

团 体 标 准

T/TMAC ×××—2026

PCB 用高频高速低损耗基板材料技术规范

Technical specifications for high-frequency, high-speed,
low-loss substrate materials for PCB

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国技术市场协会 发布

中国技术市场协会（TMAC）是科技领域内国家一级社团，以宣传和促进科技创新，推动科技成果转移转化，规范交易行为，维护技术市场运行秩序为使命。为满足市场需要，做大做强科技服务业，依据《中华人民共和国标准化法》《团体标准管理规定》，中国技术市场协会有序开展标准化工作。本团体成员和相关领域组织及个人，均可提出修订 TMAC 标准的建议并参与有关工作。TMAC 标准按《中国技术市场协会团体标准管理办法》《中国技术市场协会团体标准工作程序》制定和管理。TMAC 标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议多数专家的同意，方可予以发布。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料反馈至中国技术市场协会，以便修订时参考。

本作品著作权归中国技术市场协会所有。除了用于国家法律或事先得到中国技术市场协会正式授权或许可外，不许以任何形式复制本文件。第三方机构依据本文件开展认证、评价业务，须向中国技术市场协会提出申请并取得授权。

中国技术市场协会地址：北京市海淀区复兴路甲 23 号城乡华懋大厦 12 层 1217。

邮政编码：100036 电话：010-68270447 传真：010-68270453

网址：www.ctm.org.cn 电子信箱：136162004@qq.com

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基板材料分类	1
5 工作要求	2
5.1 环境要求	2
5.2 设备要求	2
5.3 运行管理要求	2
5.4 环保与安全要求	2
6 技术要求	2
7 试验方法	3
8 检验规则	3
8.1 检验分类	3
8.2 型式检验	3
8.3 出厂检验	3
8.4 判定规则	3
9 标志、包装、运输和贮存	3
9.1 标志	3
9.2 包装	4
9.3 运输和贮存	4

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。

本文件由中国技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：胜宏科技(惠州)股份有限公司、北京中研博采技术服务有限公司、北京六只猫创意科技有限公司、北京彬诚科技有限公司等单位。

本文件主要起草人：黄海清、吴海辉、乐志斌、夏卫彬、杨笛等。

PCB 用高频高速低损耗基板材料技术规范

1 范围

本文件规定了PCB用高频高速低损耗基板材料材料分类、工作要求、系统结构与功能、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于工作频率在1 GHz及以上、数据传输速率在5 Gbps及以上的印制电路板所使用的覆铜箔层压板（包括半固化片）。其他高频电路用基板材料可参照使用。

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 2036 印制电路术语

GB/T 2408 塑料 燃烧性能试验方法 水平法和垂直法

GB/T 4677 印制板测试方法

GB 5085.3 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5230 印制板用电解铜箔

GB/T 5593 电子元器件结构陶瓷材料

GB/T 19466.2 塑料 差示扫描量热法（DSC）第2部分：玻璃化转变温度的测定

GB/T 36800.2 塑料 热机械分析法（TMA）第2部分：线性热膨胀系数和玻璃化转变温度的测定

JJG 139 拉力、压力和万能试验机检定规程

JJG 520 粉尘采样器检定规程

3 术语和定义

GB/T 2036界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低损耗基板 low-loss substrate

在10 GHz下介质损耗因子不大于0.005的基板材料。

3.2

高频高速 high-frequency high-speed

工作频率不低于1 GHz且数字信号上升时间不高于100 ps的应用场景。

3.3

特性阻抗 characteristic impedance

传输线单位长度阻抗，由几何尺寸与材料相对介电常数决定，目标值 $50 \Omega \pm 5\%$ 。

4 基板材料分类

PCB用高频高速低损耗基板材料分类按增强材料和树脂体系分为：

- a) 改性环氧（FR-4）体系；
- b) 改性聚苯醚（PPE）体系；
- c) 液晶聚合物（LCP）体系；
- d) 聚四氟乙烯（PTFE）体系；
- e) 其他混合体系。

5 工作要求

5.1 环境要求

环境要求应符合下列规定：

- a) 贮存温度：5℃~25℃；
- b) 相对湿度：不大于60%；
- c) 作业场所应防静电、防振动、防腐蚀。

5.2 测试设备要求

测试设备应符合表1规定。

表1 测试设备要求

序号	设备名称	技术参数	校准周期	执行标准
1	矢量网络分析仪	频率范围10 MHz~110 GHz，动态范围不小于120 dB	12个月	JJG 520
2	带状线夹具	特性阻抗 50 Ω ±1%	24个月	GB/T 4677
3	差示扫描量热仪	温度范围-50℃~400℃，精度±0.1℃	12个月	GB/T 19466.2
4	热机械分析仪	载荷0.001 N~2 N，位移分辨率0.1 μm	12个月	GB/T 36800.2
5	万能试验机	最大力5 kN，精度0.5级	12个月	JJG 139
6	节点性能测试设备	频率 10 MHz - 110 GHz，动态范围 ≥110 dB	12个月	JJG 520
7	阻抗测试仪	精度 ±1%，带宽 1 MHz - 3 GHz	12个月	GB/T 4677

5.3 运行管理要求

运行管理要求应符合下列规定：

- a) 关键工艺参数（树脂含量、压合温度、压合压力）偏差不大于3%；
- b) 批次记录保存期限不小于10年；
- c) 建立追溯码体系，覆盖率100%。

5.4 环保与安全要求

环保与安全要求应符合下列规定：

- a) 挥发性有机物（VOC）排放不大于50 mg/m³；
- b) 废弃物应按GB 5085.3危险废物鉴别标准分类处理；
- c) 所有测试设备须符合GB/T 5226.1机械电气安全要求，配置急停、接地、过流保护及警示标识。

6 技术要求

PCB用高频高速低损耗基板材料技术要求应符合表2规定。

表2 低损耗基板材料技术指标

分类 项目	改性环氧 (FR-4)	改性聚苯醚 (PPE)	液晶聚合物 (LCP)	聚四氟乙烯 (PTFE)	指标条件
相对介电常数	4.1±0.10	3.40±0.05	3.00±0.03	2.10±0.02	10 GHz, 23℃, 带状线夹具
介质损耗因子	≤0.008	≤0.005	≤0.003	≤0.0015	10 GHz, 23℃
热导率	≥0.5	≥0.7	≥0.7	≥0.8	10 GHz, 23℃
体积电阻率(MΩ·cm)	≥1×10 ⁶	≥1×10 ⁶	≥1×10 ⁶	≥1×10 ⁶	常态, 100 V, 60 s

表面电阻率 (MΩ)	≥1×10 ⁵	≥1×10 ⁵	≥1×10 ⁵	≥1×10 ⁵	常态, 100 V, 60 s
铜箔剥离强度(N/mm)	≥1.2	≥1.2	≥1.2	≥1.2	90° 剥离, 50 mm/min
玻璃化转变温度(°C)	≥150	≥200	≥280	≥260	DSC, 10 °C/min
热分层时间 (min)	≥30	≥30	≥30	≥30	288 °C, 恒温至分层
吸湿率	≤0.10%	≤0.10%	≤0.10%	≤0.10%	288 °C, 恒温至分层
阻燃等级	V-0	V-0	V-0	V-0	垂直燃烧, 两次10 s
尺寸稳定性	≤0.05%	≤0.05%	≤0.05%	≤0.05%	150 °C, 2 h

7 试验方法

PCB用高频高速低损耗基板材料试验方法应符合表3规定。

表3 低损耗基板材料技术指标试验方法

试验项目	试样尺寸及制备	仪器设备	试验步骤	依据标准
相对介电常数	50 mm×50 mm×基材厚度, 双面蚀刻铜箔	网络分析仪、带状线夹具	校准VNA至2端口; 测量S参数; 计算相对介电常数	GB/T 4677
介质损耗因子	50 mm×50 mm×基材厚度, 双面蚀刻铜箔	网络分析仪、带状线夹具	步骤同上, 计算介质损耗因子	GB/T 4677
体积电阻率	100 mm×100 mm, 银电极	高阻计	施加100 V, 60 s读数	GB/T 5593
表面电阻率	100 mm×100 mm, 银电极	高阻计	施加100 V, 60 s读数	GB/T 5593
铜箔剥离强度	25 mm×100 mm, 保留25 mm铜箔	万能试验机 (50 mm/min)	90° 剥离, 记录最大力	GB/T 4677
玻璃化转变温度	10 mg粉末, 氮气50 mL/min	差示扫描量热仪	25 °C~250 °C, 升温速率10 °C/min	GB/T 19466.2
热分层时间	6.35 mm×6.35 mm	热机械分析仪	25 °C~288 °C, 恒温至出现分层	GB/T 4677
吸湿率	50 mm×50 mm×基材厚度	恒温恒湿箱	85 °C/85%RH, 24 h, 称重	GB/T 4677
阻燃等级	125 mm×13 mm×基材厚度	垂直燃烧仪	两次10 s火焰, 记录余焰时间	GB/T 2408
尺寸稳定性	200 mm×200 mm	热机械分析仪	150 °C, 恒温2 h, 测尺寸变化	GB/T 4677

8 检验规则

8.1 检验分类

本文件规定的检验分为型式检验和出厂检验两类。型式检验用于验证产品全面符合性, 出厂检验用于确认出厂批次质量。

8.2 型式检验

符合下列情形之一时应实施型式检验:

- 新产品试制定型;
- 结构、材料、工艺重大变更可能危及性能;
- 连续批量生产满一年;
- 停产一年以上恢复生产;
- 出厂检验结果与最近一次型式检验差异大于10%。

8.3 出厂检验

每批次出厂前应完成表3规定的三项关键性能检验: 相对介电常数、介质损耗因子和铜箔剥离强度。

8.4 判定规则

全部项目合格则判该批型式检验合格; 任一项目不合格则判该批型式检验不合格, 须立即停产分析原因, 整改后重新型式检验, 合格后方可恢复批量生产。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

外包装应注明产品名称、型号、相对介电常数/介质损耗因子标称值、批号、生产日期。

9.2 包装

铝箔真空袋加干燥剂，外套瓦楞纸箱。

9.3 运输和贮存

温度5℃~25℃，相对湿度不大于60%，避免日晒雨淋。
