

一 实训目的

1. 学会使用 Altium Designer 软件绘制一般复杂度的电路原理图和 PCB 图；
2. 了解焊接机理，学会手工焊接直插式和部分类型的贴片式元件；
3. 焊接、装配和调测小型电子产品。

二 实验要求

1. 学会使用 Altium Designer 软件绘制 SCH 原理图，绘制 PCB 图；
2. 了解焊接机理，掌握焊接工具材料的正确使用方法，学会手工焊接和拆焊直插式元件，学会手工焊接和拆焊贴片式元件；
3. 以米字爆炸灯为例，体会电子产品样机的焊接、装配和测试的工作细节，学会解决其中出现的问题。

三 实验设备

1. 电路原理图和 PCB 图的绘制：安装了 Altium Designer 软件的 PC 机；
2. 手工焊接：电烙铁、焊锡丝、助焊剂、清洁海绵；
3. 电子产品制作：练习板、米字爆炸灯散件套件。

四 电路原理图和 PCB 图的绘制

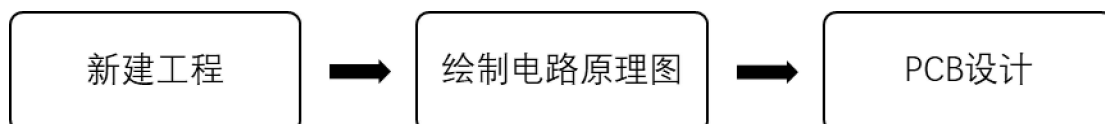
1. 实验原理

电路原理图是用来表示电路中的各种元件如电阻、电容、电感等及其之间的连接方式的图示，代表了实际的物理元件和连接，表示电子电路的结构和工作原理。

PCB 图（印制电路板图）是电路原理图的物理实现。它将电路原理图上的元件和线路转换为实际的印制电路板上的布局和布线。而 PCB 板是重要的电子部件，是电子元器件的支撑体。其以绝缘板为基材，按照电子产品生产需要加工成特定外形尺寸，其上附有由焊盘、过孔、铜膜导线、填充等组成的导电图形，并通过该导电图形实现电子元器件之间的相互连接。

Altium Designer 是现在国内使用最广泛的 PCB 设计软件，Altium 公司曾声称中国有 73% 的工程师和 80% 的电子工程相关专业在校学生正在使用其软件。该软件通过把原理图设计、电路仿真、PCB 绘制编辑、拓扑逻辑自动布线、PCB 设计输出等技术的完美融合，为设计者提供了全新的设计解决方案，使设计者可以轻松进行电路设计，熟练使用 Altium Designer 软件将大大提高电路设计的质量和效率。^[1]

2. 实验过程



2.1 新建工程

点击菜单[File]，在新开启的功能栏依次点击[New]、[Project]、[PCB Project]，完成 PCB 工程文件的创建，文件的扩展名为“PrjPCB”。该工程文件属于一级目录，在后续设计中，设计者可根据设计内容，设置二级目录，确保电路设计相关的所有图纸和文件处于工程文件内，如原理图文件、PCB 图文件等。^[2] 在我的第一次尝试中，我跳过了新建项目这一步，直接进行原理图的绘制，导致了原理图无法自动向 PCB 图转换。所以，新建项目是一个必要的步骤，在往后的设计中也应该养成新建项目的习惯。

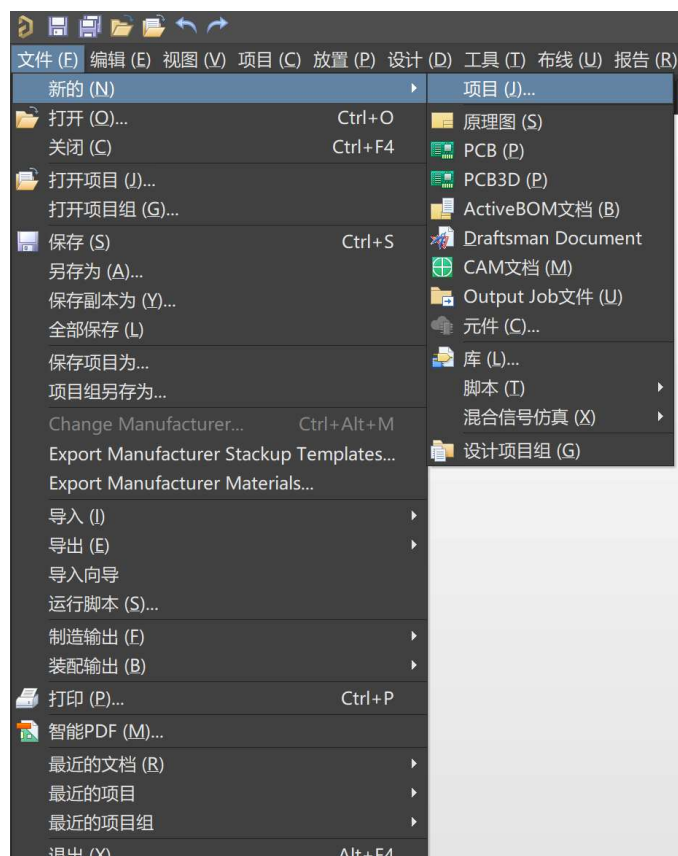
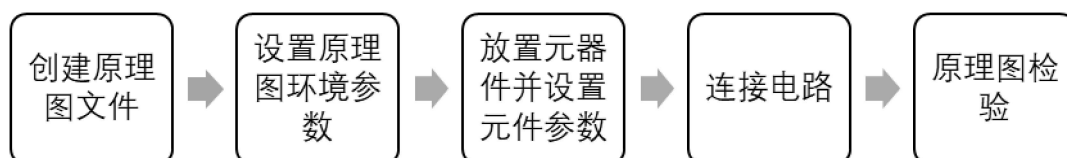


图 1：新建项目菜单栏界面

2.2 绘制电路原理图



绘制电路原理图是 Altium Designer 软件进行电路设计的第一步，是 PCB 设计的基础，在绘制电路原理图时必须严格按照绘制流程，准确完成所需电路的绘制，以保证后续电路设计的准确性。

第一，创建原理图文件，并设置合适的原理图环境参数(一般使用默认设置)。

第二，加载元件库。Altium Designer (24.3.1)软件无自带元件库，可在网络中下载包含所需元器件的最新元件库文件并将其添加到软件中进行使用，或者使用软件中 Manufacturer Part Search 模块进行在线搜索。以上方法能满足大多数使用需求，如有需要，还可使用软件新建 Schematic Library (电路原理图元器件库)文件并在其中自行创建所需的元器件。

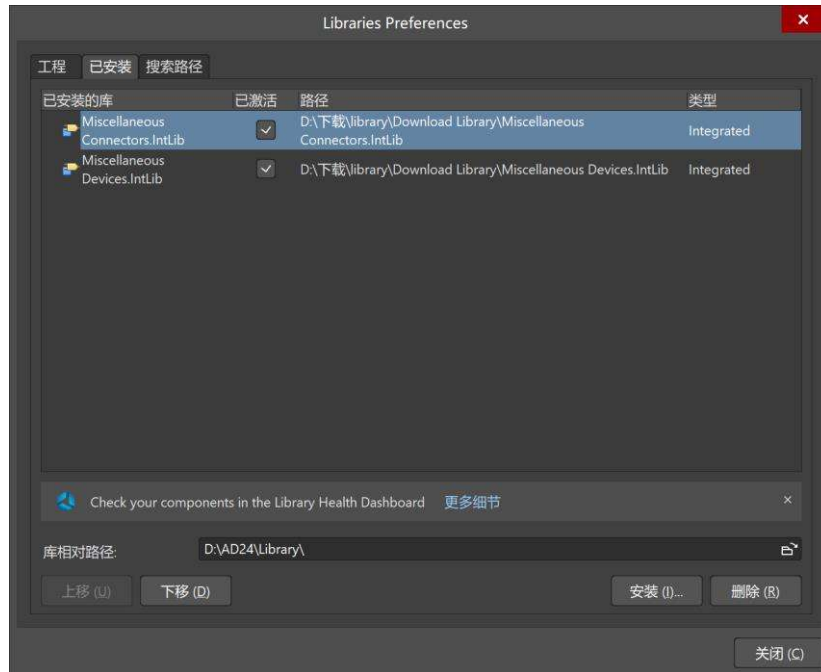


图 2：元件库安装界面

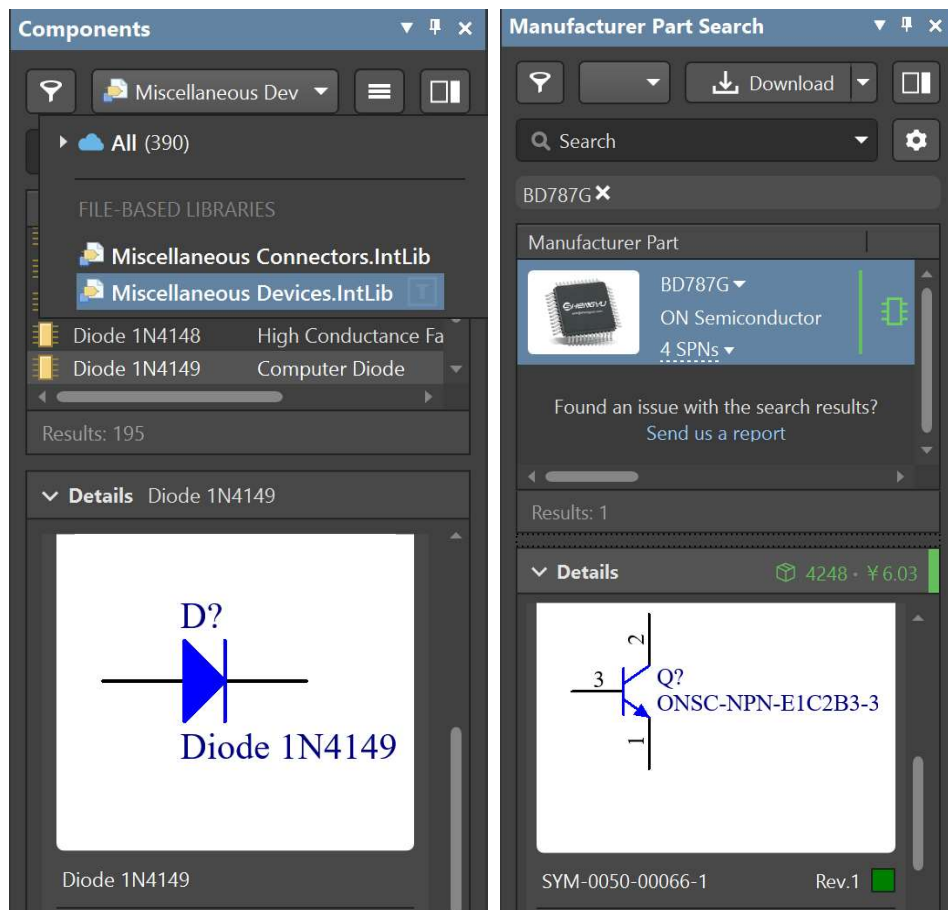


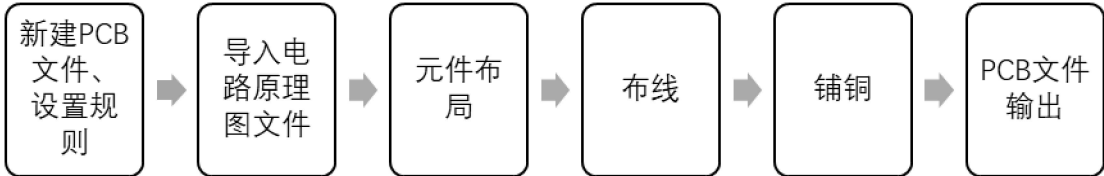
图 3：元件库使用界面

图 4：Manufacturer Part Search 使用界面

第三，放置元件并设置元件参数。从元件库中选择所需的元件后，通过点击 [Place]，将选中的元件转移到电路原理图的绘制图纸。设置元件编号、数值、型号等参数。

第四，连接元件。点击菜单中的[Place]或[Write]，将鼠标的光标转换为十字型，并移动到电路原理图的元件引脚位置，进行连接导线的设置，实现元件的连接。

2.3 PCB 设计



在电路设计中，设计印刷电路板为最后一个环节。

第一，需要创建一个 PCB 文件并设置合适的规则。Altium Designer 软件中“PCB 规则”包括 Electrical (电气)、Routing (布线)、Manufacturing (制造)、Placement (布局)、Signal Integrity (信号完整性) 等 10 项规则，其每项中均包含有多个子规则设置项，在进行规则设置时，需根据设计、生产需要合理设置。一般仅需设置导线宽度、安全距离、布线层面等。如无修改，各项规则均采用系统默认参数。^[2]

第二，利用[Update PCB Document PCB1.PcbDoc]功能，根据网络表的内容更新 PCB 文档的菜单，导入电路原理图文件。在更新时，会自动出现变更弹窗，点击[Validate Changes]，完成网络表的更新，在此过程中，check 功能栏会显示载入操作是否准确，显示“√”，则表明载入网络表与 PCB 文档完成有效变更；显示“×”，则表明载入存在错误。导致网络表出错的常见原因有引脚封装错误，或未载入封装库等。针对问题原因，在电路原理图中进行相应修改，完成网络表中所有元件变更的载入工作。

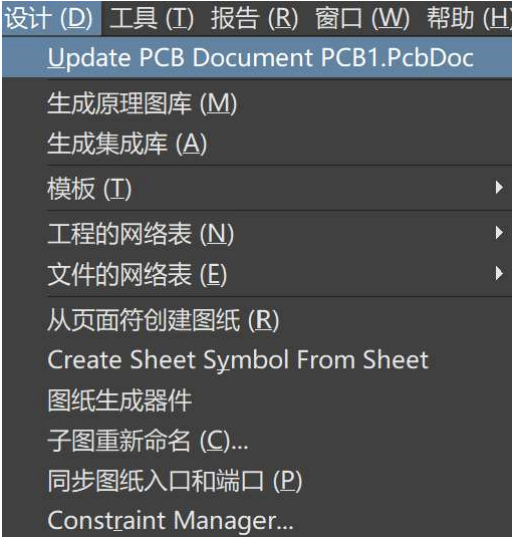


图 5：Update PCB Document
PCB1.PcbDoc 使用界面

第三，元件布局。在元件布置中，要求元件位于电路板中。可根据电路图的复杂程序及设计习惯，进行元件的布置。

第四，布线。需根据设计要求，在[Rules]中设置导线的长度、线宽等参数，再利用[Auto Route]中的[All]功能，实现自动布线。但在自动布线完成后，可能

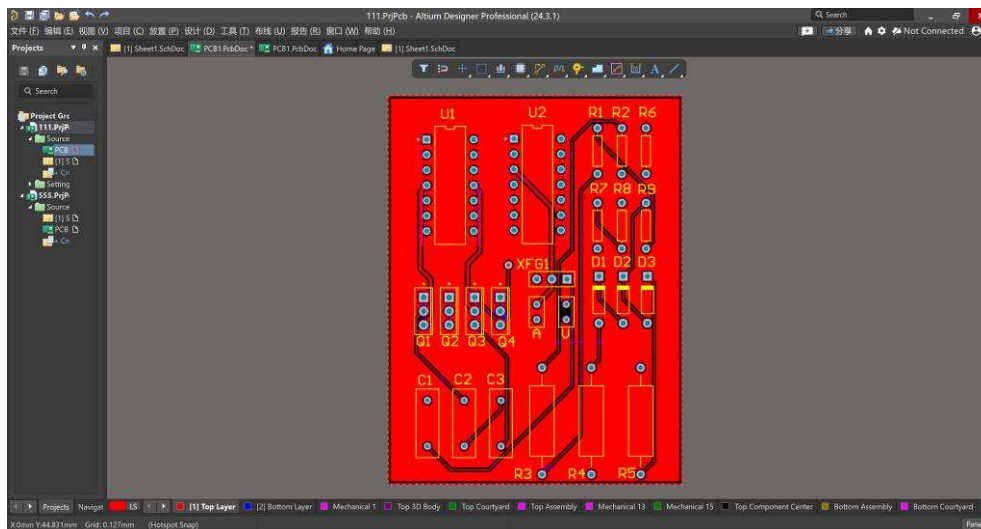


图 8：绘制绘图任务一分立式功率放大电路 PCB 图截图

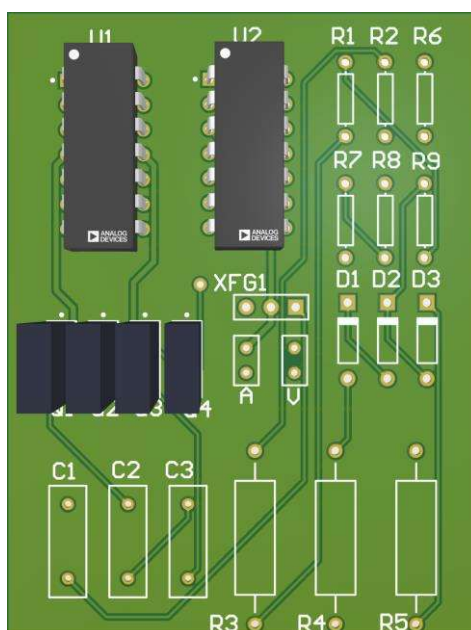


图 9：绘图任务一分立式功率放大电路 PCB 图 3D 效果图

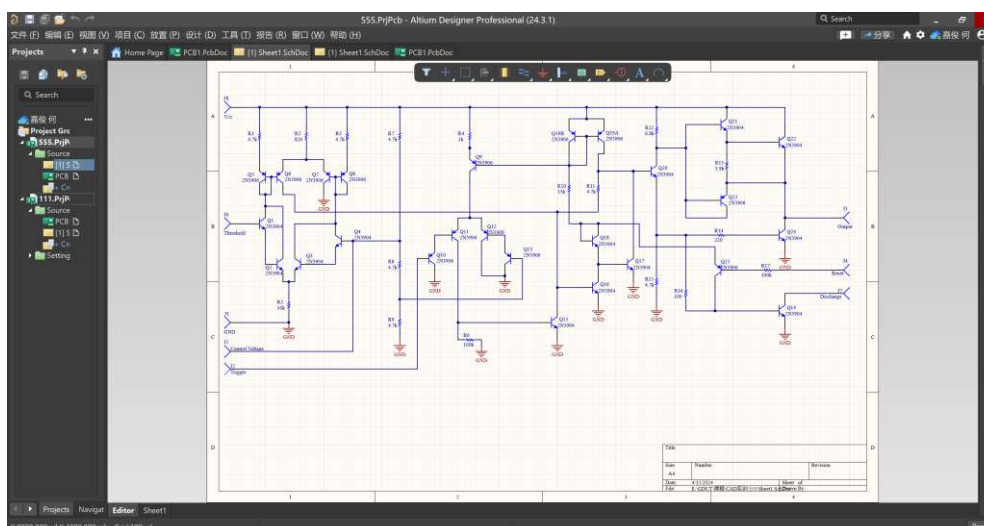


图 10：绘制绘图任务二 555 芯片内部电路原理图截图

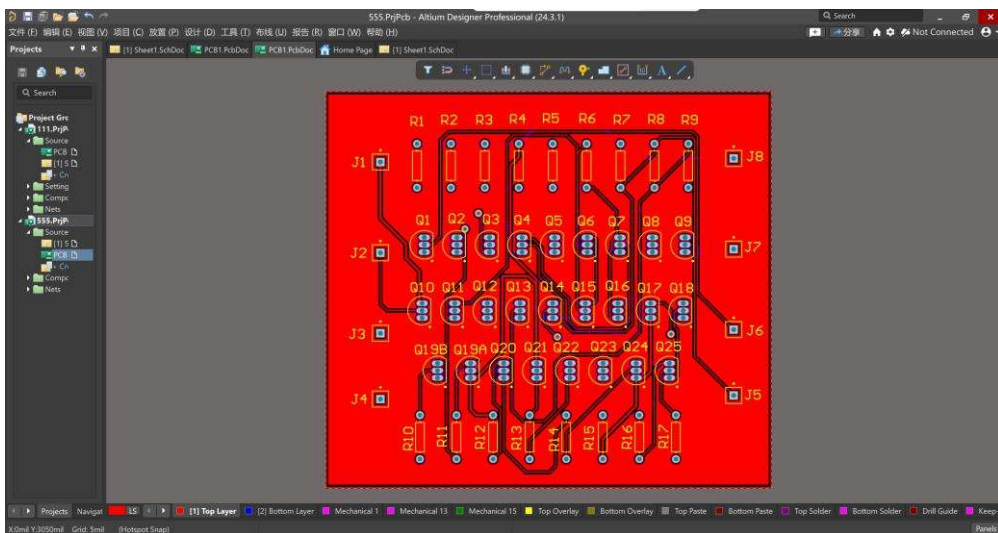


图 11：绘图任务二 555 芯片内部电路 PCB 图截图

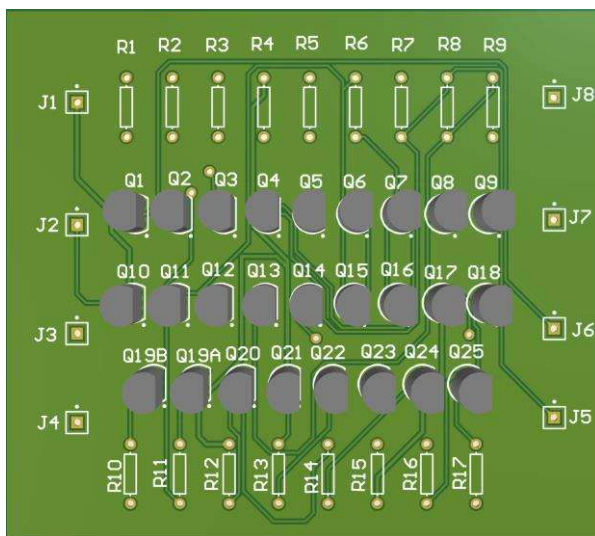


图 12：绘图任务二 555 芯片内部电路 PCB 图 3D 效果图

分立式功率放大电路的主要功能是对输入信号进行放大。原理图中包含了必要的放大级、反馈电路、偏置电路等。绘制的电路原理图清晰地展示出了这些部分，并且连接关系准确无误。PCB 图的布局清晰、整洁，线条无交叉，元件的标注清晰明了。但所使用的贴片元件引脚过多，不是该电路的适用元件。

555 芯片是一个常见的模拟定时器 IC，其内部电路包括电平比较器、触发比较器、RS 触发器、输出驱动等关键部分。绘制的电路原理图清晰地展示出了这些部分，并且连接关系准确无误。PCB 图的布局清晰、整洁，线条无交叉，元件的标注清晰明了。但线条较为复杂，可通过优化元件的布局进行改进。

4. 结论与问题讨论

在电路原理图和 PCB 图的绘制实训中，我了解了两者在电路设计过程中的相互关系，并且很好地完成了设计要求。通过实际操作、自主摸索和网络学习，我掌握了使用专业软件 Altium Designer 进行电路设计和 PCB 布板的基本技能，并且能够自主完成电路原理图的绘制、电路原理图向 PCB 图的转换、PCB 图的布局布线铺铜等。我还能够熟练运用快捷键，如 Ctrl + W 布线、选中元件后空格键

旋转等，以提高设计效率。

在实训过程中，我也遇到一些问题，但通过网络查询和向同学询问，问题都得到了解决：

(1) 无法找到所需元器件。通过网络查询我得知我所使用的 Altium Designer (24.3.1) 版本并无自带元件库，需下载元件库文件并将其添加到软件中或使用软件新建 Schematic Library (电路原理图元器件库) 文件并在其中自行创建所需的元器件才可以进行使用。向同学询问我得知使用软件中 Manufacturer Part Search 模块可以进行在线搜索、放置所需元器件。

(2) 加粗电源导线后报错。通过网络查询我得知尺寸参数有规则的约束，通过根据需要数值进行调整，完成了加粗工作。

(3) 不了解布线原则。布线有但不止于以下规则：在有限的条件内尽量增加电源线与地线的宽度；导线转折时，应保持大于 90° 的钝角；尽量将导线间的距离放宽一些，这样更有利于生产操作。^[3] 通过学习，我对已制成的图纸进行了检查和修改。

本次实训也存在着一些问题，一是对设计软件功能的尝试不够全面，还没有全面地探索设计软件的全部功能；其次，我还不能独立解决软件中一些不常见的报错和问题，需要通过网络寻找解决方案；最后是对图层的认识还不够深刻。将来，我会通过不断学习和实践，不断提高自己的设计水平。本次实训不仅提高了我的实践操作能力，还加深了我对电路设计流程和相关知识的理解。通过不断学习和实践，我相信自己在电路设计领域的能力会得到进一步的提升。

5. 参考文献

- [1] 罗继军. Altium Designer 在 PCB 板设计中的应用 [J]. 科技展望, 2016, 26 (29): 117-118.
- [2] 王强. Altium Designer 在电路设计中的应用 [J]. 信息记录材料, 2020, 21 (02): 118-120. DOI:10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2020.02.073.
- [3] 叶俊杰. Altium Designer 技术在 PCB 板设计中的应用研究 [J]. 电子质量, 2017, (02): 80-83.

五 手工焊接

1. 实验原理

焊接是通过熔融的焊料合金与两个被焊接金属表面之间生成金属间合金层，从而实现两个被焊接金属之间电气与机械连接的焊接技术。在手工焊接中，常用的焊料是松香芯焊锡丝。

锡焊过程实际上是焊料、焊剂、焊件在焊接加热的作用下，相互间所发生的物理—化学过程。在焊接过程中，熔融焊料在被焊金属表面形成焊点的过程可分为三个阶段:润湿阶段、扩散阶段和合金层生成阶段。

在焊点形成过程中，熔融焊料在被焊件的金属表面充分铺展，这一过程即为润湿过程。焊点发生润湿现象的同时还伴随着扩散现象，当温度足够高时，液体焊料和固态焊件金属之间发生原子扩散，扩散速度和扩散量受温度和时间的影响。扩散阶段在焊料和焊件的交界处形成一层金属化合物，即合金层。合金层可

使不同的金属材料牢固地连接在一起。焊接的好坏很大程度上取决于合金层的质量。理想的焊接点在结构上必须具有一层比较严格的合金层，否则，将容易出现虚焊、假焊现象。^[1]

焊接作为一种重要的手工工艺，是将两个或多个金属件通过熔融或软化的焊接材料连接在一起的过程。在电子产品的制造中，焊接是不可或缺的环节，用于连接电路板上的元件，形成完整的电路系统。

2. 实验过程

2.1 准备工具与材料

在开始实验前，首先准备焊接工具，包括焊台、焊锡丝、电烙铁、助焊剂、清洁海绵、剪刀等，以及米字爆炸灯所需的元件，包括电阻、LED、三极管等。在实验前，还通过老师发送的视频和自行查找的资料学习焊接有关方法。

老司机焊接纯干货分享，让你焊接不迷路，很适合零基础小白

9.8万 234 2023-09-20 18:10:00



图 13：焊接教学视频截图



图 14：手工焊接步骤示意图^[1]

2.2 焊接练习

经过学习后，我大致了解了焊接的基本方法。随后，我领取了练习板，通过

实操，进一步学习和掌握焊接的方法。因为是首次焊接，电容的高度没有调节好，但值得一提的是焊接工艺整体来说不错，焊接牢固，焊脚也比较美观。

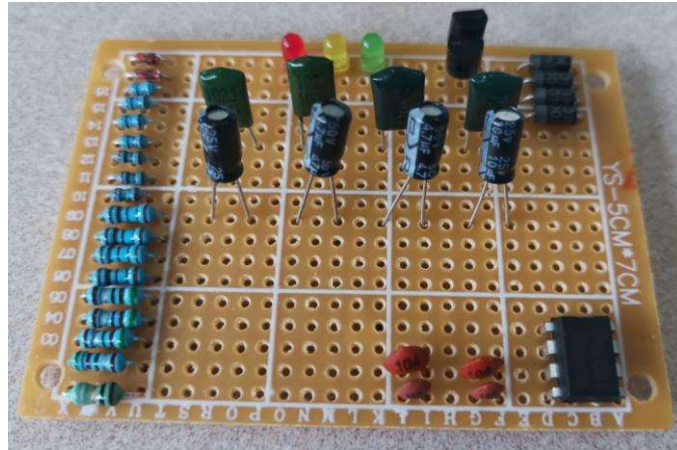


图 15: 练习板

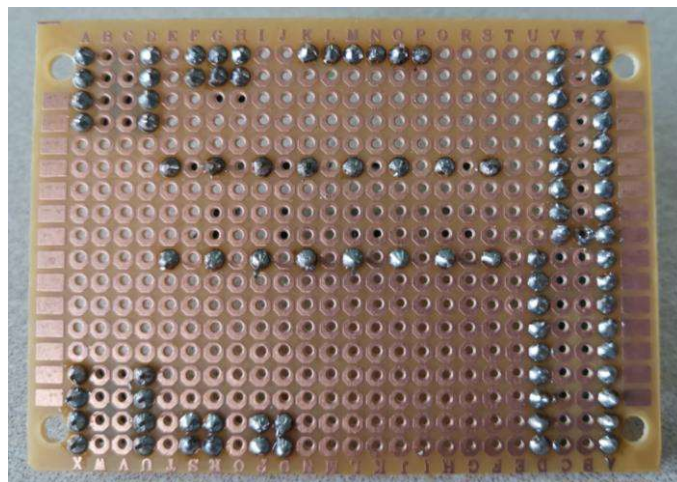


图 16: 练习板敷铜面

2.3 安装电阻

按照米字爆炸灯使用说明书的安装步骤，首先将 9 个 200 欧的电阻安装在 R2-R10 的位置上，再将 11 个 1K 的电阻安装在 R1, R11-R20 的位置上，最后将 1 个 10K 的电阻安装在 R21 上。

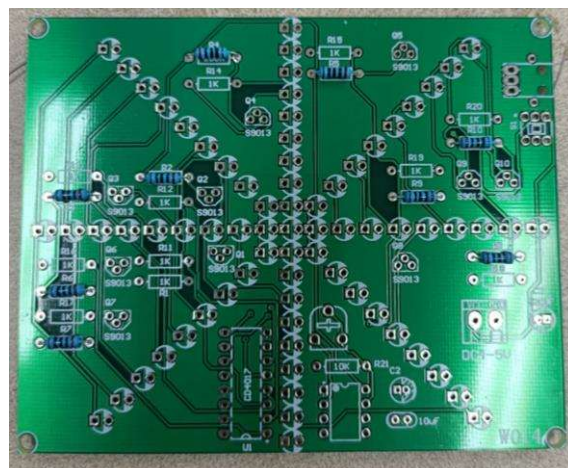


图 17: 9 个 200 Ω 的电阻安装在 R2-R10 的位置上

2.4 安装 LED

接着，我以 D1 为中心，按照红黄红黄的顺序安装 LED，注意 LED 的长脚对应方形焊盘。

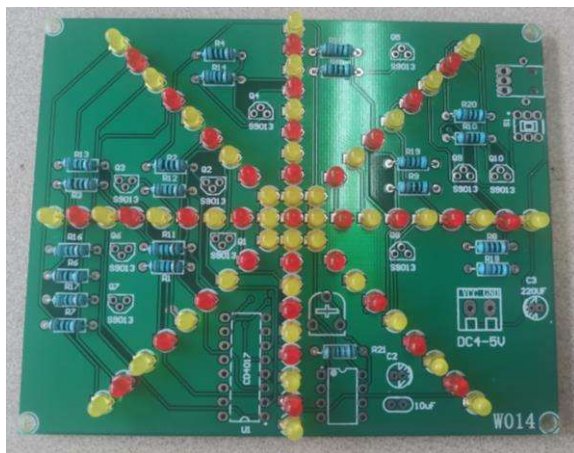


图 18: 安装 LED

2.5 安装其他元件

随后，我依次安装了可调电阻、瓷片电容、电解电容、DC 座以及三极管，注意电解电容的正极对应方焊盘，三极管的安装方向需正确。

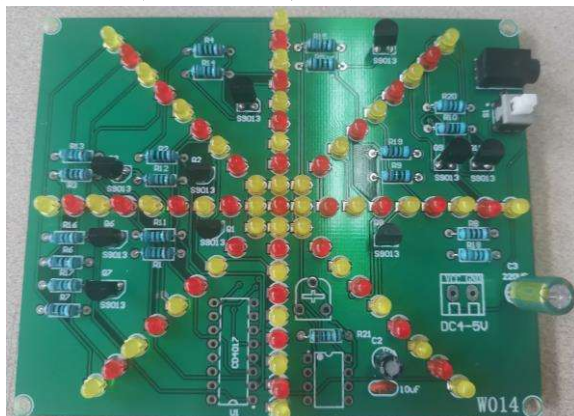


图 19: 安装其他元件

2.6 安装集成电路

然后，我将集成电路安装在电路板上，确保集成电路的缺口与电路板上的缺口对应。



图 20: 安装集成电路

2.7 检查电路并连接电源

焊接完成后，我对电路进行了检查，确保所有元件都已正确安装，没有焊接错误或短路现象。最后，我连接了电源。

3. 结果与分析

焊接并检查完毕，结果如下图所示。

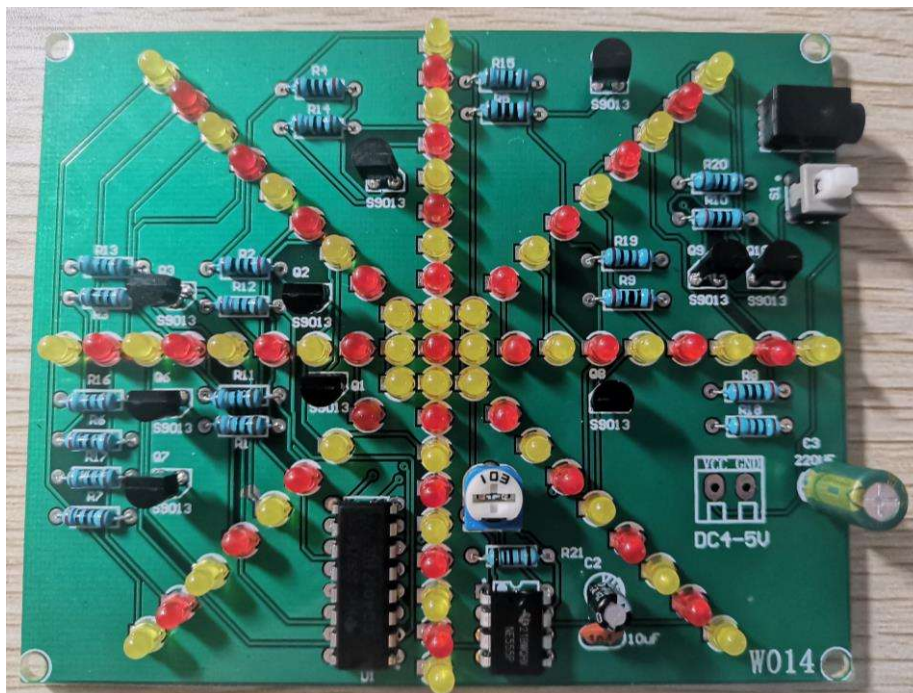


图 21: 米字爆炸灯焊接完成

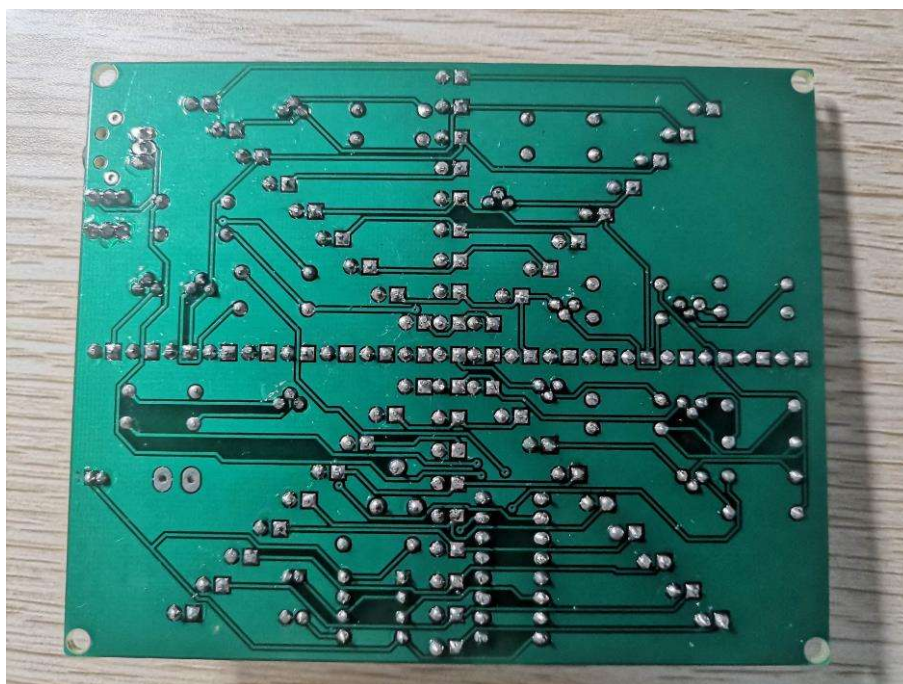


图 22: 米字爆炸灯焊接面

我对焊接完成的米字爆炸灯进行了通电，发现其主要元件工作正常，大部分

LED 灯按照预定的顺序闪烁，说明焊接质量良好，电路连接正确。但是有两个 LED 灯不亮，我将万用表调至欧姆档，按正确方式单独连接在 LED 灯的两个引脚，发现①LED 灯能够点亮，排除 LED 损坏的问题；②在电路板上连接正确，排除正负极接反的问题；③与其串联的其他 LED 灯正常点亮，排除开路问题；初步判断为电路在这两个 LED 处出现短路，在与同学交流过程中发现他们的作品也出现相同的问题，这也印证了我的判断。而从焊接工艺方面来说整体表现不错，焊接牢固，焊脚也比较美观。

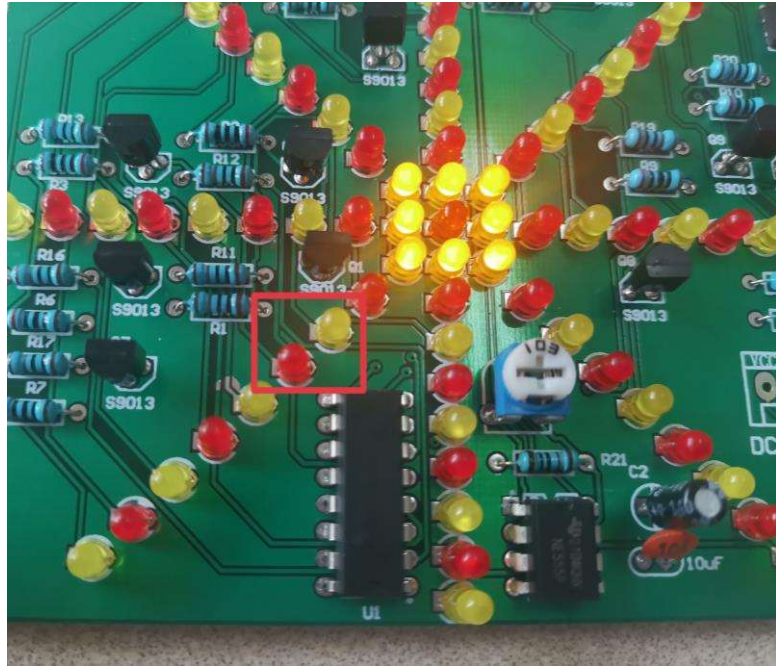


图 23：不亮的两个 LED 灯

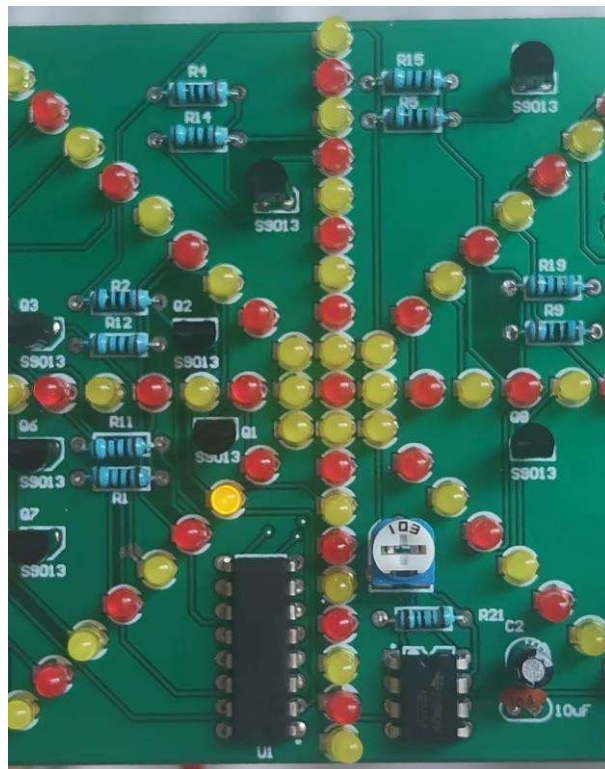


图 24：单独测试第一个 LED 灯，正常点亮

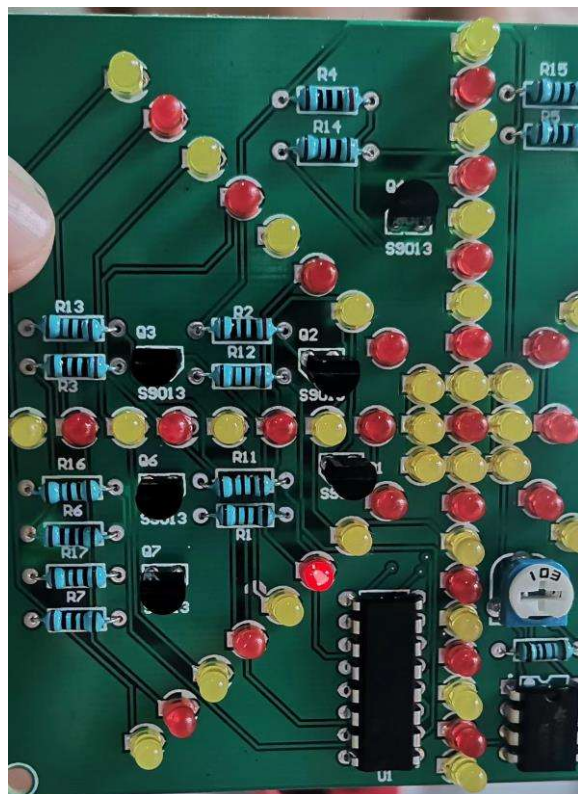


图 25: 单独测试第二个 LED 灯, 正常点亮

4. 结论与问题讨论

在实训过程中,我按照流程逐步完成了每个步骤。从每一个细小的安装步骤开始,我都倾注了极大的耐心和专注,确保每个元件都能准确无误地安装在预定位置。接着,我开始了焊接工作。在焊接的过程中,我逐渐掌握了焊接的基本技巧,比如焊锡的用量、焊接的时间以及焊接的角度等。

正如所有的学习过程一样,我也遇到了一些挑战。在焊接时,焊锡的用量控制成为了我面临的一大难题。有时,我会因焊锡用得太多,导致元件周围形成了多余的锡块,这不仅影响了美观,还可能影响到电路的正常工作。同时,焊接时间的把握也是一项技术活。焊接时间过短,焊点可能不牢固;焊接时间过长,又可能损坏元件。此外,焊接角度的控制也是一个考验。只有选择合适的角度,才能确保焊锡均匀地分布在焊点上,形成坚固的连接。面对这些问题,我并没有气馁。相反,我通过不断的尝试与改进,逐渐找到了适合自己的焊接方法。每一次失败,都成为了我前进的动力。随着实训的深入,我的焊接工艺也在不断进步。

当然,我也清楚地认识到,我的焊接技术还存在许多不足。例如,我焊出的焊点有时大小不一,这说明我在焊接过程中还没有完全掌握稳定的力度和速度。此外,我的焊接动作还不够熟练,需要更多的练习来提高。这些问题提醒着我,在今后的实训中,我需要更加细心和认真,严格按照操作规范进行。

这次实训对我而言是一次宝贵的经历。它不仅让我掌握了焊接的基本技能,还让我对电子产品的制造过程有了更深入的了解。我深知,焊接技术是一门需要不断实践和积累经验才能掌握的技能。因此,我会珍惜这次实训的机会,将所学的知识 and 技巧应用到未来的学习和工作中。

5. 参考文献

[1]麻雁,张海峰. 电路板中电子元器件的手工焊接方法分析 [J]. 科技广场, 2015, (01): 90-93. DOI:10.13838/j.cnki.kjgc.2015.01.018.

六 心得体会

这次实训有着别样的意义。这是我自进入广东工业大学以来,首次进行技能型学习,与以往单纯的理论学习有显著的不同。技能型学习,强调的是理论与实践的紧密结合,它要求我不仅要理解知识,更要能够亲手操作,将理论付诸实践。这种学习方式,对动手能力提出了明确的要求,让我真切地感受到了学习的挑战性和实践性。

实训过程中,我学习了电路原理图和 PCB 图的绘制。通过这一学习,我逐渐理解了电路设计和制作的完整流程。我逐渐掌握了电路原理图和 PCB 图的绘制技巧,也体会到了专业知识在实际操作中的无穷魅力。当我在完成电路原理图和 PCB 图绘制的那一刻,心中涌起了一股成就感。

此外,我还学习了焊接。焊接,这个看似简单的操作,实则蕴含着丰富的技术和经验。我学习了焊接工具的正确使用方法,掌握了焊接材料的特性,还亲手尝试了手工焊接元件。在焊接的过程中,我体会到了技能的精湛和细致。每一次焊接,都需要我细心地控制角度和力度,稍有不慎,就可能导致焊接失败。而当我看到自己亲手焊接的电路板成功点亮时,那种成就感和自豪感,真的无法用言语来表达。

通过这次实训,我深刻体会到了理论与实践相结合的重要性。理论知识是基石,它为我们提供了解决问题的基础和思路;但仅有理论是不够的,真正的技能需要在实践中不断磨练和提升。我也认识到了自己在专业技能方面的不足和需要提升的地方。在未来的学习和实践中,我将以更加积极的态度去面对挑战,不断提升自己的专业技能和实践能力。我相信,只有不断地学习和实践,才能真正掌握和运用专业技能,为未来的职业生涯打下坚实的基础。