



主 编 韩雪涛
副主编 韩广兴 吴 瑛

电子产品 印制电路板制作

技能演练

- ◆ 印制电路板的种类结构与设计制作技能演练
- ◆ 印制电路板的工艺流程与操作规程技能演练
- ◆ 印制电路板的制作安全与注意事项技能演练



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术职业技能考核认证指南



电子产品印制电路板制作 技能演练

主 编 韩雪涛

副主编 韩广兴 吴 瑛

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从实际工作岗位出发,详细讲解电子印制电路板的整个制作工艺、操作规程及焊装流程,通过基板剪裁与电路板钻孔、沉铜、图形转移、全板电镀、蚀刻、层压、丝印阻焊油墨、喷锡、外形加工及电路板质量检验等一系列工序的图解演示,力求让读者循序渐进地了解 and 掌握整个电子印制电路板制作与焊装的技能。

本书内容全面、系统,将整个制作流程、操作重点和工艺要求运用“图解”方式,演示给读者。使读者对电子印制电路板的制作与焊装有一个全面、深刻的理解。同时,通过对案例的讲解与操作技能的演练,为读者从业上岗做好知识技能的储备。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求及国家电子行业的职业技能资格认证标准而编写,可作为中、高等职业技术学校电子技术学科的教材和职业技能资格认证培训教材,也可作为电子产品生产制作岗位的培训教材,还可供广大电子爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品印制电路板制作技能演练 / 韩雪涛主编. —北京: 电子工业出版社, 2009.6

(电子行业职业技能演练丛书)

ISBN 978-7-121-08700-4

I. 电… II. 韩… III. 印刷电路—制作 IV. TN41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 063553 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 徐子湖

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 475 千字

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 34.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

出版说明

随着科技的进步和生产力的发展，中国已经成为世界的电子产品加工制造中心。无论是电子产品的生产产量，还是电子产品的拥有数量，都占据着可观的市场份额。巨大的市场空间带动了我国电子产品生产、销售、维修行业的发展。目前，我国的电子产品生产制造行业的从业人员的储备已经很难满足日益增长的社会需求。

为帮助电子产品生产、维修的从业和待业人员迅速掌握电子产品生产制造的方法和调试技能，我们组织电子行业的职业技能鉴定专家编写了这套“电子行业职业技能演练丛书”。本丛书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求及国家电子行业的职业技能资格认证标准而编写，可作为中、高等职业技术学校电子技术学科的教材，也可作为电子产品生产、调试、维修的岗位培训教材和职业技能资格认证培训教材。

本套丛书共7本，包括《电子产品零部件检测与选用技能演练》、《电子单元电路应用与实测技能演练》、《电子产品印制电路板制作技能演练》、《电子产品检测仪表使用技能演练》、《电子产品组装技能演练》、《电子产品调试技能演练》、《电子产品维修技能演练》。

这套丛书完全从就业的角度出发，更加注重行业技能的演练与提高。将电子产品生产制造和维修、调试的实际技能作为重点内容，并根据工作过程中的关键环节进行划分，采用技能演练的形式，通过实际演示操作使读者能够迅速、全面地掌握各工作环节中的规范要求 and 实际操作方法。

《电子产品零部件检测与选用技能演练》是电子产品生产、调试、维修行业的基础技能演练教材。与以往出版的有关元器件的图书不同，本书选用了大量实际电子产品中的典型零部件，通过对这些典型电子产品零部件的结构分析、功能介绍及检测和选用的实际演示操作，使读者（尤其是初学者）能够对实际电子产品零部件的结构特点及功能有深入理解，并能快速提高对零部件的安装、检测、维修技能。

《电子单元电路应用与实测技能演练》的重点在于对电子单元电路的应用与实测技能的演练。为突出实用性和技能演练的实效，本书选择的电子单元电路全部来源于实际的电子产品，并结合不同电路的特点，详细讲解了各种典型单元电路的功能、结构、应用范围和实测的方法及技巧。

《电子产品印制电路板制作技能演练》则将重点放在电子印制电路板的制作上。为贴近实际生产，本书的章节设置完全以电子印制电路板制作的关键环节作为依据。图书的内容完全是模拟真实的电子印制电路板的制作过程，以图文形式再现电子印制电路板的制作方法、制作工艺和制作技巧。

《电子产品检测仪表使用技能演练》一书将实际生产、调试、维修过程中所使用的常用检测仪表进行归纳整理，将使用常用仪表进行实际检测的方法作为全书的技能演练重点，

通过对实际使用方法的讲解，使读者对电子产品检测仪表的适用场合、应用领域及具体的操作技巧都能快速掌握。

《电子产品组装技能演练》、《电子产品调试技能演练》、《电子产品维修技能演练》是为从事电子产品生产调试及维修的人员提供的技能演练教程。我社已出版的《电子产品组装技能上岗实训》、《电子产品调试技能上岗实训》、《电子产品维修技能上岗实训》都是从培训教程的角度对电子产品组装、调试、维修的流程、原理和方法进行讲解的，已得到读者的充分肯定。根据广大电子产品生产技术人员的要求，本套丛书将重点放在实际操作技能的演练上，并针对从业人员的阅读习惯和学习方法，分别将电子产品组装、调试、维修的全过程以及实际的操作方法和操作规范作为重点内容，通过模拟实际组装环境，以图文结合的方法再现工作场景，手把手地进行演练教学。从而使从事电子产品生产和即将从事该领域工作的待业人员轻松、快速地掌握实际操作技能。

丛书涉及了电子产品生产制造、调试、维修行业的各个领域，内容环环相扣，处处体现技能特色，每本图书在编排上都以国家电子行业的职业技能鉴定标准为指导。在内容安排上更加注重图书的可读性和易读性。具体的技能演练项目全部来源于实际的工作任务，使读者身临其境地体验技能演练的实效。

读者通过学习，不仅可以了解该行业的工作环节和工作要求，同时可以掌握电子产品生产、调试和维修的各工作环节中重要操作技能的方法和技巧。书中通过大量的实际案例作为演练实例，不仅丰富了读者的理论知识，提高了读者的操作技能，同时也拓展了在实际工作中开拓创新的思路，为技术开发和技术创新做好技术能量的储备。

全书所有演练实例都是以国家职业资格认证标准为依据的。读者通过学习和参加实际技能演练，在操作技能得到快速提升的同时，还可申报相应的国家职业资格认证，获得国家统一的职业资格证书。

我们热切期待本套图书的出版能真正成为读者升华理论知识和提升操作技能以及参加国家职业资格认证的指导丛书，真正成为读者的良师益友。

电子工业出版社

编委会名单

主 编 韩雪涛

副主编 韩广兴 吴 瑛

编 委 张丽梅 孟雪梅 郭海滨 胡丽丽

张明杰 贾立辉 刘秀东 马 楠

张湘萍 吴鹏飞 韩雪冬 吴 玮

前 言

本书参照高等职业教育电子信息类专业《双证课程培养方案》的内容要求，参照原信息产业部颁布的电子产品调试维修工的职业技能规范，对电子产品生产、调试、维修人员应具备的知识和技能进行了系统的介绍，目标是培养电子生产制造及调试维修岗位所需要的技能型人才。

随着电子技术的快速发展，电子印制电路板广泛应用于各个领域，几乎所有的电子产品中都包含有电子印制电路板。因此，掌握电子印制电路板制作技术是从事电子产品制造的基础技能。

由于电子印制电路板的制作环境非常复杂，而且新技术、新工艺、新材料不断更新，为本书的编写带来了难度。如何能够将电子印制电路板的制作工艺和制作方法介绍清楚，成为本书编写的重点。

为了达到编写效果，本书从实用技能的角度出发，根据实际电路板制作流程，按实际制作的重点工序作为章节划分的主要依据，将电子印制电路板的制作划分成设计、基板剪裁、电路板钻孔、电路板沉铜、电路板图形转移、全板电镀、电路板蚀刻、电路板层压、电路板丝印阻焊油墨、电路板喷锡以及外形加工、质量检测等几个关键环节。采用图解的形式，系统、全面地介绍电子印制电路板的各个制作环节的操作技能以及所需掌握的知识内容。

作为技能型教材，为了使本书的内容更加贴近生产实际，本书在编写过程中，大量的素材内容均取材于专业电路板生产厂商，运用数码相机、摄录一体机等数码采集设备将整条生产线的工作流程和工作细节一一捕捉，并加入文字说明。力求在最短的时间让读者了解电子印制电路板的制作与焊装方法。目的就是使读者身临其境地体验技能演练的实效。

为了便于学习，我们专门制作了配套的 VCD 系列教学光盘，既适合教师教学，也适合学员自学（本书不含光盘，如有需要请读者按以下地址联系购买）。学员通过学习与实践可以参加国家职业资格认证，可获得国家统一的职业资格证书。在教学中或在职业资格认证考核方面有什么问题，可直接与我们联系。

网址：<http://www.taoo.cn>，联系电话：022-83718162 / 83715667 / 13702178753，

地址：天津市南开区华苑产业园区天发科技园 8 号楼 1 门 401，天津市涛涛多媒体技术有限公司

邮编：300384

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 印制电路板的种类结构与制作	1
1.1 印制电路板的种类特点	2
1.1.1 印制电路板按照用途分类	2
1.1.2 印制电路板按照软硬程度分类	4
1.1.3 印制电路板按照结构分类	4
1.2 印制电路板的结构特点	6
1.2.1 印制电路板的基本结构	6
1.2.2 单面印制电路板的结构	7
1.2.3 双面印制电路板的结构	8
1.2.4 多层印制电路板的结构	8
1.3 印制电路板的制作工艺	8
1.3.1 印制电路板的工艺流程	9
1.3.2 印制电路板的制作标准	13
第 2 章 印制电路板的设计与安全原则	21
2.1 印制电路板的设计原则	21
2.1.1 印制电路板的基本原则	21
2.1.2 印制电路板的抗干扰原则	24
2.1.3 印制电路板的热设计原则	33
2.1.4 印制电路板的抗震设计原则	38
2.2 印制电路板的安全原则	38
第 3 章 印制电路板的基板种类与剪裁	39
3.1 印制电路板的基板种类	39
3.1.1 纸基材料的应用特点	39
3.1.2 玻纤布材料的应用特点	40
3.1.3 复合材料的应用特点	41
3.1.4 高性能材料的应用特点	43
3.2 印制电路板的基板剪裁	43
3.2.1 印制电路板的基板剪裁工艺流程	43
3.2.2 印制电路板的基板剪裁操作演练	45
3.3 印制电路板基板剪裁的注意事项	48
第 4 章 印制电路板的钻孔工艺与操作	49
4.1 印制电路板的钻孔工艺流程	49
4.1.1 印制电路板钻孔的设备要求	50

4.1.2	印制电路板钻孔的工艺标准	63
4.2	印制电路板的钻孔操作	64
4.2.1	印制电路板的钻孔操作规程	64
4.2.2	印制电路板的钻孔方法	64
4.3	印制电路板钻孔的注意事项	72
第 5 章	印制电路板的沉铜工艺与操作	73
5.1	印制电路板的沉铜工艺流程	73
5.1.1	印制电路板沉铜的设备要求	73
5.1.2	印制电路板沉铜的工艺标准	83
5.2	印制电路板的沉铜操作与方法	83
5.2.1	印制电路板的沉铜操作规程	84
5.2.2	印制电路板的沉铜操作方法	84
5.3	印制电路板沉铜的注意事项及安全	95
5.3.1	印制电路板沉铜的注意事项	95
5.3.2	印制电路板沉铜的安全	96
第 6 章	印制电路板的图形转移工艺与操作	97
6.1	印制电路板的图形转移工艺流程	97
6.1.1	印制电路板的图形转移设备要求	97
6.1.2	印制电路板的图形转移工艺标准	104
6.2	印制电路板的图形转移操作	105
6.2.1	印制电路板的图形转移操作规程	105
6.2.2	印制电路板的图形转移基本方法	106
6.3	印制电路板图形转移的注意事项	111
6.3.1	干膜图形转移的注意事项	111
6.3.2	湿膜图形转移的注意事项	112
第 7 章	印制电路板的全板电镀工艺与操作	113
7.1	印制电路板的全板电镀工艺流程	113
7.1.1	印制电路板全板电镀的设备要求	113
7.1.2	印制电路板全板电镀的工艺标准	116
7.2	印制电路板的全板电镀操作	116
7.2.1	印制电路板全板电镀的操作规程	116
7.2.2	印制电路板全板电镀的基本方法	117
7.3	印制电路板全板电镀的注意事项	122
第 8 章	印制电路板的蚀刻工艺与操作	123
8.1	印制电路板的蚀刻工艺流程	123
8.1.1	印制电路板的蚀刻设备要求	123
8.1.2	印制电路板的蚀刻工艺标准	124
8.2	印制电路板的蚀刻操作	126

8.2.1	印制电路板的蚀刻操作规程	126
8.2.2	印制电路板蚀刻的基本方法	129
8.3	印制电路板蚀刻的注意事项	131
第 9 章	印制电路板的层压工艺与操作	133
9.1	印制电路板的层压工艺流程	133
9.1.1	印制电路板的层压设备要求	133
9.1.2	印制电路板的层压工艺标准	139
9.2	印制电路板的层压操作	142
9.2.1	印制电路板的层压操作规程	142
9.2.2	印制电路板层压的基本方法	143
9.3	印制电路板层压的注意事项	153
第 10 章	印制电路板的丝印阻焊油墨工艺与操作	155
10.1	印制电路板的丝印阻焊油墨工艺流程	155
10.1.1	印制电路板的丝印阻焊油墨设备要求	155
10.1.2	印制电路板的丝印阻焊油墨工艺标准	158
10.2	印制电路板的丝印阻焊油墨操作	159
10.2.1	印制电路板的丝印阻焊油墨操作规程	159
10.2.2	印制电路板丝印阻焊油墨的基本方法	159
10.3	印制电路板丝印阻焊油墨的注意事项	162
第 11 章	印制电路板的喷锡工艺与操作	163
11.1	印制电路板的喷锡工艺流程	163
11.1.1	印制电路板的喷锡设备要求	163
11.1.2	印制电路板的喷锡工艺标准	166
11.2	印制电路板的喷锡操作	166
11.2.1	印制电路板的喷锡操作规程	166
11.2.2	印制电路板喷锡的基本方法	167
11.3	印制电路板喷锡的注意事项	170
第 12 章	印制电路板的外形加工工艺与操作	171
12.1	印制电路板的外形加工工艺流程	171
12.1.1	印制电路板的外形加工设备要求	171
12.1.2	印制电路板的外形加工工艺标准	175
12.2	印制电路板的外形加工操作	176
12.2.1	印制电路板的外形加工操作规程	176
12.2.2	印制电路板外形加工的基本方法	176
12.3	印制电路板外形加工的注意事项	177
第 13 章	印制电路板的质量检验工艺与操作	179
13.1	印制电路板的质量检验工艺流程	179

13.1.1	印制电路板的质量检验设备要求	179
13.1.2	印制电路板质量检验的工艺标准	185
13.2	印制电路板的质量检验操作	201
13.2.1	印制电路板质量检验的操作规程	201
13.2.2	印制电路板质量检验的基本方法	203
13.3	印制电路板质量检验的注意事项	211
第 14 章	印制电路板的印胶工艺与操作	213
14.1	印制电路板的印胶工艺流程	213
14.1.1	印制电路板印胶的设备要求	213
14.1.2	印制电路板印胶的工艺标准	219
14.2	印制电路板的印胶操作	221
14.2.1	印制电路板印胶的操作规程	221
14.2.2	印制电路板印胶的基本方法	222
14.3	印制电路板印胶的注意事项	225
第 15 章	印制电路板的表面贴装工艺与操作	227
15.1	印制电路板的表面贴装工艺流程	227
15.1.1	印制电路板的表面贴装设备要求	228
15.1.2	印制电路板表面贴装的工艺标准	235
15.2	印制电路板的表面贴装操作	253
15.2.1	印制电路板表面贴装的操作规程	253
15.2.2	印制电路板表面贴装的基本方法	255
15.3	印制电路板表面贴装的注意事项	262
第 16 章	印制电路板的手工插装及焊接工艺与操作	265
16.1	印制电路板的手工插装工艺流程	265
16.1.1	印制电路板手工插装的设备要求	265
16.1.2	印制电路板手工插装的工艺标准	267
16.2	印制电路板的焊接工艺流程	273
16.2.1	印制电路板的焊接设备要求	273
16.2.2	印制电路板的焊接工艺标准	280
16.3	印制电路板的手工插装及焊接操作	287
16.3.1	印制电路板手工插装的操作规程	287
16.3.2	印制电路板焊接的操作规程	287
16.3.3	印制电路板手工插装的基本方法	288
16.3.4	印制电路板焊接的基本方法	294
16.4	印制电路板手工插装及焊接的注意事项	301
16.4.1	印制电路板手工插装的注意事项	301
16.4.2	印制电路板焊接的注意事项	302

第 1 章 印制电路板的种类结构与制作

印制电路板是焊装各种集成芯片、晶体管、电阻器、电容器等元器件的基板，英文名称为 Printed Circuit Board，简称 PCB，几乎出现在每一种电子设备当中，如图 1-1 所示。

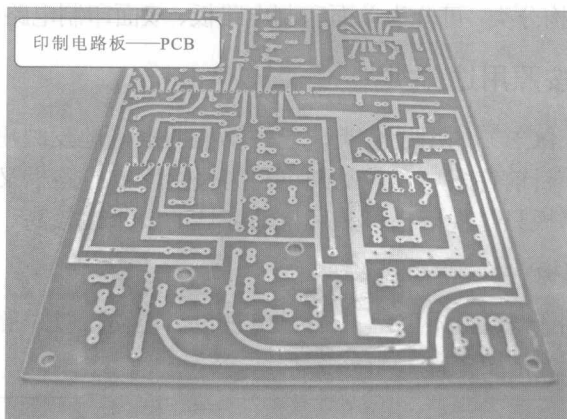


图 1-1 印制电路板——PCB

用来支撑各种集成芯片、电子元器件、零部件等元器件的基板叫做印制线路板，这种线路板上设有金属薄膜做导线，犹如印刷到绝缘板表面的导电膜，英文名称为 Printed Wiring Board，简称 PWB，如图 1-2 所示。电子线路板只是提供集成芯片、电子元器件、零部件之间的电气连接或电绝缘的导电图形。



图 1-2 印制线路板——PWB

由此可见，印制电路板（PCB）又称为印制线路板（PWB）。通常，由于习惯和其他方面的原因，并未严格地区分印制电路板（PCB）和印制线路板（PWB）的概念，而是将它们统称为印制电路板（PCB）。

1.1 印制电路板的种类特点

随着电子产品行业的发展，使得印制电路板（PCB）的种类有多种多样，只有这样，才能满足现代电子产品体积小、性能高的要求。

印制电路板（PCB）有着不同的分类方式。如按照用途分类，可分为民用印制电路板、工业用印制电路板和军用印制电路板；如按照软硬程度分类，可分为软性印制电路板和硬性印制电路板；如按照结构分类，可分为单面印制电路板、双面印制电路板和多层印制电路板。

1.1.1 印制电路板按照用途分类

按照印制电路板（PCB）的用途分类，已经不能够准确地反映出印制电路板（PCB）的性能特点了。因为，目前许多电子产品既可用为民用印制电路板又可用为工业用印制电路板，而军用印制电路板只是性能指标和环境适应性的要求比较高。

1. 民用印制电路板

民用印制电路板用于家用电器中，如彩色电视机、电动玩具、照相机、电磁炉等，如图 1-3 所示，也可称之为消费类印制电路板。

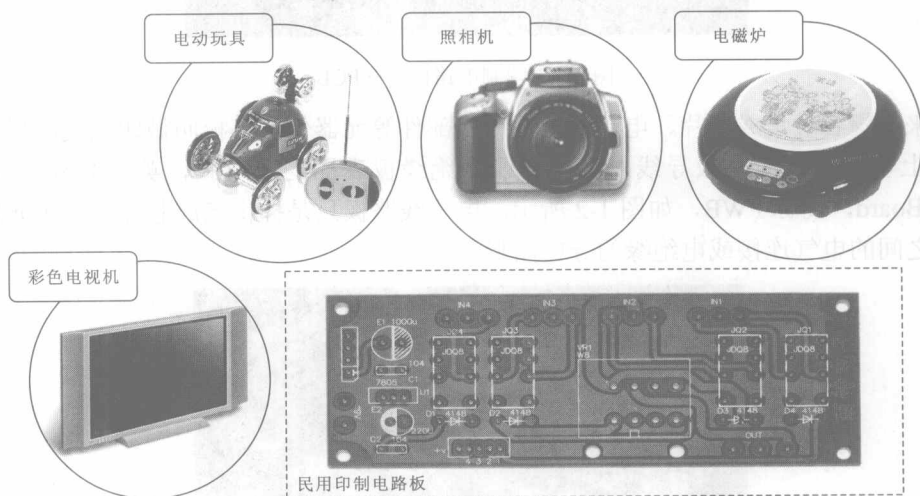


图 1-3 民用印制电路板

2. 工业用印制电路板

工业用印制电路板主要用于计算机、机电产品、生产线、通信设备、仪器仪表、医疗设备、汽车等，如图 1-4 所示。这种印制电路板的技术含量要比民用印制电路板高很多，所应用的电子产品工作稳定性更高。

3. 军用印制电路板

军用印制电路板主要用于航空、卫星、火箭、飞机等军用标准的电子产品中，如图 1-5 所示。由于军用标准电子产品有着特殊的要求，因此，这些电子产品的印制电路板也有着更加严格的质量标准。

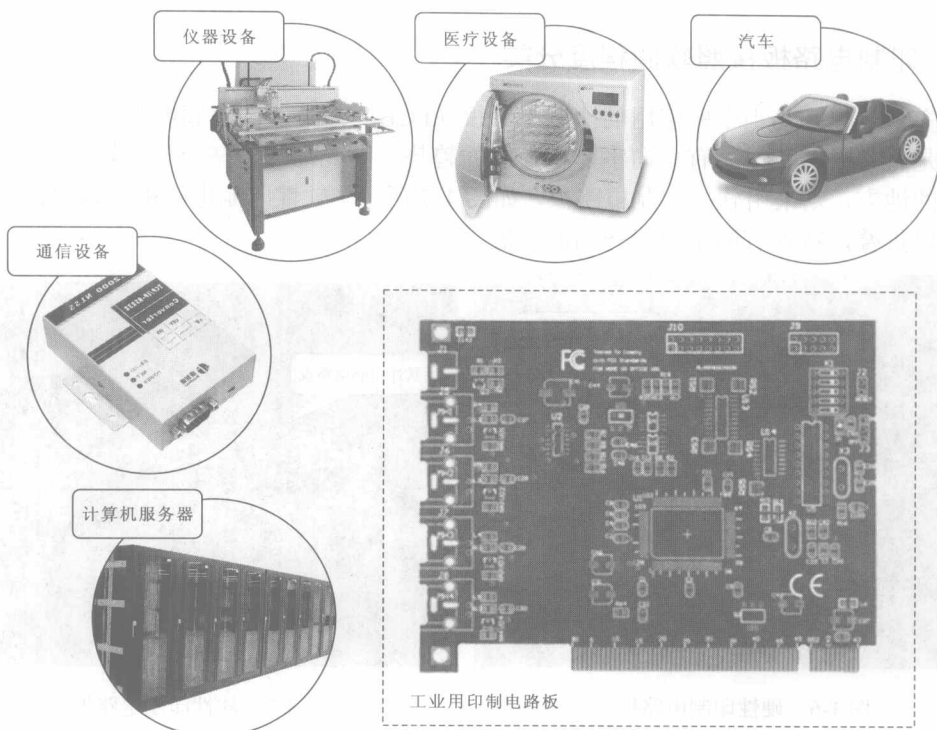


图 1-4 工业用印制电路板

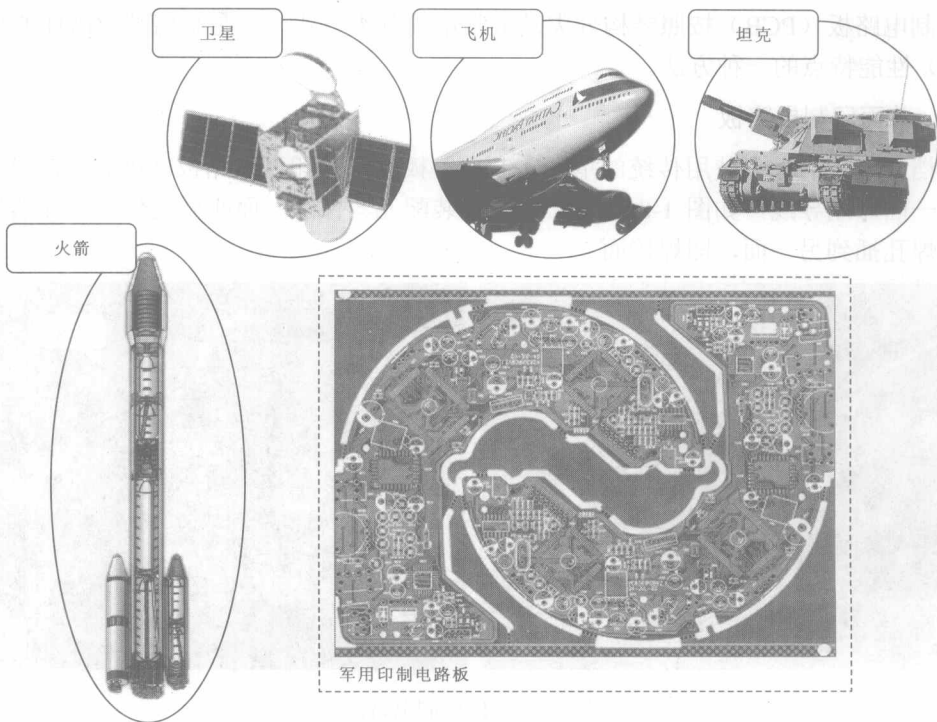


图 1-5 军用印制电路板

1.1.2 印制电路板按照软硬程度分类

大多数电子产品当中所应用的印制电路板（PCB）都是硬性印制电路板，如图 1-6 所示。但是，由于电子产品有着向小体积发展的趋势，因此，在一些空间比较小或是需要动态连接的地方，则采用软性印制电路板，如图 1-7 所示。软性印制电路板可以弯曲、扭转，甚至可以折叠，特别有助于电子产品的发展。

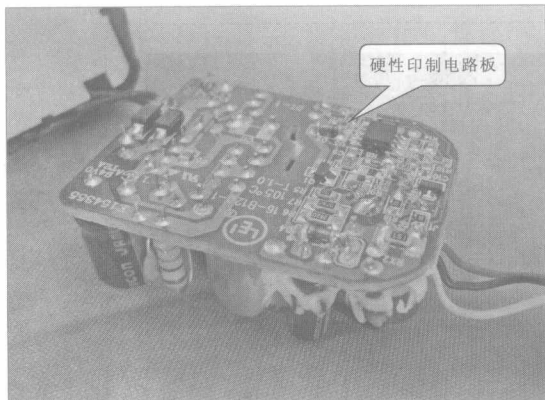


图 1-6 硬性印制电路板

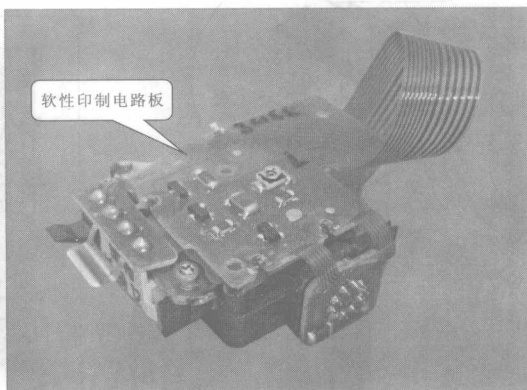


图 1-7 软性印制电路板

1.1.3 印制电路板按照结构分类

印制电路板（PCB）按照结构分类是最常用的分类方式，也是最能够反映印制电路板（PCB）性能特点的一种方法。

1. 单面印制电路板

低档电子产品大多使用传统的单面印制电路板，这种印制电路板（PCB）在绝缘基板上只有一面印制导线，如图 1-8 所示。其中，装配元器件的一面叫做元件面，元器件的引脚通过焊孔插到另一面，即焊接面。

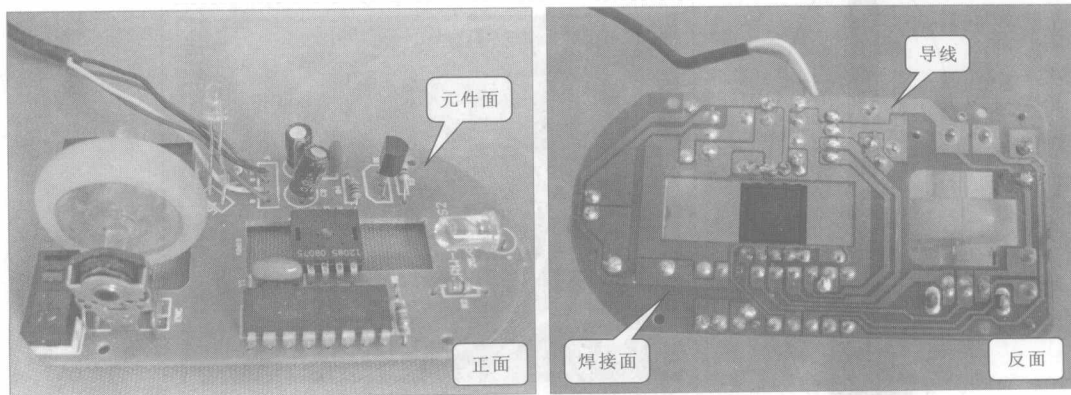


图 1-8 单面印制电路板

2. 双面印制电路板

一般的电子产品使用的是双面印制电路板，如图 1-9 所示，这种印制电路板（PCB）的两面都有印制导线，通过板上的焊孔可以实现逻辑与电气的连接。

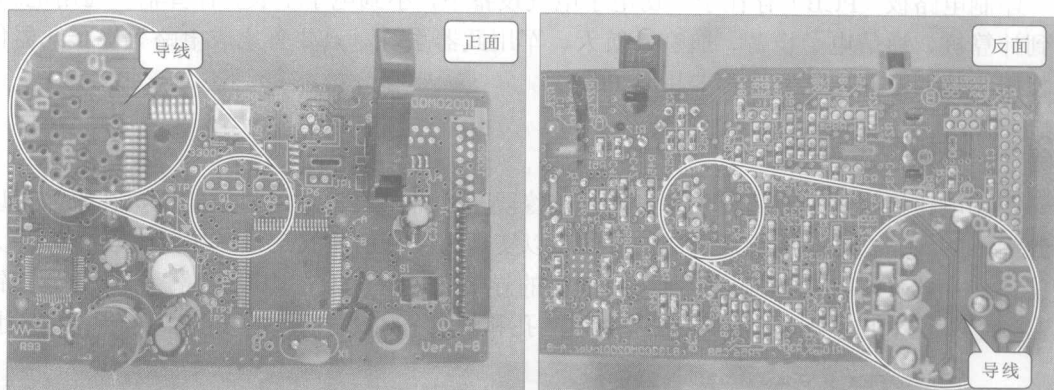


图 1-9 双面印制电路板

3. 多层印制电路板

电子技术的发展，要求电路的集成度和装配密度提高，连接更加复杂，因此就需要多层印制电路板，如图 1-10 所示。这种印制电路板（PCB）有多层印制导线（最多为 6 层），被绝缘层阻隔的印制导线，通过金属化的焊孔实现复杂的连接，以完成更加强大的电气功能。

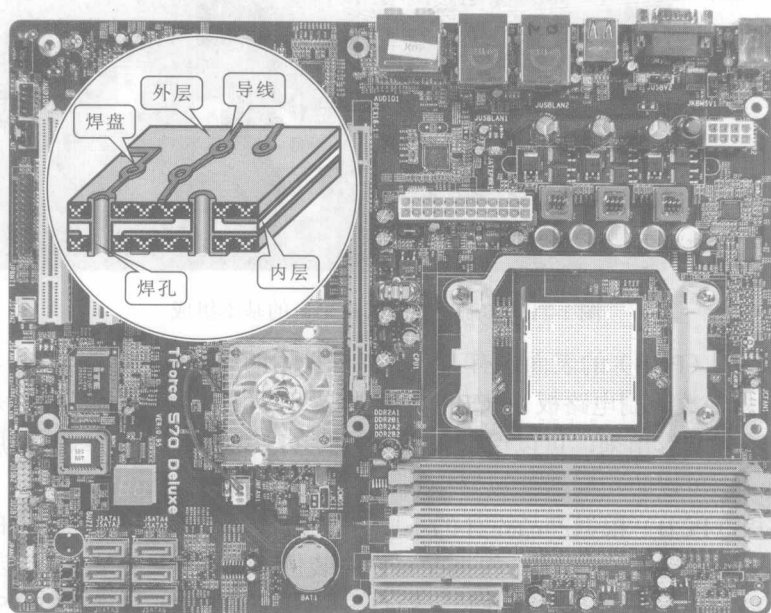


图 1-10 多层印制电路板

1.2 印制电路板的结构特点

印制电路板 (PCB) 存在于一切电子电气设备中, 小到电子手表、计算器、通用电脑, 大到计算机、通信电子设备、航空、航天、军用武器系统, 只要有集成电路等电子元器件的使用, 它们之间电气互连都要用到 PCB。

1.2.1 印制电路板的基本结构

印制电路板 (PCB) 的板子本身是由绝缘隔热、并不易弯曲的材质制成, 在表面可以看到细小的线路, 这是由铜箔制成的导线, 以实现零部件的电气连接, 如图 1-11 所示。为了能够将元器件焊接在印制电路板 (PCB) 的导线上, 就需要在印制电路板 (PCB) 上钻孔, 并经过某些工艺处理, 形成焊点、焊孔 (孔和焊盘), 以供不同类型元器件的焊接使用。

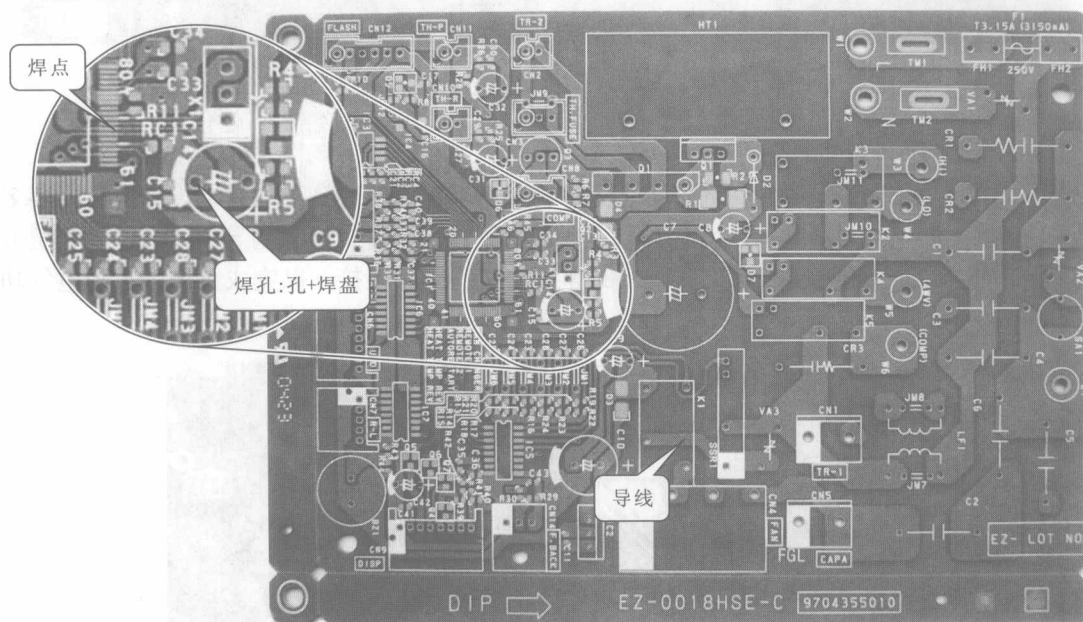


图 1-11 印制电路板 (PCB) 的基本组成

在印制电路板 (PCB) 的表面还有一层绝缘保护用的阻焊层 (阻焊油墨), 其示意图如图 1-12 所示, 大多数印制电路板 (PCB) 的阻焊层为绿色、棕色或黄色, 这是阻焊漆的颜色。阻焊层只将焊盘露出来, 可以保护印制电路板 (PCB) 表面的导线不被腐蚀或短路, 具有防潮性能, 也可以防止元器件被焊接到不正确的位置上。

印制电路板 (PCB) 根据产品设计的不同, 在焊接元器件的时候, 采用的焊接方式也各有不同, 其分类如图 1-13 所示, 根据元器件焊装位置的不同, 有单面焊装、双面焊装; 根据元器件类型的不同, 有全表面安装 (SMT)、混装。混装即表面安装 (SMT) 和通孔插装 (THT) 的混合安装方式。