
类型2	75微米	75-45微米	20微米
类型3	45微米	45-25微米	20微米

表格 2B

	<1%大于名义尺寸	最少90%在名义尺寸内	最多10%小于名义尺寸
类型4	38微米	38-20微米	20微米

表格 3

类型1	+150微米	+75微米	+20微米	-20微米
类型2	+75微米	+45微米	+20微米	-20微米
类型3	+45微米	+25微米	+20微米	-20微米
类型4	+38微米	+20微米	-20微米	



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.14.1	
Subject 锡粉颗粒尺寸-使用显微镜测试方法	
Date 01/95	Revision
Originating Task Group Solder Paste Task Group (5-24b)	

1.0 范围

本方法适用于使用显微镜的方法来估算锡膏中锡粉颗粒尺寸和颗粒形状。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

锡膏1克

4.0 设备/仪器

- 稀释剂
- 抹刀
- 30毫升的烧杯
- 显微镜、100倍的放大镜
- 测量目镜、刻度为10微米的秤
- 显微镜滑板

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 如有必要，需一直等到锡膏温度为室内温度。

5.2 测试

- 5.2.1** 使用抹刀将锡膏搅匀。
 - 5.2.2** 称取大约4克的稀释剂。
 - 5.2.3** 添加大约1克的锡膏。
 - 5.2.4** 使用抹刀搅拌直到均匀。
 - 5.2.5** 涂一小滴在显微镜的显微镜的滑板上。
 - 5.2.6** 将显微镜的滑板压上。
 - 5.2.7** 用显微镜测量估计最小与最大颗粒(大约50颗)的长和宽(可留下图片测量和/或做参考)。
 - 5.2.8** 估计这些颗粒的形状为球状或非球状。
- 5.3 评价** 样本大于、小于和在标准范围内的锡膏颗粒数量。在表格1内输入数据。

表 1

类型1	+150微米	+75微米	+20微米	-20微米
类型2	+75微米	+45微米	+20微米	-20微米
类型3	+45微米	+25微米	+20微米	-20微米
类型4	+38微米	+20微米	-20微米	
类型5	+30微米	+15微米	-15微米	
类型6	+15微米	+5微米	-5微米	



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本方法使用图片分析来测定锡粉颗粒尺寸。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

10克锡膏

4.0 设备/仪器

稀释剂

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 使用一直径为5或6mm、厚度为0.1mm的网版将一些锡膏复在玻璃滑板上。

5.1.2 在锡膏中添加少许稀释剂，用一玻璃杆将锡膏和稀释剂混和物轻轻地搅散复盖至直径大约为20mm的区域。然后用一直径为22mm的玻璃盖盖上，轻轻地往下按将玻璃盖下的颗粒平散开。

玻璃底下必须无气泡或颗粒团。如果你发现有很高的金属含量，除去网版上的少许锡膏。标准网版上的金属膏为85%—86%。

5.1.3 滑动用锡粉批量号标识的玻璃

5.2 供分析之图象 下一步就是每一个样本拍摄10或15个图片且存入图片目录内。

5.2.1 开始使用光学图片分析器。

5.2.2 设定显微镜放大X10，选定X10的目标。

5.2.3 将滑动板置于显微镜焦点上，用电视摄影机观察左边的图像。

5.2.4 保证无块状或明显在焦距外的颗粒，然后进行

Number 2..2.14.2	
Subject 锡粉颗粒尺寸-光学图片分析器方法	
Date 01/95	Revision
Originating Task Group Solder Paste Task Group (5-24b)	

拍摄。

5.2.5 不要刻意在一所选区域内而是系统地拍摄10张复盖滑动板的图片。

5.2.6 记录滑动板的数量，将其从显微镜上移开。

5.2.7 将另一个滑动板置于显微镜上，重复上述程序。

5.2.8 当所有样本都被复盖时，转动目镜，关掉显微镜。

5.2.9 评论

—不要改变样本间的灯光。

—记录放大同样倍数的一系列样本。

5.3 图象分析

5.3.1 当输入所要求之样本数的图象时，在菜单选取“多个样本尺寸”（或是对单一样本选取一个样本尺寸）。后在屏幕上将显示一红蓝相间的影像。

5.3.2 使用鼠标的左键和中键，调整窗口直至能测量点红色区域。点右键使用你能在屏幕上测量密集线路时变换线路。调整上窗口以至于能密集处小化一半。同时近鼠标上的中心键和右键。

5.3.3 你应能看到屏幕上有一矩形的灰色图像。如果无矩形，按左键直至其出现。

5.3.4 如果颗粒顶端在矩形范围之内则测试其点，所以必须调整矩形的大小和位置以至于从屏幕的两边

表 1

类型1	+150微米	+75微米	+20微米	-20微米
类型2	+75微米	+45微米	+20微米	-20微米
类型3	+45微米	+25微米	+20微米	-20微米
类型4	+38微米	+20微米	-20微米	
类型5	+30微米	+15微米	-15微米	
类型6	+15微米	+5微米	-5微米	

编号: 2.2.14.2	项目: 锡粉颗粒尺寸-光学图片分析器方法	日期: 01/95
版本:		

为点的半径,矩形的基部从屏幕的底部为整个颗粒的直径。矩形的顶端应位于沿着屏幕的顶端。鼠标的中间键在矩形“移动”和“增长”间交换。在设定矩形后,按鼠标右键来进行。

5.3.5 然后用键盘选取屏幕上一样本数来进行测量。

5.3.6 再在键盘上选取测试颗粒的数量(建议类型1-4: 200; 类型5-6: 400)。

5.4 评价 按原始样本数量百分比表明超过、小于或在一般尺寸范围内的颗粒数量。将数据输入表格1。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本方法适用于测定使用精细研磨量规锡膏中锡颗粒的最大(平均)尺寸。

2.0 适用文件

ASTM D-1210-79 精密疏散色料媒介物系统

3.0 测试样本

至少100克相同地混合锡膏。

4.0 设备/仪器

与ASTM D1210-79相一致的Hegman仪器CMA185类型或同等设备。一硬性钢铁、表面光滑的钢铁，或镀铬铁块长度大约为175毫米、宽度65毫米、厚13毫米。

铁块的顶部表面应为光滑而平坦且应包含1至2个校正过的凹槽长度为140毫米、宽为12.5毫米，且凹槽与铁块的长边平行。

每一凹槽深度应相同，纵长的适宜深度(如从50微米至100微米)。

5.0 测试

5.1.1 使用精密研磨量规(Hegman)类型CMA 185或

5.2评估每一类型锡粉的允收标准应基于表格1所列之

表格 1

	1st	4th	主要
类型1	160微米	150微米	140微米
类型2	80微米	75微米	65微米
类型3	50微米	45微米	40微米
类型4	40微米	38微米	35微米
类型5	30微米	25微米	23微米
类型6	20微米	15微米	15微米

Number 2.2.14.3	
Subject 最大锡粉颗粒尺寸的定义	
Date 01/95	Revision
Originating Task Group Solder Paste Task Group (5-24b)	

规范。将结果输入至表格2“锡膏测试报告”。

表格 2

将适当的信息输入报告的上方部分且将测试结果或检查标记填入适当空白处来完成报告。

检验目的: QPL I.D.号: _____
 —资格认证 制造商的鉴定: _____
 —品质一致性A 制造商的批号: _____
 —品质一致性B 制造日期: _____
 —储存有效期 原始使用日期: _____
 —性能 修定使用日期: _____
 检验完成日期: _____ 全面结果: ___ pass ___ fail
 检验员: _____ 证明: _____

检验	使用者的实际要求	测试结果	P/F(*)	测试者/日期
材料				
目检				
金属含量				
粘度				
锡球				
暴跌				
合金				
助焊剂				
锡粉尺寸				
% In Top Screen				
% In Next Screen				
% In Bottom Screen				
% In Receiver Bottom				
最大锡粉尺寸				
锡粉形状				
附加				
湿润				

* P/F=PASS/FAIL; 如果测试在实际要求的公差范围内输入P; 反之, 输入F。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.15	
Subject 电线尺寸(扁平的线路)	
Date 06/79	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该方法适用于测量柔韧扁平电线外型尺寸的测量技巧。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

3.1 由制造商或用户决定样本生产数量，但至少要有3个样本。

3.2 测试样本至少为3米。

4.0 仪器

4.1 校准精度为0.0001英寸的精密显微镜或同等测试仪

4.2 校准精度为0.0001英寸的边缘测微表或同等测试仪

4.3 量规模块

5.0 操作步骤

5.1 按3.0节使用一裁纸刀或其它适宜之刀具切取与边缘垂直的横穿电线的整个宽度来准备样本。随意切取5次至少得取3个样本。

5.2 使用4.2中的测试仪器测量线的厚度，需测量每节线的切口边缘的整个宽度。

5.3 将分割段线样本固定在两个平行量规模块间，模块比样本要长。切取线的边缘一定要与量规模块A边平齐。再使用4.1中的仪器来测量所有余下的尺寸。要测量每个样本的边缘(见图形1)。

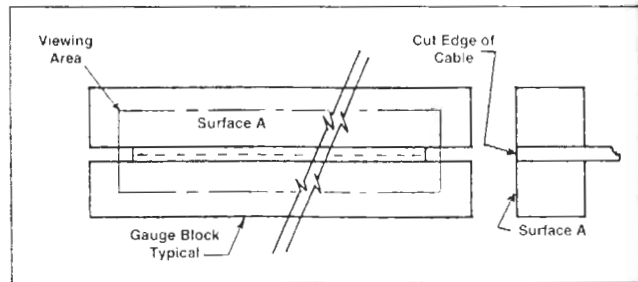


图 1 为量规块和测试样本范例



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.16	
Subject 用钻孔样板来评估底片	
Date 12/87	Revision
Originating Task Group	

1.0 范围

该测试方法适用于评估1:1底片是否能充分满足制成品的多余孔、漏钻孔或错位焊盘孔环要求，并纠正线路与孔的定位。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

3.1 印制电路板每一层的1:1底片masters

3.2 钻孔假钻板PNL

4.0 仪器

4.1 光桌

4.2 放大镜

5.0 操作步骤

5.1 准备/钻孔假钻板

5.1.1 准备一钻孔胶带用来保证PCB生产时与被评估之底片相一致。

5.1.2 使用钻孔资料将一片覆铜线路板材料进行钻孔，如5.1.2.1至5.1.2.3所解释之原图图纸来修改其孔径。

5.1.2.1 对于所有的镀通孔，电镀后孔的尺寸18mil至24mil

5.1.2.2 将一底片对位于一试验板上。

5.1.2.3 对钻孔实验板进行清洗和去毛边。

5.1.3 原图底片 必须准备一片1:1底片来评估印制电路板的每一层。下例选择运用于：

- a. 每一层的负片底片
- b. 每一层的漂白的正片底片
- c. 每一层的棕片
- d. 上述几项的组合

5.2 测试

5.2.1 用胶带把钻孔试验板贴在光桌上。

5.2.2 将第一片底片固定在试验板上，将相应钻孔位置与底片上的孔环对齐来将孔环加至最大程度且无破损。

5.2.3 在放大的情况下来评估结果，然后将底片移开。

5.2.4 将下一张底片用同样的方法来进行评估直至评估完所有层的底片。

5.3 评定

5.3.1 当将钻孔试验板放大时检验每一层的缺陷：

- a. 孔到孔环破边
- b. 漏孔环
- c. 孔环移位
- d. 多余孔环
- e. 线与孔之间距离不够
- f. 孔钻在线路上



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.2.16.1	
Subject 透明图评估原图底片	
Date 12/87	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该测试方法使用评估1:1原图底片层间对准度、线与边缘的距离、屏幕术语定位,以及防焊与线路的关系。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

3.1 每一印制电路板之1:1的原图底片。

4.0 仪器

4.1 灯桌

4.2 放大镜

5.0 操作步骤

5.1 原图底片的准备

5.1.1 必须选取一层以用来对其它层进行评估。被选取的那一层必须具备以下几个特性:

a.用于钻孔的一层

b.含有最小孔环的一层

c.含有所有孔环的一层

5.1.2 准备所选层的正片底片。

5.1.3 准备其它所有层的负片底片。

5.2 测试

5.2.1 用胶带将钻孔的正片底片在光桌上。

5.2.2 将第一片负片底片与正片对齐,调节合适的光线进行观察,对准孔的位置,以观察孔环的变化。

5.2.3 放大后评估结果,移走负片。

5.2.4 用相同的方式将下一负片底片定位在光桌上再进行评估。持续相同的过程直至完成所有层的评估。

5.3 评估

5.3.1 把正片底片定位放大检查以下缺陷:

a.孔环对偏

b.防焊对偏

c.屏幕落在空旷区

d.屏幕落在孔内

e.线或接地层空旷区离板边太近



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本试验方法规定了金属箔粗糙度或轮廓的测定程序。该程序可以评定金属的平滑面或处理面的粗糙度。平滑面或处理面采用同样的技术，但粗糙度参数不同。

1.1 金属箔的光面用Ra来评定

Ra: 被定义为在测量长度内，中心线粗糙度轮廓所有绝对距离的算术平均值。

1.2 箔的处理面用Rz (DIN) 或R_{TM}参数评定。 Rz或R_{TM}: 被定义为在测量长度内，顺次连续五个最大峰高至五个最深谷底之间距离的平均值。该值近似等于金相切片法测定的轮廓值。

1.3 Rz (ISO) 是一个与Rz (DIN) 不同的参数，Rz (ISO) 不适合用本方法。

2.0 适用文件

DIN 4768

ISO 4287

3.0 试样

从有代表性的样本上切取一块不小于101mm×101mm的试样，切取试样的位置和数目应在材料规范中规定。

4.0 装置/材料

4.1 小刀或其它适用的器具。

4.2 轮廓仪或表面粗糙仪，其安装有自动传动装置并符合以下参数：

Number 2.2.17	
Subject 金属箔表面粗糙度和轮廓 (触针法)	
Date 03/90	Revision A
Originating Task Group N/A	

参数	数值mm
切断	0.8
测量长度	4.0
自动记录长度	< 5
钻石触针圆角半径	0.005

粗糙度参数：

光面：Ra

处理后：Rz (DIN) 或R_{TM}

4.3 粗糙度基准

光面：Ra的容差应不大于5%。

处理面：Rz(DIN)的容差应不大于5%。

注：已经找到适合测定Ra和Rz (DIN) 或R_{TM}的仪器。

4.4 玻璃板或其它平滑表面

4.5 压缩空气

4.6 手套或疏松棉绒

4.7 胶带或压铁

5.0 程序

5.1 用Ra或Rz值适当的粗糙度标准样品校准轮廓仪，并测量数值。应确保触针移动与凹槽和表面垂直。

注：对Rz的测量，已知标准值为1μm、3μm、10μm的样品是适合的，见脚注2。

5.1.1 把在样品的不同部位得到的六个不同的测量值与校准合格的样品（非标准值）进行比较，如果平均结果不在标准值的2%以内，应按5.1重新校准仪器，直到允许偏差达到要求。

5.2 把铜箔试样置平滑的玻璃面上，用胶带或压铁固定试样的两端，以防测量期间试样移动或皱摺。

编号: 2.2.17	项目: 金属箔表面粗糙度和轮廓 (触针法)	日期: 03/90
版本: A		

5.3 如果必要, 对仲裁试验, 可使用清洁的压缩空气向试样表面吹风, 以除去松散的碎屑。

5.4 调整轮廓仪的机械传动装置, 使触针在金属箔面上横向移动。

5.5 按4.2条的要求选择测量参数。

5.6 启动机械传动装置, 对待测参数进行首次测量。

5.7 移动机械传动装置, 在试样的其它两个部位进行测量。

6.0 计算

6.1 计算在试样上三次测量的平均值。

6.2 一个或多个试样的平均值应符合材料规范的规定值。

7.0 报告

7.1 报告规范要求值, Ra精确至 $0.01\mu\text{m}$, Rz精确至 $0.1\mu\text{m}$ 。

8.0 装置来源

8.1 Perthometer M4P;STDS PGN-3和PGN-10

Atlantech sales Inc.

8825 Roswell Rd., Suite 591

Atlanta, GA30350

(404)992-3329

8.2 Surtronic 3;Rank Taylor Hobson LTD

Po box36

Gathlaxton St

Leicester LEZ OSL Eagland 0533-23801



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.17A	
Subject 金属箔表面粗糙度和外观(触针法)	
Date 02/2001	Revision A
Originating Task Group Metallic Foils Task Group (3-12A)	

1.0 范围

该方法适用于铜箔粗糙或外观定义程序。

1.1 使用Ra1、Ra来测量铜箔表面或粗糙度，被定义为测量长度内从中心线到外形粗糙度的所有绝对距离的计算平均值。

1.2 使用参数Rz(DIN)或Rtm来测量铜箔的外形，被定义为最大平均值

1.3 Rz(ISO)是不同于Rz(DIN)的参数，且不适用于该方法。

2.0 适用文件

DIN 4768

ISO 4287

3.0 测试样本

从一些代表性的样本中裁出一个至少为101×101mm (4×4inch)的样本。材料规范中应定义样本的位置和数量。

4.0 设备/材料

4.1 刀具或其它适用装置

4.2 外型尺寸或表面粗糙度机械化实施和以下参数：

参数	数值
裁切尺寸	0.8mm
测量长度	4.0mm
线路长度	小于5mm
半径	0.005mm

粗糙度参数

Ra1 per 1.1 Rzdin 或 Rtm per 1.2

注：Ra和Rzdin(或Rtm)的定义见注脚1

4.3 粗糙度标准

光面：Ra的容差应不大于5%。

处理面：Rz(DIN)的容差应不大于5%。

4.4 玻璃板或其它光滑平面

4.5 压缩的空气

4.6 手套，绷带

4.7 胶带压铁

5.0 程序

5.1 检查外形尺寸校正，使用Ra或Rzdin(Rtm)值测量适当的粗糙标准和数量。保证刀具垂直的切向V-cut槽和板面。

注：对于Rz测量，1、3项中有已知标准和10微米的名义标准值。见注脚2.2

5.1.1 在标准范围内的6个不同的部位取6个测量值与标准的检验值(并非名义标准值)。如果平均值不在标准值的2%的范围内，则要调整仪器或重复5.1的动作直至到该公差范围内。

5.2 把铜箔测试样本放在玻璃板平面上，需要测试的一面面向上。使用胶带将两头固定好防止在测量时移动。

5.3 如有必要，则进行仲裁人测试，表面下的测试则需使用清洁之压缩气体来去除松散之碎片。

5.4 机械驱动装置，探针横向越过铜箔表面。

5.5 按4.2的要求设定好测量参数。

5.6 开始使用驱动装置来确定所期望参数的单项决定。

5.7 使用驱动装置来对样本的其它两个位置进行两次附加的测量。

6.0 计算

6.1 计算样本的三个值的平均值。

编号: 2.2.17A	项目: 金属箔表面粗糙度和外观(触针法)	日期: 02/2001
版本: A		

6.2 使用一个或者多个样本平均值来符合材料规格中所规定的值。

7.0 报告

7.1 报告规范所需之值。

8.0 仪器来源

8.1 Perthometer M4P; STDS PGN-3和IPGN-10
Atlantech销售公司, 8825 Roswell 路, Suite 591
Atlanta, GA30350 (404)992-3329

8.2 Surtronic 3

Rank 泰勒 Hobson 有限公司, PO Box 36, Gathlaxton
St. Leicester LE2 OSL 英国 0533-238018.3
Rodestock RM600 Laser Profilometer



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

该测试方法适用于使用机械测量方法来测定覆金属箔或未覆金属箔基材板厚。

2.0 适用文件

IPC-TM-650

方法2.3.6, 过硫酸铵蚀刻法

方法2.3.7, 氯化铁蚀刻法

方法2.3.7.1, 氯化铜蚀刻法

方法2.3.7.2, 碱性蚀刻法

3.0 测试样本

在相关适用规范中查阅样本切取的尺寸或结构、数量和基材上样本切取的位置。

3.1 尺寸 测试样本的尺寸以基材的长度为长边, 宽边至少为12.7mm(0.5inch)。用整张基材或已切割之样板尺寸作为样本。

3.2 取样 除非有特定, 需切取正常生产中能代表最中心和边缘部分取两个样本, 但不能取制作样板从板边计算至板中心只有25.4mm[1.0in]或及更近的部分作为样本。

4.0 仪器或材料

4.1 千分尺最小开口宽度为25.4mm[1.0in], 精度为0.0025mm [0.0001in]的测微表或其相等测量仪器

4.2 蚀刻系统能完全去除金属箔的蚀刻体系。仲裁测试必须使用IPC-TM-650方法2.3.6, 2.3.7, 2.3.7.1或2.3.7.2。

5.0 程序

5.1 样本准备

Number 2.2.18	
Subject 机械法测量基材板厚	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

5.1.1 方法A, 移除所覆金属 该方法采用直接测定未覆盖金属的层压板基材厚度。可在进行资格认证或仲裁时使用。

5.1.1.1 按照行业允许标准将测试样本的金属完全蚀刻掉。

5.1.2 方法B, 正常生产 该方法用来测定覆金属或未覆金属基材的总厚度。其用来按5.3.2.2.2评估测定覆金属基材厚度。除非有特定, 可应于产品允收检验时使用。

5.1.2.1 样本应在正常生产条件下进行测试。

5.2 测量 使用千分尺测微表来测定样本的厚度。除非有特别规定, 应测量整张样本或样板从四角边缘至中心至少25.4mm(1.0in)的位置。

5.3 评估

5.3.1 数据记录 对于包括资格认证或仲裁目的的测试, 产品评估, 统计分析等用途, 除非有特别规定, 需记录所测量厚度的每一个数据。

5.3.2 依照和规范

5.3.2.1 覆金属或非覆金属基材的名义总厚度 在按5.1.2准备样本后进行测量, 并与相适应之规范比较是否在所要求公差范围内。

5.3.2.2 覆金属基材的标称厚度

5.3.2.2.1 使用方法A试样准备时符合规范 在按5.1.1准备样本后进行测量, 并与相应有效之规范比较是否在所要求公差范围内。

5.3.2.2.2 使用方法B样本准备时符合规范

5.3.2.2.2.1 将基材名义厚度加上所覆金属的总厚度来计算总的名义厚度。所覆金属的厚度按重量为45.7克[1盎司]铜箔厚度为0.35mm[0.0014in]来计算。

5.3.2.2.2.2 用总的名义厚度减去和加上所要求之公差计算最小和最大厚度限度。

编号: 2.2.18	项目: 机械测量基材板厚	日期: 12/94
版本:		

5.3.2.2.2.3 在按5.1.2准备样本后进行测量, 并与5.3.2.2.2所计算出的最小与最大限度进行比较。

5.4 除非有特别规定, 如果适用, 报告平均、最小和最大测量的读数, 并符合其要求。

6.0 注释

6.1 在使用手动操作测微表(千分尺)时应非常小心地执行。测微表的压力、铁砧形状和其它特性以及其使用必须按照行业允许惯例(如在适用规范中无明确规定)来执行。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

该测试方法适用于使用微切片和光学测量来测定覆金属箔层压板基材的最小与最大厚度。

2.0 适用文件

IPC-TM-650 手动微切片法, 方法2.1.1

IPC-TM-650 机械测量基材板厚, 方法2.2.18

3.0 测试样本

3.1 尺寸 除非有特定, 需从基材上切取一尺寸为25.4x12.7mm[1.0x0.5in]的样本。

3.2 品质和抽样 除非有特定, 需切取正常生产能代表最中心和边缘部分取两个样本, 但不能取制作样板从板边计算至板中心只有25.4mm或及更近的部分作为样本。

4.0 仪器和材料

4.1 任何能放大100倍和200倍且精确度为0.0025mm(0.0001inch)光学检验测量装置。

4.2 能准备样本切片体系的适合程序。

5.0 程序

5.1 样本准备 每一准备被测量的样本都必须按IPC-TM-650的方法2.1.1来打磨切片。样板的长边为测试方向, 试样在测试过程中应固定。

5.2 评估 检验样本的整个长度。测定并记录每一样本的最小与最大厚度(精确至0.0025mm[0.0001inch]), 测量时需使用100倍的放大镜且与图1或图2相一致, 并且需符合相应适用的规范。除非有特定, 则按图2测量。任何仲裁测量都须使用200倍的放大镜来测量。

5.3 报告 报告每一个被检验样本的最小与最大读

Number 2.2.18.1	
Subject 切片测定基材覆铜厚度	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

数, 使用平行方法(如图1)或半径方法(如图2)均可。

6.0 注释

截面厚度与有效电性绝缘体厚度有关, 使用截面厚度测量方法往往比使用机械方法(见IPC-TM-650方法2.2.18)量测的厚度要小。对测量层压板厚度优先选择机械测量方法(适用多层板的内层心测量)。

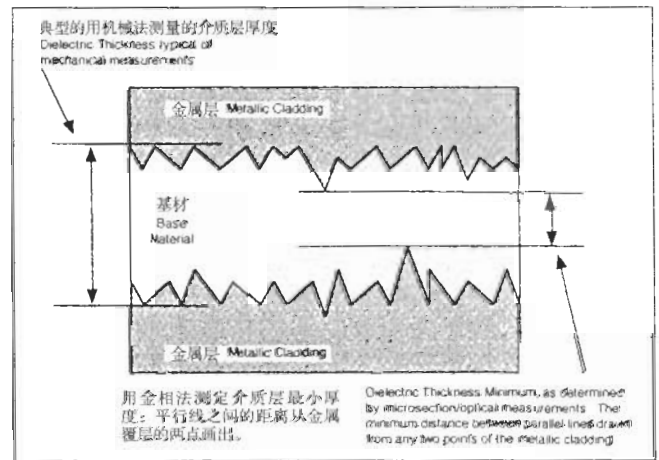


图 1 平行法

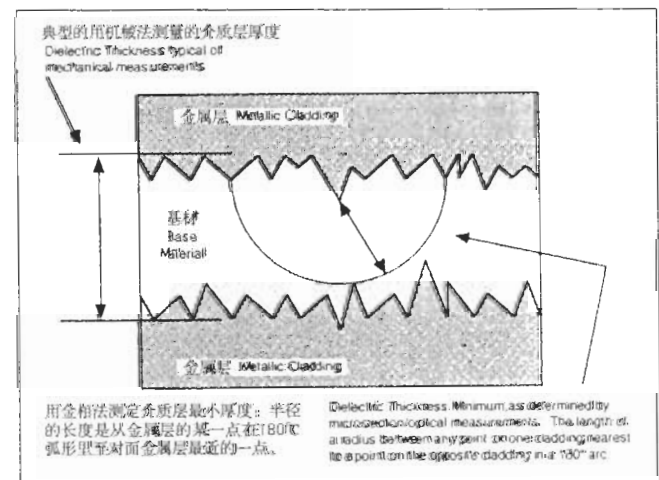


图 2 半径法



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.19	
Subject 测量图形孔位	
Date 12/87	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该方法适用于非破坏性测试方法，可以快速地精确地测量图形孔位。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样本

按IPC测试板标准(A-41, A-42, A-43, A-44)执行资格认证检验。执行生产产品一致性测试。

4.0 设备/仪器

CECO 仪器，应使用线性测微表型号##TA510CP3

25.4mm 精度为0.005mm或相等仪器。精度在规定限定范围内的任何光学/机械或机械方法方可接受。

5.0 程序

5.1 将样本面朝下放在测量桌并通过定位孔将板定位在测量桌的销钉位孔上。

5.2 测量所有孔的孔位精度，参考数据资料(原图纸的对位数据)。

6.0 报告

报告所有孔测量值



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.2.19.1	
Subject 剪切的层压板和半固化片长度、宽度和垂直度	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于测定切成一定尺寸的层压板和半固化片产品的长度、宽度及垂直度的尺寸一致性。

2.0 应用文件

IPC-PC-90

3.0 试样

3.1 交货产品的原尺寸

3.2 抽样 抽样应按适用规范规定（见6.1）。

4.0 试验装置或材料

除非另有规定，测量仪器的精度应按适用规范规定。

4.1 可以测量到 914 ± 6.4 mm的游标卡尺或等效工具。

4.2 卷尺可以测量到1829mm。

4.3 角尺或等效物。

4.4 栓规、千分表或等效工具。

5.0 程序

5.1 长度 用游标卡尺测量与试样纤维方向平行的两长边的长度。

5.2 宽度 用游标卡尺测量与试样纤维方向垂直的两短边的长度。

5.3 垂直度

5.3.1 方法A：对角线法。

5.3.1.1 用游标卡尺或卷尺测量试样的两对角线长度。

5.3.1.2 用下述方法计算垂直度：

$$D = D1 - D2 \text{ (对角线最大允许偏差)}$$

式中：

$$D1 = \sqrt{(L+T)^2 + W^2}$$

$$D2 = \sqrt{(L-T)^2 + W^2}$$

L：试样的标称长度

W：试样的标称宽度

T_{ii}：采购文件中规定的垂直度偏差，mm/mm

T：T_{ii} × W(偏差，mm)

5.3.1.3 由测量值计算对角线的实际偏差。

5.3.1.4 比较实际偏差和允许最大偏差。

5.3.2 方法B：角尺法。

5.3.2.1 将试样放在平台上，至少两角接触平台。

5.3.2.2 用合适的方法（见4.4），测量试样没有接触到平台的角与平台的距离。

5.3.2.3 用测量距离除以试样的长度计算出垂直度。

5.4 评定 用测量值与所适用的详细规范的尺寸要求进行比较，记录不合格的试样数，记录每个尺寸长度、宽度和垂直度的不合格试样数。

5.5 报告 报告试样数，说明那个尺寸不符合所适用的详细规范。

6.0 注释

6.1 可按IPC-PC-90关于连续工艺生产的材料确定抽样方案。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.1.1	
Subject 覆金属箔层压板的化学清洗	
Date 05/86	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于评定覆金属层压板氧化表面和抗氧化保护涂层的化学可清洗性。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

试样尺寸按以后需要进行的蚀刻试验的试样确定。

4.0 试验装置

4.1 标准的传送式喷洗机或其它合适的试验设备。

4.2 进行此试验时需要的个人防护用品有：橡胶或聚乙烯手套，塑料或涂塑围裙和防护眼镜。

4.3 化学药品

4.3.1 方法A：过硫酸钠法

化学药剂	浓度	温度
清洗剂/去油污剂	按制造商建议	按制造商建议
过硫酸钠	1.5 ± 0.5 lbs/gal	38 ± 3℃

4.3.2 方法B：过硫酸铵法

化学药剂	浓度	温度
清洗剂/去油污剂	按制造商建议	按制造商建议
过硫酸铵(工业级)	2.0 ± 0.5 lbs/gal	最高38℃

5.0 程序

5.1 试样制备 按要求的尺寸切取试样。用砂纸或其它合适的方法将试样边缘打磨光滑。

5.2 清洗

5.2.1 传送喷洗机清洗 试样以适当的速度通过传送式喷洗机，使其暴露在微蚀刻液中30 ± 5s，取出后用去离子水冲洗1-2min。

5.2.2 试验室清洗 将试样浸入清洗剂/去油污剂中并轻微搅动30 ± 5s，取出试样，用水冲洗。再将试样放入微蚀刻液中并激烈搅动30 ± 5s，取出后用去离子水冲洗1-2min。

5.3 表面评定 试样的覆金属箔面应被清洗成均匀无光的处理面，去离子水或蒸馏水倒在表面上，不会形成水珠或水渍。

6.0 注释

6.1 如铜的浓度超过 3.0oz/gal时，应更换过硫酸钠溶液。

6.2 应检查从喷嘴喷出的清洗液是否均匀淋过试样。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.4.2	
Subject 层压板、半固化片及涂胶箔产品的耐药品性（暴露于溶剂）	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于评定绝缘材料对印制板生产和组装中所用有机药品的耐受性。目的是评价不同材料的耐药品性，适用时，反映材料的固化程度。

2.0 引用文件

IPC-TM-650

方法2.2.18层压板厚度的测定（机械测量法）

Weast, C.R.C物理和化学手册，第65版，E-37，1984

3.0 试样

3.1 数量 除非另有规定，应采用3块试样。

3.2 尺寸 除非另有规定，试样尺寸应为(50.8±0.5)mm×(50.8±0.5)mm×材料原厚(见5.1节)。试样应采用剪切或砂磨或其它合适的方法使其边缘呈光滑状态。

3.3 取样位置 试样可以从距离层压板边缘大于25mm的任何部位切取。

4.0 试验装置或材料

4.1 分析天平 具有防风罩和0.001g或更高分辨率。

4.2 空气循环式烘箱 能保持105±2℃的温度。

4.3 干燥箱 能在23℃下保持大气相对湿度小于30%(见6.2.5)。

4.4 剪切装置 如钻石锯或切纸机或铣床。

4.5 打磨工具 如400目或更细的砂纸。

4.6 一个带盖的烧杯。

4.7 金属夹子或钳子。

4.8 金属支架（用于垂直放置试样）。

4.9 金属夹子（如用于显微剖切的固定夹）。

4.10 层压机 能够设定温度和压力。

4.11 计时器 最大计时为1小时，分辨率为1s。

4.12 计时器 60秒，分辨率为1s。

4.13 溶剂 二氯甲烷，试剂级或HPLC级。通过蒸馏回收的试剂级二氯甲烷也可使用，但仲裁时用HPLC级。

4.14 半固化片（仅用于单面板和涂胶箔试验）。

4.15 铜箔1oz/ft²处理箔（仅用于固化片试验）。

4.16 通风橱

4.17 千分尺 能精确测量至0.025mm。

4.18 23±0.5℃的水浴。

4.19 温度计 能测量至0.1℃。

4.20 蚀刻系统 能去除所覆金属箔。

5.0 程序

5.1 试样的制备

5.1.1 单面层压板 厚度小于0.5mm的单面板，应以覆箔面朝外。至少使用二层半固化片层压在一起。固化片的树脂类型及厚度应相同，固化后期总厚度不超过0.13mm，采用半固化片制造商推荐的层压条件。厚度大于0.5mm的层压板应与双面覆箔板一样处理。无需层压。

5.1.2 涂胶箔 在两张涂胶箔之间至少放二层半固化片层压在一起，制成涂胶箔试样的固化片的树脂类型应相同，其固化后的厚度不超过0.127mm，使用符合半固化片制造商推荐的层压和后固化条件（见6.2.1.1）。

对于鉴定试验和仲裁试验，应制成0.50±0.10mm的复合芯。

5.1.3 带涂胶箔的层压板 单面层压板应按5.1.1层压

编号: 2.3.4.2	项目: 层压板、半固化片及涂胶箔产品的耐药品性(暴露于溶剂)	日期: 12/94
版本: A		

后进行试验。一面有涂胶箔的双面层压板应蚀刻掉未涂胶面的铜箔后按5.1.1层压。两个面为涂胶箔的双面层压板按原样试验, 无需层压。

5.1.4 半固化片 半固化片应压成 $0.5 \pm 0.10\text{mm}$ 的厚度, 双面使用处理箔, 并且按半固化片制造商推荐的压制和后固化条件(见6.2.1.1)。对固化后厚度小于 0.13mm 的半固化片, 应至少把两叠层粘结到经蚀刻的一定厚度层压板的两面, 以使压制后样本厚度符合要求。

5.1.5 双面层压板 双面层压板应原样交付试验。

5.2 试样准备

5.2.1 蚀刻 按3.0的规定, 样本应按照标准的工业方法进行蚀刻, 对于仲裁试验, 应采用方法2.3.6、2.3.7、2.3.7.1或2.3.7.2蚀刻。

5.2.2 按3.2的规定, 把试样切成规定的尺寸, 剪切时应防止损坏边缘, 建议打磨边缘, 以防过量吸水。

5.2.3 标志 每块试样都应该用铅笔或等效的方法做上标志, 标志应不被溶剂所除去, 也不会影响试验结果。

5.3 预处理

5.3.1 采用IPC-TM-650方法2.2.18测量和记录试样的标称厚度。

5.3.2 将蚀刻后的试样垂直放置在金属架上, 使其在 105°C 的烘箱中干燥 $60 \pm 5\text{min}$ 。必须保证每个试样周围有空气流动。

5.3.3 从烘箱中取出试样, 立即放进干燥器中冷却 $60 \pm 30\text{min}$ 。

5.4 试验条件 实验应在标准实验室条件下进行: 温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$; 相对湿度 $50 \pm 5\%$ 。

5.5 测量

5.5.1 在烧杯中加入 750ml 的溶剂, 把烧杯放置在水浴中, 用水浴保持溶剂温度 $23 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

5.5.2 从干燥器中分别取出试样, 用分析天平称重, 准确至 1mg 。试样必须在干燥器取出 60s 内称重, 将重量记为 W_1 。

5.5.3 将支架浸入有溶剂的烧杯中, 启动 60min 的计时器, 并用夹子以合适的间隔压试样(建议间隔大约为 2min), 以保证试样被完全浸没。

5.5.4 将金属夹子放在天平上, 称重并去除皮重。

5.5.5 经过 $10\text{min} \pm 5\text{s}$ 后, 用夹子从溶剂中取出第一个试样, 并启动 60s 计时器。

5.5.6 在空气中慢慢地晾干试样, 一旦试样的表面干爽, 但不超过 30s , 将试样放在天平上, 用金属支架托住, 目的是使试样的两面都暴露于空气中(将试样平放在天平盘中是不允许的, 因靠近盘的面蒸发会减少)。

5.5.7 在试样从溶剂中取出 $60 \pm 5/-0\text{s}$ 后, 称出试样的重量, 并记录重量为 W_2 。

5.5.8 对其余的试样重复5.5.6-5.5.7, 保证每个试样的浸入时间都保持在允许的偏差内。

5.5 一杯新鲜的溶剂处理的试样不超过18个, 或使用的的时间不超过 8h 。

5.6 评定

5.6.1 增加重量

5.6.1.1 每个试样浸入溶剂后的最终重 W_2 减去基材干重 W_1 , 记录所增加的重量, 以 mg 为单位。

5.6.1.2 计算增加重量的平均值, 以 mg 为单位。

5.6.2 外观 用20/20视力检查试样, 看材料外观有无任何变化, 例如变模糊, 变白或变软。

5.7 报告

5.7.1 报告实测材料平均重量增量, 以 mg 为单位。

5.7.2 报告试样厚度。

5.7.3 报告实际试验温度, 湿度和溶剂温度。

5.7.4 报告试验中任何异常情况或与规定程序的差异。

5.7.5 报告按5.6.2检查时, 肉眼可见的任何变化。

6.0 注释

6.1 安全考虑 在实验前, 参阅所用溶剂的MSDS表。

6.1.1 试验过程中, 盛溶剂的烧杯应加盖或放在通风橱中。

编号: 2.3.4.2	项目: 层压板、半固化片及涂胶箔产品的耐药品性 (暴露于溶剂)	日期: 12/94
版本: A		

6.1.2 根据地方法规处理用过的溶剂。

6.2 影响试验的因素

6.2.1 样本

6.2.1.1 同一样本 同一样本的试验结果可能会大大受到材料固化程度及其样本受热过程影响。

6.2.1.2 样本厚度偏差 样本厚度造成的偏差是很小的,对典型的环氧材料,厚度在0.2-1.5mm时为10%;对耐药品性好的材料,厚度在0.13-1.5mm时为5%。

6.2.2 准确度 由于该类试验无标准,因此方法的准确度没有建立。

6.2.3 精确度 本试验的可重复性取决于控制偏差和其它一些偏差,如大气压力的控制程度,通常在工业实验室里是不控制大气压力的,在20%-50%的相对湿度的实验室,90mg水平上的精确度为10%,而25mg水平上的精度为16%。

6.2.4 干燥剂具有0.002mg水分含量的干燥剂,包括 P_2O_5 、 $Mg(ClO_4)_2$ 、无水BaO及熔融KOH。一些其它干燥剂,如 $CaCl_2$ 会造成较高的水分含量,不能用于本试验。(见Weast R.C, CRC化和物理手册,第65版, E-37, 1984)。

6.2.5 湿度考虑

6.2.5.1 湿度影响 较高的湿度将会产生较高的溶剂干扰,因溶剂的蒸发减慢。

6.2.5.2 湿度控制 在无控制的实验室里,采用一个密封的天平和一种饱和的 $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (相对温度50%)盐溶液能实现对关键环境因素的控制。密封天

平的所有重要开口都用胶布封住,只留一个开口供样品进出。制作一个浅盘占据天平内的大部分空间,但不接触到称重盘,如果天平的门在样品进出后能马上关上,则能够保持 $50 \pm 5\%$ 的相对温度。

在连续的试验进程中,可采用一个快速灵敏的温度控头来验证密封天平里的温度条件,但是,这必须用没有经过条件处理的试样才能验证,因为溶剂会影响温度探头的灵敏度。

6.3 其它试验参数考虑。

6.3.1 使用相同溶剂缩短停留时间 如3min,通常能更好的区分耐药品性各不相同的材料,但是,试验的可变性通常增大,缩短试验时间对比较材料的两面是非常好的。

长时间试验,例如30min,经常不能区分材料,但是,用于单一的材料是有效的,有表面涂层的材料可变化性增大。

6.3.2 其它混和溶剂 其它溶剂与二氯甲烷的混合物经常在工业界便使用,但是,试验的结果和精确度可能会明显不同,并且会引入溶剂成分易变性问题。

6.4 代替 本试验方法代替5/86版的2.3.4.2方法及5/86版的2.3.4.3的方法。

6.5 干燥条件 根据试验方法任务工作组测定,大多数的实验室在干燥器不可能稳定保持相对温度低于20%。基于参予公司实验管理数据,有影响的IPC试验方法,最低的实际可行的相对温度为30%(最大值)。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.4.3	
Subject 基材的耐化学性 (耐二氯甲烷)	
Date 05/86	Revision
Originating Task Group	

1.0 范围

本方法专用于测定印制线路板用绝缘材料耐二氯甲烷的性能 (在实验室环境温度下)。

2.0 适用文件

2.1 IPC-TM-650 方法2.3.6过硫酸铵蚀刻法

2.2 IPC-TM-650 方法2.3.7氯化铁蚀刻法

2.3 IPC-TM-650 方法2.3.7.1氯化铜蚀刻法

3.0 试样

3.1 尺寸 试样应为2.00英寸×2.00英寸×板厚, 2.00英寸的尺寸公差为±0.3英寸。

3.2 边缘加工 试样的边缘应用400号砂纸打磨光滑。

3.3 试样数量 试验用3块试样。

3.4 除去覆盖的金属 覆盖的金属应用IPC-TM-650的2.3.6, 2.3.7和 2.3.7.1或用不影响试样表面的其它适当的方法除去。

4.0 设备

4.1 烘箱 能保持105-110℃ (221-230° F) 均匀

温度的空气循环烘箱。

4.2 干燥器

4.3 分析天平

5.0 程序

5.1 处理 试样在105-110℃ (221-230° F) 下处理1小时, 然后置入干燥器中冷却至室温。

5.2 一个3000mL的大烧杯, 装有深度大约3英寸 (75mm) 的二氯甲烷, 在排气通风柜内保持温度23±2℃。在烧杯底部放一支架以便固定试样, 使其竖立并分开一定距离。

5.3 暴露 从干燥器中取出每块试样立即称重, 精确至0.1 mg。记录初始重量为“A”, 将试样浸入二氯甲烷中, 浸泡30±0.5min。从烧杯中移出试样, 干燥10min±30s, 立即称重, 并记录最后重量为“B”干燥时间包括称重时间。

5.4 评定

5.4.1 计算记录每个试样的重量变化百分数, 精确至0.01%。

计算公式: 重量变化百分数 % = $\frac{B-A}{A} \times 100$



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.6	
Subject 过硫酸铵蚀刻法	
Date 07/75	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于评定用过硫酸铵蚀刻后的绝缘材料的质量。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

试样尺寸50mm × 50mm × 厚度(覆1oz或2oz厚铜箔)。

4.0 试验装置

4.1 电加热蚀刻机

4.2 空气循环干燥箱 能保持温度 $80 \pm 3^\circ\text{C}$ 。

4.3 本试验所需物品如下：橡胶或聚乙烯手套，无绒棉布，FFF级浮石，塑料刷，蒸馏水，10%草酸溶液，过硫酸铵溶液，甲乙酮，甲苯和三氯乙烯。

5.0 程序

5.1 试样制备 用砂纸和其它合适的方法除去试样毛边。

5.2 蚀刻 将试样浸入波美66°的过硫酸铵溶液中，

于 $43 \pm 3^\circ\text{C}$ 下激烈搅拌，直至铜箔被完全蚀刻除去。立即取出用水冲洗2-5min。放入干燥箱内，直至试样干燥。再将试样浸入用蒸馏水配制的10%草酸溶液中，于 $25 \pm 8^\circ\text{C}$ 下保持15-20min。在此期间，草酸溶液应保持轻微循环。取出试样用水冲洗2-5min，然后用浮石擦去残留物。再用无绒棉布蘸适当溶剂擦净试样。在水流下冲洗，用塑料刷刷洗2-5min。最后用蒸馏水冲洗。

5.3 处理 试样放在烘箱内于 80°C 下干燥1h。如试样需做电性能试验，操作时应戴橡胶或聚乙烯手套。

5.4 试验评定 检查试样有无白斑或其它表面污染、表面缺胶、发软、分层、起泡或出现白点。覆金属箔试样还应评定铜箔是否起气泡或分层。

6.0 注释

6.1 如蚀刻时间超过15min(对1oz铜箔)或30min(对2oz铜箔)，蚀刻液应予更换。

6.2 草酸有剧毒，操作时应非常小心。

6.3 采用新鲜蚀刻液时，对1oz铜箔约需7min，对2oz铜箔约需15min即可完成蚀刻。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.7	
Subject 氯化铁蚀刻法	
Date 07/75	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

用于评定绝缘材料经氯化铁蚀刻后的质量。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

试样尺寸51mm × 51mm × 厚度(覆1oz或2oz铜箔)。

4.0 试验装置

4.1 电加热蚀刻机法。

4.2 空气循环式烘箱 能保持温度 $80 \pm 3^\circ\text{C}$ 。

4.3 完成本试验所需物品: 橡胶或聚乙烯手套, 无绒棉布, FFF级浮石, 塑料刷, 蒸馏水, 10%草酸溶液, 氯化铁溶液, 甲乙酮, 甲苯和三氯乙烯。

5.0 程序

5.1 试样制备 用砂纸或其它合适的方法打磨试样边缘。

5.2 蚀刻 将试样浸入波美42°的氯化铁溶液中, 于

$30 \pm 6^\circ\text{C}$ 下激烈搅拌, 直至铜箔被完全蚀刻除去。立即取出用水冲洗2-5min。放入干燥箱内, 直至试样干燥。再将试样浸入用蒸馏水配制的10%草酸溶液中, 于 $25 \pm 8^\circ\text{C}$ 下保持15-20min。在此期间, 草酸溶液应保持轻微循环。取出试样用水冲洗2-5min, 然后用浮石擦去残留物。再用无绒棉布蘸适当溶剂擦净试样。在水流下用塑料刷刷洗2-5min。然后冲洗30min。再次用蒸馏水冲洗试样。

5.3 处理 试样放在烘箱内于 80°C 下干燥1h。如试样需做电性能试验, 操作时应戴橡胶或聚乙烯手套。

5.4 试验评定 检查试样有无白斑或其它表面污染、表面缺胶、发软、分层、起泡或出现白点。覆金属箔试样还应评定铜箔是否有气泡或分层。

6.0 注释

6.1 如蚀刻时间超过15min(对1oz铜箔)或30min(对2oz铜箔), 蚀刻液应予更换。

6.2 草酸有剧毒, 作业中应非常小心。

6.3 采用新鲜蚀刻液时, 对1oz铜箔约需7min, 对2oz铜箔约需15min即可蚀刻完成。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.7.1	
Subject 氯化铜蚀刻法	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 适用范围

本方法是用氯化铜作为蚀刻液除去所覆铜箔制备试样的一种方法，以评定裸露绝缘材料的质量和性能。

2.0 引用文件

IPC-TM-650试验方法2.3.1.1覆金属箔层压板的化学清洗。

3.0 试样

试样尺寸由蚀刻以后要进行的检验或试验及蚀刻设备的尺寸确定。

4.0 试验装置或材料

- 4.1 标准化学蚀刻槽或适合于进行化学蚀刻的试验设备。
- 4.2 空气循环烘箱，能保持规定的温度和偏差。
- 4.3 本试验所需个人防护用品有：橡胶或聚乙烯手套、塑料或涂胶围裙、防护眼镜。
- 4.4 化学药品

化学药品	浓度
氯化铜 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.54kg/l
盐酸 HCl	9.3%(重量比)(3N) 25%(体积比)
蒸馏水/去离子水	适量
氢氧化钠 NaOH	10%(重量比)
异丙醇	适量

4.5 图形显像材料 抗蚀刻系统或材料，能形成适合的导电图形。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 切取要求尺寸的试样，必要时，用砂纸或其它合适的方法打磨试样边缘，使呈光滑状态。试样可按IPC-TM-650试验方法2.3.1.1，进行化学清洗，试样也可采用机械方法清洗。

5.1.2 如试样需要有导电图形，可根据标准工业方法涂覆抗蚀材料于试样上。

5.2 蚀刻

5.2.1 在喷淋蚀刻箱内或其它合适的容器中蚀刻除去金属箔，在浓度为30-32°波美度的氯化铜溶液中，于温度 $51.7 \pm 5.6^\circ\text{C}$ 下蚀刻。蚀刻时间应尽可能短，以防止裸露的层压板过度暴露于蚀刻液中，应在铜箔被完全除去后立即取出。如试样是在试验室条件下蚀刻，需要充分搅拌。

5.2.2 充分冲洗试样。

5.2.3 需做仲裁试验时，应将试样迅速浸入10%NaOH溶液中以中和残留的蚀刻剂，然后用蒸馏水或去离子水冲洗。注：如果不这样做，可能会发生电路侧蚀，导致试验结果不准，例如剥离强度较低。

5.3 清洗

5.3.1 如果试样使用了抗蚀剂或抗蚀胶带，应采用标准工业方法将其除去。

5.3.2 当试样需要进行电性能试验时，在清洗之前不允许把蚀刻试样晾干。对于一般的性能试验，在自来水龙头下用软毛刷刷洗试样，然后用蒸馏水或最好用去离子水冲洗。对于重要的或仲裁试验，层压板试样应浸在试剂级的异丙醇中，然后马上用16MΩ的去离子水冲洗10min。

编号: 2.3.7.1	项目: 氯化铜蚀刻法	日期: 12/94
版本: A		

5.4 干燥 可以晾干试样。对于仲裁试验, 应放在烘箱内于 $80 \pm 5.6^{\circ}\text{C}$ 下干燥1小时。

5.5 评定 确定和记录在蚀刻过程中发生的任何异常情况, 例如:

- a. 试样完全除去铜在蚀刻液里停留的时间是否比平时长。
- b. 材料弯曲或变形。
- c. 材料变色或其它肉眼可见的变化。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.9	
Subject 印制线路板用材料的燃烧性	
Date 06/86	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本测试方法的目的是提供一种程序，以确定印制线路板用薄绝缘材料的耐燃等级。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

3.1 试样是从样品板上切下的宽25mm(1英寸)×长450mm(18英寸)×板厚的长条形试样。且450mm的尺寸平行于经线。在离试样一端的6英寸处作一记号，该记号通常是在试样的边缘切一小缺口。

3.2 除非特殊规定，每种测试板材最少需要3块试样。试样应在样品板的宽度方向各种位置选取，但必须距离板边缘大于1英寸。

4.0 设备/仪器

4.1 测试箱 采用全封闭的通风橱，带有耐热玻璃窗可观察试验。试验过程中应关闭换气扇，但在两次试验之间可按时打开以排除废气。

4.2 测试箱中应装有一套夹紧装置，以便试样以长度方向挂在竖直位置，大体上与测试箱中央的垂直轴一致。

4.3 应有一个间接调节杆，穿过橱壁，用它调节点燃的本生灯置于适当的位置。

4.4 本生灯

4.5 秒表，读数以秒记录。

5.0 程序

5.1 测试前，试样在标准实验室环境条件下最少处理

24小时。

5.2 将试样装到测试箱中的夹紧装置内，试样的长度方向处于竖直位置，大体上与测试箱中央的垂直轴一致。试样的标记端应靠近本生灯，试样低端位于本生灯以上25mm(1英寸)处。此高度通常用于点火。

5.3 点燃本生灯，是由燃烧热为：

1000BTU/Cu.ft.(40kJ/M³)的气体供应，例如天然气，大致上由纯甲烷组成。灯的火焰应调节至1英寸(25mm)高的不闪耀的火焰。

5.4 用筒接调节杆使灯置于试样下方，允许火焰紧密接触试样5秒，然后从试样下移开本生灯。

注：在试样下端固定一个小重物，以免在燃烧过程中试样卷曲。

5.5 移开火焰的同时，打开秒表，测定燃烧时间。当燃烧停止，记录燃烧时间并记录燃烧是否超过了6英寸。如果燃烧超过了6英寸处的标记，应测量试样燃烧的总长度。

5.6 测试评定

5.6.1 按本试验不燃烧 如果试样经两次点火没有点燃，则判为“按本试验不燃烧”。

5.6.2 按本试验燃烧 如果试样燃烧到6英寸处，则判为“按本试验燃烧”。

5.6.3 按本试验自熄 如果试样在第一次或第二次点燃后燃烧，但是在火焰未烧到6英寸前火焰熄灭，则判为“按本试验自熄”。

6.0 注释

6.1 丙烷、乙炔或其它燃料源可用于试验，然而当出现分歧时，甲烷应用作仲裁试验燃料源。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.3.10	
Subject 印制线路用层压板的燃烧性	
Date 11/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本试验方法用作评定印制线路用层压板的相对耐燃性能,适用于厚度大于或等于0.5mm(0.020in)的板材。

2.0 适用文件

IPC-TM-650 方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻方法

IPC-TM-650 方法2.3.7 氯化铁蚀刻方法

IPC-TM-650 方法2.3.7.1 氯化铜蚀刻方法

3.0 试验试样

3.1 试样制做时平行于经向或纬向均可。试样尺寸:长 $125 \pm 0.63\text{mm}$ ($5.0 \pm 0.025\text{in}$), 宽 $12.5 \pm 0.5\text{mm}$ ($0.50 \pm 0.02\text{in}$), 厚度为被试验板厚。所覆的金属采用2.3.6, 2.3.7或2.3.7.1程序蚀刻法除去。试样加工完后,边缘要磨光。任一角的圆角半径不能超过1.25mm (0.05in)。每种处理条件要求准备5块试样作为一组。还应准备几个备用组以备必要的重复试验。

4.0 仪器、设备

4.1 试验箱 采用全封闭的通风橱,用耐热玻璃窗可观察试验。试验过程中排气风扇应关闭。但两次试验之间可按时打开,以排除废气。

4.2 测试箱中应装有调节试样垂直位置的夹紧装置,以便测试。试样应以长度方向挂在垂直位置上,大体上和试验箱中央的垂直轴一致。

4.3 实验室燃烧器 使用本生灯或“Tirril”灯,灯管长100mm(4.0in),内径为 $9.4 \pm 1.5\text{mm}$ ($0.370 \pm 0.06\text{in}$)。该灯不装置任何终端装置。

4.4 气体的供应 气体的供应需稳定且计量,以使气

流均匀。标准气为工业甲烷。热容量为1000BTU/Cub.ft的天然气也可以代用。其它的燃烧气如丁烷、丙烷和乙烷也可以用,但仲裁试验用工业甲烷。

4.5 秒表或其它最小能精确到0.5秒的计时器。

4.6 盛有硅胶或氯化钙的干燥器。

4.7 能保持温度 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 的循环通风式烘箱。

4.8 测量火焰高度的薄钢尺或样板。

5.0 程序

5.1 试样预处理

5.1.1 试验前,试样组应置于标准试验条件下处理,温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度 $50 \pm 5\%$,至少处理48小时。

5.1.2 另一组试样在正常温度 125°C 烘箱中处理24 \pm 2小时,然后,试验前在干燥器中冷却不少于4小时。

5.1.3 备用的试样组也可以一起处理,以备试验失败后的验证。

5.2 调整试验火焰

点燃本生灯,并调节至产生19mm(3/4in)高的蓝色火焰。调节供气量和灯的通风口,直至产生19mm(3/4in)高的黄顶蓝色火焰。打开通风口稍稍增加通风量,直至黄顶刚刚消失,使内外焰头都呈蓝色。此时,重新测量火焰高度,反复调节直到满足所有条件。调节和试验过程中灯管是垂直的。

5.3 试样安装

试样装在试验夹紧装置内,并使其纵轴垂直,夹子覆盖住试样端部不能超过6.4mm(1/4in),调节试验夹/试样组合的垂直位置,使得试样的下端距灯管顶部9.5mm(3/8in)。

5.4 试验 火焰置于试样下端对准中心燃烧 10 ± 0.5 秒,然后移开本生灯距试样至少6英寸。若试样在完全燃烧前停止,则应立即再将火焰移至试样下,

编号: 2.3.10	项目: 印制线路用层压板的燃烧性	日期: 11/88
版本: A		

再补充燃烧 10 ± 0.5 秒。然后,再次移开本生灯。

5.5 观察和记录下列数据

5.5.1 每个试样第一次施加试验火焰后的试样燃烧持续时间,精确到秒。

5.5.2 每个试样第二次施加试验火焰后的试样燃烧持续时间,精确到秒。

5.5.3 如果规范要求的话,每个试样第二次施加火焰后,试样燃烧持续时间,包括有焰燃烧及无焰燃烧的时间,精确到秒。

5.5.4 点燃后,有无试样燃烧到夹具。

5.5.5 根据五个试样的十次点燃,计算总的试样燃烧时间或试样平均燃烧时间。

5.6 评定与报告

5.6.1 如果出现下列情况,则认为基材不符合规范要求。

5.6.1.1 对任何一次点燃,每组试样中有一个以上的试样燃烧至夹具。

5.6.1.2 每组试样燃烧时,有一个以上的试样超过规范允许的单个试样的燃烧时间。

5.6.1.3 总的试样燃烧时间或平均燃烧时间超过了规范允许的最大值和5.6.3规定的偏差。

5.6.1.4 有一个以上的试样无焰燃烧时间大于规范允许值(当适用时)。

5.6.2 每种试验条件分别报告,适用时按5.6.1.1至5.6.1.4的要求相应报告。

5.6.3 若每组试样中仅有一个试样不符合要求,则应试验备用的一组试样。就总的燃烧时间或平均燃烧时间而言,若计算值仅超过了规范的最大值,但不大于5秒,才可试验备用组的试样,若备用组的试样全部符合要求,则可评定为合格。

6.0 注释

6.1 由于层压板无熔化物和燃烧物的滴落,本方法就删去了对此项的评定。

6.2 灯管里面应经常清洗,试样燃烧的副产物聚积在灯管内外,在点灯过程中,这些附着物会冲出来,产生黄顶尖焰,这样就给调节火焰带来很大困难。

6.3 火焰调至适当后,调节试样处于灯管上合适的高度9.5mm(3/8in)。此时,蓝色内焰正好与试样末端接触。试样就由此火焰温度最高区域点燃。

6.4 为了试验的一致性,在试样下准确地对准火焰中心是很重要的。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本试验方法用于评定规定的印制线路板上永久性阻焊覆盖层对火焰的阻燃性。要用厚度为0.020英寸或更厚的层压板。如果有任何减少的话，应指明覆盖层可以降低层压板可燃性的等级。使用本方法时，要假定材料的性能水平与最终应用中的性能无相互关系。

2.0 适用文件

- IPC-TM-650 方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻方法
- IPC-TM-650 方法2.3.7 氯化铁蚀刻方法
- IPC-TM-650 方法2.3.7.1 氯化铜蚀刻方法

3.0 试样

- 3.1** 应采用供应商推荐的方法或制造者的生产工艺，方便时采用平行于经向或填料方向加工制备试样。
- 3.2** 试样应为长 $125 \pm 5\text{mm}$ ($5.0 \pm 0.25"$) \times 宽 $12.5 \pm 0.5\text{mm}$ ($0.5 \pm 0.025"$) \times 被测厚度，应用TM-650中2.3.6、2.3.7或2.3.7.1方法。
- 3.3** 将阻焊剂涂层以预先考虑的最小和最大两种涂层厚度均匀地涂覆在最小和最大两种要求厚度的层压板上。
- 3.4** 所有试样组只有一组未涂覆阻焊剂，它们的厚度为层压板厚度，并用同样的批次制成。此外，若要与其它阻焊剂比较，这些阻焊剂也应涂覆在同一批号层压板上，否则，其结果会相差很大，建议层压板要预先检测。
- 3.5** 试样裁剪后的边应打磨光滑，但各角半径不要超过 1.25mm (0.05英寸)。
- 3.6** 对每种要求的条件准备5个试样(2种条件见试验样处理)。要制备双倍试样(5个试样的2倍)，以防要求

Number 2.3.10.1	
Subject 印制线路板上阻焊层的燃烧性	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group N/A	

重复试验。因此每组试样的总数为20，包括未在基材上涂覆的试验组在内所要求的总的试验组应为6。
注：如果层压板的批次相同并且是同时提供的，则附加的涂层试验不必包括未涂覆的试样组。

4.0 仪器

- 4.1 试验箱** 全封闭的试验室通风橱，带有供观察试验用的隔热玻璃窗。试验期间应关闭抽风扇，但在每次试验之间可周期性打开，以清除烟雾和空气中的碳化粒子。
- 4.2 夹具** 夹具应在箱内将试样放于垂直位置并可调，使试样以长度方向悬挂在与试验箱中心垂直位置上。
- 4.3 试验室燃烧器** 应使用本生灯或特瑞尔灯，灯的管长 100mm [4.0"]，管内径 $9.4 \pm 1.5\text{mm}$ [$0.370 \pm 0.06"$]，该灯不装任何终端附件。
- 4.4 气体供给** 气体供给应可调，气流应均匀并可计量。标准气体应是工业级甲烷，标称热含量为每立方英尺1000BTU的天燃气也可代用，像丁烷、丙烷及乙炔之类的燃料气体也可使用，但工业级甲烷将作为仲裁试验。
- 4.5 计时器** 精度至少为0.5秒的秒表或其它合适的计时器。
- 4.6 干燥器** 干燥器内应有干的二氧化硅凝胶或氯化钙。
- 4.7 循环烘箱** 能保持 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ 循环抽风式烘箱。
- 4.8 火焰测量仪** 用来测量火焰高度的薄钢片尺。
- 4.9 灯座** 一块倾斜度为 20° 的灯座，以使灯具火焰在试样下有合适位置。

5.0 试样处理

编号: 2.3.10.1	项目: 印制线路板上阻焊层的燃烧性	日期: 02/88
版本: A		

5.1.1 按照层压板与被测阻焊剂规范, 在进行热冲击前应首先将各试样组在室温下($23 \pm 2^\circ\text{C}$)放置24小时。

5.1.2 将试样分成两组, 每组10个。第1组试样在试验前暴露到标准试验室条件下($23 \pm 2^\circ\text{C}$), 相对湿度 $50 \pm 5\%$ 最少48小时。

第1组作为“交收态”试样仲裁。

5.1.3 第2组试样在 $70 \pm 1^\circ\text{C}$ 下处理168小时(7天), 然后, 试验前放进室温下($23 \pm 2^\circ\text{C}$)的干燥器中, 冷却。至少4小时, 干燥器内装有无水氯化钙。

第2组试样将作为处理过“试样的仲裁”。

5.1.4 从每组试样中取出一半(5个试样)进行燃烧试验并评价, 如果需要的话, 余下的5个试样留着准备再试验。

5.2 调节试验 点燃燃烧器并调节产生3/4英寸的蓝色火焰, 通过调节气体供给装置和灯的气体进气口直至产生高度为3/4英寸的锥形黄顶兰焰。空气供给量通过打开进气口而慢慢增加, 直至黄顶刚好消失而形成内部是蓝色火焰且外焰是锥形。再次测量火焰以确保正确高度。必要时重复这些程序, 直至符合所有条件。在调整和测量期间灯管是垂直的。

注: 见图1所示的火焰调节和测量。

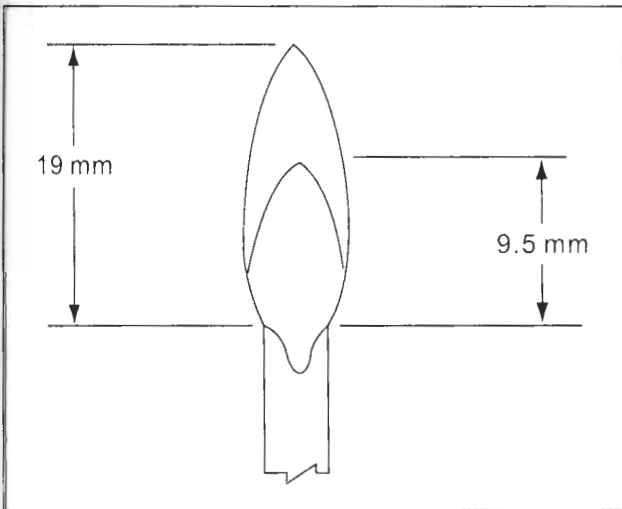


图 1 灯的火焰

5.3 试样安装 将每个试样安装在试样夹具中, 使其长轴垂直, 夹子夹住试样的上部不得多于1/4英寸。

调节试样夹具或试样组件至垂直位置, 以便试样的底端在灯管之上3/8英寸远。

注: 见图2所示的试样与灯的排列。

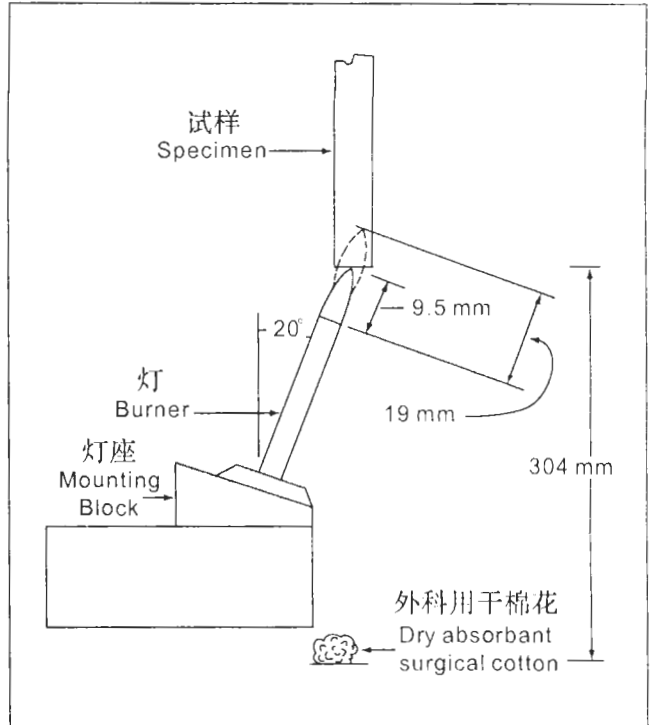


图 2 测试样板的安装

5.4 火焰试验 试验火焰要放在试样下端的中部, 立即计时10秒钟。移开灯具离试样至少6英寸远。如果在试样完全烧毁前自动停止燃烧, 应立即将火焰再放到试样下点火 10 ± 0.5 秒, 然后象先一样撤走火焰。

5.5 观察和记录资料

5.5.1 每个试样第一次点火后, 试样燃烧的时间, 精确到秒。

5.5.2 每个试样第二次点火后, 试样燃烧的时间, 精确到秒。

5.5.3 每个试样第二次点火后, 试样燃烧(包括无焰燃烧)的时间, 精确到秒。但只在规范有要求时进行。

5.5.4 是否有试样在任何一次点火时燃烧到夹具。

5.5.5 是否有任何试样滴落有焰颗粒, 并且是否点燃

编号: 2.3.10.1	项目: 印制线路板上阻焊层的燃烧性	日期: 02/88
版本: A		

位于试样下12英寸处有吸收能力的外科用干棉花。

5.5.6 按照每5个试样一组10次点火计算试样燃烧总的时间,或在适用时,计算试样燃烧的平均时间。

注: 见图表3:记录表格。

5.5.7 如果规范要求,记录每个试样无焰燃烧的时间。

5.6 评定和报告

5.6.1 评定 如有以下情况材料层被认为不符合要求:

5.6.1.1 任何一次点火时,一组中多于一个试样烧至夹具;

5.6.1.2 每组中,多于一个试样的燃烧时间超过规范允许的值;

5.6.1.3 试样总的燃烧时间超过规范允许的最大值(适用时),且其偏差超过5.6.3条的规定;

5.6.1.4 无焰燃烧时间超过规范规定的试样多于一个(适用时);

5.6.1.5 滴落的有焰颗粒点燃有吸收力的外科用干棉花的试样数多于一个。

5.6.2 报告 按每种试验条件分别报告。5.6.1.1~5.6.1.4 条包括的参数仅在适用时才报告。

5.6.3 重作试验 如果一组(5个)仅有一个试样不符合要求,则应用备份的试样组重作试验。如果总的或平均试样燃烧时间超过规范最多5秒或更少,则也应用备份组重作试验。备份组所有试样的总的和平均燃烧时间均应符合要求。

6.0 其它说明

6.1 灯具内应清洗干净通畅,灯具顶端和周围的试样燃烧后的副产品可以收集起来,在点火和火焰调节而导致黄顶火焰期间所产生的滴落物应冲走。如果允许灯口有残留物的话,调节合适的火焰会变得很困难。

6.2 当火焰正确并且试样末端在灯具上一合适高度(3/8")时,火焰的蓝色锥形内焰正好碰到试样末端,试样才会在火焰最热区点火。

6.3 试样下端准确地对准火焰中心对试验结果是重要的。

垂直燃烧可燃性数据

阻焊剂 _____ 颜色 _____	层压板(美国型号) _____ 颜色 _____
承销商 _____ 批 _____	承销商 _____ 批 _____
涂层厚度—mils(mic)	板厚—inch(mm)
最小: _____ 最大: _____	最小: _____ 最大: _____

热冲击参数	检查一个
时间(秒)	现行焊料 <input type="checkbox"/>
温度 ℃ (°F)	悬浮氧化铝 <input type="checkbox"/>

编号: 2.3.10.1	项目: 印制线路板上阻焊层的燃烧性	日期: 02/88
版本: A		

处理: ≥ 48 小时 @ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73 \pm 3^\circ\text{F}$) 和 $50 \pm 5\% \text{R} \cdot \text{H}$

试样号	总厚	有焰燃烧或有焰与无焰燃烧时间						总的有焰燃烧时间	有焰和无焰燃烧总时间	超或未超过规范极限值
		第一次点火		第二次点火						
		有焰(秒)		有焰(秒)		无焰(秒)				
1										
2										
3										
4										
5										

处理: 168 ± 2 小时 @ $70 \pm 1^\circ\text{C}$ ($158 \pm 2^\circ\text{F}$) 干燥器冷却

试样号	总厚	有焰燃烧或有焰与无焰燃烧时间						总的有焰燃烧时间	有焰和无焰燃烧总时间	超或未超过规范极限值
		第一次点火		第二次点火						
		有焰(秒)		有焰(秒)		无焰(秒)				
1										
2										
3										
4										
5										



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.11	
Subject 玻璃布结构	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法的目的是提供一程序来检查玻璃布，测量它的结构，包括它的质量、厚度、强度和织物的类型。本方法适用于通过燃烧方式除去可见树脂后检查印制电路板压合和B阶半固化片的玻璃布。

2.0 适用文件

IPC-EG-140 印制板“E”级有机织物规范

3.0 测试样板

三个50mm × 50mm的厚物料

4.0 仪器

- 4.1 马福炉(隔焰炉) 可保持538℃ ± 14℃(1000°F ± 25°F)。
- 4.2 分析天平 可精确到0.0001克。
- 4.3 千分尺 可精确到0.0001英寸。
- 4.4 显微镜 双目镜显微镜，放大到30倍。

5.0 操作步骤

- 5.1 每一物料测试应按下面程序测最少三个。将样品放在合适尺寸的坩埚中后，放入马福炉，保持538℃ ± 14℃30分钟。移出来后冷却到室稳定。
- 5.2 检查残留物。
 - 5.2.1 如果残留物有玻璃融合物，将马福炉温度设定为488℃ ± 14℃，重复步骤5.1。如果在低一些温度下，还有玻璃融合物，再重复步骤5.1，降低的50℃，直到没有玻璃融合物。
 - 5.2.2 如果残留物中有没完全除去的树脂，马福炉温度应升高50℃，重复步骤5.1。

5.2.3 完成此步骤，冷却到室温后，剩下的玻璃布应为白色，没有树脂残留，没有玻璃融合物。

5.3 厚度测量。将玻璃布样品放到两规块间，用千分尺测量它们的厚度，等拿出样品后，再测量两规块的厚度。玻璃布厚度应为有玻璃布时两规块厚度减去将玻璃布拿出来后规块的厚度。最少应测量并记录三个样品，每一样品的厚度应是五次测量的平均值。

5.4 玻璃布质量

- 5.4.1 玻璃布样品长和宽测量应精确到0.25mm。
- 5.4.2 样品的质量应用分析天平测量，精确到毫克。
- 5.4.3 每平方米(sq.yd)玻璃布质量可通过下面公式计算：

$$\text{玻璃布质量(oz./sq.yd.)} = \frac{1296}{28.375} \times \frac{\text{样品质量}}{\text{样品面积 (sq.inches)}}$$

如果样品每一边是4.00 ± 0.01"，这个公式可简化成：
布质量(oz./sq.yd.) = 2.855 × 样品质量(克)

5.5 玻璃布结构。织布的经纬向每平方米面积的数量，用显微镜测量。

5.6 表1的所有其它性能规定在采购文件中。

5.7 报告。本测试方法测量玻璃布的结果应报告在一固定的报表，最少包括以下几点：

- (1) 保证测试按照本测试方法完成。
- (2) 测量样品标识。
- (3) 每一样品的尺寸：长、宽。
- (4) 样品厚度。
- (5) 玻璃布结构。
- (6) 每平方米样品的质量。
- (7) 测试要求或采购文件要求附加测试的结果。
- (8) 测试样品是否符合玻璃布规格要求的判定。

编号: 2.3.11	项目: 玻璃布结构	日期: 04/73
版本:		

表 1

Cloth No.	Nominal Width Inches	Thickness Inch	Weight Per Square Yard Ounces	Yarn, Warp, and Fill	Construction	Minimum Breaking Strength Per Inch of Width		Yards per Standard Roll	Type of Weave
						Warp Pounds	Fill Pounds		
106	38	0.0015	0.85	900-1/0	56x56	46	52	250 25	Plain
108	38	0.0020	1.43	900-1/2	60x47	70	40	250 25	Plain
112	38	0.0030	2.09	450-1/2	40x39	82	80	250 25	Plain
113	38	0.0030	2.46	450-1/2 900-1/2	60x64	123	60	250 25	Plain
116	38	0.0040	3.16	450-1/2	60x58	123	120	250 25	Plain
119	38	0.0040	2.80	450-1/2	54x50	110	100	250 25	Plain
120	38	0.0040	3.16	450-1/2	60x58	125	120	250 25	4-harness satin
126-150	38	0.0060	5.50	150-1/2	34x32	225	195	250 25	Plain
126	38	0.0065	5.37	450-3/2	34x32	205	185	250 25	Plain
127	38	0.0070	6.00	450-3/2	42x32	225	185	250 25	Plain
128	38	0.0070	6.00	225-1/3	42x32	250	200	250 25	Plain
128-150	38	0.0067	6.00	150-1/2	42x32	250	200	250 25	Plain
140	38	0.0100	8.70	450-4/3	32x21	400	290	125 25	Plain
141	38	0.0100	8.70	225-2/3	32x21	400	290	125 25	Plain
143	38	0.0090	8.90	225-3/2 450-1/2	49x30	611	56	125 25	4-harness satin
143-150	38	0.0086	9.40	150-2/2 450-1/2	49x30	660	70	125 25	4-harness satin
148	38	0.0120	10.10	450-3/5	30x19	450	360	125 25	Plain
149	38	0.0120	10.80	225-2/4	30x19	450	360	125 25	Plain
161	38	0.0150	12.20	450-4/5	28x16	550	450	125 25	Plain
162	38	0.0150	12.20	225-2/5	28x16	450	350	125 25	Plain
164	38	0.0150	12.60	225-4/3	20x18	500	450	125 25	Plain
164-150	38	0.0140	13.00	150-4/2	20x18	500	450	125 25	Plain
181	38	0.0085	8.90	225-1/3	57x54	340	330	125 25	8-harness satin
181-150	38	0.0080	9.50	150-1/2	56x54	350	325	125 25	Plain
182	38	0.0130	12.40	225-2/2	60x56	440	400	125 25	8-harness satin
182-150	38	0.0134	12.65	150-1/3	60x56	440	400	125 25	Plain
183	38	0.0180	16.75	225-3/2	54x48	650	620	75 15	8-harness satin
184	38	0.0270	25.90	225-4/3	42x36	950	800	50 10	8-harness satin
184-150	38	0.0245	24.16	150-4/2	44x35	950	800	50 10	
573-150	38	0.0110	8.00	150-3/2	16x16	335	316	125 25	Plain
1000-150	38 and 44	0.0130	9.66	150-4/2	16x14	450	410	125 25	Plain
1044-150	38	0.0220	19.20		16x14	450	410	125 25	Plain
1523-150	38	0.0140	11.70	150-3/2	28x20	525	400	125 25	Plain
1527-150	38	0.0150	12.90	150-3/3	17x17	535	485	125 25	Plain



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.14	
Subject 印刷、蚀刻、电镀测试	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法提供一个标准的方法来评估印制电路板制造过程中，制程对所用物料的影响，基于铜箔的附着力和压合基材的外观表面质量接受性规格标准。

2.0 适用文件

IPC-TM-650 2.4.8 覆箔板的剥离强度
MIL-P-13949

3.0 测试样板

3.1 环氧树脂覆铜板，厚度0.8mm到6.4mm，两面或单面覆铜。

3.2 每一物料应测试三个样板，如果两面都覆盖了铜箔，那么应取六个样板。每一样板剥离强度有四个读数，见本手册测试方法2.4.8。

4.0 仪器

4.1 蚀刻 典型制造印刷、蚀刻和电镀的设备与物料。

4.2 测试 剥离强度测试设备，见本手册测试方法2.4.8。

5.0 操作步骤

5.1 印刷和蚀刻。

5.1.1 打磨测试样板边缘拔锋(毛刺)，可使样板间紧密连接。负片框架镜可获得更好的蚀刻图形。

5.1.2 用浮石粉磨刷铜表面，除去表面污物，并可通过水膜试验。

5.1.3 用压缩过滤空气干燥。

5.1.4 在室温下，将样板浸入下面光阻溶液：

1%体积比的KPR III

1%体积比的甲笨

1%体积比的丙酮

溶液的密度是0.920。

5.1.5 拿住样板一角，让板上溶液滴干。

5.1.6 将样板放在80℃烤炉中的架子上3到5分钟，以干燥和硬化KPR。

5.1.7 将架子从烤炉中移出来，冷却到室温。

5.1.8 将样板放在印刷框的负片上，铜面和负片相对。

5.1.9 将前步骤的板距曝光灯76mm，曝光7分钟。

5.1.10 在三氯乙烯蒸汽中显影15秒，可能需要2-6个循环才可获得清晰的图形。显影后晾干。

5.1.11 使用本手册测试方法2.4.8中的测试图形。

5.2 蚀刻过程和蚀刻剂清洁

5.2.1 方法A

5.2.1.1 通风良好条件下，坡美度为42° 温度为23.9到37.8℃(75°F到100°F)三价氯化铁溶液以最短时间蚀刻样板(蚀刻图形清晰，侧蚀最小的时间是：1oz铜大概7分钟，2oz铜15分钟，使用新鲜三价氯化铁溶液)。对1oz铜，蚀刻液应使用15分钟后更换，对2oz铜，蚀刻液应使用30分钟后更换。

5.2.1.2 蚀刻完后，立即用15.6℃到32.2℃(60°F到90°F)的流水冲洗样板2到5分钟，洗完后到步骤5.2.1.7才可样板烤干。

5.2.1.3 将样板浸在15.6℃到32.2℃(60°F到90°F)的在10%草酸缓慢循环液溶液中15到20分钟(注意草酸有毒)，用15.6℃到32.2℃(60°F到90°F)的流水冲洗样板2到5分钟。

5.2.1.4 用FFF等级的浮石粉磨刷样板以除去抗蚀

编号: 2.3.14	项目: 印刷、蚀刻、电镀测试	日期: 04/73
版本:		

剂, 或无尘布浸甲基酮、三氯乙烯或甲苯清洗抗蚀剂。清洁样板过程中应避免浮石粉磨损粘合层, 或溶剂攻击粘合力、板料。样板不使用的抗蚀剂不必磨掉。

5.2.1.5 用针刷磨刷样板, 水洗温度 15.6°C 到 32.2°C (60°F 到 90°F), 并且水洗时间为30分钟。**5.2.1.6** 将样板浸在蒸馏水中。

5.2.1.7 在 $80^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($176^{\circ}\text{F} \pm 5.4^{\circ}\text{F}$)的烤炉中烤干一小时, 如果样板用作电测试, 那么仅可戴橡胶或聚乙烯手套拿板。

5.2.2 方法B

5.2.2.1 重复蚀刻过程腐蚀掉铜, 使用的溶液每升含 298 ± 10 克过硫酸铵和 15.5 ± 10 毫升硫酸, 密度为 $1.836(66^{\circ}\text{Be})$, 温度 $43^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($109.4^{\circ}\text{F} \pm 5.4^{\circ}\text{F}$)。

5.2.2.2 用流水将样板清洗干净, 用清洁空气干燥。

5.2.2.3 在 $80^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ($176^{\circ}\text{F} \pm 5.4^{\circ}\text{F}$)的烤炉中烘烤一小时后让样板冷却。

5.3 石蜡评价

5.3.1 在 $1/8"$ (3.2mm)线的焊盘上钻 $1/16"$ (1.6mm)分布良好的孔。

5.3.2 用三氯乙烯擦掉已曝光的KPR, 并用水洗。用

FFF等级的浮石粉磨刷样板, 并用强针刷水洗。

5.3.3 电镀这是参照MIL-P-13949的模拟电镀。除氧化物浸在10%的盐酸中2分钟, 水洗5分钟, 在 105°C 到 110°C (221°F 到 230°F)烤最少30分钟。

5.3.4 已蚀刻的铜表面涂上白色石蜡, 样板浸入锡面下 $1/4$ 英寸 (6.4mm) 20 ± 1 秒, 在锡面下1英寸 (25mm)处测量锡温度为 $260+5^{\circ}\text{C}/-0^{\circ}\text{C}$ $500^{\circ}\text{F}+9/-0^{\circ}\text{F}$ 。

5.3.5 用冷三氯乙烯洗样板2分钟, 将石蜡从样板洗掉, 接着用热三氯乙烯洗样板1分钟。

5.3.6 检查样板表面是否有露织纹、白斑、龟裂、树脂、分层和起泡。

5.3.7 测量四条 $1/32$ 英寸 (0.8mm)线的剥离强度, 报告平均值, 本测量应按照本书中测试方法2.4.8完成。

5.4 报告

5.4.1 本测试方法的结果应笔录报告最少以下内容:

- (1) 保证测试遵照本测试方法。
- (2) 测试样板区分清楚。
- (3) 每一样板测试结果, 包括外观检查结果和剥离测试。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.15	
Subject 铜箔或镀层的纯度	
Date 08/97	Revision C
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

本测试方法是电子重量测量法测定铜箔或镀层的纯度。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

每一样板必须重约5克，原铜箔或未经处理镀铜箔层同样对待。

4.0 仪器/物料

4.1 电子重量测量分析电极。— 铂金蓝阴极，— 铂金蓝阳极，或— 螺旋铂金。

4.2 试剂

4.2.1 溶解样品的酸性混合物：加300毫升浓 H_2SO_4 到750毫升水中，冷却后加210毫升 HNO_3 。

4.2.2 用5%的 H_2SO_4 清洁样板，清洁玻璃容器内部使用稀释的 HNO_3 (1体积的酸加3体积的蒸馏水或去离子水)。

4.2.3 最后清洗用的纯净甲醇或相当替代品。

4.2.4 蒸馏水或去离子水。

4.3 其它设备

4.3.1 通风橱，用来排走溶解时产生的气体。

4.3.2 加热盘，可加热溶液到 $80-90^{\circ}C(176-194^{\circ}F)$ 。

4.3.3 分析天平，称量铜样品和铂金阴极，精确到0.1毫克。

4.3.4 烘箱，烘干样品和电极，温度大约 $110^{\circ}C(230^{\circ}F)$ 。

4.3.5 电源，在电极面积上可提供电流密度最少为

$0.6A/dm^2$ 。

4.3.6 180ml到300ml的带拼合盖的无凸缘高型烧杯。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 在室温下用5%的 H_2SO_4 清洁铜箔，经水洗洁净后，用蒸馏水洗，最后用纯净甲醇或相当替代品清洗。在 $110^{\circ}C(230^{\circ}F)$ 的烘箱中烤几分钟后，在干燥器中冷却。测量样板，精确到0.1mg。将样板放入180ml到300ml的烧瓶中，盖上盖，移到通风橱中。

5.1.2 加45ml $H_2SO_4-HNO_3$ 的混合液到烧杯中，等待几分钟，到反应停止。

5.1.3 加热到 $80-90^{\circ}C(176-194^{\circ}F)$ ，直到没有不溶物质，紫色烟排尽，过程中溶液不沸腾。

5.1.4 慢慢冷却后，将烧杯和盖子用蒸馏水清洗，清洗液稀释到可以覆盖阴极棒。清洗的目的是将烧杯盖或里面的铜离子收集到要电镀的溶液中，铜从电镀液中被还原成铜，沉积在铂阴极上。

5.1.5 将溶液冷却到室温。

5.1.6 称量阴极，精确到0.1mg。

5.1.7 将电极插入溶液中，盖上盖防止溶液飞溅或蒸发，电解电流密度为 $0.6A/dm^2$ (当使用电流密度为 $0.6A/dm^2$ ，电解要用16小时，方便在晚上进行)。

5.1.8 当溶液变成无色时，降低电流密度到 $0.3A/dm^2$ ，清洗玻璃盖、电极系统和烧杯内部。

5.1.9 继续电解，直到沉积完全。当增加蒸馏水，溶液面上升后，新电极上没有镀上铜，那么已沉积完全(从烧杯和盖上清洗下来的铜需电解约1小时)。

5.1.10 不中断电流，将电极从溶液中拿出来。

编号: 2.3.15	项目: 铜箔或镀层的纯度	日期: 08/97
版本: C		

5.1.11 将移出阴极先用蒸馏水清洗, 然后用纯净甲醇或相当替代液清洗。在110℃(230°F)的烘箱中快干(约5分钟), 在干燥器中冷却到室温。测量样板, 精确到0.1mg。

5.1.12 关闭电源, 调整设定。

5.2 计算

5.2.1 通过下面方法来计算铜的质量纯度百分比。

重新获得的铜质量 $C_R=A-B$

A=有沉积铜的电极质量, 单位克。

B=电极的初始质量, 单位克。

铜的质量纯度百分比($\%$)= $(C_R/C_I) \times 100$

C_R =重新获得的铜质量, 单位克。

C_I =测试铜样的初始质量, 单位克。

6. 注意事项

6.1 干扰 在本方法中, 应注意测试样品中的银随铜沉积, 被当作铜处理。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.3.16	
Subject 半固化片的树脂含量(灼烧法)	
Date 12/94	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于采用灼烧法除去增强材料上的树脂，测定无机纤维增强的半固化片的树脂含量。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

3.1 尺寸 试样尺寸为102mm×102mm。如果为连续的纤维纺织布，则试样的各边就在与织物方向成对角线的方向切取。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，应切取三块试样，从卷装固化片的宽度方向等距离的位置上切取或从预定数量的片装固化片(如一个检验批)的不同位置上切取。

4.0 试验装置

4.1 分析天平 能称至1mg。

4.2 马福炉 能保持温度550±50℃。

4.3 坩埚 有足够的尺寸以容纳试样。

4.4 剪切装置 剪刀或其它合适的装置，能将试样切为规定的尺寸。

4.5 干燥器 能在23℃温度下保持相对湿度小于30%。

5.2 测量

5.2.1 每个试样都应放在已预先称重过的坩埚里称重，准确至1mg。

5.2.2 将装有试样的坩埚放在温度保持550±50℃的马福炉里至少5min。

5.2.3 将装有试样的坩埚从马福炉里取出，放在干燥器里冷却至室温。

注意：如果坩埚里的试样出现玻璃熔化现象，应将试样丢弃，使马福炉的温度降低50℃，并用新试样重新试验。如果出现试样上的树脂不完全燃烧现象，应提高马福炉温度或延长燃烧时间。在任何情况下，燃烧后剩余的玻璃布必须完全无残余树脂，也必须无玻璃熔化迹象。

5.2.4 将坩埚和试样一起称重，准确到1mg。

5.2.5 计算 按下式计算半固化片的树脂含量：

$$\text{树脂含量} = \frac{\text{试样减少的重量} \times 100}{\text{试样原始重量}}$$

5.3 报告 报告每个试样的树脂含量及同一材料所有试样的平均树脂含量。

6.0 注释

6.1 本试验适用的半固化片增强材料类型为纺织或不纺织及连续或不连续的纤维，它们中的任何一种都称为织物。

6.2 干燥器条件 试验方法任务工作组决定，由于大多数的实验室都不能够持续地保持干燥器的相对湿度小于20%，因此根据所参与公司的实验室管理数据，将实际可行的IPC实验方法中的干燥器相对湿度规定为小于30%。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 将试样切为规定的尺寸。

5.1.2 除非半固化片在生产后的10min内试验，试样应放在干燥器里干燥至少4h。对于仲裁试验，试样应进行干燥。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.3.16.1	
Subject 半固化片的树脂含量(称重法)	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法用于测定无机纤维增强的粘结片的树脂含量,不必除去增强材料上的树脂,但必须知道织物的基本重量。本方法适用于有机和无机的增强材料。

2.0 引用文件

- IPC-EG-140 印制板用处理E玻纤布规范
- IPC-SG-141 处理S玻纤布规范
- IPC-A-142 印制板用处理聚芳酰胺纤维布规范
- IPC-QF-143 印制板用处理石英(纯熔融硅)纤维布规范
- IPC-TM-650

- 方法2.1.6.1 增强织物的重量
- 方法2.3.17 半固化片的树脂流动度
- 方法2.3.19 半固化片的挥发物含量

3.0 试样

- 3.1 尺寸 试样尺寸为 $102 \pm 2.5\text{mm} \times 102 \pm 2.5\text{mm}$ 。如果为连续的纤维编织物,则试样的各边应在与织物方向成对角线的方向切取。
- 3.2 数量和抽样 除非另有规定,应切取三块试样,从卷状半固化片的宽度方向等距离的位置上切取或从预定数量的片状半固化片(如一个检验批)的不同位置上切取。如果试样还用于树脂流动度的测试(2.3.17),则应从卷状或片状(见6.4)的半固化片的相邻位置上切取4块试样。

4.0 试验装置

- 4.1 分析天平 能精确称到1mg以上精度。
- 4.2 静电屏蔽垫片(薄金属片,如7oz/ft²的铜箔,尺

寸为127mm×127mm或更大)如果天平的托盘比试样大时,则不需要。

4.3 剪切装置 剪床或其它合适的装置,能将试样切成规定的尺寸。

4.4 干燥器 能在23℃温度下保持相对湿度(RH)小于30%。

注:不要采用抽真空或其它使溶剂或树脂挥发的装置。

5.0 程序

5.1 预处理 除非半固化片在生产后的10min内进行测试,试样应放在干燥器中干燥至少4h。对于仲裁试验,试样应进行干燥。

5.2 试验条件 试验应在标准实验室条件下进行,因材料吸湿很快,应注意确保试样从干燥器取出后马上进行测量,以便湿度对测量结果影响不大。

5.3 测量

- 5.3.1 将静电屏蔽垫片放在天平托盘上。
- 5.3.2 将天平调零。
- 5.3.3 如适用,将试样从干燥器中取出,一起放在天平上,保证试样完全在托盘里或在静电屏蔽垫片上(见6.4)。

5.3.4 读出并记录试样的重量,准确至0.1g。对于厚度小于或等于0.15mm的粘结片,称准至0.001g。

5.4 计算

5.4.1 按照附录A中的方法,确定织物的基本重量。

5.4.2 按照下式计算材料的树脂含量:

$$RC = \left(1 - \frac{BW}{TW}\right) \times 100$$

式中:

RC: 树脂含量, %

BW: 按照附录A中确定的织物重量

编号: 2.3.16.1	项目: 半固化片的树脂含量(称重法)	日期: 12/94
版本: C		

TW: 5.3.4得出的上胶后的重量

5.5 报告

5.5.1 报告树脂含量, 准确至0.1%。

5.5.2 报告确定增强材料基本重量所用的方法。

5.5.3 报告试验与规定程序的任何异常或任何偏差。

6.0 注释

6.1 在本试验中, 半固化片中的溶剂或挥发物含量(包括水分)都被认为是上胶后重量的一部分。如果想排除水分, 应将试样在合适的时间和温度下进行真空处理。

6.2 本试验的准确度在很大程度上取决于增强材料基本重量的准确性和一致性。

6.3 当试样大于托盘时, 静电荷的影响可能会对储藏后的材料的称重造成严重的问题。

6.4 如果想检查织物在横向上的树脂含量的偏差, 则应将试样单独称重或者是对织物上不同位置的4块试样进行测试。

6.5 干燥器条件 试验方法任务工作组决定, 由于大多数的实验室都不能够持续地保持干燥器的相称湿度小于20%, 因此根据所参与公司的实验管理数据, 将实际可行的IPC实验方法中的干燥器相对湿度规定为小于30%(最大值)。

附录A

确定增强材料的基本重量 下述的所有方法认为应用于织物上的任何处理都是织物的一部分, 在大多数

情况下, 有机物的含量是可以忽略的。然而对于织物应进行特别的考虑, 它有大约5%的有机物, 而且可能有大量的水分。

下述的方法是以4块试样为基础的, 总面积为41, 290mm²。

方法1 以卷的实际长度, 宽度和重量确定其基本重量。

$$BW=806.4 \frac{WR}{L \times W}$$

BW: 基本重量, 以g为单位。

WR: 卷的重量, 以lb为单位。

L: 卷的长度, 以yds为单位。

W: 卷的宽度, 以in为单位。

方法2 以统计平均值或典型的织物重量(oz/yd²)确定基本重量。

$$BW=1.40W$$

BW: 基本重量, 以g为单位。

W: 1yd²的重量, 以oz为单位。

方法3 采用方法2.1.6.1以卷头织物的实际重量确定基本重量。

方法4 以制造商提供的重量确定基本重量。

$$BW=1.40W$$

BW: 基本重量, 以g为单位。

W: 1yd²的重量, 以oz为单位。

方法5 通过查适用文件上的单位重量表确定其基本重量, 见2.0。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.16.2	
Subject 上胶后的半固化片重量	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法用于测定上胶后规定区域的半固化片重量。上胶后的重量是树脂含量的一种替代，可作为确定半固化片的使用性和功能性的一种手段。本方法适用于有机和无机的增强材料，但要有效地使用这一技术，需要对树脂和增强材料比重的了解，以及对增强材料的基本重量的了解。

2.0 引用文件

- IPC-EG-140 印制板用处理E玻纤布规范
- IPC-SG-141 处理S玻纤布规范
- IPC-A-142 印制板用处理聚芳酰胺纤维布规范
- IPC-QF-143 印制板用处理石英(纯熔融硅)纤维布规范
- IPC-TM-650
- 方法2.4.38 半固化片的比例流动度试验
- 方法2.3.16 半固化片的树脂含量(灼烧法)

3.0 试样

3.1 尺寸 半固化片试样应为2个或更多的冲切片，其尺寸为 $(140 \pm 0.25)\text{mm} \times (178 \pm 0.25)\text{mm}$ 建议使用比例流动度试验(IPC-TM-650，方法2.4.38)的试样，附加的判据见2.4.38。
如供需双方同意，其他的尺寸如 $102\text{mm} \times 102\text{mm}$ 或 $457\text{mm} \times 610\text{mm}$ 也是可以接受的。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，不管是卷状的还是片状的，应从批中随机选取的三个位置上切取三块试样，试样应从卷(制造商提供的)的宽度方向距织边或切边不小于卷宽十分之一的位置上切取。

4.0 试样装置/材料

- 4.1 分析天平** 能精确至1mg。
- 4.2 静电屏蔽垫片** (薄金属片，如 $7\text{oz}/\text{ft}^2$ 的铜箔，长度至少应大于25.4mm，宽度大于半固化片试样宽)如果天平托盘比试样大时，则不需要。
- 4.3 试样冲切装置** 冲模尺寸为 $(140 \pm 0.25)\text{mm} \times (1784 \pm 0.25)\text{mm}$ 。
- 4.4 冲切用牛皮纸或等效的支撑材料。**
- 4.5 干燥器** 能在 23°C 温度下保持相称湿度小于30%。

5.0 程序

5.1 试样制备

- 5.1.1** 按3.1规定的尺寸和形状切出试样。
- 5.1.2 预处理** 除非半固化片在生产后的10min内进行测试，试样应放在干燥器中干燥至少4h。对于仲裁试验，试样应进行干燥。

5.2 试验条件 试验应在标准实验室条件下进行，因材料吸湿很快，应注意确保试样从干燥器取出后马上进行测量，以使湿气对测量结果影响不大。

5.3 天平调节 将静电屏蔽垫片放在托盘上并将天平调零。

5.4 测量

- 5.4.1** 将一试样放在天平上，保证试样完全在托盘里或在静电屏蔽垫片上。
- 5.4.2** 读出并记录试样的重量，准确至0.001g。

5.5 报告

5.5.1 计算单个试样的平均重量，报告每片上胶后的平均重量，精确至 $0.001\text{g}/25.4\text{mm}^2$ 。(译编者注：原文为per 25.4 sq mm[1.0 sq in])

编号: 2.3.16.2	项目: 上胶后的半固化片重量	日期: 12/94
版本:		

6.0 注释

6.1 在本试验中, 半固化片的溶剂或挥发物含量(不包括水分)都被认为是上胶后重量的一部分。如果想排除挥发物含量, 应将试样在合适的温度下进行烘烤处理。

6.2 当试样大于托盘时, 静电荷的影响可能会对材料的称重造成严重的问题。

6.3 如果想检查织物在横向或纵向上的树脂含量的偏差, 则应从有疑问的位置上单独取样测试。

6.4 检查增强材料重量的均匀性, 如果为无机物, 可通过IPC-TM-650方法2.3.16的灼烧法进行。

6.5 计算 上胶后的重量可用于规定和/或预测半固化片的厚度和树脂含量, 用于计算E玻纤布增强环氧FR-4粘接片的厚度和树脂含量的公式如下, 下列计算公式中假设树脂的比重为 1.37g/cm^3 , E玻纤布的比重为 2.59g/cm^3 。

E玻纤布的标称干重和偏差假设为IPC-EG-140中的规定值, 其它增强材料如"S"玻璃、聚芳酰胺布和石英布的标称干重和偏差也可从IPC-SG-141、IPC-A-142及IPC-QF-143中查到, 其它增强材料和树脂的比重由其供应商提供或由供需双方商定。无机增强材料的基本重量按6.4给出的方法测定。

6.5.1 树脂含量 树脂含量可从每叠的平均上胶后重量及玻璃织物标称单位面积质量中计算出来。反之, 上胶后重量也可从树脂含量中计算出来, 两者的关系如下式:

$$RC = (1 - \frac{BW}{TW}) \times 100$$

式中:

RC: 树脂含量(重量法), %。

BW: 单位基本重量(每叠的单位面积质量)。

TW: 上胶后重量(每叠的单位面积质量)。

6.5.2 半固化片的厚度 半固化片的平均厚度可用每叠的平均上胶后重量和玻纤布的标称单位面积质量计算出来。用比例流动度试验的试样尺寸计算半固化片的厚度公式如下:

$$H_0 = 1.585TW/d_f - 1.585W_f(d_f - d_f)/d_f d_f$$

对于"E"玻璃增强FR-4环氧半固化片:

$$H_0 = 1.157TW - 0.545W_f$$

式中:

H_0 : 粘接片的厚度(每叠的厚度mm)。

TW: 上胶后的重量(每叠38.5平方英寸面积的重量)。

W_f : 玻纤布单位面积质量(每叠38.5平方英寸面积的重量)。

d_f : 树脂密度(g/cm^3)。

d_f : 纤维织物的密度(g/cm^3)。

6.6 干燥器条件 试验方法任务工作组决定, 由于大多数的实验室都不能够持续地保持干燥器的相对湿度小于20%, 因此根据所参与公司的实验室管理数据, 将实际可行的IPC实验方法中的干燥器相称湿度规定为小于30%(最大值)。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.17	
Subject 半固化片的树脂流动百分度	
Date 08/97	Revision D
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本测试方法测量半固化片(预浸片)的树脂流动质量百分度。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

3.1 尺寸和结构

样板由尺寸为 $102 \pm 0.25\text{mm}$ (4 ± 0.010 英寸) \times $102 \pm 0.25\text{mm}$ (4 ± 0.010 英寸)的多层预浸片组成。如果加强物是连续纤维织布,应从斜纹切到直纹。除非另有规定,测试样板应有四层(注意:另一可选择的替代结构为一重为20克的预浸片)。

3.2 数量和样板

除非另有规定,测试样板数量应如下:对资格认可鉴定测试,应测试三个样板,一个取自预浸片中间,两个取自两边。对于批量测试,应随机取一个样板。测试样板应取自距卷边大于1/10的卷宽度的地方。

4.0 仪器/物料

4.1 层压机 除非另有规定,层压应可对测试样板保持温度 $171 \pm 3^\circ\text{C}$ ($340 \pm 5^\circ\text{F}$),压力 $1380 \pm 70\text{kPa}$ ($200 \pm 10\text{psi}$)(见6.1)。

4.2 分析天平 精确到0.001毫克。

4.3 钢板 抛光钢板厚约3.2mm,最小152mm \times 152mm(6英寸 \times 6英寸),但不可大于压模,由304型钢制成。

4.4 圆形冲模 可冲切直径81.1mm(3.192英寸)的冲模。

4.5 干燥器 干燥室在 23°C (73°F)时可保持湿度低于30%。

4.6 离型膜 离型膜(隔板片)应是Tedlar牌MR型,(聚氟乙烯,PVF)或相当替代品,最小尺寸和抛光钢板一样大小。

5.0 操作步骤

5.1 样板准备

5.1.1 预浸片应按照规定尺寸和结构剪裁,见3.1。

5.1.2 对仲裁实验,样板应干燥最少4小时。

5.2 测量

5.2.1 测量每一样板质量,精确到0.005克,记录作初始质量 W_0 。

5.2.2 将布纹的糙面以同一方向排列选样板的预浸片,放在两张离型膜中间,室温下选好板放在两抛光钢板间。

5.2.3 将样板与抛光钢板进行预压,保持规定的温度,并立即加压,在五秒内,压力达到规定值。温度 $171 \pm 3^\circ\text{C}$ ($340 \pm 5^\circ\text{F}$),压力 $200 \pm 10\text{psi}$ ($1380 \pm 70\text{kPa}$)。

5.2.4 保持规定压力 $10 \pm 6/-0\text{min}$ 。

5.2.5 打开压机,移出样板,冷却到室温。

5.2.6 如果有要求,按照制造商布置保护方法来保护样板(切割时防止样板被损坏)。

5.2.7 使用冲压模,从样板中心冲一直径为81.1mm的圆片。

5.2.8 用分析天平测量圆片的质量,精确到0.005克,记录为圆片质量或 W_D 。

5.3 计算

树脂流动由下面公式计算:

编号: 2.3.17

项目: 半固化片的树脂流动百分度

日期: 08/97

版本: D

$$\text{树脂流动百分度} = \left(\frac{W_0 - 2W_D}{W_0} \right) \times 100$$

W_0 = 样板的初始质量

W_D = 样板圆片质量(从压合后的样板上切下)

5.4 报告

每一样板的树脂流动百分度, 所有测试样板的平均值。

6.0 注意事项

6.1 其它树脂可能要求不同温度设定, 以获得流动。压合也可能取决于树脂的化学特性。温度与压力与本方法不一致时, 由供货商和使用者协商一致, 应在报告中说明。

6.2 干燥条件。测试方法工作组发现很多主要实验室, 都不能一直保持干燥器湿度低于20%。基于参与公司实验室管理的数据, IPC测试使用最低实际可行湿度最大为30%。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.17.2	
Subject “不流动”半固化片的树脂流动度	
Date 08/97	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于测定“不流动”半固化片的树脂流动度，这种半固化片作为粘结材料时，不会由于树脂流动造成树脂珠子。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

3.1 尺寸和结构 一个试样由几层半固化片组成，尺寸大约为102mm × 102mm，如果增强材料为连续的纤维织物，则应斜切试样。除非另有规定，试样应由3层粘接片组成。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，试样数按下述规定：对于资格试验，应制备3个试样，每个试样的半固化片取自半固化片的中间和两边；对于批试验，应制备1个试样，试样由随机抽取的半固化片组成。试样应从距结片边缘或切边不小于25.4mm的位置上切取。

4.0 试验装置/材料

4.1 层压机 除非另有规定，层压机应能保持 $171 \pm 2.8^\circ\text{C}$ 温度，并能对试样提供 $1380 \pm 70\text{kpa}$ 的压力。见6.1。

4.2 冲孔机 能冲出 $25.4 \pm 1.3\text{mm}$ 的孔。

4.3 材料

4.3.1 离型膜应为Tedlar MR型(聚氟乙烯, PVF)或等效材料，厚度0.05mm，尺寸至少与抛光钢板相同。

4.3.2 任何厚度为0.25mm至0.38mm的覆箔板均应切成大约152mm × 152mm。

4.3.3 相当于0.5mm棉绒纸的均匀压垫材料，切成大

约152mm × 152mm。

4.4 测量显微镜 Bausch和Lomb的SUB-73型立体显微镜，带有31-16-08千分尺刻度圆盘，Carl Zeiss Stage千分尺或等效工具。

4.5 钢板 大约3.2mm厚的薄钢板，尺寸为152mm × 152mm，并由304型钢或等同的材料制造。

4.6 干燥器 能在23℃温度下保持相对湿度(RH)小于30%。

5.0 程序

5.1 试样制备

5.1.1 按3.1规定的尺寸和形状切出试样。

5.1.2 如果在半固化片生产超过10min之后进行试验，在试验前试样应放在干燥器中干燥4小时。

5.1.3 所覆金属箔的清洗 仲裁试验时，用工业异丙醇清洁覆箔板的金属表面。将覆箔板浸入装有22-23波美度20%体积比的技术级盐酸溶液的合适容器中，在 $21 \pm 5.6^\circ\text{C}$ 的温度下保持15s。从盐酸溶液中取出覆箔板后，用冷水喷洗5s，然后用经过滤的无油的压缩空气吹干。

5.2 测量

5.2.1 将3片半固化片叠为一个试样，半固化片的布纹对准为同一方向，为了防止层间滑动，必要时可用标准烙铁将一个或几个角焊上，焊点不超过的6.3mm的范围，使一层半固化片平放在另一层上。使用直径25.4mm的冲孔机，在试样的中心至少相距25.4mm的位置(见图1)上冲2个孔，冲孔时应小心，以防任何松脱的纤维从孔里突出来。在三处相隔60度角的地方测量孔直径，取其平均值。

5.2.2 将试样放在一厚度为0.25mm至0.38mm，尺寸为152mm × 152mm的覆箔板的中部，并用一张离型

膜覆在试样的另一面, 再在离型膜的另一面放两张压垫材料。对于仲裁试验, 所覆金属箔在叠层前应马上按5.1.3节的规定进行清洗(清洗是使表面标准化以阻止树脂流动)。

5.2.3 将试样、层压板、离型膜和垫纸放在两块薄钢板里, 并将这一叠层放在保持在 $171 \pm 2.8^\circ\text{C}$ 的压机里, 马上合模使压力达到 $1380 \pm 70\text{kpa}$ 在满压下最少保持20min后, 卸掉压力并取出叠层。

5.3 评定 在试样冷却至室温后, 测量所冲孔由于树脂流动形成的最大和最小直径。用从5.2.1测量出的孔平均直径减去最大和最小直径。

5.4 报告 报告应包括下述情况:

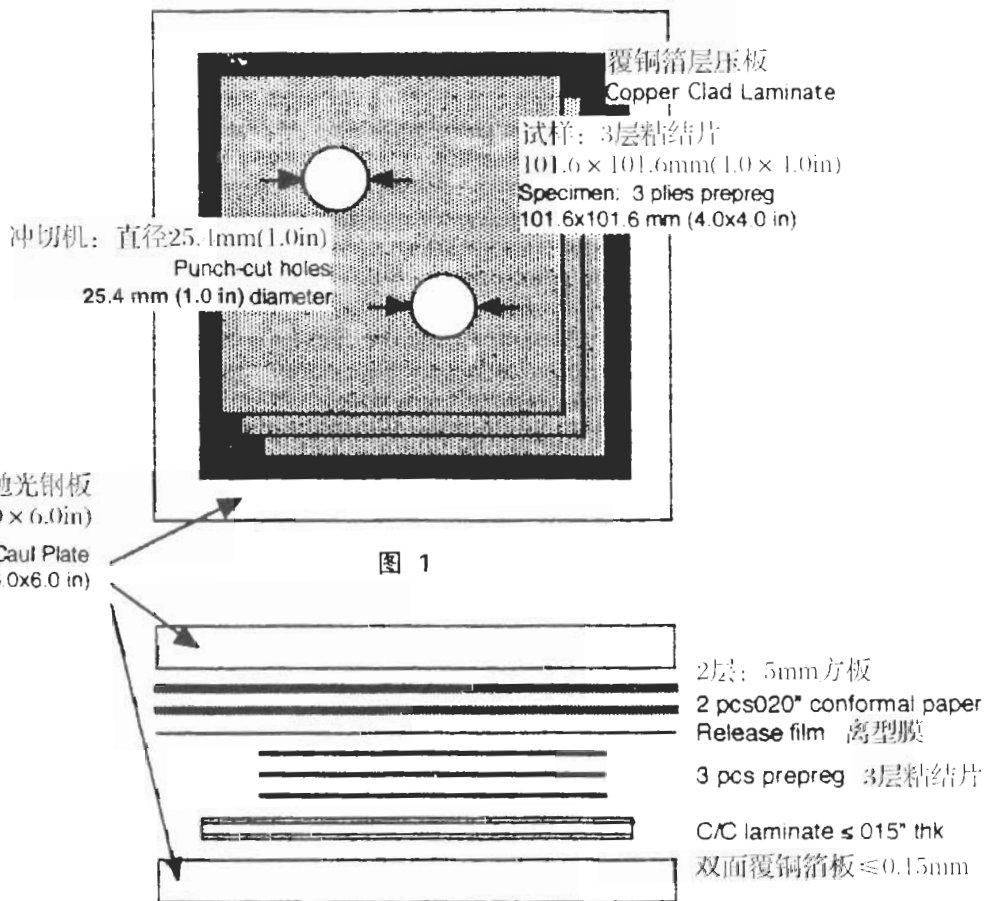
5.4.1 被测试样的标识

5.4.2 树脂流动度, 每个试样两个冲孔的最大和最小流动度, 单位为mm

6.0 注释

6.1 对于特定的树脂化学结构, 在供需双方同意下, 可以使用不同于4.1规定的温度和压力。

6.2 干燥器条件 试验方法任务工作组决定, 由于大多数的实验室都不能够继续地保持干燥器的相称湿度小于20%, 因此根据所参与公司的实验室管理数据, 将实际可行的IPC试验方法中的干燥器相对湿度规定为小于30%(最大值)。





**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.18	
Subject 半固化片的凝胶化时间	
Date 04/86	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于测定“B”阶树脂预浸玻璃纤维的凝胶化时间。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

3.1 足够数量的半固化片以制取大约1000mg的干树脂粉。

4.0 试验装置/材料

- 4.1 台板、热板或熔点仪，能保持 $171 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 的温度。
- 4.2 计时器 能测出 $\pm 1\text{s}$ 之内的时间。
- 4.3 牙签
- 4.4 塑料/聚乙烯袋或适当的容器。
- 4.5 分析天平 称量精确至 $\pm 20\text{mg}$ 。
- 4.6 丝网 60目
- 4.7 褐煤蜡

5.0 程序

- 5.1 将半固化片(B-阶)放入一塑料袋或其它合适的容器内，搓出干树脂粉。
- 5.2 使B阶树脂聚集在塑料袋的底部。
- 5.3 用60目的丝网筛选收集到的树脂，以除去玻璃纤

维颗粒。

- 5.4 将熔点仪调节到 $171 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，并将其保持在此温度下。
- 5.5 将树脂放在 $76\text{mm} \times 76\text{mm}$ 的蜡纸上或合适的容器内，用分析天平称出 $200 \pm 20\text{mg}$ 的树脂。
- 5.6 保持熔点仪清洁，用褐煤蜡或等效物脱模，并擦掉任何可见的脱模剂。
- 5.7 将 200mg 树脂试样倒在熔点仪固化盘的中心，立即启动计时器。
- 5.8 将牙签尖的一端对准固化盘的表面(牙签要稍微抬高，不要接触固化盘的表面)。
- 5.9 来回转动牙签，保持与固化盘表面接触 20s 。
- 5.10 此时立即以直径为 $10\text{--}13\text{mm}$ 的圆周运动搅动树脂，应以每次圆周运动使外部的树脂搅到里面，且部分里面树脂搅到外面的方式搅动。小心限制树脂在直径为 $20\text{--}22\text{mm}$ 的圆圈内。
- 5.11 使牙签始终保持接触树脂和固化盘表面。当树脂变稠时，将不太可能使外部树脂与内部树脂进行交换，但仍应继续搅动，在不使牙签搅断的情况下尽量使树脂进行交换。
- 5.12 如果树脂进行分块，继续搅动最大的树脂块，如果这块树脂再次分块，仍应继续搅动这块中剩下的最大块，即使盘中其它部位有比此更大的树脂块存在。
- 5.13 当被搅动的树脂块与热板分离时，立即停止计时器，这就是终点，经过的总时间为凝胶化时间。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.19	
Subject 半固化片的挥发物含量	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

方法适用于测定半固化片的挥发物含量，此半固化片作为制造层压板和印制板的粘结层。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

3.1 尺寸 试样应为一块斜切的半固化片，尺寸大约为101.6mm×101.6mm。在半固化片的一角冲一个直径大约为3.18mm的孔。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，每种待测的材料准备三块试样，试样应从半固化片的左中右的位置上切取，但应距边缘大于25.4mm。

4.0 试样装置/材料

- 4.1 分析天平** 能精确称重1mg。
- 4.2 烘箱** 空气循环式烘箱，能在规定的温度下保持±2.8℃之内的偏差(见表1)。
- 4.3 干燥器** 能在23℃温度下保持相对湿度小于30%。不能使用会吸收或除去有机成分的真空干燥系统或等效物。
- 4.4 支撑半固化片的悬挂装置。**
 - 4.4.1** 纸夹子、鳄鱼夹或等效的工具(方法A)。
 - 4.4.2** 夹具，如图1所示，(方法B)。

5.0 程序

图1夹持方法

5.1 试样制备

- 5.1.1** 按照3.1的尺寸和形状规定切取试样。
- 5.1.2 预处理** 除非半固化片在其生产后的10min之

内测试，在测试前，试样应干燥21±2h。作为生产控制程序部分的试样测试不必进行干燥，对于仲裁试验，则应进行干燥，(见6.1)。

5.2 方法A

- 5.2.1** 将悬挂装置抹上离型剂，并使之进行空气干燥。
- 5.2.2** 称出悬挂装置的重量，精确至1mg，记录为W₁。
- 5.2.3** 称出每块试样加悬挂装置的重量，精确至1mg，记录为W₂。
- 5.2.4** 将每块试样及悬挂装置放在空气循环式烘箱里，烘箱的温度和烘烤时间按表1或有关文件的规定。

表 1

半固化片材料类型 ⁽¹⁾	烘箱温度 ⁽¹⁾	试验时间 ⁽¹⁾
双官能环氧 四官能环氧 多官能环氧 聚酰亚胺混合型	163℃	15±1min
聚酰亚胺	225℃	30±1min
氰酸脂	115℃	15±1min

注(1): 材料类型不局限于上表，可按生产者的指导选温度及时间。

- 5.2.5** 取出试样和悬挂装置，在2min之内称出试样加悬挂装置的重量，精确至1mg，记录为W₃。
- 5.2.6** 按下式计算出挥发物含量：
挥发物含量(%)= $(\frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_1}) \times 100$
式中：
W₁: 见5.2.2
W₂: 见5.2.3
W₃: 见5.2.5

编号: 2.3.19

项目: 半固化片的挥发物含量

日期: 12/94

版本: C

5.3 方法B

5.3.1 对图1所示的鳄鱼口型夹子装置上抹上离型剂, 允许在空气中进行干燥。

5.3.2 称出每块试样的重量, 精确至1mg, 记录为 W_1 。

5.3.3 如图1所示, 用金属悬挂装置的鳄鱼口型夹子夹住试样的对角。

5.3.4 将每块试样及悬挂装置放在空气循环式烘箱里, 烘箱的温度和烘烤时间按表1或有关文件的规定。

5.3.5 从烘箱和悬挂装置中取出试样, 在2min之内称出试样的重量, 精确至1mg, 记录为 W_2 。

5.4 计算 按下式计算挥发物含量:

$$\text{挥发物含量}(\%) = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100$$

5.5 报告 报告试验结果及以下情况:

- (1) 被测半固化片材料型号。
- (2) 被测试样挥发物含量的单个值及平均值
- (3) 烘箱试验温度和烘烤时间。

6.0 注释

6.1 水份

6.1.1 水份的排除 对试样进行干燥有下面几点理由。

6.1.1.1 本试验方法是基于这样的理解, 及所谓的挥发物是指半固化片在材料固化后留下来的有机溶剂及其它成分, 本试验不把水份当作是挥发物, 所以干燥是把水份从数据中排除掉的基本步骤, 虽然没将水份完全排除, 但已经可以排除掉大多数的水份。

6.1.1.2 半固化片的水份对本试验的结果影响很大, 因此将水份排除之后的试验数据才有效。

6.1.2 水份的确定 本方法也可用其它的方法代替, 即试样在干燥前进行称重, 其差别在于水份。

6.2 试样夹具的选择 方法B用于减小试样漂浮在空气循环式烘箱中的问题。

6.3 干燥器条件 试验方法任务工作组决定, 由于大多数的实验室都不能够持续地保持干燥器的相对湿度小于20%, 因此根据参与公司的实验室管理数据, 将实际可行的IPC实验方法中的干燥器相对称湿度规定为小于30%

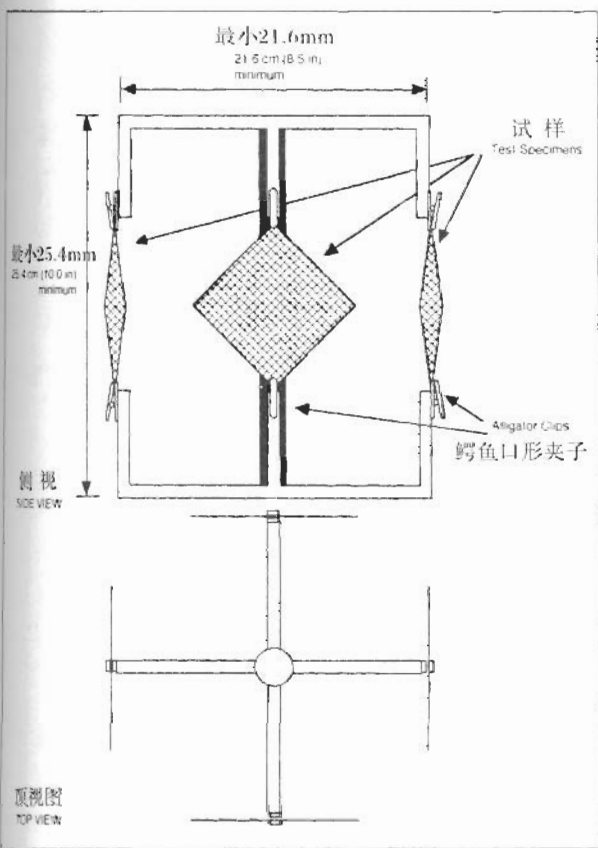


图 1 夹持方法



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.22	
Subject 铜箔保护层质量	
Date 02/78	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法适用于测试涂覆在印制电路板上，防止其氧化和在焊锡时提供良好的可焊性的保护涂层的存在和影响。在焊锡时这种涂层被去掉。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

最小50mm×50mm的覆铜板的半成品或成品，样板应有电路或是完整的覆铜板。为便于比较，也应有一块没有涂覆的光覆铜板。

4.0 仪器/物料

4.1 试剂或商用级氯化铁蚀刻药水

4.2 皮氏玻璃皿或玻璃盘

4.3 计时器

4.4 无尘布

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 在测试样板和光铜样板上几个位置各滴一滴氯化铁药水。

5.1.2 等10秒后，用自来水清洗样板，并将其擦干。

5.2 评估

5.2.1 检查样板并和光铜板比较。如果样板没有铜被蚀刻掉，那么证明保护膜存在并有效保护样板。

6.0 注释

如果出现轻微的“斑纹”或侵蚀，则表明涂覆表面固化不足或不均匀。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.23.1	
Subject UV诱发的干膜阻焊剂的固化(耐久性)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法规定了紫外光诱发的干膜阻焊剂有机涂层的固化或耐久性试验。干膜阻焊剂是在层压板和电路板上覆盖的一种膜。下面的工艺和固化是指干膜只覆盖在不应有焊料的部位，而不覆盖准备焊接的部分。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

IPC-B-25 IPC试验板(成品板)或覆有干膜并按制造商推荐的方法固化后抽取的成品板, 见程序5.1。

4.0 设备

4.1 型号为1200的MESERAN表面分析仪, 或等效仪器(见6.1, 6.2)

4.2 MESERAN试验溶液TSAL2X、TSBH2X或TSAJ或等效试验溶液(见6.1, 6.2)

4.3 紫外线密度测量仪

5.0 程序

5.1 参考试样的制作和测试。

5.1.1 按阻焊剂制造厂的要求和下列程序制备试样。

5.1.1.1 使用紫外光密度监控器控制紫外光密度, 以保证紫外光的输出量, 若用多根灯管, 要注意每根灯管的光密度不同。

5.1.1.2 按下列程序制备试样最少2个, 并按5.1~5.3条试验。

a、一个试样按制造商推荐的紫外光等级进行, 但不进行最后的烘烤工序。

b、另一个试样按制造商推荐的紫外光等级进行, 并烘烤。

这些参考试样变成了标准试样, 根据这些标准试样, 将测出固化的差异。如果阻焊剂的最终用户的性能标准对阻焊剂制造厂另有要求, 则应准备其参考标准。

6.0 试验

6.1 将预先选好的试验溶液放入表面分析仪。制造商推荐了市上能买到的专门用于阻焊干膜的试验溶液。

6.2 然后, 合适地暴露于紫外光固化, 但在烘烤前要将板子冷到室温(可用风扇加速冷却)。

6.3 将试验板放入表面分析仪, 按照制造商的推荐要求进行4分钟自动分析。

6.4 若按表面分析仪测定的固化值等于参考标准5.1.1.2.a条的要求值, 就将试验板继续烘烤, 如果需要增加对紫外光曝光, 就应用紫外光密度监测器调整紫外光固化系统的线速度, 并用新试样测试。反复调节, 直至参考固化值达到要求。

6.5 完成烘烤固化工序后, 冷却到室温, 试验板按上面6.3条所述。其固化值应等于按上面5.1.1.2.b条的参考标准。如果不是这样, 则必须调整烘烤周期, 并应测试新试样。

7.0 说明

7.1 MESERAN是一种注册过的美国商标。

7.2 MESERAN表面分析仪和MESERAN试验溶液的制造和销售为:

The MESERAN(公司)
P.O.Box 15035

编号: 2.3.23..1	项目: UV诱发的干膜阻焊剂的固化(耐久性)	日期: 02/88
版本: A		

Attanoga, TN 37415

面分析仪是自动化装置,用微电脑控制。

3 此处描述的试验方法是使溶剂膨胀、扩散的试验,基于挥发速率分析(ERA)原理。

ERA技术是指在试验表面上覆有约20 μ l低沸溶剂(其

中含有0.4mg高沸、易挥发并标为C-14的材料),然后将计量过的干燥氮气在试验表面与在其上方的探测器之间流过。当合适选择溶剂时,挥发化学物质挥发的速度是固化程度的函数,表面上含有的分子数越少,固化程度就越高。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.25	
Subject 溶剂萃取的电阻率	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

该测试方法是用于确定印制板或组件表面是否存在污染物。它的基础是测量清洗印制板或组件的溶剂的电阻率的变化，当有污染物，如镀层盐份、焊锡残留物、蚀刻剂或洗涤剂被溶解后，溶剂的电阻率将降低。

2.0 适用的文件

2.1 见6.1节，参考文献

3.0 试样

任何印制板或组件都会有足够的面积用足够的溶剂来测定其电阻率。

4.0 测试设备

4.1 各种玻璃仪器，如烧杯、漏斗、容量瓶和洗瓶等。这些仪器可以是玻璃的也可以是塑料的，但在使用过程中必须要绝对清洁；

4.2 电桥：Barnstead PM-70CB型或相等的电桥；

4.3 电导池：Beckman CEL-A01-Y87-CERT型电导池，电导池常数 $k=0.10/cm$ ；

4.4 清洗溶液的组成是：75%(体积比)溶剂级异丙醇，25%的蒸馏水，其溶液最小电阻率为 $6.0 \times 10^6 \Omega-cm$ ；

4.5 线性测量仪，如能够测量印制板或组件最小面积为 $25.4mm^2(1.0英寸^2)$ 的卡规。

5.0 程序

5.1 确定印制板或组件的表面尺寸，包括板两面和安装组件所需的大致面积；

5.2 将测试板悬挂在一个尺寸大小合适的漏斗上方，下面放一个收集器；

5.3 每 $250mm^2(10英寸^2)$ 的印制板或组件要用100毫升冲洗溶液，以细流用溶液冲洗测试板的两面至少1分钟。切记，初始的洗液必须要测定电阻率；

5.4 用上面指定的电桥测冲洗液的电阻率。

6.0 注意事项

6.1 参考文献：该测试程序，包括溶液制备和玻璃仪器清洗步骤都报道在“Materials Research Report”第3-72期“印制板组件；离子污染物的检测”，可以从下列地址索取文章复印件。

Freedom of Information Act Office
Naval Avionics Center
6000 East 21st Street
Indianapolis, IN 46219-2189



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.3.26	
Subject 表面污染物的离子检测(动态法)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

1.1 目的: 该测试法是为了确定印制板或印制板组件表面离子污染物的数量, 这些污染物必须溶于水、酒精或其混合物。该方法既可以用于定量, 也可以用于定性。

1.2 限制: 所用设备不能区分特殊的离子样品。它只能确定它们的存在, 并根据它们的离子迁移率将它们分级, 离子迁移率高的盐比离子迁移率低的盐要重。

1.3 应用: 该方法已成为一种质量控制工具和评价清洗工艺参数的有效方法。作为质量控制工具, 它可以用于检测部件是否符合事先规定的清洁度; 在工艺控制中, 它可用于评价溶剂和工艺的有效性, 也可以用于制定可接受的清洁度等级。

2.0 适用的文件

无

3.0 试样

任何成品或半成品的印制板, 或者是印制板组件。

4.0 测试仪器

动态测试仪从待测表面用溶剂萃取离子, 然后测该溶剂的电导率。溶剂由一个带塑料槽的循环回路用泵输送, 电导池和离子交换柱在溶剂流回塑料槽之前脱去所有的离子。电导池采用温度补偿以避免由于温度变化而引起的读数偏差。计量泵以恒定的速度通过回路来输送溶剂。记录仪记录电导率随时间的变化。

5.0 程序

5.1 溶剂系统: 该设备可以使用纯水或水/醇混合物

作为溶剂。当被测物中只有水溶性盐(如电镀盐)存在时, 可以用水作为溶剂, 用水作为溶剂的结果是待测流体的初始电导率大约是0.1微欧(10兆欧)。当一些非极性污染物包覆或掩蔽了水溶性污染物时应采用水/醇溶剂体系, 各种醇都有成功使用的先例, 但较理想的是用正丙醇或异丙醇作为溶剂。由于醇具有高的介电常数, 所以混合物中醇的量过大将导致仪器的灵敏度下降, 为了使仪器得到最高的灵敏度, 同时保证混合物有足够的醇来去除非极性残留物, 我们推荐使用的混合物的比例是40%(体积比)正丙醇—60%水或50%(体积比)异丙醇—50%水。但混合物中高达75%的异丙醇的量也曾成功使用过。

5.2 校准: 一旦系统中建立了稳定电导率的流体以后, 向测试溶液中注射精确量的校准液, 系统将对溶液的电导率的各种变量—泵速率、样品面积和时间进行积分处理到以氯化钠样品为基准的相对微欧值。

5.3 测试: 当系统经过5.2节的校准后, 将样品浸到样品槽中, 小心操作样品或任何插入样品槽中的仪器。手指上的污物含有大量的活性离子污染物, 会引起读数错误。在测试过程中, 溶液电导率会偏离电导率基准线, 然后逐步趋近基准线, 当到达基准线后, 不会再有污染物析出, 测试即告终止。样品曲线依照5.2节的说明进行积分, 校准用来确定污染物的量。

5.4 评价: 样品槽中无样品时, 测出的是溶剂的电导率, 这将保持一个恒定的低值, 插入污染的样品时, 电导率急速升高, 将样品浸在溶剂中直到溶液的电导率趋近初始的平衡值, 到达这一点后, 不会再有离子物质从样品中析出。

5.4.1 测试技术理论: 从样品中析出的离子物质的总量与电导率读数在溶解这些物质所需时间段上的积

编号: 2.3.26	项目: 表面污染物的离子检测(动态法)	日期: 02/88
版本: A		

分有下列关系: 任何时刻 t , 电导池中的离子物质的摩尔量 n_t , $n_t = V_c \times C_t$, 式中 C_t 是离子浓度, V_c 是电导池的体积, 这是一个常量。在无限长的时间内通过电导池的离子的总的摩尔量 N 是:

$$N = \int_0^{\infty} n_t dt = VC \int_0^{\infty} C_t dt$$

因为我们处理的是浓度非常低(10⁻⁴N)的溶液, 我们可以假定完全离子化, 所以:

$$\text{电导率} = L = kC$$

(假设只出现一种盐)。当然不同的盐具有不同的离子迁移率, 对于指定浓度将有不同的电导率, 所以:

$$N = k V_c \int_0^{\infty} L_t dt$$

如果记录仪对 L 的响应成线性关系, 那么根据最后一个方程, 记录仪上绘出的电导率—时间曲线下的面积与 N 应是线性关系, 即样品中析出的离子总量。

5.4.2 测试数据的处理: 从5.3节中得出的数据是印制板表面污染物相对于氯化钠溶液的相对微欧值, 用这个值除以印制板或印制板组件的总面积, 得出

的是单位面积的相对微欧值。通过在某种程度上使用基于一种盐(即氯化钠)的测试数据, 可以根据其离子迁移率确定离子污染物, 离子的活性迁移性越大, 越容易出问题。所以, 当这种测试方法不能区分特定离子时, 它是一种确定多种离子数量的有效方法。

6.0 注意事项

6.1 其他用途: 由于该仪器可测量溶液中离子物质的离子活性, 所以它可以用作其他用途, 如:

- 回收锡/铅板的来料检验, 确定残余物是否去除干净;
- 测定购入和重蒸馏溶剂的纯度;
- 确定蒸汽脱油器蒸馏器中溶解的活性松香焊剂的量;
- 测定松香焊剂的活性级别。

6.2 设备来源: 上面提到的设备或与其相等的设备可以在市面上采购到, 生产厂家是Alpha Metal Inc. (设备名称是Lonograph™)



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.31	
Subject U.V.固化物料的固化程度	
Date 02/88	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法适用于测试液态U.V.固化物料如抗蚀剂、电镀阻剂、防焊的固化程度，不适用于干膜产品或热敏产品。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

样板应由下面适合仪器制作。

4.0 仪器/物料

4.1 粒度精细度测试仪，型号：PB-20

4.2 UV固化设备

4.3 脱膜剂

5.0 操作步骤

5.1 测试条件

固化设备传输速度为10英尺每分钟，两聚光灯额定功率在满负荷操作时为200W/inch。

5.2 测试样板准备

清洁粒度仪表面，涂上一层薄的脱膜剂，除掉多余的脱膜剂，涂一次脱膜剂可用几次。用被测试物料填满测试仪固化槽，用直尺弄平。重复第二槽。

5.3 固化

将粒度仪放在传输带上，通过固化设备。粒度仪的长轴和固化设备的长轴平行。

5.4 结果和评定

将粒度仪从固化设备上拿下来，用一小薄刀片小心把固化膜从槽的深处开始取出。

检查固化膜和槽的表面，从0mil为起点开始使用粒度

精细度测试仪测量和记录的下面几点：

A.固化膜底端表面干燥并没有粘性的端点，并在槽剥离点上没有残留物的端点。

b.固化膜底端表面有粘性和/或松软，但不潮湿的端点，槽松软或有粘性，但没有湿残留物的端点。

干、粘、和湿不是一直都依次排列。有时槽湿和干在两头，中间是湿或粘。其它物料有相反的现象，粘和湿在槽两头，中间是干或粘。因此为了便于评价，a点是穿过槽上没有残留的点，或穿过固化膜答案底表面。b点是穿过固化膜底表面或槽的宽度，干或粘但没湿残留物的最后点。

测试时点a表示被测材料期望达到的固化的最深处，这个深度应符合最小固化深度或由供应商和使用者共同协商同意。

6.0 注意事项

6.1 警告

在灯照部分为空气对流或其它方面考虑，一些固化设备的传输带下有开口。如果开口足够宽，粒度仪的底部可能使传输带偏转到开口，使粒度仪的前端上升，可能被外罩干扰。一些金属条可以防止偏转，或在粒度仪下放一片大而薄的金属来分配重量，可解决这个问题。

6.2 背景

本测试方法基于UV的化学变化，当光进入UV膜时，被不同的分子吸收，最重要在是光引发剂分子，只有大量这种分子吸收光能量变成游离基因时，才可能固化。在涂层下面的一些点，可能没有足够的光能量来激发分子，或没有足够的光激发来进行有效的光聚合。

控制光强度和暴露时间，槽中固化涂层的厚度，可

编号: 2.3.31	项目: U.V.固化物料的固化程度	日期: 02/88
版本:		

评估固化膜对光密度和时间利用效率。以固化的涂层表面的干、潮、湿代表完全、部分与没有固化。

6.3 参考

IPC-TP-324 测量UV固化膜固化程度, 作者: W.R.Collins。

6.4 供货商

1. 粒度精细度测试仪, 型号: PB-20, 公

司: Precision Gage&Tool, 地址: 28 Volkenand Avenue, Dayton, Ohio 邮编: 45410, 电话: (513)254-8404。

2. Gordon'Permuasil Carnauba Wax 牌脱膜剂, 公司: M.J.Gordon, 地址: Mckees Rock, 邮编: 15136。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

1.1 这是一种简单快速、非破坏性的测试方法，用于测定在未装配的或已装配印制板表面是否存在有机非离子性污染物。尽管测试液体会溶解少量无机化合物，但一般它的浓度会很低，相对于高浓度的有机污染物来说可以忽略。

1.2 该测试方法既不能识别存在的污染物，也不能将污染物分解成各自的化合物(见测试方法2.3.39)。该方法检测有机污染物的极限量大约是10微克/cm²。

2.0 适用的文件

IPC-TP-383 “有机表面污染物——识别、特性、去除、对绝缘电阻和镀层粘合力影响”

IPC-TM-650 测试方法2.3.39, “有机表面污染物的鉴别(实验分析法)”

3.0 试样

3.1 未装配或已装配的印制板，最小尺寸为50mm × 75mm × 厚度。

4.0 仪器和材料

4.1 测试液体：光谱级或高压液相色谱(HPLC)级乙腈(氰甲烷)。其它经过供需双方认可的适当的溶剂也可使用；

4.2 显微镜载玻片，25mm × 75mm [1" × 3"]，玻璃；

4.3 带橡胶头、可清洗的玻璃滴管；

4.4 60ml滴管用橡胶头；

4.5 不起毛的手套。

5.0 程序

5.1 准备

Number 2.3.38	
Subject 表面有机污染物的检测方法(企业内)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

5.1.1 用测试液冲洗载玻片，参照5.2节的方法干燥，参照5.4节的方法确认其上面无残留物；

5.1.2 拿住测试样品的边缘，在载玻片上方呈一定的角度，样品不能接触载玻片。

5.2 测试

5.2.1 在试样上缓慢滴下0.25~0.50ml的测试液体，让它流过试样表面的一小片区域，然后滴在载玻片上。滴管不要接触试样。见图1。

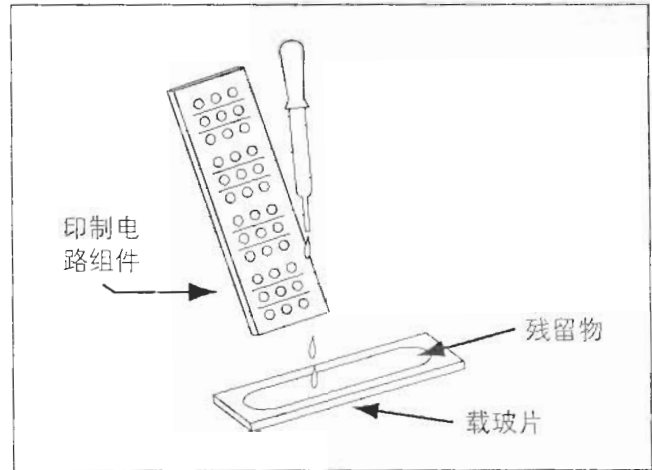


图 1 在载玻片上收集污染物

5.2.2 在通风橱中用和缓的干燥空气或氮气将测试液体吹干蒸发。如果没有上述的压缩空气或氮气，可采用大的橡胶吹球或玻璃管来吹出空气。

5.2.3 应避免测试液体的快速蒸发，这是因为快速蒸发会使载玻片表面变冷，使空气在载玻片上结雾。

5.2.4 如果用加热来蒸发水份，会挥发掉部分或全部的残留物，从而使结果无效。

5.2.5 重复上述操作用2ml测试液体冲洗试样的每个部分，并使液体全部积聚在载玻片上。

5.3 对照实验

5.3.1 在另外一块同样的载玻片上加上等量的测试

编号: 2.3.38	项目: 表面有机污染物的检测方法(企业内)	日期: 02/88
版本: A		

液,使其蒸发。

5.3.2 如5.4节所述观察载玻片,应看不见残留物。

5.3.3 如果看得见残留物,则表示测试液不纯,不能用于测试。

5.3.4 如果载玻片上可看到微弱的痕迹,这不表示有污染物存在。

5.4 评价: 拿住载玻片的边缘使其倾斜,让上方的灯光照在上面反射,这时可以看到从试样上冲洗下来的残留物(如果有的话)。

6.0 注意事项

6.1 Fisher Scientific公司出品的高压液相色谱(HPLC)级乙腈(氰甲烷)可用于本测试,其它只要是蒸发后不留残留物的相应的替代物也可以使用。

6.2 美国政府和工业卫生委员会规定乙腈(氰甲烷)的

使用临界值是40ppm(v/v),所以要求操作要在通风橱中进行,操作人员要带橡胶手套和保护眼镜。

6.3 Fisher Scientific公司出品的1" × 3" 载玻片可用于本试验,它的目录号是12-549。也可以使用其它相应的载玻片。

6.4 Fisher Scientific公司出品的直形药用滴管可用于本试验,它的目录号是13,700。也可以使用其它相应的替代品。

6.5 当使用直形药用滴管时可采用Fisher Scientific公司出品的60ml滴管用橡胶头,它的目录号是14-070D。

6.6 实际污染物的确定可采用IPC测试法2.3.39。当需要确定时,可将试样转化为MIR板。见IPC测试法2.3.39第5.3.1节。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.3.39	
Subject 表面有机污染物的检测方法(红外分析法)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

1.1 红外光谱分析法是利用多级内部反射(MIR)法来确定印制板或组件上非离子性有机污染物的特性,一旦这些污染物按照IPC-TM-650, 2.3.38测试法被溶剂萃取后,即可采用此法进行分析。该试验要求有丰富经验的人员进行操作。

2.0 适用的文件

IPC-TP-383 “有机表面污染物——识别、特性、去除、对绝缘电阻和镀层粘合力的影响”

IPC-TM-650 测试方法2.3.39, “有机表面污染物的鉴别(实验分析法)”

3.0 试样

3.1 未装配或已装配的印制板,最小尺寸为51mm×51mm[2"×2"]×厚度。

4.0 仪器和材料

- 4.1 能够在2.5~16微米范围内扫描的红外光谱仪;
- 4.2 带KRS-5或ZnSe板附件的多级内部反射器(MIR);
- 4.3 测试液体:光谱级或高压液相色谱(HPLC)级乙腈(氟甲烷)。其它经过供需双方认可的适当的溶剂也可使用;
- 4.4 带橡胶头、可清洗的玻璃滴管或2ml玻璃注射器。

5.0 程序

5.1 用潮的软布沾上测试液擦洗MIR板,轻轻擦掉板表面上所有的残留物。因为KRS-5板很容易被划伤,所以对难去除的污渍要用丙酮在超声波清洗机中清洗;

5.2 选取在2.3.38测试法中制得的带有污染物的载

玻片;

5.3 测试: 拿住该载玻片的边缘,置于MIR板上方便一定的角度,试样不要接触板;

5.3.1 用下述方法将残留物从载玻片上转移下来。缓慢滴下0.25~0.50ml测试液在载玻片上使其流过表面后滴在MIR板上(见图1);

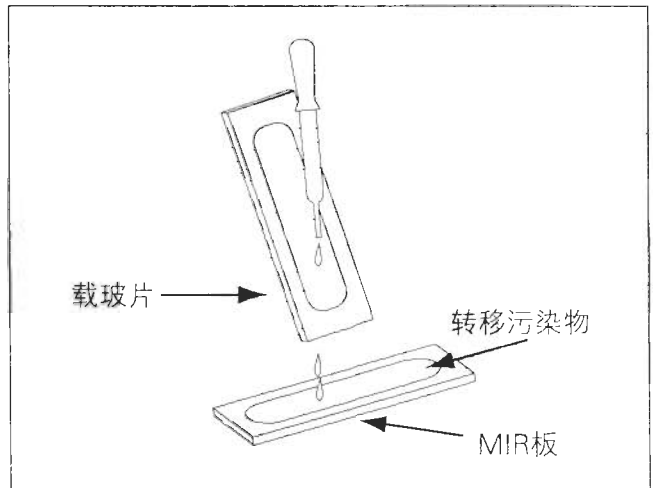


图 1 向MIR板上转移污染物

5.3.2 在通风橱中用和缓的干燥、无油空气或氮气将测试液体吹干蒸发。

5.3.3 如果是直接测试未装配或已装配的印制板,将污染物直接滴在MIR板上,也可以采用相同的步骤(见图2);

5.3.4 将MIR板放入MIR附件中,按照生产商所建议的步骤作出残留物的红外光谱图。拿出并清洗MIR板。

5.4 在清洁的MIR板上蒸发等量的测试液,得到一个空白样品。

5.5 评价

5.5.1 对比试样和空白样品的光谱图;

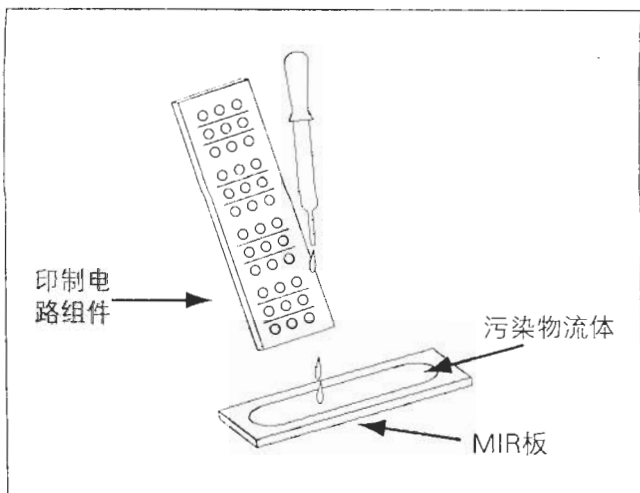


图 2 在MIR板上收集污染物

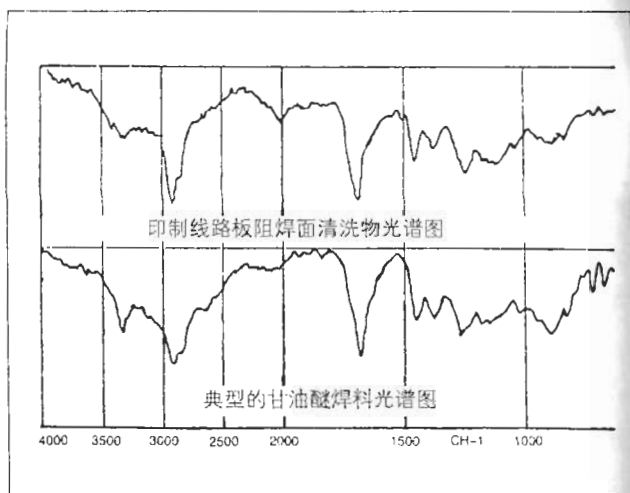


图 3 典型光谱比较

表 1 主红外光谱段上有机污染物分类鉴别

有机污染物分类	红外光谱波段(微米)
脂肪族醚	8.8—9.1
芳香族醚	7.8—8.0
羧酸	3.2—4.1
	5.8—5.9
	6.9—7.1
羧酸盐	10.4—10.9
	6.2—6.4
酯	7.1—7.4
	5.7—5.8
酰胺	8.0—8.5
	2.8—3.3
腈类(氰类)	5.9—6.5
	4.4—4.5
醇类(包括羟基化合物, 乙二醇, 多元醇等)	2.8—3.1
	8.7—9.7

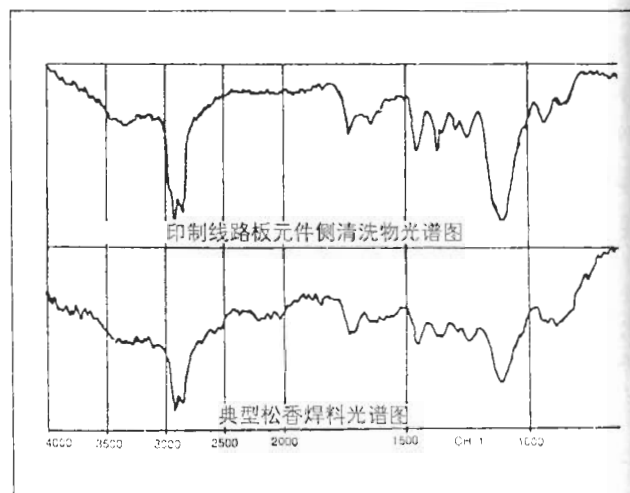


图 4 典型光谱比较

5.5.2 如果谱图不相同, 表示试样被污染;

5.5.3 污染物的化学分类可由表1的主波段光谱数据来确定;

5.5.4 见图3和图4, 光谱图的比较例子。

6.0 注意事项

6.1 Perkin Elmer的283型红外光谱仪可用于本试验, 其他厂家的仪器, 只要是带MIR板附件的, 都可以使用;

6.2 Fisher Scientific公司出品的高压液相色谱(HPLC)级乙腈(氰甲烷)可用于本测试, 其它只要是蒸发后不留残留物的相应的替代物也可以使用。

6.3 Fisher Scientific公司出品的直形药用滴管可用于本试验, 它的目录号是13,700。也可以使用其它响应的替代品。

6.4 美国政府和工业卫生委员会规定乙腈(氰甲烷)的

编号: 2.3.39	项目: 表面有机污染物的检测方法(红外分析法)	日期: 02/88
版本: A		

使用临界值是40ppm(v/v), 所以要求操作要在通风橱中进行, 操作人员要带橡胶手套和保护眼镜。

6.5 改进后的测试步骤可以使含羧酸、羧酸盐、酯、羟基化合物、酰胺或脲(氰)类官能团的污染物的测试鉴别同时进行。例如双氰胺、脱氢松香酸、非聚合双酚A型环氧树脂、松香和长链酰胺也可以在印制板表面上鉴别出来。

6.6 尽管测试溶液可以溶解很少量的无机化合物, 但它们一般都被高含量的有机化合物成分所掩蔽, 可忽略。

6.7 应避免测试液体的快速蒸发, 这是因为快速蒸发会使载玻片表面变冷, 使空气在载玻片上结雾。如

果用加热来蒸发水份, 会挥发掉部分或全部的残留物, 从而使结果无效。用该方法检测芳香烷多醚残留物的极限量为10微克/cm²。

6.8 对于不同元件密度和不同导线间距的印制板组件, 其表面所允许残留的有机污染物的极限量目前还没有明确的规定。

6.9 现在的缺陷检测极限可以很容易地通过采用更精密的仪器提高放大倍数和采用光谱增强型计算机而得到扩展。

6.10 KRS-5板毒性很大, 操作时必须带手套, 并且应使用推荐的抛光剂进行抛光, 以使它产生的有害灰尘的量最少。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

该测试方法是用于印制电路工业中测定覆铜板上镀层、油墨或涂层等材料的粘附质量。

2.0 适用的文件

Commercial Item Description (CID) A-A-113

胶带, 压敏, 附着力

IPC-A-600G 印制电路板可接受性。

3.0 试样

任何初级产品或成品的挠性板、普通印制板或多层印制板。样品既可以是成品板, 也可以是镀覆了表面金属的样品。每次测定至少三个试样。

4.0 仪器设备或物料

4.1 胶带: 一卷宽0.5英寸的3M牌600号压敏胶带, 或如CIDAA-113中所述的Type 1 Class B不透明胶带, 有效期为一年。

Number 2.4.1	
Subject 镀层附着力	
Date 05/04	Revision E
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

5.0 程序

5.1 测试: 用手将0.5英寸宽, 2英寸长的压敏胶带均匀稳定地压到被测导体图形的表面上, 挤走内部空气, 在一分钟内, 加一个与电路图形垂直的力迅速把胶带拉下。每次试验要用新的胶带。

5.2 评价: 用肉眼观察胶带和试样, 从胶粘带上有涂层微粒和图形以确定电镀层是否从试样上剥离。

5.3 报告: 这次试验报告必须注明任何从样板上粘下来的物质。

6.0 注意事项

6.1 如果有突出物脱落并粘在胶带上, 这是突出物的问题, 而不是镀层附着力的问题。

6.2 如果样板上存留有其它物质(油, 油脂等), 测试结果将会受到影中响。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.1.1	
Subject 文字油墨附着力	
Date 11/88	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法是测试印制线路板成品板板料表面和金
属表面的文字油墨的附着力质量。

2.0 通用文件

商品编号A-A-113 压敏性胶带，附着力

3.0 测试样板

任何表面有文字油墨的测试线路板成品。对每一评
估应测试最少三个样板。

4.0 仪器/物料

4.1 胶带：一卷13mm宽的3M牌600号压敏胶带，或
如CEDAA-113中所述的一型3级。另外胶带透明。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 在板面上贴50mm长，13mm宽的压敏感胶带，
覆盖板料和电路上的文字。

5.1.2 用手将胶带接近垂直文字和板面反向掀起，胶
带只用一次。

5.2 评定

5.2.1 目检胶带和样板测试区，来确定是否有文字油
墨从样板上剥离。

6.0 注意事项

6.1 板料或导线上文字剥离都显示测试失败。

IPC-TM-650试验方法手册



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.1.5	
Subject 加工转移测定	
Date 05/95	Revision A
Originating Task Group Treatment Transfer	

1.0 范围

1.1 该规范规定了三种测定铜箔加工转移程度的方法。

2.0 适用文件

ANSI/IPC-MF-150 印制电路用金属箔
ANSI/IPC-CF-152 复合金属箔材料规范

3.0 定义

3.1 加工：为了增强箔与层压基材粘接性，应用于铜箔单面或双面的一种电气-机械或化学方法。

3.2 加工转移：一些可见的增强粘接剂从铜箔表面转移到层压板基材上。

4.0 设备

4.1 胶带转移方法：待测箔试样的尺寸为152mm×152mm

4.1.1 600#透明胶带，长3米，宽19mm。

4.2 剥离转移法：取一块具有代表性的试样，将其压制在4张7628 FR-4半固化片上，制成一个0.028in(0.71mm)的层压板或供需双方协商。

4.2.1 能从层压板上除去铜的蚀刻系统。

4.3 砝码及滤纸法：被处理箔试样的尺寸至少为203mm×51mm。

4.3.1 2#滤纸条，最小尺寸为76mm×25mm。

4.3.2 一个250克重的标准砝码，并具有19.1mm表面。

4.4 目测验收标准

4.5 白色背景

5.0 测试程序

5.1 胶带转移法

5.1.1 将19mm×102mm的胶带按箔的加工方向贴在每块待测试样处理面上。

5.1.2 从一端成锐角迅速揭下胶带。

5.1.3 将胶带的粘面向下贴在标准白纸上。

5.2 剥离转移法

5.2.1 用成像法在层压板上做一条3.18mm宽的导线。

5.2.2 用标准工业操作方法和设备进行蚀刻、清洗、加工，可优选使用切下或剪下的样品。

5.2.3 反向拉起箔条25.4mm，使箔下表面暴露。

5.2.4 将层压板置于白色背景下目测该表面，并与试样对比转移量。

5.3 砝码和滤纸法

5.3.1 将铜箔试样处理面朝上放置在一个坚硬、光滑的表面上。

5.3.2 将2#滤纸的粗糙面放在铜箔试样上。

5.3.3 将砝码的特定面放在滤纸上。

5.3.4 抓紧滤纸一端，拉动滤纸和砝码，以152mm间距横穿铜箔面(以相反方向，垂直于纹理)。

6.0 评定

6.1 评定试样的加工转移程度如下：

- 1、未转移
- 2、很少转移
- 3、轻微转移
- 4、转移

6.2 以上所列的分级方案，应以供需双方协商的接收标准为依据。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

用此规定任一弯曲半径的弯曲疲劳寿命试验方法，可以测定拉伸失效后弯曲疲劳和延展变形百分率。借助特定几何形状和尺寸的样品，用疲劳试验间接测量箔的延展性是必要的。用于疲劳延展性试验的箔样品不适用于延展性测定。

2.0 引用文件

IPC-TM-650

方法2.1.1 金相切片

方法2.1.18 铜箔的拉伸强度和延伸率

3.0 试样

足够切取3块尺寸为宽3.2mm、长50.8mm的箔试样，试样应清洁剪切，无毛刺和刻痕。

4.0 装置

4.1 延伸性弯曲试验机，美国通用公司制造，型号FDF或2FDF或同等物（见6.1和图2）。

4.2 样品剪切机，冲床或拉伸剪切特型铣机(tensile cut router)，(注释6.1)。

4.3 测微计(千分尺)，能精确至0.0025mm。

4.4 可编程计算机，Hewlett-Packard Hp-67或同等物。

4.5 样品夹，203.2mm×12.7mm柔软且坚韧的材料，如环氧玻璃布预浸料、纸等。

4.6 显微镜

5.0 程序

5.1 样品的制备

5.1.1 样品表面应光滑，无扭曲或皱折。

Number 2.4.2.1	
Subject 铜箔的弯曲疲劳和延展性	
Date 03/91	Revision D
Originating Task Group N/A	

5.1.2 用剪切机剪切3.2mm宽的试样，检验每个试样有无缺口、裂痕或卷边，废弃有缺陷的试样。

5.1.3 用测微计测量每块试样中心部位厚度 t ，应精确至0.0025mm。如果试样的一面或两面粗糙(rough)，有必要测量芯部位的厚度(T_M)， T_M 用金相显微切片法(microsection)测量(见图1)。

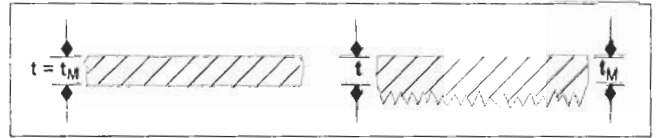


图1 光滑箔和粗糙箔

注1) 厚度是测量疲劳延性的一个关键性的参数， T_M 10%的误差可导致 D_1 误差为14%。

注2) 芯部的厚度 t_M ，可视为试样厚度的一部分。按IPC-TM-650方法2.1.1制备金相切片，用至少200X具有适当线状或网状目镜的金相显微镜测量。测量粗糙面的谷底至光滑面(两表面都是粗糙的)间的距离。或谷底至谷底(两表面均是粗糙的)间的距离。 t_M 是每批测量一次(或以批为基础)，用百分数表示的 t_M/t 值乘以其它测微计测量的值。即所有样品芯部的厚度值。

注3) 测量厚度时应注意，不应使试样受压或使试样的粗糙表面受压破碎。从而导致厚度读数值偏低。

5.1.4 用胶带把试样固定在两个样品夹的末端，将81克重的铜箔夹在样品夹的自由端形成一个环路(见图2)。

注1) 耐弯曲疲劳试验超过1000次时，胶带固定装置需足够坚固，以防试样滑动和固循环装置运动导致样品的夹具滑动。

5.2 试验程序

5.2.1 把芯轴安装到挠曲试验机上，用垫片调整支撑

编号: 2.4.2.1	项目: 铜箔的弯曲疲劳和延展性	日期: 03/91
版本: D		

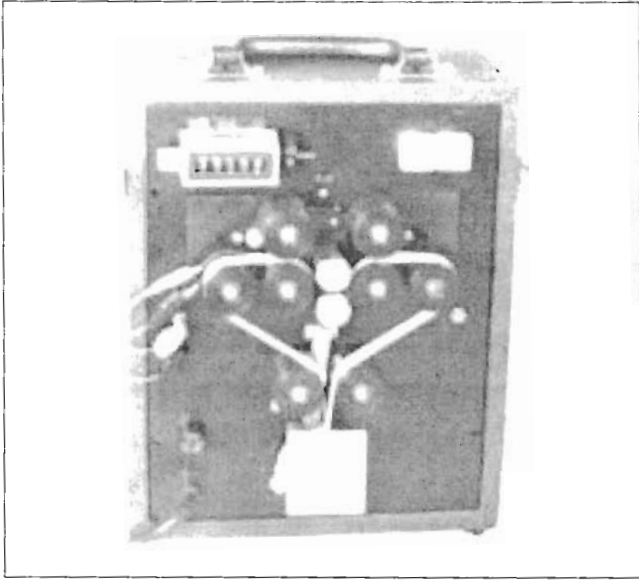


图 2 疲劳延性弯曲试验机

卷轴的位置, 卷轴芯轴之间的间隙为1.27mm。

注: 对于延展性试验, 试样在30-500次之间循环时破坏明显, 建议芯轴直径为2.0mm或1.0mm; 但是, 对于某些试样, 芯轴的直径有必要不同于以上所提到的较大的芯轴直径能够导致循环寿命延长, 较小的芯轴直径的导致循环寿命缩短。

5.2.2 把试样安装在芯轴之间, 用鳄鱼夹将继电器引线与箔块翼形螺母行成“潜脱”电气相连, 将继电器引线插入继电器塞孔, 调整计数器到“0”点, 启动弯曲试验机。

5.2.3 箔试样完全分离造成失效和降落的箔块从翼形螺母移到鳄鱼夹时, 弯曲试验机自动停止。

5.2.4 记录计数器显示的失效时的循环次数。

5.3 评定

5.3.1 延展性试验

5.3.1.1 重复解以下方程, 计算出每个试样的延展性。

$$N_f^{-0.6} D_f^{0.75} + 0.9 \frac{S_u}{E} \left[\frac{\exp(D_f)}{0.36} \right] \left(0.1785 \log \frac{10^5}{N_f} \right) - \frac{2tm}{2c+t} = 0$$

式中:

D_f : 疲劳延展性, in/in × 100%;

N_f : 失效循环次数;

S_u : 最终抗拉强度, 磅/英寸²;

E : 弹性模量, 磅/英寸²;

tm : 芯厚度, 英寸;

t : 测微计所测的试样厚度, 英寸;

c : 芯轴的弯曲半径(in), 精度在0.005mm范围内。

注: S_u 按IPC-TM-650, 方法2.4.18测定, 大约2%的延伸率后, 无负载和重新加载负载测定 E , 重新加载曲线的斜率。

注: 确定 E 值不是一个简单的过程, 因此, 建议采用箔规范中的标准值。对于电解箔, 该标准值为 $E(CF-E) = 12 \times 10^6$ 磅/英寸²。

对于卷状压延箔, 该标准值为 $E(CF-W) = 16 \times 10^6$ 磅/英寸²。

注: 按6.2条所述的计算程序求解延展性算式, 输入所有提示输入的参数。

5.3.1.2 最少报告三块试样的平均延展性。

5.3.2 疲劳试验

循环失效次数即就是试验所用芯轴半径对应的弯曲半径在整个回动弯曲中的弯曲疲劳寿命。至少应报告三块试样的平均弯曲寿命。

5.3.3 疲劳特性

样品的疲劳特性用不同直径的芯轴, 通过测定弯曲疲劳寿命而获得。绘制应力范围与疲劳寿命关系曲线 $\text{Manon-conffin } \log \Delta E = [2t_m / (2c+t)]$ 与 $\log N_f$, 内推和外推法计算其它弯曲半径或疲劳寿命。

5.3.4 弯曲半径与芯轴半径不同时的弯曲疲劳寿命, 通过用5.3.1.2测量疲劳延性循环-失效次数和要求的弯曲半径求解延展性公式也可获得。

6.0 注释

详细的技术信息, 参考材料如下所示:

6.1 IPC-TP-2014+2.0

6.2 Engelmaier, W, “铜箔及挠性印制线路的疲劳延性”说明书号1883D HP-67/97 User's Library, Hewlett Packard Co., Corvallis Oregon, 1978。

6.3 Engelmaier, W, “疲劳延性弯曲试验机”, 图

编号：2.4.2.1	项目：铜箔的弯曲疲劳和延展性	日期：03/91
版本：D		

紙L520163, 贝尔电话实验室公司, whippany, New Jersey, 1978。

6.4 试验仪器的原始资料

下列所述仪器的原始资料, 体现了当前的生产状况, 该试验方法的使用方提出补充适用的原始资料名称, 尽可能使该说明资料能保持一直更新。

6.4.1 “疲劳延性弯曲试验机”通用工具与机器公司, 171Coit st., Irvington, NJ0711, 201-374-4400。

6.4.2 JDC精密样品剪切机, 型号JDC125-N或同等设备。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.4	
Subject 层压板的弯曲强度(室温下)	
Date 12/94	Revision B
Originating Task Group MIL-P-1399 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于把负载施加于规定尺寸和形状的试样时,测定厚度大于或等于0.51mm层压板的弯曲强度。

2.0 适用文件

ASTM-D-790 增强和非增强塑料及电气绝缘材料的弯曲性能。

IPC-TM-650

方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻法

方法2.3.7 氯化铁蚀刻法

方法2.3.7.1 氯化铜蚀刻法

3.0 试样

3.1 尺寸和形状 试样的尺寸如表1所示,试样边缘应无裂纹,分层等缺陷,粗糙面则用砂纸或等效工具打磨(边缘不成圆角)。

3.2 数量和抽样 除非另有规定,试验四块试样,两块纵向,两块横向(在整张板或小板上切取)。

4.0 试验装置/或材料

4.1 试验机 一台标准应力和加压的试验装置,该装置能如表1所示,十字头以稳定的速率运行,负载测量系统的误差不超过±1%,负载头和支柱应为圆柱形表面。为避免过度压痕,负载头和支柱的半径至少应符合ASTM-D-790规定。

4.2 能够完全除去金属覆盖层的蚀刻系统

4.3 测量装置 能够测量试样宽度精确至0.025mm,试样厚度精确至0.0025mm。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 当适用时,按照标准工业蚀刻方法蚀刻除去所有金属覆盖层,对于仲裁试验,应按2.3.6、2.3.7或2.3.7.1蚀刻。

5.1.2 按表1所示尺寸剪切试样,并磨光试样边缘。测量并记录试样宽度及厚度,宽度精确至0.025mm,厚度精确至0.0025mm。

表 1

标准厚度 ¹⁾ mm	试样尺寸		试验参数	
	宽度 ²⁾ mm	长度 ³⁾ mm	间距 mm	试验速度 mm/min
0.79[0.031]	25.4[1.0]	63.5[2.5]	15.9[0.625]	0.51[0.020]
1.57[0.062]	25.4[1.0]	76.2[3.0]	25.4[1.0]	0.76[0.030]
2.36[0.093]	25.4[1.0]	88.9[3.5]	38.1[1.5]	1.02[0.040]
3.18[0.125]	25.4[1.0]	101.6[4.0]	50.8[2.0]	1.27[0.050]
6.35[0.250]	12.7[0.5]	152.4[6.0]	101.6[4.0]	2.03[0.080]

注:(1)表之外的标称厚度,试验时与其相邻标称厚度较大的一级相符。

(2)剪切和打磨宽度,使其在所示标称值的5%之内。

(3)剪切(没有必要打磨)长度,使其在所示标称值的10%之内。

编号: 2.4.4	项目: 层压板的弯曲强度(室温下)	日期: 12/94
版本: B		

5.2 测量

5.2.1 按要求的间距及如表1所示的十字头垂直速率调节试验机。

5.2.2 调节负载头和支柱,使圆柱形表面的轴线相互平行,负载头位于两支柱中间。

5.2.3 试样置于室温下,对称位于两支柱上,试样的长轴垂直于负载头和支柱。

5.2.4 以表1规定的试验速度对试样施加负载,直至试样断裂。以kg为单位记录断裂负载。

5.3 计算和报告

5.3.1 按下式计算每个试样的弯曲强度

$$S = 3PL/2bd^2$$

式中: S: 弯曲强度kg/mm²

P: 断裂负载(kg)

L: 间距mm

b: 试样宽度mm

d: 试样厚度mm

5.3.2 记录平均弯曲强度,以kg/mm²为单位

5.5.3 应报告试样厚度,每个方向的单个值、平均值,以kg/mm²为单位。

注明小样品板或整张板的方向(该方向与试样的方向一致)。

6.0 注释

6.1 在ASTM-D-790中可以找到对试验操作有用的附加信息和背景材料。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.4.1	
Subject 层压板的弯曲强度(高温下)	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-1399 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于在高温下把负载施加于规定尺寸和形状的试样时，测定厚度大于或等于0.51mm层压板的弯曲强度

2.0 文件

ASTM-D-790 增强和非增强塑料及电气绝缘材料的弯曲性能

IPC-TM-650

方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻法

方法2.3.7 氯化铁蚀刻法

方法2.3.7.1 氯化铜蚀刻法

方法2.1.25 玻璃化温度和固化因素 (DSC法)

3.0 试样

3.1 尺寸和形状 试样的尺寸如表1所示。试样边缘应无裂纹、分层等缺陷或粗糙面用砂纸 (或等效工具) 打磨，使其呈光滑状态 (棱角边缘不需要成圆角)。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，从整张样板或剪切的小板上纵向切取1块试样

4.0 试验装置/材料

4.1 试验机 一台标准应力和加压的试验装置，该装置能如表1所示，十字头以稳定的速率运行，负载测量系统的误差不超过±1%，负载头和支柱应为圆柱形表面。为避免过度压痕，负载头和支柱的半径至少应符合ASTM-D-790规定

4.2 试验箱 用于罩护试样，试样加紧装置和移动杆 (作为试验机必备部分)或等效物，试样室必须能够保持如表2所示试验温度±3℃。

4.3 能够完全除去金属覆盖层的蚀刻系统

4.4 测量工具 能够测量试样宽度精确至0.025mm，试样厚度精确至0.0025mm。

5.0 程序

5.1 试样准备

当适用时，按照认可的工业操作方法蚀刻除去所有金属覆盖层，对于仲裁试验，应按2.3.6、2.3.7或2.3.7.1蚀刻。

5.1.2 按表1所示尺寸剪切试样，并打磨光滑试样边缘。测量并记录试样宽度，精确至0.025mm，厚度精确至0.0025mm。

表 1

标准厚度 ⁽¹⁾ mm	试样尺寸		试验参数	
	宽度 ⁽²⁾ mm	长度 ⁽³⁾ mm	间距 mm	试验速度 mm/min
0.79[0.031]	25.4[1.0]	63.5[2.5]	15.9[0.625]	0.51[0.020]
1.57[0.062]	25.4[1.0]	76.2[3.0]	25.4[1.0]	0.76[0.030]
2.36[0.093]	25.4[1.0]	88.9[3.5]	38.1[1.5]	1.02[0.040]
3.18[0.125]	25.4[1.0]	101.6[4.0]	50.8[2.0]	1.27[0.050]
6.35[0.250]	12.7[0.5]	152.4[6.0]	101.6[4.0]	2.03[0.080]

注：(1)表之外的标称厚度，试验时与其相邻标称厚度较大的一级相符。

(2)剪切和打磨宽度，使其在所示标称值的5%之内。

(3)剪切的(没有必要打磨)长度，使其在所示标称值的10%之内。

编号: 2.4.4.1	项目: 层压板的弯曲强度(高温下)	日期: 12/94
版本: A		

表 2

树脂类型	厚度	试验温度
双官能, 四官能环氧树脂	所有厚度	125 °C
热强度保持环氧树脂	1.6mm以下	190 °C
高温环氧树脂	1.6mm及其以上厚度	170 °C
BT-环氧树脂 改性环氧树脂	所有厚度	170 °C
T _g > 250°C ⁽¹⁾ 聚酰亚胺树脂	所有厚度	201 °C
T _g ≤ 250°C ⁽¹⁾ 聚酰亚胺树脂	所有厚度	170 °C
氰酸脂	所有厚度	201 °C

注: (1)T_g按IPC-TM-650方法2.1.25测量。

5.2 测量

5.2.1 按要求的间距表1规定的十字头垂直速率调节试验机。

5.2.2 调节负载头和支柱,使圆柱形表面的轴线相互平行,负载头位于两支柱中间。

5.2.3 试验箱处理试样,按表2或适用规范规定的温度处理1h。

5.2.4 试样对称地置于支柱上,其长轴垂直于负载头和支柱,在一定温度下稳定2min。

5.2.5 以表1规定的试验速度施加负载,直至试样断裂,以kg为单位记录断裂负载。

5.3 计算和报告

5.3.1 按下式计算每个试样的弯曲强度

$$S = 3PL/2bd^2$$

式中:

S: 弯曲强度kg/mm²

P: 断裂负载(kg)

L: 间距mm

b: 试样宽度mm

d: 试样厚度mm

5.3.2 记录平均弯曲强度,以kg/mm²为单位。

5.3.3 应报告试样厚度、平均弯曲强度及试验温度。

6.0 注释

6.1 在ASTM-D-790中可以找到对试样操作有用的附加信息和背景材料



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.6	
Subject 热油冲击	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该方法适用于将样板进行稳定高温油浴，测试压合结合品质。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

使用在本书5.8.3中展示，图1到7中四个IPC测试图形样板H，也可用供货商和客户协商同意的其它生产板样板。

4.0 仪器

- 4.1 测试油 商业级，沸点高于300℃(572°F)。
- 4.2 加热槽，可保持热油温度300℃ ± 10℃。
- 4.3 定时器

4.4 烘箱 能保持200℃(392°F)的循环空气烘箱。

5.0 操作步骤

5.1 准备

- 5.1.1 从样板H上锯下四测试试板，不要切样板，以防止造成任何切变、弯曲或折断压力。
- 5.1.2 将样板放在135℃ ± 15℃的烘箱中一小时。

5.2 测试

- 5.2.1 样板从烘箱中拿出来后2分钟内应进行测试，以防止热冲击前重新吸湿。
 - 5.2.2 每一次移一块样板浮在热油表面，设定温度260℃+6/-3℃，时间20+1-0秒。
 - 5.2.3 样板从热油中拿起来冷却。将样板浸在NULON乙烯或三氯乙烯中几秒钟，然后风冷。
 - 5.2.4 用异丙醇清洗，然后吹干。
- 5.3 评价 检查样板是否有白斑起泡或分层。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.7	
Subject 印制电路材料的加工性	
Date 07/75	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用来测试粘性材料机加工性能，以及加工对切割工具与材料的影响。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

任何成品板上的刚性印制电路物质(常规、多层)。

4.0 仪器

所有用来制造印制电路成品板的生产机械工具。

5.0 操作步骤

5.1 加工。加工必须由熟练者完成，所有物质通用技术应尽可能标准，以便物质间进行比较。

5.2 评价。加工完后，检查是否有开裂、爆板、分层或其它不良影响，刀具对钝、缺口、或过热应有比较好的表现。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本测试方法用来测试接收状态，经过热冲击和经过制程药水的金属覆盖层的剥离强度，评价样板经过上述条件后剥离强度的劣化情况。

2.0 适用文件

IPC-TM-650

方法2.4.8.1 金属箔剥离强度(薄层压板拴孔法)

方法5.8.3 剥离强度测试图形

3.0 测试样板

3.1 尺寸和图形 样板尺寸应为50.8mm×50.8mm×板厚的压合板，剥离测试带应按照本测试法章节5.1.2规定。

3.2 样板数量 每一种测试条件，每一覆盖面应随机从层压批中取两块样板。它们可取自QA其它测试或检查的样板，一个样板一面作横向测试，另一个样板一面作纵向测试。

4.0 仪器/物料

4.1 拉力测试仪 拉力强度测试仪有加载传感器单元，能精确到0.0015kg(0.01bs)。轻加载线或链与夹子长最少157mm(18英寸)(包括加载传感器单元)。任何有上述相当的精准度和再现性的设备和仪器也可以使用。

4.2 锡炉 在液面下25.4mm测量时，它可以保持规定温度，所用锡为Sn60或Sn63。

4.3 样板夹持 合适的夹持系统应和IPC-TM-650方法2.4.8.1相当。

4.4 化学试剂 最少57g下面溶液

4.4.1 氧化物化学清洁剂，如二氯甲烷或替代品

Number 2.4.8	
Subject 覆金属箔板的剥离强度	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

4.4.2 浓度10克/升的氢氧化钠溶液。

4.4.3 浓度30克/升的硼酸和浓度10克/升的硫磺酸溶液。

4.4.4 有机除油剂，如异丙醇或替代品。

4.5 热浴槽 在液面下25.4mm测量时，它可以保持规定温度。

4.5.1 DOW公司硅酮液，编号701，或相当替代品。

4.6 DOW公司硅酮油脂，混合1型，或相当替代品。

4.7 数据收集 对资格认证测试，测试设备应可永久保留数据。

4.8 蚀刻系统能够蚀除金属覆盖。

4.9 测量设备测量范围为0.000到12.7mm，精确到：0.0025mm(0.0001英寸)

4.10 抗蚀材料或系统

4.10.1 电镀胶带，或相当替代品。规定尺寸的剥蚀带见5.2.1.1，5.2.2.1和5.2.3.1)

4.10.2 光阻系统(印刷、曝光和剥落)

5.0 操作步骤

5.1 样板准备

5.1.1 从层压板上切割样板，样板应距边缘25.4mm以上。

5.1.2 样板应制作有四种规定宽度的抗蚀带(见5.2.1.1、5.2.2.1、5.2.3.1)，蚀刻，清洁和制程使用标准工业操作和设备。认证和仲裁实验，应使用IPC-TM-650中方法5.8.3的底片，对样品进行图像转移，但夹持端制备方法可随意。样板蚀刻后，在同一个样板上的导线应在同一方向(如图1)。双面板应使用不同样板对每一面进行测试，反面金属应全部蚀掉或保持完整。仲裁实验样板的背面金属应保持完整，样板的每一边区分径向和纬向。

编号: 2.4.8

项目: 覆金属箔板的剥离强度

日期: 12/94

版本: C

5.1.3 薄样板可粘结到硬背板来加强它, 或通过关键模具来辅助测试(见图2)。仲裁实验, 当板厚小于0.51mm时, 要求使用邦定硬背板。

注意: 剥离值可能被粘结的硬背板影响, 有必要找到有最好粘性的物料, 使邦定硬背板对剥离强度的影响最小。

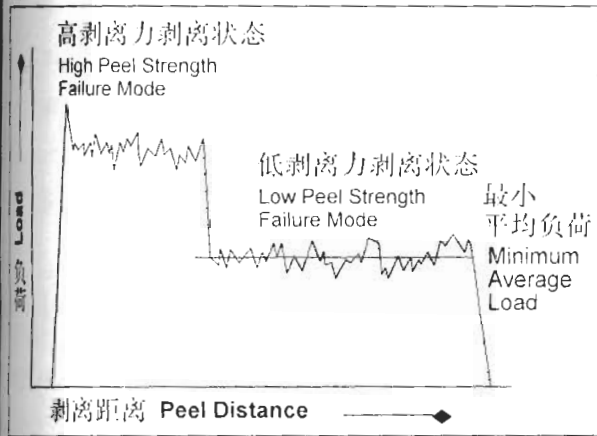


图 1 剥离状态

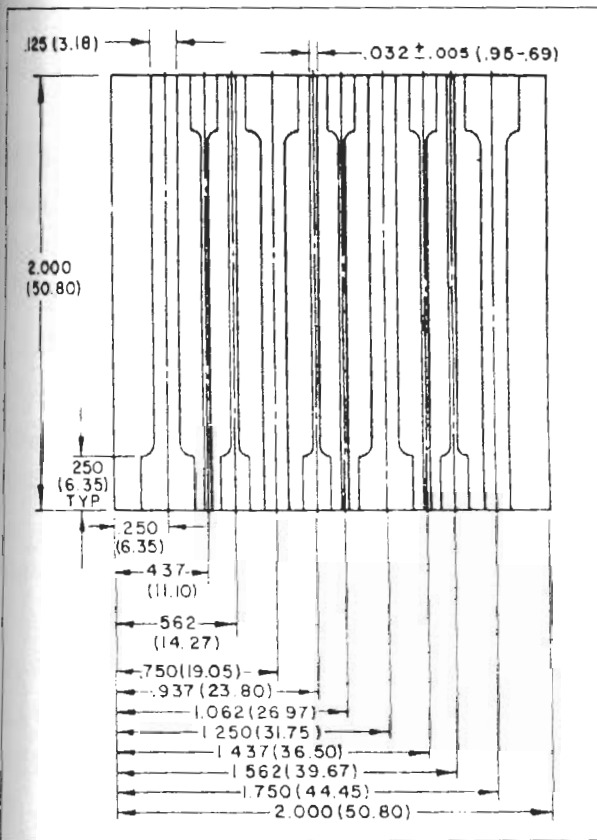


图 2 剥离强度试验图

译编者注:

1)图中数字以英寸为单位(括号中数字以mm为单位);

2)除非另有规定, 尺寸公差为±0.15英寸(0.38mm)。

5.2 测量

5.2.1 条件A剥离强度: 交接态

5.2.1.1 应剥离最少两条3.18mm宽的测试条, 对资格认可测试每样板应测量1条3.18mm的测试条。

5.2.1.2 调整测量系统以补偿金属线和夹具的重量。

5.2.1.3 从剥离端(如果有)剥离小于12.7mm(0.5英寸)的距离, 将夹子夹住剥离端。

5.2.1.4 加速样板, 使夹具垂下, 以便在无阻力情况下进行垂直剥离。测试剥离终端应在垂直位置, 以方便测试, 连到夹子上的拉力测试线必须在±5°角内垂直拉动。

5.2.1.5 开始测量, 在垂直方向以50.8mm/分钟的速度提供拉力, 直到25.4mm的剥离完成(见注意事项6.1)。

5.2.1.6 观察和记录如图1定义的最小加载, 测量测试样带的实际宽度, 并记录最小负荷力。

5.2.1.7 如果测试带不能被完整剥离, 那么应取消本次测试, 重新进行测试。

5.2.2 条件B剥离强度: 热冲击后

5.2.2.1 最少每个样板剥离两条宽3.18mm(0.125英寸)的测试带, 对资格认可测试每个样板应测量四条3.18mm的测试条。

5.2.2.2 样板表面涂覆硅酮油脂后, 浮在238°C ± 5.5°C的锡面上保持10+1-0秒。

5.2.2.3 冷却样板到实验室室温, 清除油脂, 进行步骤5.2.1.2到5.2.1.7。

5.2.3 条件C剥离强度: 浸过制程化学药水后

5.2.3.1 最少每个样板剥离两条宽0.79mm(0.032英寸)的测试带, 对资格认可和符合性测试每个样板应测量四条0.79mm的测试条。

5.2.3.2 用1.4.1规定的除有机物溶剂浸泡75 ± 5秒, 温度23 ± 2°C(73.4 ± 3.6°F)。

5.2.3.3 在125 ± 5°C(257 ± 9°F)温度下干燥样板15 ±

编号: 2.4.8	项目: 覆金属箔板的剥离强度	日期: 12/94
版本: C		

5分钟。

5.2.3.4 用10克/升的氢氧化钠溶液浸样板 5 ± 1 分钟, 温度 $90 \pm 5^\circ\text{C}$ ($194 \pm 9^\circ\text{F}$)。

5.2.3.5 $50-55^\circ\text{C}$ ($122-131^\circ\text{F}$)热水洗 5 ± 1 分钟。

5.2.3.6 浸在浓度10克/升的硫磺酸溶液中 30 ± 5 分钟后, 移入 $60 \pm 5^\circ\text{C}$ ($140 \pm 9^\circ\text{F}$)的30克/升的硼酸溶液。

5.2.3.7 $55 \pm 5^\circ\text{C}$ ($131 \pm 9^\circ\text{F}$)热水洗 5 ± 1 分钟。

5.2.3.8 在 $125 \pm 5^\circ\text{C}$ ($257 \pm 9^\circ\text{F}$)温度下干燥样板 30 ± 5 分钟。

5.2.3.9 在 $220 \pm 5^\circ\text{C}$ ($428 \pm 9^\circ\text{F}$)的热油中保持 10 ± 5 秒。

5.2.3.10 浸入温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.1 \pm 3.6^\circ\text{F}$) 1.4.1规定的除油剂中 75 ± 5 秒, 以除去热油。

5.2.3.11 空气中晾干样板, 完成步骤5.2.1.2到5.2.1.7。

5.2.4 测试分级。 目视检查样板或用20/20倍镜观察。记录并报告存在的基材劣化, 如表面树脂损失, 变色, 树脂松软, 分层, 起泡, 不良扩散, 白斑, 龟裂或空洞。

5.3 计算和报告

5.3.1 用下面公式计算剥离强度:

$$N/\text{mm} = \frac{L_m}{W_s}$$

L_m = 最小加载负荷 W_s = 剥离带的测试宽度

5.3.2 记录和报告每一方向、面剥离强度的平均值和单个值, 平均压合样板每一边与每一织纹方向的剥离强度值。例如当样板计划要求每边和每织纹方向, 四个样板应最少有两个平均值。

5.3.3 报告章节5.2.4中出现的板料劣化。

6.0 注意事项

6.1 由于邦定强度大于箔的剪切力或箔的脆性, 测试带可能被拉断。断裂值高于规定值时, 可用来代替最小剥离力, 报告的平均值应指明这种值大于平均值。

6.2 对薄于一盎司的金属覆盖箔, 可用镀铜或涂焊锡方法加厚 $0.035 \pm 0.0035\text{mm}$ (0.0014 ± 0.0001 英寸)厚, 再进行剥离强度测试。

6.3 章节4.4.1和4.4.4规定的化学品的环保。由于工业和政府对有损作业员健康或损耗臭氧层的化学试剂的规定, 以前使用的二氯甲烷或1,1,1-三氯甲烷已被相应替代品取代。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本方法适用于测定薄层压板在交收态、条件处理后(如浸焊)或暴露于高温后金属箔的剥离强度。

2.0 引用文件

IPC-TM-650 试验方法手册

2.4.8 覆金属箔层压板剥离强度

3.0 试样

金属箔剥离强度试验图形, 箔条宽3.2mm, 长度最长76.0mm。每个试样尺寸大约60-76mm长

4.0 装置

4.1 试验机能以50mm/min的速度运行, 其负载量程为1.4kg, 最小刻度为1.5g

4.2 栓孔试验板如图1或等效物。

4.3 固定栓孔平板装置如图2。

4.4 负载链长度为61-71 cm。

4.5 试样夹。

4.6 圆柱弹簧纸夹 (Boston 1# 夹, Hunt公司制造)

4.7 负载链与试样夹接头如图3所示 (约76mm长)

4.8 小刀

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 从层压板或粘合板上切取试样, 蚀刻试验图形, 并修整箔条边缘。

5.1.2 沿箔条边缘刻开约6.3.5-9.5mm, 破坏层压板使剥离端弯曲成90°, 向上拉剥离端时不得破坏箔条。

5.1.3 用小刀从试样一端剥起箔条约3-6.5mm, 以备

Number 2.4.8.1	
Subject 金属箔剥离强度(薄层压板栓孔固定法)	
Date 01/86	Revision
Originating Task Group N/A	

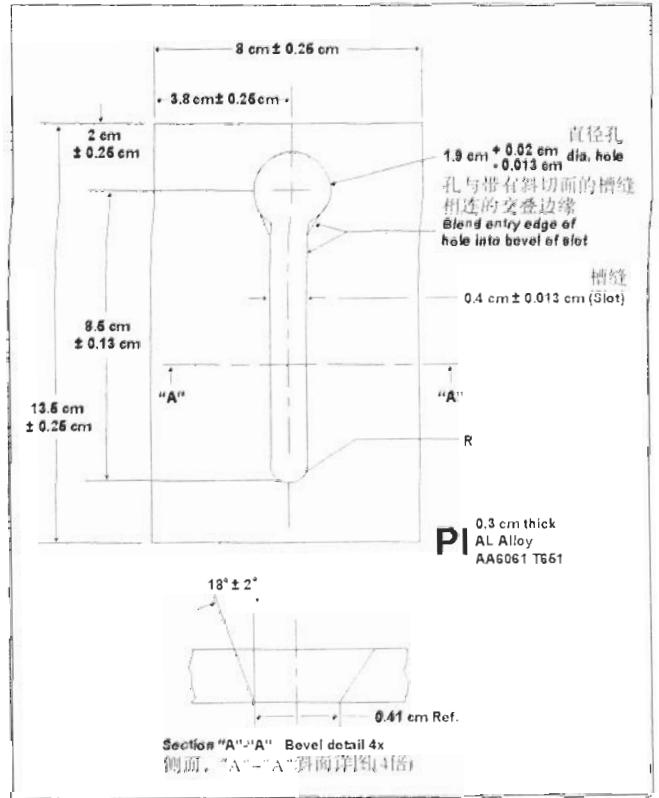


图 1 栓孔试验板

初始剥离长度约为9.5-13mm

5.2 处理

5.2.1 处理 试样可用IPC-TM-650方法2.4.8进行条件处理, 也可用详细规范规定的方法处理。

5.3 试验

5.3.1 把试样装在剥离试验机的试样架上, 金属箔面向上, 并使剥离条对准试样架的中心。

5.3.2 把栓孔板置于剥离条上面, 使箔的夹持头处于孔中, 箔条对准斜槽。

5.3.3 把栓孔板用弹簧夹固定在试样架上, 且不影响剥离条与槽孔的对准。

5.3.4 用试样夹夹住箔条夹持端, 使箔条剥离方向与

基材成90°(应该用接头把试样夹与负载链连接,并悬挂于试验机凸轮或测力仪,以使箔条端头不发生过度弯曲或损伤)。

5.3.5 启动试验,开始以5cm/min的速度垂直剥离,同时开始图纸记录,观察最小剥离力。

5.3.6 降下夹持装置夹头,试验机恢复起始位置,重复按5.2.1进行。

5.4 评定

5.4.1 用下式计算单位宽度箔条的剥离强度,以N/mm为单位。

$$\text{剥离强度} = \frac{\text{测得剥离力}}{\text{试条宽度}}$$

6.0 注释

6.1 剥离强度通常为测量的最小剥离强度。

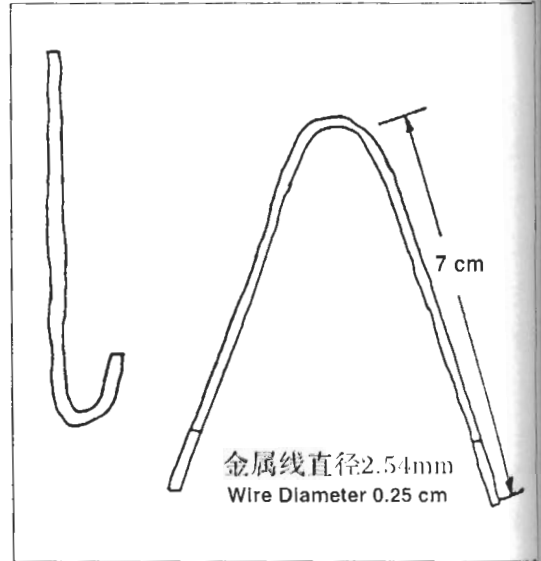


图 3 负载缝与试样夹接头

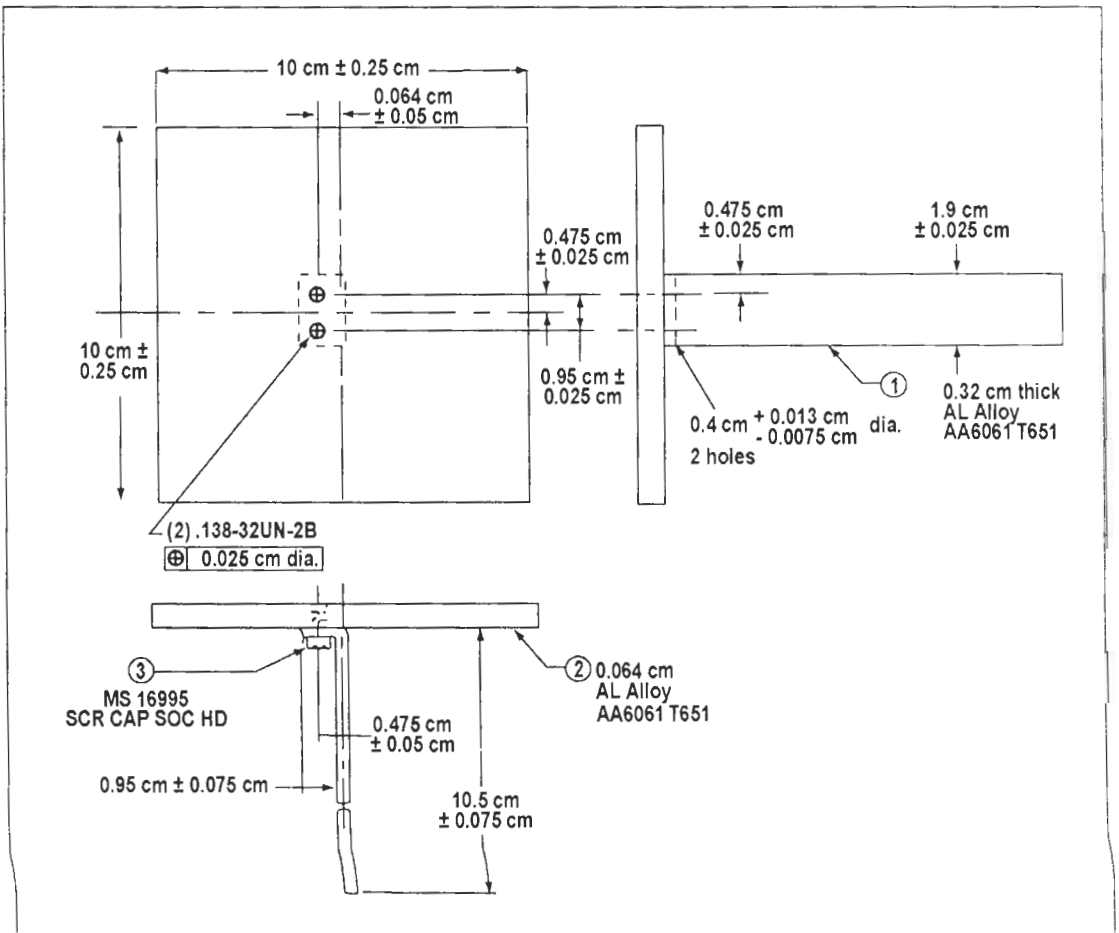


图 2 固定拴孔平板装置



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本方法用于测定金属箔与层压板基材的高温剥离强度，并评定剥离强度试验之后层压板因条件作用的变化情况。

2.0 应用文件

IPC-TM-650

法2.4.8.1 金属箔剥离强度（薄层压板拴孔法）

法5.8.3 剥离强度试验图形

3.0 试验

3.1 尺寸和形状 试样应为50.8mm×50.8mm×层压板的厚度，覆箔试条的尺寸按照5.1.2条的规定。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，每个覆箔面一块纵向试样，一块横向试样。试样应在成品板或剪切小板距边缘大于25.4mm区域取样。

4.0 装置或材料

4.1 拉力试验机 该拉力试验机装有负载传感器，能准确测量至0.0015kg，具有一根细的负载金属线或链及夹具，至少长157mm（其重量已包括在负载传感器计数中）。夹具夹板必须能夹住每个剥离条的整个宽度。也可使用符合上述规定的精密度及可重现的仪器或设备。

4.2 热流体槽 流体槽能够在规定的温度下盛装特定的液体。温度在25.4mm深液面下测量。

4.3 试验夹具 如IPC-TM-650方法2.4.8.1中规定的等效合适的夹持系统。

4.4 数据收集 对于鉴定试验，必须把试验装置连接到能够持久保留数据的记录系统中。

4.5 量具 能够在0.000-12.7mm范围内测量，精确至±0.0025mm。

Number 2.4.8.2	
Subject 覆箔板高温剥离强度(热液体法)	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

4.6 抗蚀材料或系统

4.6.1 形成规定宽度耐蚀线条的绝缘胶带或等效物

4.6.2 光敏抗蚀剂系统（印制、显影、去膜）

4.7 能够完全除去金属覆盖层的蚀刻系统

4.8 空气循环式烘箱能保持温度 $125 \pm 2^\circ\text{C}$

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 从层压板样本上切取试样，试样应在成品层压板距边缘大于25.4mm区域切取。

5.1.2 试样上应至少制作出1条3.18mm宽的抗蚀剂条，然后用标准工业操作方法及设备进行蚀刻、清洗和加工。对于鉴定和仲裁试验，试样应按照IPC-TM-650方法5.8.3所示的图形用光成像法制备。但夹持端制备方法可随意。制备的试样，使同一样品一个方向上的剥离状态由图1所示。双面覆箔板应将每个面用单独试样分别试验。背面的金属箔或者完全除去或者完全保留。要求每个面的纵向和横向采用不同的试样，对于仲裁试验，背面的金属箔应保留。

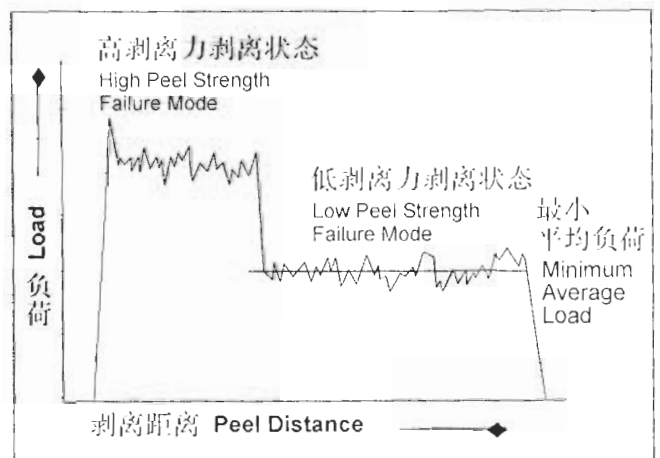


图 1 剥离状态

编号: 2.4.8.2	项目: 覆箔板高温剥离强度(热液体法)	日期: 12/94
版本: A		

5.1.3 薄试样应提供支撑,把试样粘到刚性基体上,或用栓孔固定辅助装置(注:见方法2.4.8.1中的图2)进行试验。对厚度小于0.51mm层压板,仲裁试验时,试样应粘到刚性基材或刚性层压板上。

注:把试样粘到刚性层压板上所用的粘结剂对剥离强度值有影响。因此,有必要寻找最好的胶粘剂,即对实际剥离强度值影响最小的和粘剂。

5.1.4 在箔条夹持端剥起试条不超过12.7mm。

5.1.5 对鉴定仲裁试验,试样应在 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 下最少预处理2h,该预处理条件要求与适用的材料规范中要求的高温试验无关。

5.1.6 加热液体槽至规定温度至少稳定5min,在25.4mm深液面下测温。

5.2 测量

5.2.1 剥离强度测定

5.2.1.1 夹紧每个试条,把试样和夹具放入热液体槽,使试样水平地入液体大约在25.4mm液面下方。

5.2.1.2 用夹紧装置固定试样,以便在不受阻力情况下施加垂直拉力。试条末端及夹具与应力试验机之间的金属连线应处于自如垂直拉伸状态,倾斜角应在 $\pm 5^\circ$ 角之内。

5.2.1.3 在试验开始前,0.51mm及以上厚度层压板,让试样浸入热液体槽并使其稳定在规定的温度。

5.2.1.4 启动试验机,以50.8mm/min的速度在垂直方向施加拉力,直至至少剥离25.4mm长或试条拉断或断裂(见注6.1)。

5.2.1.5 观察和记录如图1规定的最小负荷。测量试条的实际宽度。

5.2.1.6 如果没有把试条整个宽度剥离,则该结果作废,测试另一试条。

5.2.1.7 进行程序5.2.1.1-5.2.1.4,每个试样,每个面最少两条。任何异常现象或数据不准确都会引起试条剥离值无效,重新测其它试条。

5.2.2 劣化的判定 用正常视力或校正为20/20的视力观察试样,记录层压板基材出现的任何劣化情况,包括表面树脂缺损、褪色、树脂变软、分层、起泡、缺陷扩散、白斑、裂纹或空洞。

5.3 计算和报告

5.3.1 按下式计算剥离强度

$$N/mm = \frac{L_m}{W_s}$$

式中:

L_m : 最小负荷

W_s : 被测试条宽度

5.3.2 记录并报告如5.3.1所得剥离强度的单个值,报告层压板每个面、每个纤维方向单个剥离强度的平均值。例如,如果抽样计划要求每个面、每个方向一个试样,那么4个不同的试样,至少应有两个平均值。

5.3.3 报告按5.2.2条观察时,层压板出现的任何劣化情况。

6.0 注释

6.1 试条拉断可能是粘结强度大于铜箔剪切强度,也可能是由铜箔发脆引起。当显示粘结优良时(拉断值高于规定值),拉断值可以用来代替最小剥离值。报告的平均值应指明此值超过平均值。

6.2 对金属覆盖层厚度小于0.035mm者,可用镀或焊锡加厚到 $0.035 \pm 0.0035\text{mm}$,以保证箔条的强度。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.8.3	
Subject 覆箔板高温剥离强度(热空气法)	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-1399 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法用于测定金属箔与层压板基材的高温（用空气式高温箱升温）剥离强度，并评定剥离强度试验之后层压板基材因这种条件作用而劣化的情况。

2.0 应用文件

IPC-TM-650

方法2.4.8.1 剥离强度（拴孔法）

方法5.8.3 剥离强度试验图形

3.0 试验

3.1 尺寸和形状 试样尺寸应为50.8mm×50.8mm×层压板的厚度，覆箔试条的尺寸按照规定。（见5.1.2条）。

3.2 数量和抽样 除非另有规定，每个覆箔面一个纵向试样，一个横向试样。试样应在成品板或剪切小板距边缘大于25.4mm区域取样。

4.0 装置或材料

4.1 该拉力试验拉力试验机装有负载传感器，能准确测量至0.0045kg，具有一根细的负载金属线或链及夹具，至少长457mm（其重量已包括在负载传感器计数中）。夹具夹板必须能夹住每个剥离条端的整个宽度。也可使用其它具有上述规定精密度及可重现的仪器或设备。

4.2 高温箱 试验机里盛装试样的箱子，能够保持规定试验温度在±3℃之内。

4.3 试样夹具 如IPC-TM-650方法2.4.8.1中规定的等效合适的夹持系统。

4.4 烘箱 空气循环式烘箱，能保持温度125±2℃。

4.5 计时器 能准确计时至1s。

4.6 量具 能够在0.000-12.7mm范围内测量，精确

至±0.0127mm。

4.7 蚀刻系统 能完全除去所覆金属箔。

4.8 抗蚀材料或系统

4.8.1 印刷工用规定宽度的（见5.1.4）胶带或等效物，用来形成抗蚀线条。

4.5.2 光敏抗蚀剂系统（印制、显影、去膜）。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 从层压板样本上切取试样，试样应在成品层压板距边缘大于25.4mm区域切取。

5.1.2 采用抗蚀剂材料在试样上制作出1条3.18mm的试条，然后用标准工业操作方法及设备进行蚀刻、清洗和加工。对于鉴定和仲裁试验，试样应按照IPC-TM-650方法5.8.3所示的图形用光成像法制备。但夹持端制备方法可随意。制备的试样，使同一样品一个方向的剥离状态如图2所示。双面覆箔板的每个面用单独试样分别试验。背面的金属箔或者完全除去或者完全保留。每面的纵向和横向要求用不同的试样，对于仲裁试验，背面的金属箔应保留。

5.1.3 对薄试样应提供支撑，把试样粘到刚性基材上，或用拴孔固定辅助装置（见图1）进行试验。对厚度小于0.51mm的单面层压板，仲裁试验时，试样应粘到刚性基材或刚性层压板上。

注：把试样粘到刚性层压板上所用的粘结剂对剥离强度值有影响。因此，有必要寻找最好的液粘剂，即对实际剥离强度影响最小的粘结剂。

5.1.4 在箔条夹持端起试条约12.7mm。

5.1.5 除非另有规定，试样应在125℃下预处理4±0.5h，该预处理条件要求与适用的材料规范中要求的高温试验无关。

5.2 测量

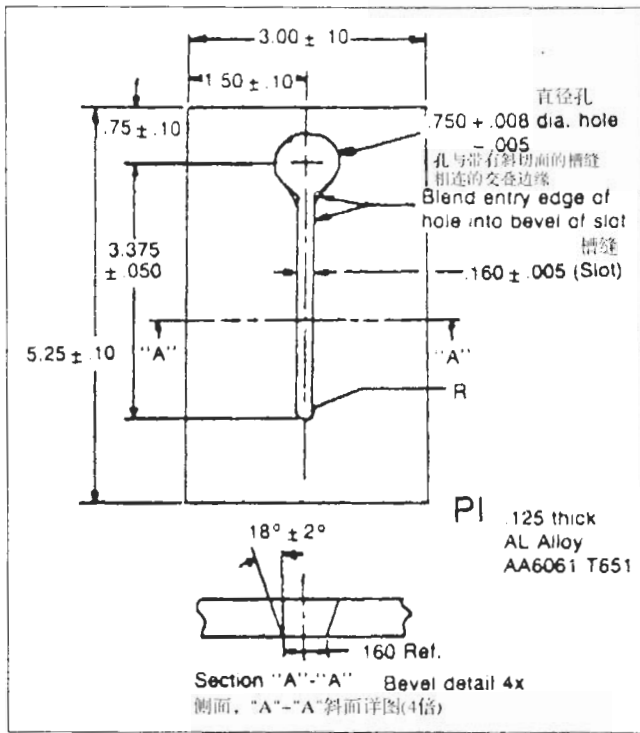


图 1

5.2.1 剥离强度测定

5.2.1.1 预热试验箱至规定温度。

5.2.1.2 把试样放入试样箱, 关闭箱门让试样在高温箱中保留 60 ± 6 -0min, 然后才能进行适用的高温剥离强度试验。

5.2.1.3 把每个剥离条安装于夹紧装置上。对0.5mm及其以下厚度的材料, 让试样在高温箱稳定2.5min, 对0.5mm以上厚度的材料, 试样在高温箱稳定5min。

5.2.1.4 启动试验机, 以50.8mm/min的速度在垂直方向施拉力, 直至完成剥离或试条拉断或断裂(见注6.1)。

5.2.1.5 观察并记录如图2规定的最小负荷。测量和记录试条的实际宽度。

5.2.1.6 如果没有把试条整个宽度剥离, 则该结果作废, 测试另一试条。

5.2.1.7 进行程序5.2.1.1-5.2.1.4, 每个试样, 每个面最少两条。任何异常现象或数据不准确都会引起试条剥离值无效, 则该结果作废, 测其它试条。

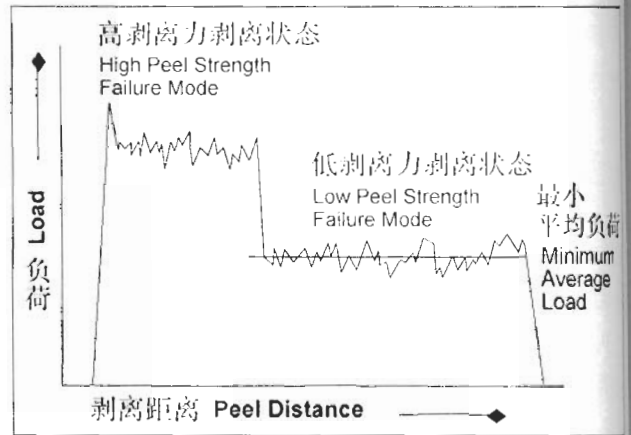


图 2 剥离状态

5.2.2 劣化的判定 用正常视力或校正为20/20的视力检查试样, 记录层压板基材出现的任何劣化情况, 包括表面树脂缺损、褪色、树脂变软、分层、起泡、缺陷扩散、白斑、裂纹或空洞。

5.3 计算和报告

5.3.1 按下式计算剥离强度

$$N/mm = \frac{L_m}{W_s}$$

式中:

L_m : 最小负荷

W_s : 被测试条宽度

5.3.2 记录并报告层压板每个面、每个纤维方向各单个剥离强度值及平均值。例如, 如果抽样计划要求每个面、每个方向一个试样, 那么1个不同的试样, 至少应有两个平均值。

5.3.3 报告按5.2.2条观察时, 层压板出现的任何劣化情况。

6.0 注释

6.1 试条拉断时可能是粘结强度大于铜箔剪切强度, 也可能是由铜箔发脆引起。当显示粘结优良时(拉断值高于规定值), 拉断值可以用来代替最小剥离值, 报告的平均值应指明此值超过平均值。

6.2 对金属覆盖层厚度小于0.035mm者, 可用镀铜或涂焊锡加厚到 0.035 ± 0.0035 mm, 以免试条拉断和拉裂。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.8.4	
Subject 薄铜箔与载体的分离	
Date 01/90	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

该方法用于在环境温度下测定薄铜箔载体的分离强度(N/mm)。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

层压的带载体铜箔。

4.0 装置

4.1 具有 50.8 ± 2.5 mm/min速率的测量仪或试验机。

5.0 程序

5.1 环境温度试验准备

5.1.1 该试验所用试样不得有分层、皱折、白斑、起

跑、裂纹。

5.1.2 制作75mm宽的剥离强度试样，至少长75mm；

5.1.2.1 在载体上刻一条25mm宽的条；

5.1.3 剥掉25mm条背面的载体约25mm；使剥离线垂直于试样的边缘。

5.2 试验程序

5.2.1 把试样固定在水平面上，剥离条向上伸出25mm。

5.2.2 把条的端部夹紧在夹具之间。

5.2.3 夹具必须夹住条的整个宽度，且平行于剥离方向。

5.2.4 在垂直方向施加拉力，以50mm/min的速度拉金属箔条。

5.3 评定

观察最小负载，转换成kg/mm。如果没有把整个条宽度剥离，该结果无效，应该使用其它试样。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本测试方法规定测量柔性介电材料的覆盖铜的剥离强度。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

如果一指定供货商的可信统计评估证明冲压和蚀刻不同，那么仅准备低一些的样板。有争议时，用冲压板作仲裁实验。交收样、浮锡后和老化后的样板准备将是一样的。

3.1 A型-蚀刻样板

3.1.1 测试样板应由图1的蚀刻导线图形组成，注意：导线尺寸应为宽3.2mm×长228.6mm(0.125英寸×9.0英寸长)。

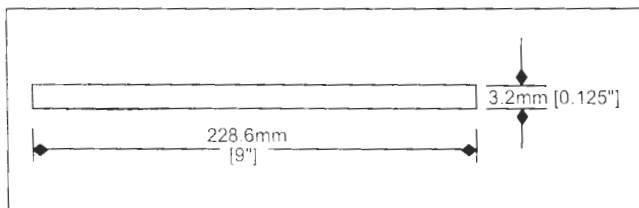


图 1 A型剥离强度试样

3.1.2 最少四个样板，方法A,C,E应准备两个加工方向(MD)，两个横向(TD)的样板。如果一指定供货商的可信统计评估证明MD和TD测量不同，那么仅准备低一些的样板。如果两方向是一样的，仅测量MD方向，当样板在测试中破裂时，应由另一样板代替它。

3.1.3 对双面金属覆盖板，应准备独立的样板单元，对每一边进行测试。

3.2 B型-冲压样板

Number 2.4.9	
Subject 印制电路柔性材料剥离强度	
Date 10/88	Revision D
Originating Task Group N/A	

3.2.1 测试样板应由一条宽12.7mm，长228.6mm(0.5英寸宽×9英寸长)的柔性材料覆盖金属带组成。

3.2.2 最少四个样板，方法B,D,F应准备两个加工方向(MD)，两个横向(TD)的样板。如果一指定供货商的可信统计评估证明MD和TD测量不同，那么仅准备低一些的样板。如果两方向是一样的，仅测量MD方向。

3.2.3 对双面金属覆盖板，应准备单独样板，对每一面进行测试。非测试面的铜箔应保留，以加强稳定性防止样板从德国轮(自由旋转鼓)上鼓起。

4.0 测试设备

4.1 拉力测试仪 电驱动测试仪，自动滑块型，或一相当恒定运转速度的机器。

4.2 样板切割仪器 Thwing Albert 牌样板切割机，型号：JDC-50，或相当替代仪器。

4.3 测试治具 自由旋转鼓(图2)，移动盘(图3)，或相当替代品。仲裁治具应是152.4mm的自由旋转鼓。

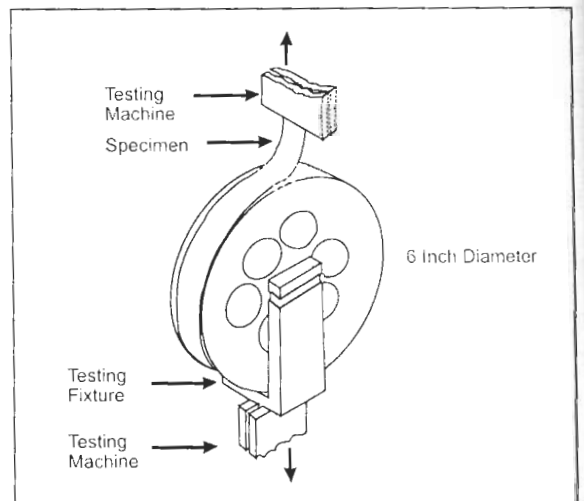


图 2 自由旋转鼓测试装置

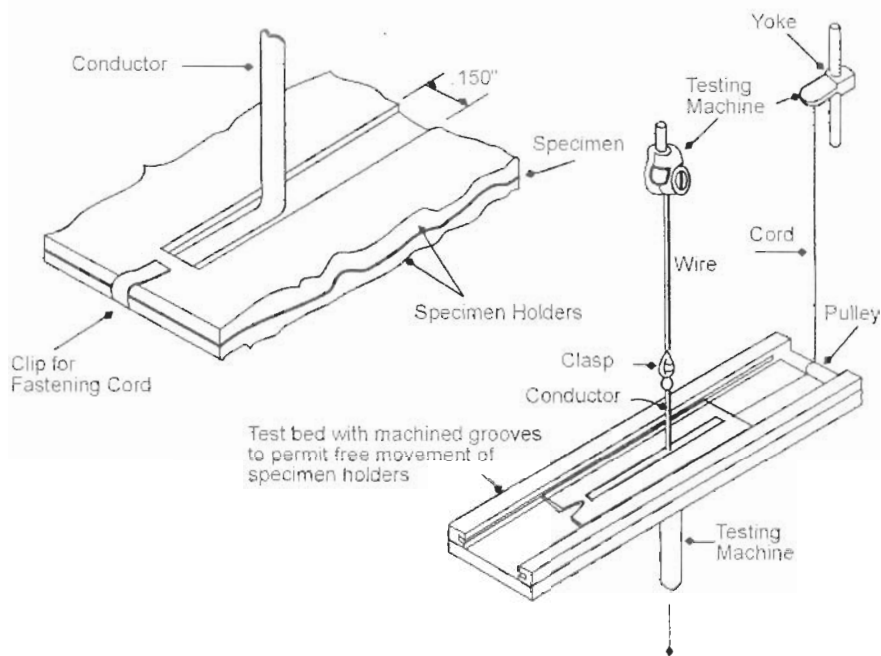


图 3 滑动板测试装置

4.4 锡炉 电加热, 尺寸大小足够容纳样板, 保持最少2.25kg(5磅)Sn60锡。

4.5 空气循环烘箱见(5.5.3)。

5.0 操作步骤

5.1 方法A-标准-蚀刻样板

5.1.1 根据图1, 使用章节3.1.2的标准商业惯例, 准备A型蚀刻导线测试样板。

5.1.2 样板保持在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$), 湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境中24小时, 如果在规定生产线的统计数据支持缩短稳定时间, 那么稳定时间可以缩短。

5.1.3 用双面胶将样板粘到测试治具上, 也可用胶合剂或机械夹子。仲裁的粘合技术是双面胶。

5.1.4 剥离导线(滑块)的速度为50.8mm/分(2英寸每分钟), 剥离加载应在测试仪器显示范围的15%到85%间变化, 剥离加载被连续记录, 记录的整个剥离长度的加载应按章节5.7.1, 进行评价。最少57.2mm(2-1/4英寸)被剥离, 忽略开始的6.4mm(1/4英寸)。

5.2 方法B-标准-冲压样板

5.2.1 用Thwing Albert样板冲压, 见章节3.2.2。

5.2.2 样板保持在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$), 湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境中24小时, 如果在规定生产线的统计证据显示支持缩短稳定时间, 那么稳定时间可以缩短。

5.2.3 用双面胶将样板粘到测试治具上, 也可用胶合剂或机械夹子。仲裁的粘合技术是双面胶。

5.2.4 剥离导线的速度数显为50.8mm/分(2英寸每分钟), 剥离加载应在测试仪器显示范围的15%到85%间变化, 剥离加载被连续记录, 记录的整个剥离长度的加载应按章节5.7.1, 进行评价。最少57.2mm(2-1/4英寸)被剥离, 忽略开始的6.4mm(1/4英寸)。

5.3 方法C-浮锡-冲压样板

5.3.1 根据图1, 使用章节3.2.1的标准商业惯例, 准备A型蚀刻导线测试样板。

5.3.2 在 $135 \pm 10^\circ\text{C}$ ($275 \pm 18^\circ\text{F}$)空气循环烘箱中干燥一小时。

5.3.3 将样板从温室中取出后进行浮锡, 导线面向

编号: 2.4.9	项目: 印制电路柔性材料剥离强度	日期: 10/88
版本: D		

下, 仅浸入 $288 \pm 6^\circ\text{C}$ ($550 \pm 10^\circ\text{F}$)锡面下, 最少5秒钟。在浸入锡面时, 要晃动样板。从锡炉中拿出来后, 轻推样板边缘, 除去多余焊锡, 必须采用合适过程, 保证样板上没有焊锡残留。

5.3.4 重复方法A中的步骤5.1.2到5.1.4。

5.4 方法D-浮锡-冲压样板

5.4.1 用Thwing Albert样板冲压, 见章节3.2.1。

5.4.2 在 $135 \pm 10^\circ\text{C}$ ($275 \pm 18^\circ\text{F}$)空气循环烤炉中干燥一小时。

5.4.3 将样板从温室中取出后进行浮锡, 导线面向下, 浸入 $288 \pm 6^\circ\text{C}$ ($550 \pm 10^\circ\text{F}$)锡面下, 最少5秒钟。在浸入锡面时, 要晃动样板。从锡炉中拿出来后, 轻推样板边缘, 除去多余焊锡, 必须采用合适过程, 保证样板上没有焊锡残留。

5.4.4 重复方法B中的步骤5.2.2。

5.5 方法E-老化后的蚀刻样板

5.5.1 根据图1, 使用章节3.1.1的标准商业惯例, 准备A型蚀刻导线测试样板。

5.5.2 样板保持在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$), 湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境中24小时, 如果在规定生产线的统计证据显示支持缩短稳定时间, 那么稳定时间可以缩短。

5.5.3 将每一测试样板进行五次时温循环, 次序为:
 $150^\circ \pm 5^\circ - 0^\circ\text{C}$ ($302^\circ \pm 9^\circ - 0^\circ\text{F}$)1/2小时, $23^\circ \pm 10^\circ\text{C}$ ($73.4^\circ \pm 18^\circ\text{F}$)1/4小时, $-55^\circ - 5^\circ + 0^\circ\text{C}$ ($-67^\circ - 9^\circ + 0^\circ\text{F}$)1/2小时, $23^\circ \pm 10^\circ\text{C}$ ($73.4^\circ \pm 18^\circ\text{F}$)1/4小时。

5.5.4 重复方法A中的步骤5.1.2到5.1.4。

5.6 方法F-老化后的冲压样板

5.6.1 用Thwing Albert样板冲压, 见章节3.2.1。

5.6.2 样板保持在温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$), 湿度 $50 \pm 5\%$ 的环境中24小时, 如果在规定生产线的统计证据显示支持缩短稳定时间, 那么稳定时间可以缩短。

5.6.3 将每一测试样板进行五次时温循环, 次序为:
 $150^\circ \pm 5^\circ - 0^\circ\text{C}$ ($302^\circ \pm 9^\circ - 0^\circ\text{F}$)1/2小时, $23^\circ \pm 10^\circ\text{C}$ ($73.4^\circ \pm 18^\circ\text{F}$)1/4小时, $-55^\circ - 5^\circ + 0^\circ\text{C}$ ($-67^\circ -$

$9^\circ + 0^\circ\text{F}$)1/2小时, $23^\circ \pm 10^\circ\text{C}$ ($73.4^\circ \pm 18^\circ\text{F}$)1/4小时。

5.6.4 重复方法B中的步骤5.2.2到5.2.4。

5.7 评估

5.7.1 如果失效模式没有改变, 那么取两样板在整个剥离长度记录表的平均。当失效模式改变时, 测量样板剥离强度的平均, 应使用产生最低剥离强度的数字图表区域(见图4、5、6)。

5.7.2 测量和记录蚀刻导线或剥离箔的宽度, 精确到0.02mm(0.001英寸)。

5.7.3 使用下面公式计算剥离强度: 剥离强度(磅/英寸宽度)=每样板遵照5.7.1导线宽度的平均加载。

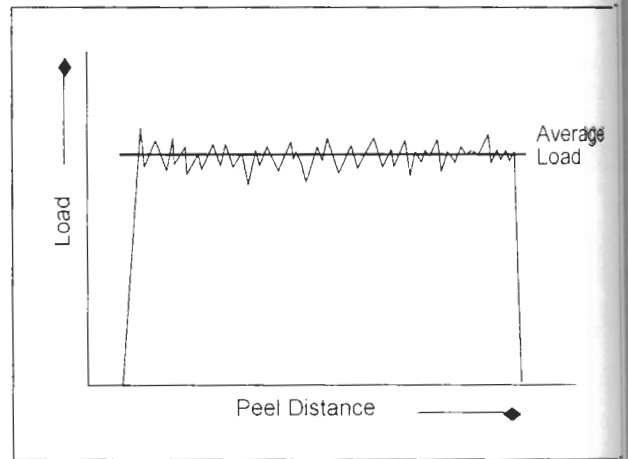


图 4

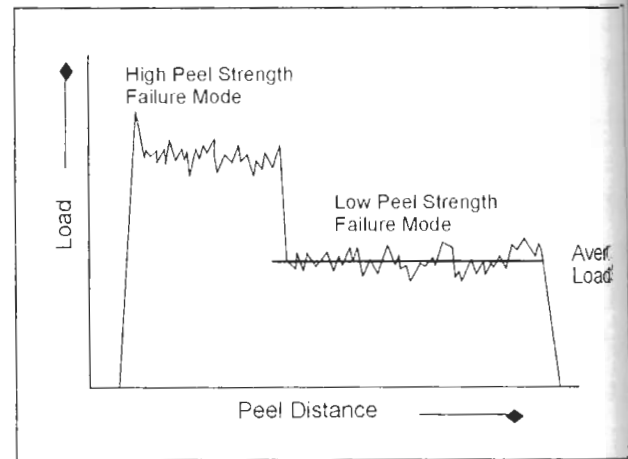


图 5

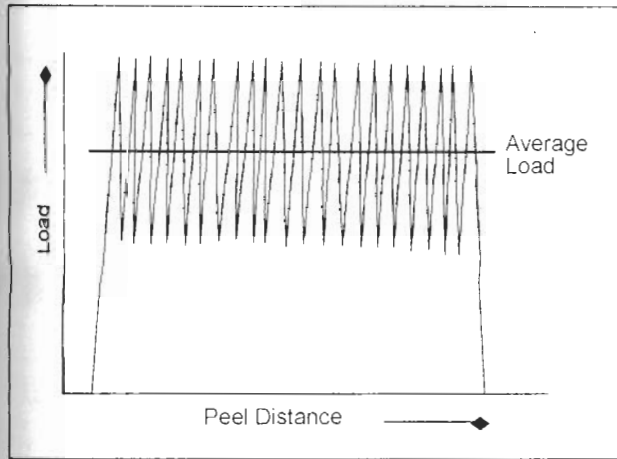


图 6

6.0 注意事项

6.1 用来弯曲导线的力会影响测量的剥离强度, 它的影响将随导线厚度增加而增加。

6.2 为了防止测试样板鼓起, 可给样板背面加一支持物。仲裁支持物应为0.25mm的环氧树脂玻璃布。在样板准备时的邦定应在 $65.6-9+0^{\circ}\text{C}$ ($150-10+0^{\circ}\text{F}$)烤一小时, 压强100psi。出现鼓起时, 使用背板来防止这种现象。注意: 非剥离面的铜箔可保留来加强样板, 防止从德国鼓轮上翘起。

6.3 解释: 当出现剥离速度快过滑块速度的剥离失败时, 计算尺会失效, 也称为拉链失效。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.12	
Subject 可焊性 (边浸法)	
Date 01/91	Revision
Originating Task Group	

1.0 范围

该方法适用于测量铜箔、覆铜板及印制板的可焊性。该方法没有明确涉及内镀覆孔的可焊性。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

印制板 试样应为边角小块，成品板或用成品板正常工艺专门制作的试样，也可由供需双方确定。

铜箔 一块有代表性的铜箔试样，25mm宽，长度足够浸入焊料深约50mm。

4.0 装置

4.1 焊料槽 一个电加热热控的尺寸足以能容纳至少2.27kg焊料的焊料槽。

4.2 浸焊装置

所有浸焊装置如图1所示，也可以使用类似的装置。

1、浸入速度、停留时间及取出速度应在方法描述的试验极限时间之内。

2、印制板应保持与焊料垂直。

3、应禁止摇动、振动和移动浸焊装置。

4.3 焊剂 非活性焊剂，由25%（重量比）的水白橡胶松香溶解于99%的异丙醇中。规定的焊剂比重为 $0.843 \pm 0.0059(25^\circ\text{C})$ ，附加的活化剂不受约束。

4.4 10%的盐酸(体积比)

5.0 程序

5.1 准备 试样应经卖方核实为接收态，应防止试样而被油脂等沾污。

5.1.2 预清洗试样，用10%（体积比）的盐酸浸15s，然后用水冲洗，盐酸应维持 $60 \pm 5^\circ\text{C}$ 快速干燥试样，以防其过度氧化。允许使用吹风机或无水乙醇，以加速干燥进程。

5.1.3 在进行浸湿焊前，把试样浸入以上所述的焊剂中60s。

5.2 试验

5.2.1 用不锈钢搅棒搅动熔融焊料，撤去熔融焊料浮层，以确保焊料成份均匀，焊料的温度为 $245 \pm 5^\circ\text{C}$ 。

5.2.2 把样品的边缘浸入熔融焊料中，进和出速度为 $2.5 \pm 0.6\text{mm/s}$ ，停留时间为 $4\text{s} \pm 0.5\text{s}$ 。

5.2.3 当移出时，让试样保持垂直位置。

5.2.4 彻底清除试样表面残余焊剂（flux），并进行检查。

5.3 评定

5.3.1 检查试样上新沾附焊料涂层均匀性。

5.3.2 在靠近试样边缘3.2mm区域不予评定。

6.0 注释

6.1 评定试验结果的图示工具，见图2，该图示工具主要用于图解说明缺陷类型，而非焊料覆盖范围的百分率。

6.2 不允许使用骤冷或其它加速冷却。

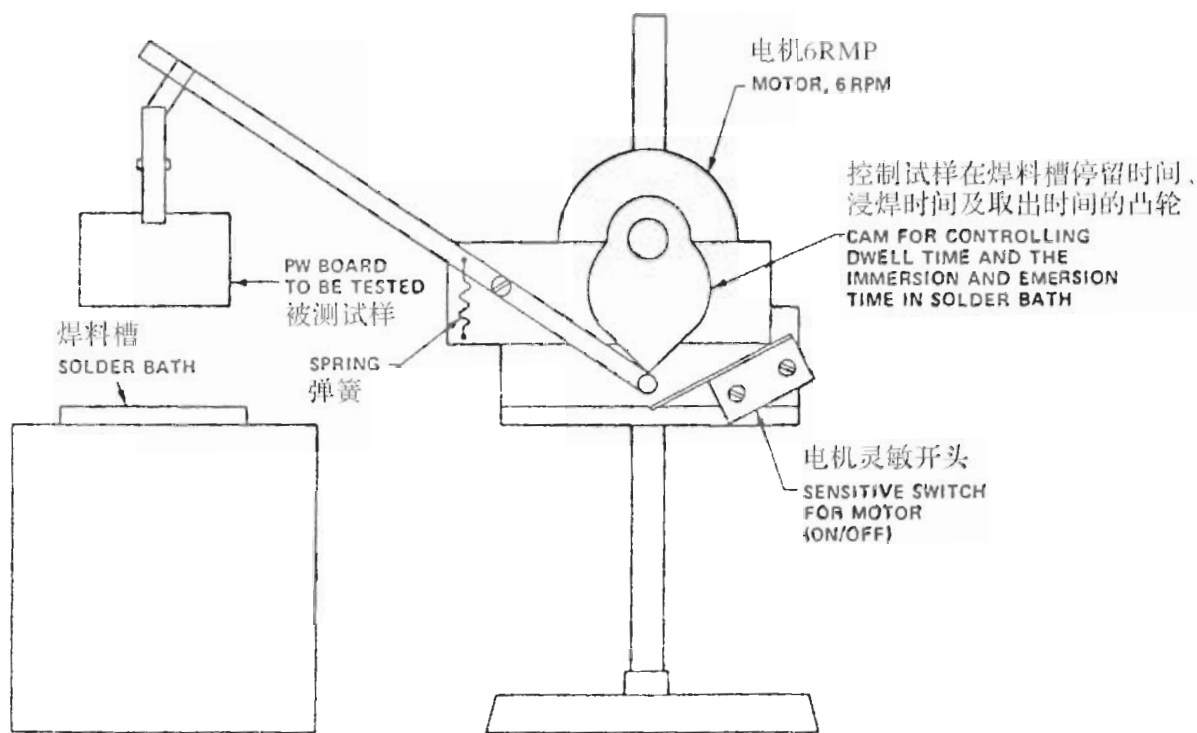


图 1

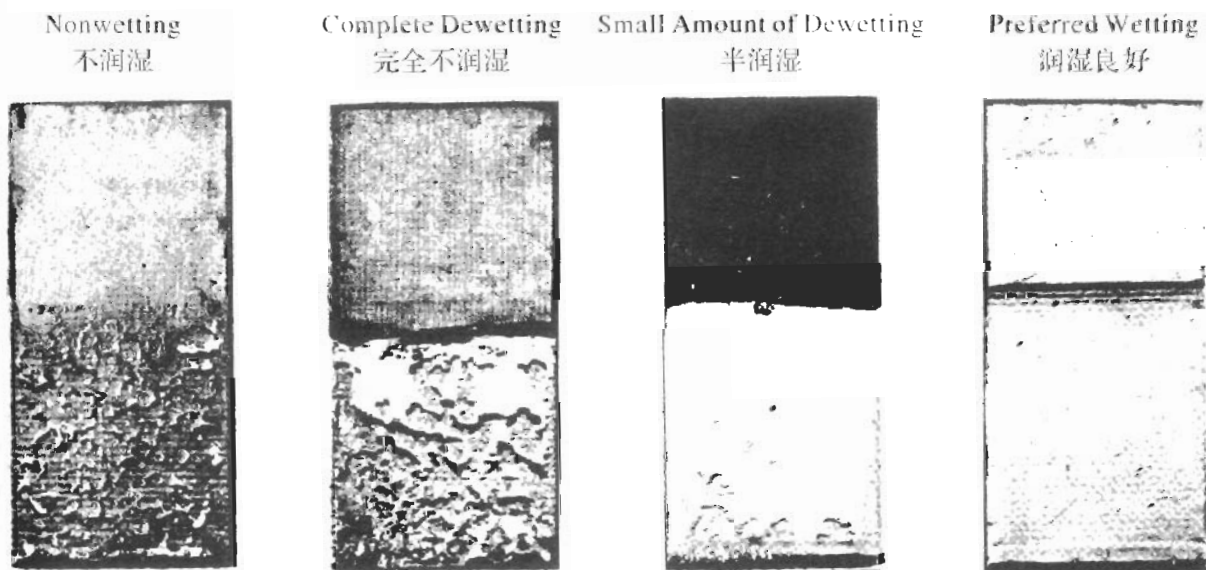


图 2 辅助评定工具



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.13.1	
Subject 层压板的热应力	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-1399 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于测定短期暴露于焊锡中覆金属箔或未覆金属箔层压板的热完善性。

2.0 适用文件

IPC-TM-650试验方法手册

2.1.1 显微剖切

MIL-F-14256 液体焊剂 (松香基)

3.0 试样

3.1 尺寸和形状 除非另有规定, 试样尺寸为 $(50.8 \pm 0.75)\text{mm} \times (50.8 \pm 0.75)\text{mm}$, 厚度为层压板原板厚度, 覆金属箔层压板应包括覆箔试样和完全蚀刻掉金属箔的试样。

3.2 数量和抽样 除非另有规定, 鉴定试验每个覆箔面、每个试验条件各用3块试样。大批验收试验各用2块试样, 试样可在距离板边缘大于25.4mm的板面内任意地方切取。

4.0 试验装置或材料

4.1 烘箱 空气循环式烘箱, 能保持温度 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

4.2 焊锡槽 具有可控恒温器的电热焊锡锅, 至少盛装1.0kg焊锡且能保持规定的温度。除非另有规定, 温度应为 $288 \pm 5.5^\circ\text{C}$ 使用Sn60或Sn63型焊锡。

4.3 温度指示器 热电偶或可测25.4mm以下深度液面处焊锡温度的其它装置, 并能准确测量至规定焊锡温度的 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

4.4 干燥器 在 23°C 下能够保持相对湿度小于30%的干燥箱。

4.5 光学放大倍数

4.5.1 显微镜 对于仲裁试验, 放大倍数应在100-

200倍范围内。

4.5.2 放大镜 小型放大镜或等效器具, 放大倍数为1倍至10倍。

4.6 计时器 秒表或等效物, 能精确测至0.2s。

4.7 无色透明松香助溶剂 符合MIL-F-14256规定的R型。

4.8 剪切装置 能够把试样切成规定尺寸, 对材料没有过分损伤或应力的金刚钻锯床、剪床或其它装置。

4.9 蚀刻系统 能够完全除去金属覆盖层的蚀刻系统。

4.10 焊剂清洗剂 异丙醇助熔稀释剂或等效物。

5.0 程序

试样应按下列程序进行实验

5.1 试样准备

5.1.1 蚀刻 按照标准工业操作方法, 把覆金属箔层压板试样的一半完全蚀刻掉金属箔。

5.1.2 剪切 用适当方法从蚀刻或未蚀刻样品上按要求的尺寸剪切试样, 试样边缘应清洁并用砂纸打磨, 呈光滑状态。

5.1.3 条件处理 对仲裁或鉴定试验, 试样应放置在 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 的空气循环式烘箱中保持1-6h, 试样从烘箱中取出后应放在干燥器中, 使其冷却至室温。

5.2 测量

5.2.1 助溶剂处理 试样从干燥器中取出后, 立即轻轻磨擦或用其它适当的方法清洗金属面。用符合MIL-F-14256中的R型助焊剂处理, 然后垂直放置晾干。

5.2.2 应力处理 从干燥器中取出试样, 10min内将试样保持在规定温度的焊锡槽液面, 浮焊10+M-0s。温度在25.4mm深液面处测量, 保持试样与焊锡

编号: 2.4.13.1	项目: 层压板的热应力	日期: 12/94
版本:		

面直接接触, 并且用钳子或等效工具以轻轻向下按压的方法搅动焊锡。

注: 对于很薄的, 典型的在0.5mm以下厚度薄层压板与焊锡接触的易于弯曲或卷曲, 应该用以下的方法处理:

- a. 蚀刻试样, 把单个试样用订书针固定于约75mm×75mm瓦楞纸板(或硬纸板)上。
- b. 未蚀刻单面覆箔试样, 将两对边塞入瓦楞纸板的平行切缝中, 以便将每个试样固定于75mm×75mm瓦楞纸板上, 瓦楞纸板上的切缝相距38.1mm。
- c. 未蚀刻双面覆箔试样, 包括覆箔厚度不同的试样, 不需要固定。

5.2.3 试样从焊锡中取出冷却至室温, 固定的试样从瓦楞纸板中取出, 用适当的溶剂清除掉试样上的助焊剂。

5.3 评定

5.3.1 蚀刻或未蚀刻试样 用正常视力或校正为20/20的视力检查试样, 如果必要可用逆光法。记录出现焦点、表面污染、表面树脂损失、分层、起泡、露织物、缺陷扩散、白斑、碎裂或空洞等。

用4倍放大镜测量空洞数及尺寸, 仲裁试验用10倍放大镜。

5.3.2 覆箔试样 检查试样有无明显起泡、分层和其它损伤, 在暴露焊锡的过程中, 表面明显劣化现象, 如试样起泡、与夹具粘结、均应作为可能分层的迹象作以记录。

5.3.3 对于仲裁试验, 蚀刻或未蚀刻试样应按IPC-TM-650方法2.1.1进行显微切片(无金属化孔者除外)。

显微切片用100倍的放大镜检查(见5.6.1), 仲裁检验用放大倍数为200倍的放大镜。

5.4 报告 报告观察到的蚀刻或未蚀刻或未覆箔试样的变化情况, 报告每个试样空洞的数目及位置。对于仲裁, 显微切片检验应在目测检验之前。

6.0 注释

可用自动显微切片技术。

6.1 干燥器环境 根据试验工作组测定, 大多数实验室在干燥器中不可能稳定保持相对湿度小于20%。基于参与公司的实验室管理数据, 有影响的IPC试验方法最低实际可行的相对湿度为30%。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.14	
Subject 金属表面可焊性	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法是通过使用松香助焊剂的浸锡或焊锡，检查印制电路板的可焊性。

2.0 适用文件

ASTM-B32, 锡

ASTM-D509, 助焊剂

3.0 测试样板

3.1 样板应是生产线产品的代表品，由三个0.25英寸宽×2英寸长的导线图形焊垫带组成。

3.2 如果测试印制电路板包含0.25英寸宽的电路，那么可用来代替焊垫带。

3.3 测试样板也可可是被用来在印制电路板或独立印制电路板中，制造电连接的终端区域和导线焊垫。

4.0 仪器

4.1 锡炉 经电加热控温锡炉，最少盛有2磅锡，足够大尺寸来测试样板(0.25英寸宽×2英寸长)，温度控制应保持锡温度 $232 \pm 6^\circ\text{C}$ (450°F)。

4.2 锡 锡应符合ASTM规定B32的等级WW。程序A、B、D使用锡标准组成是60锡40铅，程序C的将另

有规定。

4.3 助焊剂 助焊剂应由25%质量比的符合ASTM D509的WW级别松香，与75%的99%的异丙醇混合而成。

4.4 定时器

4.5 放大镜 可放大10倍的放大镜。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 将上面要求的样板垂直浸入助焊剂下1英寸到2英寸5分钟。

5.1.2 样板从助焊剂拿出来，垂直空冷一分钟。降低样板到接触锡炉熔锡表面。

5.1.3 保持上面位置一到两分钟后，将样板浸入锡面下，速度每秒0.5英寸。保持2秒后以同样速度拿上来。

5.1.4 在垂直位置循环冷却。

5.2 评定

5.2.1 上锡后的样板彻底清洁助焊剂后，用10倍放大镜检查。

5.2.2 IPC-A-600F中的相片标准可用来评价印制电路板和金属平面的可焊性。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.15	
Subject 金属箔表面完成的形状	
Date 03/73	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法测量金属箔表面形状不规则(粗糙、不平)。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

任何测试金属箔的样品。应确保样板上没有起皱或扭结。

4.0 仪器

4.1 粗糙计, 可选择微英寸来测量表面粗糙度。

4.2 绘图电子尺。

4.3 仿形板, 绘制和测量表面的变形。

4.4 控制粗糙的样板。

4.5 电镀的表面。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 将粗糙计放在一刚性支持台, 如长形工作台、架或机械台, 边上有可用的导轨空间。

注意: 不可将粗糙计连接到接有强感应设备如感应炉电焊和电动机的电源线, 这些设备的开关将造成交流线电压的波动, 从而可引起读数错误。

5.1.2 调AA/RMS开关到AA文件(算术平均数), 打开

粗糙度计。

5.1.3 检查设定是否为最小振动。

(1) 在测量样品上放置有适当制动装置的仿形板, 不要使用没有制动装置的仿形板。

(2) 当绘图用电子尺稳定与粗糙计电线开路时, 读取粗糙计示数。如果读数高于样品允许, 将设定调到更稳定的支持, 并重复检查。

(3) 显示读数不可高于测量粗糙的10%。

5.1.4 设定粗糙宽度终止在0.030英寸。

5.1.5 设定范围选择开关。

5.1.6 设定绘图电子尺一划长度1英寸到1.5英寸。

5.1.7 确定仪器4中的设备正确操作后, 取得规定测试样板的粗糙度。

注意: 测量的样板使用前必须清洁彻底, 脏样板会得出错误的读数。

5.1.8 如果获得错误的读数, 那么检查下面条件:

(1) 粗糙计打开。

(2) 仿形板和粗糙计所有连接良好。

(3) 仿形板覆盖整个测试区。

(4) 绘制点连接到样板测量区。

(5) 检查仿形板电线包皮和电路是否开短路。

(6) 检查粗糙计保险丝是否熔断。

5.2 评定

使用算术平均数记录粗糙度读数, 单位微英寸。测量一个面粗糙应最少测量3个面积。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.18	
Subject 铜箔拉伸强度和延展率	
Date 08/80	Revision B
Originating Task Group Printed Board Test Methods (7-11d)	

1.0 范围

本方法用机械力测量在室温和提高温度下的铜箔拉伸强度(单位:PSI)和延展率(百分率)。

2.0 适用文件

ASTM-E-345抗张强度

3.0 测试样板

五个样板,长10英寸×宽1/2英寸,铜箔尺寸够切割和蚀刻,没用毛刺和披锋。

4.0 仪器/物料

4.1 一致的张力度测试仪,可剥离速度是0.0050到2.0英寸每分钟。

4.2 JDC 50号样板切割仪,可切割长10英寸×宽1/2英寸。

4.3 剪刀可将10英寸剪为6英寸。

4.4 Mettler型号P120天平或相当替代品。

4.5 高温的烘箱或治具,适合张力度测试仪,在样板测试过程中能达到和保持温度 $180 \pm 10^\circ\text{C}$ 。

5.0 操作过程

5.1 样板准备

5.1.1 样板应光滑并没有变形。

5.1.2 使用JDC编号50机,切割五个样板。

5.1.3 将10英寸长的五个样板切割成6英寸长样板。

注意:对1/2英寸×6英寸样板,精度很重要。因为它用作测量铜箔厚度和横截面区。

5.2 称量样板

5.2.1 称量张力样板,精确到0.001克,单位克。

5.2.2 记录质量,并计算平均横截面区厚度。

注意:电解铜箔的密度是8.909克/立方厘米(gm/cc)

($16.389\text{cc/in}^3 \times 8.9909\text{gm/cc} = 146\text{gm/in}^3$)

压延铜箔的密度是8.93克/立方厘米(gm/cc)

($16.389\text{cc/in}^3 \times 8.93\text{gm/cc} = 146.35\text{gm/in}^3$)

$$\text{平均厚度} = \frac{\text{张力样板质量克}}{\text{张力样板面积平方英寸} \times \text{铜密度gm/in}^3}$$

$$\text{横截面平均面积} = \frac{\text{张力样板质量克}}{\text{张力样板长度英寸} \times \text{铜密度gm/in}^3}$$

5.3 测试信息

5.3.1 如果张力测试仪有一面积补偿仪,将横截面面积补偿进去。如果没有,横截面面积必须用来计算张力。

$$\frac{\text{拉伸强度}}{\text{in lbs/in}^2} = \frac{\text{拉断样板的加载lbs}}{\text{横截面平均面积}}$$

如果测试完成后,张力测试仪有一面积补偿仪,那么张力可直接从记录上读出。

5.3.2 烘箱测试

5.3.2.1 选择加载范围

5.3.2.2 将样板放入张力测试仪夹片中心,轴心沿夹片排列。

5.3.2.3 测试条件

(1) 标准长2.0英寸。

(2) 滑块速度2.0英寸/分钟。

(3) 记录表速度20英寸/分钟。

注意:当记录表速度20英寸/分钟,计量器长2.0英寸,滑块速度2.0英寸/分钟时,每一英寸记录纸等于5.0%的线性延长。

5.3.3 升高温度的测试

5.3.3.1 选择加载范围。

5.3.3.2 烘箱或治具温度调到 $180 \pm 10^\circ\text{C}$ 。

编号: 2.4.18	项目: 铜箔拉伸强度和延展率	日期: 08/80
版本: B		

5.3.3.3 打开烘箱, 在张力夹片间夹住铜箔。注意: 小心夹持, 避免过度夹持, 排列样品方便测试。

5.3.3.4 关上烘箱, 用热电偶器监视样品温度, 测试前让样品在180°C温度中停留5分钟, 最长时间不可超过10分钟。

5.3.3.5 测试条件

- ① 标准长2.0英寸。
- ② 滑块速度0.050英寸/分钟。
- ③ 记录表速度20英寸/分钟。

注意: 当记录表速度20英寸/分钟, 计量器长2.0英寸, 滑块速度0.050英寸/分钟时, 每一英寸记录纸等于0.125%的线性延长。

5.4 评定

5.4.1 激活滑块, 拉断样板, 计算磅/平方英寸抗张强度, 百分比延展率。

5.4.2 百分比延展率可将拉裂样品端点放在一起, 测

量到原点距离, 精确到0.01英寸, 延展是标准长度的增加, 表示为原标准长度的百分率。

$$\text{延展率} = \frac{\text{拉裂长度} - \text{原标准长度}}{\text{原标准长度}} \times 100$$

5.4.3 平均五个延展读数。

6.0 注意事项

6.1 作为指导的典型拉伸强度和延展率如下:

拉伸强度

OZ/ft ²	电解铜箔		压延铜箔		退火
	标准或高延展	卷	卷	卷	
	lb/in ²	lb/in ²	lb/in ²	lb/in ²	lb/in ²
1/2	15 000	50 000	-	-	15 000
1	30 000	50 000	-	-	25 000
2&以上	30 000	50 000	25 000	25 000	25 000

延展率

OZ/ft ²	电解铜箔		压延铜箔		退火
	标准	高延展	卷	卷	
	百分率	百分率	最少百分率	最少百分率	最少百分率
1/2	2	5	1/2	-	5
1	3	10	1/2	-	10
2	3	15	1	5	20



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.22	
Subject 弓曲和扭曲	
Date 11/94	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

对切割的一块板材或成品刚性印制板要用四个步骤来确定弓曲和扭曲，这些板包括单、双面板、多层板和刚挠板的刚性部分。

1.1 定义

1.1.1 弓曲的定义在IPC-T-50中的叙述是“板以圆柱形状或球面曲线形状偏离平面，即如果板是长方形的，则它只有四个角在同一平面上(见图1)”。

1.1.2 扭曲的定义在IPC-T-50中的叙述是“平行于长方形对角线的板材变形，即一个角与其它三个角不在同一平面上(见图2)”。

2.0 适用的文件

IPC-T-50 电子电路封装与互联术语和定义。
IPC-TM-650 测试方法

3.0 试样

样品可以是一批印制板中的任一成品板(单面、双

面、多层板、刚挠成品板或样品)。

3.1 对于不规则测试样板的弯曲和扭曲的测量，最方便是测量试样最接近矩形尺寸，为了实现测量，需要假想一个能完全包围试样的最小矩形，虽然试样通过这个方法能测定一个近似值，但是实际的弯曲和扭曲会小于这个数值。

4.0 仪器设备

- 4.1** 精密的平台；
- 4.2** 标准测高仪；
- 4.3** 塞尺(测隙规)；
- 4.4** 标准销规；
- 4.5** 水平千斤顶；
- 4.6** 块规
- 4.7** 适当厚度的垫片；
- 4.8** 适当精度的线性测量装置；
- 4.9** 一英寸千分尺

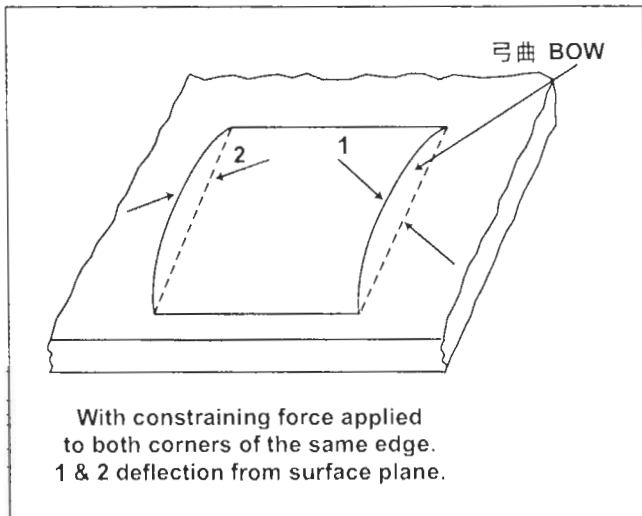


图 1 弓曲

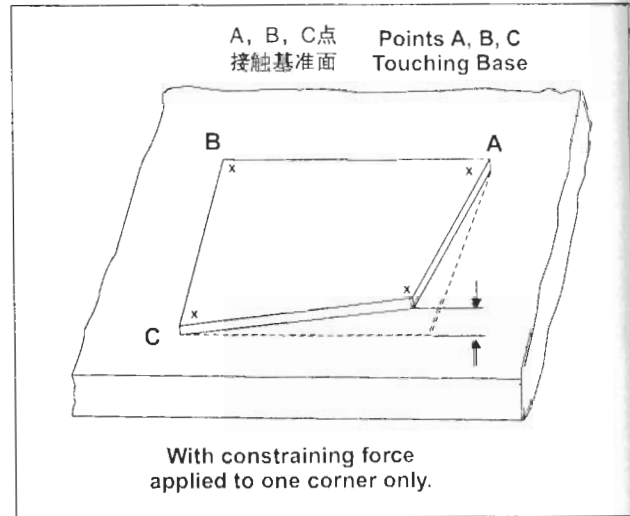


图 2 扭曲

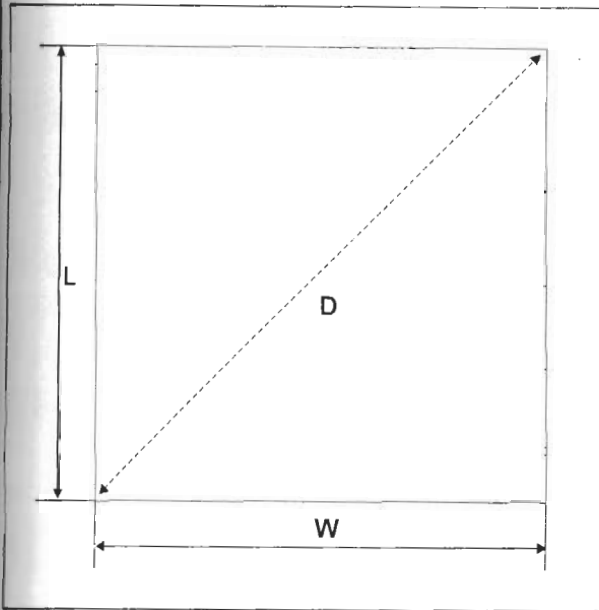


图 3 外观测量

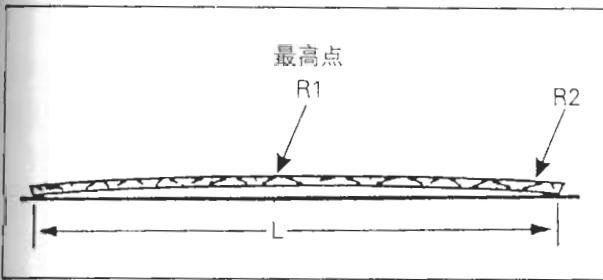


图 4

5.0 程序

除非有特殊规定, 测试将在标准实验室完成, (看 IPC-TM-650 1.3部分)

5.1 程序一(弓曲)(图3所示)

5.1.1 将样品放在基准平面上, 使凸面向上, 对每一条边, 要用足够的力压住两个角以保证它们和基准面接触, 用千分表测出垂直方向的最大读数, 标注为R1, 见图4。

重复上述步骤直到样品的四个边全部测完, 如果需要还要翻转样品。确定与基准面有最大偏差的那条边, 这就是5.1.2节和5.1.3节所要测的边。

5.1.2 在与基准面接触的角上用千分表测出读数, 或通过用千分尺测量厚度来确定R2(图4中标注R2)。

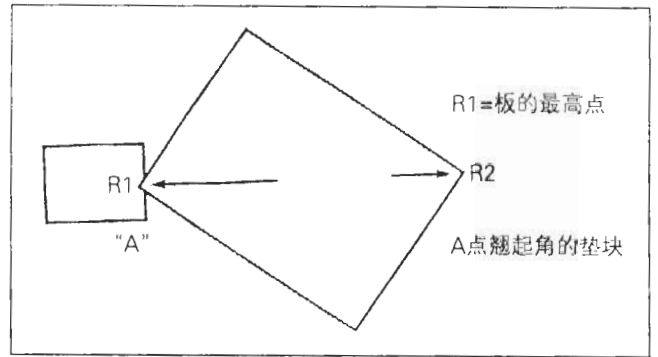


图 5

5.1.3 用足够的力压样品使所有的边都与基准面接触, 测量边的长度, 标注为L。

5.1.4 用下式计算这条边的弓曲度:

$$\text{弓曲百分率} = [(R1 - R2) / L] \times 100$$

这个计算结果是弓曲度的百分数。

对其它三条边采取相同的步骤, 并记录样品弓曲度的百分数的最大值。

5.2 程序二(扭曲)

5.2.1 将被测样品放在基准平面上, 让三个任意角与平面接触。用足够的力压样品以保证三个角与基准面接触, 测量翘起的角到基准面的距离, 记录读数。

重复上述步骤, 使样品的所有角都被测量过为止, 如果需要还要翻转样品。确定与基准面有最大偏差的那个角, 这就是5.2.2节和5.2.3节所要测的角。

5.2.2 将被测样品放在基准平面上, 让三个角与平面接触, 在翘起的角下面插入适当的块规, 直到它刚刚支起这个角。当使用正确的块规后, 不用施加任何压力, 三个角就可以与基准面接触。

5.2.3 对样品不施加任何压力, 用千分表测量垂直方向的最大值(在图5中标注为R1)并记录读数。

不移动样品用千分表在与基准平面接触的样品边缘的上表面读数, 或用千分尺测定样品厚度的方法来原因R2。

注意: 对成品板, 两个读数都应在基材上测得。

5.2.4 测量样品(长方形)的对角线并记录。对于非长方形的板, 测量从一个角到对角的长度。

5.2.5 计算

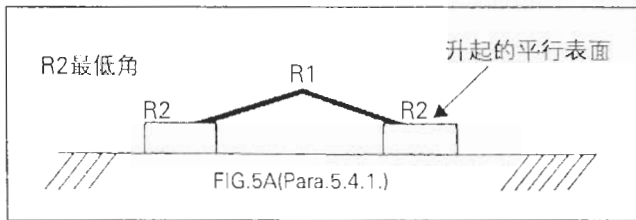


图 5A

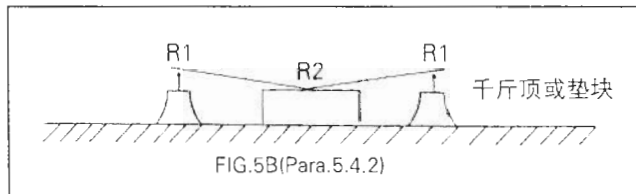


图 5B

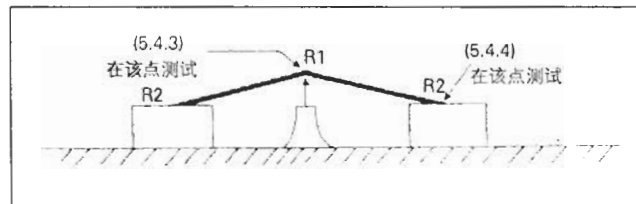


图 5C

5.2.5.1 从R1中减去R2(在5.2.5.2节所列式中这个数被2除是因为测量方法所致)

5.2.5.2 用测得的长度除以读数差再乘以100, 所得到就是扭曲百分率。

$$\text{扭曲百分率} = [(R1 - R2) / (2 \cdot \text{长度})] \times 100$$

5.3 程序三(扭曲的仲裁试验)

5.3.1 将被测样品放在基准平面上, 用两个较低的相对角接触基准面或放在与基准面有相同高度的平行平面上(见图5A);

5.3.2 用千斤顶或其它合适的装置支撑另外两个角, 保证两个翘起的角距离基准面的高度相同, 这可以用千分表来测量(见图5B);

5.3.3 用千分表测量翘起部分的最高点, 记录为读数R1(见图5C);

5.3.4 不移动样品, 用千分表测量与平面接触的任一角, 记录读数为R2(见图5C);

5.3.5 对长方形板要测量对角线并记录读数, 对非长

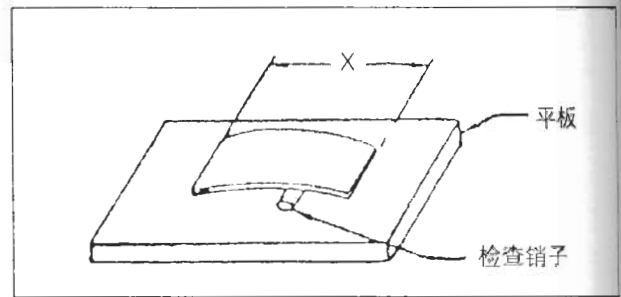


图 6

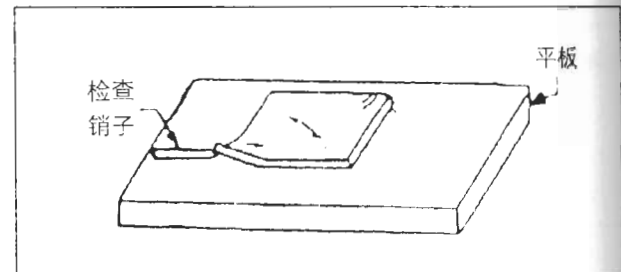


图 7

方形板要测量从一个角到其相对角的最大值。

5.3.6 计算

5.3.6.1 R1减去R2, 这个差就是扭曲度;

5.3.6.2 用测得的长度除以读数差(5.3.6.1)再乘以100, 所得到就是扭曲百分率。

$$\text{扭曲百分率} = [(R1 - R2) / L] \times 100$$

5.4 程序四 成品测试(弓曲和扭曲)

用前面确定的印制板最大允许偏差, 进行“合格”—“不合格”的检验。

5.4.1 用一个边的两个角接触基准面, 用一块合适的、符合最大偏差(5.4节)要求的销规或厚薄规, 试着插入翘起部分与基准面之间(见图6);

5.4.2 在基准面上板子翘起的一边试插入符合最大偏差要求的厚薄规(见图7);

5.4.3 如果销规或厚薄规插不进缝隙, 则该板满足弓曲/扭曲的要求。

5.5 注意事项

5.5.1 如果变形方式不在本方法所定义的范围之内(如卷曲), 则不能用该方法精确测定, 这一点必须引起足够重视。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.22.1	
Subject 层压板的弓曲和扭曲	
Date 05/93	Revision C
Originating Task Group	

1.0 适用范围

本试验方法借助切成任意尺寸的板或加工好的刚性印制板（包括单面、双面、多层、刚挠印制电路的刚性部分）自然状态下最大垂直位移来测定弓曲和扭曲。该试验法只适用于0.5mm及其以上厚度的层压板，该方法也用于蚀刻后或热应力后弓曲、扭曲测量。（当供需双方同意时）

2.0 适用文件

无

3.0 试样

进货检验的试样尺寸为 $(300 \pm 2)\text{mm} \times (300 \pm 2)\text{mm}$ ，对切成较小尺寸的板及加工好的印制板，用其实际尺寸。当评定压制的层压板时，每个样本最少切取三块试样。

4.0 装置

- 4.1 试样剪床
- 4.2 花岗岩平台或等效物
- 4.3 塞规或等效物
- 4.4 千分尺

5.0 试验程序

5.1 试样准备

5.1.1 对于层压板应该采用使力学弯曲为最小的方式切割试样。

5.1.2 对剪切成一定尺寸的小板或印制线路板，使用其实际尺寸。

5.1.3 为了便于追踪标记试样，不允许对试样进行化学或机械预清洗。

5.2 弓曲和扭曲测量

5.2.1 把试验小板放在平台上，观察最大垂直位移。小板应反复转动，以确定最大垂直位移。如图1和图2那样，最大垂直位移可在试样的一个角或在试样的一个边。

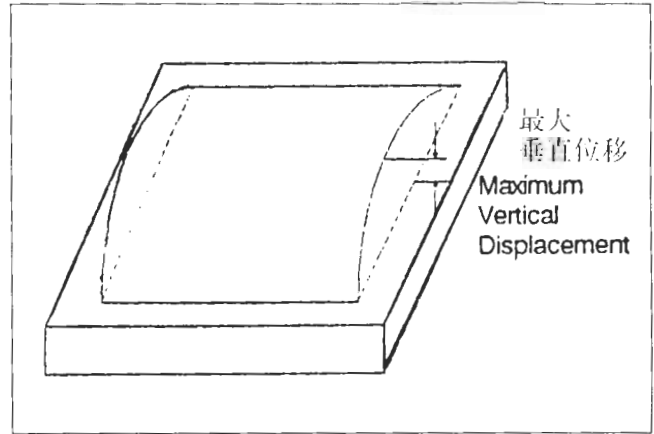


图 1

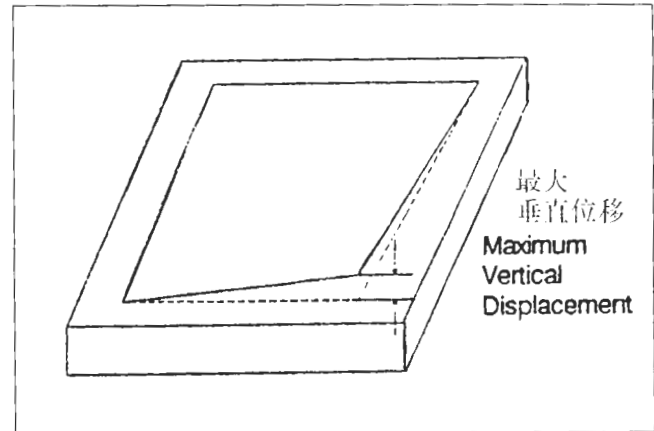


图 2

5.2.2 把塞规插入平台与层压板下表面之间，测量最大垂直位移。

5.2.3 用千分尺测量塞规总厚度，以验证测量厚度。

5.2.4 记录最大垂直位移，精确至0.25mm，每个试

编号: 2.4.22.1	项目: 层压板的弓曲和扭曲	日期: 05/93
版本: C		

样记录一个值, 该值为试样的弓曲和扭曲。

5.3 计算

5.3.1 弓曲和扭曲平均值

弓曲和扭曲% = 所测最大垂直位移的总和mm / 试样数

5.3.2 弓曲和扭曲最大值 每批材料中得到的最大垂直位移。

6.0 注释

6.1 本方法为仲裁方法, 如果供需方同意也可用其它测量方法。

(译编者注: 5.3.1公式的量纲有误, 但原文如此。

查IPC-TM-650 2.4.22.1 2000年曾有一修订草案, 关于弓曲、扭曲率的计算, 有如下内容, 可供参考。每组试样中测得的试样与平台之间的最大垂直距离为最大弓曲和扭曲。

用试样与平台之间的最大垂直距离除以试样的有效尺寸, 乘以100 计算弓曲和扭曲。如果最大垂直距离是在被测试样的边上, 则用该最大垂直距离除以其所在边的尺寸。如果最大垂直距离是在角上, 则用该最大垂直距离除以其所在角对角线的长度。用各块试样测到的弓曲和扭曲(%)的代数和除以试样总数计算平均弓曲和扭曲。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.24	
Subject 玻璃化温度和Z轴热膨胀 (TMA法)	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 适用范围

本方法适用于采用热机械分析法(TMA), 测定印制板用绝缘基材的玻璃化温度(T_g)和Z-轴热膨胀。热膨胀(TE)用热膨胀系数(CTE)或热膨胀百分率(PTE)来表示。

2.0 应用文件

无

3.0 试样

3.1 尺寸 试样尺寸为6.35mm×6.35mm; 试样厚度至少应为0.51mm; 对于厚度小于0.51mm或要提高试验的准确度时, 见6.1

3.2 数量和抽样 除非另有规定, 应从待测材料中随机抽取二块试样

4.0 试验装置或材料

4.1 热机械分析仪 能在规定的温度范围内测定0.0025mm以内的尺寸变化

4.2 钻石刀片或轮、打磨装置或等效物 能够按要求的尺寸切取试样, 并使试样的边缘达到要求的质量。

4.3 干燥器 能在温度23℃下保持环境相对湿度小于30%。

4.4 蚀刻系统 能够完全除去所覆金属箔。

4.5 空气循环式烘箱 能够保持温度105±2℃

4.6 千分尺 能够测量厚度, 准确至0.0025mm。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 覆金属层基板 应在蚀刻掉金属后再试验, 如有

可能, 从多层板上取的样应无内层金属层, 外层铜应采用标准的工业方法蚀刻掉

5.1.2 用合适的方法和设备切取试样, 尽量不使试样受到机械应力或热冲击。

5.1.3 用砂纸或等效工具打磨试样边缘(使试样在安装台上完全平放), 小心操作, 以使试样不受应力或热作用。

5.1.4 对试样进行条件处理, 在温度105±2℃下烘2±0.25h, 然后放在干燥器中冷却至室温。

5.1.5 如适用, 测定试样的厚度(用于测定热膨胀百分率), 记作T₀。

5.2 测量

5.2.1 将试样安装在TMA仪的平台上, 并对其施加0.1~10.0g的负荷(见注释6.5对负荷选择依据的解释)。

5.2.2 仪器启动的起始温度

a、对于测定T_g, 从不高于35℃的温度下开始扫描, 建议起始温度为23℃。

b、对于测定TE, 开始扫描温度低于规定的温度范围, 以使规定的加热速率稳定(见6.6)。

5.2.3 除非另有规定, 保持扫描速度10℃/min

5.2.4 温度偏转幅度

a、对于测定T_g, 继续升温至高于预计的转变温度至少30℃。

b、对于测定TE, 继续升温, 至250℃或其它规定的温度(如焊接操作典型温度)。例如, 测定预计T_g为270℃的材料的T_g时, 要求试验温度应达到300℃以上。TE的测量仅在温度达到250℃(或其它感兴趣的温度)时进行测定。

5.2.5 如果剩余应力在玻璃转变时, 突然发生不可回复的偏转, 则应再扫描一次, 可使用原来的试样或

新试样 (如愿意)

5.3 评定

5.3.1 用扫描数据画出如图1所示类似的曲线图。

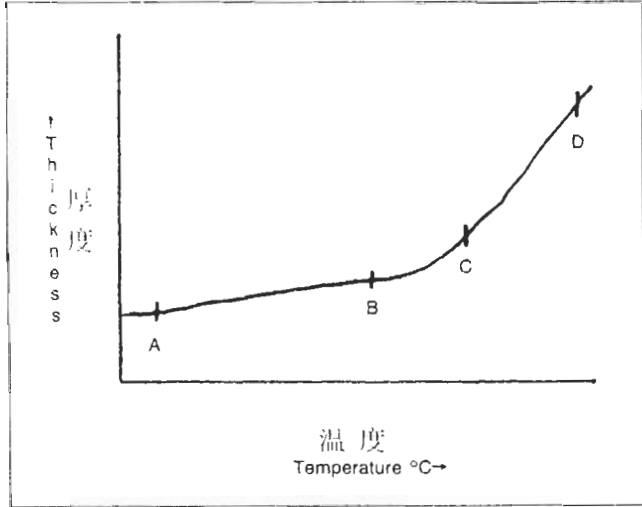


图 1

5.3.2 从厚度-温度曲线上, 记录四个不同温度点的试样厚度: 温度“A”应在室温以上选择, 例如25°C; 温度“B”和“C”应在曲线直线部位选择, 但仅仅分别低于和高于转变区温度; 温度“D”的选择应代表感兴趣的温度, 如焊接温度, 除非另有规定, 温度“D”应为250°C。

5.4 计算

5.4.1 玻璃化温度 在转变温度曲线上绘制通过A和B、C和D的两条线, 两条线交点的温度即为玻璃化温度。

5.4.2 Z-轴热膨胀系数 计算规定区域温度的CTE, 单位为ppm/°C。

a. 计算玻璃化温度以下的CTE;

$$\alpha(A - B) = \frac{(t_B - t_A) \times 10^6}{t_A(T_B - T_A)}$$

b. 计算玻璃化温度以上的CTE;

$$\alpha(C - D) = \frac{(t_D - t_C) \times 10^6}{t_C(T_D - T_C)}$$

c. 计算从接近室温至250°C (或其它感兴趣的温度) 的CTE;

$$\alpha(A - D) = \frac{(t_D - t_A) \times 10^6}{t_A(T_D - T_A)}$$

式中:

T_A: 曲线A点的温度

T_B: 曲线B点的温度

T_C: 曲线C点的温度

T_D: 曲线D点的温度

t_A: 在T_A的厚度

t_B: 在T_B的厚度

t_C: 在T_C的厚度

t_D: 在T_D的厚度

5.4.3 Z-轴热膨胀百分率

5.4.3.1 选择测定热膨胀百分率的温度范围, 从A至D的温度范围被认为是最有意义的。

5.4.3.2 按下式计算热膨胀百分率 (PTE)

$$TE \% = \frac{t_D - t_A}{t_A} \times 100$$

式中:

t₀: 起始厚度

t_D: 温度D下的厚度

t_A: 温度A下的厚度

5.5 报告

5.5.1 报告每块试样的玻璃化温度。

5.5.2 报告TE, 以单位为ppm/°C的CTE或百分率PTE, 以及测量TE的温度范围, 如有规定, 报告T_g以上和以下温度范围 (A-B和C-D) 的CTE。

5.5.3 报告扫描速度和最终TE温度 (如果与规定不同的话)。

6.0 注释

6.1 必须按照制造商的说明书校准TMA。

6.2 对于一特定的材料, 用DSC和TMA法测定的T_g可能会很不相同, 因此在报告结果时, 应注明所用的设备, 如136.4°C (DSC) 或132°C (TMA)。

6.3 大多数的热分析仪都配有软件测定T_g和CTE值。建议应持续使用这种方法, 以使提供的参数

编号: 2.4.24	项目: 玻璃化温度和Z轴热膨胀 (TMA法)	日期: 12/94
版本: C		

(如温度、边缘打磨影响等)与规定程序不冲突。

6.4 为了提高试验的准确度,厚度应至少0.76mm以上,最好为1.6mm,如果材料的厚度小于0.51mm,可以将试样叠加到至少0.51mm,但试验误差可能会大大增加。厚度合适的试样可以用粘结片按供应商推荐的压制和固化条件压制成基材,试样厚度不应超过2.36mm,以避免试样内产生热梯度变化。

6.5 负荷的选择依据。建议起始负荷为5g,负荷应根据不同的材料类型或试样结构进行调节,以保证探头、试样及平台间的紧密接触。避免过量的负荷,

因为这样会导致试样的穿破或变形。

6.6 扫描的起始温度通过评定仪器的时间/温度曲线的导数来决定,只有在时间/温度曲线稳定时,试验结果才有效。参阅仪器的操作说明书以获得附加的信息。

6.7 干燥器条件。试验方法工作组确定,由于大多数的实验室不能够持续保持干燥器的相对湿度小于20%,因此基于参与公司的实验室管理数据,将有影响的IPC试验方法中最低实际可行的RH定为30%(最大值)。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.24.1	
Subject 分层(裂解)时间(热机械分析仪方法)	
Date 12/94	Revision
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于采用热机械分析仪来测定基材和印刷电路板的分层(裂解)时间。

2.0 适用文件

IPC-TM-650 方法2.4.24, 玻璃化温度和使用热机械分析仪来测定Z-轴的热膨胀。

3.0 试样

3.1 尺寸 试样尺寸为6.35mm × 6.35mm。

3.2 数量和抽样 除非另有规定, 应从待测材料中随机抽取二个样本。

4.0 仪器或材料

4.1 空气循环式烘箱 能保持 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ [$221 \pm ^\circ\text{F}$]。

4.2 切割设备 钻石刀片或轮、打磨装置或同等装置, 能够按要求的尺寸切取样本, 并使样本的边缘达到要求的质量。

4.3 干燥器 能在温度 23°C 下保持环境相对湿度小于30%。

4.4 测试仪器 在指定的温度范围内能够测定尺寸变化, 精度至 0.0025mm [0.0001 英寸]。

5.0 操作步骤

5.1 样本准备

5.1.1 附金属层的压板应作为多层板与内层线路一起试样测试。

5.1.2 用合适的方法和设备切取指样本至特定的尺寸, 尽量使样本不受到机械应力和热冲击。

5.1.3 用砂纸或等效工具将样本边缘打磨平滑无毛刺

(使样本在安装台上完全平放), 小心操作, 尽量使样本不受应力或热作用。

5.1.4 对样本进行前处理, 在 $105 \pm 2^\circ\text{C}$ [$221 \pm ^\circ\text{F}$]的条件下烘烤两小时后将样本置于干燥器中冷却至室温。

5.2 测量

5.2.1 把样本从干燥器中取出置于TMA测量平台上, 注意要将样本平放于测量台上且置于其中心。

5.2.2 将TMA的探针调低至样本上, 并对其施加 0.005 牛顿(5g)的负荷; 然后将炉子调低至测量台上。

5.2.3 从不低于 35°C [95°F]的温度上开始扫描。

5.2.4 保持特定的速率进行扫描, 扫描速率应为 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ (见6.4)。

5.2.5 在扫描达至特定的等温线温度后, 保持该温度10分钟或直至失效, 除非有特别规定, 等温线温度一般是 260°C [500°F]。

5.3 评估

分层时间应为从达至等温度线温度起至失效的这段时间。失效是指当样本厚度出现不可回复的变化时数据绘图的任何事变或偏差。图1扫描为典型的环氧材料达至 260°C [500°F]等温线温度。有时, 有些材料在达至等温线温度前便会分层。在这种情况下, 应记录温度失效的时间。

5.4 报告

5.4.1 报告5.3中测定的分层时间。报告任何其它非不可回复变化的绘图变化发生的时间。

5.4.2 报告样本的配置(如: 是外铜箔还是内铜箔)。

5.4.3 除非另有规定, 则需报告扫描速率和等温线温度。

6.0 注释

6.1 对于环氧基板或类似材料, 建议其等温线温度为 260°C [500°F]; 对于聚酰亚胺和其它高温材料, 其待温线温度则可增至 288°C [550°F]; 对于其它类型的材料, 则咨询其材料制造商。

6.2 必须按照制造商说明书校准相关设备。

6.3 可从该测试中测定材料的 T_g , 该测试方法与 2.4.24 类似。应该注意的是 T_g 为所获取的“第一个通过”值。

6.4 一个快速的扫描时间将会减少其运行时间, 这样能展现出材料与材料间更大的差异, 并能与热应力测试 2.4.13.1 得出更接近的结果。

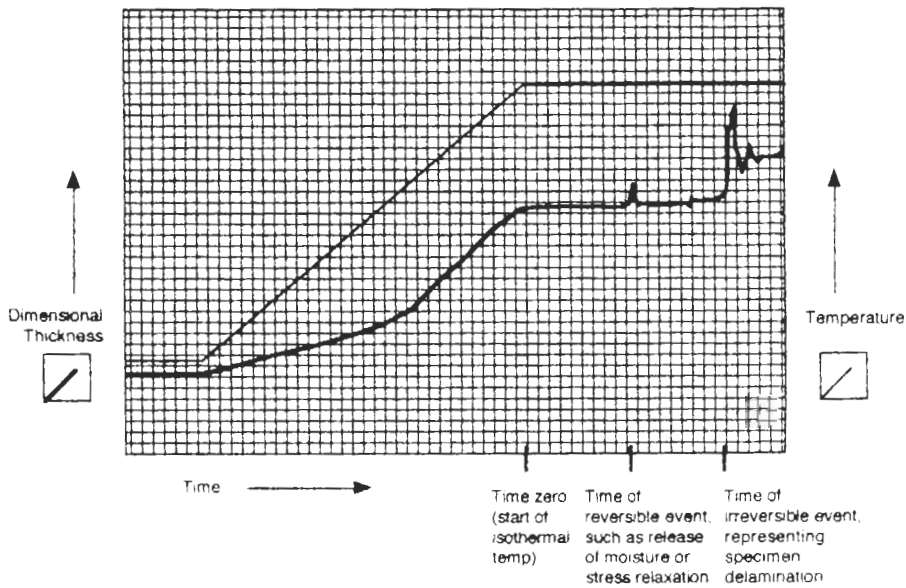


图 1



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.25	
Subject 差分扫描热量测定玻璃态温度和固化因素(DSC法)	
Date 12/94	Revision C
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本测试方法用差分扫描热量测定(DSC)印制板电介质的玻璃态温度。它适合半固化片,覆金属板,不覆金属板和印制板。它也提供一些材料的相对固化程度或固化因子的测试。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

3.1 尺寸和形状 样品应为重15到25mg的固体块状,对很薄样板,可将几片叠在一起获得规定质量,样品应为统一尺寸和形状,符合DSC设备的样品盘,见章节6.1关于使用粉末样品。

3.2 数量和取样 样品随机从测试物料中取得,除非另有规定,应测试取自测试物料的一个样品。

4.0 设备/物料

4.1 差分扫描热量测定仪 能够测试和记录应用物料热容量。

4.2 氮气以一致的速度提供,适合清洁和校准DSC单元。

4.3 适合章节3.1的样板准备设备,如冲压。

4.4 标准样板铝盘和盖,以及扁平压盖。

4.5 可保持105±2℃(221±3.6°F)的空气循环烘箱。

4.6 干燥器在23℃(73.1°F)时可保持低于30%的湿度。

5.0 操作程序

5.1 样板准备

5.1.1 覆金属板和印制板应在任何可能时间应在适当位置保留覆盖金属测试。

5.1.2 对所有板料和印制板,应在105±2℃(221±3.6°F)烤2±0.25小时,然后在干燥器中保存0.5小时,冷却到室温。

5.1.3 样品按3.1烘烤后进行准备。板边应通过打砂纸或其它方法除去披锋和毛刺,以获得良好热传导。尽量不要挤压和加热样板。

5.1.4 将样板放入标准样板带盖铝盘后,盖上盖。可选择使用盖和扁平压盖,对仲裁实验,应使用盖卷压到样板盘上。如果样品是粉末,那么样品盘应盖盖和卷边密封。

5.2 对仲裁实验,可制作与样品相同重量的铝盖到参考盘上来和样板匹配,例如,当样品重8克,参考盘上应加重8克的盖子。

5.3 测试

5.3.1 遵照测试设备制造商提供的设定和操作程序。

5.3.2 开始扫描的温度低于试样预计的T_g开始温度30°,在到达T_g开始温度前加热速度应稳定。

5.3.3 除非另有规定,扫描率是20℃/分钟(36°F/分钟)。

5.3.4 当已经可观测到转变温度时,扫描应高于转变区域30℃(5°F)以上。

5.3.5 下列步骤只有当固化因素适用时和所适用的详细规范(见表1)有要求时才进行。不适用于半固化片,见6.7。

5.3.5.1 按照表1,继续加热,扫描速度为20℃/分钟(36°F/分钟)。样品按照表1保持等温一段时间。

5.3.5.2 样品快速冷却到初始温度,按照步骤5.3.2到5.3.1,第二次进行玻璃态转化温度扫描。

5.4 T_g测试 玻璃态转化温度测试是建立在热流曲线构造过程上。

5.4.1 在高于和低于转变温度区域曲线的上方和下方

编号: 2.4.25	项目: 差分扫描热量测定玻璃态温度和固化因素(DSC法)	日期: 12/94
版本: C		

表 1

树脂类型	恒温 ⁽¹⁾ 温度	保温时间
双官能和四官能环氧	175 ± 2°C	15 ± 0.5分钟
多官能和高温环氧	190 ± 5°C	15 ± 0.5分钟
BT-环氧 ⁽²⁾	N/A	N/A
聚酰亚胺 ⁽²⁾	N/A	N/A
氰酸酯 ⁽²⁾	N/A	N/A

注: (1)或按生产厂家推荐的温度。

(2)一些材料与测定的固化因素不一致, 因其每次暴露于高于固化温度时, 会表现出转变温度的增大。

各作一切线。

5.4.2 两切线间曲线的中心点的温度或两切点间距中点的温度为T_g。

5.5 固化因素(ΔT_g)的确定

5.5.1 固化因素(或ΔT_g)是两次扫描测量的玻璃态温度间差的绝对值

$$CF(\Delta T_g) = T_{gF} - T_{gI}$$

T_{gF}=最后或次T_g

T_{gI}=初始T_g

5.6 报告

5.6.1 每一样品应报告玻璃态温度(T_g)。

5.6.2 如果每个样品适用和规定固化因素, 那么也应记录固化因素。

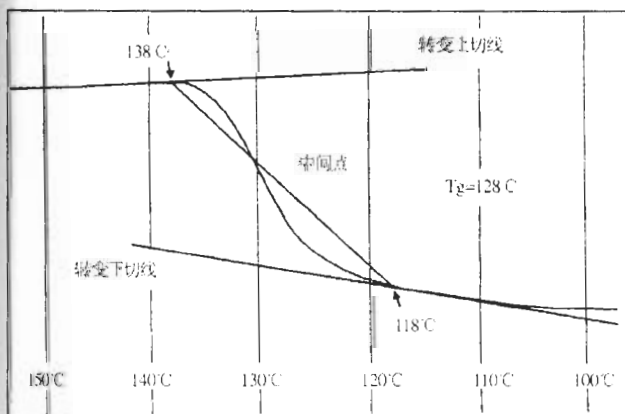


图 1

5.6.3 如果和本方法不一样, 那么也应注明扫描率、样品准备、恒温线、保持时间和中点的确定方法

5.6.4 报告样品尺寸、外形和准备

6.0 注意事项

6.1 粉末状样品。有些物质通过磨碎或锉屑的样品测试可获得更好结果。更多信息, 参考设备制造商和物料供货商的资料。

6.2 T_g测量

6.2.1 通过中间点来测量T_g。

6.2.2 计算机测量T_g。如果有可用的计算机软件, 那么自动计算玻璃态温度结果可提供中间点的计算值, 或突变点的温度, 不提供玻璃态开始温度

6.2.2.1 遵照制造商的指导进行校正设备, 最少使用一个校准仪器

6.3 因为通过DSC与TMA测量的玻璃态温度会有很大差别, 所以玻璃态温度应注明测试设备, 如136.1°C(DSC)或132.6°C(TMA)等

6.4 固化因素也称为ΔT_g

6.5 一些DSC曲线图在转化前或后显示尖峰状, 这是由于和T_g无关的不规则物质如应力物或水气的影响。对这种偏移不改变作图构造过程(见5.1), 测试箱可选择熄灭冷却或过程重设, 这种偏折可消失, 对曲线没有任何影响, 重新报告测试结果

6.6 单面板或不覆盖金属板试验时, 应让任何一面没有金属。

6.6.1 单面板或不覆盖金属板, 如果表现固化因素可靠度不好, 这是由于潮湿或其它因素影响。推荐对这些层压板结构不使用固化因素的要求。

6.6.2 单面板或不覆盖金属板的T_g要比同样覆盖金属的板材的T_g低8到15°C。这种变化应考虑到代替金属覆盖的离型膜中水份对T_g降低影响



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.27.1	
Subject 阻焊剂和涂覆层耐摩擦 (Taber法)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group Conformal Coating Task Group (5-33a)	

1.0 范围

本方法用来评定阻焊剂或涂覆层表面抗摩擦的能力

2.0 适用文件

无

3.0 试样

TPC-B-25多用途试验板或任何产品板或尺寸为108mm × 108mm(4.25英寸 × 4.25英寸)的产品板,它们均涂覆有阻焊剂。

4.0 设备

4.1 5013型Taber摩擦机

4.2 每个轮的负荷10000g

4.3 CS-10带刻度的轮盘

5.0 程序

5.1 准备

5.1.1 在试样中部钻或冲孔,以便将试样安装到Taber磨擦机上。

5.1.2 安装带有刻度的轮盘,并加上负荷(1000g)。

5.1.3 根据《Taber摩擦机手册》中推荐的程序清洗有刻度的轮盘(CS-10)。

5.2 试验 将试样放到摩擦机上进行试验,摩擦周期数按规定的要求。

5.3 评定 检查涂覆在板上的阻焊剂是否有划破至金属导体和连接盘的伤口

6.0 说明

503型Taber摩擦机可从下列地址得到: Teledyne Taber, 155 Bryant st, N, conawnda, NY 14120 或 Pacific Scientific, Gardner Neotech Division, 2131 Liaden Lane, Silver Springs, MD 20910 or equivalent



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.27.2	
Subject 防焊层磨损(铅笔法)	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用来评估防焊表面的硬度和耐磨性。

2.0 适用文件

ASTM D3363-74 铅笔测试硬度

3.0 测试样板

IPC多用途测试板，编号：IPC-B-25，或覆盖有防焊涂层半成品或成品

4.0 仪器

标准序列硬度铅笔(建议使用Eagle Turquoise牌，可从当地商店购买)。

4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6H
软 —————> 硬

5.0 操作步骤

将测试样板放在稳定的平台上，取一支最硬的铅笔划表面。铅笔和防焊面紧密接触，用均匀力成15°角划一6.4mm(1/4英寸)划痕。换下一级硬度铅笔划防焊，直到不可划进防焊也没有划槽。

6.0 评定

记录不可划进防焊涂层也没有划槽的铅笔硬度级别



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.28	
Subject 不熔金属上阻焊膜附着力	
Date 08/97	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用压敏胶带测试镀层、文字油墨、防焊和其它与印制板结合的物质的附着力质量。

2.0 适用文件

Federal Specification L-T90 胶带, 压敏, 附着力, 1型, A级, FSC-7510-551-982

3.0 测试样板

对于质量认证的板子, 试样是由IPC-B-25测试板、图形Q和P组成, 两面覆有1盎司铜, 并且表面已镀覆金属; 对于生产板的测试, 选取生产线最近加工好的板。

4.0 仪器

4.1 十字线切割器 一种切割工具, 由六个平行刀组成, 可以切割阻焊膜, 每把刀之间距离是2mm。

4.2 可替换的切割工具 一把带6号刀片的X-Acto刀具或其它相当的刀具。

4.3 胶带 一卷1/2英寸宽的3M牌600号压敏胶带, 或如CIDAA-113中所述的一型B级透明胶带。

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 样板是在双面1盎司铜的环氧玻璃布层压板上, 经过标准的电镀工艺镀上所要求的金属。

5.1.2 对于质量认证, 样板应经过防焊膜生产厂家推荐的清洗方法来清洗, 并用标准方法来比较涂膜前的情况。

5.1.3 样板要用标准的生产方法涂覆和固化。

5.1.4 在波峰焊前后都要进行测试。

5.2 测试

5.2.1 用上述的切割刀具在基材和金属导体上的防焊膜上交叉成90角切割一英寸长度, 要用足够大的力切穿覆膜。

注意: 切割刀必须锋利, 无缺口。当使用可替换切割刀时, 切割出来的十字格图形应于原切割刀切割出来一样。

5.2.2 用软刷轻轻刷去防焊膜上的细小颗粒。

5.2.3 用手贴上大约2英寸长, 0.5英寸宽的压敏胶带。

5.2.4 用一与镀层表面垂直的力将胶带迅速拉下, 每次用新胶带。

5.3 评价: 目视胶带上有无防焊碎粒, 确认防焊是否从基板上或裸金属和导体上是否剥离、开裂或分层。

6.0 注意事项

6.1 型号为GE2952的Erichsen十字线切割机可以从Pacific Scientific, Gardner Neotech Division, 2431 Linden Lane, Silver Spring, MD 20910获得。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.28.1	
Subject 阻焊膜附着力(胶带法)	
Date 08/97	Revision D
Originating Task Group Solder Mask Performance Task Group (5-33B)	

1.0 范围

该测试方法是用来确定在可熔金属(如防焊镀层和防焊前后回流的防焊印制板)、非熔金属和印制板基材上的阻焊干膜的附着力

2.0 适用文件

IPC-2221 刚性印制板设计标准
I-STD-003 印制板可焊性测试

3.0 测试样板

样板应是象图1中所示样板, 在电镀金属表面上涂覆有防焊膜。

4.0 仪器

4.1 胶带: 一卷1/2英寸宽的3M牌600号压敏胶带, 或如CID-A-A-113中所述的一型B级的使用寿命是一年的透明胶带

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 对资格认证测试, 样板是在双面1盎司铜的环氧玻璃布层压板上经过标准的电镀工艺而制备。对于批量生产的测试, 样板应有代表性

5.1.2 对于质量认证, 试样要用经过阻焊膜生产厂家推荐的清洗方法来清洗并用标准法比较阻焊膜涂覆前的情况。

5.1.3 试样要用标准的生产方法涂覆和固化

5.1.4 在焊接前后都要进行测试

5.2 测试

5.2.1 在线路图形表面上贴最少50mm长压敏感胶带, 挤走空气泡, 在一分钟内, 用手将胶带接近垂直板面反向扯起, 胶带只用一次。

5.3 评定

目检胶带和样板测试区, 来确定阻焊膜是否从基板或裸金属导体从样板上剥离、开裂或分层。

6.0 注意事项

图1中是一块测试样板, 黑色方块表示金属, 白色方块表示层压板, 防焊膜要覆盖整个图形

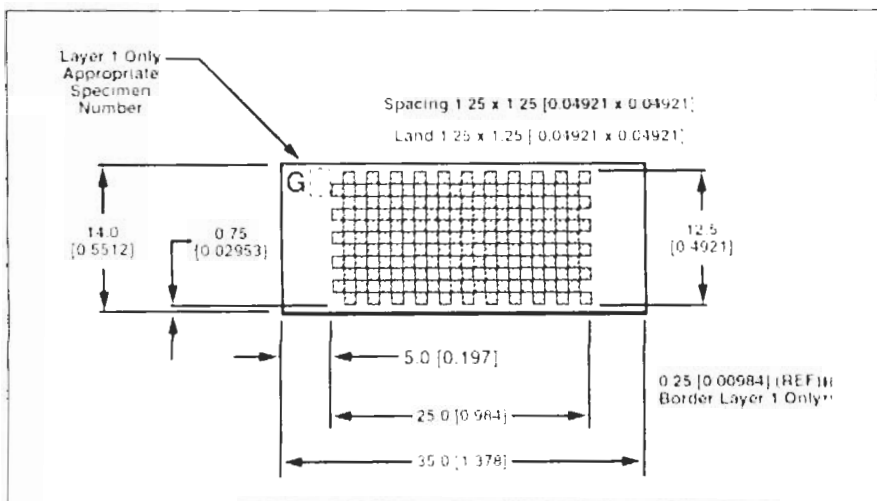


图 1 试样质量要求



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.29	
Subject 挠性印制电路阻焊剂的粘着性	
Date 02/88	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本试验方法用于测定挠性印制电路上阻焊剂的粘着质量。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

具有阻焊剂涂层的IPC-B-29试验图形或产品试样。每个挠性部分应分开，并能独立进行试验。

4.0 设备

直径为3mm(1/8英寸)的芯轴

5.0 程序

5.1 试验

5.1.1 按下列方法绕着芯轴弯曲试样，每一圈必须在挠性印制电路的同一点上。

5.1.2 将试样正反两个方向上绕着直径3mm(1/8"芯轴折180°，共10个循环(折20次)。

5.2 评定 如果试样经受住在1/8英寸直径的芯轴上弯曲而阻焊剂无任何脱落或裂纹痕迹，则试样就通过挠性印制电路粘着性试验。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.36	
Subject 金属化孔的模拟返工	
Date 12/87	Revision A
Originating Task Group Rework Simulation Task Group, 7-11c	

1.0 范围

本试验方法是模拟元件移动和替换工序，来测定金属化孔及刚性和挠性电路上的导电箔在质量和整体上的返工效果。为了在仪器设备的寿命期内模拟新设备制造和元件替换时的焊接和替换过程，本方法设计了五个循环。

2.0 引用文件

IPC-TM-650 试验方法手册的方法2.1.1, 显微剖切法

MIL-F-11256 焊接用液态(松香基)焊剂

3.0 试样

3.1 上述引用文件规定的标准金属化孔试样，或在必要时，采用产品板上金属化孔的连接盘为试样。

注：这是破坏性试验

4.0 仪器设备

4.1 锡焊用标准烙铁头(60W)。

4.2 符合MIL-STD-151的镀锡铜线。

4.3 符合MIL-F-11256的焊剂。

4.4 符合联邦规范QQ-S-571的松香芯焊料。

4.5 符合IPC-TM-650的方法2.1.1的金相试验设备。

4.6 金相显微镜 放大倍数100X。

4.7 空气循环烘箱 能维持温度121℃-149℃(250°F-300°F)

5.0 程序

5.1 准备

5.1.1 试样在焊接和焊开前，在121℃-149℃的烘箱中至少放置6小时，以去除湿气，然后冷却到室温。

5.1.2 将引线插入金属化孔中，用机器焊接，适合时也可用手工焊上。引线直径应比金属化孔直径小0.254~0.711mm(0.01~0.028英寸)，当金属化孔直径小于0.381mm(0.015英寸)时，应采用手工方法焊到连接盘上或焊开，试验用的引线应不被弄弯。

5.1.3 上述机器焊接或手工焊接之后，再用手工焊将引线焊上和焊开共5个循环。

5.1.4 每个循环中，引线都应完全取下，并允许冷却到环境温度，然后用一根新的引线再焊上。

5.1.5 应在较低电压下使60瓦的烙铁头足以产生450°~500° F(232°~260°C)的条件下操作。

5.1.6 将烙铁头接触引线而不要碰到连接盘，接触的持续时间应保证完成焊开或焊接操作。

5.1.7 第五次循环后，按IPC-TM-650的方法2.1.1制备显微剖切试样，并进行金相评定。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.38	
Subject 半固化片的比例流动度试验	
Date 06/91	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法规定了环氧树脂预浸玻璃纤维(半固化片)的比例流动度的试验方法。此方法适合于检验材料的一致性,而不单独以此来确定特定的印制板生产或加工过程中半固化片的适宜性。

2.0 术语和定义

2.1 比例流动度参数试验 是指量度多层层压半固化片流动度特性的一个试验程序。

3.0 仪器设备

3.1 试样 半固化片试样尺寸为 $(110 \pm 1.3)\text{mm} \times (178 \pm 1.3)\text{mm}$, 试样平行于经向的尺寸为178mm。

3.2 离型材料 离型材料为聚氟乙烯(PVF)或与其相当的试样,尺寸至少178mm \times 229mm。

3.3 胶带 胶带适用于加工过程中固定样本。

3.4 压制板 使用的压制板为金属板,厚度在3.2~6.35mm之间,面积为 $(114.3 \pm 0.25)\text{mm} \times (152.1 \pm 0.25)\text{mm}$ 。板应平整,且平行度在0.025mm内。

3.5 层压机 层压机最小工作台面尺寸为203mm \times 203mm,能均匀施加压力 $213.7\text{kPa} \pm 5\%$,且能保持温度在120~180℃之间,对要求的温度,其偏差在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内。

3.6 半固化片剪切设备 剪切机能满足3.1规定的试样偏差要求。

3.7 天平 天平称量精度能达到 $\pm 0.01\text{g}$ 。

3.8 千分尺 测量厚度的工具,可测到 $\pm 0.0025\text{mm}$ 。

3.9 干燥器 稳定箱(干燥器)具有有效的干燥剂(硫酸钙或等效物),在 $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 下,能保持相对湿度小于10%。

4.0 程序

4.1 试样条件处理 试样按尺寸要求切好后放入稳定箱(见3.9)内保持24h。试验应在试样从箱内取出起15min内进行。注:在半固化片生产后15min内取样试验时不需要干燥处理。

4.2 为了试验,试样应集积成一叠,每一叠的层数由表1决定。

表 1

玻纤布厚度mm	层数
≤ 0.064 型号如: 101,106,108等	18~20
> 0.064 型号如: 112,113,116等	10

4.3 称量半固化片叠层,精确至0.01g,记下重量为 W_0 。

4.4 把压制板放在层压机工作台面的中心(见3.4),闭合压机进行预热(见3.5),使压制板温度达到 $150 \pm 2^\circ\text{C}$ (供需双方同意也可采用其它温度)。

4.5 把半固化片叠放在一片已切成178mm \times 228mm的离型膜上,用胶带固定样本,其位置在其相对角,这样不会影响114.3mm \times 152.1mm的试样中心试验。

注:厚度大于116型的玻纤布型号在证明试验结果的一致性方面有困难。

第二片离型膜放在料叠上面形成一夹心叠层,见图1。

4.6 开启压机,把夹心叠层立即放在压制板上,细心地把叠层中心放在压制板的中心。

注:查对离型材料是否放在其位置上。

4.7 除非另有规定,压制试样压力为 $213.7\text{kPa} \pm 5\%$,最少保持10min,试样放在压制板上后,在15s内施加全部压力。

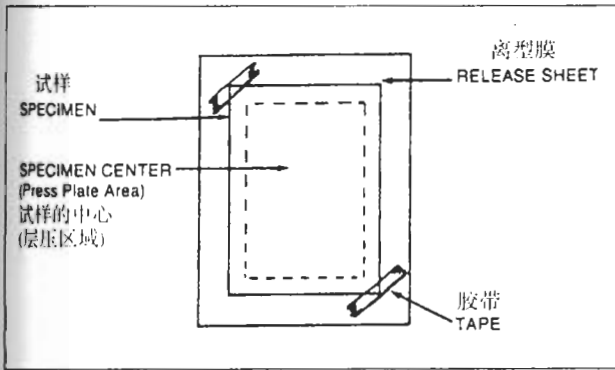


图 1

4.8 小心地把热试样从压机中取出, 转移至一光滑平面上, 冷却5min或至坚硬状态后, 再开始测量。

4.9 从试样上除去离型膜, 用如图2所示的样板标出欲测的点。当要求沿着切割线(如图2)测量规定点时, 简便起见, 切开试样。

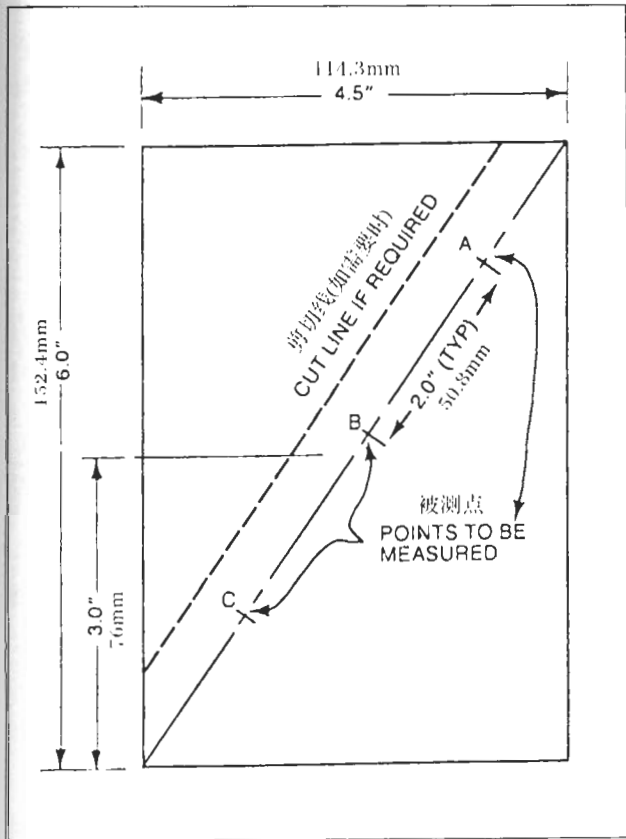


图 2

5.0 试验结果

5.1 用千分尺在样板规定间隔的三个点上测量厚度, 精确至0.0025mm, 对每个试样记录三个测量值, 若三个测量值之间厚度变化为0.076mm或更大, 则试验必须重做, 取三个测量值的平均值作为最终测量厚度。

5.2 用初始重量 W_0 从附录公式或从表2来确定初始厚度(h_0)。

5.3 每层的最终厚度可计算出来, 用最终测量厚度除以层数。初始测量厚度和最终测量厚度可用来计算厚度变化。

附录:

初始厚度的测定: (见表2)

$$h_0 = [W_0(5.51 \times 10^{-2})/n - W_p](2.12 \times 10^{-2})$$

式中: h_0 =每层的初始厚度(mils) W_0 =初始叠层重(g)

W_p =玻纤布单位面积重量(g/in^2) n =层数

玻纤布单位面积重量: (从试验结果得出的近似值)

类型	重量 (g/in^2)	g/m^2
104	0.0128	19.8
105	0.0164	25.4
108/1080	0.0311	48.2
112/2112	0.0464	71.9
113/2113	0.0538	83.4
116/2116	0.0691	107.1
7628	0.1312	203.4

参考资料

合成橡胶和塑料杂志, 10, 367(1978), C.J.Bartlett。

合成橡胶和塑料杂志, 10, 365(1978), D.P.Bloechle。

IPC-TP-281, B阶半固化片比例流动度试验的应用, C.J.Bartlett, D.P.Bloechle, W.A.Mazeilka。

IPC-TP-418, 比例流动度测试作为进货检验准则的应用, H.J.Brown。

编号: 2.4.38	项目: 半固化片的比例流动度试验	日期: 06/91
版本: A		

IPC-TP-120, CRC半固化片比例流动度测试, J.DeI, P.Marx, J.Sallo.

D.P.Blocchle, “环氧半固化片的特性(比例流动度测试法)”, 电路世界, 9, 1(1982), P.8.

表 2 初始叠层重 (W_0 , g) 对应的计算初始厚度 (h_0 , mils)

101		106		108		112		113		116		7628	
W_0	h_0	W_0	h_0	W_0	h_0	W_0	h_0	W_0	h_0	W_0	h_0	W_0	h_0
20	1.03	25	1.28	40	1.95	35	3.13	35	2.97	45	3.82	80	6.71
21	1.10	26	1.35	41	2.02	36	3.24	36	3.09	46	3.94	81	6.73
22	1.16	27	1.41	42	2.08	37	3.36	37	3.21	47	4.06	82	6.85
23	1.23	28	1.48	43	2.15	38	3.48	38	3.32	48	4.17	83	6.97
24	1.29	29	1.51	44	2.21	39	3.60	39	3.44	59	4.29	84	7.08
25	1.36	30	1.61	45	2.28	40	3.71	40	3.56	50	4.41	85	7.20
26	1.43	31	1.68	46	2.34	41	3.83	41	3.67	51	4.52	86	7.32
27	1.49	32	1.71	47	2.41	42	3.95	42	3.79	52	4.64	87	7.44
28	1.56	33	1.81	48	2.47	43	4.07	43	3.91	53	4.76	88	7.56
29	1.62	34	1.87	49	2.54	44	4.18	44	4.03	54	4.88	89	7.68
30	1.69	35	1.94	50	2.60	45	4.30	45	4.14	55	4.99	90	7.79
31	1.75	36	2.00	51	2.67	46	4.42	46	4.26	56	5.11	91	7.91
32	1.82	37	2.07	52	2.73	47	4.54	47	4.38	57	5.23	92	8.02
33	1.88	38	2.13	53	2.80	48	4.65	48	4.50	58	5.35	93	8.14
34	1.95	39	2.20	54	2.86	49	4.77	49	4.61	59	5.46	94	8.26
35	2.01	40	2.26	55	2.93	50	4.89	50	4.73	60	5.58	95	8.38
36	2.08	41	2.33	56	2.99	51	5.01	51	4.85	61	5.70	96	8.49
37	2.14	42	2.39	57	3.06	52	5.12	52	4.97	62	5.82	97	8.61
38	2.21	43	2.46	58	3.13	53	5.24	53	5.08	63	5.95	98	8.73
39	2.27	44	2.52	59	3.19	54	5.36	54	5.20	64	6.05	99	8.85
40	2.34	45	2.59	60	3.26	55	5.48	55	5.32	65	6.17	100	8.96
41	2.40	46	2.65	61	3.32	56	5.59	56	5.44	66	6.29	101	9.08
42	2.47	47	2.72	62	3.39	57	5.71	57	5.55	67	6.40	102	9.20
43	2.53	48	2.78	63	3.45	58	5.83	58	5.67	68	6.52	103	9.32
44	2.60	49	2.85	64	3.52	59	5.95	59	5.79	69	6.64	104	9.43
45	2.66	50	2.91	65	3.58	60	6.06	60	5.91	70	6.76	105	9.55

W_0 =g, h_0 =mils, n对101、106、108为18; n对112、113、116和7628为10.



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.4.39	
Subject 玻璃纤维增强薄层压板的尺寸稳定性	
Date 02/86	Revision A
Originating Task Group N/A	

范围

方法规定了刚性多层印制板用玻璃纤维增强薄层覆板尺寸稳定性的测试方法。

方法用于检查材料的一致性，但不适用于评定应用于特定印制线路板产品和工艺中所用原材料的适性。

引用文件

C-TR-183 薄层压板的尺寸稳定性试验

试样

试样尺寸为300mm×230mm，试样的经向为300mm，每检验批应至少3块试样，评定整张覆箔板时，试样应从整张板的二个对角和中央各取一块，剪切小板则随机选取三块试样。

试验装置

5.1 测试仪应能测量250mm以上尺寸，测量精度为±0.125mm(可用高精度测距仪或同类仪器)。

5.2 空气循环烘箱，能控制温度±2℃。试样放入烘箱后，温度恢复时间必须少于15min。

5.3 干燥器内贮氯化钙或硅胶，在21±2℃时，能保持相对湿度小于20%。

试验程序

5.1 试样准备

5.1.1 为进行跟踪，在试样的标识区作出识别标志(见图1)。不允许用机械或化学方法预清洗试样。

5.1.2 在试样四个角上钻或刻出四个定位点(见图1)。

5.1.3 用F.1规定的仪器测量距离F1、F2、W1和W2，

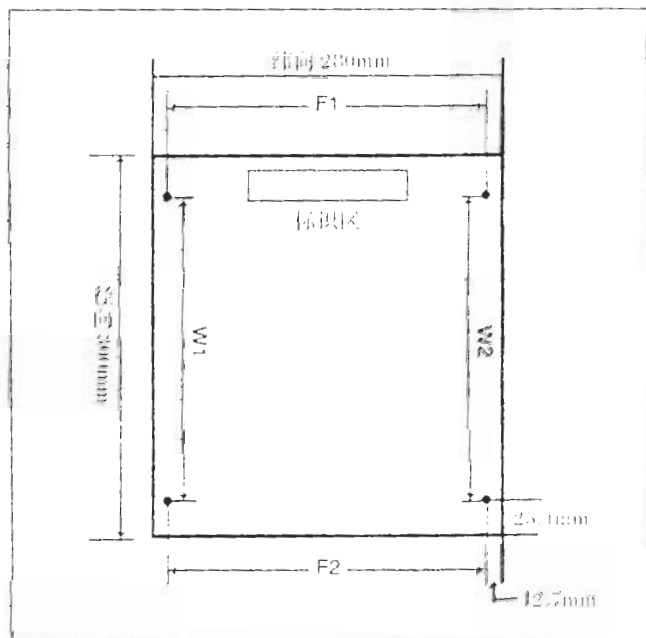


图 1 试样的标识位置和测量点

精确到2.5μm(末尾数字可估计)。记录所有测试值作为初始测量值。

5.1.3.1 如必须使用光学仪器测量，则应使用一块刚性板使试样保持水平位置。

5.1.4 在待测覆箔板面的定位点上贴一片直径为12mm的胶带或在边上作一标志，在识别标志区贴一片25×12mm的胶带。

5.2 除去铜箔 在喷淋蚀刻机中用氯化铜溶液喷淋蚀刻除去铜箔，其温度应低于50℃。试样从蚀刻机取出，放在架子上冲洗，揭去胶带后凉干层压板，在1h内进行热烘试验(5.3节)。(注意：不使用去抗蚀膜溶液)

5.3 如仅进行热应力试验，按5.5规定执行。否则，按5.4规定进行。

5.4 热烘试验

编号: 2.4.39	项目: 玻璃纤维增强薄层压板的尺寸稳定性	日期: 02/86
版本: A		

5.4.1 试样在105±5℃下烘4h±10min, 试样应直立于支架, 放入烘箱, 并使其与气流方向平行。试样间距不小于12.7mm。

5.4.2 试样热烘后立即放入干燥器(1.3节)内

5.4.3 经1+0.5/-0h后取出试样, 在5min内用4.1规定的仪器测量W₁、W₂、F₁和F₂。

5.4.4 如本试验包括热应力试验, 继续按5.5规定执行。否则, 按5.6进行。

5.5 热应力试验 如本试验不能在热烘试验后立即进行, 应将试样放入干燥器中直至试验能进行时。

5.5.1 如使用了干燥器, 试样从干燥器中取出后应放入150±5℃烘箱中烘2h±5min, 试样应直立于支架, 放入烘箱, 并使其与气流方向平行, 试样间距不小于12.7mm。

5.5.2 试样热烘后, 应立即放入干燥器(1.3)内

5.5.3 经1+0.5/-0h后取出试样, 在5min内用4.1规定的仪器测量W₁、W₂、F₁和F₂。记录该值为W₁、W₂、F₁和F₂。

5.6 评定 按下式计算尺寸稳定性

5.6.1 经向评定

经向=(W₁-W₁)/W₁×10³ mm/m (热烘后W₁的变化)

经向=(W₂-W₂)/W₂×10³ mm/m (热烘后W₂的变化)

热应力后W₁和W₂, 重复上式

式中:

W₁/W₂=初始测量值

W₁/W₂=热烘后测量值

W₁/W₂=热应力后测量值

5.6.2 纬向评定

纬向=(F₁-F₁)/F₁×10³ mm/m (热烘后F₁的变化)

纬向=(F₂-F₂)/F₂×10³ mm/m (热烘后F₂的变化)

热应力后F₁和F₂重复上式

式中:

F₁/F₂=初始测量值

F₁/F₂=热烘后测量值

F₁/F₂=热应力后测量值

5.6.3 计算 取全部试样测出的经向尺寸计算出覆板热烘后的经向尺寸稳定性。同样方法计算出热烘后的纬向尺寸稳定性, 极值应按5.6.4规定的方法剔除。热应力后的尺寸稳定性亦按相同的方法计算。

5.6.4 极值删除 取小组(经向或纬向)测量值, 按递减顺序排列, 使用表1所述的程序求出离散值D, 如求出的D值大于表2中被评估测量数规定的D值, 应将极值删除后重新计算。对于评定测量数来说, 离散值是值得注意的, 应予以删除。

6.0 注释

为提供可重现的和准确的试验结果, 完成本试验的负责人应按下述查对清单检查。尺寸稳定性技术报告, 检查清单中的2、5、6、9、11、15、16和18项(见IPC-TR-163)。负有责任的IPC尺寸稳定性工作小组已规定, 校对清单是判定是否正确地采用本程序的依据。

表 1 D值计算程序

小组数, n	如表观离散值为最大值	如表观离散值为最小值
3-7	$D = \frac{\text{最大值} - \text{第二大值}}{\text{最大值} - \text{最小值}}$	$D = \frac{\text{第二小值} - \text{最小值}}{\text{最大值} - \text{最小值}}$
8-10	$D = \frac{\text{最大值} - \text{第二大值}}{\text{最大值} - \text{第二小值}}$	$D = \frac{\text{第二小值} - \text{最小值}}{\text{第二大值} - \text{最小值}}$

编号: 2.4.39

项目: 玻璃纤维增强薄层压板的尺寸稳定性

日期: 02/86

版本: A

表 2 极值表

N	D(置信度95%)
3	0.941
4	0.765
5	0.642
6	0.560
7	0.507
8	0.554
9	0.512
10	0.433

核对清单

1. 试样尺寸是否为300mm×280mm?
2. 经向是否作出适当的识别标志?
3. 四个定位点是用钻孔还是刻划的方式作出?
4. 测量点位置是否在经向距板边约25mm, 在纬向距板边约12mm?
5. 是否在相同的标志位置(如: 孔边、中心、刻出的标记等)进行测量?
6. 试样是否进行机械或化学预清洗?
7. 是否用氯化铜喷淋蚀刻法除去铜箔?
8. 蚀刻温度是否低于50°C?
9. 试样是否未曾暴露在抗蚀溶液中?
10. 试样从蚀刻过程移出后是否放在支架上?
11. 热烘用的烘箱能否控制温度在±2°C, 温度恢复时间是否不超过15min?
12. 试样在蚀刻后是否在1h内进行热烘处理?

13. 试样是否在105±5°C下热烘4h, 并直立于支架上?

14. 干燥器是否能在21±2°C下保持不大于20%的相对湿度?

15. 试样在干燥器中经1+0.5/-0h取出后, 是否在5分钟内测量完毕?

16. 试样在热烘后与热应力试验后如未能立即进行试验, 是否放在干燥器内?

17. 进行热应力试验时, 试样是否在150±5°C下保持2h, 并直立支架上?

18. 试样在干燥器内经1+0.5/-0h取出后, 是否在5min内测量完毕?

注意: 使用上述清单时, 所有的回答均应是肯定的, 试验人员完成试验时应签署报告, 记载试验日期和时间, 并报告试验中出现的偏差。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.41	
Subject 电气绝缘材料的线性热膨胀系数	
Date 03/86	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

- 1.1 本方法适用于用热机械分析仪测定电气绝缘材料的线性热膨胀系数
- 1.2 本方法适用于在整个使用温度范围内是固体的材料，它在试验温度范围内能保持足够的硬度和刚性，使试样不会因传感探针而产生不可恢复的压痕
- 1.3 本方法还可同时测得玻璃化温度

2.0 应用文件

- ASTM D618 塑料和电气绝缘材料试验条件
- ASTM D696 塑料线性热膨胀系数试验

3.0 方法摘要

- 3.1 本方法使用带有X-Y记录仪的热机械分析仪，绘出固体电气绝缘材料小试样的尺寸随温度变化的曲线，由该曲线可计算出线性热膨胀系数，也可观察试样的其他热特性
- 注1：其他的快速热分析方法，ASTMD09.17和D20.30分委员会正在研究中。

4.0 意义

- 4.1 线性热膨胀系数的测量可用来评价电气绝缘材料与其他材料结合使用时的适用性，因为二种材料的热膨胀系数不同，因此结合使用时会产生机械应力。
- 4.2 与试验方法D696相比，本方法所用的试样要小得多，这就不需要很大的液体浴，并大大缩短了达到温度平衡所需的时间，因此，本方法比D696更省时间，并能在更大的温度范围内使用。

5.0 试验装置

- 5.1 热机械分析仪 包括以下部分：
 - 5.1.1 试样支架和探针 试样可以放在支架上，由探针的位移可以探测出试样高度的变化，探针的形状和大小应使探针加载在试样上时，在所要求的温度范围内不使试样产生压痕。
 - 5.1.2 由试样高度变化而使探针位移，并把此位移转换成信号输入记录仪。传感元件应能使记录仪笔端的位移至少是试样高度变化的1000倍，需要时，可采用较低的分辩率。
 - 5.1.3 在所要求的温度范围内，能以预先确定的速率对试样支架进行均匀加热的装置。它由加热炉和温度控制器组成，适用于在低于环境温度下测量时预热炉子和试样支架。
 - 5.1.4 直接测量试样温度的装置。
 - 5.1.5 记录试样高度随试验温度变化的X-Y记录仪。注2：DuPont和Perkin Elmer制造的仪器适合使用。

6.0 试样

- 6.1 试样厚度应在1.3~7.6mm范围内，此厚度可以是交货厚度，也可以由用户用B阶预浸材料和无铜箔的C阶材料层压后的厚度。如由用户层压，用户有责任了解制造厂在其生产设备上供质量验收用的准确的叠层和工艺参数。
- 注3：试验结果的重现性随下列因素而变化，诸如叠层、烘干、层压压力、加压速率和压制时间等。
- 6.2 试样高度应在7.6~10.2mm范围内，其上下二面应平整平行，测量面应与纤维方向垂直。在整个测试过程中，应保持纤维方向一致，上下表面应用600号砂纸打磨，除去毛刺或纤维末，然后用异丙醇清洗。在高于规定工作温度10°C下烘1h。

编号: 2.4.41	项目: 电气绝缘材料的线性热膨胀系数	日期: 03/86
版本:		

注1: 如在打磨后立即按条件(7)处理, 可取消1h预烘。

6.3 同一张材料每一测试方向制备三个试样。

7.0 预处理

7.1 按照D618的规定, 试样的条件处理包括: 将试样浸入异丙醇中并搅拌20s, 然后进行E-1/110条件处理和C-40/23/50条件处理。

8.0 校准

8.1 仪器按照制造厂的说明书校准。

9.0 程序

9.1 测量试样的高度。

9.2 将试样放在探针下的试样支架上, 将热电偶或其他温度传感器接触试样或尽可能地接近试样。

9.3 将试样支架装入加热炉内, 如在低于环境温度下测试, 则应按仪器制造厂提供的程序冷却试样支架和加热炉, 其温度至少应比所要求的最低温度还低20℃。用于冷却的制冷剂不得直接接触试样。

注5: 测试的温度范围由用户规定, 以使制造厂和用户能在同一温度范围内试验。如试验温度范围不同, 则试验重复性就难以保证。

9.4 将重量加在传感器探针上, 以使与探针接触的试样承受有1-3g的负载。

9.5 加热炉以 $5 \pm 0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速率升温至所需的温度范围。

9.6 在X-Y记录仪上选择适当的量程, 记录试样温度和试样高度的变化。

注6: 为测量在不同气氛中的膨胀系数, 可以用一种净化的气体代替试样周围的空气。

9.7 同一材料至少测试三个试样, 一个试样的重复测试只能作为参考, 不能把它作为一个新试样的单独测试数据对待。

10.0 计算

10.1 按下式计算该温度范围内热膨胀系数的平均值:

$$\alpha = (\Delta H / \Delta T) / H$$

式中: H=试样起始高度

ΔH =在 ΔT 温度范围内试样高度的变化

ΔT =温度范围, $^\circ\text{C}$ (见图1)

注7: 对于某些仪器, ΔH 和 ΔT 可以直接从记录仪曲线图上读出, 有些仪器则需把一些固定因数应用到曲线读数上才能得出这些数值。

11.0 报告

11.1 报告应包括以下内容:

11.1.1 材料的型号, 包括制造厂名称和已知的材料组成

11.1.2 试样制备方法

11.1.3 如有需要, 说明试样在原样本上的方位

11.1.4 试样尺寸

11.1.5 测量线性热膨胀系数的温度范围

11.1.6 每摄氏度的平均线性热膨胀系数

11.1.7 玻璃化温度(如有记录)

11.1.8 仪器制造厂名称和型号

11.1.9 净化气体和流速(如果使用)

11.1.10 X-Y曲线记录图

注: 上述试验方法原为ASTM D3386-75, 后被IPC改进为有机材料试验方法。试验计划完成后, 将建议ASTM对原方法改版。

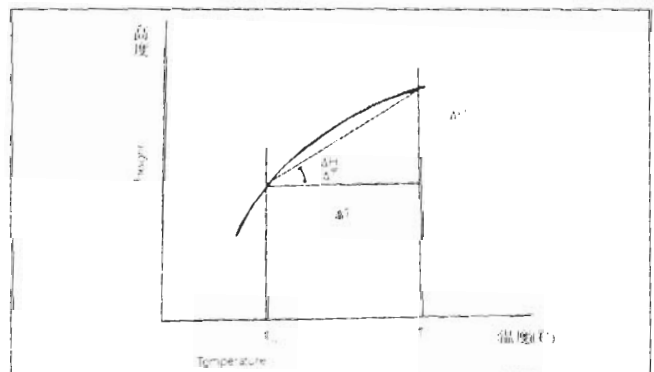


图 1 试样高度与温度的关系曲线



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.4.41.1	
Subject 线性热膨胀系数(石英膨胀计法)	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

1.1 本方法采用石英膨胀计测定层压材料在-55℃至100℃温度范围的线性热膨胀系数。无机基材(非层压材料)应在-55℃至150℃温度范围内测试

2.0 引用文件

- ASTM-E-228 固体材料线性热膨胀系数石英膨胀计标准试验方法
- ASTM-D-696 塑料线性热膨胀系数试验方法
- ASTM-E-831 固体材料线性膨胀系数热膨胀计试验
- ASTM-E-77 液体玻璃温度计验证和校准
- ASTM-E-220 热电偶比较法校准
- ASTM-E-611 测试工业电阻温度计

3.0 试样

- 3.1** 覆金属层或未覆金属层的层压材料
- 3.2** 标准试样尺寸为：宽6.35mm，长50.8~101.6mm，厚3.2mm以上。端面应平行磨光，任何尺寸偏差均会影响加热室的热梯度、试样的热滞后和试样的弯曲。小于3.2mm的试样，除非肯定它能在试验中保持平直，否则均应用适当的夹具固定。

4.0 试验装置

- 4.1** 管型或推棒型石英膨胀计可测定固体材料长度随温度的变化。在一定的加热或冷却速率下，温度是受控的，从记录到的数据就可以计算出线性热膨胀和线性热膨胀系数。该装置测定试样和膨胀计石英件同热膨胀的差异(图1)。
- 4.2** 试样夹具(管)和探针用石英制成，探针呈扁平状，或者圆角半径约为10cm。
- 4.3** 加热箱 能均匀地加热和冷却试样，试样温度变

化速率可以控制，试样温度梯度应不超过0.5℃/cm。

- 4.4** 传感器 测量试样和试样夹具间的长度差异，夹具精度至少±0.5μm。传感器应有保护装置或被固定，以使温度变化不致影响读数1.0μm以上。
- 4.5** 千分尺 测量试样起始长度L，精度至少为±25μm
- 4.6** 热电偶E、K或T型 用于测量试样温度(E型为NiCr对康铜，K型为NiCr对NiAl，T型为Cu对康铜)。
- 4.7** 记录仪或数据检测器 用于收集温度和长度数据。

5.0 程序

- 5.1** 样品准备 试验样品先用带锯或金属圆锯切下，再用机械磨光，必须仔细清除试样端部的粗糙面，端面平行度应保持在±0.001mm/mm。
- 5.2** 预处理条件(仅适用于有机层压板样品)
 - 5.2.1** 将试样浸入异丙醇中，并搅拌20秒。
 - 5.2.2** 条件处理E-1/110
 - 5.2.3** 条件处理C-10/23/50。
- 5.3** 校准
 - 5.3.1** 传感器应用一组经精密螺纹千分尺测量的量块或一套块规进行校准。
 - 5.3.2** 温度传感器应按ASTM方法(E-220)或国家标准局建议的方法进行校准。
 - 5.3.3** 膨胀计作为一个整体系统，通过测定二种已知热膨胀系数的基准材料进行校正，其中一种材料的热膨胀应接近样品。另一种应与膨胀计接近。
 - 5.3.4** 推荐使用下列基准材料为：
 - NBS石英玻璃-SRM 739；CTE ~ 0.55PPM/℃ (供校正膨胀计)
 - NBS单晶蓝宝石-SRM732；CTE ~ 5.5 PPM/℃ (供低

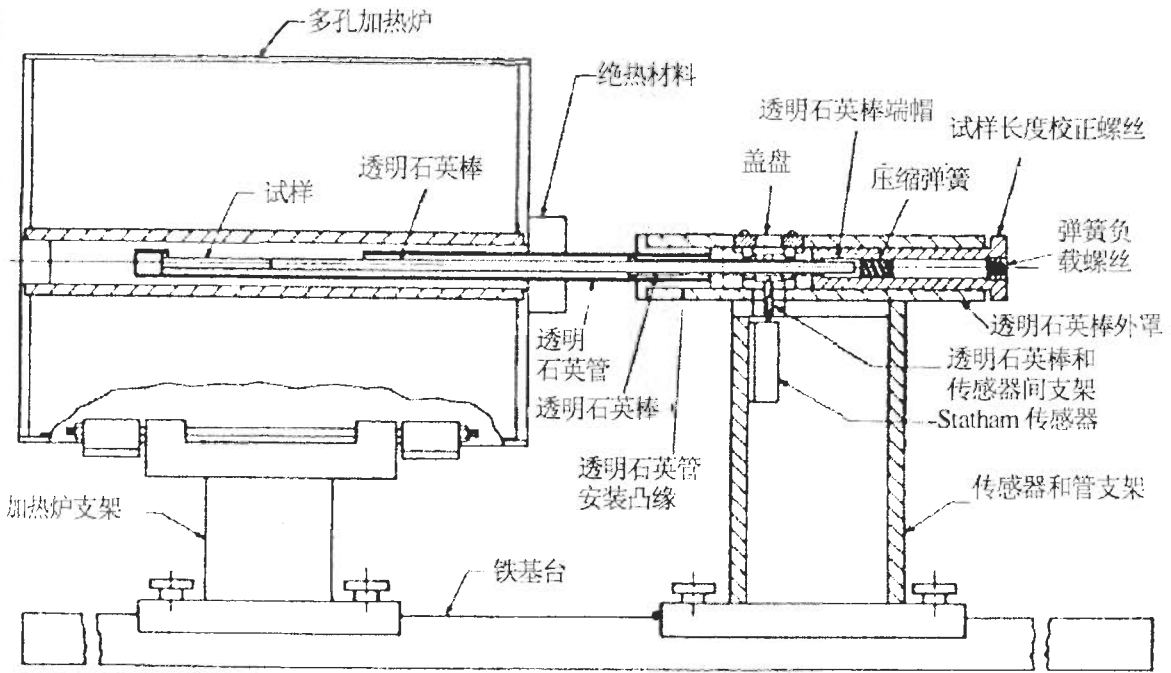


图 1 石英膨胀计剖视图

膨胀材料使用)

OFHC铜; CTE ~ 17.3PPM/°C (供高膨胀材料使用)

5.3.5 膨胀计系统的热膨胀 ($\Delta L/L_0$)_s和校正系数、对导线的滞后、温度等的校正。在20°C区间接按下式计算:

$$(\Delta L/L_0)_s = (\Delta L/L_0)_t - (\Delta L/L_0)_m$$

$$A = [(\Delta L/L_0)_t - (\Delta L/L_0)_s] / (\Delta L/L_0)_m$$

式中: L_0 =试样长度

$(\Delta L/L_0)_t$ =检定的基准材料的热膨胀

$(\Delta L/L_0)_m$ =测量的基准材料的热膨胀

$(\Delta L/L_0)_s$ =膨胀计石英件热膨胀

5.4 试验程序 每次试验按5.2规定的处理程序进行二次。第一次使试样正常化, 第二次为计算CTE测试数据。

5.4.1 用千分尺测量试样长度, 精确至 $\pm 0.025\text{mm}$ 。

5.4.2 检查试样的所有接触面上无任何外来杂质后放入膨胀计中。厚度为3.2mm的试样应用侧面板支撑, 试样应良好安放, 使其底部对着样品管和推棒的底部。

5.4.3 将热电偶测试头接触到试样中部。

5.4.4 装好传感器, 使探头保持稳定地接触。在棒和试样间、样品管底部与试样间保持适当接触的条件下, 尽可能地减小试样所受应力。设定传感器至正常起始读数。

5.4.5 将装好的膨胀计放入加热箱内, 并使其稳定达到平衡。

5.4.6 记录热电偶和传感器的起始读数

5.4.7 在2°C/min的恒定速率下加热和冷却。

5.4.8 记录试样长度随温度的变化。

5.4.9 取出试样, 在第一次测试后重复5.1.1-5.1.8程序。在开始第二次测试前必须重新测量试样长度。

编号: 2.4.41.1

项目: 线性热膨胀系数(石英膨胀计法)

日期: 08/97

版本: A

5.4.10 总共测试四个试样,二个按层压增强材料的纵向,二个按横向。它用来代表一块457×610mm板材的热膨胀特性

6.0 计算

6.1 线性热膨胀(LTE)--单位长度的长度变化随温度变化的关系以下式表示:

$$\Delta L/L_0 = A(\Delta L/L_0)_a + (\Delta L/L_0)_s$$

式中 $(\Delta L/L_0)_a$ 是传感器指示的热膨胀, ΔL 是观察到的长度变化($\Delta L = L_2 - L_1$) LTE常以 $\mu\text{m}/\text{m}$ 表示

6.2 线性热膨胀系数是指线性热膨胀随温度的变化,以下式表示:

$$\alpha_m = (\Delta L/L_0) / \Delta T = (L_2 - L_1) / L_0(T_2 - T_1)$$

式中: T_1 和 T_2 是试样在试验温度 T_1 和 T_2 时的长度。

6.3 瞬时线性热膨胀系数是指线性热膨胀曲线在温度 T 时的斜率,以下式表示:

$$\alpha_T = (1/L_0) dL/dT$$

6.4 通常要求 $\Delta L/L_0$ 对 T 和 α_m 对 T 作图
在报告热膨胀系数数值时,应注明温度范围



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.1	
Subject 印制板材料的耐电弧性	
Date 05/86	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于评定覆箔板表面经受小电流电弧作用时的耐电弧能力，它可用于各种厚度的层叠材料。

本方法基于ASTM D195所述方法

2.0 引用文件

ASTM D195 固体电气绝缘材料高电压小电流下耐干电弧的标准试验方法

制造厂说明书

3.0 试样

3.1 数量 除另有规定外，使用三个试样。

3.2 形状 每个试样尺寸为76×50mm，对于厚度1.5mm以下的材料应叠加到至少1.5mm，但不超过3.2mm。对于非常薄的层压板可将同一型号的1.6mm厚的板材放在承受电弧的试样下，在对试验结果无较大影响的情况下可以减少所用材料。

3.3 取样 试样可从板材的任何部位剪取(整张板材需距边缘2.5mm以远)。

3.4 覆箔板 所有覆箔板应蚀刻除去金属箔，并在处理或测试前充分清洗。

4.0 试验装置/材料

4.1 电弧试验仪 Beckman ART-1型或等效物，(见ASTM D195)

4.2 钨电极 Beckman或等同电极，(见ASTM D195)

4.3 恒温水浴 能保持温度 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ ，盛装蒸馏水。

4.4 烧杯 盛放室温蒸馏水。

4.5 浸在水浴中的试样支架 能使试样的所有表面浸

没于水中。

4.6 剪床、锯床或剪纸机 供裁剪试样用。

4.7 酒精或其他溶剂 清洗电极用。

4.8 细砂布

4.9 塞规 检查电极间距6.30mm和6.40mm

4.10 无毛纸巾

4.11 自耦变压器，型号W10MT或等效物。

5.0 程序

5.1 预处理 除另有规定外，试样应在 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 蒸馏水中保持 $18 \pm 2/-0\text{h}$ ，然后浸入室温蒸馏水中 $0.5-1\text{h}$ ，在不丧失水分的情况下，使试样达到温度平衡。

5.2 试验条件 试验应在环境温度 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 和环境湿度下进行。

5.3 设备调节。

5.3.1 用酒精或其它合适的溶剂清洗电极组件，必要时用细砂布试擦，电极放在试样上，必要时，调节电极间距为 $6.35 \pm 0.05\text{mm}$ 。

5.3.2 调节电弧试验仪至自动操作状态。

5.3.3 调节变压器产生12500V电压，以仪器最新校准位为基准(一般为105V~115V)。

5.3.4 如有必要，重新调节试验仪的定时器到0秒位置。

5.4 试验程序

5.4.1 从室温蒸馏水中取出一块预处理过的试样，用无毛纸巾擦干。

5.4.2 将试样(单个的或叠加的)放在电极装置中。

5.4.3 按照制造厂说明书操作试验仪，使其产生电弧，并按以下时间自动接通或关断电路

编号: 2.5.1	项目: 印制板材料的耐电弧性	日期: 05/86
版本: B		

时间(s)	开/关 时间(s)	电流 (mA)
0-60	0.25/1.75	10
60-120	0.25/0.75	10
120-180	0.25/0.25	10
180	连续	10

5.4.4 仔细观察电弧, 在电弧消失和试样出现泄漏痕迹的瞬间停止计时器, 并作记录。精确至秒。

5.4.5 移出试样, 取出并用溶剂彻底清洗电极。必要时, 用细砂布试擦。

5.4.6 放好电极并检查其间隙。

5.4.7 重新调节计时器, 并按5.4.1-5.4.6程序继续试验。

5.5 计算

5.5.1 取同一样本上被测试样平均值, 并圆整精确至秒

5.6 报告

5.6.1 报告耐电弧性的算术平均值, 以秒为单位。

5.6.2 报告测试时的环境温度和相对湿度。

5.6.3 报告试样状况 (单个试样、叠加试样还是带有垫层的试样)。

5.6.4 报告预处理程序

5.6.5 报告测试中出现的任何异常情况; 或与各程序或规定偏差的偏离。

6.0 注释

6.1 耐电弧性试验结果会明显地受到电极污染的影响, 在试验初期出现的任何电弧的不规则性表明电极已有污染。如果出现这种情况, 应停止试验, 清洁电极后测试另一试样(或在该试样上不同部位测试)

6.2 增强材料的耐电弧性可能随增强纤维的方向变化, 玻璃纤维增强材料通常影响不明显, 为予证实, 建议至少在一块试样上进行纵横二个方向的测试



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.5.4	
Subject 多层线路板耐电流	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group Electrical Continuity Testing Task Group (7-32c)	

1.0 范围

本测试方法用于确定导体承受电流的能力

2.0 适用文件

MIL-STD-275 电气设备用印制板

3.0 测试样板

样板G在本手册5.8.3部分中的测试图形中

4.0 仪器或物料

稳压电源、负载电阻、合适的仪表

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 在样板的A-1接头和E-13接头加载一个周期3分钟的所需电流。

5.1.2 选种一负载电阻，使得当稳压电源的正极和地线端被电阻分流后，电流是2安培。

5.1.3 被测电路要和分流电阻串联连接

5.1.4 电流超过三分钟后要观察电流是否下降。

5.1.5 如果温度升高超过20°C，也应引起注意。参考图

5.2 评定：观察和记录读数，并观察结果。

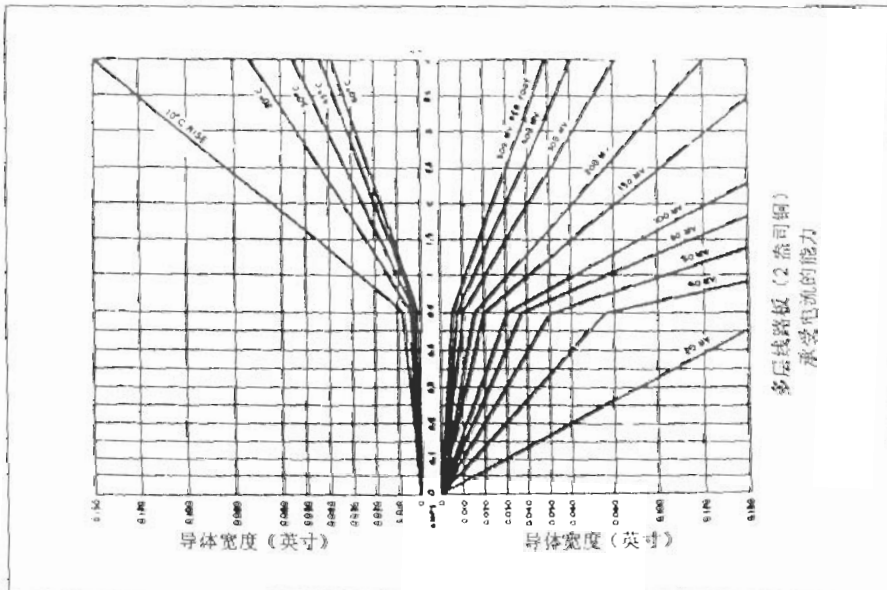


图 1 导体的厚度和宽度



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.5.2	
Subject 印制电路板材料的介电常数和损耗因数(夹持法)	
Date 12/87	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法是在1MHz下测定未加工的印制线路板材料的介电常数和损耗因数。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

每块试样直径是 50.8 ± 0.076 mm, 厚度为层压板或基材厚度, 用标准的生产工艺蚀刻掉试样上的铜箔, 最少需要3块试样。

4.0 设备/仪器

4.1 仪表 1MHz的数字式LCR仪表一台, Hewlett Packard Mdl 4217A或等效物

4.2 测试装置 Hewlett Packard Mdl 16022A测试装置或等效物

4.3 试样夹 制作的专用试样夹如图1所示, 该夹的设计适合于H/P测试设备, 即Mdl 16022A。

5.0 程序

5.1 预处理

5.1.1 按3.0条的规定制备试样。

5.1.2 计算有效厚度(in) = $\frac{0.01942 \times \text{重量}}{\text{密度}}$

重量: 以g为单位。

密度: 以g/cm³为单位(按ASTM-D-792方法A)

5.1.3 在试样的两面均匀地涂一层导电银浆

5.1.4 在空气中晾干至指触干燥, 然后在 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 的烘箱中干燥, 经0.5h后置于干燥器中冷却。

5.1.5 在直径为50.8mm的试样上, 冲或机械加工一个直径为25.4mm的圆盘图形。(确保银浆涂层不从一

面转移到另一面)

5.1.6 在温度 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 和相对湿度50%的条件下, 试样(25.1mm)至少处理10h

5.2 测试

5.2.1 接通仪表, 让其最少预热60min

5.2.1.1 置仪表的控制装置于下列位置

功能—————C-D(电流显示)

量程—————手控

起动装置—————仪表内部

速度—————FCW

测试信号平—————弱

5.2.1.2 连接测试设备上的电缆到适当的连接器上。

5.2.2 把专用测试夹插进测试设备中。

5.2.3 仪表上的数字显示是待测绝缘式样的电容值和损耗因数

5.3 计算

5.3.1 介电常数 用下面公式求出介电常数

$$K = \frac{Ct}{225A}$$

K=介电常数

C=Mdl 4271A仪表上的电容读数

A=一个25.1mm圆盘图形的面积(mm²)

t=有效厚度(mm)

5.3.2 损耗因数 损耗因数可直接从数字显示中读

5.4 报告 报告内容包括如下:

5.4.1 被测试样有效厚度的测量值

5.4.2 被测试样的电容值。

5.4.3 计算的介电常数和平均值。

5.4.4 损耗因数和平均值。

编号: 2.5.5.2

项目: 印制电路板材料的介电常数和损耗因数(夹持法)

日期: 12/87

版本: A

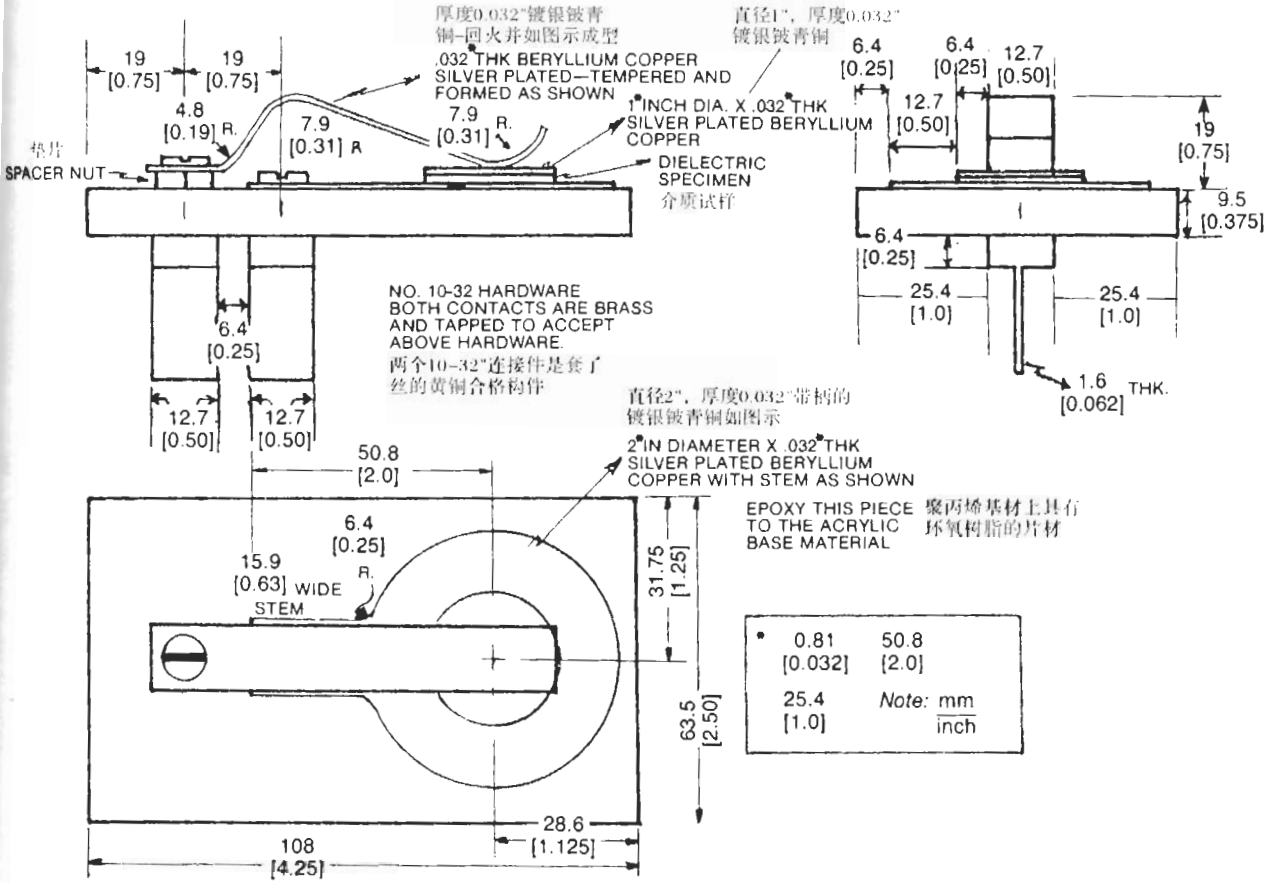


图 1 介电常数和损耗因数测量用的专用测试设备

6.0 注释

6.1 介电常数的定义是两板间为材料时的电容与两板间为空气时的电容的比值。

6.2 绝缘材料的损耗因数与给定频率下测定的介电常数(材料的电容)和电导率(导电能力或电阻率的倒数)之间有相互关系。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

1.1 目的 本方法适用于测定1MHz下材料的介电常数和介电损耗角正切。本方法不取决于直接或间接测量试样厚度，因此从很薄的薄膜到厚度约为6.35mm的板材均可测量，在测定用的电桥范围和精度符合要求时，本方法可以测定所有范围的介电常数和低至0.0005的介质损耗角正切。

1.2 方法原理 二流体槽法测定材料的介电常数和介电损耗角正切是利用空气作为一种流体，选择另一种适当的液体作为第二种流体（通常为硅酮Dow200，1.0cs）。当空气的介电常数为一定值时，则流体和试样的介电常数可以很容易地计算出来，由于测试槽的间隙是固定的，所以不需要准确测量太多的数据，又由于电极不需要接触试样，并且一次可测量许多个试样而无需改变槽的间隙和机械设定，所以本方法测定准确而快速。本方法已用于测定聚四氟乙烯、环氧玻璃布层压板和挠性薄膜，如聚酰亚胺薄膜。对介电常数的测定，只要有最小的保护措施和适当的电桥精度，在不同试验室的重复性是很好的。对大多数材料说，测定时温度和湿度的变化对测试结果的影响要比试验方法本身的误差大得多，对稳定性材料，如四氟乙烯，不同试验室的对比试验结果的偏差始终不大于0.005(或0.2%)。

2.0 引用文件

无

3.0 试样

3.1 数量 除在材料规范中另有规定外，均匀材料，例非增强塑料使用一个试样；织物增强材料，如其中树脂含量不同，至少用二块试样。在样品的最薄

Number 2.5.5.3	
Subject 介电常数和介质损耗角正切(二流体槽法)	
Date 12/87	Revision C
Originating Task Group N/A	

和最厚处各取一块。建议无规则的增强材料至少需要三块试样，从被测样品的中心和边缘切取，以体现板面差异。

3.2 形状 每个试样尺寸为(81.3±1.3)mm×(81.3-101.6)mm×厚度。对于厚度小于0.254mm的材料，测试时应将单个试样叠加到0.381mm以上，以便获得最大测试精度。对0.381mm厚试样而言，如果特定的设备、槽间隙及被测材料在要求的精度范围内，则也可采用较薄的叠加试样。

3.3 覆箔板 所有覆箔板应蚀刻除去金属箔，并在条件处理前冲洗和干燥。

3.4 标记 用刻笔或不溶于Dow Corning200液体的墨水在每块试样的左上角作出标记。

4.0 试验装置/材料

4.1 电容电桥 频率1MHz，测量范围 0-200pf。
1)电容电桥，建议采用Boonton 76A自动电容电桥，这种技术具有适当的电容范围和适当的电导分辨率(0.001微西门子)，测量损耗因素可低至0.0005，其它电桥如Boonton 75D适合于低损耗因素的材料，还有一些适合测高损耗因素的材料，如环氧的损耗因素，超过0.01甚至0.1微西门子也可采用。

4.2 二流体槽 Balsbaugh LD-3或等效物的三端槽，见图1。

注：精度1%或更高，在测量时室温变化不得超过1℃。如试验室温度变化超过此限，必须控制温度。

4.3 试验导线 2RG58/U同轴电缆，长约304.8mm。带有与电桥匹配的连接器，一端带有香蕉插头，另一端带有与槽相联的GR874连接器。

注：用G874-QBJA代替标准的GR874时，可用BNC连接器连接电缆和槽，以减少874连接器损坏的

编号: 2.5.5.3

版本: C

项目: 介电常数和介质损耗角正切(二流体槽法)

日期: 12/87

机会。

4.4 带塞长颈瓶 供存放硅酮。

4.5 烧杯(槽溢出时使用)

4.6 漏斗

4.7 滤纸(粗糙的)

4.8 流体 Dow Corning 200 硅酮, 1cs(至少500ml)

注: 流体必须与试验槽处于相同的环境温度下, 应紧靠测试槽储存。

4.9 镊子或大钳子

5.0 程序

5.1 预处理 所有受水分影响的材料, 包括所有增强层压板和大多数薄膜应在试验前于温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $50 \pm 5\%$ 下处理2h以上。如规范要求, 试样应在受潮、浸水或干燥后测试。

5.2 试验条件 对环境温度试验, 环境温度应为 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

注: 试验时环境温度的波动不应超过 1°C 。对大多数材料, 环境湿度是不敏感的, 除了很薄的极易吸水的材料如聚酰亚胺薄膜, 其水分含量可能大于1%, 这类材料必需在规定的湿度下试验, 因为介电常数将随水分含量增大而增大, 从控制环境污染取出后会很快出现变化。对在室温范围内会发生玻璃转化的材料, 如聚四氟乙烯, 某些丙烯酸树脂类, 环境温度应为 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.3 调节

5.3.1 打开测试槽中的电极, 用洁净的压缩空气吹除灰尘和硅油。

5.3.2 预热电桥, 至少达到制造厂规定的最短时间。

5.3.3 将“低压”(low)导线与测试槽和电桥的保护极连接。

5.3.4 将“高压”(high)导线与电桥连接, 香蕉插头放在附近, 暂不接触测试槽的香蕉插孔。

注: 高压导线屏蔽, 一定不能接触香蕉插头。

5.3.5 电桥设定在适当的范围。

电容: 200pf(或100pf)

电导率: 微西门子

0-2, 四氟乙烯和损耗很小的材料

0-20, 环氧和其他中等损耗的材料

0-200, 某些酚醛和损耗很高的材料

注: 对于厚度大于3.18mm的很厚的试样常用0-20pf, 以提高其测量精度。所有的测量值必须在同一电容和电导率量程取得。

5.3.6 调节测试槽LD-3间隙, 约为最小材料厚度(0.51-7.62mm)的125%。

注: 间距比试样厚度小10%或大50%, 对测试结果均无明显影响。

5.3.7 调节电桥电容和电导, 使指零。

5.4 测试

5.4.1 连接“高压”(high)导线的香蕉插头与测试槽。

5.4.2 读取空气测试槽的电容值并记为C1, 准确至0.01pf, (或如用0-20pf量程, 应准确至0.001pf)。

5.4.3 将试样从控制湿度的环境中取出。

5.4.4 将第一块试样插入测试槽, 使标记保留在左上角, 试样正面对着测试槽的一面。

注: 以保证用试样的相同面进行测试。

5.4.5 读取并记录试样在测试槽时的电容值, 记作C3。

5.4.6 取出第一块试样。在同一测试槽间隙下测试其它试样, 获得C3。

5.4.7 在最后一块试样从测试槽中取出后, 将Dow Corning 200 硅油加入测试槽中, 硅油应过滤除去细小杂质, 并用烧杯收集从测试槽溢流管流出的过量的硅油。

5.4.8 等数秒钟, 使测试槽和流体的温度达到平衡, 读取并记录电容值, 记作C2。

注: 如电容值不断向一个方向漂动, 说明流体温度尚未达到平衡。

5.4.9 记录充满流体后的电导率, 记作G1。

注: 此值随测试槽间距和湿度会有某些差异, 但不超过500微西门子(加为介质损耗角正切在0.001以

编号: 2.5.5.3	项目: 介电常数和介质损耗角正切(二流体槽法)	日期: 12/87
版本: C		

下的低损耗材料, 约为200)。如超过此值, 通常表明存在导线、流体污染或电桥方面的问题, 必须予以校准才能得到正确的测量值。

5.4.10 将第一块试样正确地插入充有流体测试槽内, 与插入空槽时相同。读取并记录电容值, 记作C1, 电导值, 记作G2。

注: 试样插入后数秒测试值应该稳定, 如不稳定, 可能在测试槽中有空气。如用多层薄板叠加成一个试样, 这种情况常常会发生, 如出现此问题, 可将试样在浸入前用流体预浸, 并将一叠同时插入, 则可解决。

5.4.11 第一块试样取出后, 按同样的方法插入其余每一块试样, 并记录每块试样的C1和G2值。

5.4.12 最后一块试样测完并从流体中取出后, 检查并记录电容值和电导值。

注: 在试样取出后, 如果流体液面不能覆盖电极, 应在检查测试值前补加流体。对C2的检查用于验证环境温度变化对测试结果的影响。

6.0 计算

6.1 采用下式计算每块试样的介电常数, 园整并精确至0.01。

$$DK = \{ 1.00058 / C1 \} \times \{ C1 + [(C3 - C1)(C2 - C1)C1] / [(C3 - C1)C1 - (C1 - C2)C3] \}$$

6.2 采用下式计算每块试样的介质损耗角正切, 园整并精确至0.0001

$$DF = [G2 / 6.2832C1] + [Dk \times 0.99942C1 - C4] / (C1 - C2) \times [G2 / 6.2832C1 - G1 / 6.2832C2]$$

注意: 数值应采用计算机计算, 不能过早园整。

6.3 如C2值在测试期间变化, 采用最后读取的C2和G2, C1值和最后一块试样的C3和C4值重新计算最后试样的DK和DF。如DK值的差异明显, 则在测试期间对测试槽的温度控制应该更加精确。

6.4 如测试多个试样, 取其算术平均值作为介电常数的测试结果。

6.5 如测试多个试样, 取其算术平均值作为介质损耗角正切的测试结果。

7.0 报告

7.1 报告介电常数的最小, 最大和平均值。

7.2 报告介质损耗角正切的最小, 最大和平均值。

7.3 报告试样预处理条件, 如C-24/23/50。

7.4 报告实际测试条件(温度和湿度)。

7.5 报告试样是否叠加。

7.6 报告测试槽的间隙。

7.7 报告试验中的异常情况或与规定程序的差异或偏差。

编号: 2.5.5.3

项目: 介电常数和介质损耗角正切(二流体槽法)

日期: 12/87

版本: C

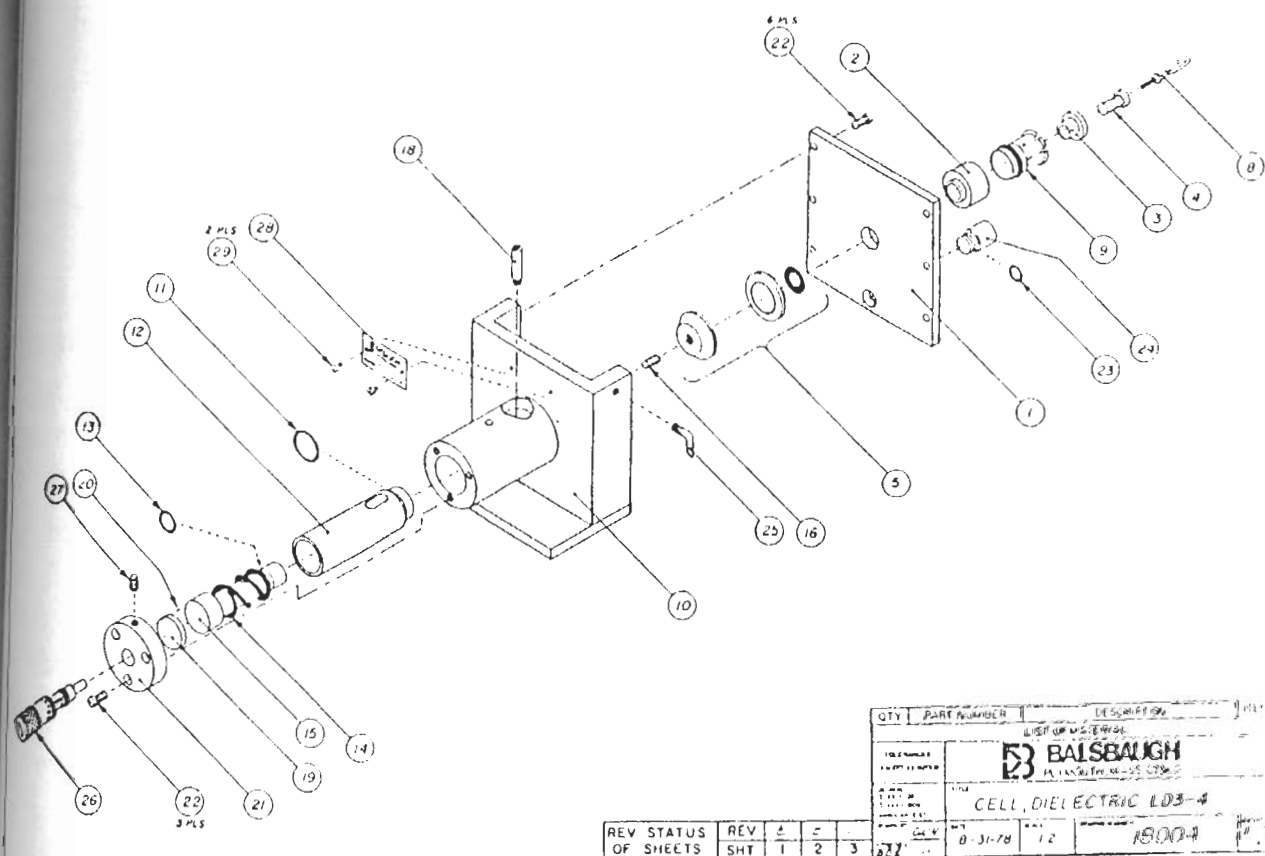


图 1 Balsbaugh LD-3二流体槽



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.5.9	
Subject 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	
Date 11/98	Revision
Originating Task Group HDI Test Methods Task Group (D-42a)	

1.0 范围

本程序规定了使用专门测试装置测试印制电路材料在不同频率下(1MHz~1.5GHz)的介电常数(ϵ')及损耗因数($\tan \delta$)的方法。

测试介电常数和损耗因数要围绕目标或确定的频率进行窄范围扫频。该测试方法是建立在现有材料分析仪器所能达到的基础上的。这种仪器使用电容法测定介电常数。

本测试方法不适用于低损耗材料,此类材料使用其他IPC测试方法在固定频率下进行测试。

2.0 适用文件

HP1291A-5产品说明“粗糙表面材料的介电常数评价”叙述如何使用HP1291A和HP16153A进行准确测量。

HP应用说明380-1“固体材料的介电常数测量”包含了适用于本主题的技术背景。

3.0 试样

3.1 每块试样尺寸为50mm×50mm×基材厚度。在测试夹具允许的范围內,试样越厚,测量误差越小。试样可以多层叠加增加厚度,但不能是简单的层数叠加,而必须是进行物理结合,层间不得有气隙。目标厚度应为1.0mm,较厚或较薄试样也可进行测试。

3.2 本试验要求3块试样。

3.3 所有的材料,包括所有的层压板和绝大部分薄膜,都会受到潮湿的影响。所以,测试之前,将所有试样置于温度为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $50\% \pm 5\%$ 的环境下至少处理24h。如果试样刚被蚀刻或暴露于过度潮湿的环境中,在测试和按上述方法进行室温

处理前,应将试样放入温度为 105°C 循环空气烘箱中烘干2h。

3.4 试样表面准备

3.4.1 试样最好具有与测试电极相同尺寸和形状的导电材料图形。这种导电材料推荐使用100埃的真空沉积铜,也可使用其他金属材料。总之,试样上的导体与测试电极必须有很好的电气连接。这种导电图形可消除气隙,以及其它潜在的试样安装误差。

3.4.2 本方法可用于测试裸绝缘材料。应对夹具电极施加一定程度的压力,以保证接触而无气隙。为确定合适的压力,每种类型的试样应反复试验和校正(见6.1)。

4.0 装置

4.1 1291型的材料阻抗分析仪,或等效仪器。

4.2 16153A测试夹具,或等效夹具。

4.3 仪器手册推荐的适用校准工具和夹具校正工具包(如HP1291A校准工具),该工具包一般包括下列附件:

- 装置校准用的“开”和“断”
- 50Ω阻抗
- 已知特性的校准用的介电材料(PTEF)

4.4 测微计,分辨率为0.001mm。

4.5 空气循环烘箱,温度可达 105°C 。

5.0 程序

5.1 根据仪器制造厂商的推荐方法使用校准工具校准仪器。校准有效性只维持24小时,因此校准应在测量前24小时内进行。详见6.1的校准备注。

5.2 设置仪器的扫描频率在目标频率 $\pm 0.5\%$ 的范围内。

编号: 2.5.5.9	项目: 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	日期: 11/98
版本:		

5.3 用测微计测量试样厚度, 并将试样插入夹具。试样与测试电极应接触良好(见6.1关于合适压力的施加)。试样不应与夹具的背面接触。试样电极的放置和厚度的测量应在试样的同一位置。

5.4 开始测试, 并记录窄频率范围扫描的平均介电常数和损耗。扫描数据也可存储在磁盘中。介电常数频率变化的特性见6.2。

5.5 对于所有预定的频率重复步骤5.1~5.4。

5.6 报告指定频率下介电常数和损耗的平均值。

6.0 注释

6.1 正确地校准和操作仪器, 以获得对介电常数和损耗值的准确测量。试样的适当制备对本方法获取有用数据非常重要。根据仪器制造厂商的说明对材料分析仪进行校准。HP1291中开发了全自动程序, 使得校准和设置更为容易(见6.6)。

6.2 随着频率的增大, 介电常数会轻微减小。如果频率从20MHz到1.2GHz数值大大增加或减少超过0.2个单位, 应将试样在夹具中重新放置, 再测量一次(检查电极之间是否有尘屑, 用空气吹出)。

6.3 使用特制的夹具放在温度试验箱时, 用该仪器可在非室温的温湿度条件下测试。当在可能出现冷凝水污染电极的情况下使用此夹具进行测试时, 必须使用温度试验箱, 因这种污染会导致测试结果失真。

6.4 夹具施加给试样的压力对介电常数和损耗值有影响, 特别是对于未覆金属的试样。压力过小会减少电极和试样的接触面积而产生间隙, 从而导致错误的测量结果。压力过大时, 试样厚度减小, 测量值因厚度变化而发生错误。边调压力边做测试会使试验人员摸索到一个压力定值, 此时测量值不受该施加压力的影响。

6.5 HP1291材料分析仪和相关的夹具及校准工具可向惠普(800)1524841购得。

6.6 自动校准和运行参考程序

该自动校准和运行参考程序是为HP1291A而开发的,

并已作为参考方法出版。尽管本文中列出的程序已被测试及使用, 但在此“仅作为参考”。

6.6.1 使用自动程序

打开分析仪驱动器中的程序/校准磁盘, 显示器会显示开始按使用说明进行校准。HP1291的校准有效性持续约24h。此后, 仪器开始漂移, 数值随着时间的推移稍有增大。因此每天应至少进行6.6.1.1~6.6.1.0的校准程序一次。在校准过程中, 每一步可以通过显示器上的扫描线进行观察。噪音和异常的扫描线表示有外部干扰。如果有噪音, 校准程序应终止, 重新进行。定期(每星期)清清测试头上的电极、标准物和夹具接头与电极, 并吹干。

6.6.1.1 主机应至少预热和稳定30分钟。

6.6.1.2 当主机进行频率扫描时, 输入开始和停止的频率(单位MHz)(单点频率试验使用接近开始/停止的频率, 要在目标频率的 $\pm 5\%$ 之内)。

6.6.1.3 按显示器提示, 将OS(开路)校准标准物放置在测试头上, 按主机键盘上的RETURN键或主机的“X1”键。

6.6.1.4 按显示器提示, 将 0Ω (短路)校准标样放置在测试头上, 按主机键盘上的RETURN键或主机的“X1”键。

6.6.1.5 按显示器提示, 将 50Ω (短路)校准标准物放置在测试头上, 按主机键盘上的RETURN键或主机的“X1”键。

6.6.1.6 按显示器提示, 按照仪器生产厂商的说明, 将HP16453A测试夹具或类似物安装在测试头上。

6.6.1.7 按显示器提示, 开启夹具并锁定, 按主机键盘上的RETURN键或主机上的“X1”键。

6.6.1.8 按显示器提示, 短接夹具, 按主机键盘上的RETURN键或主机上的“X1”键。

6.6.1.9 将纯PTFE试样装入夹具中, 并使其与电极接触紧密, PTFE试样不得与夹具背面接触。然后, 按主机键盘上的RETURN键或主机上的“X1”键。抽出PTFE标准物, 重新检验。介电常数应在 ± 0.01 或 ± 0.02 范围内。如果不是这样, 重新校准夹

编号: 2.5.5.9	项目: 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	日期: 11/98
版本:		

具。如果还不行, 从头开始做重复校准。

6.6.1.10 按第5节测试试样。

6.6.2 下列校准/测试程序是为HP4291A开发的最新版本。使用文本编辑程序(非嵌入式编码)将该程序编入DOS格式盘中, 并取名“AUTOST”。将盘插入系统并打开(如果您有改进单, 请寄回IPC)。程序盘将进行校准和配置仪器屏幕, 显示出两个窗口, 上面窗口为介电常数, 下面窗口为损耗因数。按6.3.1.2向两个窗口输入频率范围。如果行不通, 返回6.6.1.2重复步骤。

程序:

```

100 | ---在第1610行和2600行设置PTEF厚度---
110 | ---在第2580行设置PTEF介电常数---
120 | ---在2590行设置PTEF损耗因数---
130 | ---
200 | ---将该程序保存为DOS格式
210 | ---使用文本编辑器制作盘(100-5000行)
220 | ---程序名称“AUTOST”, 无扩展名
230 | ---将盘插入系统并打开
240 | ---程序自动运转至复位
250 | ---系统使用新频率范围, 按“STOP”
260 | ---在系统正面“开始”
270 | ---如果需要重新校准请回答“YES [1]”
280 | ---提示时
290 | ---
1000 | ---测试系统初始化---
1010 ASSIGN @Hp4291 TO 800
1020 Scode=8
1030 CLEAR @Hp4291
1040 ABORT Scode
1050 OUTPUT @Hp4291;"DISP:ALL BST"
1070 !
1100 | ---校准状态检查---
1110 OUTPUT @Hp4291;"SENS:CORR1?"
1120 ENTER @Hp4291;Stat
230 IF Stat THEN

```

```

1130 INPUT "RE-CALIBRATE NOW? [1] Yes; [0]
      No [RETURN OR x1]", Ans$
1140 IF Ans$ <> "1" THEN GOTO Test_loop
1150 END IF
1160 !
1200 | ---输入开始/停止频率---
1210 INPUT "Enter Start Frequency in Mhz,
      [RETURN OR x1]", A
1220 B=A*1000000
1230 OUTPUT @Hp4291;"SENS:FREQ:STAR";B
1240 INPUT "Enter Finish Frequency in Mhz,
      [RETURN OR x1]", A
1250 B=A*1000000
1260 OUTPUT @Hp4291;"SENS:FREQ:STOP";B
1270 !
1300 | ---设置记录---
1310 OUTPUT @Hp4291;"STAT:INST:ENAB 256"
1320 OUTPUT @Hp4291;"*SRE 4"
1330 !
1400 | ---设置内部触发入口, 连闭---
1410 OUTPUT @Hp4291;"TRIG:SOUR INT"
1420 OUTPUT @Hp4291;"INIT:CONT OFF"
1430 !
1500 | ---设置固定/用户计算模式---
1510 OUTPUT @Hp4291;"SENS:CORR1:COLL:FPO
      USER"
1520 OUTPUT @Hp4291;"SENS:CORR2:COLL:FPO
      USER"
1530 !
1600 | ---在1610行设置PTEF标称厚度, m---
1610 OUTPUT @Hp4291;"CALC:MATH1:DIM1
      0.00075"
1620 !
1700 | ---测试类型: 介电常数和损耗因数---
1710 OUTPUT @Hp4291;"DUAM DRLT"
1720 !
1800 | ---格式线, Y轴线---

```

编号: 2.5.5.9	项目: 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	日期: 11/98
版本:		

```

1810 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC:Y:SPAC
    LIN"
1820 !
1900 ! ---扫描设置---
1910 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:SWE:SPAC LOG"
1920 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:SWE:TIME:AUTO
    ON"
1930 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:SWE:POIN 256"
1940 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:SWE:DWEL1:
    AUTO ON"
1950 !
2000 ! ---频道1安装---
2010 OUTPUT @Hp 1291;"INST CH1"
2020 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:FORM REAL"
2030 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:STAT ON"
2040 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:Y:BOTT 1"
2050 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:Y:TOP 12"
2060 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:ON""
    TR1""""
2070 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:Y:XPOS
    1MHZ"
2080 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:MST ON"
2090 !
2200 ! ---频道2安装---
2210 OUTPUT @Hp 1291;"INST CH2"
2220 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:FORM LTAN"
2230 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:STAT ON"
2240 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:Y:BOTT -
    0.5"
2250 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:TRAC1:Y:TOP 1.5"
2260 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:ON""
    TR1""""
2270 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:Y:XPOS
    1MHZ"
2280 OUTPUT @Hp 1291;"CALC:EVAL:MST ON"
2290 OUTPUT @Hp 1291;"INST CH1"
300!
2400 ! ---平均值设置---
2410 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:AVER1 ON"
2420 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:AVER1:COUN 10;
    STAT ON"
2430 !
2500 ! ---选择16453A夹具和补偿器---
2510 ! ---在2580行设置PTEF标准介电常数---
2520 ! ---在2590行设置PTEF标准损耗因数---
2530 ! ---在2600行设置PTEF标称厚度, m---
2540 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:FORM ULOW"
2550 OUTPUT @Hp 1291;"DISP:ALL BST"
2560 OUTPUT @Hp 1291;"SYST:FIXT HP16453"
2570 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:CKIT2
    TEFL"
2580 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:CKIT2:
    STAN6:PRE 2.1"
2590 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:CKIT2:
    STAN6:PLF 0.0001"
2600 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:CKIT2:
    STAN6: THIC 0.00075"
2610 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:CKIT2:
    SAVE"
2620 !
2700 ! ---开启标准测试---
2710 ON INTR Scode GOTO Open_end
2720 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
2730 ENTER @Hp 1291;Opc
2740 INPUT "CONNECT OPEN (OS) STANDARD,
    THEN PRESS [RETURN OR x1]",A$
2750 ENABLE INTR Scode;2
2760 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR1:COLL
    STAN1"
2770 Wait_open:GOTO Wait_open
2780 Open_end:!
2790 !
2900 ! --- SHORT STANDARD MEASUREMENT---
2910 ON INTR Scode GOTO Short_end

```

编号: 2.5.5.9	项目: 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	日期: 11/98
版本:		

```

2920 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
2930 ENTER @Hp 1291:Opc
2940 INPUT "CONNECT SHORT (0 OHM)
      STANDARD, THEN PRESS [RETURN OR
      X1]",AS
2950 ENABLE INTR Scode;2
2960 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR1:COLL
      STAN2"
2970 Wait_short:GOTO Wait_short
2980 Short_end!:
2990 !
3100 | --- 50 OHM LOAD STANDARD
      MEASUREMENT ---
3110 ON INTR Scode GOTO Load_end
3120 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
3130 ENTER @Hp 1291:Opc
3140 INPUT "CONNECT 50 OHM STANDARD,
      THEN PRESS [RETURN OR x1]",AS
3150 ENABLE INTR Scode;2
3160 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR1:COLL
      STAN3"
3170 Wait_load:GOTO Wait_load
3180 Load_end!:
3190 !
3300 | --- 储存系统的校准 ---
3310 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR1:COLL:
      SAVE"
3320 !
3330 | --- 系统校准结束 ---
3340 !
3400 | --- 开始 16 153A 夹具测试 ---
3410 ON INTR Scode GOTO Open_end1
3420 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
3430 ENTER @Hp 1291:Opc
3440 INPUT "CONNECT FIXTURE AND LOCK GAP
      OPEN, THEN PRESS [RETURN OR x1]",AS
3460 ENABLE INTR Scode;2
3470 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:COLL
      STAN4"
3480 Wait_open1:GOTO Wait_open1
3490 Open_end1!:
3500 !
3600 | --- 16 153A 夹具短接测试 ---
3610 ON INTR Scode GOTO Short_end1
3620 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
3630 ENTER @Hp 1291:Opc
3640 INPUT "CLOSE AND SHORT FIXTURE GAP,
      THEN PRESS [RETURN OR x1]",AS
3650 ENABLE INTR Scode;2
3660 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:COLL
      STAN5"
3670 Wait_short1:GOTO Wait_short1
3680 Short_end1!:
3690 !
3800 | --- 16 153A 下测试 PTFE ---
3810 ON INTR Scode GOTO Load_end1
3820 OUTPUT @Hp 1291;"*CLS;*OPC?"
3830 ENTER @Hp 1291:Opc
3840 INPUT "PLACE TEFLON STANDARD INTO
      FIXTURE, THEN PRESS [RETURN OR x1]",AS
3850 ENABLE INTR Scode;2
3860 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:COLL
      STAN6"
3870 Wait_load1:GOTO Wait_load1
3880 Load_end1!:
3890 !
1000 | --- 夹具补偿存储设置 ---
1010 OUTPUT @Hp 1291;"SENS:CORR2:COLL:
      SAVE"
1020 !
1030 | --- 用数据盘替换程序盘 ---
1040 INPUT "Replace Program with Data Disk,
      [RETURN OR x1]",AS
1050 !

```

编号: 2.5.5.9	项目: 1MHz ~ 1.5GHz下的介电常数(平行板法)	日期: 11/98
版本:		

```

4100 ! ---介电常数测试环节---
4110 Test_loop: !
4120 OUTPUT @Hp1291;"INIT:CONT OFF"
4130 Sweep1_Begin: !
4140 INPUT "Place Sample In Fixture, Enter
      Thickness In mm. [RETURN OR x1]";A
4150 B=A/1000
4160 OUTPUT @Hp1291;"CALC:MATH1:DIM1 ";B
4170 ON INTR Scode GOTO Sweep1_end
4180 OUTPUT @Hp1291;"STAT:INST:ENAB 1"
4190 OUTPUT @Hp1291;"*SRE F"
4300 OUTPUT @Hp1291;"*CLS;*OPC?"
4310 ENTER @Hp1291:Opc
4320 OUTPUT @Hp1291;"ABOR"
4330 ENABLE INTR Scode:2
4340 OUTPUT @Hp1291;"INIT"
4350 Waiting:GOTO Waiting
4360 Sweep1_end: !
4370 !
1100 ! ---数据存储---
1110 INPUT "SAVE DATA? |1| Yes: |0| No
      [RETURN OR x1]";Ans$
1120 IF Ans$<>"1" THEN GOTO Sweep1_Begin
1130 INPUT "Input Job Number [RETURN OR
      x1]";Job$
1140 OUTPUT @Hp1291;"MMEM:STOR:DINT:
      TRAC SEL, """:Job$,""", ""DISK"":"
1150 GOTO Sweep1_Begin
4460 ! ---终止测试环节---
4470 !
5000 END

```



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.6	
Subject 刚性印制板材料的击穿电压	
Date 05/86	Revision B
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法叙述了在频率为50-60Hz的标准交流电源下,当施加极高电压时刚性绝缘基材耐平行于板面(或在材料的板面上)击穿能力的测量方法。如同大多数电气性能一样,在大部分材料上获得的测定结果受含水量影响很大,因此采用不同的处理条件所获得的结果是不可比的。在其它介质,如空气中进行试验也不可取,因为空气的击穿电压很低。本方法基于ASTM D-229描述的试验方法。

2.0 引用文件

ASTM D-229 电气绝缘用刚性板材和片状材料标准试验方法。
ASTM D-149 固体电气绝缘材料在工频下击穿电压和介电强度标准试验方法。

3.0 试样

3.1 数量 测试四个试样,有规定时,沿增强材料的纵向和横向各取二个。
3.2 形状 试样尺寸约为76mm×50mm×层压板厚度,用剪切或锯的方法从样本上切取试样。在试样的长轴线上钻2个直径4.8mm的孔,并使其以短轴线对称,二孔间距 25.4 ± 0.25 mm。
3.3 部位 可在任何部位切取(在整张板上取样应距板边25mm以上)。
3.4 覆箔板 用蚀刻方法除去所有覆金属箔,在条件处理或试验前应充分清洗

4.0 试验装置/材料

4.1 高压击穿试验仪 一般最小50KV,10KV以下时额定功率0.5KVA;10KV以上时额定功率5KVA。带

有升压速率为500V/s的监控装置。

- 4.2 油槽** 盛装击穿电压大于规范要求的绝缘油。
注:绝缘油如Shell Dial Ax可以使用。邻苯甲酸二丁酯也可以使用,但它会引起塑料槽使用的胶粘剂失效。
- 4.3 锥形电极装置** 采用二个美国标准3"锥针。
注:锥针端头呈圆形,以减少在油中击穿的可能性。
- 4.4 高压测试导线** 其额定耐压应高于测试仪。
- 4.5 恒温水浴** 盛装蒸馏水,能保持 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 。
- 4.6 烧杯或水盘** 盛装室温蒸馏水。
- 4.7 支架** 放在水浴内支撑试样,(试样所有表面均浸入水中)
- 4.8 计时器** 0-60秒
- 4.9 无绒毛纸巾**

5.0 程序

- 5.1 预处理** 除另有规定外,试样应在 $50 \pm 2^\circ\text{C}$ 的蒸馏水中处理保持 $18 \pm 2/-0$ h,然后将试样浸入室温蒸馏水中最短30min,最长1h。在含水量基本不变的情况下使试样达到温度平衡
- 5.2 试验条件** 试验在室温($23 \pm 5^\circ\text{C}$)下进行,因为该测试在油中进行,相对湿度对试验的影响不大
- 5.3 设备调节**
- 5.3.1** 调节高压测试仪的变压器到某一位置(多数为手工调节),使其能满足在击穿时要求的电压和电流。
- 5.3.2** 设定试验升压速率为500V/s。
- 5.4 试验**
- 5.4.1** 从室温的水中取出预处理的样品,用无绒毛纸

编号: 2.5.6	项目: 刚性印制板材料的击穿电压	日期: 05/86
版本: B		

巾擦干。

5.4.2 将第一块试样插入夹其中, (从试样两面插入锥形电极)。并将试样夹浸入油槽内。

5.4.3 接线 一个锥形电极接高压线, 另一个锥形电极接地线。

5.4.4 启动测试仪, 以500V/s的速率升压, 观察试样, 直至击穿。

5.4.5 记录击穿时的电压, 如有可能, 应使用数据贮存装置。

注: 如油出现击穿, 而试样未有明显损伤, 建议用同一试样重试, 如试样仍不击穿而油击穿, 则油应过滤或更换。

5.4.6 确定起始电压, 对同一样本的其余试样按表进行逐级升压试验。

表 1 逐级升压试验的电压增量

击穿电压,KV	每级电压增量,KV
12.5 以下	0.5
12.5 -50	1.0
25-50	2.5
50-100	5
100以上	10

5.4.7 将高压测试仪转为手动状态或编程的逐级升压法, 从水浴取出第二块试样, 擦干, 插入电极夹其中。

5.4.8 将电压置于瞬时击穿值的50%(每级加或减该值)。施加电压60秒。

5.4.9 如未击穿, 按表1逐级升压, 直至材料击穿或达到设备的击穿容量或油被击穿为止。记录击穿电压, 精确至1KV。如材料未击穿, 则记录为“NB”。

注: 如果没有达到材料规范要求的最小值, 而且材料也没有发生击穿。则应更换或过滤油。

5.4.10 其余试样重复5.4.7至5.4.9程序进行试验。

5.5 计算

5.5.1 计算三个试样逐级升压法的算术平均值, 圆整后精确至1KV。即使有试样未击穿, 也可使用最大的单个击穿电压值来计算平均值。

注: 对量程内所有值如仪器上测量仪表的精度不在5%内, 应作校准, 用最后校准值对每个读数进行修正, 以确定其实际的介质击穿值。

5.6 报告

5.6.1 如所有试样击穿, 报告介质击穿电压的平均值, 例如: 85KV 平均值。

5.6.2 如有一个或两个试样未击穿, 报告平均值时, 在数值后加“+”号, 例如:82+KV, 平均值, 2NB。

5.6.3 如所有试样未击穿, 报告油击穿的最小值, 例如: 75+ KV, NB。

5.6.4 报告测试中的任何反常现象或与所述方法的任何差异或偏离。

6.0 注释

6.1 钻孔不当对材料击穿结果有不良影响, 推荐使用锋利钻头和高速钻孔, 以防止材料烧伤或孔壁粗糙。

6.2 本方法采用的电压对人有生命危险, 高压测试仪必须按照制造厂的使用说明书进行安装和操作。如试验室不是全封闭并有安全锁, 在进行试验时更需格外小心。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.6.1	
Subject 聚合物阻焊剂及敷形涂层的介电强度	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

介电强度试验(也称作高电压〔Hi-pot〕、超电压或电压击穿试验)是在一个元件隔离点之间或隔离点与接地之间施加规定时间的电压。这用来证明元件在该额定电压下能安全工作和能承受由于开关或电压波动及其它情况引起的瞬间超压。

2.0 适用文件

IPC-SM-810 印制电路用永久性聚合物涂层(阻焊膜)的鉴定和一致性

IPC-CC-8330 印制电路组件上永久性敷形涂层的鉴定

MIL-P-13949 印制线路板用覆金属塑料层压板

3.0 试样

3块102mm×102mm单面覆铜箔(1盎司[标称值为0.0014英寸])环氧玻璃基材,其铜箔表面具有聚合物膜试样(见试样的制备5.1)

4.0 设备

4.1 试验高压测试仪 能达到500Vdc/秒,直至最少到100000Vdc(见第6条)

4.2 ASTM直径2英寸的标准电极,其倒圆为6.4mm(1/4英寸)

5.0 程序

5.1 试样制备

5.1.1 从基板上选取试样,切成102mm×102mm(4英寸×4英寸),并轻轻磨光各边。

5.1.2 若用双面覆铜箔板材料,则应蚀刻去掉一面的铜箔。

5.1.3 用聚合物生产商推荐的方法在施加聚合物涂层之前彻底清洗铜箔表面。

5.1.4 将聚合物材料的膜施加到覆铜箔表面中部76.2mm×76.2mm(3英寸×3英寸)的区域,膜的最基本要求是无针孔

5.1.5 用生产商推荐的方法固化有机涂层。

5.2 试验

5.2.1 用夹子夹住铜箔和基材而使试样接地,小心不要把夹子伸向聚合物涂层。

5.2.2 把正极放到被测试板上的中部,被测聚合物膜将电极与夹子形成电隔离,不会通电。

5.2.3 接通高压测试仪,以每秒500V增量升压,直到试验超过要求值或发生击穿。

5.3 评定 用击穿电压除以聚合物膜厚(精确到0.001")得到介电强度,按V/mil记录其结果。

6.0 说明

6.1 建议测试电源型号为: HD-110(可以Hipotronics Ins·brewster, NY10509)或等效装置

6.2 必须安全作业,高压危险。

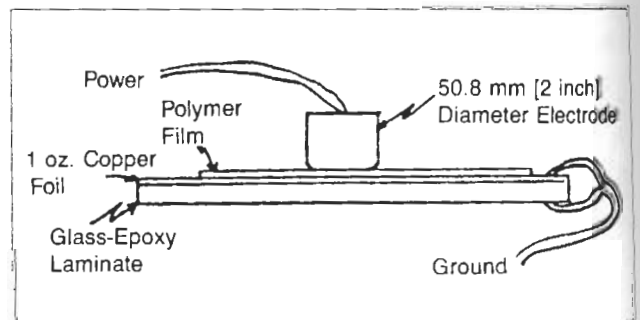


图 1



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.6.2	
Subject 刚性印制板材料的击穿强度	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法规定了在频率为50-60Hz的标准交流电源下绝缘材料经受短时高压时，垂直于板面的击穿能力的评定方法。

1.1 适用性和数据应用 本方法适用于厚度3.2mm以下的材料，对于大于0.51mm的材料，其他方法，如击穿电压法通常用于测试材料的电气综合性能。本试验结果受含水量的影响很大，因此采用不同的预处理条件所获得的结果是不可比的。本方法采用绝缘油介质，以防止在小的试样上产生飞弧，其结果也不能与在空气中进行的试验相比。本方法试验结果不能用于评定超薄覆箔板的绝缘性能。本方法的测试值对其它特定材料通常随试样厚度的增加而减小。本方法基于ASTM D-149所述的试验方法。

2.0 引用文件

ASTM D-119 固体电气绝缘材料工频介质击穿电压和击穿强度标准试验方法。

3.0 试样

3.1 数量 除非另有规定，应制备三个试样。

3.2 形状 试样尺寸为 (100±25)mm×(100±25)mm。尺寸要求不严格，只要求试样边缘不产生飞弧。

3.3 部位 可用任何方便的方法在板材的二边¹⁾和中心取样(在整张板上取样应距板边25mm以远)。

1)边：有增强材料的层压板试样沿增强材料纵向的两个边取样。

3.4 覆箔板 应用蚀刻方法除去所有覆金属箔，在处理或试验前应充分清洗。

3.5 预浸材料 预浸材料必须完全固化。一般情况

下，为了比较预浸材料，推荐用二层预浸材料层压作为单层覆盖和类似产品使用的，推荐单层层压。

4.0 试验装置/材料

4.1 高压击穿试验仪 最小25KV，具有适当的额定电流²⁾，带有升压速率为500V/s的监控装置和一只电压表，其示值误差在整个实际击穿电压范围(一般1-20KV)应在5%以内。

2)电流容量，一般最好为10mA。

4.2 油槽 盛装绝缘油。³⁾

3)绝缘油：Shell Dial AX绝缘油合适，其击穿电压可达100KV。

4.3 试验电极 直径50.8mm，电极边缘半径6.35mm，上电极以其重量施加50±2g负荷(在空气中)。

4.4 高压测试导线 其额定耐压高于测试仪。

4.5 千分尺 最小分度值0.0025mm。

注：厚度小于0.13mm材料的测试精度在很大程度上取决于试验的测量精度。

4.6 恒温水浴 盛装蒸馏水，能保持50±2℃。

4.7 大烧杯或水槽 盛装室温蒸馏水。

4.8 支架 放在50℃水浴内支撑和分隔试样。

4.9 无绒毛纸巾

5.0 程序

5.1 预处理 除另有规定外，试样应在50±2℃的蒸馏水中保持48+2/-0h。然后将试样浸入室温蒸馏水水中最短30min最长4h，以使试样在含水量基本不变的情况下达到温度平衡。

5.2 试验条件 试验在室温(23±5℃)下进行，相对湿度对在油中进行的试验影响不大。

编号: 2.5.6.2	项目: 刚性印制板材料的击穿强度	日期: 08/97
版本: A		

5.3 设备调节

5.3.1 按照制造厂的说明书要求调节高压测试仪,使其电压范围满足材料试验要求。

5.3.2 设定试验升压速率为500V/s。

5.3.3 接线(如无固定连线)。使一个电极接高压,另一个电极接地。

5.4 试验

5.4.1 从室温的水中取出预处理的样品,用无绒毛纸巾擦干。

5.4.2 测定并记录试样每个边距边缘25mm中点处的厚度。

5.4.3 将试样插入夹具中心,以防止飞弧。

5.4.4 启动测试仪,以500V/s的速率升压,观察击穿时测试仪指示的电压值。

5.4.5 记录击穿电压,10KV以上时精确到0.1kV,低于10kV时,至少精确到5%。

5.4.6 从油介质中取出试样,检查是否击穿。如果不明显,重新插入试样,注意对准中心,按5.4.4和5.4.5进行。

注:如出现飞弧应使用较大尺寸的试样或更换新油。

5.4.7 按5.4.1至5.4.6程序测试其余二块试样。

6.0 计算

6.1 以所测四点厚度计算每个试样的平均值作为该试样厚度。

6.2 以厚度(mm)除以击穿电压(KV)求出每个试样的击穿强度(kV/mm)。例如:

$$ES=6.8kV/0.127mm=53.54kV/mm$$

6.3 通过每个试样的单个击穿强度,求出平均击穿强度,把平均值圆整后精确至0.4kV/mm。

6.4 如果任一试样的击穿强度低于规范中的最小值,则按下式计算其符合要求的百分比。

$$ES_{min}=\text{最低值}/\text{规范值} \times 100\%$$

如:最低值为26.3kV/mm,规范值为29.5kV/mm

$$\text{则} ES_{min}=26.3/29.5 \times 100\%=89\%$$

7.0 报告

7.1 报告击穿强度的平均值,以kV/mm表示,精确至0.1kV/mm。

7.2 如最小值低于规范要求的平均值,报告该值为规范要求值的百分比。

7.3 报告被测材料实际厚度范围,包括单个最大值和最小值。

7.4 报告测试中的任何反常现象或与所述程序的任何差异或偏差。

8.0 注释

8.1 本方法可改为在空气介质中测试,以更接近正常环境。但除非对电极给予有效保护,否则在空气中会发生击穿。

8.2 为测试薄于0.13mm的覆铜板,建议在尺寸为100×100mm的试样上蚀刻直径为50mm的圆电极,电极可以稍大,以确保对正。

8.3 测试试样厚度时,对可压缩材料应施加172KPa的标准压力。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.7	
Subject 印制线路材料的介质耐电压	
Date 12/87	Revision B
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

介质耐电压试验(也称高电压、超电压、击穿电压或介电试验)是在组件的相互绝缘部位间,或被绝缘部位与地之间施加比临界电压高的电压并持续一段规定的时间。该试验用来证明组件在其临界电压和承受由于开关、电压波动及其它类似现象而引起的瞬时过电压情况下能安全地工作。虽然该试验常被称作击穿电压或介电强度试验,但本试验不打算用于绝缘击穿或探测放电,而是用于测定组件的绝缘材料和绝缘间距是否足以合适。

2.0 适用文件

- 2.1 IPC-ML-950 刚性多层印制板性能规范
- 2.2 IPC-TM-650 方法5.8.1节

3.0 测试样本

按《试验方法手册》的方法5.8.1节的试验图形的试验图形“A”。

4.0 仪器

4.1 测试仪 漏电测量装置, 高压电源, 不低于5000V(有效值或直流), 测量精度5%。

5.0 样本准备

5.1 准备

- 5.1.1 采用标准锡焊技术, 用SN60的焊料, 将引线焊接到试验板测试点上。
- 5.1.2 清洗残留焊剂, 再将测试仪的高压引线端与高压电源相连。

5.2 试验

- 5.2.1 尽可能均匀地将电压从0升到规定的值, 除非另有规定, 其速率约每秒100V(有效值或直流)。
- 5.2.2 将规定的试验电压保持一段时间, 鉴定试验的保持时间为60秒。
- 5.2.3 对于厂内质量一致性检验, 在采用可能更高的相关试验电压时, 可减少加压时间。
- 5.2.4 试验经完成, 应逐渐减小试验电压, 避免波动。
- 5.3 评定检测导线间或导线与安装的金属件之间是否有飞弧或击穿。

6.0 注释

- 6.1 按IPC-MI-950 三级采用1000伏, 二级采用500伏。
- 6.2 按用户选择, 试验电压可采用在工厂做质量一致性检验时的瞬时施加电压法。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.5.10	
Subject 多层印制电路板层间绝缘电阻	
Date 12/87	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用于测试在循环和经过循环的层间介电材料的电阻。

2.0 适用文件

IPC-ML-950 多层印制电路板

IPC-TM-650 章节5.8.3

3.0 测试样板

在本手册5.8.1部分测试图形中的试样A

4.0 仪器或物料

4.1 测试温室 测试室可以保持65°C(145°F)到-10°C(+14°F)、湿度95%。

4.2 兆欧姆表 欧姆表可发送100伏特直流电压，并可读出1到30000兆欧姆电阻。

4.3 振荡系统 仪器有0到25.4mm的显示屏，频率从5变到60Hz。

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 用标准安装方式将代表生产板的测试试板装在标准位置。

5.1.2 循环前在室温条件下测量并记录最初电阻测量

5.1.3 使每一样板经过图1的10个循环

5.2 测试

5.2.1 完成第五和第十次循环后，进行测量，用100±10%伏特电压充电一分钟。

5.2.2 从温室移出后15分钟进行测量。

5.2.3 检查测试试板上点1和2，2和3，3和4。

6.0 注意事项

对IPC-ML-950等级3要求直流电压，等级1、2使用交流电压。

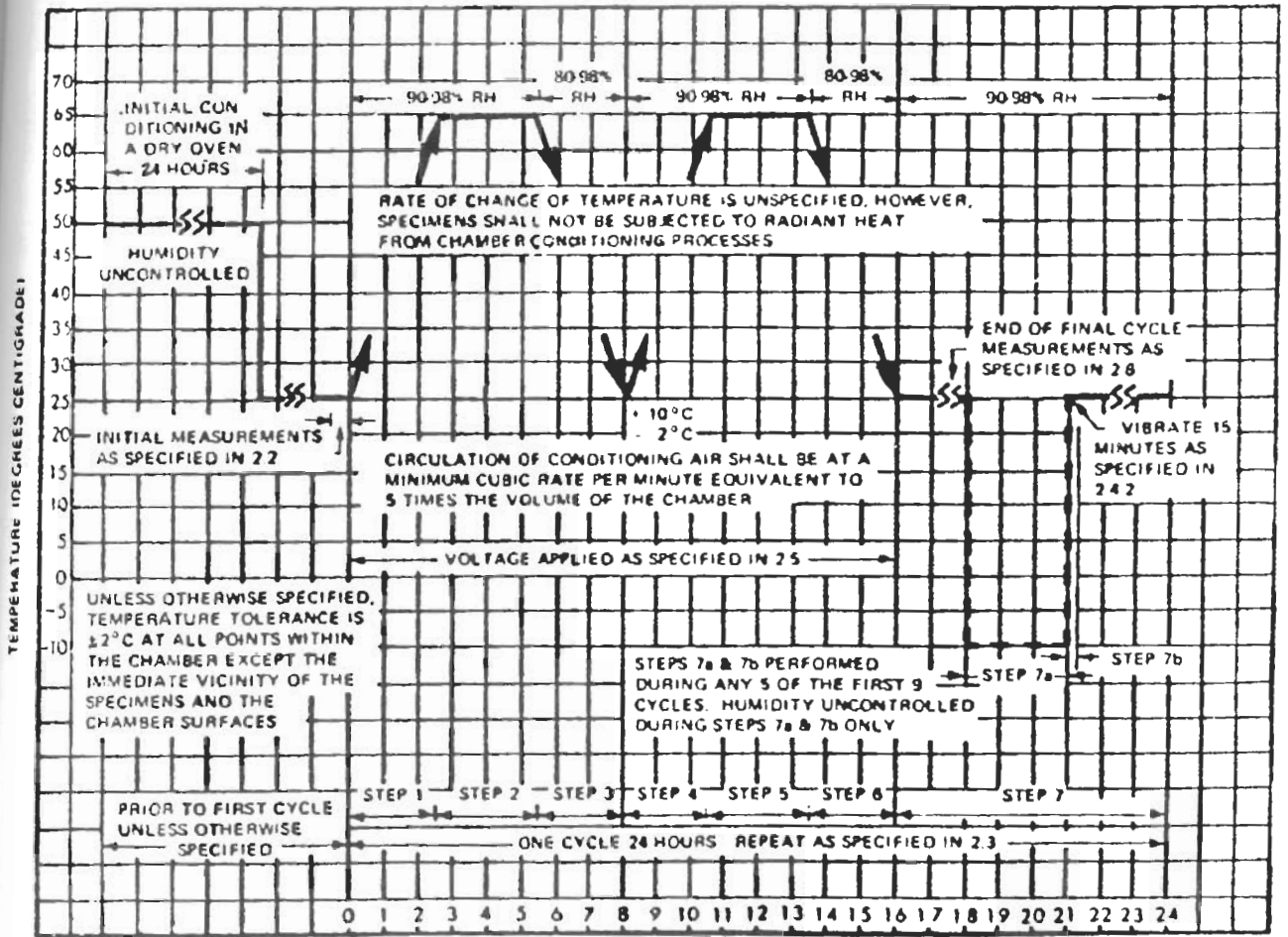


图 1 Graphical representation of moisture-resistance test



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.5.11	
Subject 多层印制电路板层内绝缘电阻	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用于测试导线间介电材料的电阻，包括在循环和经过循环的镀通孔(PTH)层内

2.0 适用文件

IPC-TM-650 测试方法手册

5.8.3 剥离强度测试图形

2.5.10 多层印制电路板层内绝缘电阻

3.0 测试样板

在本手册5.8.3部分测试图形中的试样H。

4.0 仪器或物料

4.1 测试温室 测试室可以保持65°C(145°F)到-10°C(+14°F)，湿度95%。

4.2 兆欧姆表 欧姆表可发送100伏特直流电压，并可读出1到30000兆欧姆电阻。

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 用标准装配方式将代表生产板的测试试板装在标准位置

5.1.2 循环前在室温条件下测量并记录最初电阻测量。

5.1.3 使每一样板经过图1的10个循环(见IPC-TM-650方法2.5.10)。

5.2 测试

5.2.1 完成第五和第十次循环后，进行测量，用 $100 \pm 10\%$ 伏特电压充电一分钟。

5.2.2 从温室移出后15分钟进行测量

5.2.3 检查测试试板上点1和1'，2和2'，3和3'，4和4'。

6.0 注意事项

对IPC-TM-650方法2.5.10等级A要求直流电压，等级B使用交流电压。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.5.12	
Subject 多层印制电路板连接电阻	
Date 04/73	Revision
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本测试方法用于测试多层电路板的电阻。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

测试试板 "G"

4.0 仪器或物料

4.1 一部四个接线端的开尔文桥或相当设备。

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 测量在样板G行A或E任意两相邻孔间电阻，除了孔A5&6, E3, I, H和H2(见图1)。

5.1.2 选择孔中参照图A正确焊接到测试仪器的四个端点。

5.1.3 对五对孔单独重复这样测试。

5.2 评定

记录并报告所有电阻值。

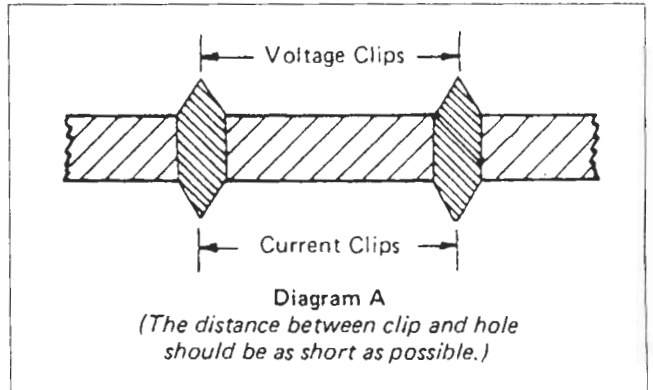


图 1



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.14	
Subject 铜箔电阻率	
Date 08/76	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

1.1 目的 本试验方法规定了测量铜箔电阻的程序。该方法适用于测量电阻为0.00001Ω(10μΩ)以上试样,电阻测量精度误差不大于±0.3%。

1.2 定义

电阻率: 单位长度和单位横截面积或单位质量内导体的电阻。体积电阻率通常表示单位长度和单位横截面积的理想导体的电阻。以欧姆来表示(英制单位为欧姆·密耳/英尺,米制单位为Ω·mm²/m)。可用下式计算:

$$P=(A \cdot R)/L$$

式中:

P—体积电阻率, Ω·mm²/m

A—横截面积mm²

L—标距长度,用于测量R, m

R—所测电阻, Ω

质量电阻率: 用于表示单位长度和单位质量理想导体的电阻。计算质量电阻率的方法,基于试样的电阻、长度及质量测量。试样规定见注释2。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

试样应具有以下特征

- (1)电势接触点间受试长度的电阻至少为0.00001Ω(10μΩ);
- (2)测试长度至少为1英尺或30cm;
- (3)厚度、宽度或其他尺寸适合于电阻测试仪器的限定范围;
- (4)正常视力观察不到表面损伤、缺陷,基本无表面

氧化物、污物、油脂;

(5)无接头或拼接。

4.0 仪器

4.1 试验机

4.1.1 如果试样的电阻小于1Ω,用开尔文型(Kelvin-Type)双电桥或电位仪

4.1.2 如果试样的电阻大于1Ω,应使用单臂(惠斯登)电桥。

4.1.3 适用时,也可用环型电桥。

4.2 环境 当测量不在参考温度下进行,可采用适当的温度差校正为以下参考温度的电阻:

$$R_r = R_t / [1 + rT(t - T)]$$

式中:

R_r—在参照温度(T)的电阻;

R_t—在测量温度(t)下测量的电阻;

rT—在参考温度(T)下,已知的或给定所测试样电阻的温度系数;

T—参照温度;

t—测量温度;

注:上式中参数T随电导率和温度变化而变化,对于电导率为100%的铜,参照温度为20℃时,T值为0.0039。下表2列出铜的温度系数。

5.0 程序

5.1 准备

5.1.1 所有试样的尺寸和质量的测量应精确到0.05%以内。

5.1.2 试样横截面积用测微仪测量,进行多次测量,使平均横截面积的偏差在±0.1%之内。

5.1.3 在某些情况下,试样的尺寸小于2.54mm,测

编号: 2.5.14	项目: 铜箔电阻率	日期: 08/76
版本: A		

表 2 电子材料的密度和电阻温度系数

IACS 导电率%	20°C时的 密度g/m ³	20°C时电阻 温度系数
100	8.89	0.00393
98.4	8.89	0.00387
98.16	8.89	0.00386
97.8	8.89	0.00384
97.66	8.89	0.00384
97.1	8.89	0.00383
97.16	8.89	0.00382
96.66	8.89	0.00380
96.61	8.89	0.00380
94.16	8.89	0.003780
94.16	8.89	0.00370
93.15	8.89	0.00366

量达不到所要求的精度时，横截面积可由试样的长度、质量和密度确定。

5.1.4 当密度未知时，应首先在空气中称量试样的质量，然后在试验温度下，在已知密度的液体中称量试样的质量，为了避免因对流引起误差，试验温度应为室温。

5.1.5 用以下公式计算密度：

$$\delta = (W_a \times d) / (W_a - W_l)$$

式中：

δ —试样的密度，g/cm³；

W_a —空气中试样的质量，g；

W_l —液体中试样的质量，g；

d —在试验温度下液体的密度g/cm³。

5.2 试验

5.2.1 当使用电位引线时，在每个电势接触点之间和相应的电流接触点之间的距离至少应为试样横截面周长的1.5倍。

5.2.2 线圈电阻(在参照标准和试样间)应明显比参照标准和试样小，除非使用合适的引线补偿方法或已知引线和线圈比足够平衡，以使线圈电阻的变化不

降低到规定的电桥精度之下。

5.2.3 闭合电路电阻测量应精确至±0.15%。

5.2.4 在整个电阻测量时，测量电流会引起试样温度高于周围介质的温度，因此应小心保持较小的电流量和用足够短的时间，以使电阻的变化不被检流计测出。

5.2.5 为了减小因接触电势引起的误差，应读两次读数，一个为直流，一个为交流电流，必须顺序进行。

5.2.6 检查推荐的试验，转动试样使其两端位置颠倒，并重复试验。

5.2.7 为获得良好的电器接触，清洁试样的表面电流和电势接触点是必要的。

5.3 评价

5.3.1 参照试验

对于参照试验，报告应包括以下内容：

- 试样的标记；
- 材料的种类；
- 试验温度；
- 试样的受试长度；
- 获得横截面积的方法：测微计读数平均值或通过测量试样长度、质量、密度，计算其横截面积。
- 质量（如有用）；
- 测量电阻的方法；
- 电阻值；
- 参照温度；
- 在参照温度计算的电阻率值；
- 预先机械处理和热处理（因为材料的电阻率常取决于这些因素，应说明这些有用的信息）。

5.3.2 例行试验

对于例行试验，5.3.1条的项目仅适用于特殊或重要时，应予以报告。

6.0 注释

6.1 体积电阻率

体积电阻率用于替代质量电阻率和百分电导率。在

编号: 2.5.14	项目: 铜箔电阻率	日期: 08/76
版本: A		

20°C、10.38欧姆·圆密耳/英尺体积电阻率等效于国际退火铜标准(IACS)的100%的电阻率。即指长度为一英尺,截面积为1圆密耳的导体,具有与长度为1米、横截面积为1 mm²导体电阻相同。

6.2 质量电阻率

质量电阻率的英制单位为欧姆·磅/密耳²,米制单位为Ω·g/m²。质量电阻率计算公式如下:

$$P_w = W \cdot R / (L_1 \cdot L_2)$$

式中:

P_w—质量电阻率, Ω·g/m²;

W—试样的质量, g;

L₁—标距长度,用于测定R, m;

L₂—试样的长度, m;

R—所测电阻, Ω。

6.3 换算 电阻率和电导率的换算体积电阻率、质量电阻率及电导率不同单位之间的换算,可以用公式

和因数予以简化。表2列出了常用电导体材料的密度值。

6.4 密度 为了便于电阻率和电导率换算,列出铜材20°C时密度如表1所示。

表 1 铜相当的电阻率

20°C时IACS电导率, %	100
体积电阻率	
欧姆圆密耳/英尺	10.371000
欧姆·mm ² /m	0.017241
微欧·英寸	0.678790
微欧·厘米	1.724100
质量电阻率	
欧姆·磅/英里 ²	375.20
欧姆·克/米 ²	0.15328



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.16	
Subject 多层印制电路板内部的短路	
Date 11/88	Revision A
Originating Task Group Electrical Continuity Testing Task Group (7-32c)	

1.0 范围

本测试方法用于检测多层印制电路板内部的电路短路情况

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

在本手册5.8.4部分测试图形中的试样B或任意的成品电路板。

4.0 仪器或物料

4.1 电源——能提供100伏特直流电压

4.2 测量仪——能测量导体电阻的欧姆计

5.0 操作步骤

5.1 测试

5.1.1 测试可在室温下进行

5.1.2 在连接到地线层的金属化孔与未连接该层的孔之间加一个100伏特直流的极化电压。

5.1.3 测量这些点之间的电阻，并记录读数。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.5.17.1	
Subject 绝缘材料的体积电阻率和表面电阻率	
Date 12/94	Revision A
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

1.0 范围

本方法适用于在规定的湿度、温度及高温条件下测定覆箔或未覆箔层压板的表面电阻率和体积电阻率。

2.0 适应文件

ASTM-D-257 绝缘材料的直流(D-C)电阻或电导
IPC-TM-650

方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻法

方法2.3.7 氯化铁蚀刻法

方法2.3.7.1 氯化铜蚀刻法

方法2.6.3 刚性、刚挠和挠性印制板的吸水性和绝缘电阻

3.0 试样

3.1 层压板厚度大于或等于0.51mm时，除非另有规定，试样尺寸为(101.6±3.2)mm×(101.6±3.2)mm×板厚，对每个试验条件各准备三块试样。

3.2 层压板厚度小于0.51mm时，除非另有规定，试样尺寸为(50.8±1.6)mm×(50.8±1.6)mm×板厚，对每个试验条件各准备三块试样。

4.0 仪器装置

4.1 条件处理试验箱 能保持湿度 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $90 \pm 5/-0\%$ 。

4.2 条件处理试验箱 能保持IPC-TM-650方法2.6.3规定的温度和相对湿度。

4.3 空气循环式烘箱 能保持规定的温度，其偏差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

4.4 具有能测到 $10^{12}\text{M}\Omega$ 的电阻测量仪器 在其量程范围内，精度为 $\pm 5\%$ ，该仪器应具有对试样施加500V直流电的能力。

4.5 接线装置 用于湿度试验箱的电气连接(见1.1、1.2、1.3)，需用三根独立的电缆，每根电缆的中心导体与被测试样的三个电极之一连接。电缆的另一端引出箱外连接到测量仪的适当位置上，电缆中心导体绝缘层端部的屏蔽层应予修整并内连在测量仪器的保护柱上(见6.2所述)。

在条件处理期间，保持试样与试验箱中的气流方向平行

应特别注意选择夹具用材料，以保证测量仪器的读数不受影响。

4.6 测量工具 能够测量层压板的厚度，精确至0.0025mm。

4.7 制作试样导电图形的材料和装置。

4.7.1 导电银漆 DuPont 1817 或等效产品。

4.7.2 给试样涂漆用装置，如丝网

4.7.3 制作试样上电极测试图形的掩膜、夹具、光成像设备或其它等效装置。

4.8 符合IPC-TM-650方法2.3.6、2.3.7或2.3.7.1的蚀刻系统。

5.0 程序

5.1 试样准备

5.1.1 试样图形尺寸如尺寸表及图1、2、3所示，制作方法如下：

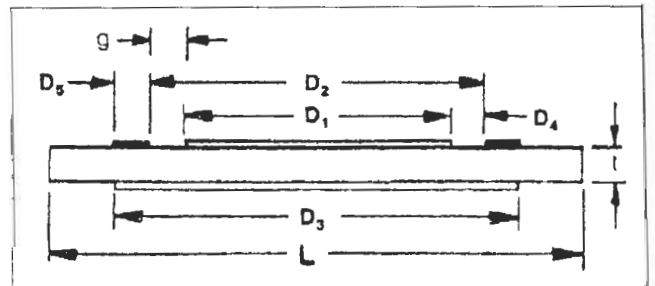


图 1

编号: 2.5.17.1	项目: 绝缘材料的体积电阻率和表面电阻率	日期: 12/94
版本: A		

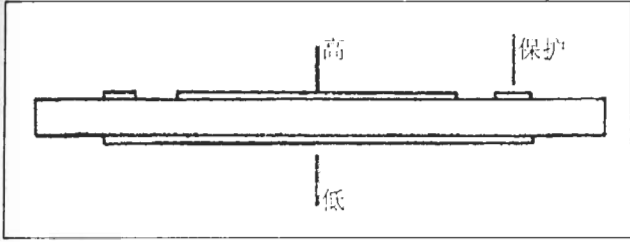


图 2

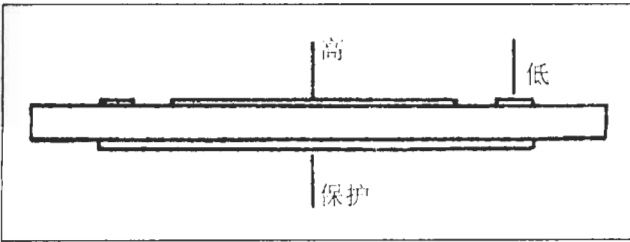


图 3

5.1.1.1 厚度小于0.51mm的覆箔板, 应该用感光成像制出导体的轮廓图形, 并按IPC-TM-650方法2.3.6、2.3.7或2.3.7.1进行蚀刻, 用导电银漆涂成电极(填充到轮廓中)。

5.1.1.2 厚度大于或等于0.51mm的覆箔板, 应按IPC-TM-650方法2.3.6、2.3.7或2.3.7.1进行蚀刻, 在蚀刻前可采用感光成像制作导体的轮廓图形, 用导电银漆涂成电极或用其它适合的试验图形制作系统制成电极。

5.1.1.3 在任何情况下, 均不能采用固体金属箔电极。除非是厚度小于0.51mm层压板的外电极, 在电极的边缘可以保留一小焊盘以使引线钎(锡)焊顺利。

5.1.2 如果采用钎焊技术, 则应使用合适的清洗方法去除焊剂和其它残余物。

5.2 处理

5.2.1 潮湿处理

5.2.1.1 厚度小于0.51mm的试样在电性能测量前应在温度 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $90 + 5/-0\%$ 下放置 $96 + 2/-0\text{h}$ 。

5.2.1.2 厚度大于或等于0.51mm的试样, 经受IPC-TM-650方法2.6.3中的5.1.3(译编者注: 原文为5.1.3, 但按已修订的方法2.6.3应为5.2.4.1)条规定的条件处

理10个循环;)译编者注: 原文为10个循环, 但按方法2.6.3规定应为20个循环。)在进行电性能测量期间, 试验箱应保持温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $90 + 5/-0\%$ 。

5.2.2 高温下的处理 试样应经受基于材料类型和规范要求规定的温度处理 $24 + 2/-0\text{h}$, 除非另有规定, 温度应为 $125 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.3 电性能测量 所有电性能测量都应在适当的处理箱中进行, 其处理条件按5.2的规定。

5.3.1 按5.2.1(译编者注: 原文为5.2.1, 按5.2和5.3各条全面理解, 应为5.2.1.1。)处理过的试样应在该条件处理2h内测定其体积电阻和表面电阻。

5.3.2 按5.2.2(译编者注: 原文为5.2.2, 按5.2和5.3各条全面理解, 应为5.2.1.2。)处理的试样, 其体积电阻和表面电阻的测量应在温度 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $90 + 5/-0\%$ 的条件下稳定1.5h以后开始, 并在2h内完成。

5.3.3 按5.3(译编者注: 原文为5.3, 按5.2和5.3各条全面理解, 应为5.2.2。)处理过的试样, 应在允许时间偏差2h内测定其体积电阻和表面电阻。

5.3.4 所有电性能测试都应在试样上施加500V直流电压并经 $60 + 5/-0\text{s}$ 稳定后读数。

5.3.5 测量体积电阻用4.5所述的电缆屏蔽系统, 按图2所示连接试样电极和电阻测量装置。

5.3.6 用同一试样测量表面电阻时, 试验电缆的连接如图3所示, 变更试样背面电极和外环与测量装置的连接。

5.4 试样厚度 每个试样应测量其未覆箔时的厚度, 每个试验条件下的试样厚度都应取其平均值。

5.5 计算

5.5.1 体积电阻率按下式计算:

$$r = R \cdot A / T$$

式中: r = 体积电阻率, $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$

R = 体积电阻测试值, $\text{M}\Omega$

A = 保护电极有效面积, cm^2

T = 试样平均厚度(以 cm 计)见5.2.1,

编号: 2.5.17.1	项目: 绝缘材料的体积电阻率和表面电阻率	日期: 12/94
版本: A		

$T=(t) \times 2.54$ t =平均厚度(以in计)

按5.4测得。

注: A值可从表1(电极尺寸表)中查出。

5.5.2 表面电阻率按下式计算:

$$r^s = R^s P / D_1$$

式中: r^s =表面电阻率, $M\Omega$

R^s =表面电阻测量值, $M\Omega$

P =保护电极有效周长, cm

D_1 =测试间隙宽度, cm

注: 所用电极形状的 P/D_1 比值可从表1(电极尺寸表)中查出。

5.6 报告

5.6.1 报告每个试样的体积电阻率和平均值, 不同试验条件应分别报告。

5.6.2 报告每个试样的表面电阻率和平均值, 不同试

验条件应分别报告。

译编者注: 表面和体积电阻率一般报告最小值, 但5.6.1和5.6.2要求报告平均值, 原文如此。

5.6.2.1 表面电阻为欧姆表的直接读数, 单位 $M\Omega$ 。

6.0 注释

6.1 其它信息见ASTM-D-257, 绝缘材料的D-C电阻或电导。

6.2 试样的电气连接系统可能会得益于同轴电缆设计, 它屏蔽了体积或表面电阻测量时的电气干扰。

6.3 性能规范 下列信息经核实应纳入适用的性能规范或产品采购文件中:

- 1) 试样尺寸、数量和形状, 如果不同于3.0的规定。
- 2) 处理条件, 如在高温下的温度。
- 3) 与本方法规定程序的任何变化。

表 1 电极尺寸表

基材厚度 mm	直径 D_1 cm	直径 D_2 cm	直径 D_3 cm	D_4 cm	D_5 cm	A cm^2	P/D_1
0.51 以下	2.540 ± 0.013	2.591 ± 0.013	3.493 ± 0.013	0.025 ± 0.013	0.460 ± 0.013	5.169	317.4
0.51 及以上	5.080 ± 0.038	6.350 ± 0.038	*7.620 ± 0.038	*0.635 $\pm 0.013^*$	*0.635 ± 0.038	25.652	28.27

以上 $D = (D_1 + D_2) / 2$ $A = \pi D^2 / 4$ $P = \pi D$

译编者注: 表1中有*的几个数据与原文有差异, 编译时以原文中的英制数据换算而得。



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.5.28	
Subject 挠性印制线路材料的Q值(谐振)	
Date 04/88	Revision A
Originating Task Group	

1.0 范围

本试验方法规定了刚性和挠性覆铜箔材料的Q谐振测量程序。

2.0 适用文件

IPC-TM-650 方法2.3.7.2

3.0 试样

试样按照图1蚀刻出导电图形。对每一测试频率最少准备3块试样。

4.0 设备

4.1 采用令人满意的蚀刻箔的生产工艺生产印制线路所必需的设备。

4.2 Q表 (H.P.公司1312A型或等同Q表)。

5.0 程序

5.1 预处理

5.1.1 采用令人满意的生产工艺或方法2.3.7.2按照图1制备测试图形。

5.1.2 使用25-10瓦的电烙铁,把镀锡导线(22号)连接到试验图形的焊盘上,焊料或松香不能扩散超出焊盘面积。

5.1.3 按照下面步骤充分地清洗和干燥试样,直到试验完成。搬运试样时只能接触试样边缘。

5.1.3.1 用硬毛刷在自来水水流下刷洗,水的硬度不超过175PPm(用碳酸钙来表示)。可以使用去离子水。

5.1.3.2 用无油压缩空气干燥。浸入到异丙醇中同时用刷子刷洗,去掉所有过量的松香。

5.1.3.3 浸入到新鲜的异丙醇中,再用无油压缩空气干燥。

5.1.3.4 在烘箱中干燥最少两小时,烘箱温度保持在49-60°C(120~140°F)之间。

5.1.3.5 从烘箱中移出,然后在23°C ± 3°C温度和50%的相对湿度条件下处理24小时,再进行试验。

5.2 试验

5.2.1 按照下列步骤在所需要的频率(通常用1MHz、50MHz和100MHz)下测定每个试样的Q值。

5.2.1.1 采用谐振升高法,在不放试样的条件下,使Q表谐振。

5.2.1.2 记录电压表读数为 Q_1 ,电容读数为 C_1 。

5.2.1.3 试样并连在Q电路中,使Q表谐振,测量时应注意,测量导线应长度相同,且要尽可能的短,以减少导线的电感。

5.2.1.4 记录电压表读数为 Q_2 ,电容读数为 C_2 。

5.2.2 计算试样的Q值如下: $Q = \frac{Q_1 Q_2 (C_2 - C_1)}{(Q_2 - Q_1) C_1}$

5.2.3 采用5.2.1.1~5.2.1.5给出的程序,在所需要的频率下,测量每块试样的Q值。

5.3 评定

5.3.1 报告每一试样在每一测试频率下的Q值。

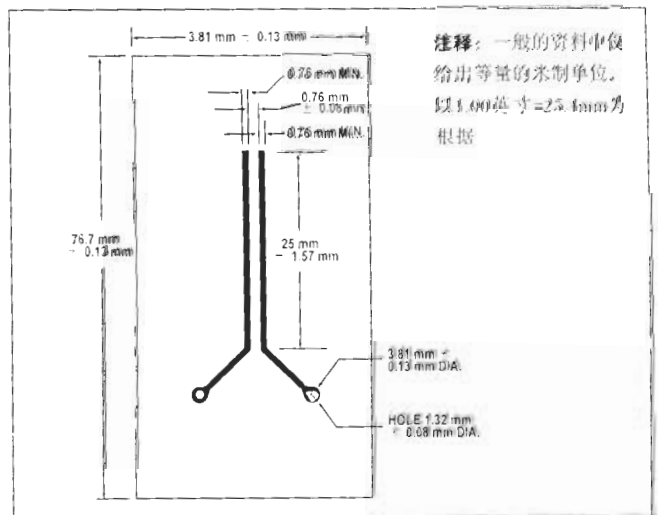


图 1 Q值(谐振)测试图形



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.1	
Subject 印制板材料的耐霉性	
Date 08/97	Revision E
Originating Task Group Laminate/Prepreg Materials Subcommittee, 3-11	

1.0 范围

耐霉性试验用于测定材料抗霉菌生长能力。也用于测定材料在霉菌有利生长条件下，即高湿度、温热和无机盐存在下是否受到霉菌的明显作用

2.0 引用文件

无

3.0 试样

试样最小尺寸为50mm×50mm。如覆有铜箔，应用标准方法蚀刻除去

4.0 试验装置

4.1 试验箱 密闭试验箱，能保持温度 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $95 \pm 2\%$ ，并有紫外线光源(360nm)，以供试验后进行净化。该箱应能防止凝露滴到试样上，试样周围为自由循环空气，试样支架与试样的接触面积应保持最小

4.2 消毒器

4.3 离心机

4.4 PH计

4.5 菌体计数器

4.6 菌体培养箱

4.7 洗皿机

4.8 培养皿

4.9 滤纸

4.10 培养液

4.11 微生物

4.12 喷雾器， $15,000 \pm 3,000$ 孢子

5.0 程序

5.1 试验培养液制备

5.1.1 矿物盐溶液 按以下含量配制：

磷酸二氢钾(KH_2PO_4) 0.7g

磷酸氢二钾(K_2HPO_4) 0.7g

硫酸镁($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.7g

硝酸铵(NH_4NO_3) 1.0g

氯化钠(NaCl) 0.005g

硫酸铁($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.002g

硫酸锌($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.002g

硫酸锰($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 0.001g

蒸馏水 1000ml

上述矿物盐溶液在消毒器中于 121°C 下消毒20min，用0.01N氢氧化钠溶液调整PH值，使消毒后溶液的PH值为6.0-6.5。准备足够的盐溶液以供试验之用。

5.1.2 试剂纯度 所有试验均采用试剂级化学品。除另有规定外，所有试剂均应符合美国化学学会分析试剂委员会标准要求。其中这些要求都是有效的。

5.1.3 水的纯度 除另有规定外，应用蒸馏水或同等纯度的水。

5.1.4 混合菌体孢子悬浮液的制备 采用以下试验菌体：

名 称	ATCC
黑曲霉菌(<i>Aspergillus niger</i>)	9612
黑毛球菌(<i>Chaetomium globosum</i>)	6205
粉红胶枝菌(<i>Gliocladium virans</i>)	9615
金孢霉菌(<i>Aureobasidium pullulans</i>)	9318
青霉菌(<i>Penicillium funiculosum</i>)	9611

5.1.5 上述霉菌培养物分别保存在适当的培养基，如土豆葡萄糖琼脂(培养基)内。但黑毛球菌应在无机盐

编号: 2.6.1	项目: 印制板材料的耐霉性	日期: 08/97
版本: E		

培养基表面的滤纸条上培养(无机盐培养基是前述无机盐溶液,但在其中加有15.0g/l的琼脂)。

5.1.6 主霉菌培养物可在 $6 \pm 1^\circ\text{C}$ 保存不超过1个月。在此期内应制备次培养物。新的霉菌培养物将从次培养物中选。

5.1.7 如出现遗传或生理学变化,就获得了如上所述的新的培养物。用于制备新的培养物或孢子悬浮液的次培养物应在 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 繁殖9-12天或更长时间。

5.1.8 制备每一种霉菌的孢子悬浮液时,在每种霉菌的次培养物中加入10ml含有0.05g/l的无毒润湿剂,如硫代琥珀酸二辛酯钠或月桂硫酸酯钠的无菌溶液。

5.1.9 用一无菌的铂或镍铬合金制的接种丝轻刮试验微生物培养物生长表面。

5.1.10 将孢子放入一个无菌的125ml磨口锥形玻璃烧瓶中,瓶内加有15ml无菌水和50-75个直径5mm的玻璃珠。

5.1.11 激烈摇动烧瓶,以使孢子从母体中分离出来并使孢子凝块破裂。

5.1.12 将分散有霉菌孢子的悬浮液通过一个铺有6mm厚玻璃棉的玻璃漏斗过滤到一个无菌烧瓶内。

5.1.13 本过程能除去影响喷淋的大块菌体和琼脂培养基凝块。

5.1.14 离心过滤孢子悬浮液,除去上层清液。

5.1.15 将留存物放入50ml无菌水中,再离心过滤。如此清洗三次,获得每种霉菌的孢子。

5.1.16 用无菌无机盐溶液稀释经最后清洗过的留存物,以使制成的孢子悬浮液每毫升中含有 $1,000,000 \pm 200,000$ 个孢子(用计数器确定)。

5.1.17 对每一种用于试验的微生物重复上述操作。然后将等体积的各种孢子悬浮液混合而成最后的混合孢子悬浮液,该液可每天配制,或在 $6 \pm 1^\circ\text{C}$ 下保存不超过7天。

5.2 培养液活力控制试验 每天进行一组试验,分别放三张面积为 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的无菌滤纸在Petri试验皿的凝固矿物盐培养基上。用喷雾器喷洒孢子悬浮液

直至形成水珠状凝聚进行接种。在温度 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 和相对湿度不低于85%下繁殖霉菌。经7天后检查繁殖情况,在所有三块滤纸上的控制试验均应有霉菌大量生长,否则,应重新试验。

5.3 空白试验

5.3.1 除培养液活力控制试验外,应使用敏感载体与试验样品一同进行接种试验,以确认培养箱具有促进霉菌生长的适当条件。

5.3.2 此项空白试验由重233g宽50mm的棉布条,浸以含有10%乙二醇,0.1% KH_2PO_4 , 0.1% NH_4NO_3 , 0.025% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和0.05%酵母萃取液(pH5.3)的混合液,并除去过量混合液组成。

5.3.3 棉布条悬挂在空气中凉干,然后放入试验箱进行霉菌接种。

5.4 试样试验和空白试验的霉菌接种

5.4.1 将试验样品和空白试条安放在适当支架上或悬挂在挂钩上,在进行霉菌试验前72小时不许清理试条。该装置在处理前或霉菌试验中应保持不受污染。

5.4.2 预处理条件为温度 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $95 \pm 2\%$,至少1h。

5.4.3 将试验样品和空白试条均用预先消毒过的喷雾器或雾化器将混合霉菌孢子悬浮液(3.1.2)以细雾状喷在其上,喷淋样品时,应仔细喷淋到在使用或保存过程中样品的所有暴露面。如表面不能润湿,应喷淋至出现微滴凝聚,经此接种后,立即开始繁殖试验。

5.5 试样繁殖试验

5.5.1 繁殖试验在温度和相对湿度周期循环的条件下进行:先在相对湿度 $95 \pm 5\%$ 和空气温度 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 下保持20h,再在相对湿度100%和温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下保持1h。

5.5.2 7天后,检查空白试条上霉菌生长情况,以确认环境条件适合于霉菌生长。如检查中发现环境条件不适合于霉菌生长,全部试验应重新进行。

5.5.3 如空白试条表明环境条件适合于霉菌生长,

编号: 2.6.1	项目: 印制板材料的耐霉性	日期: 08/97
版本: E		

试验继续进行。从接种时计算共试验28天, 或按规定进行。

5.6 评定

5.6.1 报告那些对霉菌生长有营养的试样。

5.6.2 分别记录由于霉菌试验结果对试样的侵蚀情况。

6.0 注释

6.1 微生物的来源

6.1.1 American Type Culture Collection

12301 Parklawn Drive

Rockville, MD20852USA

(301)881-2600TELEX: 908768ATCC ROVE

6.2 微生物第二来源

6.2.1 Pioneering Research Division

U.S.Army Natick Laboratories

Natick, Massachusetts01760

6.2.2 North University st.

Peoria, IL61601

联系人: Dr.Stephen Peterson

309-685-4011

6.3 评定后, 材料和试验箱必须用紫外线(360nm)照射所有部位至少2小时进行净化, 或用1:750的氯化苄基二甲基烷基铵(zephiran chloride)溶液(1份氯化苄基二甲基烷基铵溶于750份蒸馏水)喷洗。

6.4 安全性 注意本方法涉及到的所有化学药品的MSDS上的相应预防事项。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.6.2.1	
Subject 覆箔塑料层压板的吸水性	
Date 05/86	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于评定覆箔塑料层压板浸入蒸馏水中24h后的吸水量。

2.0 引用文件

IPC-TM-650 试验方法2.3.6 过硫酸铵蚀刻法

IPC-TM-650 试验方法2.3.7 氯化铁蚀刻法

IPC-TM-650 试验方法2.3.7.1氯化铜蚀刻法

3.0 试样

3.1 尺寸 试样尺寸为：50.8mm(长)×50.8mm(宽)×材料厚度(除非另有规定)，长和宽方向的公差为±0.76mm(0.03英寸)。

3.2 边缘外观 试样边缘应磨光，或用100号砂纸打光。

3.3 试样数量 三块

3.4 覆金属箔的除去 覆金属箔可按IPC-TM-650方法2.3.6，2.3.7，2.3.7.1蚀刻除去或用其它不影响层压板表面的合适方法除去。

4.0 试验装置

4.1 热风循环式烘箱 能使温度均匀保持在105-110℃。

4.2 干燥器 能在温度 $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 下保持相对湿度小于20%。

4.3 分析天平

5.0 程序

5.1 试样清理 试样应用清洁的湿布拭擦三遍以上，以使洁净。

5.2 试样处理 试样放在烘箱内于105-110℃干燥1h，取出后放入干燥器中冷至室温，从干燥器中取出后立即称重。

5.3 称重 每一个处理过的试样分别称重并记录，准确至0.1mg。

5.4 浸水 处理过的试样放入盛有蒸馏水的容器中，所有边缘应完全浸入水中，水温保持在 $23 \pm 1.1^\circ\text{C}$ ，经 $21 + 0.5/-0\text{h}$ 后，从水中一次取出全部试样，用干布擦去表面水分后立即称重。称量瓶材质在称量过程中吸收的水份已经证实是不会对测量结果产生明显影响的。

5.5 计算 计算并记录每块试样增加的重量百分数，准确至0.01%。

重量增加%=(浸水后重-浸水前重)/浸水前重×100

5.6 报告 报告三个试样的平均值。必要时，亦可报告每块试样的测试结果。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.3	
Subject 印制板耐潮湿与绝缘电阻	
Date 08/97	Revision E
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

本测试方法将印制板暴露在高湿高温环境中，检查它的外观和电气绝缘电阻性能，来测定绝缘材料的降级情况。本方法允许有方法A，或方法B没有涂层覆膜时，当没有规定时，默认方法A。

2.0 适用文件

MIL-I-16058绝缘组成，电性能(针对覆膜印制电路装配)

IPC-CC-830印制电路装配绝缘组成的资格与性能

3.0 测试样板

3.1 测试样板每一导电层最少有两条导线，在层间与同层有足够相邻线路图形进行电阻测试。见注意事项6.1，本测试方法推荐的测试样板图形例子。

4.0 仪器或材料

4.1 可编程控制和记录温度范围为 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 到 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度范围为85%到93%的清洁测试室。

4.2 电源供应可提供100伏特直流标准偏置电压，偏差为 $\pm 10\%$ 。

4.3 可显示合同中描述电压下电阻的电阻计。

4.4 焊锡或含有助焊剂的焊锡。助焊剂应可以用对试样没有损害的方式除去。

4.5 软毛刷。

4.6 去离子水或蒸馏水(推荐最低电阻率为 $2\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)。

4.7 异丙醇。

4.8 可保持 $50 \pm 5^\circ\text{C}$ (122 ± 9)和 $125 \pm 5^\circ\text{C}$ (218 ± 9)的烘箱。

4.9 绝缘组成(一致的涂覆层)符合IPC-CC-830

要求。

4.10 设备能提供并固化一致的涂覆层。

5.0 操作步骤

5.1 样板准备

5.1.1 用明确、永久、无污染标识标记样板。

5.1.2 目检测试样板是否有提供操作规范中描述的明显的缺陷，如果有任何不符合，测试样将被代替，代替品作记录。

5.1.3 在试样的各连接点焊接单股不受外层影响的绝缘线(减少从线路上的助焊剂污染机会)，它不会被测试环境影响到测试样板的每一连接点。这些线会绝缘电阻测试时，连接试样的测试点到电源上。

5.1.4 用异丙醇和软毛刷清洁测试线终端最少30秒，在清洁样板过程中只能握住样板边缘(见注意事项6.2)。

5.1.5 用新鲜异丙醇喷洗整个板，成30°角拿住板，从顶部洗到底部。

5.1.6 接着用新鲜去离子水或蒸馏水喷洗整个板，成30°角拿住板，从顶部洗到底部。

5.1.7 在 $50 \pm 5^\circ\text{C}$ (122 ± 9)的烘箱中烤测试板最少3小时(见注意事项6.3)。

5.1.8 方法B的样板准备已完成，继续步骤5.2。

5.1.9 方法A提供一致的涂覆层(继续样板准备)。提供涂覆层到测试样板适当的地方，方式和使用者的制造技术一致，或按涂覆层供应者提供的方式。

5.1.10 完成后，按涂覆层供应者提供的方式，烘干测试样。

5.1.11 烘干后，稳定降低到周围环境温度。

5.2 测试

5.2.1 在实验室环境下取得初始绝缘电阻，按5.2.2规

编号: 2.6.3	项目: 印制板潮湿与绝缘电阻	日期: 08/97
版本: E		

定,在给测试样板测试点,在接上合同规定的电压和电阻计,稳定后读数。

5.2.2 测试样板上的测试点连接方式,应让在导线层间和在同样导线层的相邻导线图形,可变换电源或电阻计的正(+)/负(-)极。

5.2.3 将测试样板垂直放入测试室内,给测试点(如5.2.2所述)接上直流电,所有样板被提供的电压为 100 ± 10 伏特。

5.2.4 将样板暴露在以下环境中(见注意事项6.4)

1级 $35 \pm 5^\circ\text{C}$ (95 ± 9)温度, 85到93%相对湿度, 静置4天。

2级 $50 \pm 5^\circ\text{C}$ (122 ± 9)温度, 85到93%相对湿度, 静置7天。

3级 $25+5/-2^\circ\text{C}$ ($77+9/-4$)温度, 85到93%相对湿度, 20循环, 总共160小时

5.2.4.1 温度循环。以下为一完整循环(对3级测试条

件)。
开始测试温度为 $25+5/-2^\circ\text{C}$ ($77+9/-4$), 在 150 ± 5 分钟内, 上升到 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ (149 ± 4)。

保持温度 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ (149 ± 4), 180 ± 5 分钟
 150 ± 5 分钟内, 温度从 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ (149 ± 4)降低到 $25+5/-2^\circ\text{C}$ ($77+9/-4$)。

循环间没用时间间隔, 在整个20循环过程中直流电压应保持, 湿度可降到最低80%, 见图1的温度循环示意图。

5.3 测量

5.3.1 进行任何绝缘电阻测试前, 断开100伏特直流电, 绝缘电阻读数按5.2.1节规定, 测量电压极性应和偏置电压一致。

5.3.2 将测试样板从测试室拿出后, 在实验室环境下静置1到2小时, 进行最后电阻测量
必须注意降低读数的任何原因, 如刮伤、受潮、桥

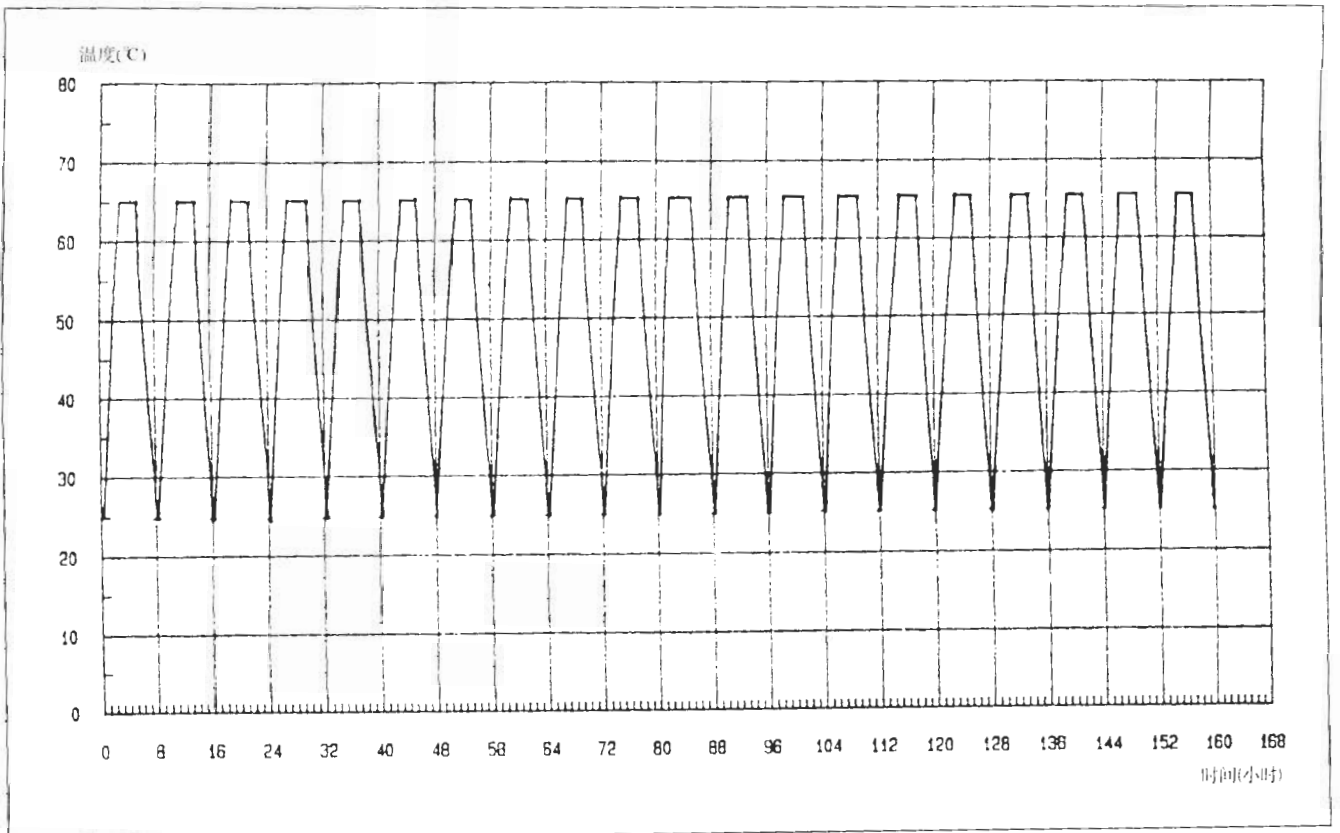


图 1 潮湿和绝缘电阻试验图。

接等

5.4 测试评价

5.4.1 对照过程中和/初期中, 应用湿和/干条件, 来评价每一测试样板的绝缘电阻质量。

5.4.2 完成所有电气测试后, 在实验室环境24小时中, 检查样板是否有白点、起泡地、分层、或其它形式的降级。

6.0 注意事项

6.1 测试图形例子

6.1.1 “Y”形

工业中不同规格, 有不同的“Y”形测试图形。图2表示了一“Y”形测试试板。

6.1.2 梳形图形

遵循本文件可正确测量不同的梳形, 图3的梳形测试

点为1和2, 2和3, 3和4, 4和5。测试点1、3、5接到电阻计的正极, 2、4接到电阻计的负极。

6.1.3 生产板测试

有时生产板代替测试图形被测试。因为线距和位置能影响测试结果, 有这样要求时, 要正确判断和选择邻近导线测试电路终端。

6.2 可实行规定的选择清洁过程。例如擦洗, 当测试样板有很好的线距和/或镀软金属(锡/铟, 金等)时, 会对测试结果产生负面影响。

6.3 如果印制板涂覆膜前要储存, 应将板放在干燥环境中。

6.4 操作规定应详细说明样板准备方法、测试条件等级、及与本方法的任何不同。

6.5 制造测试室的物质应不会有侵蚀性或给测试环境增加离子污染。

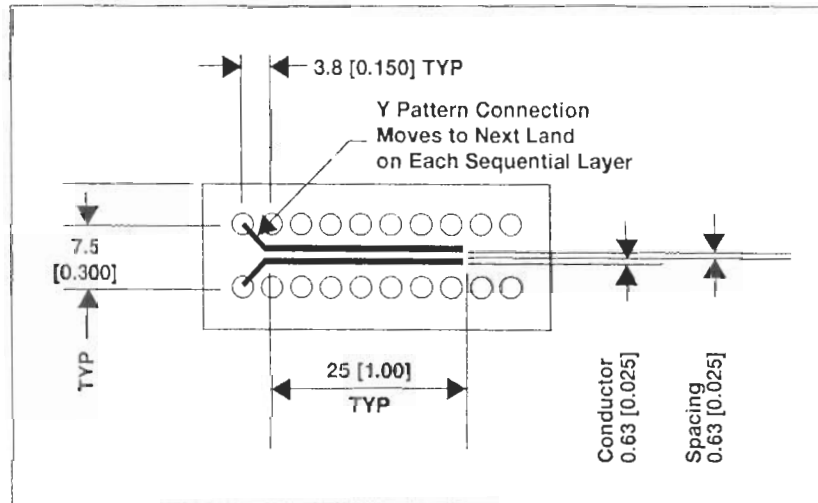


图 2 典型“Y”试验图形

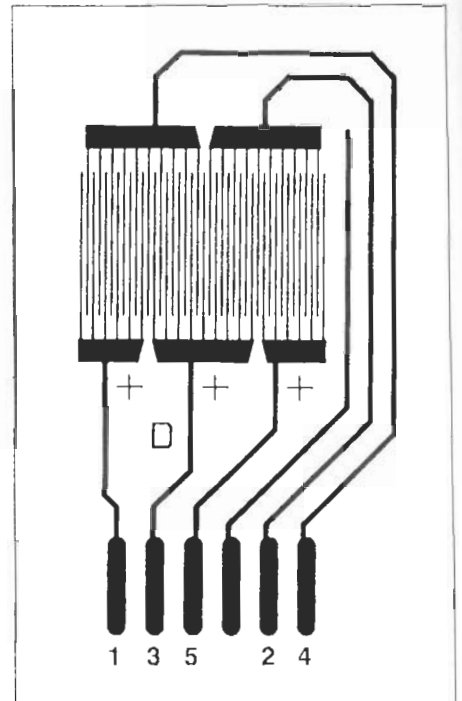


图 3 典型“梳形图形”



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本试验方法用于测定在规定的温度和湿度条件下所采用的阻焊剂聚合物或敷形涂层的受潮及其绝缘电阻。一类是材料鉴定试验用的一组条件试验，该材料是通过了原始材料的鉴定试验后才涂到IPC-B-25试验板上；另一类是涂到标准“Y”图形附连试验板上的材料的产品质量一致性试验。鉴定试验和产品质量一致性试验的电测试方法是不同的，产品质量一致性试验的绝缘电阻测量是在暴露于环境条件期间和暴露于环境条件之后进行的。

2.0 适用文件

IPC-SM-810 印制板用永久性有机涂层(阻焊层)的鉴定和一致性。

IPC-CC-830 印制板组装件用电绝缘元件的鉴定和一致性。

3.0 试样

IPC多用途试验板：IPC-B-25(见鉴定试验插图)

标准军用“Y”图形附连试验板：用于涂层的鉴定试验，其线间距和线宽均为25mil，或者是产品板上的最小间距，以较小者为准。

4.0 设备

4.1 清洁的试验箱 能编程和记录 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 至 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ 和90%至98%相对湿度环境条件。

4.2 电源 能产生100V直流标准偏压，其偏差为 $\pm 10\%$ 。

4.3 电阻计 能读高阻(大于或等于 $10^{10}\Omega$)，试验电压为500V。

4.4 金属钳

Number 2.6.3.1	
Subject 聚合物阻焊剂和敷形涂层的耐湿性及绝缘电阻	
Date 02/88	Revision B
Originating Task Group MIL-P-13949 Test Methods Task Group (7-11b)	

4.5 软毛刷

4.6 去离子水或蒸馏水(电阻率最小 $2\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)

4.7 异丙醇

4.8 干燥烘箱 至少能保持 120°C

5.0 试验

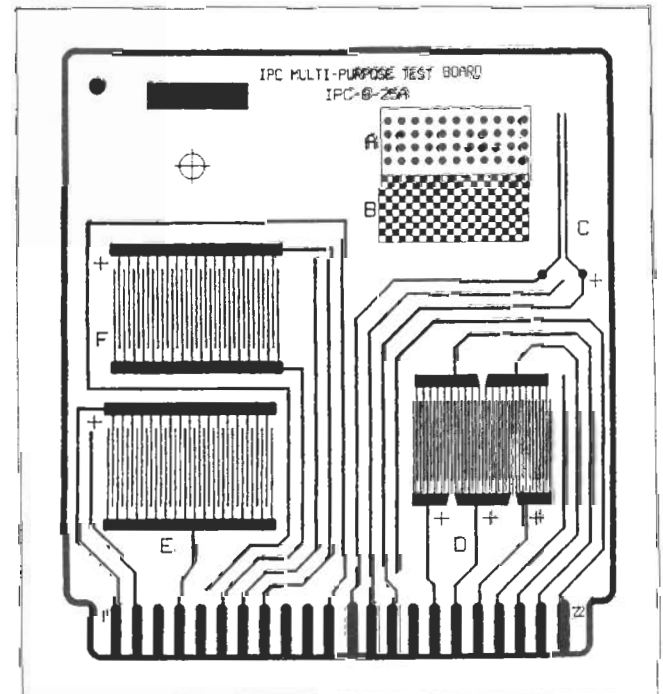
5.1 试验条件

5.1.1 1级： $35 \pm 5^\circ\text{C}$ 、90~98%相对湿度(最低)，1天(恒态)。

5.1.2 2级： $50 \pm 5^\circ\text{C}$ 、90~98%相对湿度(最低)，7天(恒态)。

5.1.3 3级： $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 至 $65 \pm 2^\circ\text{C}$ ，90~98%相对湿度(最低)， $6 \frac{2}{3}$ (循环)。

*当温度降低时，湿度可以降到80%相对湿度(最低)。见5.3.5。



编号: 2.6.3.1	项目: 聚合物阻焊剂和敷形涂层的耐湿性及绝缘电阻	日期: 02/88
版本: B		

5.2 试样的准备

5.2.1 试样的正性、耐久性和无污染标识符号是头等重要的。

5.2.2 按照IPC-A-600的规定, 目检试样是否有任何明显缺陷, 如果对任何试样的综合质量有任何怀疑, 应放弃该试样。

5.2.3 电路接线

5.2.3.1 对于鉴定检验用试样, 将标准的单根聚四氟乙烯绝缘导线分别焊到IPC-B-25试验图形附连试验板B和E的每个焊盘上, 然后, 再把这些线将附连试验板B和E连到偏压和绝缘电阻的测试线路上。

5.2.3.2 对于质量一致性检验用试样, 将标准的单根聚四氟乙烯绝缘导线分别焊到“Y”图形试样的连接点上, 然后再用这些导线把“Y”图形连接到偏压和绝缘电阻测试线路上。

5.2.4 焊剂的去除 按下列步骤去除接线焊盘上的焊剂。

5.2.4.1 用去离子水或蒸馏水打湿焊盘, 再用软毛刷至少刷30秒, 在处理试样上的残留物时, 只能拿试样的边。

5.2.4.2 用去离子水或蒸馏水充分喷淋试样, 使试样约成30°角, 从顶端淋到底端。

5.2.4.3 用清洁的异丙醇打湿焊盘, 并晃动至少30秒, 用软毛刷刷, 以除去焊剂残留物。

5.2.4.4 用新鲜的异丙醇充分淋洗

5.2.4.5 在10~60℃的干燥箱中将试样干燥至少3小时。

5.2.5 试样贮存 如果测试前不再对板子处理, 那未贮存时, 应将板子装入清洁的塑料袋中, 并把袋子封好(不要热封)。

5.2.6 涂层

5.2.6.1 按照供货商的规定, 采用用户的产品技术, 用手工连续地将涂层涂到试样的合适部位。保留一块或几块未涂覆(裸)的板子, 以在试验期间作为控制样品。

5.2.6.2 涂覆完毕后, 按供应商的规定固化试样。

5.2.6.3 固化后, 在试验室环境温度下, 将涂覆和未涂覆的试样放置24小时。

5.2.7 试样的清洁度 为了避免在制备试样和测试时污染试样, 试样表面不论是否涂有阻焊剂或覆形涂层, 只要被测试, 试样表面就不应用手摸或暴露于任何其它污染环境。

5.3 程序

5.3.1 试样在不加湿情况下, 在50℃±5℃(122°F)处理24小时。

5.3.2 允许试样在试验室温度下冷却, 然后进行初始绝缘电阻测量。见6.3的说明。按照5.3.2.1的规定, 用电阻器在试样的试验点上施加500V直流电压, 并在1分钟后记取读数。

5.3.2.1 鉴定试验的试验点是IPC-B-25试验板上试样B和(或)E的1与2, 2与3, 3与4, 4与5(见下图)。试验点1、3、5分别连到正极, 试验点2和4分别连到电阻计的负极。质量一致性试验点是附连试验板“Y”图形上的所有连接点。

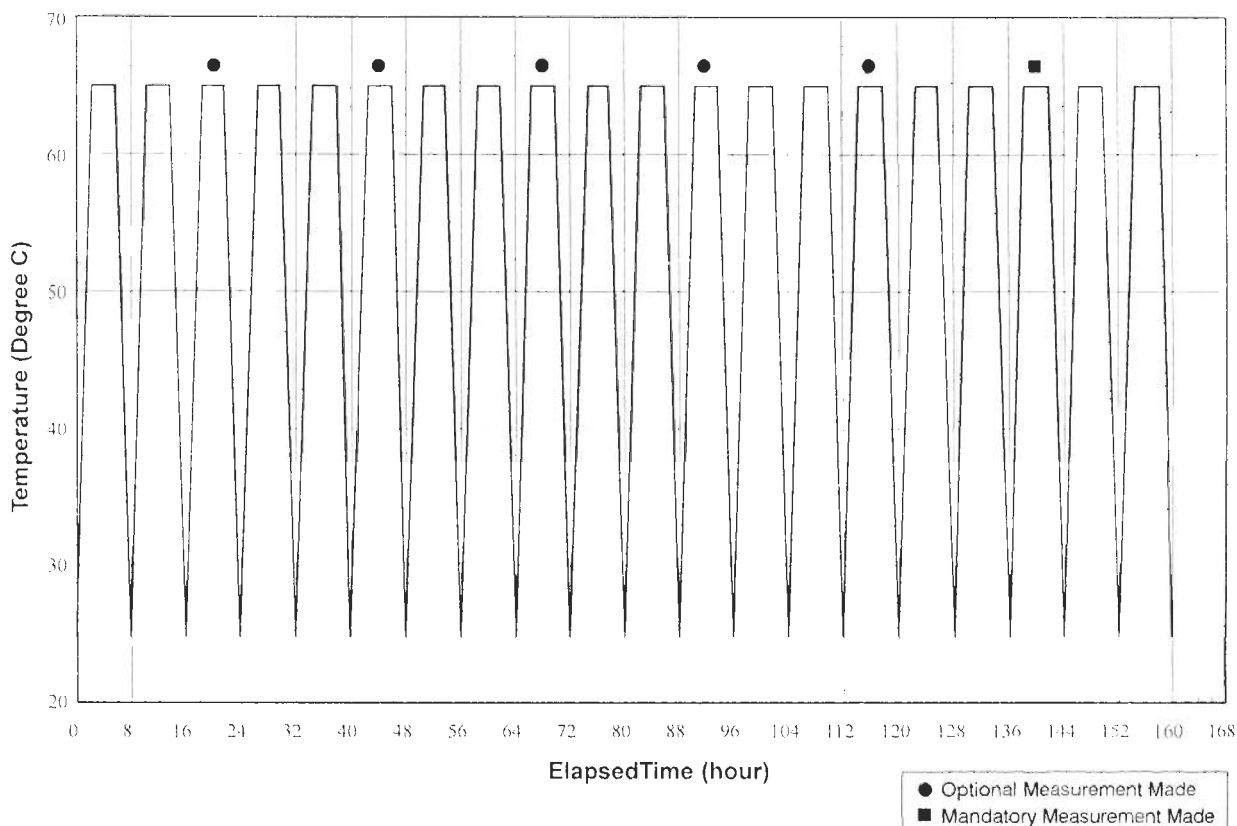
5.3.3 将试样放入箱中, 并垂直放在雾滴遮板下, 按5.3.2.1条的标示将直流电压和测试点相连。将100V直流偏压加到所有试样上。每个箱子的负荷应至少使一个未涂覆的试样承受与涂覆试样相同的操作(除了无涂层之外), 所有试样均应在相同时间里进行5.2条的所有程序。

5.3.4 将1级和2级试样分别暴露于5.1.1和5.1.2规定的恒定状态, 未涂覆的试样应作为控制件也包括在内。

5.3.5 将3级试样进行温度及潮湿的20次循环, 未涂覆的试样应作为控制件包括在内。未涂覆时试样应被遮挡, 以保护箱中试样表面的潮湿状态。在20次循环期内应保持施加偏压。在20次循环期内应最少保持90%相对湿度, 只有在降温(C阶段)阶段温度才可以降到80%相对湿度(最低)。

(a) 在25℃开始试验, 并在1 3/4±3/4小时内升温到65℃。

(b) 在65℃保温3~3 1/2小时。



(c) 在 $1\frac{3}{4} \pm 1/2$ 小时内, 将温度从 65°C 降到 25°C 。
以上构成一个循环, 各循环间不应有延迟, 见图1。

5.4 测量

5.4.1 在测量任何绝缘电阻之前先断开100V直流偏压电源。按5.3.2条规定读取绝缘电阻值。对IPC试验板的B/E的“Y”图形进行电连接, 要使偏压与同极性的试验电压连到同一接线端。

5.4.2 对鉴定试验, 每24小时测量和记录一次绝缘电阻(按5.3.2的规定); 每到一个循环的高温相对, 每2~3小时测量和记录一次绝缘电阻; 对1级或2级, 要在恒定湿热条件下每2~3小时测量并记录一次绝缘电阻(见6.1)。在进行这些试验时, 应不打开箱子。最后, 断开偏压, 从箱中取出试样, 1~2小时之间, 取I/R读数。

5.4.3 对一致性试验, 绝缘电阻的测定是在断开偏压

后, 从箱中取出试样, 并在 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (77°F)、 $50 \pm 3\%$ 相对湿度环境下恢复1~2小时再进行测试(按5.3.2的规定)。

5.5 评定

5.5.1 应分别按上述的各种条件, 针对各种等级和型号评定每个试样的绝缘电阻。虽然在试验期间取了几个I/R读数值, 但只有在箱中测的最后数值和在箱外测的读数值才用于确定是否通过指标(其它读数可用于测试资料或故障试验)。当涂层未通过规定的I/R值时, 应评定未涂覆的控制样品的I/R性能, 如果未涂覆的样品也未通过, 应采用经合适制备和清洗过的新试样重做试验。

5.5.2 完成电试验后, 试样应在实验室环境($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50 \pm 3\%\text{RH}$)下稳定24小时, 再检查是否有白斑、起泡、分层或其它形式的降解。

编号: 2.6.3.1	项目: 聚合物阻焊剂和敷形涂层的耐湿性及绝缘电阻	日期: 02/88
版本: B		

6.0 说明

6.1 如果划伤会明显地影响试验结果, 或者当试样的线间距非常小, 并且(或者)镀层是软金属(锡/铅、金等), 则可用被证明可替换的方法进行清洗。

6.2 不允许在5.2.4.1和5.2.4.4之间的步骤干燥板子。

6.3 必须维护原始线路的布局, 以确保结果的再现性。

6.4 注: 头五个读数值仅用于诊断目的, 或者如果试验过程中失败, 只有第六个读数用于判定是否合格。见5.5.1。

6.5 试样也可以在规定的环境条件下于箱内稳定。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

Number 2.6.4	
Subject 印制板挥发物测试	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

本测试方法用来测量,当暴露在加热的真空中时,总质量损失(TML)和搜集的物质的挥发凝结物(CVCM) 质量损失可能由于印制板上存在低分子物质,如吸收的电镀溶剂,不合适的压合,没有固化的粘合剂 这些将造成航空航天设备的污染或腐蚀。

2.0 适用文件

NASA(美国国家航空和宇宙航行局) 通则, 编号SP-R-0022 宇宙飞船所用聚合物的真空稳定性要求。

ASTM(美国材料实验协会) E 595 总质量损失与搜集挥发在真空中的挥发凝结物的标准测试方法。

3.0 测试样板

测试样板应被切成小片,以便放在样板盒中,总质量大约为200毫克。如果使用更小质量,TML与CVCM测试精度会受影响。样板在准备过程中需要绝对没有污染。不允许光手拿样板,因为人的皮肤油脂会蒸发并凝结,导致TML与CVCM测试结果不准。如果对样板洁净有任何怀疑,那么可用稳定、没有残留的溶剂来清洁样板。每次测试平均最少应取三次试样。

4.0 仪器或材料

4.1 多层样板真空室能保持最少 7×10^{-4} Pa的真空度,它的电阻发热铜条可在24小时的测试中保持 $125^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 通常有24个样板室,三个样板室受控。每一个样板室的终端有一开口,在测试中样板的蒸气流过它到达收集室,凝结在一收集盘,这里温度为 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。对测试设备的构造与清洁更多细节和要求,见ASTM E 595。

4.2 测量样板、样板盒、收集盘质量的分析天平,精确度为毫克(0.000001克)

4.3 使用有效的二氧化硅凝胶干燥剂的玻璃干燥器,低蒸发压力油脂用在接地玻璃连接上。

4.4 恒温室可保持湿度 $50\% \pm 5\%$, 温度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.1 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)。

4.5 准备铝制样板盒。

4.6 合适的清洁液

1:1:1体积比的三氯甲烷:丙酮:乙醇混合液和1:1:1体积比的丙酮:乙醇混合液,适用于仪器、铝盒、收集盘的清洁、除油。细节见ASTM(美国材料实验协会) E 595附件A1,关于测试设备清洁和保存程序。

4.7 99.9%纯度的氮气或更纯品,沸点 -60°C (-76°F)或更低。氮气应由5A的分子过滤器过滤,或相当的过滤器。

4.8 清洁用擦拭物料和绵签。使用被擦拭的溶剂预先蒸馏这些物料。

4.9 样板准备过程中使用的合适的手套和指套。

5.0 操作步骤

5.1 称量空铝盒,精确到毫克,将它放回玻璃干燥器

5.2 称量空收集盘,精确到毫克,将它装到冷却盘座。

5.3 将测试样板放入铝盒,调节湿度 $50\% \pm 5\%$, 温度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 并保持24小时以上。称量这个条件后样板和盒的重量,精确到毫克。

5.4 暴露

5.4.1 操作前所有温度和真空设备,如加热条、分离器、冷却盘,应被清洁与调整。

编号: 2.6.4	项目: 印制板挥发物测试	日期: 08/97
版本: A		

5.4.2 将样板和盒放入温度和真空样板分隔室, 每一样板分隔室装上盖子, 最少3个控制分隔室。

5.4.3 合上盖子, 激活抽真空系统, 在一小时内真空度达到 7.0×10^{-4} Pa (5×10^{-5} Torr)。在此其间, 要求控制收集盘温度在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.4.4 达到要求的真空度后, 打开加热条, 调整控制器在60分钟内加热到 $125^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 。

5.4.5 保持收集盘温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 与加热条温度 $125^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 。二十四小时后, 关闭抽真空系统, 关掉加热条的电流。

5.4.6 打开排气阀, 填入10到30Kpa(2-4psi)压力的洁净干燥氮气, 两小时内快冷到 50°C (名义值)。

5.4.7 关掉凝结系统热交换, 用清洁干燥的氮气将真空室的压力调到室内大气压, 打开分隔室。取出铝样板盒、它们各自的收集盘和控制收集盘, 两分钟内将它们放到干燥器中(见1.3)。

5.4.8 在半小时内, 将样板冷却到室温。样板、盒、收集盘, 在它们从干燥器取出后2分钟内, 测量各自质量, 精确到1毫克。

5.5 测试评价

5.5.1 测量控制收集盘可以判断污染和技术问题。大于20毫克的质量损失显示收集盘清洁不好, 大于50毫克显示仪器组件清洁不好, 样板分隔室间交叉污染, 或真空技术不好。50毫克或更大改变显示需要重新评估或改变技术。应删除这样的数据待系统

纠正后, 重新测量。

5.5.2 计算总质量损失(TML)。如下:

开始质量 结束质量

试样板重:

$$S_i = (S_i + B) - B \quad S_f = (S_i + B) - B$$

$$\text{质量损失}(L) = S_i - S_f$$

$$\text{总质量损失(TML)}(\%) = (L/S_i) \times 100$$

B=以克为单位的盒的质量

S_i =以克为单位的开始样板质量

S_f =以克为单位的结束样板质量

L=以克为单位的质量损失

5.5.3 搜集的物质的挥发凝结物(CVCM)如下:

$$\text{凝结物质量}(C_o) = C_f - C_i$$

$$\text{CVCM}(\%) = (C_o/S_i) \times 100$$

C_f =以克为单位的结束收集盘质量

C_i =以克为单位的开始收集盘质量

C_o =以克为单位的凝结物质量

S_i =以克为单位的开始样板质量

6.0 注意事项

6.1 ASTM E 595附件X1中可找到有用的挥发测试数据表格。

6.2 NASA SP-R-0022中可找到有关本测试的附加信息和对某一飞船适用的建议要求。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本方法测试薄板或多层板经过一定时间的高温或低温重复冲击后的电阻。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

本测试的测试样板应是一张6英寸×6英寸原薄板，如果是多层板，那么应为本书3.3.1中的完整资格认证样板。

4.0 仪器

自动度循环设备应适合下面规定的温度调节，空气温度应由循环压缩空气保持，温室应可按照规定要求升和降温。

Number 2.6.6	
Subject 印制电路板温度循环	
Date 12/87	Revision B
Originating Task Group N/A	

5.0 操作步骤

5.1 温湿度 暴露过程中，温室保持的温度如下：

等级A

等级B

步骤	温度(°C)	时间(分)	温度(°C)	时间(分)
1	125+5/-0	30	125+3/-0	30
2	25+10/-5	10-15	25+10/-5	10-15
3	-65+0/-5	30	-55+0/-5	30
4	25+10/-5	10-15	25+10/-5	10-15

5.2 准备

测试样板在进行热循环前应没有污物、油脂和其它污染。样板应用干燥的无尘布清洁，或用浸有丙酮或异丙醇的无尘布清洁。空气吹干后进行热循环。

5.3 测试循环

测试样板应放在温室中保持步骤1规定的合适测试温度，温度顺序应和规定一致。样板位置应不阻碍空气流动，并按规定次序完成温度循环。

5.4 五个温度循环过程中，允许样板温度回复到室温，样板的外观检查遵照详细要求。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

1.0 范围

本试验方法用于测定涂覆的聚合物阻焊剂在温度突然变化时的物理忍耐力。它是将试样暴露于一系列高低温差之中，以引起物理疲劳。

对于军用3级产品，试样可涂或不涂符合IPC-CC-830的敷形涂层。

2.0 适用文件

IPC-CC-830 印制板组装件用电绝缘化合物的鉴定和性能

IPC-SM-810 印制板用永久性聚合物涂层(阻焊剂)的鉴定和性能

3.0 试样

IPC-B-25 涂覆有阻焊剂的多用途标准试验板，并按供货商推荐的方法固化

4.0 设备

自动控制组合式温度环境试验箱或分别能控温 $-65 \pm 5^{\circ}\text{C}$ [$-85 \pm 10^{\circ}\text{F}$] 和 $135 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($365 \pm 10^{\circ}\text{F}$) 的分离式试验箱。请注意，大多数情况要求高温为 $125 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($257 \pm 10^{\circ}\text{F}$)，也有时要求 $170 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($338 \pm 10^{\circ}\text{F}$) (如果用聚酰亚胺的板子)。除非另有规定，试验条件应按表1。

Number 2.6.7.1	
Subject 聚合物阻焊剂涂层的耐热冲击	
Date 02/88	Revision A
Originating Task Group Conformal Coating Task Group (5-33a)	

5.0 程序

5.1 准备 将箱子控温至高温和低温并稳定，在高温箱内约中部位置夹住或悬挂试样

5.2 试验

5.2.1 热冲击循环

- 1.将试样暴露于高温15分钟；
- 2.移动试样至低温箱，转移时间不得超过2分钟；
- 3.将试样在低温下暴露15分钟；

1.将试样移到高温箱，移动时间不得超过2分钟；

5.以上为完成一次循环。

5.2.2 重复上述循环共100次，不得中断。

5.2.3 将试样从试验箱中取出，并达到试验室环境条件

5.3 评定

用10倍放大仪(仲裁为30倍)检查印制板的两面是否符合IPC-SM-810的所有目检要求。

注：对于军标产品，阻焊剂上出现的裂纹不足以成为拒收的理由，除非敷形涂层上也裂开。报告观测结果，需要时用图说明。

表 1

等级	低温	高温
1	不适用	
2	-10°C (-10°F)	$+125^{\circ}\text{C}$ (257°F)
3	-65°C (-85°F)	$+125^{\circ}\text{C}$ (257°F)
4	-65°C (-85°F)	$+250^{\circ}\text{C}$ (482°F)



IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL

Number 2.6.7.3	
Subject 热应力冲击——阻焊	
Date 07/2000	Revision
Originating Task Group Solder Mask Performance Task Group (5-33b)	

1.0 范围

本方法适用于测定涂覆的聚合物阻焊在温度突然变化时的物理忍耐力。它是将测试样本暴露于一系列高低温差之中，以引起物理疲劳。

2.0 适用文档

IPC-CC-830 印制板组装件电性绝缘化合物的鉴定和性能

IPC-SM-810 印制永久涂层(防焊)的鉴定和性能

3.0 测试样本

3.1 资格测试 6片涂有阻焊且依照阻焊(阻焊剂)供货商建议之方法进行固化的IPC-B-25A测试板(见图1)。

3.2 一致性测试 6片包含有C图样(Y图样)线径为0.635mm(25mil)/线距为0.635mm(25mil)或所生产的最小线距IPC-B-25A的测试板(见图1)。

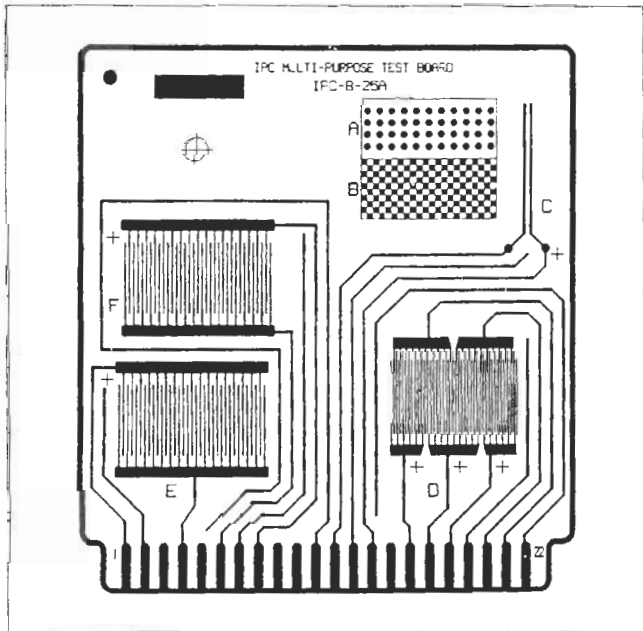


图 1 IPC-B-25A测试板

4.0 仪器

4.1 能自动控制组合式温度环境试验箱或分别能控温-65°C ± 5°C [-85°F ± 9°F]和+125°C ± 5°C [+257°F ± 9°F]的分离式试验箱。

5.0 操作步骤

5.1 样本准备 为了测试阻焊与正影涂布的兼容性，依据IPC-CC-830将上述测试样本的其中三个正影涂布(涂上阻焊剂)，并且依阻焊剂供货商的建议将其固化。

5.2 试验

5.2.1 将测试样本置于试验箱内以至于它们不会粘在一起，参数设定如下：

- a.温度极限：依IPC-SM-810规定值的±5°C[9°F]。
- b.最高温度保持时间：15分钟
- c.转移时间：低于2分钟
- d.循环次数：100次

5.2.2 开启试验箱开始试验

5.2.3 一个热循环包括如下：

- a.将试样暴露于高温15分钟；
- b.移动试样至低温箱，转移时间不得超过2分钟；
- c.将试样在低温下暴露15分钟；
- d.将试样移至高温箱，转移时间不得超过2分钟。

5.2.4 重复上述循环共100次，不得中断。

5.2.5 依IPC-SM-810规定将试样从试验箱中取出，并达到实验室环境条件。

5.2.6 评定 放大10倍(仲裁为30倍)检查印制板的两面是否符合IPC-SM-810的所有目检要求

备注：阻焊剂上出现的裂纹不足以成为拒收的理由，除非敷形涂层上也裂开。报告观测结果，需要时，用图说明。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.8	
Subject 热应力冲击, 镀通孔	
Date 03/98	Revision D
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

本测试用来测试镀通孔是否可耐在装配、重工、或返修过程中的高温热应力影响。

2.0 适用文件

- J-STD-001 锡电和电子装配的要求
- J-STD-001 焊锡助焊剂要求
- IPC-2221 印制板设计规范
- IPC-TM-650 方法2.1.1, 微切片
- IPC-TM-650 方法2.1.1.2, 微切片-切片设备半或全自动技术(选择)

3.0 测试样板

- 3.1** 测试样板应是印制板或测试样板, 在切片上最少可看到有三个最小导通孔。
- 3.2** 按照IPC-TM-650方法2.1.1或2.1.1.2, 测试样板从印制板或测试板上取出。

4.0 仪器或物料

- 4.1** 干燥炉 可保持121°C到149°C均匀温度。
- 4.2** 电加热锡炉, 可控温度, 有足够大尺寸, 盛有0.9kg的Sn60Pb40或Sn63Pb37锡, 锡杂质含量水平符合J-STD-001规定。
- 4.3** 电热偶温度计或其它测量锡温度的仪器, 在锡面以下19mm±6.1mm。
- 4.4** 使用合适干燥剂的干燥器。
- 4.5** 显微镜(放大100倍200倍)。
- 4.6** 秒表或定时器。
- 4.7** 松香助焊剂, 参照J-STD-001型号ROL1。或客户和供货商协商同意的助焊剂。
- 4.8** 镊子。

4.9 可溶解热冲击后的助焊剂溶剂, 如异丙醇。

5.0 操作步骤

- 5.1** 测试样板应在121°C到149°C干燥炉中烘烤最少6小时, 以保证充分干燥。厚一些样板或复杂样, 烘烤的时间应更长。
- 5.2** 将测试样放入干燥器的瓷盘上, 冷却到室温。
- 5.3** 用镊子将测试样从干燥器中拿出来, 表面和孔中都涂上助焊剂, 以保证上锡良好。
- 5.4** 确认温度(探测的深度为锡面以下19mm±6.1mm)保持在下面规定的测试条件(见注意事项6.1):
 测试条件A(默认) 288°C ± 5°C
 测试条件B 260°C ± 5°C
 测试条件C 232°C ± 5°C
- 5.5** 移走浮在熔锡表面的锡渣, 将试样放在融锡表面10秒+1-0秒。见注意事项6.2。
- 5.6** 用镊子将测试样从锡炉取出, 放到一块绝热片上, 冷却到室温。见注意事项6.3。
- 5.7 评定**
 - 5.7.1** 清洁后, 按照IPC-TM-650方法2.1.1或2.1.1.2做切片。
 - 5.7.2** 按照实行的作业规格检查镀通孔的切片, 应注意任何不符合。

6.0 注意事项

- 6.1** 作业规格应规定测试条件以及任何与本方法不一致的地方, 如果没有规定测试条件, 使用条件A。
- 6.2** 不拿测试样相对融锡的那一面。
- 6.3** 孔内锡没有凝固前, 不要机械振动样板。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.9	
Subject 刚性印制电路板振动测试	
Date 05/04	Revision B
Originating Task Group Rigid Printed Board Performance Task Group(D-33a)	

1.0 范围

本测试用来测试印制电路板承受在使用时可能遇到的振动力的能力，本测试方法提供了使用的规定参数，以实现正确测试，使用的测试条件应由客户与供货商协商同意。

2.0 适用文件

IPC-6012 刚性印制板资格认证和性能规范

3.0 测试样板

印制板制前品或制成品

4.0 仪器或物料

4.1 振动

一振动系统应可提供2.5g的输入，16分钟内频率范围20到2000到20Hz。

4.2 安装治具

4.3 测试治具应设计成在测试规定的频率范围内，治具发生的共振应最小。应在靠近样板安装点的测试

治具上显示提供振动的量级。

4.4 测试样板应可被治具从四角固定，防止它松动，并且板平面垂直于振动轴安装。

5.0 操作步骤

5.1 在振动测试前和后，样板应成功通过IPC-6012的互连电阻测试。

5.2 样板应服从振荡和一共振测试。

5.2.1 振动测试应应在16分钟内完成的20到2000到20Hz振荡组成，从20到2000到20Hz频率范围内，提供加速度的力为15g。

5.2.2 测试板应经过30分钟的2.5g力输入的共振，或在板的几何中心最大100g力的输出。

5.3 评介。振动测试后，检查板的弯曲或分层和互连电阻。

6.0 注释

无



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.10	
Subject 多层印制板X射线测试方法	
Date 08/97	Revision A
Originating Task Group Board T.M. Task Group, 7-11d	

1.0 范围

本方法为非破坏性方法，测试下面情况：

- a、内层移动在允许的范围内。
- b、一个或多个内层没被对反方向。
- c、钻孔和焊盘的位置，显示偏孔在允许范围内。
- d、钻孔和接地层余环的距离在规定范围内

测试方法通过收集穿过测试样板的X射线，通过X射线菲林或荧光(适时)设备，将收集的X射线图像转化成可观察图像

注意：多层板结构：层数、铜箔厚度、其它吸热金属如铁镍合金，决定X射线检查仪器的能量和敏感性。所有的X射线仪器应登记适合的国家，或局部辐射控制代理。应执行辐射安全程序

2.0 适用文件

MIL-STD-883方法2012.5X-射线照相术

3.0 测试样板

本测试的测试样板应是一块20英寸×24英寸多层电路板。

4.0 仪器/物料(参考MIL-STD-883C)

本测试使用仪器和物料应包括：

- 4.1 X射线发生器**，可制造足够电压和能量的X射线来穿透测试样板，发生器的焦距和焦点尺寸，足够对0.001英寸的铜线有很好的分辨力。
- 4.2 如果菲林是图像的载体**，使用菲林为一优质乳化剂颗粒X射线菲林，可显示0.001英寸铜线，通过明暗相互参照，显示一单独层的移动。
- 4.3 菲林存放** 使用铅盒，防止辐射的反射。
- 4.4 X-射线照相术** 分辨率为0.001英寸

4.5 X-射线照相术质量标准 合适的图像质量分辨，能分辨所有规定的缺陷。

4.6 菲林制作方式 可使用手工显影或自动程序，如果自动程序有一手套盒和合适的菲林盒，不需要暗室，当使用手动方式显影时，需要暗房。

4.7 银感光菲林密度计。能够测量密度高于3.0的银感光菲林

4.8 如果使用荧光(适时)设备系统，X-射线图像分辨仪器或X-射线相机应能显示0.001英寸铜线，并通过明暗相互参照，显示一单独层的移动。

4.8.1 另一种方式是记录或制作一X-射线照像(适时)的复制件。

4.9 图像标识。每一射线图像(菲林或适时)，应标识下面信息：

- 制造者姓名
- 编号
- 序列号(当适用时)
- 周期(如果标在样板上)
- 像片编号
- X-射线使用的参考编号

5.0 操作程序

5.1 准备 排列X-射线中心线，样板检查面积和图像关测区域，必须确保视差失真不影响到结果解释(见参考)。当像片孔周围变成椭圆或猫眼时，视差位移扭曲将被发现。对于钻通孔来讲，与X-射线轴的偏折角为A，孔顶面和底面的视差位移是 $t \times \tan A$ 的平均。

5.2 X-射线照相术质量标准 应在所有照相术上使用X-射线照相术质量标准，如ASTM图像质量指示尺或其它同意指示尺。

编号: 2.6.10	项目: 多层印制板X射线测试方法	日期: 08/97
版本: A		

5.3 使用菲林时的曝光。需要的X-射线穿透曝光, 依靠多层板结构, X-射线源电极电压, 电极电流, 光源到曝光框的距离, 曝光速度和密度。在有最大曝光的部分, 如孔或没有遮光的部分, 提供足够的曝光最少应为2.0。分辨率和透光率必须满足, 这是章节1.0的增加条件。菲林曝光设备组成为一X-射线

保护壳, 标准电极电压30千伏特, 标准电极电流3milligrams, 足以避免偏移扭曲X-射线菲林图像的菲林焦点距离。

5.4 适时系统的曝光。X-射线光源操作参数必须和系统X-射线照相敏感度相匹配, 以满足章节1.0的条件, 制造高质量的X-射线图像。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.11	
Subject 防焊和涂层的水解稳定性	
Date 08/98	Revision B
Originating Task Group Conformal Coating Task Group (5-33a)	

1.0 范围

本测试方法通过测量，暴露在不同级别的规定温度和时间条件的防焊或涂层吸收水份后的电阻，来评价仓存条件下，印制板的涂层的水稳定性质量。

2.0 适用文件

无

3.0 测试样板

大约102mm×102mm铜板或覆铜板，按照供货商推荐的方法和固化条件，印刷防焊和一致涂层，并固化。

4.0 设备

4.1 试剂级硫酸钾。

4.2 干燥器，最小直径25cm

4.3 棉签。

4.4 试验温室(炉)能保持100℃±1℃。

5.0 操作步骤

5.1 准备

5.1.1 准备饱和的硫酸钾蒸馏水溶液(每100毫升35克)，温度如章节5.1.5所示，倒入干燥器中，刚好在陶瓷盘以下，在温室操作时，溶液中应可看到硫酸钾的晶体

注意：相对湿度不超过98%。

5.1.2 用阻焊剂供货商推荐的溶液和程序彻底清洁样板。

5.1.3 用阻焊剂供货商推荐的程序给样板印刷防焊和一致涂层，并固化。

5.1.4 将样板放在陶瓷盘上，样板不可互相接触，用凡士林将干燥器密封。

5.1.5 将干燥器放在测试温室炉中，设定下面条件：

阻焊膜的预置条件

等级	温度	时间
1	35℃±2℃	1天
2	85℃±2℃	7天
3	97℃±2℃	28天

一致涂层预置条件

等级	温度	时间
1	35℃±1℃	1天
2	85℃±2℃	7天
3	85℃±2℃	120天

5.2 评定

5.2.1 经过要求时间的暴露后，取出试样板，进行外观检查，是否有发白、起泡、破裂和综合降级

5.2.2 用棉签擦板面，检查是否有棉线粘到板面涂层。

6.0 注意事项

如果猜测有早期失败，测定时间已经是临界时间，那么检查和测试可以在测试循环时间间隔间进行



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.14	
Subject 聚合物阻焊剂抗电迁移	
Date 08/87	Revision A
Originating Task Group Solder Mask Performance Task Group (5-33b)	

1.0 范围

本方法适用于测定聚合物阻焊剂防护涂覆层在相应环境条件下抗电迁移的能力。

2.0 适用文件

无

3.0 试样

3.1 鉴定试验：采用涂有被测试阻焊聚合物涂层的IPC-B-25印制板(见图1)

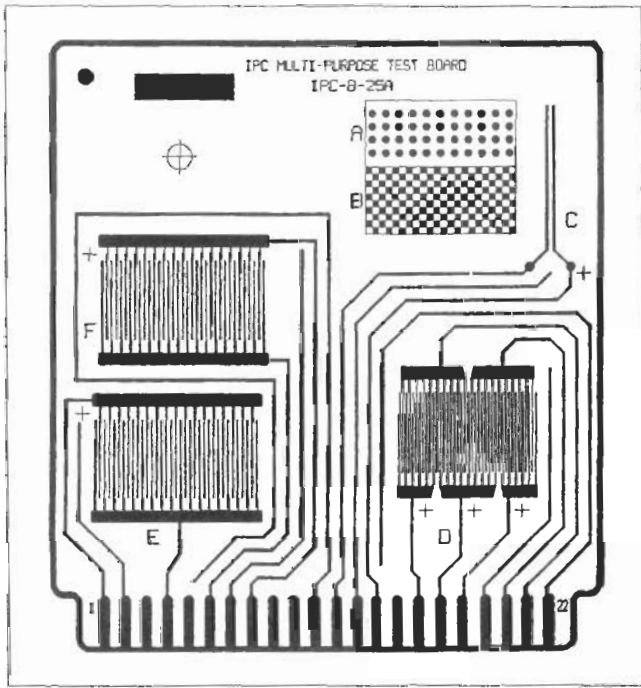


图 1

3.2 一致性试验：采用具有标准军用“Y”形图形的附连试验板，其间距应为0.61mm线宽/0.61mm间距〔25mil线宽/25mil间距〕或产品板上的最小间距，以小值为准。

4.0 设备/仪器

- 4.1 电源** 能提供10V直流±5%、电流最大为1安培的电流。
- 4.2 试验箱** 能保持100±1℃。
- 4.3 干燥器** 直径最小251mm(10")，干燥器上有个开口，以便在密封状态下通过开口连接引线。
- 4.4 安培计** 能精确地读到1微安，HP31703A或等效仪器。
- 4.5 硫酸钾** 1加尔(453g)试剂级硫酸钾或等效物品。
- 4.6 RTV** 5盎司杜克宁瓶装 (tube of Dow Corroing)732RTV封装化合物或等效物品。
- 4.7 电阻器** 10kΩ/2W。
- 4.8 显微镜** 放大30倍

5.0 程序

- 5.1 试验条件** 85±2℃，90%相对湿度，7天
- 5.2 试样准备**
 - 5.2.1** 对于鉴定试验，将聚四氟乙烯绝缘的单股绞合导线焊接到梳形图形B和E的每个焊盘上，当印制板密封在箱子里时，这些导线用来将焊盘连接到箱子外部的偏压电源上。
 - 5.2.2** 对于一致性试验，将引线焊到“Y”图形试样的每个连接点上，当印制板密封在箱子里的时候，这些导线用来将焊盘连接到箱子外部的偏压上。
 - 5.2.3** 用蒸馏水配制85℃的硫酸钾饱和溶液(约35g/100cc)，并将溶液倒入干燥器使面刚好至陶瓷板下的位置，在操作温度下，应看到箱中硫酸钾饱和溶液有结晶物。
 - 5.2.4** 把试样垂直放入箱中，以使它们互不接触。
 - 5.2.5** 盖上干燥器盖子，并将引线引出端与杜克宁RTV或等效物品绝缘，将干燥器放入85±2℃的箱中。
 - 5.2.6 标准板系统鉴定试验用线路。**

编号: 2.6.14

项目: 聚合物阻焊剂抗电迁移

日期: 08/87

版本: A

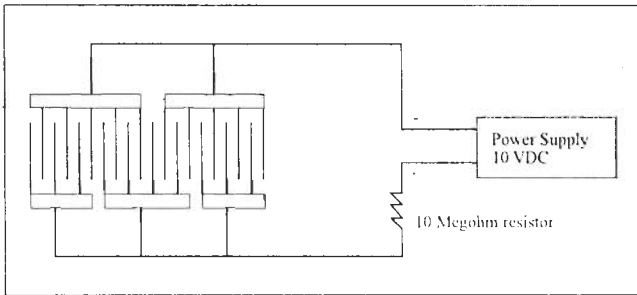


图 2

5.2.6.1 梳形图形按图1所示接线。

5.2.6.1.1 0.32mm(12.5mil)间距的图形用10Vdc偏压。

5.2.6.1.2 将限流电阻器放到线路中,以限制电流到1mA(10kΩ-12.5mil梳形)。

5.2.7 成品板系统鉴定和一致性试验用线路。

5.2.7.1 标准“Y”形图形按图2所示接线。

5.2.7.1.1 合适的“Y”图形用10Vdc偏压。

5.2.7.1.2 接一限流电阻,以限制电流到1mA、10kΩ。

5.2.8 将电源接到连接器上,合上电源。

5.3 试验

5.3.1 进箱处理前和处理后分别监视和记录泄漏电流,以确定原始抽样的可接收性,记录任何变化。

5.4 结果

5.4.1 在7天试验的最后一天终止试验,并将漏电流换算成电阻。

例: 试验图形上的 $1\mu\text{A}$ 的读数换算成的电阻是 $10.0\text{M}\Omega$ ($R=E/I$)。

5.4.2 在显微镜下检查板子是否有电迁移或会引起涂层失效的其它原因。

6.0 说明

6.1 保护涂层有助于预防电迁移,但不能保证完全防止,除非涂层充分粘到很清洁的印制板上。



IPC-TM-650 TEST METHODS MANUAL

1.0 范围

本方法提供了评估表面电气化学移动倾向的方法。该测试方法适用于评估焊接材料和/或其制程。

2.0 适用文件

2.1 IPC

IPC-B-25 多用途测试板

IPC-B-25A 多用途测试板

IPC-6012 刚性电路板资格认证和性能规范

IPC-9201 表面绝缘电阻手册

2.2 美国测试和材料协会(简称ASTM)

ASTM D-257-93 DC电阻或绝缘材料导电性标准测试方法

3.0 测试样本

使用IPC-B-25(B或E类型)或IPC-B-25A(D类型)测试板,其线径、线距都为0.133mm(0.01250英寸)。制作方法需提供最佳线边(见IPC-C-6012等级2和3线宽要求)。除非另一表面处理做为评估的一部分,成品测试板则应为未处理过的裸铜板。图形1显示了IPC-B-25A测试板;D线路与IPC-B-25B或E线路相同。对于制程评估,测试线路板应使用与将会在完全相同的实际条件下使用的相同的基材。

4.0 设备/仪器

4.1 测试仪 一个能产生温湿度环境为 $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ [$101 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$], $93\% \pm 2\% \text{RH}$, $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ [$149 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$], $88.5\% \pm 3.5\% \text{RH}$, $85^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ [$185 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$], $88.5\% \pm 3.5\% \text{RH}$ 的测试仪,不需要打开,直接在这些温湿度条件测试板则可进电性测量。

4.2 测量仪 高电阻测试仪器,或如ASTM D-257-

Number 2.6.14.1	
Subject 电气化学迁移阻抗测试	
Date 09/2000	Revision
Originating Task Group Electrochemical Migration Task Group	

93所描述之同等仪器,其范围为高至 10^{10} 欧姆且精度为 10^{10} 欧姆 $\pm 5\%$ 100VDC(公差为10%);定期校正应使用标准电阻器

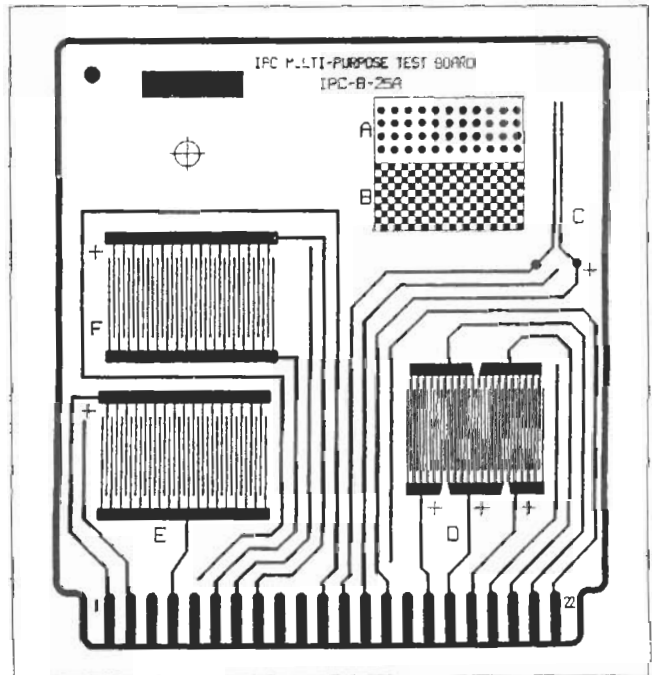


图 1 IPC-B25A测试板

4.3 电源供应 应使用能供应10VDC 100uA公差为10%的设备。

4.4 限制电流之电阻器 在每一电流路径使用一1000000欧姆电阻器。这相当于对每5个线路3个限制电流电阻器。注意一些测试仪器测试系统中安装限制电流电阻器。

4.5 连接线路 使用绝缘PTFE、实心线路、铜线或同等物。(见IPC-9201 表面绝缘电阻手册。)

4.6 其它设备 Hardwiring 是一默认连接方法。当在测试条件下测量时,倘若与其类似的hardwired体系相比,该设备不会改变其电阻超过0.1decade,则可以使用其它设备。

编号: 2.6.14.1	项目: 电气化学迁移阻抗测试	日期: 09/2000
版本:		

5.0 程序

5.1 测试样本准备

5.1.1 在履行材料规范时(如:助焊剂),24小时后在35℃,85%RH条件下测试时能产生起码电阻值为 $1 \times (10 \text{的} 10 \text{次方})$ 欧姆电阻的过程来清洁并干燥所有的样本。如该测试被视为资格认可程序,则不允收有附加的其它前测试程序。

5.1.2 必须按5.1.1来控制,起码要有三个清洁的测试样本。

5.1.3 针对液态助焊剂:

在测试样本整个表面涂上不定量液态助焊剂,将样本梳状面朝下浮在液态助焊剂中或将样本沉浸在助焊剂中。样本应该垂直晾起一分钟,并保持梳状面梳状指条垂直。此外,助焊剂应该适应于产品制程过程的要求:喷射、起泡沫、摇动。连接区边缘应避免沾到助焊剂。

建议使用制程摇动焊接仪对测试样本进行焊接,并有预热成型过程。运用焊接泉源取代焊接炉,且作业时间与焊接摇摆作业时间相似,焊接的成分通常为 $60\% \pm 5\%$ 的锡,剩下的为铅。这种合金的焊接温度应在 $250^\circ\text{C} \pm 6^\circ\text{C}$ ($482 \pm 10.8^\circ\text{F}$)。与其它的锡铅合金相比,焊接温度与通常合金的焊接温度是兼容。

如果有出现焊接搭桥的现象,此样本就要报废,样品一组中最少三个就需测试。

5.1.4 焊膏

使用橡胶滚轴或屏刷对测试板进行蜡纸显象,值得注意的是Telcordia GR-78样板要求的最小蜡纸厚度为0.20mm(7.9mil)。又基于实际情况最小蜡纸厚度一般是根据线距,线宽及节距而定,为了这种测试方法的目的,测试者与客户为得到满意的测试结果应达成一致意见后使用一种更薄的蜡纸厚度。回流印刷样板使用对流、红外线、或使用回流成型制程的蒸气回流仪,如果相关设备没有到位,相等的方法将被使用。如果有任何的焊桥出现,样品将会报废。边缘连接的fingers不要碰到焊膏。样品一组中最

多三个就应测试。

5.1.5 Flux-cored线

使用手工烙铁和卷线进行测试,仔细的给样品板的fingers进行焊接,连接边缘的fingers不允许碰到助焊剂。如果有任何的焊桥出现,样品将会报废。样品中一组最多三个就应测试。每一线距都要使用阻抗尺进行测试以避免短路。

5.1.6 后焊接清洗只运用在最终贴装的生产制程中。

5.1.7 当评估进料板或成品板质量时,样品板应作为最终使用者的接受标准。

5.1.8 关于所有样品板大铜面的测试要求通过机械压力或用Rosin卷线手工焊接,焊接时使用一块护罩保护测试板不碰到助焊剂,助焊剂不能涂到图形区域,且不要移动助焊剂。

5.2 测试程序

5.2.1 将终端测试样本放于一适当铁架上,使样本与样本间至少保持2.5cm的距离,这样在测试仪器中空气将会沿样本的平行方向流动,应从底部来安装电线以防止助焊剂残渣在空气流动时落在样本上。机械固定装置应置放于一边,将有限电阻器插入每一线路的1,3,5终端。

5.2.2 将铁架大约放置于测试仪的中心。将线缠绕在测试仪外,将配线从测试样本线路上移去。保证凝聚的点滴不会落在样本上。

5.2.3 关上测试仪使样本在规定的温湿度条件下稳定96小时。过96小时稳定期后,使用范围为45VDC至100VDC间的电压来进行绝缘电阻测量。由于极性的原因,应该在终端1和2,3和2,3和4,5和4间且在规定的温湿度条件下,安装于电流有限电阻器一系列测试线中进行测量。

5.2.4 将样本一系列测试线接通有限电阻器电流的电源,对于持续时间测试运用10VDC。其测试极性必须与5.2.3中所使用的测量极性相同。

5.2.5 试验500小时后(一共596小时),断开电源且按照5.2.3的方法在测试条件下测量样本。

5.3 数据处理 平均(几何平均值)绝缘电阻(IRavg)计

编号: 2.6.14.1	项目: 电气化学迁移阻抗测试	日期: 09/2000
版本:		

算公式为:

$$IR_{avr} = 10 \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log IR_i \right]$$

N=测试点数(起码10个点)

IR_i=单一绝缘电阻测量值

指定低绝缘电阻的原因, 归因于构造材料或归因于准备测试板的过程。那么所得值可排除在计算平均值外。

这些固定原因包括:

- 板绝缘板面沾污, 如: 碎片、锡碎条或条件测试仪的水飞沫。
- 不完整的图形蚀刻, 实际蚀刻出之图形部分比设计要求图纸要多, 这样减少线路间的绝缘间距。
- 刮伤、裂缝或线路间明显的绝缘破毁。
- 本测试方法至少要取10个测试值才能生效。

5.4 目视检验 测试完成后, 从测试仪上移走测试样本并使用10倍放大镜进行背光检验, 是否有电气化学迁移迹象(细丝增长)、变色和腐蚀。

注: 梳形上的电气化学迁移可能是由测试异常所引起的。

6.0 注释

6.1 参考文件

6.1.1 IPC-TR-476A电气化学迁移: 印制线路板插键电性引起的故障

6.1.2 IPC-9201表面绝缘电阻手册

6.1.3 Telcordia GR-78-CORE

6.2 测试条件规范 使用该测试方法按4.1需规定三个中其一个之温度和湿度条件。注意IPC-TR-476A建议使用65℃温度, 湿度85%RH。



**IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL**

Number 2.6.16	
Subject 环氧玻璃布层压板的完善性(压力容器法)	
Date 07/85	Revision A
Originating Task Group N/A	

1.0 范围

本方法适用于在加工前，快速评定不同批次的环氧玻璃布层压板的完善性，从而可以降低此后加工过程中才证实有缺陷时各种材料的成本。

2.0 适用文件

IPC-A-600 印制板的合格性

IPC-MI-600 原材料的进料检查指南

3.0 试样

鉴定或进厂产品试样的样本尺寸为102mm×102mm×1.6mm板厚（见7.1），采用标准方法将所覆金属箔除去。试样可从层压板的任何部位切取，试样条可以剪切，用单独的试样应用锯子锯下来并用砂纸打磨边缘。

4.0 试样数量

试测5块试样，可以任选的包括一个已知为“合格”和“不合格”的参照用的试样。如果发现有一个不合格，应从另一张层压板上取第二组5个试样进行测试，这一组应包括一个“合格”和“不合格”的参照用的试样。任何一次试验时的试样数目，应在所用的压力容器的容量范围内。

5.0 试验装置

5.1 任何标准实验室用的压力容器，容量为6.8升。一个容量为6.8升的家用不锈钢高压锅，装有已校准的压力计，能使压力保持在103.5kpa±3.15kpa范围内也可以。

5.2 一个实验室用焊槽，能使焊料槽（SN60）温度可以保持在260±6℃。

5.3 秒表

5.4 装有SN60/10焊料的焊槽

6.0 试验

6.1 准备

6.1.1 用锯切法切取试样，并磨光试样边缘

6.1.2 除了可能有标识码的区域，蚀刻掉试样所有的金属箔。

6.1.3 在试样末端做上永久性的标记，标记部分不浸入焊料中。

6.1.4 把试样悬挂在高压容器中的架子上，试样上不可钻孔直接悬挂，因为钻孔会产生湿气入侵的途径，从而使实验结果产生误差。

6.1.5 把水注入高压容器中，大约25.4mm的深度，盖好盖子，在不加压下烧开。

6.2 测试

6.2.1 当看到通气孔中有蒸气冒出时，打开盖子并把试样垂直悬挂于开水上方，注意不要使试样互相接触或碰到高压容器壁。这一步骤必须迅速完成，以避免水和压力容器过度冷却。

6.2.2 加热时间控制在7±1min内。

6.2.3 达到15Psi后，保持此状态30+2/-0min

注：保压时间也可由供需双方商定。

6.2.4 到暴露时间后，按制造商推荐的方法冷却并排出高压容器的气体。

6.2.5 小心取出高压容器内的热试样，用纸巾抹干（见注释）。

6.2.6 试样保持于室温，在10min内垂直浸入（边缘平行于焊料表面）温度为500° F+10° F/-0° F的焊槽中20s，浸入和取出的时间不超过2s，不要让试样接触焊槽底部。

注：其它焊料温度由供需双方商定。

编号: 2.6.16	项目: 环氧玻璃布层压板的完善性(压力容器法)	日期: 07/85
版本: A		

6.3 评定

6.3.1 距边缘小于3.2mm的区域包括浸焊线不作评定。

6.3.2 评定等级 对照下列5至1级按照浸蚀的严重程度给试样评定等级。为了使分级更有意义,测试者应对试样的整体外观给予评定,斑点、气泡、露织纹、分层等的附加说明和图解参见IPC-A-600印制板的合格性。

等级	条件
5	试样没有斑点、气泡或表面腐蚀
4	有少量的小斑点(0.8mm或更小)
3	试样上散布的小斑点
2	有少量气泡(2到4个在织纹交点附近)
1	有大气泡、分层或翘曲

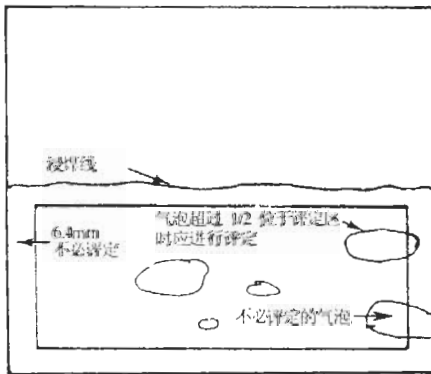
如果评定5个试样,则可用总体性能点数定级该试验(如:5×5=25)。

7.0 说明

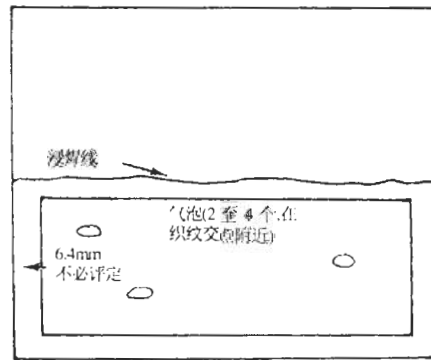
7.1 本试验方法适用于厚度为1.6mm的材料,对其它厚度的材料会有不同的试验结果,因此,不同厚度的材料,其暴露时间和等级都会有所变化,应由供需双方商定。

7.2 警告 必须一直十分小心,保证压力完全释放,才打开高压容器。

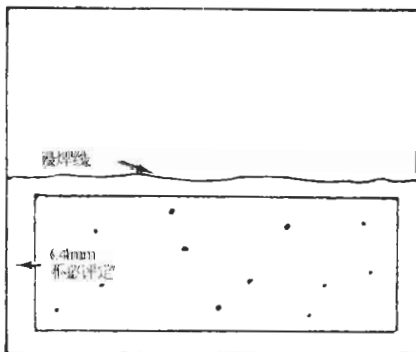
7.3 警告 试样可能会保留一些水分,因此在把试样浸入焊槽时必须小心。建议试验者在适当的保护屏后进行操作,悬挂试样时带上手套以防损伤。湿试样在浸入焊槽时会发生剧烈反应,使熔融的焊料溅在通风橱周围,所以必须采取适当的保护措施。



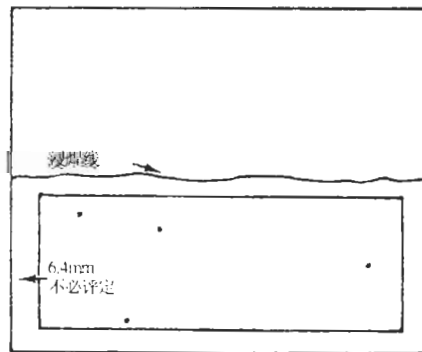
条件 1



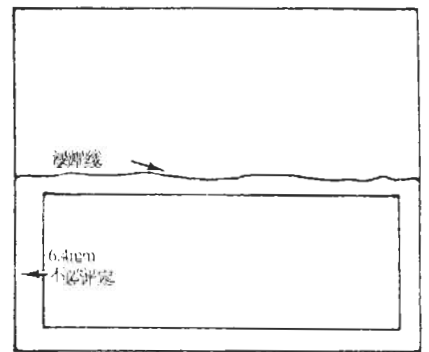
条件 2



条件 3



条件 4



条件 5