

# 印制电路用 覆铜箔层压板

第二版

辜信实 主编



NLIC2970876049



化学工业出版社



覆铜箔层压板（简称覆铜板）是电子工业的基础材料，主要用于制造印制电路板（PCB），广泛用于家电、计算机、通讯设备等电子整机和部件产品。本书系统介绍了覆铜板的分类、主要原材料、生产技术、产品标准、检验方法、三废处理、产品应用加工、技术发展等诸多丰富内容。本书由行业内几十位专家通力合作而成，是覆铜板领域里第一部权威著作。

本书主要供覆铜板及相关行业的技术人员、管理人员阅读，也可作为专业技术培训教材。

中国版本图书馆  
CIP 数据核字 (2012) 第 303381 号

### 图书在版编目 (CIP) 数据

印制电路用覆铜箔层压板/辜信实主编. —2 版. —北京:  
化学工业出版社, 2013. 2  
ISBN 978-7-122-16068-3

I. ①印… II. ①辜… III. ①印刷电路板 (材料)-箔材  
轧制 IV. ①TM215②TG335. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 303381 号

责任编辑: 陈 蕾 侯玉周  
责任校对: 吴 静

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 40% 彩插 1 字数 1096 千字 2013 年 5 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 160.00 元

版权所有 违者必究

# 《印制电路用覆铜箔层压板》

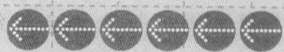
## (第二版) 编委会

主 编：辜信实

副主编：刘天成 冷大光 师剑英 祝大同 曾光龙 曾耀德

编 委：(按姓氏笔画排列)

王华志	王洛礼	方克洪	石少明	叶罕才	兰佩珩
刘天成	刘应玖	刘明佩	刘建广	考松波	乔秀园
师剑英	孙 志	江恩伟	李小兰	李 若	李振宇
李 翔	李强利	余乃东	冷大光	吴小连	沈 龙
陈龙辉	陈晓鹏	苏民社	何岳山	张 华	张家亮
杨卫国	杨中强	杨希平	杨朋辉	杨祥魁	杨培明
孟庆统	官 健	范和平	周文娟	罗宜才	罗鹏辉
赵建喜	祝大同	胡红兵	钟荣贵	茹敬宏	钱立成
钱世良	徐庆玉	徐树民	顾根山	柴颂刚	高桂兰
高艳茹	梁 赢	黄伟壮	黄国有	黄逊娟	曾 立
曾光龙	曾耀德	谢小妍	谢建树	董文波	韩讲周
辜信实	雷正明	蔡巧儿			



相隔十二年,《印制电路用覆铜箔层压板》专著修订再版了,与第一版相比,虽然总章次、节次增加不多,但对原有的内容都做了大量的充实。由于编纂者们均是活跃在覆铜箔层压板行业第一线的学者、工程技术人员,因此,对第一手资讯把握及时、准确。经大家近三年的共同努力,增加了许多新的章节,尤其是结合近年新的技术和趋势做了相应的增、删,几乎是重新创作了《印制电路用覆铜箔层压板》,因此,《印制电路用覆铜箔层压板》翔实地表述了覆铜箔层压板产业的全貌,尤其是近十数年的发展与变化,真可谓是与时俱进之作。

《印制电路用覆铜箔层压板》首版后,中国覆铜箔层压板业界的同仁们,借助中国电子工业产业的巨大发展,不失时机地抓住了国际化带来的产业转移契机,十数年中推动着中国覆铜箔层压板产业迅速地成长、发展。今天,我国已是全球无可争议的覆铜箔层压板的主产地,供应着全球70%以上覆铜箔层压板的市场需求。因此,我们更需要加强与客户、与原材料供应商、与设备制造商、与政府、与社会以及与我们整个产业相关的各行各业的沟通,争取他们的了解、支持以及帮助,让我们的产业可以更扎实地发展和进步。我们需要让更多的年轻人了解这个产业,投身和发展这个产业。我们需要让社会公众全面地了解这个产业,支持这个产业的发展,从这个意义上讲,《印制电路用覆铜箔层压板》权威、系统、全面地传递着覆铜箔层压板产业的信息,尤其是技术信息,可以让所有关心这一产业的人从中获益。

十二年来,电子技术高速发展对覆铜箔层压板技术提出了巨大的挑战;绿色环保的理念以及由此产生的企业责任、节能减排的严峻要求,也对覆铜箔层压板的技术提出了巨大的挑战。随着世界电子工业向中国的转移步伐的加快,技术研发也在向中国转移,这就要求中国覆铜箔层压板企业需逐步培养自主研发的能力。与许多后发工业国家一样,我们也在经历着技术和管理上的引进、学习、消化、模仿的过程,但我们不可能一直在这条路上走下去。我们尊重知识产权,但我们不能总是指望从别人那里获得技术,不能把我国覆铜箔层压板发展的技术基础完全依托在别人的技术基础上。因此,适时地转向自主创新,靠自主创新开发技术,是我们产业今后发展的必由之路,是可持续发展之路,也是我们成为覆铜箔层压板产业强国之路,从这个意义上讲,《印制电路用覆铜箔层压板》可以成为我们产业进步的基石。

今天的中国覆铜箔层压板产业已完全国际化了,我们所需的设备、原材料既有国产也有进口,我们所需的市场既有国内又有海外,在中国的生产企业,既有中资,也有台、港、美、日、韩和欧洲国家资本的企业,中国的印制电路和覆铜箔层压板的市场是完全开放的市场,是充分竞争的市场。今天在中国从事覆铜箔层压板产业的同仁也已不再仅仅是狭义上的“中国人”和“中国企业”,我们应该从国际化的大视角去看问题和思考,我们的共同责任就是在中国推动覆铜箔层压板工业的健康发展,从这个意义上讲,《印制电路用覆铜箔层压板》可谓是产业国际化的见证,《印制电路用覆铜箔层压板》不仅仅代表中国覆铜箔层压板的水

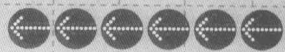
平，也代表着国际的水平。

覆铜箔层压板诞生已近百年，工业化制造也已发展了近六十年，但环顾世界范围，除了中国覆铜板行业协会组织编写的《印制电路用覆铜箔层压板》之外，尚未见如此系统、全面的专著，这全赖中国覆铜板行业协会锲而不舍的组织和代表中国三代覆铜箔层压板从业者的不懈努力。《印制电路用覆铜箔层压板》的再版证明：中国人是有志气、有能力自立于世界民族之林的。我相信我们将来的发展前途是光明的，但也是充满荆棘的，因此，我们需要面对挑战，需要永不放弃、自强不息的精神，这应该成为我们全行业的共同精神财富，成为我们产业发展的“软实力”。《印制电路用覆铜箔层压板》正是作为载体将这种精神财富传递下去。

刘述峰

2012年8月15日

# 第一版序



《印制电路用覆铜箔层压板》终于出版了。从酝酿到出版整整一年，编写一册过50万字的技术专著不可谓不快，但这又是我国覆铜板制造业同仁等了近40年才迟迟面世的首部专著。

这部著作的作者中既有我国覆铜板制造业创始的一代，有在企业逆境中仍忠诚于自己事业的一代，也有近十年迅速成长起来的新一代，这部著作凝聚了我国覆铜板以及相关配套工业几代人的心血。正是因为有了老一辈的执着献身、不畏艰难，我国的覆铜板工业在世界上才不致空白，也正是近十年涌现了一大批立志投身覆铜板工业的新一代持续不断地努力和进步，我们才一步步地缩短着我们与世界强国的距离，跻身世界覆铜板制造工业的前列。《印制电路用覆铜箔层压板》的出版浸透了这一过程，首次系统、全面地展现了覆铜板工业以及相关配套工业的现在和未来，应是我们每一位覆铜板制造从业人员的必读课本。

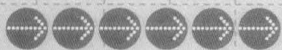
覆铜板作为电子工业的基础材料，承载着互连封装工业的巨大压力，尤其是来自电子工业日新月异技术进步的挑战。覆铜板的物理形态虽似没有什么改变，但其化学形态、技术性能已发生了巨大的变化。面对电子工业全球化的浪潮，只有持续的技术进步，以满足世界电子工业先进技术的需求，我们才能从日益扩大的市场中分得一杯羹；只有加快我们的技术进步速度，紧紧贴住世界电子工业技术进步的足迹，我们才能在竞争中不遭淘汰。相信《印制电路用覆铜箔层压板》将成为覆铜板业界与供应商和用户以及政府之间的一座技术桥梁，加强我们之间的沟通 and 理解，推动我们与上、下游工业之间的互动和进步。

全国覆铜板行业协会在非常艰难的条件下，一直组织和推动着覆铜板内部以及业界与其他行业、政府之间的交流，扮演着重要的组织者角色，并成功地组织编写出版了《印制电路用覆铜箔层压板》。《印制电路用覆铜箔层压板》似一座碑，它是我国覆铜板及相关工业众多工程技术人员艰辛追求、锲而不舍精神的纪念；它似一面旗，将交由下一代的精锐高擎前进，发扬光大并为它增添新的华章。

刘述峰

2001年11月12日

# 前言



我国覆铜板经过几十年的发展，积累了许多宝贵的知识和经验，特别是改革开放以后，我国覆铜板的发展日新月异。2001年，为了系统地整理我国覆铜板的生产技术，及时反映我国当时覆铜板生产水平和国内外动态，促进我国覆铜板工业进一步发展，填补国内外尚无正式出版覆铜板专著的空白，中国电子材料行业协会覆铜板分会（以下简称覆铜板行业协会）秘书处作出编写、出版《印制电路用覆铜箔层压板》一书的决定，并成立了由各方面专家组成的编委会，由广东生益科技股份有限公司辜信实总工程师任主编，全书分十七章，约78万字，由化学工业出版社于2002年2月正式出版。

《印制电路用覆铜箔层压板》出版以来，作为全球覆铜板业界首部系统论述各种覆铜板制造技术的正式出版著作，在为覆铜板行业及相关行业的工程技术人员、管理人员阅读和作为专业技术培训教材方面，发挥了巨大作用，受到业界普遍好评。

鉴于该书出版至今，覆铜板的新技术、新产品层出不穷，同时原版存量已很少，而业界渴望有一本能够反映覆铜板最新技术的新书问世，2010年，覆铜板行业协会决定对该书进行修订再版。再版前的修订一是针对原版中的错误点进行更正；二是补充近10年来行业发展和技术进步的新内容，充分反映我国覆铜板的水平和国内外动态，促进我国覆铜板工业进一步发展和提高；三是对第一版有些章节互相重复的内容，进行删减整合。

显然，这是一项十分艰巨的工作！好在本书的主编、我们行业德高望重的辜信实先生对这项工作给予了极其热情的关注和支持。2010年4月24日，在他的主持下，覆铜板行业协会秘书处组织召开了《印制电路用覆铜箔层压板》修订再版第一次工作会议，出席会议的人员有大部分副主编和部分编委。经过认真地讨论，就修订目的及指导思想、计划进度、编委会调整、各章节重要增删内容及修订人员、修订要求等问题达成共识并形成会议纪要。

经过近一年的努力，所有原版编委和新邀请的编委，都按照纪要的精神，对原版进行了审查，并按分工完成了相应章节的修编任务，于2011年2月形成再版初稿。

CCLA秘书处对再版初稿进行了统校。除了对文、图、表逐一校改，按出版社要求对编排格式、字号、字体、图表排序等进行统一处理外，主要是对再版初稿仍存在的有些章节互相重复的内容，进行删减整合，并且又增加了一些新内容，这些新内容仍然经过向编写者约稿、编写、审校等程序，直到2012年6月底，终于形成了再版第二稿。

2012年7月28日，覆铜板行业协会秘书处组织召开了《印制电路用覆铜箔层压板》修订再版第二次工作会议，出席会议的人员有大部分副主编和部分编委。在主编辜信实先生的主持下，对再版第二稿进行了审查，协会秘书处按审查意见再次修改，于8月上旬形成付印稿。

本书各章节的编写人员如下（由于新版系原版的修订版，个别原版编写人员即使未参加修订工作，仍予保留）。

- 第一章 祝大同 刘天成
- 第二章 高艳茹 谢小妍 蔡巧儿 官健
- 第三章 乔秀园 石少明 曾光龙



- 第四章 梁 赢
- 第五章 冷大光 孟庆统 徐树民 杨培明 刘建广 杨祥魁 周文娟 沈 龙 罗宜才  
辜信实 叶罕才 祝大同 茹敬宏 黄国有 方克洪 何岳山 柴颂刚
- 第六章 兰佩珩 刘明佩 考松波 陈晓鹏 祝大同 杨卫国 董文波
- 第七章 曾光龙 黄伟壮 辜信实 祝大同
- 第八章 辜信实 茹敬宏 曾耀德 李强利 赵建喜
- 第九章 辜信实 方克洪 师剑英 苏民社 江恩伟 顾根山 徐庆玉 王洛礼 李 翔  
范和平 刘应玖
- 第十章 杨中强
- 第十一章 师剑英 杨希平
- 第十二章 杨希平 师剑英
- 第十三章 王华志 茹敬宏 余乃东
- 第十四章 刘天成 韩讲周 张 华
- 第十五章 孙 志 黄逊娟 曾光龙 冷大光 高桂兰 杨卫国 胡红兵 钱立成  
李 若 李振宇 钟荣贵 曾 立 杨朋辉 钱世良
- 第十六章 祝大同 吴小连
- 第十七章 师剑英
- 第十八章 祝大同 师剑英 张家亮

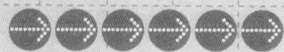
刘天成副主编、李小兰高工、陈龙辉秘书、吴红花工程师对本书进行了认真的整理，做了大量细致的校对工作。本书在编写过程中，得到各编委所在单位领导的大力支持。对此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，再版中仍难免有不妥之处，敬请广大读者指正。

中国电子材料行业协会覆铜板分会

2012年8月

# 第一版前言



我国覆铜板生产技术经过几十年的发展，积累了许多宝贵的知识和经验，特别是改革开放以后，其发展更是日新月异。为了系统地整理我国覆铜板的生产技术，及时反映我国当前覆铜板生产水平和国内外动态，促进我国覆铜板工业进一步发展，填补国内外尚无正式出版覆铜板专著空白，全国覆铜板行业协会秘书处作出编写、出版《印制电路用覆铜箔层压板》一书的决定，并成立了由各方面专家组成的编委会，由广东生益科技股份有限公司辜信实总工程师任主编。全书分十七章，78.7万字，由化学工业出版社正在出版。

本书各章撰写人员如下：

第一章 刘天成 祝大同

第二章 高艳茹 谢小妍

第三章 乔秀园 石少明

第四章 梁 赢

第五章 冷大光 徐树民 杨培明 周文娟 沈 龙 罗宜才 辜信实

第六章 兰佩珩 刘明佩 考松波 祝大同

第七章 曾光龙

第八章 辜信实 茹敬宏

第九章 辜信实 方克洪 师剑英 苏民社 江恩伟 顾根山

第十章 杨中强

第十一章 师剑英

第十二章 杨希平

第十三章 王华志

第十四章 刘天成 韩讲周

第十五章 孙 志 黄逊娟

第十六章 祝大同

第十七章 祝大同

罗鹏辉工程师对本书进行了认真的整理和修订，做了大量工作。

本书主要供覆铜板行业及相关行业的工程技术人员、管理人员阅读，也可作为专业技术培训教材。

本书在编写过程中，得到各编委所在单位领导的大力支持，同时，本书的出版，得到广东生益科技股份有限公司、招远金宝电子有限公司、江阴市怡达化工有限公司等单位的大力支持，对此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

全国覆铜板行业协会秘书处

电话：(0910) 33335234

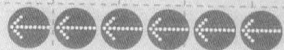
地址：陕西咸阳金华路1号二十八号信箱

E-mail: ccla33335234@163.com

传真：(0910) 33335234

邮编：712099

全国覆铜板行业协会  
2001年10月



## 第一章

### 绪论

- 第一节 覆铜板及其产业的发展 ..... 1
- 第二节 覆铜板发展简史 ..... 2
- 第三节 覆铜板的品种分类 ..... 13
- 第四节 覆铜板性能特点及其用途 ..... 17

## 第二章

### 覆铜板的标准

- 第一节 国内外主要标准化组织的标准型号对照 ..... 22
- 第二节 覆铜板的性能与标准 ..... 27
- 第三节 IPC-4101 ..... 50
- 第四节 无卤型和适应无铅焊接覆铜板标准 ..... 58
- 第五节 UL 标准与安全认证 ..... 61

## 第三章

### 覆铜板用主要设备与工装

- 第一节 玻纤布覆铜板用储胶和混胶设备 ..... 68
- 第二节 纸基覆铜板制胶（树脂）设备 ..... 71
- 第三节 垂直式上胶机 ..... 81
- 第四节 卧式上胶机 ..... 91
- 第五节 覆铜板用压机 ..... 94
- 第六节 叠合回转工装及剪切设备 ..... 103
- 第七节 废气焚烧炉 ..... 109

## 第四章

### 覆铜板的生产环境

## 第五章

### 覆铜板用主要原材料

- 第一节 铜箔 ..... 119

第二节	浸渍绝缘纸 .....	147
第三节	玻璃纤维布 .....	153
第四节	E 玻璃纤维纸 .....	174
第五节	环氧树脂及固化剂 .....	182
第六节	酚醛树脂 .....	190
第七节	苯并噁嗪树脂 .....	211
第八节	填充材料 .....	218

## 第六章

### 纸基覆铜板

第一节	概述 .....	225
第二节	FR-1 用改性酚醛树脂溶液 .....	227
第三节	纸基覆铜板的基本技术 .....	230
第四节	常见质量问题及解决方法 .....	245
第五节	胶粘剂及涂胶铜箔 .....	253
第六节	无溴阻燃型纸基覆铜板 .....	256

## 第七章

### 环氧玻纤布覆铜板

第一节	概述 .....	262
第二节	环氧玻纤布覆铜板树脂的组成与配制 .....	263
第三节	半固化片生产与品质控制 .....	283
第四节	半固化片与铜箔、不锈钢板叠配 .....	299
第五节	压制成型技术 .....	302
第六节	分板、裁切、检验与包装 .....	310
第七节	产品常见缺陷与对策 .....	312
第八节	环氧玻纤布覆铜板技术新进展 .....	319

## 第八章

### 复合基覆铜板

第一节	概述 .....	336
第二节	CEM-1 覆铜板 .....	337
第三节	CEM-3 覆铜板 .....	341
第四节	无溴阻燃型复合基覆铜板 .....	353

## 第九章

### 各种高性能覆铜板

第一节	概述 .....	362
第二节	无铅兼容 FR-4 覆铜板 .....	365
第三节	聚酰亚胺玻纤布覆铜板 .....	372
第四节	聚苯醚玻纤布覆铜板 .....	379

第五节	氟酸酯玻纤布覆铜板 .....	387
第六节	BT 树脂玻纤布覆铜板 .....	393
第七节	聚四氟乙烯玻纤布覆铜板 .....	401
第八节	非金属基导热性覆铜板 .....	407
第九节	苯并噁嗪树脂无卤覆铜板 .....	409

## 第十章

### 积层多层板用涂树脂铜箔 (RCC)

第一节	概述 .....	412
第二节	产品结构与特点 .....	414
第三节	涂布工艺与设备 .....	416
第四节	性能要求与标准 .....	419
第五节	产品应用 .....	422
第六节	技术发展 .....	425

## 第十一章

### 金属基覆铜板

第一节	概述 .....	427
第二节	产品结构与特性 .....	428
第三节	金属基覆铜板的制造工艺 .....	430
第四节	导热胶膜型铝基覆铜板 .....	434
第五节	金属基覆铜板的技术发展 .....	439
第六节	产品标准 .....	441

## 第十二章

### 陶瓷基与玻璃基覆铜板

第一节	陶瓷基覆铜板 .....	444
第二节	玻璃基覆铜板 .....	453

## 第十三章

### 挠性覆铜板

第一节	概述 .....	457
第二节	产品分类与特点 .....	457
第三节	主要原材料 .....	458
第四节	制造工艺与设备 .....	476
第五节	产品性能与标准 .....	488
第六节	挠性覆铜板相关产品 .....	490
第七节	产品试验方法 .....	497
第八节	产品应用 .....	500
第九节	挠性覆铜板技术新发展 .....	503

## 第十四章

### 覆铜板检测技术

- 第一节 概述 ..... 507
- 第二节 试样制备 ..... 508
- 第三节 试样处理与试验条件 ..... 510
- 第四节 覆铜板电性能检测 ..... 512
- 第五节 覆铜板力学性能检测 ..... 533
- 第六节 覆铜板化学性能与热性能等检测 ..... 538
- 第七节 覆铜板检测技术新发展 ..... 542

## 第十五章

### 环境保护与节能技术

- 第一节 概述 ..... 553
- 第二节 废气废液及边角料处理 ..... 555
- 第三节 节能技术 ..... 570

## 第十六章

### 覆铜板加工与应用的基本知识

- 第一节 覆铜板的储存、运输应注意的问题 ..... 591
- 第二节 覆铜板在印制电路板设计、加工中应注意的问题 ..... 592
- 第三节 钎焊时应注意的问题 ..... 601

## 第十七章

### 覆铜板制造中的界面和界面优化设计

- 第一节 概述 ..... 604
- 第二节 覆铜板制造中界面的形成及界面类型 ..... 605
- 第三节 覆铜板材料的界面层结构和功能 ..... 608
- 第四节 覆铜板制造中材料界面改性的原则 ..... 611
- 第五节 改善覆铜板材料界面性能的途径 ..... 612

## 第十八章

### 未来覆铜板技术发展的趋势

- 第一节 电子安装技术发展对覆铜板技术进步的驱动 ..... 618
- 第二节 HDI 发展对覆铜板技术进步的推动 ..... 628
- 第三节 性能价格比对覆铜板技术进步的推动 ..... 631

## 附录

### 常见非法定计量单位和换算系数

#### 元素周期表

# 第一章

## 绪论

### 第一节 覆铜板及其产业的发展

#### 一、覆铜板定义

将增强材料浸以树脂，一面或两面覆以铜箔，经热压而成的一种板状材料，称为覆铜箔层压板（Copper Clad Laminate, CCL），简称为覆铜板。它用于制作印制电路板（Printed Circuit Board, PCB）。

印制电路板目前已成为绝大多数电子产品达到电路互连的不可缺少的主要组成部件。在单面或双面 PCB 的制造中，是在覆铜板上，有选择地进行孔加工、铜电镀、蚀刻等，得到导电图形电路。在多层印制电路板的制造中，也是以内芯薄型覆铜板的底基，将它制成导电图形电路，并与粘结片（bonding sheet）交替叠合后一次性层压成型加工，使它们粘合在一起，并成为三层以上的图形电路层之间的互联。

上述单面、双面 PCB 用覆铜板，以及多层 PCB 用内芯覆铜板、粘结片都是 PCB 基板材料（base material），都属覆铜板制造技术范畴。其中粘结片，是指预浸一种树脂并固化至 B 阶段（半固化），可起粘结作用的薄片材料，因此也称作半固化片（Prepreg，简称 PP）或预浸材料。粘结片在覆铜板制造全过程中，充当着半固化的半成品角色。

作为 PCB 制造中的基板材料，无论是覆铜板（CCL），还是粘结片材料（PP），都在 PCB 中起到十分重要的作用。对于 PCB 整体特性，它对 PCB 主要有着导电、绝缘和支撑三个方面的功能。PCB 的性能、品质、制造中的加工性、制造水平、制造成本以及长期可靠性等，在很大程度上取决于基板材料。

#### 二、世界及我国覆铜板产业的发展

覆铜板已经历了半个多世纪工业化生产的发展历史。全世界年产覆铜板目前已达到约 4.0 亿平方米（2009 年统计数据），成为电子信息产品中基础材料的一大重要组成部分。覆铜板制造业，是个“朝阳”工业，它伴随着电子信息、通信业的发展，具有广阔的前景。覆铜板制造技术，是一项含有高新技术的多学科交叉的技术。近百年电子工业技术发展历程表明，覆铜板技术往往是推动电子工业发展的关键方面之一。

由于电子信息产业及印制电路板业在近十年左右的高速发展，也驱动着世界覆铜板制造业的不断进展。根据 PrismaMark 调查统计，2009 年全世界刚性覆铜板（含半固化片）产值达到 68.23 亿美元（见表 1-1-1），其中中国大陆产值为 36.62 亿美元，日本为 7.32 亿美元，亚洲其他地区为 18.79 亿美元（见表 1-1-2）。

表 1-1-1 2005 年~2009 年全世界刚性覆铜板产值

种类	年份					增长率(2009~2008)
	2005	2006	2007	2008	2009	
纸基 CCL	807	938	950	882	706	-19.9%
复合基 CCL	360	374	499	460	394	-14.3%
FR-4 型 CCL	2867	3913	4121	3761	2989	-20.5%
高 T <sub>g</sub> FR-4 型 CCL	1011	1171	1194	1181	965	-18.3%
无卤化 CCL	239	307	584	660	739	11.9%
特殊基及其他有机树脂基 CCL	981	952	1056	1115	984	-7.6%
合计	6264	7656	8405	8059	6823	-15.3%

资料来源: Prismaark. 4. 2010

表 1-1-2 2009 年全球刚性覆铜板的产值和面积

地区	产值/百万美元			面积/百万平方米		
	2008	2009	2009~2008 增长率	2008	2009	2009~2008 增长率
美国	416	308	-26%	15.0	11.0	-27%
欧洲	369	241	-35%	15.4	7.9	-49%
日本	981	732	-25%	35.9	24.8	-31%
中国大陆	4049	3662	-10%	253.3	260.5	3%
亚洲(除日本和中国大陆)	2198	1879	-15%	109.4	96.3	-12%
合计	8013	6822	-15%	429.0	400.5	-7%

注: 表中数据不包括多层板用内芯压合预制板。

据 Prismaark 公司统计, 2009 年我国内地刚性覆铜板(含半固化片等刚性 PCB 基板材料)实际产值为 36.62 亿美元, 占世界总产值的 53.7%。2009 年我国内地刚性覆铜板实际产量达到 2.605 亿平方米, 占世界总产值的 65.1%。

根据我国覆铜板行业协会(CCLA)统计(见表 1-1-3), 2009 年我国内地生产的各类覆铜板(不含半固化片)产量达到 35339 万平方米, 产值为 232.0827 亿元(人民币)。

表 1-1-3 2000 年~2009 年我国覆铜板各品种产量统计 单位: 万平方米

分类	年度									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
刚性 CCL	6410	6080	8390	10590	16620	21866	24500	26663	29150	33040
其中										
玻纤布基	3300	2400	3960	5720	9140	12980	13295	17280	18970	20925
纸基	2900	3350	4030	4395	6150	7130	7485	6413	7220	8370
复合基	170	300	400	475	1330	1756	2200	2970	CEM-3:680 CEM-1:2300	885 2860
挠性 CCL	40	60	100	150	200	380	480	580	520	2174
金属基 CCL									66	125

资料来源: CCLA. 2010. 5

## 第二节 覆铜板发展简史

覆铜板技术与生产的发展, 已经走过了五十年左右的历程, 加之此产业确定前的近五十年的对它的树脂及增强材料方面的科学实验与探索, 覆铜板业已有近百年的历史。这是一部与电子信息工业, 特别是与 PCB 业同步发展, 不可分割的技术发展史。这是一个不断创新、不断追求的过程。它的进步发展, 时时受到电子整机产品、半导体制造技术、电子安装技术、印制电路板制造技术的革新发展所驱动。



## 一、世界覆铜板业的发展

回顾百年世界覆铜板技术、生产的发展历史,可分为四个阶段:萌芽阶段;初期发展阶段;技术高速发展阶段;高密度互连基板材料发展阶段。

### (一) 萌芽阶段

20世纪初至20世纪40年代末,是覆铜板业发展的“萌芽阶段”。它的发展特点主要表现在两方面。一方面,这一段时期在今后覆铜板用树脂、增强材料以及基板(未覆铜箔的)制造方面,得到创新、探索,它的可喜进展,为以后的覆铜板问世及发展创造了必要的条件。另一方面,以金属箔蚀刻法为主流的印制电路制造的最初期技术得到发展,它为覆铜板在结构组成、特性条件的确定上,起到决定性作用,也为覆铜板的问世起到驱动作用。

1872年,德国的拜耳(A. Bayer)首先发现了酚与醛在酸的存在下,可缩合成树脂状产物。

1891年,德国的Lindmann用对苯二酚与环氧氯丙烷反应,缩聚成树脂并用酸酐使之固化。尽管它的使用价值当时没有被揭示,但这项研究成果为在1947年由美国的Devoe-Raynolds公司开发出环氧树脂工业化研究打下了最早的科学基础。

1891年,化学家克莱堡(W. Kleeberg, 1891年)和史密斯(A. Smith, 1899年)再次深入研究了苯酚与甲醛的缩合反应,对浓盐酸催化合成酚醛树脂进行了进一步的研究,发现易生成不溶不熔的无定型物质,不久,史密斯以稀盐酸为催化剂,在100℃以下等较温和反应条件下获得了可成型的产物,但易变形,仍无实用可能。

1902年,布卢默(L. Blumer)以酚与醛为原料,用酒石酸、氨水作为催化剂,制成世界上第一个商业化的酚醛树脂(当时起名为:“Laccain”)。

1903年,卢格特(A. Lugt)重点开展了用酚醛树脂作为替代当时广泛用于油漆上的“虫胶”的研究工作,并将所发明的这种酚醛树脂称为“清漆树脂”。清漆树脂一直延续今天仍有人用此称谓。

1905~1907年,美国科学家巴克兰对酚醛树脂进行系统、深入研究后,发现在酚醛树脂中加入木粉或某些填料组成的混合物料可以克服酚醛树脂脆性大的缺点,并研究了加热、加压下的模压固化成型。巴克兰还在1907年申请了关于酚醛树脂加压、加热固化的专利。

1910年10月10日成立巴克兰(Bakelite)公司,这是世界上第一家生产酚醛树脂和模塑料的企业,同时也是世界上第一家生产合成高分子化合物的企业。1911年之后的几年,巴克兰公司在欧美许多国家拓展了生产,酚醛树脂生产技术渐趋成熟,相关专利大量涌现,酚醛模塑粉、各种填料酚醛模塑料、酚醛层压塑料相继投产。

1909年,Dr. L. Baekland (Dr. Kurt Albert Co.)发明了用棉织品或纤维纸浸入酚醛树脂,制作绝缘材料的专利。1910年,他开发了油溶性的松香改性酚醛树脂并用作涂料。

1911年,艾尔斯沃斯发现应用六亚甲基四胺(乌洛托品)可使酚醛树脂固化转变为不溶不熔状态,具有较高电绝缘性等应用特性,从而开始用于电绝缘制品。

1914年,日本引进巴克兰技术在东京开始生产酚醛树脂,首开亚洲的先河。

1922年美国的Edison发明了薄金属镍片箔的连续制造专利,成为了现代CCL用电解铜箔连续制造技术的先驱。这项专利,提出在阴极旋转辊下半部分通过电解液,经过半圆弧状的阳极,通过电解而形成金属镍箔。箔覆在阴极辊表面,当辊筒转出液面外时,就可连续剥离卷取所得到的金属镍箔。

1934年,德国的Schiack用双酚A和环氧氯丙烷制成了环氧树脂。1940年瑞士的Castan在对双酚A型环氧树脂的制造技术及其固化技术方面的研究中,获得很大进展,作出突出贡献。

1937年美国新泽西州Perth Amboy的Anaconda制铜公司利用上述Edison专利原理及