



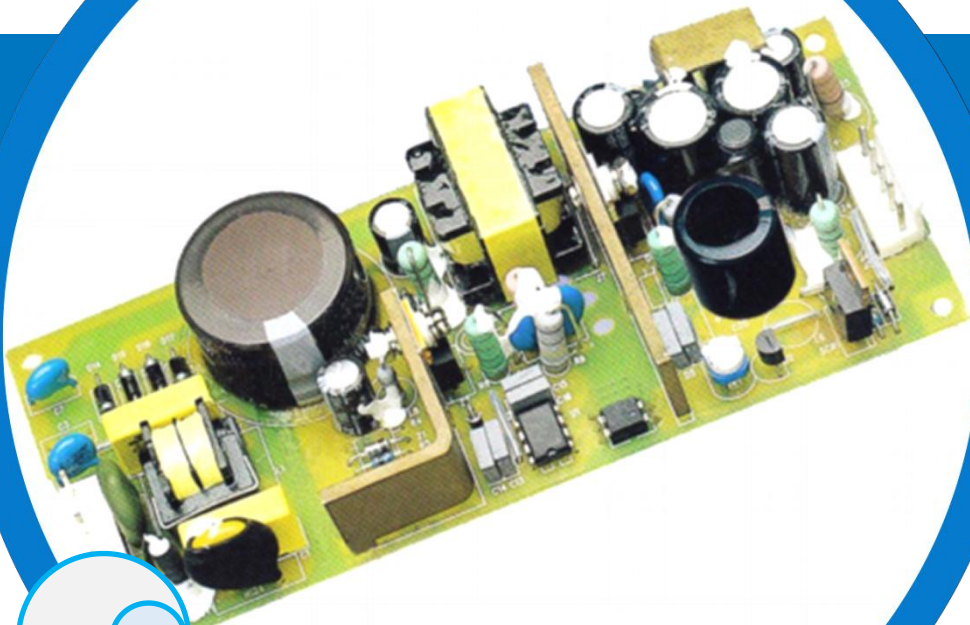
河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

任枫轩

PCB设计与制作

主讲教师：任枫轩

PCB设计与制作





项目 1

01 任务1 Altium Designer的认知

02 任务2 PCB基础知识的认知



1

任务2 PCB基础知识的认知



目

Contents

录

1 工作任务

2 学习目标

3 相关知识

4 任务实施

5 思考和练习



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

任枫轩

PART 1

工作任务

PCB设计与制作



PART 1

工作任务

01 能识别电路板元件、过孔、焊盘等

02 能识别常用元件类型及封装等



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

任枫轩

PART
2

学习目标

PCB设计与制作



PART 2

学习目标

- 01 熟悉PCB的基本概念、基本组成等
- 02 了解AD软件中的封装形式
- 03 掌握PCB板层识别、工艺流程等
- 04 掌握常见元件的识别及分类



河南职业技术学院
HENAN POLYTECHNIC

任枫轩

PART
3

知识导航

PCB设计与制作



PART 3

知识导航

01

PCB概述

02

PCB组成要素

03

元件封装技术

04

PCB设计规范

1. PCB的基本概况

PCB是印制电路板（即**Printed Circuit Board**）的简称。

印制电路板是组装电子零件用的基板，是在通用基材上按预定设计形成点间连接及印制元件的印制板。该产品的主要功能是使各种电子零组件形成预定电路的连接，起中继传输的作用，是电子产品的关键电子互连件，有“电子产品之母”之称。印制电路板作为电子零件装载的基板和关键互连件，任何电子设备或产品均需配备。（请辨别云课堂中的提问）

其下游产业涵盖范围相当广泛，涉及一般消费性电子产品、信息、通讯、医疗，甚至航天科技产品等领域。随着科学技术发展，各类产品的电子信息化处理需求逐步增强，新兴电子产品不断涌现，使PCB产品的用途和市场不断扩展。新兴的3G手机、汽车电子、LCD、IPTV、数字电视、计算机更新换代还将带来比现在传统市场更大的PCB市场。

1. PCB的基本概况

具体来说，印制电路板的设计是以电路原理图为根据，实现电路设计者所需要的功能。印制电路板的设计主要指版图设计，需要考虑外部连接的布局、内部电子元件的优化布局、金属连线和通孔的优化布局、电磁保护、热耗散等各种因素。优秀的版图设计可以节约生产成本，达到良好的电路性能和散热性能。简单的版图设计可以用手工实现，复杂的版图设计需要借助计算机辅助设计（CAD）实现。本教材将借助Altium Designer 设计平台进行PCB的设计。

（本学期所学内容，本质上来说，就是本段所揭示）

1. PCB的基本概况

PCB是印制电路板（即**Printed Circuit Board**）的简称。

1) 板子本身的基板是由绝缘隔热、并不易弯曲的材质所制作成。在表面可以看到的细小线路材料是铜箔，原本铜箔是覆盖在整个板子上，在制造过程中部份被蚀刻处理掉，留下来的部份就变成网状的细小线路。这些线路被称作导线（conductor pattern）或称布线，并用来提供PCB上零件的电路连接。

柔性电路板是以聚酰亚胺或聚酯薄膜为基材制成的一种具有高度可靠性、绝佳的可挠性印刷电路板。简称软板或FPC。目

2) 为了将零件固定在PCB上面，将元件直接焊在布线上。在最基本的PCB（单面板）上，零件都集中在其中一面，导线则都集中在另一面。需要在板子上打孔，这样元件引脚才能穿过板子到另一面，所以零件的接脚是焊在另一面上的。因此，PCB的正反面分别被称为零件面（Component Side）与焊接面（Solder Side）。

3) 如果要将两块PCB相互连结，一般会用到俗称「金手指」的边接头（edge connector）。金手指上包含了许多裸露的铜垫，这些铜垫事实上也是PCB布线的一部份。通常连接时，将其中一片PCB上的金手指插进另一片PCB上合适的插槽上（一般叫做扩充槽Slot）。在计算机中，像是显示卡，声卡或是其他类似的界面卡，都是借着金手指来与主机板连接的。

4) PCB上的绿色或是棕色，是阻焊漆（solder mask）的颜色。这层是绝缘的防护层，可以保护铜线，也可以防止零件被焊到不正确的地方。在阻焊层上另外会印刷上一层丝网印刷面（silk screen）。通常在这上面会印上文字与符号（大多是白色的），以标示出各零件在板子上的位置。丝网印刷面也被称作图标面（legend）。

2. PCB板的作用

（1）提供机械支撑 印制电路板为集成电路等各种电子元器件固定、装配提供了机械支撑。

（2）实现电气连接或电绝缘 印制电路板实现了集成电路等各种电子元器件之间的布线和电气连接。

（3）其他功能 印制电路板为自动装配提供阻焊图形，同时也为元器件的插装、检查和维修提供了识别字符和图形。



视频演示二维码



多层板的识别

3. PCB板型

(1) 单面板 在最基本的PCB上，元件集中在其中一面，导线集中在另一面上。因为导线只出现在其中一面，所以我们就称这种PCB为单面板。因为单面板在设计线路上有许多严格的限制（由于只有一面，布线间不能交叉，而必须绕独自的路径），所以只有早期的电路才使用这类的板子。

(2) 双面板 (Double-Sided Boards) 这种电路板的两面都有布线。不过要用上两面的导线，必须要在两面间有适当的电路连接才行。这种电路间的“桥梁”叫做导孔 (via)。导孔是在PCB上，充满或涂上金属的小洞，它可以与两面的导线相连接。因为双面板的面积比单面板大了一倍，而且由于布线可以互相交错（可以绕到另一面），它更适合用在比单面板更复杂的电路上。双面板实例如图1-36所示。

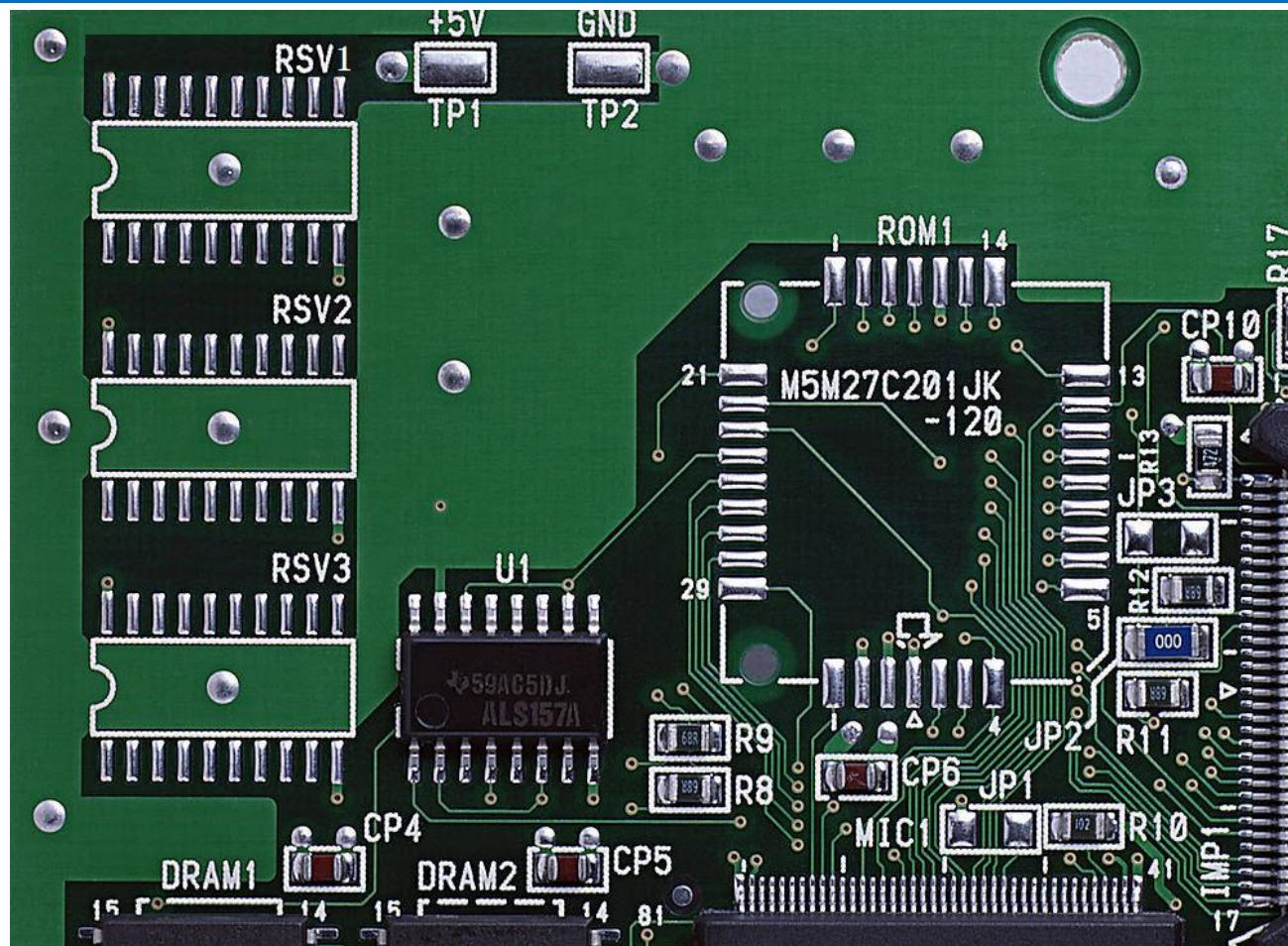


图1-36 双面板实例

(3) 多层板 (Multi-Layer Boards) 为了增加可以布线的面积，多层板用上了更多单或双面的布线板。多层板使用数片双面板，并在每层板间放进一层绝缘层后黏牢（压合）。板子的层数就代表了有几层独立的布线层，通常层数都是偶数，并且包含最外侧的两层。大部分的主机板都是4~8层的结构，不过技术上可以做到近100层的PCB。大型的超级计算机大多使用相当多层的主机板，不过因为这类计算机已经可以用许多普通计算机的集群代替，超多层板已经渐渐不被使用了。由于PCB中的各层都紧密的结合，一般不太容易看出实际数目，不过如果仔细观察主机板，还是可以看出来的。图1-37所示为多层板实物图。



图1-37 多层板

4. 计算机辅助设计软件Altium Designer的PCB设计流程

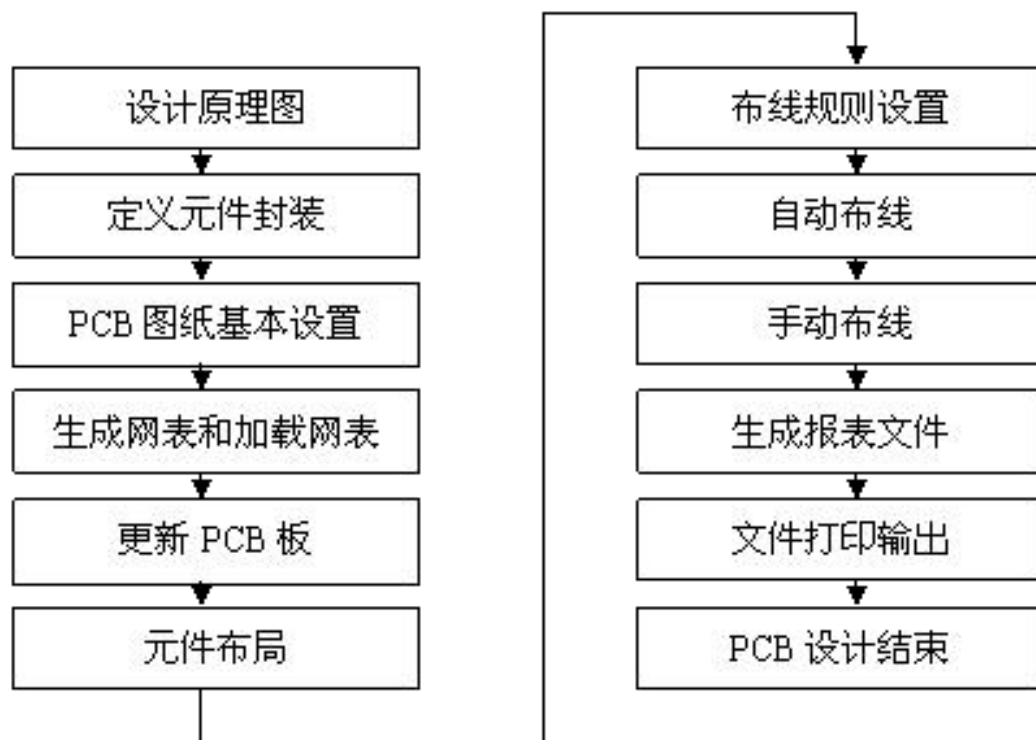


图1-38 PCB板设计流程图

2

PCB组成要素

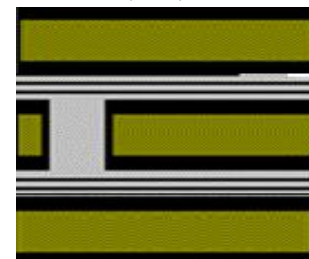
1. 过孔

过孔（via）是多层PCB的重要组成部分之一，钻孔的费用通常出PCB制板费用的30%~40%。PCB上的每一个孔都可以称之为过孔。从作用上看，过孔可以分成两类：一是用做各层间的电气连接；二是用做器件的固定或定位。如果从工艺制程上来说，这些过孔一般分为三类，即盲孔（Blind Via）、埋孔（Buried Via）和通孔（Through Via）。

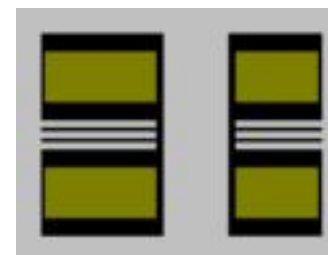
盲孔是将几层内部PCB与表面PCB连接，不需穿透整个板子。埋孔则只连接内部的PCB，从表面是看不出来。通孔，孔穿过整个线路板，可用于实现内部互连或作为元件的安装定位孔。



盲孔



埋孔



通孔

2

PCB组成要素

2. 铜膜导线（Track）

印制电路板上，在焊盘与焊盘之间起电气连接作用的是铜膜导线，简称导线（Track）。它也可以通过过孔把一个导电层和另一个导电层连接起来。PCB设计的核心工作就是围绕如何布置导线。

3. 安全间距（Clearance）

进行印制电路板设计时，为了避免导线、过孔、焊盘及元件间的距离过近而造成相互干扰，就必须在他们之间留出一定的间距，这个间距就称为安全间距。图1-40所示为安全间距示意图。

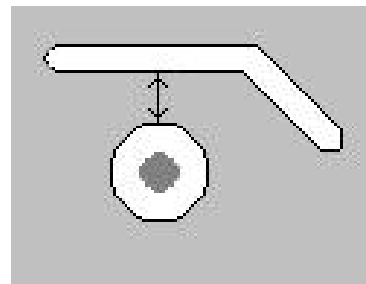
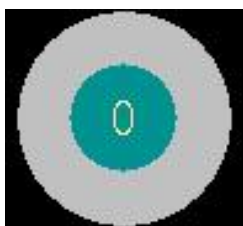


图1-40 安全间距示意图

4. 焊盘 (Pad)

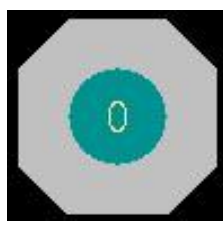
焊盘 (Pad) 的作用是用来放置焊锡、连接导线和焊接元件的管脚。Altium Designer在封装库中给出了一系列不同形状和大小的焊盘，如圆形、方形、八角形焊盘等。



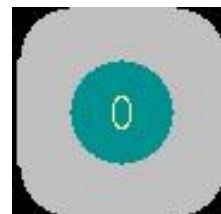
圆形焊盘



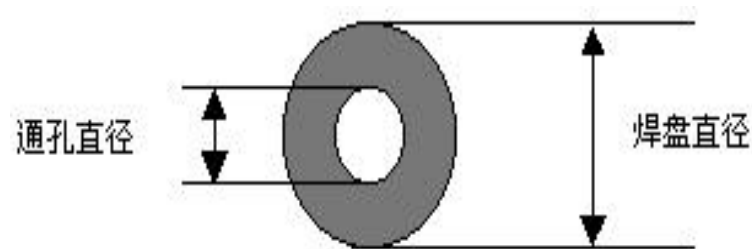
方形焊盘



八角形焊盘



圆角方形焊盘



- 1) 非过孔最小的焊盘尺寸为 $D-d = 1.0\text{mm}$ ， D 为焊盘直径， d 为通孔直径。
- 2) 过孔最小焊盘尺寸为 $D-d = 0.5\text{mm}$ ， D 为焊盘直径， d 为通孔直径。

3

元件封装技术

1. 元件封装的具体形式

元件封装分为插入式封装和表面黏贴式封装。

将零件安置在板子的一面，并将引脚焊在另一面，这种技术称为插入式（Through Hole Technology, THT）封装。将元件引脚焊在与零件同一面，而不用在PCB上钻孔，这种技术称为表面粘贴式（Surface Mounted Technology, SMT）封装。

3

元件封装技术

元件封装的具体形式如下。

(1) SOP / SOIC封装 SOP是英文Small Outline Package的缩写，即小外形封装。SOP封装技术由飞利浦公司开发成功，以后逐渐派生出SOJ（J型引脚小外形封装）、TSOP（薄小外形封装）、VSOP（甚小外形封装）、SSOP（缩小型SOP）、TSSOP（薄的缩小型SOP）、SOT（小外形晶体管）及SOIC（小外形集成电路）等。以SOJ封装为例，SOJ-14封装如图1-42所示。

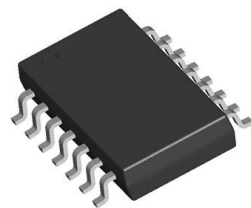


图1-42 SOJ-42封装



视频演示二维码



元器件的封装

(2) DIP封装 DIP是英文Double In-line Package的缩写，即双列直插式封装。它属于插装式封装，引脚从封装两侧引出，封装材料有塑料和陶瓷两种。DIP是最普及的插装型封装，应用范围包括标准逻辑IC、存储器LSI及微机电路。以DIP-14为例，它的封装如图1-43所示。

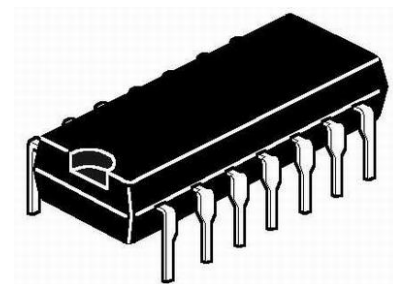


图1-43 DIP-14封装

（3）PLCC封装 PLCC是英文 Plastic Leaded Chip Carrier的缩写，即塑封J引线封装。PLCC封装方式，外形呈正方形，四周都有引脚，外形尺寸比DIP封装小得多。PLCC封装适合用SMT表面安装技术在PCB上安装布线，具有外形尺寸小，可靠性高的优点。PLCC-28封装如图1-9所示。



图1-44 PLCC-28封装

3

元件封装技术

（4）PQFP封装 PQFP是英文Plastic Quad Flat Package的缩写，即塑封四角扁平封装。PQFP封装的芯片引脚之间距离很小，引脚很细，一般大规模或超大规模集成电路采用这种封装形式。PQFP封装如图1-10所示。



图1-45 PQFP封装

（5）TSOP封装 TSOP是英文Thin Small Outline Package的缩写，即薄型小尺寸封装。TSOP内存封装技术的一个典型特征就是在封装芯片的周围做出引脚。TSOP适合用SMT技术在PCB上安装布线，适合高频应用场合，操作比较方便，可靠性也比较高。TSOP封装如图1-16所示。



图1-46 TSOP封装

（6）BGA封装 BGA是英文Ball Grid Array Package的缩写，即球栅阵列封装。BGA封装的I/O端子以圆形或柱状焊点按阵列形式分布在封装下面。BGA技术的优点是I/O引脚数虽然增加了，但引脚间距并没有减小反而增加了，从而提高了组装成品率；虽然它的功耗增加了，但BGA能用可控塌陷芯片法焊接，从而可以改善它的电热性能；厚度和重量都较以前的封装技术有所减少；寄生参数减小，信号传输延迟小，使用频率大大提高；组装可用共面焊接，可靠性高。BGA封装如图1-47所示。

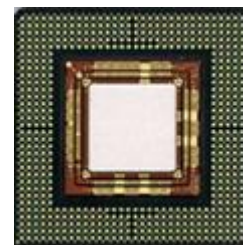


图1-47 BGA封装

2. Altium Designer中的元件及封装

(1) 电阻 电阻是电路中最常用的元件

Altium Designer中提供的电阻封装AXIAL系列如图1-15所示。图1-15中所列出的电阻封装为AXIAL 0.3、AXIAL 0.4及AXIAL 0.5。其中，0.3是指该电阻在印制电路板上焊盘问的间距为300mil（1mil=0.0254mm）。

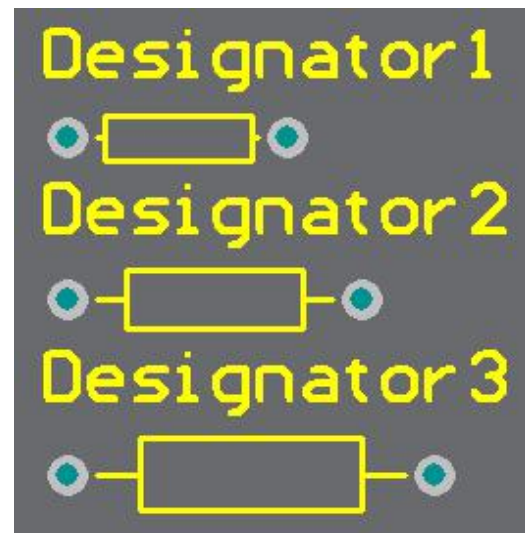


图1-48 电阻封装

3

元件封装技术

(2) 电位器 电位器实物如图1-49所示。

Altium Designer中电位器的标识为RPot，其封装属性为VR系列。

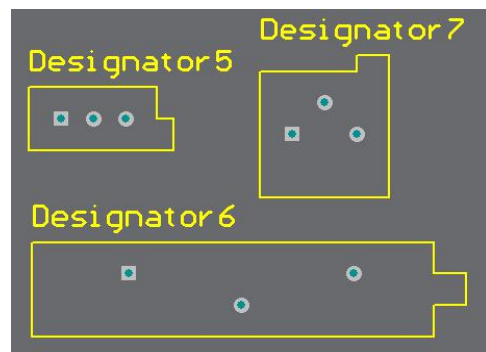


图1-48 电位器封装

(3) 电容（无极性电容）

Altium Designer中提供的无极性电容封装RAD系列如图1-49所示。

图1-49中自左向右依次为RAD0.1、RAD0.2、RAD0.3、RAD0.4。其中，0.1是指该电容在印制电路板上焊盘问的间距为100mil

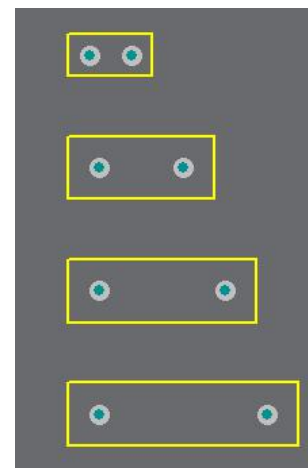


图1-49 电容封装

3

元件封装技术

(4) 极性电容 电路中的极性电容元件（电解电容）

Altium Designer中提供的电解电容封装RB系列如图1-50所示。从左到右分别为RB5-10.5和RB7.6-15。其中，RB5-10.5中的5表示焊盘间的距离是5mm，10.5表示电容圆筒的外径为10.5mm。

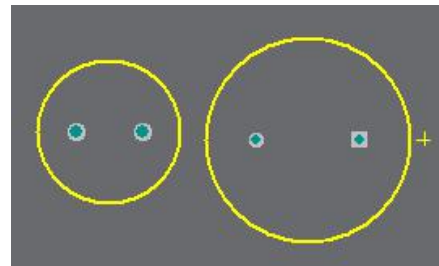


图1-50 电解电容封装

（5）二极管 二极管的种类比较多，其中常用的有整流二极管1N4001和开关二极管1N4148，如图1-51所示。

Altium Designer中二极管的标识为Diode（普通二极管）、D Schottky（肖特基二极管）、D Tunnel（隧道二极管）、D Varactor（变容二极管）及Diode Zener（稳压二极管），其封装属性为DIODE系列。

Altium Designer中提供的二极管封装DIODE系列如图1-50所示。从左到右依次为DIODE-0.4和DIODE-0.7。其中，DIODE-0.4中的0.4为焊盘间距400mil；而DIODE-0.7中的0.7为焊盘间距700mil。后缀数字越大，表示二极管的功率越大。

3

元件封装技术

对于发光二极管，Altium Designer中的标识符为LED，通常发光二极管使用Altium Designer中提供的LED-0和LED-1封装，如图1-52所示。从左到右依次为LED-1和LED-0的封装形式。

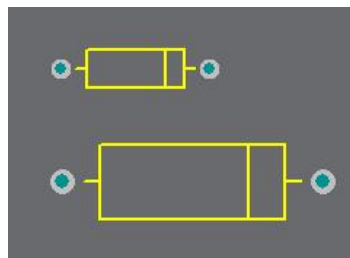


图1-51 二极管封装

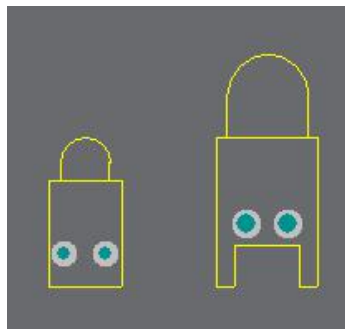


图1-52 发光二极管封装

3

元件封装技术

(6) 晶体管 晶体管分为PNP型和NPN型，Altium Designer中晶体管的标识为NPN、PNP，其封装属性为T0系列。Altium Designer中晶体管如图1-53所示。Altium Designer中提供的晶体管封装T0-92A。

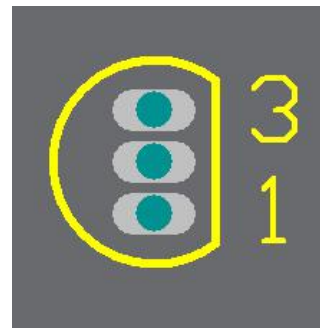


图1-53 晶体管封装

1.根据安装环境设置电路板形状及尺寸

通常PCB外形及尺寸应根据设计的PCB在产品中的位置、空间的大小、形状，以及与其他部件的配合来确定PCB的外形与尺寸。

2. 元器件的选用和布局

（1）元器件的选用 进行PCB设计时，应根据噪声的不同特点，正确选用抗扰元器件：用二极管和压敏电阻等吸收浪涌电压；用隔离变压器等隔离电源噪声；用线路滤波器等滤除一定频段的干扰信号；用电阻器、电容器、电感器等元件的组合对干扰电压或电流进行旁路、吸收、隔离、滤除、去耦等处理。

对电容器的选用和安装来说，钽电解电容器在低频段应用效果好，应装在电源入口处；陶瓷电容器在高频段应用效果好，应装在各集成电路的附近。

另外，选择器件时应注意挑选热反馈影响小的器件。对高频电路来说，应选用适宜的芯片，以减少电路辐射；在选择逻辑器件时，要充分考虑其噪声容限指标；当单纯考虑电路的噪声容限时，最好用HTL，若兼顾功耗，则用工作电压大于15V的CMOS元件为宜。

(2) 元器件的布局 PCB板上元器件布局不当是引发干扰的重要因素。布局首先要考虑PCB尺寸大小，PCB尺寸过大时，印制线条长，阻抗增加，抗噪声能力下降，成本也增加；过小，则散热不好，且邻近线条易受干扰。在确定PCB尺寸后，再根据电路的功能单元，对电路的全部元器件进行布局。

元件布局要保证电路功能和性能指标；满足工艺性、检测和维修等方面的要求；元件排列整齐、疏密得当，兼顾美观性。对于初学者，合理的布局是确保PCB正常工作的前提，因此PCB布局需要用户特别注意。

元器件的布局的原则

1) 按照信号流向布局。

PCB布局时应遵循信号从左到右或从上到下的原则，即在布局时将输入信号放在电路板的左侧或上方，而将输出放置到电路板的右侧或下方。将电路按照信号的流向逐一排布元件，便于信号的流通。此外，与输入端直接相连的元件应当放在靠近输入接插件的地方。

同理，与输出端直接相连的元件应当放在靠近输出接插件的地方。当布局受到连线优化或空间的约束而需放置到电路板同侧时，输入端与输出端不宜靠得太近，以免引起电路振荡，甚至导致系统工作不稳定。

2) 优先确定核心元件的位置。

以电路功能判别电路的核心元件，然后以核心元件为中心，围绕核心元件布局。

以每个功能电路的核心元件为中心，围绕它来进行布局。元器件应均匀、整齐、紧凑地排列在PCB上。

尽量减少和缩短各元器件之间的引线和连接。在高频下工作的电路，要考虑元器件之间的分布参数一般电路应尽可能使元器件平行排列。

3) 充分考虑电路的电磁特性。在电路布局时，应充分考虑电路的电磁特性。通常强电部分（220V交流电）与弱电部分要远离，电路输入级与输出级的元件应尽量分开。同时，当直流电源引线较长时，要增加滤波元件，以防止50Hz干扰。

当元件间可能有较高电位差时，应加大它们之间的距离，以避免因放电、击穿引起的意外。此外，金属壳的元件应避免相互接触。

4) 布局时考虑电路的热干扰。对于发热元件应尽量放置在靠近外壳或通风较好的位置，以便利用机壳上开凿的散热孔散热。当元件需要安装散热装置时，应将元件放置到电路板的边缘，以便于安装散热器或小风扇来确保元件的温度在允许范围内。

5) 位于电路板边缘的元器件，离电路板边缘一般不小于80mil。电路板最佳形状为矩形。长宽比为3:2或4:3。电路板面尺寸大于 $8000 \times 6000\text{mil}$ 时。应考虑电路板所受的机械强度。

6) 在确定特殊元件的位置时要遵守以下原则:

① 尽可能缩短高频元器件之间的连线, 设法减少它们的分布参数和相互间的电磁干扰。易受干扰的元器件不能相互挨得太近, 输入和输出元件应尽量远离。

② 某些元器件或导线之间可能有较高的电位差, 应加大它们之间的距离, 以免放电引出意外短路。带高电压的元器件应尽量布置在调试时手不易触及的地方。

③ 重量超过15g的元器件、应当用支架加以固定, 然后焊接。那些又大又重、发热量多的元器件, 不宜装在印制板上, 而应装在整机的机箱底板上, 且应考虑散热问题。热敏元件应远离发热元件。

④ 对于电位器、可调电感线圈、可变电容器、微动开关等可调元件的布局应考虑整机的结构要求。若是机内调节，应放在印制板上方便于调节的地方；若是机外调节，其位置要与调节旋钮在机箱面板上的位置相适应。

⑤ 按电路模块布局。实现同一功能的相关电路称为一个模块，电路模块中的元件应用就近原则，同时数字电路和模拟电路分开。

⑥ 定位孔、标准孔等非安装孔周围1.27mm（50mil）内不得贴装元件，螺钉等安装孔周围3.5mm（138mil）（对于M2.5）及4mm（157mil）内不得贴装元件。

- ⑦ 贴装元件焊盘的外侧与相邻插装元件的外侧距离大于2mm（79mil）。贴片单边对齐，字符方向一致，封装方向一致。
- ⑧ 金属壳体元件和金属体（屏蔽盒等）不能与其他元件相碰，不能紧贴印制线、焊盘，其间距应大于2mm（79mil）；定位孔、紧固件安装孔、椭圆孔及板中其他方孔外侧距板边的尺寸应大于3mm（118mil）。
- ⑨ 所有IC元件单边对齐，有极性元件极性标示明确，同一印制板上极性标示不得多于两个方向，出现两个方向时，两个方向应互相垂直。

3. PCB导线

(1) PCB电流与线宽 PCB导线宽度与电路电流承载值有关，一般导线越宽，承载电流的能力越强。因此在布线时，应尽量加宽电源、地线宽度，最好是地线比电源线宽。它们的关系是地线>电源线>信号线。通常信号线宽为0.2~0.3mm (8~12mil)。

在实际的PCB制作过程中，导线宽度应以能满足电气性能要求而又便于生产为宜，它的最小值以承受的电流大小而定，导线宽度和间距可取0.3mm (12mil)。导线的宽度在大电流的情况下还要考虑其温升问题。

(2) PCB设计铜铂厚度、线宽和电流关系 在了解PCB设计铜铂厚度、线宽和电流关系之前先让我们了解一下PCB敷铜厚度的单位盎司、英寸和毫米之间的换算。在很多数据表中，PCB的敷铜厚度常常用盎司做单位，它与英寸和毫米的转换关系如下：

$$1\text{盎司} = 0.0014\text{英寸} = 0.0356\text{毫米 (mm)}$$

$$2\text{盎司} = 0.0028\text{英寸} = 0.0712\text{毫米 (mm)}$$

盎司是重量单位，之所以可以转化为毫米是因为PCB的敷铜厚度是盎司/平方英寸。

PCB设计铜铂厚度、线宽和电流关系见表1-1。也可以使用经验公式计算： $0.15 \times \text{线宽 (W)} = \text{电流 (A)}$ ，以上数据均为温度在25℃下的线路电流承载值。导线阻抗为： $0.0005 \times L/W$ （线长/线宽）。

PCB设计规范

表1-1 PCB设计铜铂厚度、线宽和电流关系

铜厚/35um		铜厚/50um		铜厚/70um	
电流(A)	线宽(mm)	电流(A)	线宽(mm)	电流(A)	线宽(mm)
4.5	2.5	5.1	2.5	6	2.5
4	2	4.3	2.5	5.1	2
3.2	1.5	3.5	1.5	4.2	1.5
2.7	1.2	3	1.2	3.6	1.2
3.2	1	2.6	1	2.3	1
2	0.8	2.4	0.8	2.8	0.8
1.6	0.6	1.9	0.6	2.3	0.6
1.35	0.5	1.7	0.5	2	0.5
1.1	0.4	1.35	0.4	1.7	0.4
0.8	0.3	1.1	0.3	1.3	0.3
0.55	0.2	0.7	0.2	0.9	0.2
0.2	0.15	0.5	0.15	0.7	0.15

4. 布线应遵循的设计工艺原则

(1) 布线板型和密度的选择 只要满足布线要求，布线时应优先考虑选择单面板，其次是双面板、多层板。布线密度应综合结构及电性能要求等合理选取，力求布线简单、均匀。

(2) 布线线宽和间距的选择 导线最小宽度和间距一般不应小于8mil，布线密度允许时，适当加宽印制导线及其间距。

4

PCB设计规范

(3) 走线形式的选择 印制导线的布线应尽可能短。当电路为高频电路或布线密集的情况下，印制导线的拐弯应成圆角，如图1-54所示。在高频电路或布线密集的情况下，PCB尽量使用 45° 折线，而不用 90° 折线布线，以减小高频信号对外的发射与耦合，如图1-55所示。

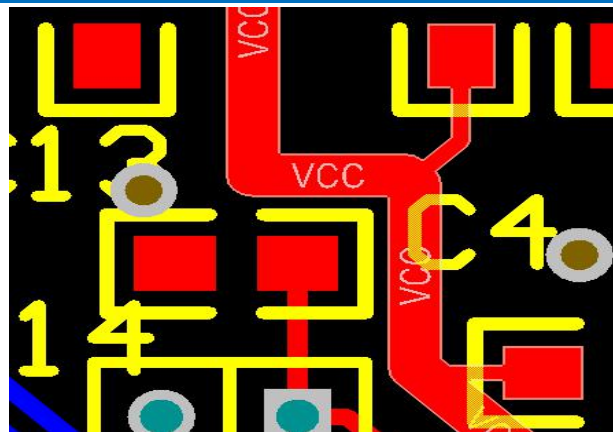


图1-54

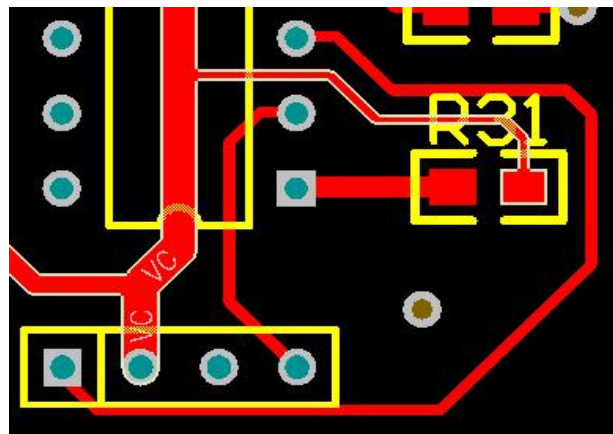


图1-55

4

PCB设计规范

- 当相邻面布线时，两面的导线宜相互垂直、斜交或弯曲走线，避免相互平行，以减小寄生耦合，如图1-56所示。
- 导线拐弯处一般取圆弧形，而直角或夹角在高频电路中会影响电气性能；输入输出端用的导线和高频信号导线应尽量避免相邻平行，以免发生信号反馈或串扰，可在两条平行线间增设一条地线。

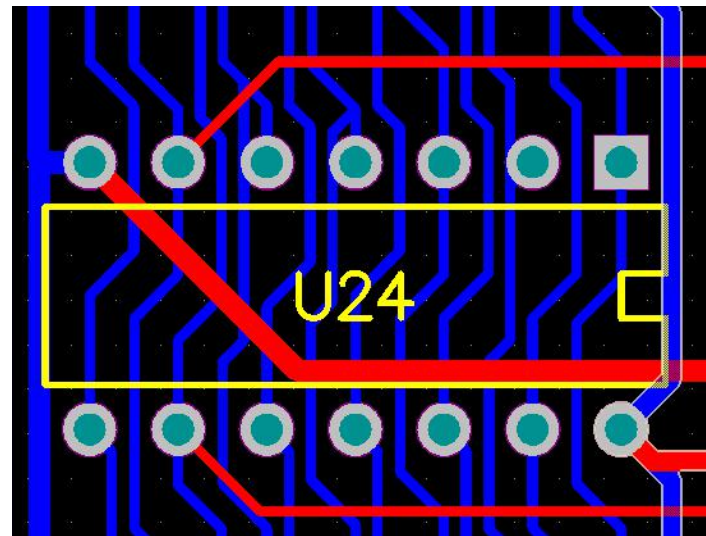


图1-56

对于高速线还要注意串扰及蛇行走线处理。蛇行走线处理，如图1-42所示，可以保证信号的完整性，还要保证高速信号参考平面的连续性。在需要作平面分割的时候，一定注意不要让高速线跨不连续的平面；非要跨，就加跨平面的电容，如图1-43所示。

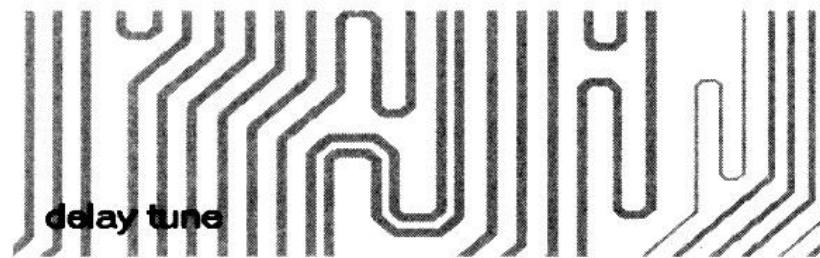


图1-57

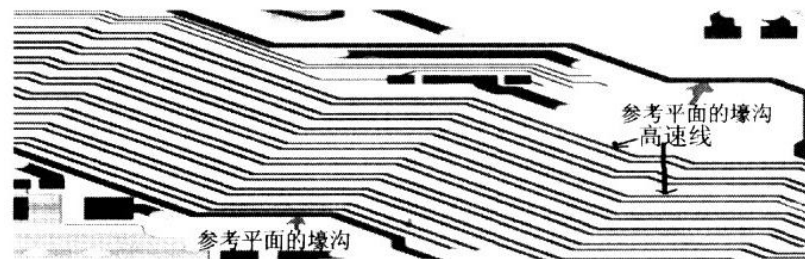


图1-58

(4) 电源线和地线的处理 PCB应注意降低电源线和地线阻抗，对公共阻抗、串扰和反射等引起的波形畸变和振荡现象需采取必要措施。

- 电源线设计根据印制线路板电流的大小，电源线一般为48~100mil，尽量加粗电源线宽度，减少环路电阻。同时、使电源线、地线的走向和数据传递的方向一致，这样有助于增强抗噪声能力。

➤地线设计的原则是：

1) 对于双面板，地线采用单点接地法，电源和地是从电源的两端接到印刷线路板上，电源一个接点，地一个接点。

2) 模拟地、数字地、大功率器件地分开；对于高频和数字信号，屏蔽电缆两端都接地；低频模拟信号用的屏蔽电缆，一端接地为好；交流中线（交流地）与直流地严格分开，以免相互干扰，影响系统正常工作。

3) 接地线应尽量加粗。接地线加粗，使它能通过三倍于印制板上的允许电流。如有可能，接地线应在80~120mil以上。

4) 对未布线区域进行地线填充，用大面积铜层作地线用，在印制板上把没被用上的地方都与地相连接作为地线用。对PCB铺铜时，尽量避免使用大面积铜箔，否则经过长时间受热，易发生铜箔脱落现象；必须用大面积铜箔的时候可以用栅格替代，这样有利于排除铜箔与基板之间粘合剂受热产生挥发性气体。在贯穿的零件脚上（DIPPIN）铺的铜箔最好也用热焊盘处理；应避免虚焊，提高良品率，如图1-59所示。

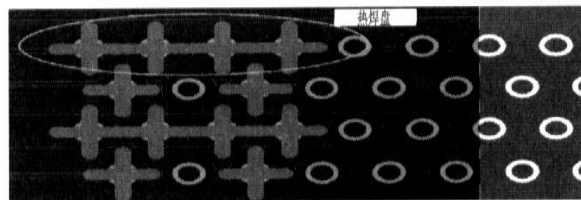


图1-59

(5) 信号线、多余端及引线的处理

1) 妥善布设外连信号线，尽量缩短输入引线，提高输入端阻抗。对模拟信号输入线最好加以屏蔽。

2) 妥善处理逻辑器件的多余输入端。将与/与非门多余输入端接“1”（切忌悬空），或/或非门多余输入端接 V_{SS} ，计数器、寄存器和D触发器等空闲置位/复位端经适当电阻接 V_{CC} ，触发器多余输入端必须接地。

3) 选用标准元器件封装。如需创建元件封装时，焊盘孔距应与器件管脚间距一致，以减小引线阻抗及寄生电感。布设导线时应尽量减少金属化过孔，以提高整块PCB的可靠性。

（6）布线的美观 PCB设计中，不仅要考虑元器件放置的整齐有序，更要考虑走线的优美流畅。由于一般外行人有时更强调前者，以此来片面评价电路设计的优劣，为了产品的形象，在性能要求不苛刻时要优先考虑前者。但是，在高性能的场合，如果不得不采用双面板，而且电路板也封装在里面，平时看不见，就应该优先强调走线的美观。

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

(1) 选用频率低的微控制器 选用外时钟频率低的微控制器可以有效降低噪声和提高系统的抗干扰能力。

(2) 时钟的选择和使用 使用满足系统要求的最低频率时钟，时钟产生器尽量靠近到用该时钟的器件；石英晶体振荡器外壳要接地，用地线将时钟区圈起来，时钟线尽量短；时钟元件引脚远离I/O电缆；石英晶体下面以及对噪声敏感的器件下面不要走线。

(3) 微处理器无用端的处理 微处理器无用端要接高，或接地，或定义成输出端，集成电路上该接电源地的端都要接，不要悬空。闲置不用的门电路输入端不要悬空，闲置不用的运放正输入端接地，负输入端接输出端。

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

(4) 导线、电源和接地线的处理 CLK和SRAM这些高速信号线，与它旁边的信号线远离3倍宽以上，调等长时，即蛇型走线，线与线的宽度也要3倍信号线宽以上，包括对于其本身的信号线也要3倍信号线宽。线宽5 mil，绕线本身内部的距离是15mil，大于等于3倍的线宽。对噪声敏感的线不要与大电流，高速开关线平行。

单面板和双面板用单点接电源和单点接地、电源线、地线尽量粗，经济是能承受的话用多层板以减小电源、地寄生电感。模拟电压输入线、参考电压端要尽量远离数字电路信号线，特别是时钟。对A/D类器件，数字部分与模拟部分可以统一下，不允许交叉。

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

(5) 对微处理系统电源的处理 电源是系统中最重要的一部分。在PCB的层叠设计中分配了单独的电源层，经过实验证明，40mil的线宽，可以通过的电流能保证有1A；对于过孔，孔径为16mil的可以通过1A的电流，所以对于微处理系统，电源线大于20mil即可。对于电源线上的电磁辐射防护要注意以下几点：

- 1) 用旁路电容限制电路板上交流电流的泄漏。
- 2) 在电源线上串接共模扼流圈，以抑制流经电源线的共模电流。
- 3) 布线靠近，减小磁辐射面积。

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

6. 网格状填充区和填充区

网络状填充区是把大面积的铜箔处理成网状的，填充区仅是完整保留铜箔。初学者设计过程中在计算机上往往看不到二者的区别，实质上，只要你把图面放大后就一目了然了。正是由于平常不容易看出二者的区别，所以使用时更不注意对二者的区分，要强调的是，前者在电路特性上有较强的抑制高频干扰的作用，适用于需做大面积填充的地方，特别是把某些区域当做屏蔽区、分割区或大电流的电源线时尤为合适。后者多用于一般的线端部或转折区等需要小面积填充的地方

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

7. 异型孔设计

若板内有异型孔，用KEEPOUT层画出一个与孔大小一样的填充区即可。异形孔的长/宽比例应 $\geq 2:1$ ，宽度应 $>1.0\text{mm}$ ，否则，钻床在加工异型孔时极易断钻，造成加工困难。

大面积铜箔距外框的距离太近，大面积铜箔外框应至少保证 0.20mm 以上的间距，因在铣外形时如铣到铜箔上容易造成铜箔翘及由其引起焊剂脱落问题。

5 带处理器系统抗电磁干扰措施

8. 条码位置

条码位置必须符合下述的要求，否则无法喷码或贴标签：

- 1) 预留区域为涂满白油的丝印区。
- 2) 尺寸为 $22.5\text{mm} \times 6.5\text{mm}$ 。
- 3) 白色丝印区外 20mm 范围内不能有高度超过 25mm 的元器件。



PART
4

任务实施



PART 4

任务实施

01

区分板层与板材

02

查看过孔、焊盘、导线等

03

区别元件

1

区分板层与板材

结合身边的电路板，区分其板层与板材

做一做

2

查看过孔、焊盘、导线等

结合身边的电路板，查看器过孔、焊盘、导线、金属镀（涂）覆层和非金属涂覆层

做一做

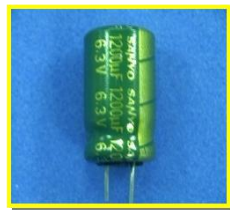
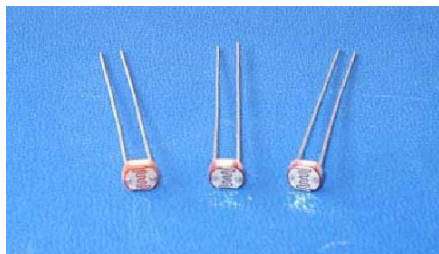
3

区别元件

做一做



1



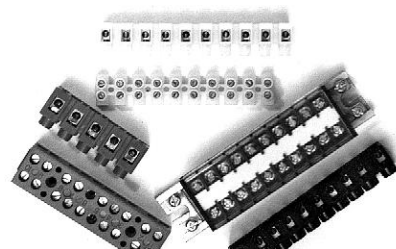
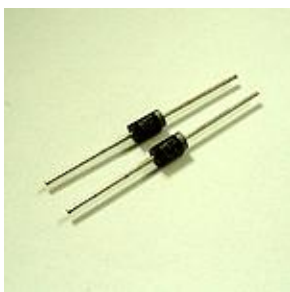
2



3



4





PART
5

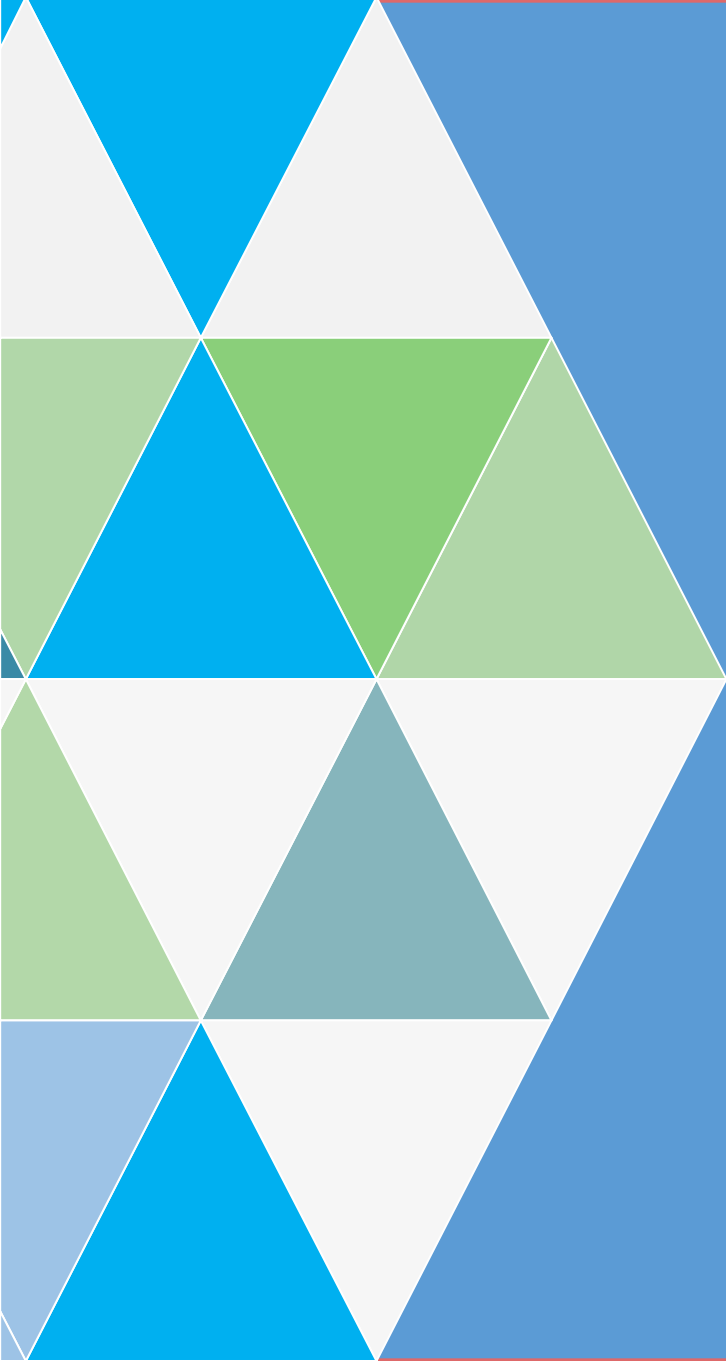
思考和练习



PART 5

思考和练习

1. 判断PCB实物的板层结构。
2. 判断PCB实物的基板材质。
3. 辨别PCB实物的过孔，记录盲孔、埋孔和通孔的位置或电气编号。
4. 区分一般导线、电源线和地线，测量并记录其宽度；查看其整版导线的走向。
5. 查看板上的焊盘，区别针脚式和表面粘贴式焊盘，思考何时使用泪滴状。



THANK YOU