

ICS 31.180

CCS L 30

团 体 标 准

T/GDCKCJH 062—2022

超级拼版多层印制电路板

Super panelization on multilayer printed circuit board

2022-04-15 发布

2022-06-01 实施

广东省测量控制技术与装备应用促进会 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 性能等级和类型.....	2
5 要求.....	2
6 试验方法.....	14
7 验收.....	17

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：肇庆学院、广东喜珍电路科技有限公司、奥士康科技股份有限公司、奥士康精密电路(惠州)有限公司、昆山东威科技股份有限公司、江西省航宇新材料股份有限公司、广东捷骏电子科技有限公司。

本文件主要起草人：王利萍、程涌、李艳梅、刘露、陈庆华、徐向东、陈英俊、宋波、易子丰、冯凌宇、易磊、曾玲、范红、黄勇、王国安、梁波、肖治国、张裕敏、华承金。

本文件为首次发布。

超级拼版多层印制电路板

1 范围

本文件规定了超级拼版多层印制电路板的术语和定义、性能等级和类型、要求、试验方法、验收。

本文件适用于超级拼版多层印制电路板(以下简称印制板)。该印制板包括带有镀覆孔的多层板,带有或不带埋/盲孔的多层板。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 26125 电子电气产品六种限用物质(铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚)的测定

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

IPC-2221 印制板设计通用标准(Generic Standard on Printed Board Design)

IPC-2251 高速电子电路包装的设计指南(Design Guide for the Packaging of High Speed Electronic Circuits)

IPC-6011 印制板通用性能规范(Generic Performance Specification for Printed Boards)

IPC-6012E-2020 刚性印制板的鉴定及性能规范(Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards)

IPC-6017 含埋入无源器件印制板的鉴定及性能规范(Qualification and Performance Specification for Printed Boards Containing Embedded Passive Devices)

IPC-9252 未组装印制板电气测试要求(Requirements for Electrical Testing of Unpopulated Printed Boards)

IPC-A-600 印制板的可接受性(Acceptability of Printed Boards)

IPC-CC-830 印制板组装件用电绝缘化合物的鉴定与性能(Qualification and Performance of Electrical Insulating Compound for Printed Board Assemblies)

IPC-SM-840 永久性阻焊膜的鉴定与性能(Qualification and Performance of Permanent Solder Mask)

IPC-T-50 电子电路互连与封装术语与定义(Terms and Definitions for Interconnecting and

Packaging Electronic Circuits)

IPC-TM-650 测试方法手册 (Test Methods Manual)

J-STD-003 印制板可焊性试验 (Solderability Tests for Printed Boards)

3 术语和定义

IPC-T-50 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超级拼版多层印制电路板 super panelization on multilayer printed circuit board

长度×宽度最大尺寸为 622 mm × 1092 mm (25 inch × 43 inch)，且层数为 8 层以上的印制电路板。

3.2

背钻 back-drilling

一种通过从任一板面钻孔到预定深度以去除镀覆孔的一部分来减少任何镀覆孔总长度的方法，用于信号完整性或电路绝缘。

3.3

微导通孔 microvia

最大厚径比为 1:1，终止在或穿过目标连接盘的，从其捕获连接盘箔到目标连接盘的距离不超过 0.25 mm [0.00984 in] 的盲孔结构 (电镀态的)。

4 性能等级和类型

4.1 性能等级

印制板的性能等级分为 1、2、3 三级，并应符合或超过 IPC-6011 和采购文件规定的具体性能等级的要求。

4.2 印制板类型

带镀覆孔印制板 (3~6) 型的分类如下：

- a) 3 型 — 不带盲孔或埋孔的多层印制板；
- b) 4 型 — 带盲孔及/或埋孔的多层印制板；
- c) 5 型 — 不带盲孔或埋孔的金属芯多层印制板；
- d) 6 型 — 带盲孔及/或埋孔的金属芯多层印制板。

5 要求

5.1 材料

印制板材料应当符合 IPC-6012E 中 3.2 的规定。

5.2 外观

5.2.1 边缘

5.2.1.1 如果没有指定边缘间距要求,则板边区域沿着印制板边、槽口和非镀覆孔的边缘出现的缺口或微裂纹不应超过边缘与最近导体距离的 50% 或 2.5 mm [0.0984 in],取两者中的较小值。

5.2.1.2 板边区域任何边缘分层或起泡与最近导电图形之间的距离不应小于最小侧向导体间距,如未规定时则不小于 100 μm [0.00394 in]。

5.2.1.3 板边区域晕圈渗透与最近导电图形之间的距离不应小于最小侧向导体间距,如未规定时则不小于 100 μm [0.00394 in]。

5.2.1.4 边缘应当切割整洁,没有金属毛刺。对于非金属毛刺,只要不疏松和/或不影响安装和功能,是可接受的。切割或铣切有分离槽口的在制板时,应满足印制板组装后的分板要求。

5.2.2 层压板外观缺陷

层压板的白斑、微裂纹、起泡、分层及晕圈应符合 IPC-A-600 的要求。

5.2.3 外来夹杂物

印制板内半透明的外来夹杂物应可接受。如果印制板内外来夹杂物未使相邻导体间距减少至低于5.4.2要求,则应可接受。

5.2.4 露织物

对于3级性能,印制板应无暴露的织物;对于1级和2级性能,如果露织物或表面纤维暴露/破坏未使导体间距减少至低于5.4.2要求,则应可接受。详细信息见 IPC-A-600。

5.2.5 划痕、压痕及加工痕迹

如划痕、压痕及加工痕迹未桥接导体,或表面纤维破坏超过前述规定,但未使介质间距减少至低于规定的最小要求,则应可接受。

5.2.6 表面空洞

印制板表面空洞,如果最长尺寸不超过 0.8 mm [0.0031 in],或不桥接导体,或不超过印制板每面面积的5%,则应可接受。

5.2.7 粘接增强处理区域颜色变异

粘接增强处理区域呈现斑点状或颜色变异是可接收的。不规则的处理层缺少面积不应超过该层导体总面积的10%。

5.2.8 孔内镀层和涂覆层空洞

孔内镀层和涂覆层的空洞不应超过表 1 的允许值。

表1 孔内镀层和涂覆层空洞目检

材料	1 级性能	2 级性能	3 级性能
铜 ¹⁾	在不多于孔总数 10% 的孔中，每个孔不超过 3 个空洞	在不多于孔总数 5% 的孔中，每个孔不超过 1 个空洞	无
最终涂覆层 ²⁾	在不多于孔总数 15% 的孔中，每个孔不超过 5 个空洞	在不多于孔总数 5% 的孔中，每个孔不超过 3 个空洞	在不多于孔总数 5% 的孔中，每个孔不超过 1 个空洞

注1：对于2 级性能，铜镀层空洞不应超过孔长度的 5%；对于1级性能，铜镀层空洞不应超过孔长度的 10%。

环形空洞不应超过 90°。

注2：对于 2 级和 3 级性能，最终涂覆层空洞不应超过孔长度的 5%，对于1级性能，最终涂覆层空洞不应超过孔长度的 10%。对于 1 级、2 级和 3 级性能，环形空洞不应超过 90°。

5.2.9 连接盘起翘

成品印制板(未经热应力测试)应无翘起的连接盘。

5.2.10 标志

5.2.10.1 印制板、鉴定试验板、质量一致性试验电路(相对于单个附连测试板)均应作标志，以保证印制板与质量一致性试验电路之间和制造过程时间的可追溯性，并识别制造者(商标等)。

5.2.10.2 标志的制作应采用与生产导电图形相同的工艺，或者使用永久性防霉的印料或涂料，也可用激光标记器或振动笔标在供作标志用的金属区域上或者在一个永久性粘贴的标签上制作标志。

5.2.10.3 导电的标志，不论是铜蚀刻或者导电油墨均应视为电路的导电元件，且不应降低电气间距的要求。

5.2.10.4 所有标志均应与材料及部件相匹配，经各种试验后均可辨认，而且在任何情况下均不影响印制板的功能。标记不应覆盖用于焊接的连接盘区域。可识别性要求参见 IPC-A-600。

5.2.10.5 除上述标志外，允许使用条形码标志。使用日期代码时，其格式应按供方的规定，以建立对制造过程时间的可追溯性。

5.2.11 可焊性

5.2.11.1 只有在后续装配过程要求焊接的印制板需要进行可焊性测试。

5.2.11.2 当采购文件有要求时，涂层耐久性的加速老化应符合 J-STD-003 的规定。耐久性的类别应在布设总图中规定。

5.2.12 镀层附着力

印制板检验镀层附着力时，不应有任何保护性镀层或导电图形箔部分脱落的迹象，其表现为镀层或图形金属箔的颗粒粘附在胶带上。如有镀层突沿(镀屑)断裂并粘附在胶带上，只表示有镀层突沿或镀屑存在，而不是镀层附着力失效。

5.2.13 印制板边接触片的金镀层与焊料涂层接合处

印制板边接触片的金镀层与焊料涂层接合处，其金镀层与焊料涂层之间的露铜间隙或金镀层重叠应符合表 2 的要求。允许露铜或金镀层重叠处呈现变色或灰黑色。

表2 印制板边接触片露铜间隙或金镀层重叠

性能等级	最大露铜间隙	最大金镀层重叠
1级	2.5 mm [0.0984 in]	2.5 mm [0.0984 in]
2级	1.25 mm [0.04921 in]	1.25 mm [0.04921 in]
3级	0.8 mm [0.031 in]	0.8 mm [0.031 in]

5.2.14 背钻孔

印制板背钻孔应没有电镀镀屑、疏松的钻屑(导电或不导电)，孔壁或背钻孔外表面不应有外层连接盘的残留。背钻孔不包含 5.2.1 的边缘间距要求。成品板孔径公差应当满足 5.3.3 的要求。

5.2.15 加工质量

5.2.15.1 印制板的加工工艺应使印制板质量均匀一致，不应出现可见的污垢、外来物、油脂、指纹、助焊剂残余、锡铅或焊料沾污转移至介质表面，以及其他影响其寿命、组装能力和使用性的污染物。

5.2.15.2 当使用金属或非金属半导体涂层时，允许出现非镀覆孔外观变暗。

5.2.15.3 印制板不应存在超过本文件允许的缺陷，不应有任何超过允许限度的镀层与导电图形或导体与基材的分离。印制板表面不应有疏松的镀层镀屑。

5.3 尺寸要求

5.3.1 基板安定性

印制板基板安定性应符合表 3 的要求。

表3 基板安定性

项 目		要 求
基板安定性	经向	$\leq 0.03\%$
	纬向	$\leq 0.03\%$

5.3.2 基板尺寸允许误差

印制板基板尺寸允许误差应符合表 4 的要求。

表4 基板尺寸允许误差

项 目	要 求
板厚均匀性	不超过 $\pm 8\%$
四边	不超过 $\pm 1 \text{ mm}$
对角线	不超过 $\pm 3 \text{ mm}$

5.3.3 孔径、孔图形精度和图形要素精度

孔径公差、孔图形精度和图形要素精度应符合采购文件的规定。镀覆孔中的结瘤或镀层粗糙不应使孔径减少至采购文件中规定的下限值以下。

5.3.4 环宽和破坏

印制板最小环宽和破坏应符合表5的要求。内层环宽是从铜孔壁镀层/内层连接盘界面量至内层连接盘的最外端。外层孔环是从内表面(孔内)量至印制板表面环宽的外边缘。破坏发生在导体/连接盘的交叉线处时,如符合图 2 的要求,则应可接受。有破坏的印制板应满足 5.9.2 的电气要求。对于 1 级和 2 级性能,除非客户禁止,使用填角法或“泪滴焊盘”在导体连接处增加额外的连接盘面积应可接受,并应符合 IPC-2221 中关于带孔连接盘的通用要求。

表5 最小环宽和破坏要求^{1) 2)}

特征	1 级性能	2 级性能	3 级性能
外层镀覆孔	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 180°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p> <p>如果连接盘未进行填角或泪滴焊盘, 连接盘/导体连接处最小环宽应为 25 μm [0.00098 in]。</p>	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 90°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p> <p>导体连接处不得小于 50 μm [0.00197 in] 或最小线宽, 取两者中的较小值。</p> <p>如果连接盘未进行填角或泪滴焊盘, 连接盘/导体连接处最小环宽应为 25 μm [0.00098 in]。</p>	<p>外层最小环宽应为 50 μm [0.00197 in]。</p> <p>在孤立区域, 由于诸如麻点、压痕、缺口、针孔或斜孔等缺陷, 外层最小环宽可再减少最小环宽的 20%。</p>
内层镀覆孔	<p>只要连接盘/导体连接处的减少量低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值, 允许出现孔破坏。</p> <p>如果连接盘未进行填角或泪滴焊盘, 最小环宽应为 25 μm [0.00098 in]。</p>	<p>只要连接盘/导体连接处的减少量低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值, 允许出现不大于 90° 的孔破坏。</p> <p>如果连接盘未进行填角或泪滴焊盘, 最小环宽应为 25 μm [0.00098 in]。</p>	<p>内层最小环宽应为 25 μm [0.00098 in]。</p>
微导通孔捕获连接盘	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 180°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p>	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 90°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p> <p>导体连接处不得小于 50 μm [0.00197 in] 或最小线宽, 取两者中的较小值。</p>	<p>应没有任何破坏痕迹。</p>
微导通孔目标连接盘	<p>符合 IPC-6012E 的 3.6.2.9.2 中 180° 的破坏应可接受。</p>	<p>符合 IPC-6012E 的 3.6.2.9.2 中 180° 的破坏应可接受。</p>	<p>应没有任何破坏痕迹。</p>
外层非支撑孔	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 90°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p>	<p>目视检查评定时, 连接盘上的破坏应不大于 90°。</p> <p>连接盘/导体连接处的减少量应低于 5.4.3.2 允许的宽度减少限值。</p>	<p>最小环宽应为 150 μm [0.00591 in]。</p> <p>在孤立区域, 由于诸如麻点、压痕、缺口、针孔或斜孔等缺陷, 外层最小环宽可再减少最小环宽的 20%。</p>

注1: 图1和图2给出了连接盘破坏及连接盘上导体宽度减少的实例。

注2: 导体的最小侧向间距应当符合 5.4.2 的要求。

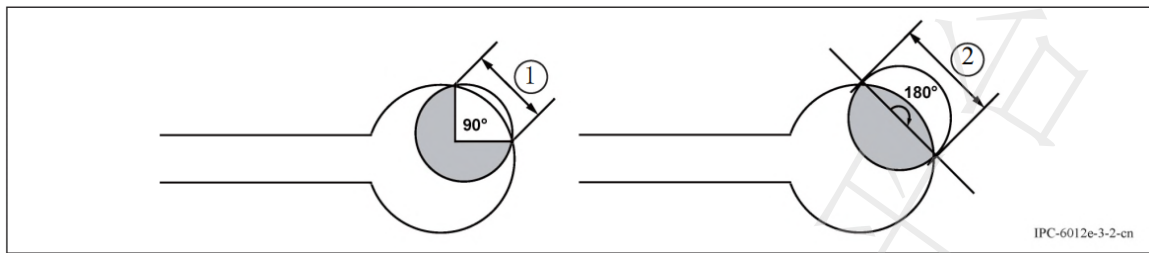


图1 90° 与 180° 破坏

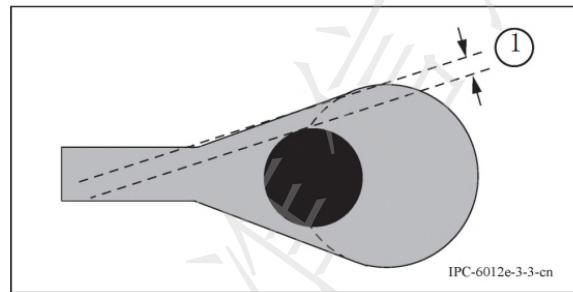


图2 连接盘/导体连接处导体宽度减少量

5.3.5 弓曲与扭曲

除非采购文件另有规定，当按 IPC-2221 中 5.2.4 设计时，使用表面贴装元件的印制板最大弓曲与扭曲应为 0.75%，其他印制板应为 1.5%。应以交付的形式对成品印制板进行评定。为了组装而拼板的产品，或由于结构不平衡导致的弓曲与扭曲接受界限应由供需双方协商确定。

5.4 导体要求

5.4.1 导体宽度及厚度

当布设总图没有规定时，最小导体宽度应为采购文件提供的导电图形的 80%，最小导体厚度应符合 IPC-6012E 中 3.6.2.14 及 3.6.2.15 的规定。

5.4.2 导体间距

5.4.2.1 导体间距、导体与印制板边缘间的最小间距应符合布设总图的规定。

5.4.2.2 导体间距未作规定时，因加工造成加工文件中给出的导体标称间距减少，对于3级性能产品，允许减少量应为 20%，对于 1 级和 2 级性能产品，允许减少量应为 30%。

5.4.3 导体缺陷

5.4.3.1 导电图形、导体几何形状

导电图形应没有裂纹、裂口或撕裂。导体的几何形状由其宽度 × 厚度 × 长度来决定。任何 5.4.3.2 和 5.4.3.3 规定的缺陷的组合使导体等效横截面积 (宽度 × 厚度) 的减少, 对于 2 级和 3 级性能不应超过最小值 (最小厚度 × 最小宽度) 的 20%, 对于 1 级性能不应超过最小值的 30%。导体上缺陷组合区域的总长度, 对于 1 级性能, 不应大于导体长度的 10% 或 25 mm [0.984 in], 对于 2 级和 3 级性能, 不应当大于导体长度的 10% 或 13 mm [0.512 in], 取两者中的较小值。

5.4.3.2 导体宽度减少

由于孤立的暴露基材的缺陷 (例如: 边缘粗糙、缺口、针孔和划痕) 造成最小导体宽度 (规定或推算值) 减少, 对于 2 级和 3 级性能, 允许减少量不应超过最小导体宽度的 20%。对于 1 级性能, 允许减少量不应超过最小导体宽度的 30%。

5.4.3.3 导体厚度减少

由于孤立的缺陷 (例如: 边缘粗糙、缺口、针孔、凹陷和划痕) 造成最小导体厚度减少, 对于 2 级和 3 级性能, 允许减少量不应超过最小导体厚度的 20%。对于 1 级性能, 允许减少量不应超过最小导体厚度的 30%。

5.4.4 导电表面

5.4.4.1 接地层或电源层上的缺口与针孔

对于 2 级和 3 级性能, 接地层或电源层上的缺口与针孔, 如果最长尺寸不超过 1.0 mm [0.0394 in], 且每面每 625 cm² 面积内不多于 4 处缺陷是可接收的。对于 1 级性能, 最长尺寸应不超过 1.5 mm [0.0591 in], 且每面每 625 cm² 面积内不多于 6 处缺陷。

5.4.4.2 可焊表面贴装连接盘

5.4.4.2.1 矩形表面贴装连接盘

沿连接盘边缘的缺口、凹痕、结瘤及针孔等缺陷, 对于 2 级及 3 级性能印制板, 不应超过连接盘的长度或宽度的 20%; 对于 1 级性能, 不应当超过 30%, 且缺陷不应侵占表面贴装连接盘的完好区域。连接盘内的缺陷, 对于 2 级及 3 级性能印制板, 不应超过连接盘的长度或宽度的 10%; 对于 1 级性能, 不应超过 20%, 且缺陷应位于表面贴装连接盘完好区域以外。

5.4.4.2.2 圆形表面贴装连接盘 (BGA 焊盘)

对于 1 级、2 级和 3 级性能印制板, 沿连接盘外部边缘的缺口、压痕、结瘤和针孔等缺陷, 向连接盘中心的径向辐射不应超过连接盘直径的 10%, 且对于 2 级和 3 级印制板, 不应超过连接

盘周长的 20%，对于 1 级印制板，不应超过连接盘周长的 30%。以连接盘直径的中点为中心，连接盘直径 80% 的完好区域内不应有缺陷。

5.4.4.3 印制板板边连接器连接盘

镀金或其他贵金属的印制插头插拔区即接触区，除下述情况外，不应有露底层镍或露铜的切口或划痕、凸起于表面的溅出焊料或锡铅镀层、结瘤或表面的金属凸点。若麻点、压痕或凹陷的最长尺寸未超过 0.15 mm [0.00591 in]，每个连接盘上的瑕疵不超过 3 个，且有这些瑕疵的连接盘不多于连接盘总数的30%，是可接受的。上述瑕疵的限制不适用于中间完好区域(即宽度的80%和长度的90%范围内)。

5.4.4.4 半润湿

对于锡、锡铅热熔或焊料涂层表面，导体上、焊料连接区域和接地层或电源层上的半润湿允许限度如下：

- a) 导体和接地层/电源层 — 各级性能均允许；
- b) 单独的焊料连接区域 — 1 级性能：15%；2 级性能：5%；3 级性能：5%。

5.4.4.5 不润湿

对于锡、锡铅热熔或焊料涂层表面，任何要求焊接连接的导体表面不允许出现不润湿。

5.4.4.6 表面涂覆层覆盖性

表面涂覆层覆盖性应符合 J-STD-003 的可焊性要求。不要求焊接的区域暴露金属基材，对于 3 级性能允许导体表面有 1% 的露铜，对于 1 级和 2 级性能允许表面有 5% 的露铜。覆盖性不适用于导体垂直边缘。阻焊膜重叠或侵占在不要求焊接区域的锡铅或焊料上，如未超过 0.15 mm [0.00591 in]，是可接受的。

5.5 结构完整性

印制板结构完整性应符合 IPC-6012E 中 3.6 的要求。

5.6 阻焊膜

5.6.1 性能要求

当印制板要求涂覆阻焊膜时，阻焊膜应符合 IPC-SM-840 的要求。如 1 级或 2 级性能未规定阻焊膜性能级别时，应采用 IPC-SM-840 的等级T；对 3 级性能，应采用 IPC-SM-840 的等级H。

5.6.2 阻焊膜覆盖

由于制造变异所造成的跳印、空洞及错位等应满足下列限制：

- a) 要求阻焊膜覆盖的区域(包含阻焊坝或辐条), 不应暴露金属导体。如果要求使用阻焊膜修补覆盖这些区域, 则应采用与原始使用的阻焊膜相兼容且具有相同耐焊接性和耐清洗性的材料;
- b) 在含有平行导体的区域, 阻焊膜的变异不应暴露相邻的导体, 除非由采购文件/ 布设总图(例如, 用于测试点或表面贴装器件)指定;
- c) 不应暴露元器件下的导体, 或应采取其他措施使导体电气绝缘。如果元器件的图形不明显, 则应在采购文件中标明元器件所覆盖的区域;
- d) 阻焊膜不需要与连接盘表面齐平。阻焊定义的图形对位不准不应暴露于与之相邻绝缘的连接盘和导体;
- e) 如果不违反该级别产品的外层环宽要求, 需进行焊接连接的镀覆孔连接盘上允许有阻焊膜; 阻焊膜不应侵入到此镀覆孔的孔壁上。其他表面如印制板边连接器接触片和表面贴装连接盘应没有阻焊膜, 除非有其他规定。不需要焊接元器件引线的镀覆孔与导通孔内允许有阻焊膜, 除非采购文件要求这些孔完全被焊料填充。阻焊膜可以掩盖或堵塞导通孔, 为了达到上述目的可以要求焊盘上阻焊最大高度为 $50\ \mu\text{m}$ [0.002 in]。用于组装测试的测试点必须没有阻焊膜, 除非规定对其进行覆盖;
- f) 当连接盘上没有镀覆孔时, 如连接盘为表面贴装连接盘或球栅阵列连接盘, 偏位不应造成阻焊膜侵入到连接盘上, 或阻焊定义连接盘的减少应满足以下条件:
 - 1) 矩形表面贴装连接盘: 当节距大于或等于 $1.25\ \text{mm}$ [0.04921 in]时, 上连接盘区域不大于 $50\ \mu\text{m}$ [0.00197 in]; 当节距介于 $0.65\ \text{mm}$ [0.0256 in]和 $1.25\ \text{mm}$ [0.04921 in]之间时, 上连接盘区域不大于 $25\ \mu\text{m}$ [0.00098 in]; 当节距小于 $0.65\ \text{mm}$ [0.0256 in]时, 阻焊膜侵占连接盘宽度应由供需双方协商确定。侵占可以发生在表面贴装连接盘的相邻边上, 但是不能发生在其相对边上;
 - 2) 圆的表面贴装连接盘(比如球栅阵列焊盘): 如果是阻焊定义的连接盘, 则偏位允许连接盘上的阻焊膜有 90° 的破坏; 如果是铜定义的连接盘, 除导体连接处外, 不允许阻焊膜侵占连接盘。
- g) 非导电区阻焊膜的麻点、空洞和气泡, 如其边缘黏附良好且不出现超过 5.6.3 所允许的起翘或起泡, 则是允许的;
- h) 间距紧密的表面贴装连接盘之间阻焊膜的覆盖应符合采购文件的规定;
- i) 当设计要求阻焊膜覆盖至印制板边缘时, 加工后沿板边缘阻焊膜的碎裂或起翘的延伸不应超过 $1.25\ \text{mm}$ [0.04921 in]或超过与板边最近导体距离的 50% , 取两者中的较小值。

5.6.3 阻焊膜固化及附着力

5.6.3.1 已固化的阻焊膜涂覆层不应呈现超过下列程度的粘性、分层或起泡:

- a) 1 级性能: 没有桥连导体;

b) 2 级及 3 级性能：每面 2 个，最长尺寸为 0.25 mm [0.00984 in]，且导体间电气间距的减少不超过 25%。

5.6.3.2 若需用阻焊膜返工或修补覆盖这些区域时，应采用与原有阻焊膜相容并具有同等耐焊接性与耐清洗性的材料进行。当按 6.5 进行测定时，从 G 附连板或印制板上起翘的最大百分比应符合表 6 的要求。

表 6 阻焊膜附着力

表面	允许起翘的最大百分比 %		
	1 级性能	2 级性能	3 级性能
裸铜	10	5	0
金或银	25	10	5
基板	10	5	0
熔融金属(电镀锡铅、热熔锡铅及光亮酸性锡)	50	25	10

5.6.4 阻焊膜厚度

阻焊膜厚度测量的任何要求应由供需双方协商确定，如需要测量厚度，按 6.5 试验方法进行。

5.7 电气要求

5.7.1 介质耐压

适用的附连测试板或印制板介质耐压应满足表 7 的要求，导体之间或导体与连接盘之间没有火花或击穿。对于埋入式无源器件电容材料，相邻平面层的介质耐压应满足 IPC-6017 要求。

表 7 介质耐压

项目	1 级性能	2 级与 3 级性能
大于或等于 80 μm [0.00315 in] 间距的电压	-	500(+15, -0) V(dc)
小于 80 μm [0.00315 in] 间距的电压	-	250(+15, -0) V(dc)
时间	-	30(+3, -0) s

5.7.2 电路连通性与绝缘性

成品印制板应按 IPC-9252 测试电路连通性与绝缘性。过程中不要求进行盲埋结构的电路连通性与绝缘性测试检查。

5.7.3 电路/镀覆孔对金属基板的短路

印制板的电路/镀覆孔与金属基板之间应能承受500 V(dc)的电压，应没有火花或介质击穿。

5.7.4 湿热及绝缘电阻 (MIR)

附连测试板按照 6.6.4 试验后，不应呈现超过 5.2.2 允许的外观缺陷。绝缘电阻(测试电压 500 V(dc)下)应满足表 8 所给出的最低要求。

表 8 绝缘电阻

项目	1 级性能	2 级性能	3 级性能
验收态	维持电气功能	500 MΩ	500 MΩ
暴露湿热后	维持电气功能	100 MΩ	500 MΩ

5.7.5 最小绝缘电阻

对于各级性能、无元器件的齐平印制板最小绝缘电阻应为 50 MΩ 。

5.8 清洁度

5.8.1 施加阻焊膜前的清洁度

印制板要求施加永久性阻焊涂覆层时，印制板上的离子及其他污染物应在允许的限值以内。当按 6.7 测试未涂覆的印制板时，污染水平应不大于 1.56 μg /cm² 氯化钠当量。

5.8.2 施加阻焊膜、焊料或其他表面涂覆后的清洁度

当有规定时，应按 6.7 测试，并符合采购文件中的要求。

5.8.3 氧化处理后层压前内层的清洁度

当有规定时，应按 6.7 测试，并符合采购文件中的要求。

5.9 特殊要求

以下部分或全部特殊要求在采购文件中有指定时适用，且采购文件和/或订单数据应规定采用哪些特殊要求。

5.9.1 排气

印制板应按 6.8.1 试验，排气量导致的总质量损耗(TML)应小于1%，且可收集的挥发凝结物(CVCM)小于0.1%。

5.9.2 振动

附连测试板或印制板在经受 6.8.2 试验后, 应通过 5.7.2 规定的电路试验。且不应出现超过 5.3.5 允许的弓曲或扭曲。

5.9.3 机械冲击

印制板试样在经受 6.8.3 机械冲击试验后, 应通过 5.7.2 规定的电路试验。

5.9.4 阻抗测试

印制板指定电路的阻抗要求应由供需双方协商确定。测试方法按 6.8.4 进行。

5.9.5 热膨胀系数(CTE)

当印制板带有金属芯或增强结构而其平面方向有限定的热膨胀系数要求时, 热膨胀系数应在采购文件规定的温度范围内, 且应在规定值的 $\pm 2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以内。

5.9.6 表面绝缘电阻(接收态)

表面绝缘电阻(接收态)应按 6.8.6 规定测试附连测试板。绝缘电阻应不小于表 8 给出的值。

5.9.7 金属芯(水平显微剖切)

对于金属芯和镀覆孔之间有间隔的金属芯印制板, 应按要求做水平显微剖切, 填塞孔的绝缘材料中的芯吸、径向裂缝、侧向间隙或空洞不应使相邻导电面之间的电气间距减少至低于 $100 \mu\text{m}$ [0.00394 in]。从镀覆孔边缘伸入孔填塞物的芯吸和/或径向裂缝不应超过 $75 \mu\text{m}$ [0.00295 in]。

5.10 有毒有害物质限量

印制板的有毒有害物质限量应符合 GB/T 26572 的规定。

6 试验方法

6.1 外观检验

6.1.1 外观要求的目视检验应在 3 个屈光度(放大约 1.75 倍)下进行。

6.1.2 微导通孔要素外观检验中, 对于适用的尺寸或者工艺特性应在最小 30 倍放大镜下进行。

6.1.3 如果检验有可疑, 且在 3 个屈光度下不能确认, 则应该在逐渐增大的放大倍数(最大至 40 倍)下进行核实, 以确认符合性。

6.1.4 对于尺寸的要求, 例如间距或导体宽度的测量, 可能要求其他放大倍数及可以精确测量指定尺寸的带有十字线或刻度的仪器。

6.1.5 若合同或规范有规定, 也可以要求其他放大倍率。

6.1.6 可焊性测试中, 如有要求, 待测试的附连板或印制板应进行预处理, 并按 J-STD-003 进行表面和镀覆孔可焊性的评定。除非另有规定, 通孔默认测试应是 S 附连板浮焊; 表面贴装默认测试应

是 M 或 W 附连板的边缘浸焊。

注：根据 J-STD-003，除非由供需双方协商确定，边缘浸锡测试应当要求使用机械或机电设备（例如，一套镊子不构成机械设备）。

6.1.7 镀层附着力测试应按 IPC-TM-650 的 2.4.1 规定进行，使用一条压敏胶带粘贴在镀层表面上，然后用手以垂直于线路图形的力拉起。

6.2 尺寸要求检验

6.2.1 印制板尺寸要求按 IPC-6012E 中 3.4 规定的方法进行。允许使用自动光学检验(AOI)或坐标测量机(CMM)等自动检测技术。

6.2.2 弓曲、扭曲或其组合应按 IPC-TM-650 的 2.4.22 用坐标测量机(CMM)或等效方法进行物理测量及计算百分比。

6.2.3 基板安定性检验按 IPC-TM-650 的 2.4.39 规定的方法进行。

6.3 导体要求检验

印制板导体要求按 IPC-6012E 中 3.5 规定的方法进行。

6.4 结构完整性试验

印制板结构完整性按 IPC-6012E 中 3.6 规定的方法进行。

6.5 阻焊膜(阻焊涂层)试验

印制板阻焊膜固化特性试验按 IPC-TM-650 的 2.4.28.1 规定进行；阻焊膜厚度可以使用仪器测量法，或对 E 附连测试板上平行导体通过显微剖切法进行评定，或进行破坏性物理分析(DPA)。

6.6 电气要求测试

6.6.1 介质耐压测试

适用的附连测试板或印制板介质耐压测试按 IPC-TM-650 的 2.5.7 规定进行，试验电压应施加在每个导体图形的所有公共部分及每个导体图形的相邻公共部分、每层的导体图形之间和每个相邻层的电气绝缘的图形之间。

6.6.2 电路连通性与绝缘性测试

6.6.2.1 成品印制板按 IPC-9252 规定的方法进行电路连通性与绝缘性测试。过程中不要求进行盲埋结构的电路连通性和绝缘性测试。

6.6.2.2 绝缘性测试时，施加于网络间的电压必须高至能使测量达到足够的电流分辨率。同时，此电压还必须低至防止相邻网络间发生火花放电，否则可能引起产品的缺陷。对于手工测试，电压最

小应当为 200 V(dc), 并应施加电压至少 5 s。当使用自动设备测试时, 施加的最小测试电压应当为印制板最大额定电压的两倍。如最大额定电压未规定时, 最小测试电压应当为 40 V(dc)。

6.6.3 电路/镀覆孔对金属基板的短路测试

印制板应按6.6.1的规定进行试验, 但 500 V(dc)的极化电压应施加于导体之间及/或连接盘与金属基板(散热板或芯板)之间, 施加的方法应使每个导体/连接盘都被测到(例如采用金属刷或铝箔)。

6.6.4 湿热及绝缘电阻(MIR)测试

6.6.4.1 印制板的湿热及绝缘电阻测试按 IPC-TM-650 中 2.6.3 规定的方法进行。

6.6.4.2 在放入试验箱前, 应当在外层导体上涂覆符合 IPC-CC-830 规定的敷形涂层。

6.6.4.3 最终测量应在从试验箱移出后 2h 内的室温下进行。

6.6.4.4 在试验箱内暴露时, 所有各层均加有 100 ± 10 V(dc) 的极化电压。敷形涂层的白斑离附连测试板或成品印制板的边缘不应超出 3.0 mm [0.12 in]。

6.6.4.5 湿热及绝缘电阻测试后, 应按 6.6.1 再进行介质耐压试验。

6.7 清洁度试验

印制板清洁度试验应按 IPC-TM-650 中 2.3.25 的 4.0 溶剂萃取液电阻法进行。其他等效方法可代替规定的方法, 但是应证明替代方法具有相同或最佳的灵敏度, 且使用的溶剂应具有与上述规定溶剂一样的溶解助焊剂残留物或其他污染物的能力。当按 IPC-TM-650 中 2.3.25 进行测试时, 不要求用校准的比重计来测定溶液中酒精的百分比。

6.8 特殊要求试验

6.8.1 排气试验

印制板排气试验按 IPC-TM-650 中 2.6.4 规定的方法进行, 质量损耗应在有代表性的基材制成的附连测试板或印制板上测试确定。测试基材体积应约为 1 cm^3 。基材应置于能达到 $7 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ [$5 \times 10^5 \text{ mmHg}$]真空度的真空箱内 24 h。

6.8.2 振动试验

6.8.2.1 应按 IPC-TM-650 中 2.6.9 规定的方法测试印制板, 将印制板的平面垂直于振动的轴向安装, 进行循环扫描振动试验及定时共振试验。

6.8.2.2 循环扫描振动试验应由 20 Hz 至 2000 Hz 再回到 20 Hz 的一个扫描组成, 持续时间 16 min。在 20 Hz 至 2000 Hz 频率范围的输入加速度应保持在 15 G。

注: $1 \text{ G} = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 。

6.8.2.3 定时共振试验时，试样应经受 30 min 的定时共振，输入 25G 或在试样几何中心测得最大输出为 100 G。试样的四边都要固定以防止其移动。

6.8.3 机械冲击试验

机械冲击试验应按 IPC-TM-650 中 2.6.5 规定进行。印制板应经受三次持续时间为 6.5 ms 的 100 G 脉冲的冲击，分别在三个主面上进行。试样的四边都要固定以防止其移动。

6.8.4 阻抗测试

附连测试板或印制板指定电路的阻抗测试应按 IPC-TM-650 中 2.5.5.7 的 TDR(时域反射计)法进行。对于大的阻抗公差，可按 IPC-2251 使用特殊的附连测试板的显微剖切进行尺寸测量，以确定阻抗值。

6.8.5 热膨胀系数(CTE)检验

印制板热膨胀系数(CTE)检验应按 IPC-TM-650 中 2.4.41.2 的应变计法进行。如经供需双方同意，其他测定热膨胀系数的方法也可使用。

6.8.6 表面绝缘电阻(接收态)检验

附连测试板或印制板应在 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ 、不施加湿度条件下处理 24 h。经过冷却后，应按 IPC-TM-650 中 2.6.3.7 规定在室温下完成绝缘电阻测试。

6.8.7 金属芯(水平显微剖切)检验

对镀覆孔与金属芯之间有间隔的金属芯印制板应按要求进行水平显微剖切以观察金属芯/孔间绝缘填充情况。在进行显微剖切前，附连测试板或成品板应按 IPC-6012E 中 3.6.1 要求进行热应力处理。

6.9 有毒有害物质限量检验

印制板有毒有害物质限量应按 GB/T 26125 规定的方法进行。

7 验收

印制板验收应按 IPC-A-600 规定或采购文件的要求执行。