

基于专利分析的高频覆铜板发展态势研究

谌 凯¹, 任英杰², 张 帆¹, 沈泉锦², 何小玲², 吴巧玲¹

(1. 浙江省科技信息研究院, 浙江 杭州 310006;

2. 浙江华正新材料股份有限公司, 浙江 杭州 311121)

摘 要: 高频覆铜板是5G相关产业发展的核心基础, 技术门槛高, 市场前景广阔。为厘清高频覆铜板领域的发展态势, 对高频覆铜板及其关键核心技术(树脂、纤维布、填料、铜箔等)的专利大数据进行全面挖掘和深入研究。结果表明: 高频覆铜板领域仍处于高速发展期, 树脂、纤维布、填料、铜箔等技术演进以实现稳定的介电常数、低介质损耗为目标。美国和日本的企业占据主导地位, 日立、住友、松下、三菱等日企专利申请量排名前列。我国在高频覆铜板领域起步虽晚, 但发展较快, 形成了广东和江苏两大研发高地, 涌现了生益科技、华正新材等优势企业, 但整体上专利技术缺乏核心竞争力, 且面临较强专利壁垒。据此, 提出了我国高频覆铜板产业高质量发展的对策建议。

关键词: 高频覆铜板; 专利分析; 技术演进

中图分类号: TM215 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-9239(2021)12-0101-06

DOI: 10.16790/j.cnki.1009-9239.im.2021.12.016

Research on Development Status of High-frequency Copper-clad Laminate on Basis of Patent Analysis

SHEN Kai¹, REN Yingjie², ZHANG Fan¹, SHEN Quanjin², HE Xiaoling², WU Qiaoling¹

(1. Institute of Scientific and Technical Information of Zhejiang Province, Hangzhou 310006, China;

2. Zhejiang WAZAM New Material Co., Ltd., Hangzhou 311121, China)

Abstract: High-frequency copper-clad laminate is the core foundation to the development of 5G related industries, it has high technical threshold and broad market prospects. In order to clarify the development trend of high-frequency copper-clad laminate field, we comprehensively excavated and deeply studied the patent big data of high-frequency copper-clad laminate and its key technologies, including resin, fiber cloth, filler, and copper foil. The results show that the field of high-frequency copper-clad laminate is still in a period of rapid development, and the technology evolution of resin, fiber cloth, filler, and copper foil are aimed at achieving stable dielectric constant and low dielectric loss. Companies from the USA and Japan occupy the dominant position, the application amount of patent form Hitachi, Sumitomo, Panasonic, Mitsubishi and other Japanese companies are in the front rank. The research on high frequency copper-clad laminate in China starts late but develops rapidly, with two major research and development highlands formed in Guangdong and Jiangsu, and advantageous enterprises emerged such as Shengyi Technology and WAZAM New Materials. However, on the whole, patent technologies of China lack core competitiveness and face strong patent barriers. Accordingly, the countermeasures and suggestions for the high-quality development of high-frequency copper-clad laminate industry in China are put forward.

Key words: high-frequency copper-clad laminate; patent analysis; technology evolution

收稿日期: 2021-01-28 修回日期: 2021-03-17

基金项目: 国家知识产权局专利专项研究项目(FX202008)

作者简介: 谌凯(1984-), 男(汉族), 湖北武汉人, 副研究员, 主要从事产业情报和产业政策的研究。

0 引言

随着通信行业从低频向高频发展, 高频覆铜板的应用市场前景广阔。据有关预测, 2018—2025年, 宏基站、车载毫米波雷达、5G硬件设备等对高频

高速覆铜板的需求规模累计将超过1 000亿元。高频覆铜板,位于覆铜板行业金字塔的顶端,介质损耗因数最小,行业门槛最高,目前仍由美、日厂商占据主流市场,代表厂商有罗杰斯、泰康利、ISOLA、松下等。美、日厂商的成功来自于超前的布局,在下游市场成熟前数十年就开始对覆铜板的基础材料展开研究,花费大量时间和沉没成本换来了独门配方,掌握有通信及互联网数据中心(IDC)需求的高频覆铜板核心专利,给后进者带来一定的专利壁垒。目前,国内部分企业已经开始了高频覆铜板的研发和生产,如生益科技、华正新材等,在规模和技术方面已迎头赶上,国产替代空间巨大^[1-2]。

本文基于专利分析方法,从高频覆铜板的发展趋势、技术演进、区域竞争、优势机构等方面开展研究,为相关政府部门、企业和高校院所进一步发展高频覆铜板产业和技术提供情报支撑。

1 数据来源

本研究采用德温特专利数据库,结合关键词、IPC分类、CPC分类、德温特分类进行专利检索和数据采集,得到与高频覆铜板技术相关的2 737项专利族,8 563件专利(检索时间范围为1962年1月至2020年8月)。

2 全球高频覆铜板的发展态势

2.1 专利申请基本状况

高频覆铜板相关技术最早可以追溯到20世纪70年代,50年时间里,提高高频覆铜板适用性的技术也在不断探索中,包括降低介电常数、降低介质损耗、实现稳定的介电常数+低介质损耗等^[3-6]。

图1为1970—2020年高频覆铜板相关专利数量的年度变化趋势。根据申请专利数量及发展趋势,可以将高频覆铜板的技术发展分为3个阶段。

第1阶段(1970—1985年),高频覆铜板技术孕育期。该阶段专利数量较少,专利增速较为缓慢,每年专利申请量不超过20项,技术来源主要是美国和日本,美国率先开展该领域的研发工作,美国海军部于1970年申请了第1项相关专利,主题为“一种电子电路板,它由导电箔通过热固定键合膜粘到介质基片上制成,优选介质基片由玻璃纤维充填聚四氟乙烯树脂制得”。该阶段投入高频覆铜板研发的申请人还较少,数量仅有21个。该阶段主要申请机构为日本三菱、东芝、美国杜邦、联合信号等。

第2阶段(1986—2011年),高频覆铜板技术成长期。该阶段高频覆铜板的专利申请数量开始明显上升,1986年专利申请量为27项,而2011年专利申请量达94项,该阶段专利主要来源于美国、日本和中国,申请人数量达623个,增幅近30倍。该阶段主要申请机构为日本日立、住友电木、松下、三菱、生益科技等。

第3阶段(2012年至今),高频覆铜板技术高速发展期。伴随着移动通信技术的快速发展,特别是2013年2月5G移动技术的提出,高频覆铜板作为关键零部件,相关技术也得到快速发展,专利申请量呈现飞速增长趋势,2012年专利申请量为103项,2018年专利申请量达227项(因为专利申请中存在18个月公开期,所以2019年和2020年的专利申请数据还不完整)。其中,中国专利申请量远远超出其他国家。该阶段主要申请机构为生益科技、日本日立、味之素、台光电子。

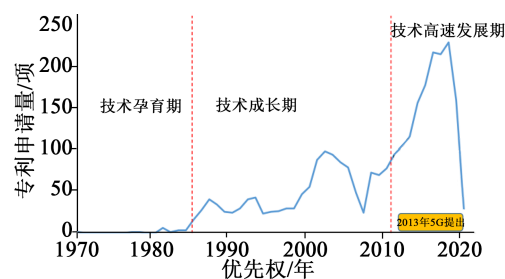


图1 高频覆铜板专利申请量年度分布

Fig.1 Annual distribution of patent applications of high frequency copper clad laminate

2.2 专利技术发展状况

2.2.1 整体技术发展状况

图2为高频覆铜板专利相关技术领域分布的趋势。从图2可以看出,高频覆铜板领域技术研发热点依次为树脂、制备工艺、纤维布、铜箔、填料和制造设备,同一项专利涉及1个或多个研发热点,其中,树脂相关专利有2 552项,占比达93.2%;制备工艺相关专利有1 288项,占比达47.1%;纤维布相关专利有118项,占比达4.3%;铜箔相关专利有109项,占比达4.0%;填料相关专利有57项,占比达2.1%;制造设备相关专利较少,仅有10项。

2.2.2 分支技术发展状况

根据2 552项涉及高频覆铜板树脂研发或配伍的专利公开的技术方案(见图3),高频覆铜板采用频次TOP 9的主树脂依次为环氧树脂、聚酰亚胺、氟树脂、聚苯醚、碳氢树脂、氰酸酯、液晶聚合物、硅树

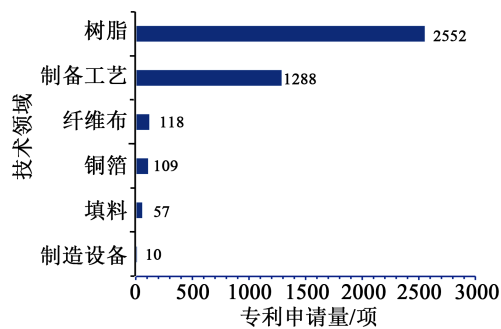


图2 高频覆铜板专利相关技术领域分布

Fig.2 Distribution of patent related technical fields of high frequency copper clad laminate

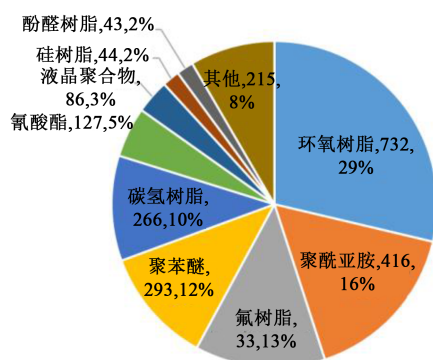


图3 高频覆铜板专利相关主树脂分布

Fig.3 Distribution of patent related main resin for high frequency copper clad laminate

脂、酚醛树脂,其中,环氧树脂、聚酰亚胺、氟树脂是高频覆铜板最常使用的树脂,专利合计占比近六成。此外,高频覆铜板采用的树脂还包括丙烯酸树脂、聚酯酰胺树脂、聚酰胺树脂、BT树脂、聚酯树脂等。

高频覆铜板的制备工艺以常规的浸渍、模压、车削、压延、层压为主,创新在于根据不同的配方设置不同的加工参数。

高频覆铜板纤维布研发热点依次为玻璃纤维、芳纶纤维、氟树脂纤维、聚对苯撑苯并二噁唑纤维、聚烯烃纤维、聚酯纤维、液晶聚合物纤维、石英纤维、聚醚醚酮纤维、聚苯并咪唑纤维。

高频覆铜板铜箔研发热点主要为铜箔的粗糙化处理,如利用含有钼、铁、钴、镍和钨中的至少一种的铜电解液对铜箔进行烧镀;在未处理铜箔的一侧表面上依次设有施加利用金属铜的一次粗化处理的一次粗化面、施加利用金属铜的二次粗化处理的二次粗化面和施加利用金属锌的三次处理的三次处理等,兼顾铜箔与树脂基材的密合性与高频环境下良好的高频特性。

高频覆铜板填料研发热点涉及不同填料的组配、填料物理性质的改进(如介孔二氧化硅粉末、多孔二氧化硅气凝胶粉体等)、有机物对无机填料的改性(如表面乙烯基聚苯醚树脂化学修饰的中空硼硅酸盐微球)、有机无机填料的复合(如覆盖有含氟聚合物的纳米级扁平二氧化硅微粒)等。

高频覆铜板领域公开的制造设备专利较少,主要包括铜箔的制造装置、聚四氟乙烯粘接片的生产设备、生产覆铜板的压合装置、真空除尘装置等。

2.2.3 技术演进路线

本研究采用不同时间节点的核心专利梳理了高频覆铜板用树脂、纤维布、填料、铜箔的技术演进路线。

高频覆铜板用树脂方面:①环氧树脂的技术路线包括对环氧树脂自身进行改性,形成双环戊二烯型、联苯型、萘型等特种环氧树脂,以及加入介电性能较好的树脂进行配伍,如聚苯醚树脂、苯并噁嗪树脂(酚醛树脂的一类)、双马来酰亚胺树脂(聚酰亚胺树脂的一类)等;②聚酰亚胺树脂的技术发展方向为自身改性(如双马来酰亚胺,以及聚甲亚胺基、亚烷基、醚基、磺酰基改性、烯丙基改性、长链烷基改性的双马来酰亚胺等)、与其他低介电树脂(三嗪树脂、苯并噁嗪树脂等)配伍,或者多孔化成型;③氟树脂的技术发展方向为多孔化成型、与其他低介电树脂(如聚酰亚胺等)配伍;④聚苯醚的技术发展方向为自身改性(如含酚类基团苯乙烯接枝聚合、分子末端带不饱和双键,采用乙烯基苄基、丙烯酸酯基、甲基丙烯酸酯基进行末端改性等)、与其他低介电树脂(间同立构聚苯乙烯树脂、氰酸酯等)配伍;⑤碳氢树脂的技术发展方向为低介电碳氢树脂的选用(如聚降冰片烯、环戊烯、超高分子量聚乙烯等)、与其他低介电树脂(如烯丙基线性酚醛树脂等)配伍;⑥氰酸酯的技术发展方向为自身改性(如多官能团、硅氧烷改性、烷基、亚苯基、亚萘基、亚联苯基改性等)、与其他低介电树脂(如苯并噁嗪树脂、双马来酰亚胺树脂、联苯芳烷基酚醛清漆树脂等)配伍;⑦液晶聚合物的技术发展方向为与其他低介电树脂(如间同立构结构苯乙烯类聚合物等)配伍。

高频用纤维布方面:①玻纤布的技术发展方向为玻璃纤维配方的调整(SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O 、 TiO_2 等)以及采用硅烷偶联剂或者预处理胶液对玻璃纤维进行处理;②高频覆

铜板还可采用其他低介电常数的纤维布,包括氟树脂纤维、聚醚酰亚胺纤维、芳纶纤维、聚苯并二噁唑纤维、液晶聚合物纤维、聚酯纤维等,并采用硅烷偶联剂对相关纤维进行改性。

填料的技术发展方向为采用多孔、微球形状的填料,如多孔气凝胶、多孔二氧化硅、钙钛矿型复合氧化物、中空硼硅酸盐微球,还涉及填料的表面改性,如采用硅烷偶联剂处理、表面乙烯基聚苯醚树脂化学修饰等。

铜箔的技术发展方向为微细粗糙化处理,如超细铜粒沉淀在球化处理层上、多次粗化处理、含由针状晶体和(或)板状晶体构成的微细凹凸等,进一步降低介电常数和介质损耗因数,同时兼顾铜箔与树脂基材的密合性。

2.3 专利区域竞争状况

2.3.1 国际技术分布格局

图4为高频覆铜板专利的主要来源国的分布。从图4可以看出,全球有10余个国家在高频覆铜板领域进行了专利申请,排名前列的依次为日本、中国(含中国台湾)、美国、韩国、德国、法国等。其中日本高频覆铜板专利申请量超过半数,占比达50.1%,表明日本在该领域的研发非常活跃;其次是中国(含中国台湾)申请专利990项(其中优先权专利为中国(含中国台湾)专利的有955项,优先权专利为国外专利的有35项),占比36.2%;日本和中国(含中国台湾)的专利申请量合计占比达86.3%;美国和韩国各自申请专利234、120项,分别排在第3和第4位。

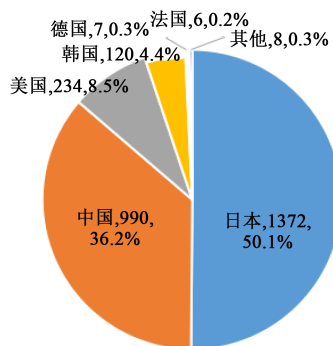


图4 高频覆铜板专利来源国

Fig.4 Country of high frequency copper clad laminate

表1为TOP4专利来源国的专利质量。美国虽然优先权专利数量仅排名第3,但专利质量最高,平均被引次数、专利被引率、被引H指数等指标都高于其他国家,说明美国在高频覆铜板领域具有较强

的技术实力。日本优先权专利数量遥遥领先于其他国家,且专利质量仅次于美国,表现出在高频覆铜板领域较强的控制力。中国(含中国台湾)优先权专利数量排名第2,但在专利质量指标方面离美国和日本还有一定距离,说明我国在高频覆铜板领域的技术实力还有待加强。

表1 主要国家专利指标

Tab.1 Main national patent indicators

指标	日本	中国(含中国台湾)	美国	韩国
优先权专利数量/件	4 435	2 219	1 165	502
总被引次数	15 539	4 161	7 917	843
平均被引次数	3.5	1.9	6.8	1.7
专利被引率/%	46.1	32.8	46.4	38.0
被引H指数	41	26	43	13
PCT专利数量	267	90	90	46
美国专利数量	463	221	406	63

2.3.2 国内技术分布格局

图5为高频覆铜板中国专利来源地区的分布。

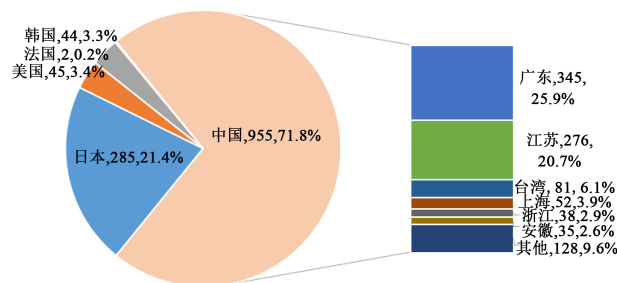


图5 高频覆铜板中国专利来源地区

Fig.5 Regions of patent source of high frequency copper clad laminate in China

从图5可以看出,高频覆铜板中国专利中,国外申请人申请量占比达28.2%,说明较强专利壁垒的存在。中国地区以外申请人主要来自日本、美国和韩国,这与上述国家的高频覆铜板技术研发能力相吻合,它们在抢占中国市场时,同时非常重视借助专利布局提高竞争力,实现市场和技术的双重垄断,我国需要对这些国家在中国申请的专利保持高度关注。

高频覆铜板中国专利主要来源省市为广东、江苏、上海、台湾、浙江、安徽等。广东和江苏是高频

覆铜板的国内两大研发高地。广东申请主力为广东生益科技、深圳光启创新、广东广山新材料等;江苏申请主力为苏州生益科技、昆山雅森电子、常州中英科技等;上海市申请主力为南亚新材料、东华大学、安缔诺科技等;中国台湾申请主力为台光电子、台耀科技、南亚塑胶等;浙江申请主力为华正新材、福斯特、浙江大学等;安徽省申请主力为铜陵华科、安徽升鸿、典扬电子。

2.4 专利优势机构

2.4.1 整体优势机构

全球有950余个机构和个人在高频覆铜板领域进行了专利申请,排名前30的申请人主要来自中国(含中国台湾)、日本、韩国和美国。

日本在高频覆铜板领域占据领军地位,排名TOP 30的申请人中有15家来自日本,其中,日立、松下、三菱、大日本油墨化学、旭化成、日东电工等专利申请活动年期较长,而且近5年专利申请量占比相对较高,说明这些机构对高频覆铜板领域较为重视,起步较早,且一直保持对该领域的研发投入;味之素、日铁化学、日矿金属均是近期才进入该领域,活动年期相对还较短,平均专利年龄还较小;住友、瑞翁、TDK、富士等近5年专利申请量较少,表明这些公司研发重点可能出现转移。

此外, TOP 30 申请人中有11家来自中国(含中国台湾),包括生益科技、浙江华正、广州广山新材料、深圳光启创新、昆山雅森电子常州中英科技、台光电子、南亚塑胶、台耀科技、台湾工研院和联茂电子等;有两家来自韩国的机构,包括韩国三星和LG;有两家来自美国的机构,包括美国杜邦和IBM,两家公司近5年专利申请占比均较小,说明这些公司研发重点可能出现转移。

2.4.2 分支优势机构

高频覆铜板树脂领域,主要专利申请人与总体领域保持了较高的一致性,其中,生益科技、日本日立更为侧重环氧树脂、聚苯醚、聚酰亚胺等树脂的研发和选用;日本住友更为侧重环氧树脂、氰酸酯研发和选用;日本松下、台光电子更为侧重聚苯醚和环氧树脂的研发和选用;日本三菱更为侧重环氧树脂、聚苯醚和氰酸酯的研发和选用;大日本油墨化学和日本味之素侧重于环氧树脂的研发和选用;日铁化学更为侧重聚酰亚胺和环氧树脂的研发和选用。此外,日本日立和生益科技等的部分专利技术采用硅树脂、酚醛树脂为主树脂。

高频覆铜板纤维布领域,排名TOP 10的专利申请人包括6家日本机构,分别为日本旭化成、日东纺渍、日本电气硝子、日本巴川制作所、日本信越石英、日本王子控股;两家美国企业,分别为美国杜邦和INTEGRITY,以及济南大学,其中,日本旭化成、日东纺渍、电气硝子、济南大学均更为侧重高频覆铜板用玻璃纤维的研发;日本巴川制作所更为侧重聚对苯撑苯并二噁唑纤维、氟树脂纤维的研发;美国杜邦侧重于芳纶纤维和聚酯纤维的研发;日本信越石英、美国INTEGRITY研发有玻璃纤维、石英纤维和聚烯烃纤维;日本可乐丽研发有聚酯纤维和液晶聚合物纤维;日本王子控股研发有玻璃纤维和芳纶纤维。此外,日本旭化成和日东纺渍研发有聚醚醚酮纤维。

高频覆铜板铜箔研发领域,排名TOP 10的专利申请人包括7家日本企业,分别为日本日矿金属、古河电气、三井、福田金属、纳美仕、旭硝子、富士通,另有1家美国企业(美国GOODRICH)和两家中国大陆企业(昆山雅森电子、山东金宝电子)。

高频覆铜板填料研发领域, TOP 10 专利申请人包括3家日本企业,分别为日本旭硝子、日立、松下,另有1家美国企业(美国IBM)、6家中国(含中国台湾)企业机构(深圳光启创新、重庆锦艺硅材料、安徽凯盛基础材料、生益科技、台光电子、台湾工研院)。

3 结论

结合以上分析结果来看,我国发展高频覆铜板产业面临国家政策大力支持、市场潜力大等有利条件,并具有一定研发能力和产业基础,但也存在整体竞争能力亟待提升、专利技术缺乏核心竞争力等不足,同时面临较强外部专利壁垒的挑战,可以说我国发展高频覆铜板产业机遇和挑战并存。为更好抓住机遇,加快我国高频覆铜板产业发展,抢占技术创新和国际竞争制高点,提出以下对策建议:

(1) 统筹规划,突出政府引导和扶持。

在国家重点研发计划中设立高频覆铜板专项,以适宜高频环境使用的树脂及树脂组合物、纤维布、铜箔、填料作为重点攻关方向,加大研发攻关力度。鼓励引导有基础的省市如广东、江苏等将高频覆铜板项目纳入当地重点发展目录。加强优势企业培育发展,引导相关企业瞄准国际先进水平,提升关键核心技术,带动产业链跨越发展。引导树

脂、纤维布、填料、铜箔优势企业围绕细分市场进行技术攻关和突破,向差异化方向发展,并促进与5G通信产业的融合发展,加快产业化进程。

(2)加快核心技术研发,促进产业化发展。

从专利质量来看,我国高频覆铜板研发水平离国际先进水平存在一定差距,需要加快核心技术研发,促进产业化发展。建议依托生益科技、华正新材等龙头企业,整合产业链上下游有优势、有条件的创新资源,引进集聚国内外优势创新要素,建设高频覆铜板产业创新联合体,瞄准聚苯醚、碳氢树脂、双马来酰亚胺树脂等低介电树脂、微细粗糙化处理铜箔、低介电填料、低介电常数玻纤布、复合纤维布等技术方向,加快高频覆铜板关键核心技术研发。发挥东山精密、深南电路等高频覆铜板下游PCB龙头企业引领支撑作用,加强高频覆铜板共性技术平台建设,推动产业链上中下游、大中小企业融通创新。

(3)实施专利导航发展战略,鼓励海外专利布局。

实施专利导航发展战略,为技术开发保驾护航。对有关国外公司如日本日立、住友、松下、美国罗杰斯、ISOLA等在世界各国,特别是在华专利申

请情况进行分析研究,制定高频覆铜板专利保护规划,在一些关键技术领域构建专利保护网,并为我国高频覆铜板抢占国际市场竞争的制高点提供指导。此外,应进一步加强对PCT专利申请的引导,加大补贴力度,鼓励国内创新主体在海外申请专利,并进行合理布局,以逐步参与到更广更深的全球竞争中,充分发挥专利引领产业升级发展的作用。

参考文献:

- [1] 安信通信.5G促进PCB/覆铜板产业升级,核心资产价值重估[EB/OL].2018:[2021-01-25].<https://mp.weixin.qq.com/s/1Y2y1-heZ0wyGUhEKbj3nUw>.
- [2] 孺子牛PCB.2020年中国覆铜板行业市场需求及未来发展前景分析[EB/OL].2020:[2021-01-25].<https://mp.weixin.qq.com/s/KEGv6mtRGJK7rcBoD21xJw>.
- [3] GUO J M, WANG H, ZHANG C X, et al. MPPE/SEBS composites with low dielectric loss for high-frequency copper clad laminates applications[J]. Polymers,2020,12(9):1875.
- [4] 曹学,赵小红,易强,等.覆铜板用特种环氧树脂现状及展望[J].绝缘材料,2020,53(8):10-18.
- [5] 黄小梅,秦会斌.高导热高频覆铜板用环氧/氰酸酯体系的研究[J].热固性树脂,2020,35(5):16-19.
- [6] 祝大同.高频高速覆铜板用低轮廓铜箔品种与市场发展[J].覆铜板资讯,2019(6):42-44.