



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电子产品印刷电路板 设计与制作

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主 编 陈必群



大连理工大学出版社



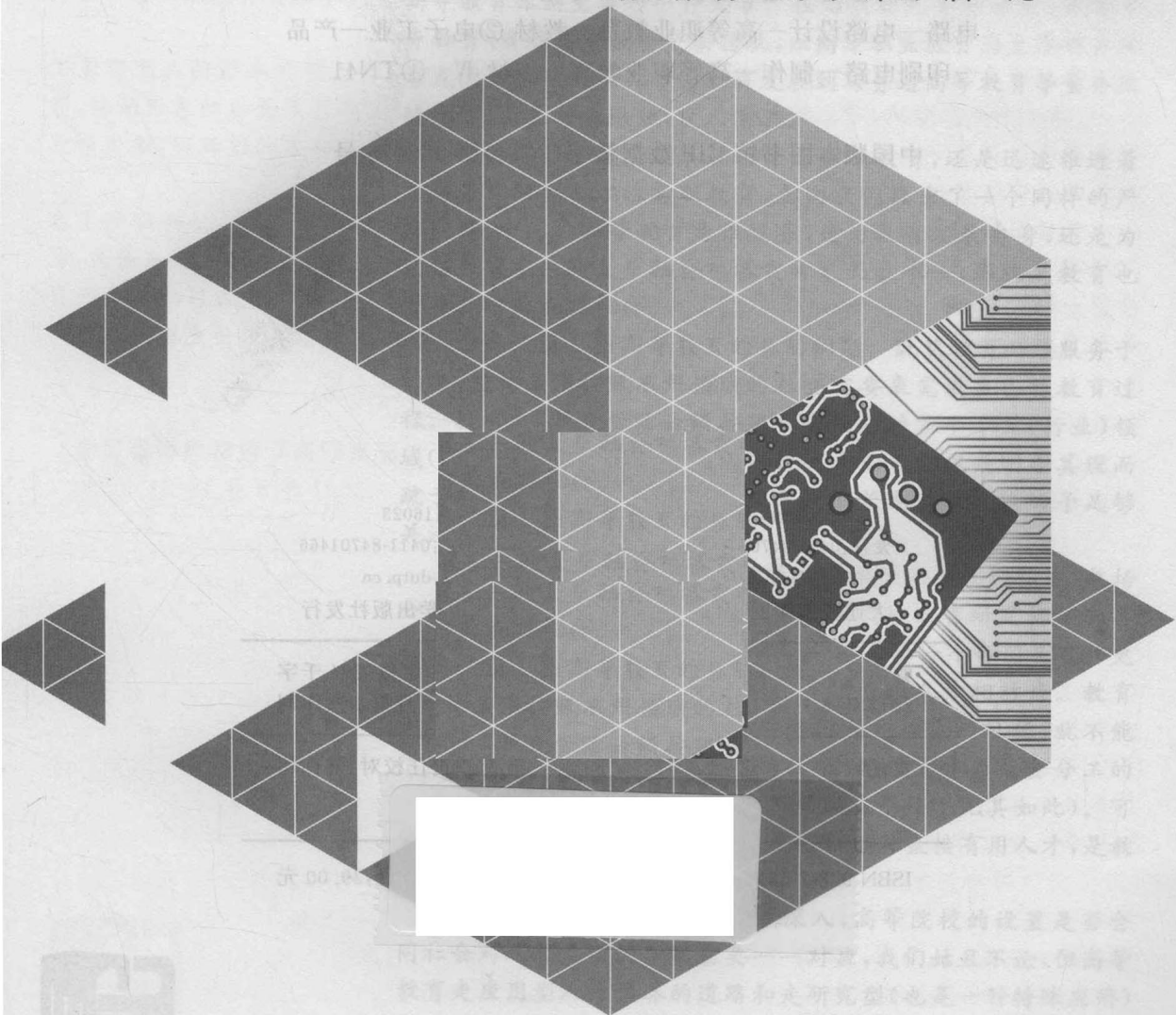
“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电子产品印刷电路板 设计与制作

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 陈必群

副主编 孙 刚 罗锦宏 唐 龙



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子产品印刷电路板设计与制作 / 陈必群主编. —
大连: 大连理工大学出版社, 2014. 8

新世纪高职高专电子信息类课程规划教材

ISBN 978-7-5611-8756-2

I. ①电… II. ①陈… III. ①电子工业—产品—印刷
电路—电路设计—高等职业教育—教材 ②电子工业—产品
—印刷电路—制作—高等职业教育—教材 IV. ①TN41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 030176 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail: dulp@dulp.cn URL: http://www.dulp.cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:17.25 字数:394 千字
2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑:马 双

责任校对:刘伟伟

封面设计:张 莹

ISBN 978-7-5611-8756-2

定 价:39.00 元



总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论,但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。



高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的、旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日

前言

《电子产品印刷电路板设计与制作》是“十二五”职业教育国家规划教材。

现代几乎所有的电子产品为了实现其内部电子元器件之间的电气互连,都要使用 PCB(Printed Circuit Board,印制电路板,常简称为 PCB 或印制板)。PCB 除了实现元器件之间的电气连接(信号传输)外,还提供元器件固定、装配的机械支撑,也能为元器件插装、检查、维修提供识别字符和图形,为自动焊接提供必需的阻焊图形。很显然,PCB 的设计和制造质量将直接影响整个产品的质量和生产成本。

PCB 设计也称为 PCB Layout,其主要工作就是 PCB 的版图设计。PCB 版图源于电路原理图,是 PCB 加工与制造的依据,因此 PCB 设计是电子产品开发设计过程中极为重要的关键环节,也是从事电子产品开发设计的硬件工程师所必须掌握的最基本与最核心的岗位技能。电子产品开发设计相关工作岗位不仅对专业技术有相当高的要求,对职业素质也有较高的要求。同时电子产品设计岗位工作呈现系列化、层次化等特点,从事该类工作能很好地实现现代高职电子信息类专业毕业生首岗适应、多岗迁移、持续发展的培养目标。

“电子产品印刷电路板设计与制作”是一门以典型的 PCB 设计软件(Protel 99SE)为载体,按 PCB 设计的工作流程构建内容体系,将原理图设计、PCB 设计及软件使用的方法、PCB 设计流程及技术规范等方面的知识、技能和素质有机结合的综合性实践课程。

本教材在编写过程中注重理论与实践相结合的原则,充分考虑岗位适应性问题,强调学以致用、学而能用,努力体现教学与实践零距离。同时,关注岗位专业知识的相对系统性,注重学生的职业道德素养与科学素养,考虑学生的可持续发展能力,以求达到高等职业教育的水准。全书以 PCB 设计岗位工作为主线,体现工学结合的理念,结合 PCB 设计工作实际,按照 PCB 设计流程进行内容编排,体现工作过程导向的特点,达到培养专项职业能力为主、兼顾培养综合职业能力的教学目标。考虑到 Protel 99SE 软件目前在一般的电子企业和学校中仍广泛使用,其自身也具有对软硬件要求不高、方便易学等特点,因此选用了 Protel 99SE 作为 PCB 设计软件载体。事实上,学生在掌握了 Protel 99SE 软件的使用之后,就能够比较容易地实现向 Altium Designer 等更高端 PCB 设计软件的过渡。



本教材主要包括:导学、Protel 99SE 的基本功能与基本操作、电路原理图的绘制、单面板 PCB 图绘制、双面板 PCB 图绘制、多层板 PCB 图绘制、PCB 的生产工艺与业余制作、附录。

导学部分介绍了电子产品的内部结构、生产过程、设计过程中 PCB 的应用情况,描述了电子产品设计工作岗位以及 PCB 设计软件的概况,同时给出了本课程的参考学习指南。试图解释清楚本课程学习什么内容、为什么要学以及如何学习这三个基本问题。

Protel 99SE 的基本功能与基本操作部分介绍了 Protel 99SE 软件的安装与基本的文件操作管理。

电路原理图的绘制、单面板 PCB 图绘制、双面板 PCB 图绘制、多层板 PCB 图绘制等四部分以学习型工作任务的方式,分别通过基本知识准备、任务描述与任务实施等环节,在准确理解学习型工作任务的同时,进行实操训练并获得相关专项技能。各学习单元还给出了能力拓展部分,拓宽学生未来从事相关岗位工作的知识面,更全面地把握该岗位工作的各项技术要素。各学习单元同时给出了回顾与思考以及练习题,便于学生进行自我评价。

PCB 的生产工艺与业余制作部分介绍了 PCB 的实际生产制造工艺流程,以帮助学生更好地理解与掌握 PCB 设计的可制造性规范要求。同时,为便于学生进行课外及第二课堂活动,介绍了 PCB 的业余制作方法。

附录中给出了 Protel 99SE 常用元件与封装对应表、PCB 设计评审规范、PCB 设计检查表、全国计算机信息高新技术考试计算机辅助设计应用技能培训和鉴定标准。

本教材由常州信息职业技术学院陈必群任主编,南京信息职业技术学院孙刚、常州信息职业技术学院罗锦宏及唐龙任副主编,常州信息职业技术学院苏永刚、麦可罗泰克(常州)产品服务有限公司张盘新参与编写。陈必群编写了导学,学习单元 6,学习单元 2 中的 2.3.3 与 2.5.3,学习单元 3 中的 3.2.1 与 3.3.3 以及 3.4.4,学习单元 4 中的 4.2.1、4.2.2、4.2.3、4.3.3 与 4.4,学习单元 5 中的 5.2.1 与 5.3.3,并对全书进行了统稿;苏永刚编写了学习单元 1;罗锦宏编写了学习单元 2 与学习单元 5 的其余内容;唐龙编写了学习单元 3 与学习单元 4 的其余内容以及附录,并对本教材其他单元的练习题进行了补充;孙刚参与编写了导学、学习单元 2 的部分内容;张盘新高级工程师参与编写了学习单元 5 与学习单元 6 的部分内容,并对书稿进行了初审。

本教材承蒙吕蕾蕾老师主审,在审核过程中,她提出了不少宝贵的意见和建议;在教材大纲、样章以及各单元的编写与修改过程中,麦可罗泰克(常州)产品服务有限公司张盘新高级工程师、顺德职业技术学院肖文平副教授、湖州职业技术学院崔立军副教授等给予了很多热心的帮助与指导,在此一并表示衷心的感谢。

本教材在编写和出版的过程中,得到了大连理工大学出版社的大力支持,谨向张剑宇副社长和潘弘喆等有关同志表示诚挚的感谢;在编写过程中,参阅和参考了大量的文献和资料,书中未能详尽罗列,在此也一并向原作者表示感谢!

由于电子产品更新迅猛,相关 PCB 设计技术随之发展也较快,加之编者水平、经验及资料所限,书中难免有错误与不足之处,敬请读者批评指正!

编者

2014 年 8 月

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707492 84706104



导 学	1
0.1 电子产品的内部结构与 PCB	1
0.2 电子产品的生产过程与 PCB	4
0.3 电子产品的设计过程与 PCB	5
0.4 电子设计的工作岗位	7
0.4.1 产品研发部的职能	8
0.4.2 岗位设置	8
0.4.3 硬件工程师岗位基本职责	9
0.5 PCB 设计的软件工具	11
0.6 课程学习指南	14
0.6.1 课程目标	14
0.6.2 课程内容	14
0.6.3 先修课程	16
0.6.4 课程特点	17
0.6.5 课程考核	17
0.6.6 参考学习资料	18
学习单元 1 Protel 99SE 的基本功能与基本操作	19
1.1 学习内容与学习目标	19
1.2 Protel 99SE 的组成	19
1.2.1 电路原理图设计系统	19
1.2.2 印制电路板设计系统	19
1.2.3 电路信号仿真系统	20
1.2.4 可编程逻辑器件设计工具	21
1.3 Protel 99SE 软件的安装	21
1.3.1 Protel 99SE 软件安装要求	21
1.3.2 安装 Protel 99SE	21
1.3.3 安装 Protel 99SE Service Pack 6	24
1.4 Protel 99SE 软件的卸载	26
1.5 初步认识 Protel 99SE 集成开发环境	28
1.5.1 启动 Protel 99SE	29
1.5.2 认识主窗口	30
1.5.3 Protel 99SE 标题栏	31

1.5.4	Protel 99SE 菜单栏	31
1.5.5	系统菜单栏	31
1.5.6	“File”菜单	32
1.5.7	“View”菜单	32
1.5.8	Protel 99SE 工具栏	32
1.5.9	Protel 99SE 状态栏	33
1.5.10	Protel 99SE 命令行	33
1.5.11	Protel 99SE 设计管理器	33
1.6	创建一个新的项目数据库	34
1.7	Protel 99SE 的文档组织结构	36
1.7.1	Design 设计工作组	37
1.7.2	Recycle Bin 垃圾桶	39
1.7.3	Documents 设计文件夹	39
	回顾与思考	40
	练习题	41
学习单元 2	电路原理图的绘制	42
2.1	学习内容与学习目标	42
2.2	基本知识	42
2.2.1	原理图的基本组成	42
2.2.2	原理图设计步骤	43
2.2.3	原理图的绘制环境	43
2.3	任务 1——绘制恒流源电路图	48
2.3.1	任务描述	48
2.3.2	任务实施过程	49
2.3.3	拓展提高——电路原理图绘制的国家标准	59
2.4	任务 2——绘制单片机最小系统电路原理图	60
2.4.1	任务描述	60
2.4.2	任务实施过程	61
2.4.3	拓展提高——电路原理图绘制企业规范	67
2.5	任务 3——原理图元器件库的创建	69
2.5.1	任务描述	69
2.5.2	任务知识准备	69
2.5.3	任务实施	71
2.5.4	拓展提高——电气图形符号国家标准 GB/T 4728	78
2.6	任务 4——绘制电子台历电路原理图	80
2.6.1	任务描述	80
2.6.2	任务实施过程	83
2.6.3	拓展提高——电路原理图绘制技巧	87
	回顾与思考	88
	练习题	89

学习单元3 单面板 PCB 图绘制	94
3.1 学习内容与学习目标	94
3.2 基本知识	94
3.2.1 单面板 PCB 的结构	94
3.2.2 单面板 PCB 设计中常用工作层面和图件	95
3.2.3 单面板 PCB 设计步骤	100
3.2.4 PCB 设计环境	100
3.2.5 手工布线	102
3.3 任务1——绘制恒流源电路单面板 PCB 图	112
3.3.1 任务描述	112
3.3.2 任务实施过程	114
3.3.3 拓展提高——PCB 的 DFM(可制造性设计)	123
3.4 任务2——创建 PCB 元器件封装库及元器件封装	127
3.4.1 PCB 封装的基本知识	127
3.4.2 任务描述	129
3.4.3 任务实施过程	130
3.4.4 拓展提高——元器件封装设计企业规范	135
3.5 任务3——绘制门铃电路单面板 PCB 图	136
3.5.1 任务描述	136
3.5.2 任务实施过程	138
3.5.3 拓展提高——单面板 PCB 设计技巧	140
回顾与思考	140
练习题	140
学习单元4 双面板 PCB 图绘制	146
4.1 学习内容与学习目标	146
4.2 基本知识	146
4.2.1 双面板的结构	146
4.2.2 双面板 PCB 设计中常用工作层面	148
4.2.3 双面板 PCB 设计步骤	150
4.2.4 双面板 PCB 设计环境	150
4.2.5 双面板自动布线	154
4.3 任务1——绘制单片机最小系统双面板 PCB 图	173
4.3.1 任务描述	173
4.3.2 任务实施过程	174
4.3.3 拓展提高——双面板 PCB 设计企业规范	191
4.4 任务2——绘制电子台历双面板 PCB 图	195
4.4.1 任务描述	195
4.4.2 任务实施过程	199
4.4.3 拓展提高——双面板 PCB 设计技巧	205
回顾与思考	207
练习题	207

学习单元 5 多层板 PCB 图绘制	213
5.1 学习内容与学习目标	213
5.2 基本知识	213
5.2.1 多层板的结构	213
5.2.2 Protel 99SE 多层板 PCB 设计中常用工作层面	215
5.2.3 多层板 PCB 设计步骤	215
5.2.4 多层板 PCB 设计环境	216
5.3 任务——绘制四层 CPU 核心板 PCB	219
5.3.1 任务描述	219
5.3.2 任务实施	220
5.3.3 拓展提高——多层板设计原则	225
回顾与思考	226
练习题	227
学习单元 6 PCB 的生产工艺与业余制作	229
6.1 学习内容与学习目标	229
6.2 PCB 制造的基本环节	229
6.2.1 底图胶片制版	230
6.2.2 图形转移	230
6.2.3 蚀 刻	232
6.2.4 孔金属化	233
6.2.5 金属涂覆	233
6.2.6 助焊及阻焊处理	234
6.3 单面板生产工艺流程	235
6.4 双面板与多层板生产工艺流程	236
6.5 PCB 加工工艺要求说明书的填写	237
6.5.1 拼 板	239
6.5.2 板 材	240
6.5.3 板 厚	241
6.5.4 铜箔厚度	242
6.6 PCB 的业余制作	243
6.6.1 刀刻法	243
6.6.2 透明胶法	243
6.6.3 油漆法	244
6.6.4 热转印纸法	244
6.6.5 感光覆铜板法	245
回顾与思考	246
练习题	247

附 录	248
附录 A Protel 99SE 常用元件与封装对应表	248
附录 B PCB 设计评审规范	253
附录 C PCB 设计检查表	255
附录 D 全国计算机信息高新技术考试计算机辅助设计应用技能培训和鉴定标准	257
参考文献	262

我们开始学习“电子产品印刷电路板的 CAD 设计”课程,心中一定存有众多的疑问,印刷电路板即 PCB,什么是 PCB? PCB 设计是做什么?有什么作用?它是怎样设计出来的?为什么要使用软件来进行 PCB 设计?它和电子产品的设计和生产制造有什么样的联系?PCB 设计与电子产品的设计是什么样的关系?它对电子产品的设计和生产过程以及产品质量又有什么样的关系?

可能的问题还不仅如此。

假如我们能够理解 PCB 设计是电子产品设计的一个组成部分,那么高职电子类专业毕业生是否能够胜任这项工作?必须掌握哪些知识和技能?应该如何学习和掌握那些 PCB 设计的工作知识与技能?

本单元的内容正是希望能够解答你的这些疑问。

0.1 电子产品的内部结构概览

假定我们这里所说的电子产品只是指电子工业中常见的产品,如电视机、电话、电冰箱、手机、电源适配器、充电器等等,电子产品的内部结构如图 0-1 所示。



图 0-1 电子产品内部

如果我们打开一台液晶电视机的外壳,我们会看到它的内部结构,如图 0-2 所示。



图 0-2 电子产品(液晶电视)内部

导 学

我们开始学习“电子产品印刷电路板设计与制作”课程,心中一定存有众多的疑问。印刷电路板即 PCB,什么是 PCB? PCB 在电子产品中起什么作用? 它是怎么设计出来的? 为什么要使用软件来进行 PCB 设计? PCB 的设计与 PCB 的生产制造有什么样的联系? PCB 设计与电子产品的设计是什么样的关系? 它与电子产品的生产过程以及产品质量又有什么样的关系?

可能的问题还不仅如此。

假如我们能够理解 PCB 设计是电子产品设计中一个很重要的工作,那么高职电子类专业毕业生是否能够胜任这项工作? 必须具备的知识与技能又有哪些? 我们应该如何学习与掌握那些 PCB 设计的工作知识与技能?

本单元的内容正是希望能够解答你的这些疑问。

0.1 电子产品的内部结构与 PCB

假定我们这里所说的电子产品只是指由电子元器件组成的电子整机,如台式电脑、电视机、手机、电源适配器、充电器等等。电子产品的外观如图 0-1 所示。

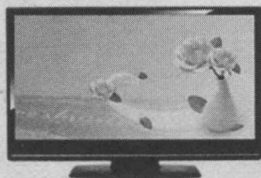


图 0-1 电子产品的外观

如果我们打开一台液晶电视机的后盖,我们可以看到它的内部结构,如图 0-2 所示。

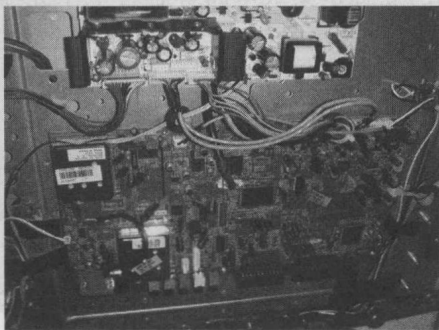


图 0-2 电子产品(液晶电视机)内部

从图中可以看到,电子整机的内部主要有电路板以及实现电路板之间电气连接的连接电缆,当然这些电路板都是固定在机壳或者整机内部的机械安装支架上的。

如果我们继续把电子整机内部的连接电缆从电路板上拔去,并且把电路板的安装固定螺钉旋出,电路板就可以单独取出。取出的电路板如图 0-3 所示。

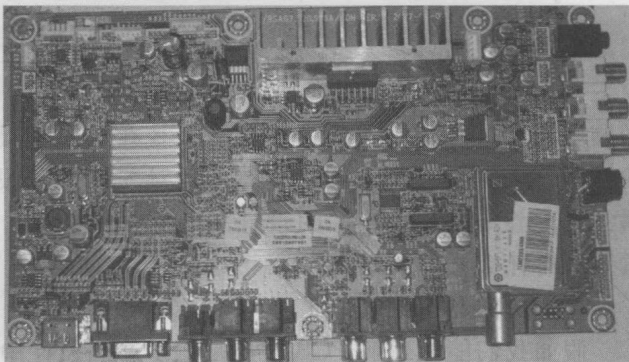
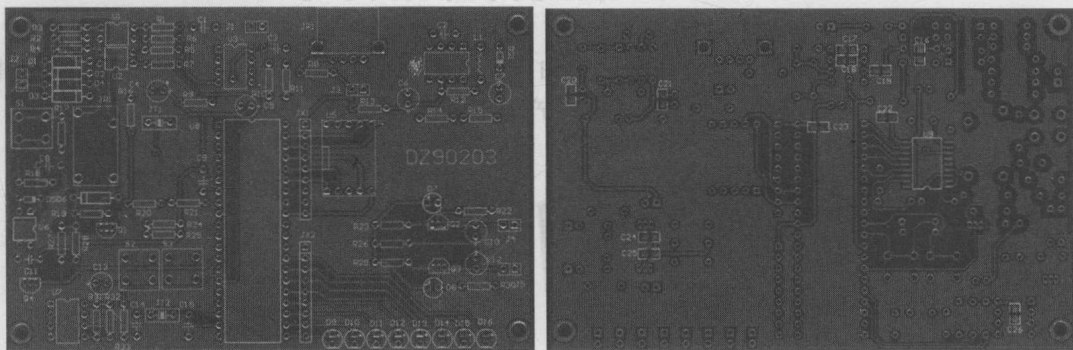


图 0-3 电路板

仔细观察电路板,可以发现电路板是由元器件安装并焊接在一块板子上形成的。这块板子就是我们所说的 PCB(Printed Circuit Board,简称 PCB),中文名称为印制电路板,又称印刷电路板、印刷线路板(以下简称印制板)。PCB 如图 0-4 所示。



(a) 元器件安装面

(b) 焊接面

图 0-4 PCB 成品

PCB 是重要的电子零件,它提供集成电路等各种电子元器件固定、装配的机械支撑;能实现元器件之间的布线和电气连接(信号传输)或电绝缘;能提供所要求的电气特性,如特性阻抗等;也能为自动装配提供阻焊图形,为元器件插装、检查、维修提供识别字符和图形。由于它是采用电子印刷技术制作的,故被称为“印刷”电路板。

印制电路板的发明者是奥地利人保罗·爱斯勒(Paul Eisler),他于 1936 年在一个收音机装置内采用了印刷电路板。1943 年,美国人将该技术大量使用于军用收音机。1948 年,美国正式认可这个发明并用于商业用途。自 20 世纪 50 年代起,由于体积小并且发热量较低的晶体管大量取代了电子管的地位,印刷电路板技术才开始被广泛采用。在印制电路板出现之前,电子元器件之间的互连都是依靠电线直接连接实现的。而随着印制

电路技术的不断发展,印刷电路板目前在电子工业中已经占据了绝对统治的地位。

印制板一般采用覆铜板(Copper Clad Laminate,覆铜板层压板,英文简称 CCL)作为基材。覆铜板是由木浆纸或玻纤布等作增强材料,浸以树脂,单面或双面覆以铜箔,经热压而成的一种产品,如图 0-5 所示。

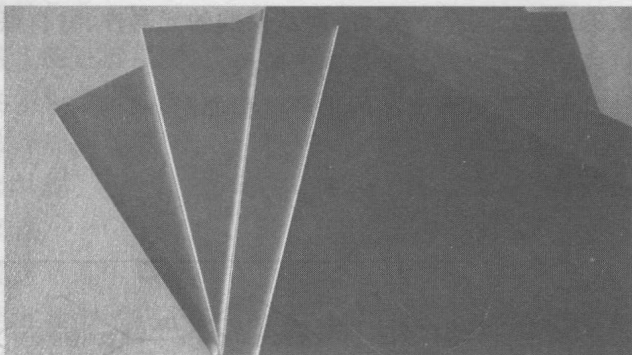


图 0-5 覆铜板

PCB 根据布线的层数可分为单面板、双面板和多层板。单面板(Single-Sided Boards)是指布线面为单面的印制板,如图 0-6 所示;双面板(Double-Sided Boards)是指布线面为双面的印制板,如图 0-4 所示;多层板(Multi-Layer Boards)则是指采用更多单面或双面的布线板通过定位系统及绝缘黏结材料交替在一起且导电图形按设计要求进行互连的印制板,常见的多层板一般为 4 层板或 6 层板,复杂的多层板可达几十层。此外根据基材的软硬进行分类分为刚性电路板、挠性电路板和软硬结合板。根据加工印制板的材料和用途,还有其他分类,此处不再赘述。

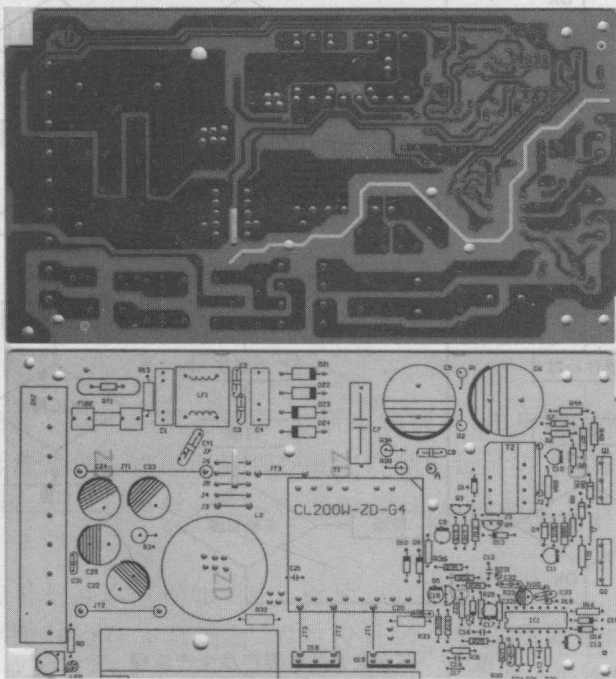


图 0-6 单面 PCB

0.2 电子产品的生产过程与 PCB

广义的电子产品生产一般包括设计、试制、批量制造三个阶段。通常,电子产品的生产过程是指狭义的电子产品生产,即从采购的元器件、材料以及部件等进厂开始一直到形成最终整机成品的电子产品批量制造阶段。

某电子企业计算机用开关电源产品的生产流程如图 0-7 所示。

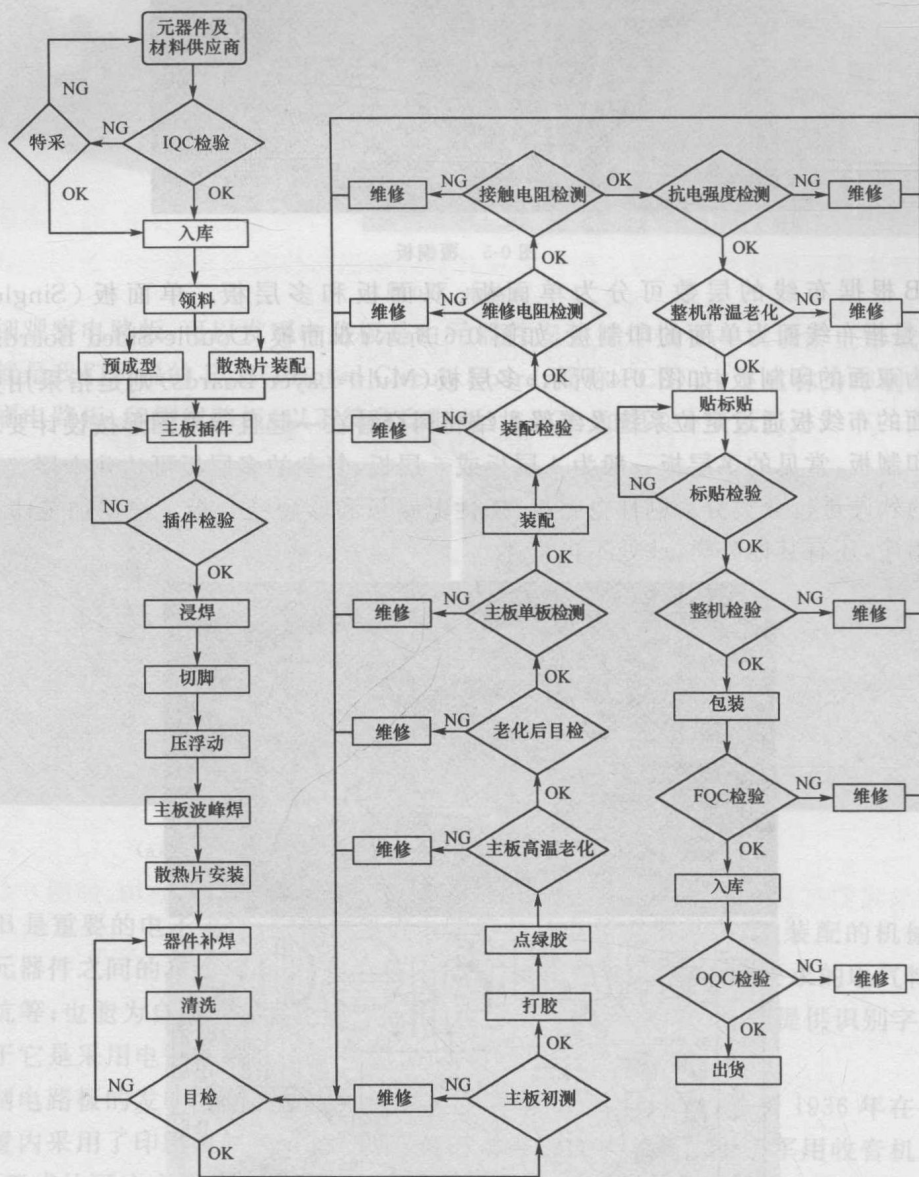


图 0-7 某企业开关电源产品生产流程

①采购进厂的元器件以及 PCB 等材料经进货检验(IQC)后进入元器件及材料仓库管理。

②生产计划排出后按计划将元器件及材料发给生产部门,对元器件、印制板进行整形,对散热片进行组装,做好上线准备。

③对主板进行插件作业。

④对完成插件的主板进行浸焊。

⑤对完成浸焊的主板进行切脚。

⑥对主板进行波峰焊。

⑦补装散热片及补焊。

⑧对主板进行清洗。

⑨对主板电性能进行基本测试。

⑩对通过基本电性能测试的主板实施老化,老化后全面测试电性能。

⑪对测试合格的主板进行整机装配。

⑫对整机电气安全性能进行测试。

⑬对整机进行常温老化,老化后对整机性能全面测试。

⑭对测试合格的整机进行包装。

⑮包装好的成品经最终检验(FQC)检验合格后移入成品仓库。

⑯经过出货检验(OQC)并达到合格或接收条件的整批产品发货出厂。

其中①~⑩的各个环节均与 PCB 直接相关。从图 0-7 中也可以看出电子产品的生产过程主要是先将如 PCB 之类的零件、元器件组装成部件,再将部件组装成整机,其核心工作是将元器件组装在 PCB 上形成具有一定功能的电路板部件(也常称为组件,英文缩写 PCBA, Printed Circuit Board Assembly)。因此,PCB 的质量直接决定电路板组装过程中装配、焊接、调试以及检测工作能否顺利进行,也是影响最终产品质量的关键因素。

0.3 电子产品的设计过程与 PCB

一般电子产品在投入大批量生产前,需要经过产品的开发设计、样机试制、测试验证以及小批量试产几个阶段,通常所说的新产品研制就是指其中的产品开发设计、样机试制与测试验证过程。

产品开发设计阶段是从市场调查开始,分析市场信息、用户需求和市场行情,掌握用户对产品的质量和性能需求。通过市场调查确定产品的设计方案,对方案进行可行性论证,找出技术关键及难点,并对原理方案进行试验,在试验的基础上修改设计方案并进行样机设计。

电子产品开发设计的基本流程如图 0-8 所示。

对于产品的电子电气设计人员而言,样机设计的主要工作就是电路设计和 PCB 设计,当然对于智能电子产品一般还需要进行软件设计。电路设计形成原理图,根据原理图进行 PCB 设计形成 PCB 版图,按 PCB 版图加工形成 PCB,软件设计形成程序清单。只