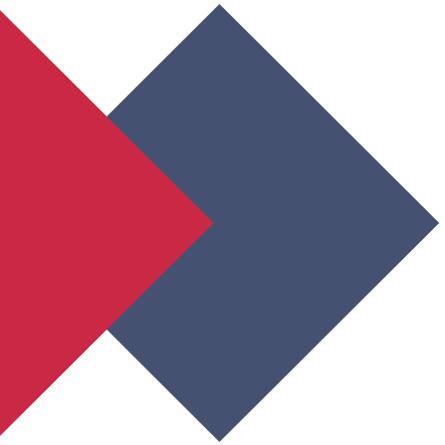


2025

任务 1 认识印制电路板设计流程

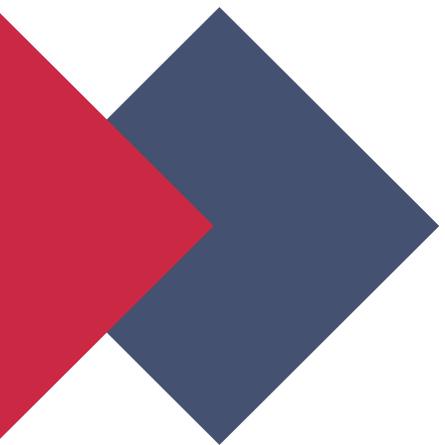
陈学平

2025-06-24



01

任务 1 认识印制电路板设计 流程



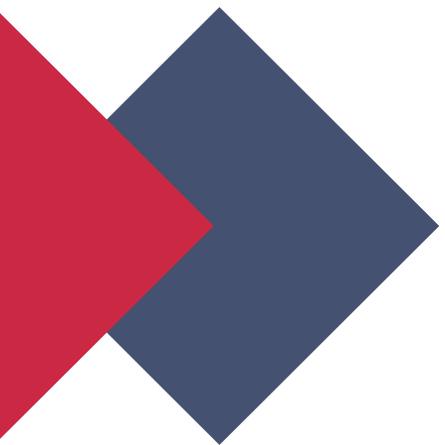
02

任务描述



印制电路板（PCB）是电子产品的重要组成部分，其设计流程涵盖多个关键环节。本任务旨在让学习者全面了解 PCB 设计从最初的需求分析到最终产品制作完成的整个过程。首先，学习者需要明确 PCB 的定义和层次组成，这是理解其功能和设计原理的基础。接着，熟悉常用的 EDA 软件，了解不同软件的特点和适用场景，进而深入学习 PCB 设计流程，包括原理图设计、元件选择与封装、PCB 布局布线、设计规则检查以及制造文件生成等环节。通过学习，学习者应能清晰阐述每个环节的主要任务和相互关系，为后续使用 Altium Designer 20 进行实际设计工作做好知识储备。



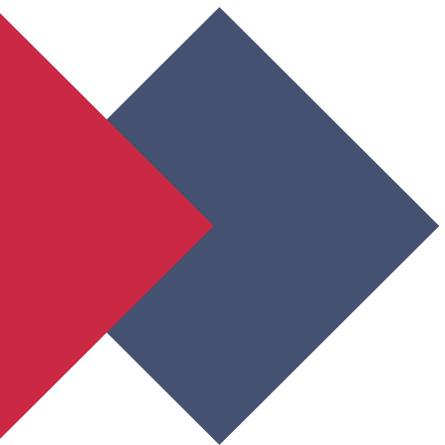


03

任务分析

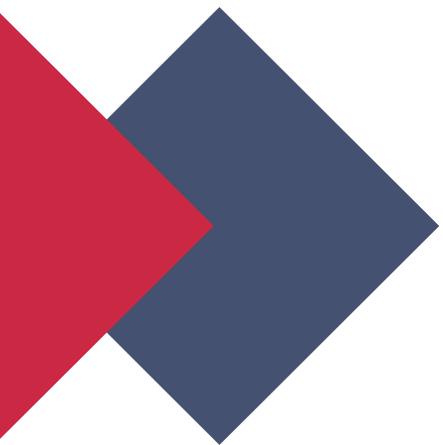


要完成对 PCB 设计流程的认识，需要从多个方面进行深入学习。首先，理解 PCB 的定义和层次组成需要学习者具备一定的电子基础知识，能够从物理结构和电气功能的角度去分析。对于常用 EDA 软件的了解，不仅要知道软件名称，还需对比它们的功能差异，这需要查阅大量资料并结合实际应用案例。PCB 设计流程是一个复杂的系统工程，各个环节紧密相连，任何一个环节出现问题都可能影响最终的设计结果。例如，原理图设计错误可能导致元件选择和布线错误，因此学习者需要建立系统性思维，理解每个环节在整个流程中的作用和地位，才能更好地掌握 PCB 设计流程。



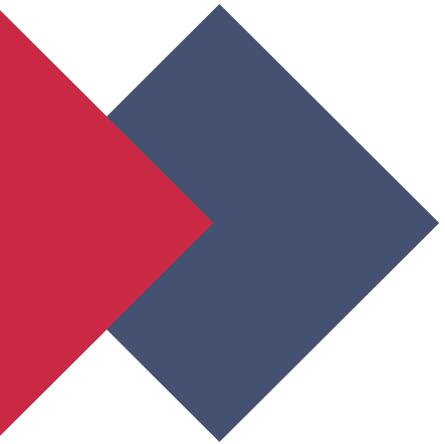
04

相关知识



05

相关知识



06

1.1 什么是印制电路板 ---
PCB



1.1 什么是印制电路板——PCB

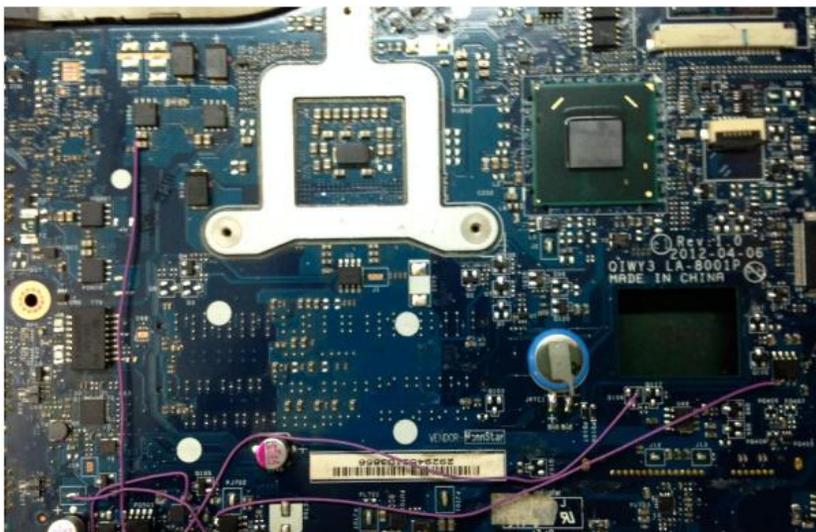


学习电路设计的最终目的是完成印制电路板的设计，印制电路板是电路设计的最终结果。

在现实生活中，当我们将电子产品成品打开后，通常可以发现其中有一块或者多块印制板子，在这些板子上面有电阻、电容、二极管、三极管、集成电路芯片、各种连接插件，还可以发现在板子上有印刷线路连接着各种元件的引脚，这些板子被称之为印制电路板，即PCB。如图1-1所示是一块PCB电路板的实物图。通常情况下，电路设计在原理图设计完成后，需要设计一块印制电路板来完成原理图中的电气连接，并安装上元件，进行调试，因此可以说印制电路板是电路设计的最终结果。

在PCB上通常有一系列的芯片、电阻、电容等元件，它们通过PCB上的导线连接，构成电路，电路通过连接器或者插槽进行信号的输入或输出，从而实现一定的功能。可以说PCB板它的主要目的是为元件提供电气连接，为整个电路提供输入或输出端口及显示，电气连通性是PCB最重要的特性。

1.1 什么是印制电路板---PCB



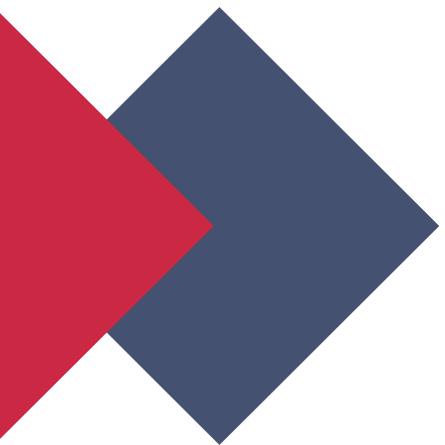
总之，PCB在各种电子设备中有如下功能：

(1) 提供集成电路等各种电子元件固定、装配的机械支撑。

(2) 实现集成电路等电气元件的布线和电气连接，提供所要求的电气特性。

(3) 为自动装配提供阻焊图形，为电子元件的插装、检查、调试、维修提供识别图形，以便正确插装元件、快速对电子设备电路进行维修。

图1-1 PCB的外观



07

1.2 PCB印制电路板的层次组成



1.2 PCB印制电路板的层次组成

PCB为各种元件提供电气连接，并为电路提供输输出端口，这些功能决定了PCB的组成和分层。

如图1-1所示为一块计算机主板的PCB实物图，在图上可以清晰地看见各种芯片、在PCB板上的走线、插座、电阻、电容等。



PCB板中一般包括很多层，实际上PCB的制作也是将各个层分开做好，然后压制而成。PCB中各层的意义如下：

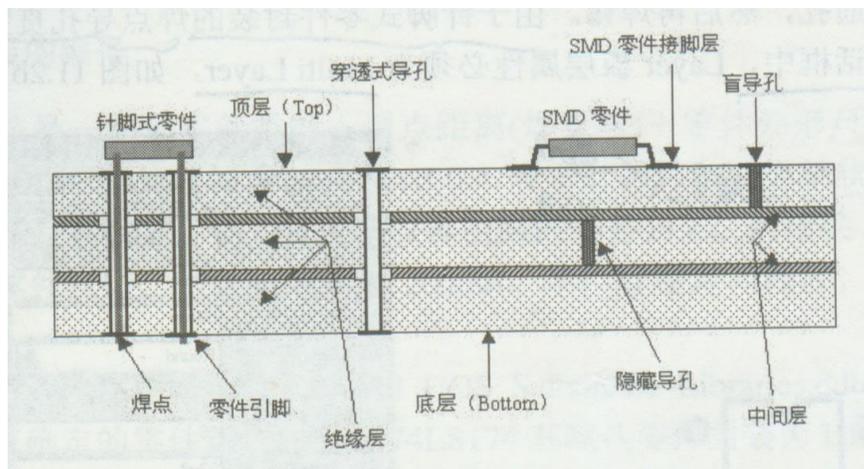
铜箔层：在PCB中，印刷板材料中存在铜箔层，并由这些铜箔层构成电气连接。通常，PCB板的层数定义为铜箔的层数。常见的印刷板在上下表面都有铜箔，称之为双层板。现今，由于电子线路的元件密集安装、防干扰和布线等特殊要求，一些较新的电子产品中所用的印刷板不仅有上下两面走线，在板的中间还设有能被特殊加工的夹层铜箔。例如，现在的计算机主板所用的印制板材料多在4层以上。

丝印层：铜箔层并不是裸露在空气中，在铜箔层上还存在丝印层，可以保护铜箔层；在丝印层上，印刷上所需要的标志图案和文字代号等，例如，元件标号和标称值、元件外廓形状和厂家标志、生产日期等，方便了电路的安装和维修。



印制材料：在铜箔层之间采用印制材料绝缘，同时，印制材料支撑起了整个的PCB。实际上，PCB上各层对PCB的性能都有影响，每个层都有自己独特的东西，这些将在以后的章节中具体介绍。

PCB板的组成



PCB板的组成可以分为以下几个部分：

(1) 元件：用于完成电路功能的各种器件。每一个元件都包含若干个引脚，通过引脚将电信号引入元件内部进行处理，从而完成对应的功能。引脚还有固定元件的作用。在电路板上的元件包括集成电路芯片、分立元件(如电阻、电容等)、提供电路板输入输出端口和电路板供电端口的连接器，某些电路板上还有用于指示的器件(如数码显示管、发光二极管LE



D等), 如: 大家上网时, 网卡的工作指示灯。

图1-2 PCB分层和组成示例

(2) 铜箔: 铜箔在电路板上可以表现为导线、焊盘、过孔和敷铜等各种表示方式, 它们各自的作用如下:

导线: 用于连接电路板上各种元件的引脚, 完成各个元件之间电信号的连接。

过孔: 在多层的电路板中, 为了完成电气连接的建立, 在某些导线上会出现过孔。在工艺上, 过孔的孔壁圆柱面上用化学沉积的方法镀上一层金属, 用以连通中间各层需要连通的铜箔, 而过孔的上下两面做成普通的焊盘形状, 可直接与上下两面的线路相通, 也可不连。

焊盘: 用于在电路板上固定元件, 也是电信号进入元件的通路组成部分。用于安装整个电路板的安装孔有时候也以焊盘的形式出现。



01

敷铜：在电路板上的某个区域填充铜箔称为敷铜。敷铜可以改善电路的性能。

02

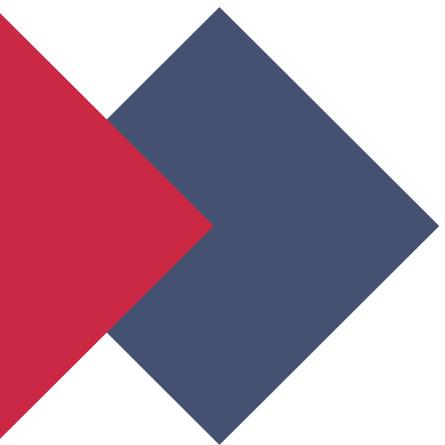
丝印层：印制电路板的顶层，采用绝缘材料制成。在丝印层上可以标注文字，

03

注释电路板上的元件和整个电路板。丝印层还能起到保护顶层导线的功能。

04

印制材料：采用绝缘材料制成，用于支撑整个电路



08

1.3 常用的EDA软件

1.3 常用的EDA软件

EDA软件，即为电子技术自动化软件。通常情况下，在电子设计中有成百上千个焊盘需要连接，如此多的连接采用手工设计和制作PCB变得不太可能。因此，各种电子设计软件应运而生。

采用电子设计软件可以对整个设计进行科学的管理，帮助生成美观实用、性能优越的PCB。一般的电子设计软件应该包含以下的功能：

原理图设计功能：即输入原理图，并对原理图上的电气连接特性进行管理，统计电路上有多少电气连接，并提供对原理图的检错功能。原理图设计中还需要提供元件的封装信息。

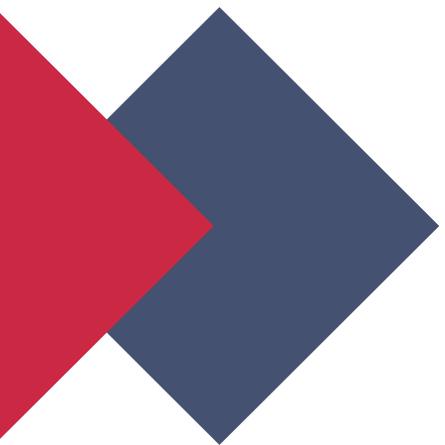
原理图仿真功能：对绘制的原理图进行仿真，看仿真结果，检查设计是否符合要求。

PCB设计功能：根据原理图提供的电气连接特性，绘制PCB。该功能需要提供和原理图的接口，提供元件布局，PCB布线等功能，并负责导出PCB文件，帮助制作PCB板。该功能还需要提供检错功能和报表输出功能。

1.3 常用的EDA软件

PCB仿真功能：对PCB的局部和整体进行电气特性(如信号完整性、EMI特性)的仿真，看是否满足设计指标。该功能需要设计者提供PCB板的各种材料参数、环境条件等数据。

常用的电子设计软件包括Protel (Altium)、PowerPCB、Orcad和Cadence等。其中的Altium提供了上述的所有功能，是国内最常用的PCB设计软件。Altium学习方便、概念清楚、操作简单、功能完善，深受广大电子设计者的喜爱，是电子设计常用的入门软件。本书将讲述 Altium Designer 20.1的电路设计技巧。



09

1.4 PCB设计流程



1.4 PCB设计流程



在设计PCB时，可以直接在PCB板上放置元件封装，并用导线将它们连接起来。但是，在复杂的PCB设计中，往往牵涉到大量的元件和连接，工作量很大，如果没有一个系统的管理是很容易出错的。因此在设计时，采用系统的流程来规划整个工作。通用的PCB设计流程包含以下四步：

- (1) PCB设计准备工作。
- (2) 绘制原理图。
- (3) 通过网络报表将原理图导入到PCB中。
- (4) 绘制PCB并导出PCB文件，准备制作PCB板。

下面将对每个步骤进行详细说明。



01

PCB设计的准备工作包括：

02

(1) 对电路设计的可能性进行分析；

03

(2) 确定采用的芯片、电阻、电容的元件的数目和型号。

04

(3) 查找采用元件的数据手册，并选用合适的元件封装。

05

(4) 购买元件。

06

(5) 选用合适的设计软件。

在作好PCB设计准备工作后，需要对电路进行设计，开始原理图的绘制。在电路设计软件中设置好原理图环境参数，绘制原理图的图纸大小。在设置好图纸后，在绘制的原理图中，主要包括以下主要部分：

(1) 元件标志(Symb01)：每一个实际元件都有自己的标志(symb01)。标志由一系列的管脚和边界方框组成，其中的管脚排列和实际元件的引脚一一对应，标志中的管脚即为引脚的映射。

(2) 导线：原理图中的管脚通过导线相连，表示在实际电路上元件引脚的电气连接。

电源：原理图中有专门的符号来表示接电源和接地。

输入/输出端口：它们表示整个电路的输入和输出。

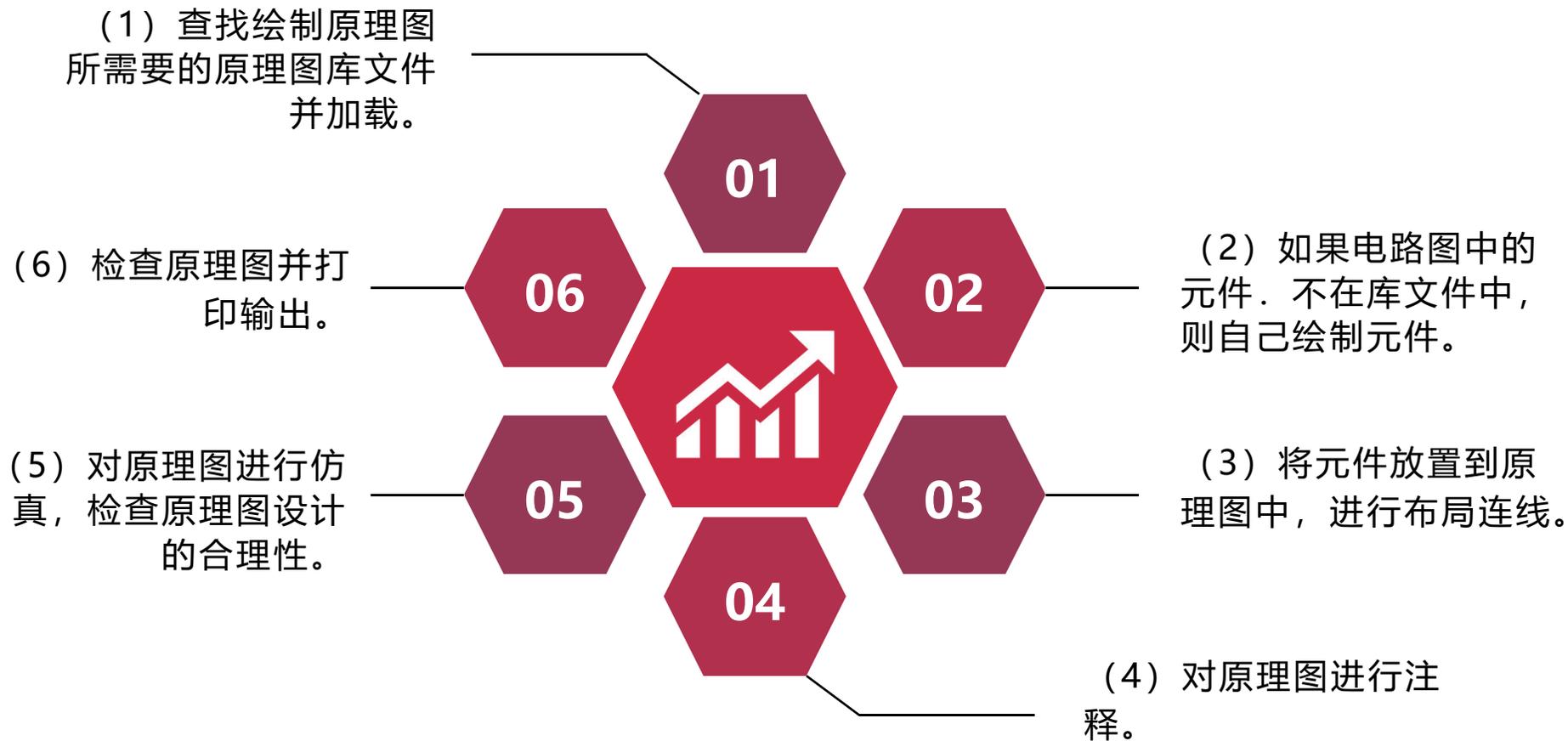


简单的原理图由以上内容构成。在绘制简单的原理图时，放置上所有的实际元件标志，并用导线将它们正确地连接起来，放置上电源符号和接地符号，安装合适的输入/输出端口，整个工作就可以完成。但是，当原理图过于复杂时，在单张的原理图图纸上绘制非常的不方便，而且比较容易出错，检错就更加不容易了，需要将原理图划分层次。在分层次的原理图中引入了方块电路图等内容。在原理图中还包含有忽略ERC检查点、PCB布线指示点等辅助设计内容。

当然，在原理图中还包含有说明文字、说明图片等，它们被用于注释原理图，使原理图更加容易理解，更加美观。

原理图的绘制步骤如下：

原理图的绘制



设计原理图后，需要根据绘制的原理图进行印制电路板的设计，网络报表是电路原理图设计和印制板设计之间的桥梁和纽带。在原理图中，连接在一起的元件标志管脚构成一个网络，整个的原理图中可以提取网络报表来描述电路的电气连接特性。同时网络报表包含原理图中的元件封装信息。在PCB设计中，导入正确的网络报表，即可以获得PCB设计所需要的一切信息。可以说，网络报表的生成既是原理图设计的结束，又是PCB设计的开始。

4. 印刷板——PCB设计

根据原理图绘制的印刷板上包含的主要内容有：

元件封装：每个实际的元件都有自己的封装，封装由一系列的焊盘和边框组成，元件的引脚被焊接在PCB板上的封装的焊盘上，从而建立真正的电气连接。元件封装的焊盘和元件的引脚是一一对应的。

网络报表的生成

导线：铜箔层的导线将焊盘连接起来，建立电气连接。

电源插座：给PCB上的元件加电后，PCB才能开始工作。给PCB加电可以直接拿一根铜线引出需要供电的引脚，然后连接到电源即可，不需要任何的电源插座，但是为了让印刷板的铜箔不致于被维修人员在维修时用连接导线供电将铜箔损坏，还是需要设计电源插座，使产品调试维修人员直接通过插座给印刷板供电。

输入/输出端口：在设计中，同样需要采取合适的输入/输出端口引入输入信号，导出输出信号。一般的设计中可以采用和电源输入类似的插座。在有些设计中有规定好的输入/输出连接器或者插槽，如计算机的主板PCI总线、AGP插槽，计算机网卡的RJ-45插座等)，在这种情况下，需要按照设计标准，设计好信号的输入输出端口。

在有些设计中，PCB上还设置有安装孔。PCB板通过安装孔可以固定在产品上，同时安装孔的内壁也可以镀铜，设计成通孔形式，并与“地”网络连接，这样方便了电路的调试。

PCB中的内容除以上之外，有些还有指示部分，如LED、七段数码显示器等。当然，PCB上还有丝印层上的说明文字，指示PCB的焊接和调试。

PCB设计需要遵循一定的步骤才能保证不出错误。PCB设计大体包括以下的步骤：

- (1) 设置PCB模板。
- (2) 检查网络报表，并导入。
- (3) 对所有元件进行布局。
- (4) 按照元件的电气连接进行布线。
- (5) 敷铜，放置安装孔。

01

(6) 对PCB进行全局或者部分的仿真。

02

(7) 对整个PCB检错。

03

(8) 导出PCB文件，准备制作印刷板。



网络报表的生成

任务导入

在现代电子设备中，从手机、电脑到各种智能家电，都需要PCB板。一部手机内部密密麻麻的线路和各种电子元件有序地连接在一起，实现各种复杂的功能，离不开精心设计的 PCB。如果 PCB 设计不合理，可能会导致手机信号不稳定、发热严重甚至无法正常工作。那么，如何才能设计出高质量的 PCB 呢？这就需要深入了解 PCB 设计流程。通过本任务的学习，大家将揭开 PCB 设计的神秘面纱，掌握这一电子设计领域的关键技能，为今后设计出优秀的电子产品打下坚实基础。

任务规划

- 1.通过查阅教材、网络资料以及观看相关视频，学习 PCB 的定义、层次组成和常用 EDA 软件知识。
- 2.深入学习 PCB 设计流程，对照实际案例，分析每个环节的操作要点和注意事项。



网络报表的生成

任务导入



3.整理学习笔记，总结 PCB 设计流程的关键内容，制作思维导图，以便更好地理解 and 记忆。

任务实施 描述印制电路板的设计流程

在前面的相关知识中介绍了印制电路板的设计流程，在任务实施中，读者朋友，需要对上面介绍的相关知识进行总结，归纳出印制板的设计流程。

(1) PCB设计之前，先要收集查找PCB的相关参数。特别是PCB设计是否可行，元件封装能否找得到。



网络报表的生成

建立一个工程项目



01

(3) 绘制原理图文件。

在右侧编辑区输入内容

02

(4) 绘制原理图文件需要的元件库

在右侧编辑区输入内容

03

(5) 绘制PCB文件

在右侧编辑区输入内容

04

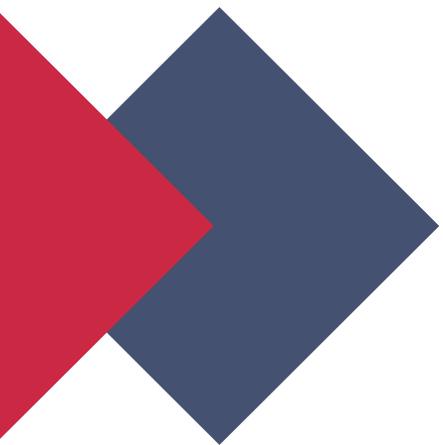
(6) 绘制PCB封装元件库

在右侧编辑区输入内容

05

(7) 绘制PCB并导出PCB文件，准备制作PCB板。

以上的每个步骤都可以详细描述。在后面的项目和任务中也会详细介绍。



10

任务验证

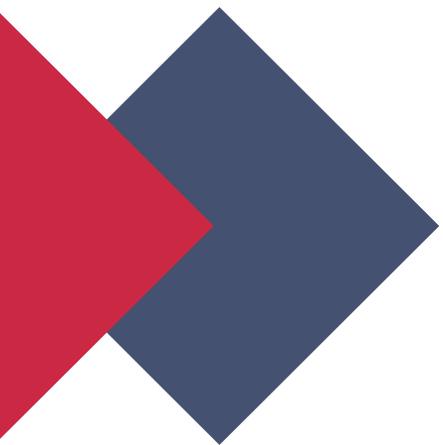


完成学习后，通过以下方式进行验证。

一是进行知识问答，随机抽取关于 PCB 设计流程的问题，如“简述原理图设计的主要步骤”“PCB 布局布线需要考虑哪些因素”等，检验对知识点的掌握程度。

二是分析实际的 PCB 设计案例，让学习者指出案例中设计流程的各个环节，判断其是否正确理解和掌握。

三是进行小型测试，给出一个简单的电路需求，要求学习者简述对应的 PCB 设计流程，根据回答的完整性和准确性来评估学习效果。如果发现存在知识漏洞，及时回顾学习资料，进行针对性学习。



11

任务小结



通过本任务的学习，对印制电路板设计流程有了全面的认识。了解了 PCB 的定义和层次组成，知道了常用 EDA 软件的特点，重点掌握了 PCB 设计从需求分析到制造文件生成的各个环节。在学习过程中，发现系统性思维对于理解复杂的设计流程非常重要，每个环节都相互关联，需要整体把握。同时，学习资料的多样化有助于更全面地理解知识，如结合实际案例学习能加深对设计流程的印象。在今后的学习和实践中，要继续巩固这些基础知识，为使用 Altium Designer 20 进行实际电路设计做好充分准备。



2025

谢

谢