

目 录



Contents



第 1 章 电子线路 CAD 发展现状与教学概况	1
1.1 PCB 设计产业发展现状	1
1.2 电路线路 CAD 技术应用	3
1.3 电路线路 CAD 教学理论基础	7
1.4 电路线路 CAD 常见教学方法	10
1.5 电路线路 CAD 教学发展趋势	14
第 2 章 电子线路 CAD 教学探索与研究	16
2.1 电子线路 CAD 教学研究的概述与反思	16
2.2 基于 OBE 理念、TPACK 框架的课堂教学模型设计	18
2.3 电子线路 CAD 的教学目标	20
2.4 电子线路 CAD 教材内容解构与重构	22
2.5 电子线路 CAD 的教学策略	23
2.6 电子线路 CAD 的学习策略	25
2.7 教学评价	27
2.8 教学资源保障	28
第 3 章 原理图设计模块教学实践	30
3.1 知识能力矩阵与教学目标	30
3.2 重难点分析及讲授方法建议	31
3.3 电路原理图概述	32

3.4	Altium Designer 的安装与启动	41
3.5	电路原理图绘制	50
3.6	原理图元件的放置与库元件的编辑	78
3.7	原理图设计教学案例	88
第 4 章	PCB 设计与后期处理模块教学实践	97
4.1	知识能力矩阵与教学目标	97
4.2	重难点分析及讲授方法建议	98
4.3	印制电路板基础	98
4.4	电路板的结构和网络表编辑	101
4.5	PCB 设计	107
4.6	放置元器件封装	112
4.7	印制电路板综合设计教学案例	117
第 5 章	电路仿真模块教学实践	127
5.1	仿真的意义及类型	127
5.2	仿真举例	128
5.3	仿真常见错误	153
5.4	“Simulate” 菜单	156
第 6 章	综合实例分析	158
6.1	电路板设计流程	158
6.2	绘制电路原理图	160
6.3	生成网络表	177
6.4	设计印制电路板	178
	参考文献	190

第 1 章 电子线路 CAD 发展现状与教学概况

1.1 PCB 设计产业发展现状

随着 PCB 下游应用市场如智能手机、平板电脑等电子产品向大规模集成化、轻量化、高智能化方向发展，PCB 市场需求也同步增长。近年来，全球 PCB 市场总体发展稳定，除 2008—2009 年受全球金融危机影响出现较大幅度的下滑外，全球 PCB 产值总体保持增长趋势。根据 Prismark 公布的数据显示，2020 年全球 PCB 行业产值为 652 亿美元，同比增长 6.36%，如图 1-1 所示。

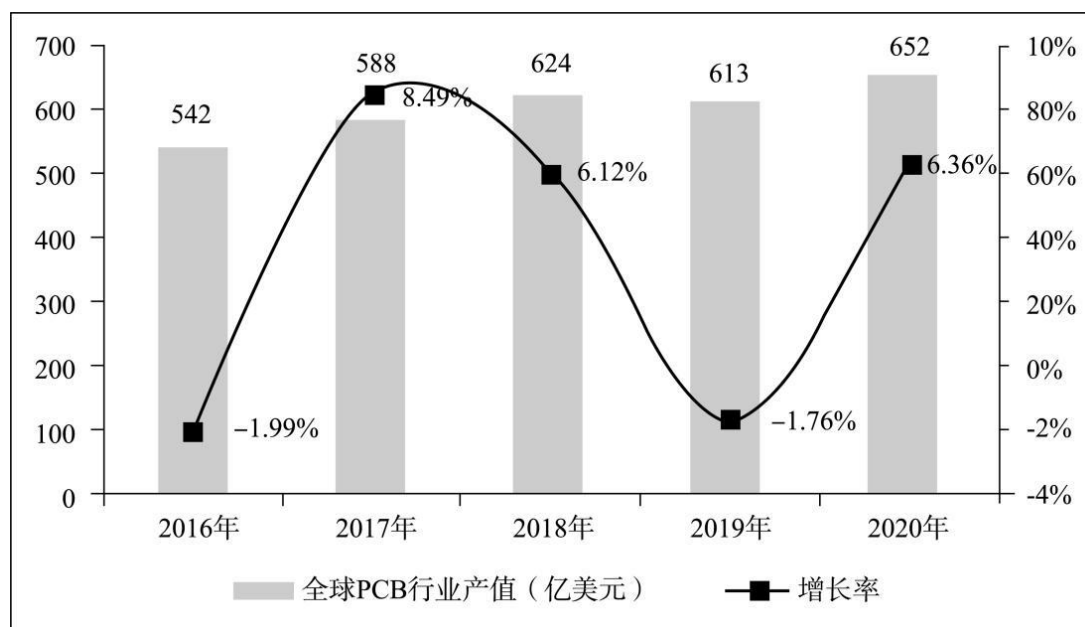


图 1-1 2016—2020 年全球 PCB 行业产值及增长率

从全球市场占比来看，2000 年全球 PCB 行业主要产地集中在美国（占比 26.10%）、欧洲（占比 16.10%）、日本（占比 28.70%）、中国台湾/韩国（占比 15.80%）等地区，中国大陆地区 PCB 产值占比仅为 8.10%。而到 2020 年，中国大陆地区 PCB 产值占比已经超过全球产值的一半，亚太地区 PCB 产值占比达到 90%。如图 1-2 所示。

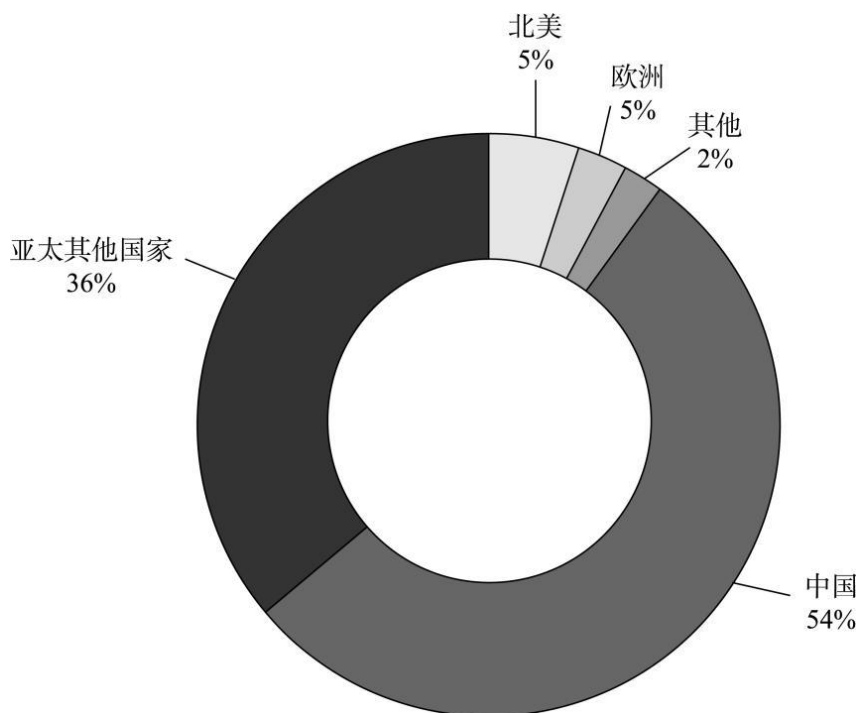


图 1-2 2020 年全球 PCB 产值区域情况

PCB 产品结构复杂，产品种类根据终端需求不断演进，从单/双面板、多层板、HDI 板（低阶—高阶）、任意层互连板，到 SIP 类载板、封装基板，集成度越来越高，其设计及加工亦变得更加复杂。随着下游行业的技术革新以及国家政策支持将创造 PCB 产品更新升级需求，未来国内中高端 PCB 领域具备较好的发展空间，从而将直接带动国内 PCB 设计行业向更高水平迈进。

目前我国 PCB 设计产业人才处于供不应求的状态，专业人才的储备明显不足，特别是经验丰富的专业人才尤其缺乏。除了部分大型电子产品企业在早期就内部定向培养了一批优秀的 PCB 设计工程师之外，市场上优秀的 PCB 设计工程师资源十分缺乏，因此将造成我国 PCB 设计产业的优秀人才在一段时期内将较为短缺。

1.2 电路线路 CAD 技术应用

电路线路 CAD 技术用于印制电路板设计, 根据 PCB 设计规范及客户提供的电路原理图, 使用电子设计软件进行元器件布局及线路连接设计, 实现硬件电路所需要的电气连接、信号传输的功能, 并转化为可生产制造的 PCB 设计图纸及生产文件。

1.2.1 电路线路 CAD 主流软件

目前国内主流的电子线路 CAD 软件有三款, 分别是 Altium Designer、PADS、Cadence allegro。

1. Altium Designer 软件简介

Altium Designer 是原 Protel 软件开发商 Altium 公司推出的一体化的电子产品开发系统, 主要运行在 Windows 操作系统。这套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、信号完整性分析和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设计, 熟练使用这一软件使电路设计的质量和效率大大提高。

Altium Designer 软件简单易学、容易入门、集成度高、具有中文界面。国内研究所、学校和中低端电子产品公司使用较多, 用来设计单双面板及 4~8 层板居多。其集成度是三大 PCB 软件里最高的, 而且支持分身, 多个操作界面可以投影到多个屏幕上, 方便同时对比查看多个文件, 提高工作效率。

Altium Designer 的前身是 Protel 99SE (经典版) 和 Protel DXP, 目前版本是 Altium Designer22(2022 最新版)。近几年该软件以每年一个版本的速度更新, 很多功能已经接近 Allegro, 其 PCB 板的 3D 显示几乎是所有 Layout 软件中最好的, 搭配结构进行设计很方便。但对对电脑性能有较高的要求, 占用资源太大, 特别在进行大型设计时会比较吃力。

Altium Designer 有如下主要特点:

- (1) 利用创新技术帮助电子工程师减少对工艺的关注, 更多地关注设计。
- (2) 通过更多地关注工作流程的创意, 产品更具灵感设计。

- (3) 设计自动化。
- (4) 工程范围极大。
- (5) 团队协作直观。
- (6) 验证机械世界中的设计。

2.PADS 软件简介

PADS 软件是 Mentor Graphics 公司的电路原理图和 PCB 设计工具软件。PADS 软件适合中低端设计，它的特点就是容易与原理图交互，PADS 支持实时修改网络，主要适用于改动不大或是简单板的走线，设计用于 6 层板和 8 层板居多。

PADS 主体分为三部分，包括：原理图工具 PADS Logic、PCB 工具 PADS Layout 和自动布线工具 PADS Router。PADS Layout 提供了与其他 PCB 设计软件、CAM 加工软件、机械设计软件的接口，方便了不同设计环境下的数据转换和传递工作。此外，封装库制作工具是 LP wizard, 对任何标准的封装，都可以用该工具自动生成封装库，不仅支持 Mentor 自己的工具，对其他款 PCB 设计软件支持性也很好。其本身没有仿真，做高速板时，要结合其他专用仿真工具，如 hyperlynx。Pads layout 的布局器件的速度较快，但需要在 Layout 和 Router 中频繁切换。

PADS 的前身是 POWER PCB，其软件操作简单、界面友好、容易上手、设计灵活、用户的自由度较高、而且同样拥有中文版本，在沿海一带特别是深圳等地的中小企业有比较高的市场占有率。在通信、半导体、消费电子、医疗电子、工业等领域得到了广泛的应用。特别是消费类电子产品市场占有率非常高，比如从早期的 VCD、DVD、MP3、MP4、U 盘、液晶电视，到现在的平板电脑、行车记录仪、导航仪、数字机顶盒、安卓智能电视盒、手机等都有很大的市场占有率。

由于 PADS 在 Mentor 公司的定位中只是低端，因此在资源配置上不够强大。其版本迭代速度慢，同时界面相对落后，近几年因为其它主流软件在国内慢慢崛起，PADS 份额呈现逐渐下降的趋势。目前用的比较多的是 PADS9.5（经典版本），Mentor Pads VX2.10 是目前最新版本。

3.Cadence allegro 软件简介

Cadence allegro 软件是 Allegro 公司产品，该公司在 EDA 领域处于国际领先地位。其软件提供了良好且交互的工作接口和强大完善的功能，和它前端产

品 Cadence、OrCAD、Capture 的结合，为当前高速、高密度、多层的复杂 PCB 设计布线提供了最完美解决方案。Allegro 拥有完善的 Constraint 设定，用户只须按要求设定好布线规则，在布线时不违反 DRC 就可以达到布线的设计要求，从而节约了烦琐的人工检查时间，提高了工作效率。更能够定义最小线宽或线长等参数以符合当今高速电路板布线的种种需求。

软件中的 Constraint Manger 提供了简洁明了的接口方便使用者设定和查看 Constraint 宣告。它与 Capture 的结合让 E.E. 电子工程师在绘制线路图时就能设定好规则数据，并能一起带到 Allegro 工作环境中，自动在摆零件及布线时依照规则处理及检查，而这些规则数据的经验值均可重复使用在相同性质的电路板设计上。

Allegro 除了上述的功能外，其强大的自动推挤 push 和贴线 hug 走线以及完善的自动修线功能更是给用户提供极大的方便；强大的贴图功能，可以提供多用户同时处理一块复杂板子，从而大大地提高了工作效率。或是利用选购的切图功能将电路版切分成各个区块，让每个区块各有专职的人同时进行设计，达到同份图多人同时设计并能缩短时程的目的。

Cadence 在进行 PCB 设计的时候主要用到两个组件，分别是 Orcad 和 Allegro，两者通过网表进行关联。前者是原理图设计中的行业标准，同时拥有业内最完善的库管理工具 CIS。直接在库中关联器件的价格、成本、资料、大小等一切你想关注的信息。后者 Allegro 同样足够优秀，其严谨的规则管理器可以让你设置好规则之后，确保产品的高度可用性。布线功能虽然算不上最为优秀（相对于 EE），但也是一流的存在。同时软件支持 Skill 来进行功能的扩展，可以通过安装 Skill 给软件带来无数可能，定制为最适合你的工具。对于高速高密度的设计来说，更能真正发挥出 Allegro 的优势。

总而言之，Cadence allegro 的优势在于修线十分方便，能偏向于智能化，方便管理，能实时显示 DRC，功能强大，对画电脑主板、大型工业生产设备控制主板等大型板子有优势。但其规则设置复杂；封装库的创建比较麻烦，PAD 和 Symbol 需要在不同的工具里面创建；视图方面，其 3D 显示效果较差。此外，Allegro 对别的软件兼容性很差，其它 EDA 工具绘制的 PCB 文件并不能在 Allegro 中直接打开，需要多次转换，且 cadence 软件本身没有汉化版，对国内零基础的学习者不容易入门。

常用版本为 Cadence SPB16.6，目前的版本已更新到 Cadence SPB 17.4（20201012 为止）

1.2.2 国产 EDA 软件

立创 EDA 是一款基于浏览器的，专为中国人设计的，友好易用的 EDA 设计工具。起于 2010 年，完全由中国人独立开发，拥有自主知识产权。隶属于深圳市嘉立创科技发展有限公司，由嘉立创 EDA 团队开发。

目前有标准版和专业版两个版本。标准版面向学生、教育，功能和使用上更简单；专业版面向企业、团队，功能更加强大，也约束性更高。适用于中小原理图绘制与仿真，PCB 设计，用来设计单双面板及 4 层板。。

1.立创 EDA 标准版

立创 EDA 标准版基于浏览器运行，轻量级、高效率，无需下载，打开网站就能开始设计。云端在线设计，文件云端存储，摆脱硬件储存束缚。Windows、Mac、Linux 多设备，跨平台支持，设计进度自动同步。支持常用元件的在线仿真，一键将原理图布局传递到 PCB，一键导入图片 LOGO 到 PCB。兼容常用 PCB 设计软件，支持文件导入导出。提供团队协作功能，细化到单个工程权限管理。文件独立版本控制，互不影响；文件自动保存，一键恢复历史。一键生成 Gerber 文件、BOM 文件、坐标文件，方便生产制造。

2.立创 EDA 专业版

立创 EDA 专业版相对标准版功能更加强大，解决了标准版的遗留问题。基于 WebGL 引擎，相对标准版更好的布线体验，可以流畅提供数万焊盘的 PCB 设计，顺滑流畅不卡顿。

各种约束也会加强，提供规则管理等功能。

提供器件选型功能，不需要频繁在立创商城和立创 EDA 编辑器之间来回切换。

提供了器件概念，器件=符号+封装+ 3D 模型，只允许放置器件在原理图画布中。加强库的复用。立创商城所售卖的元件都做成了原理图原件和 PCB 的封装库文件，极大地提高设计效率。目前，已创建 30 多万种实时更新的元件，用户也可以导入自己常用封装库，在线搜索即可放置。

支持层次图绘制，可以支持多达 500 页原理图页绘制，PCB 支持五万个元件依然可以流畅缩放和平移和布线。支持一个工程多个单板设计。支持 DXF 导入导出，支持 PDF 导出。

该软件兼容性好，可以导入 Eagle、Altium Designer、Kicad、LTspice 设计文件和库文件，全面支持。

在国家十四五战略规划中，国产 EDA 软件已经列入了重点支持领域，其重要意义并不亚于国产办公软件 WPS。立创 EDA 还是个电子硬件领域的 Github，可以在创客分享、学生学习方面，做到很好的分享、交流互动。立创开源硬件平台，电子工程师的电路家园：<https://oshwhub.com/>，集万名电子工程师智慧共同开发的常用电路开源模块，模块复用。

1.3 电路线路 CAD 教学理论基础

1.3.1 CDIO 教学理念

CDIO（Conceive-Design-Implement-Operate，即构思-设计-实施-运作）是一种得到国际广泛认可的工程教育模式，由 1 个大纲（4 个层面的能力要求）和 12 条标准（判定是否实践 CDIO 教学理念）组成。CDIO 模式以产品系统、生产流程从研发到运行的生命周期为载体，通过系统的产品设计培养学生的专业技术知识、个人能力、职业能力和态度、团队协作和交流能力，使学生具备在企业和社会环境下对产品系统进行构思、设计、实施、运作的的能力。CDIO 模式具有大工程理念，密切联系产业实践，注重培养综合素质，强调能力培养的针对性，是系统的工程教育改革体系。

1.3.2 OBE 教学理念

OBE（Outcome based education，OBE）教育理念，又称为成果导向教育、能力导向教育、目标导向教育或需求导向教育。采用逆向思维设计课程体系，正向实施。

（1）清楚聚焦：课程设计与教学要清楚地聚焦在学生在学习过程后能达成的最终学习成果，并让学生将他们的学习目标聚焦在这些学习成果上。

（2）扩大机会：课程设计与教学要充分考虑每个学生的个体差异，要在时间和资源上保障每个学生都有达成学习成果的机会。

(3) 提高期待：教师应该提高对学生学习的期待，制定具有挑战性的执行标准，以鼓励学生深度学习，促进更成功的学习。

(4) 反向设计：以最终目标（最终学习成果或顶峰成果）为起点，反向进行课程设计，开展教学活动。

1.3.3 TPACK 教学理念

TPACK 是 Technological Pedagogical Content Knowledge 的缩写，即整合技术的学科教学知识，是美国学者科勒（Koehler）和米什拉（Mishra）于 2005 年在舒尔曼（Shulman）提出的学科教学知识（PCK）的基础上提出的。从 2005 年开始，国内外学者对 TPACK 展开了大量的理论和实践研究，通过研究，大家一致认为对于 TPACK 的研究将有利于提高教师掌握和运用信息技术的能力。教师的 TPACK 能力是未来教师必备的能力。

TPACK 框架包含三个核心要素，即学科内容知识（CK）、教学法知识（PK）和技术知识（TK）；四个复合要素，即学科教学知识（PCK）、整合技术的学科内容知识（TCK）、整合技术的教学法知识（TPK）、整合技术的学科教学知识（TPACK）。其教学框架如图 1-3 所示。

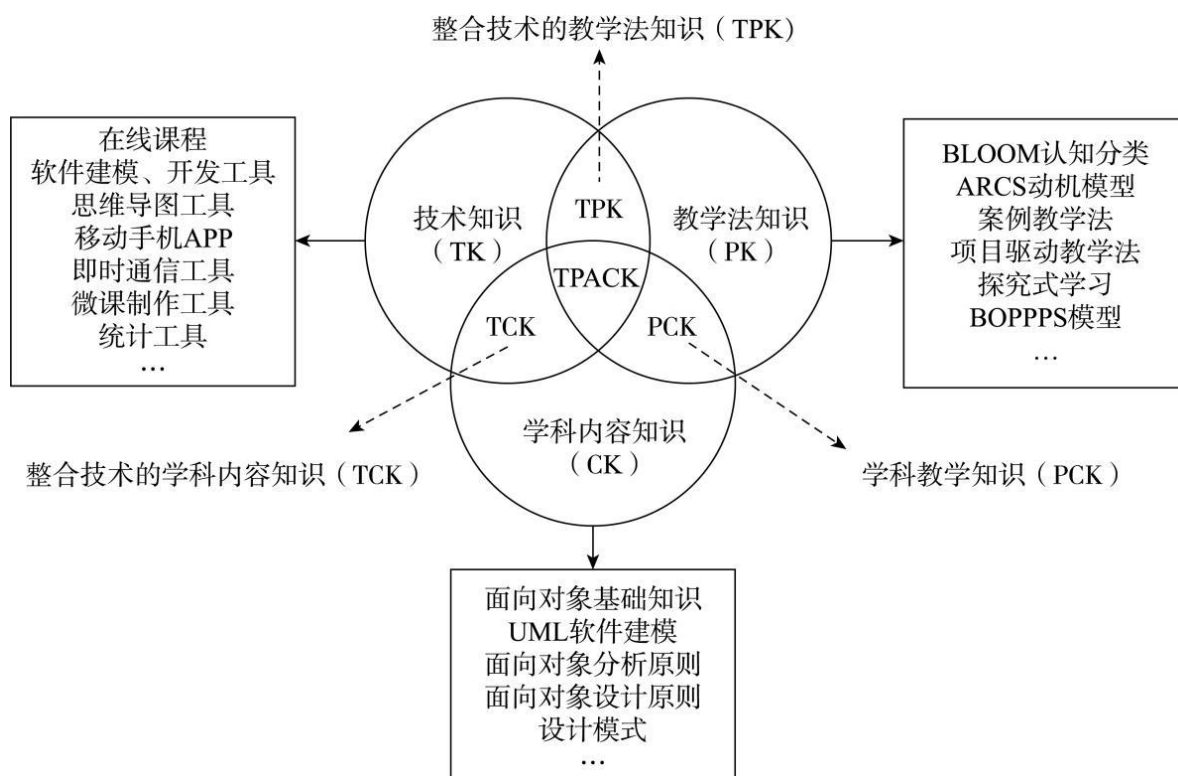


图 1-3 基于 TPACK 面向对象方法课程教学框架

1.3.4 ARCS 模型

ARCS 模型是由美国佛罗里达州立大学的约翰·M·凯勒（John M Keller）教授于 20 世纪 80 年代提出的一个教学设计模型。所谓 ARCS，是 Attention（注意）、Relevance（关联）、Confidence（信心）和 Satisfaction（满意）四个英文单词的首字母的缩写。如图 1-4 所示。

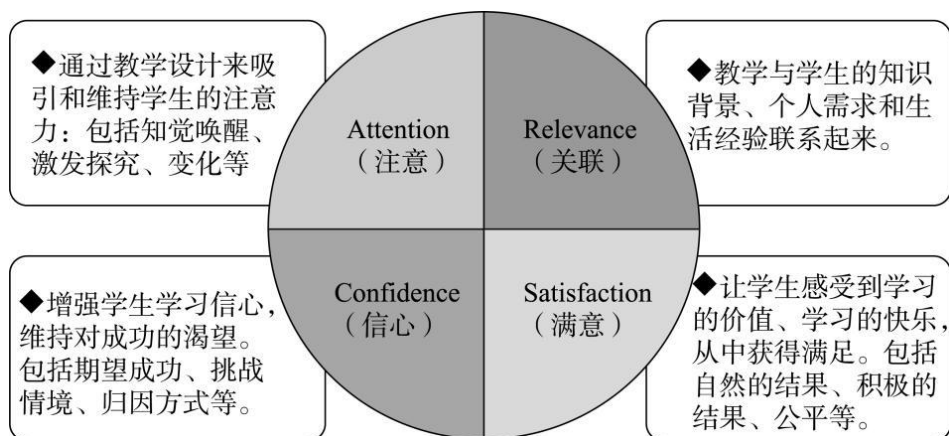


图 1-4 ARCS 教学设计模型

注意动机模型是指教师通过教学设计来吸引和维持学生的注意力：包括知觉唤醒、激发探究、变化等。

关联动机模型，是指教学要与学生的知识背景、个人需求和生活经验联系起来。因为与自己切身相关的事物，更容易引发关注。包括熟悉化、目标定向、动机匹配。

信心动机模型即通过各种方式来增强学生的学习信心，维持学生对成功的渴望。包括期望成功、挑战情境、归因方式等。

满意动机模型是让学生感受到学习的价值、学习的快乐，让他们在学习中获得满足。包括自然的结果、积极的结果、公平等。

1.4 电路线路 CAD 常见教学方法

目前, 电路线路 CAD 课程教学常见教学方法有任务驱动式教学、项目式教学、案例教学法、“教学做一体化”模式教学、线下线上混合式教学、翻转课堂式教学等。

1.4.1 任务驱动式教学

所谓“任务驱动”就是在学习信息技术的过程中, 学生在教师的帮助下, 紧紧围绕一个共同的任务活动中心, 在强烈的问题动机的驱动下, 通过对学习资源的积极主动应用, 进行自主探索和互动协作的学习, 并在完成既定任务的同时, 引导学生产生一种学习实践活动。“任务驱动”是一种建立在建构主义教学理论基础上的教学法。它要求“任务”的目标性和教学情境的创建。使学生带着真实的任务在探索中学习。在这个过程中, 学生还会不断地获得成就感, 可以更大地激发他们的求知欲望, 逐步形成一种感知心智活动的良性循环, 从而培养出独立探索、勇于开拓进取的自学能力。

1.4.2 项目式教学

项目式学习是一种以学生为中心的教学方法, 它提供一些关键素材构建一个环境, 学生组建团队通过在此环境里解决一个开放式问题的经历来学习。需要注意的是, 项目式学习过程并不关注在学生们可以通过一个既定的方法来解决这个问题。它更强调学生们在试图解决问题的过程中发展出来的技巧和能力。他们包括如何获取知识, 如何计划项目以及控制项目的实施, 如何加强小组沟通和合作。项目式学习过程最初是为了医学教学而发展出来的, 从那以后被广为传播, 继而使用在其他各个学科的教学。项目式学习这个过程赋予学习者应对未来挑战的能力。

项目式学习通常是在一个学习小组中进行, 学生们在这个小组中有各自的角色, 而这个角色会不断轮换。在项目式学习中学生的学习是通过自己的思

考和推理来实现的。有一种七部法，包括弄清概念，定义问题，头脑风暴，构建和假设，学习目标，独立学习和概括总结。简而言之，就是搞清楚他们已经知道的，他们需要知道的，去哪里以及如何获得新的有助于解决问题的信息。老师的角色是通过支持、建议和指导来帮助学生们更好的学习。老师必须要建立学生们敢于接受难题的自信心，鼓励学生们，并且在必要时拓展他们对问题的理解。项目式学习代表了传统的基于论文的教学模式的转变。项目式教学和传统的照本宣科教学非常不同，它需要更多的准备时间和材料来指导各个小组的学习。

1.4.3 案例教学法

案例教学法是一种以案例为基础的教学法(case-based teaching)，案例本质上是提出一种教育的两难情境，没有特定的解决之道，而教师于教学中扮演着设计者和激励者的角色，鼓励学生积极参与讨论。实施案例教学法过程如图 1-5 所示。

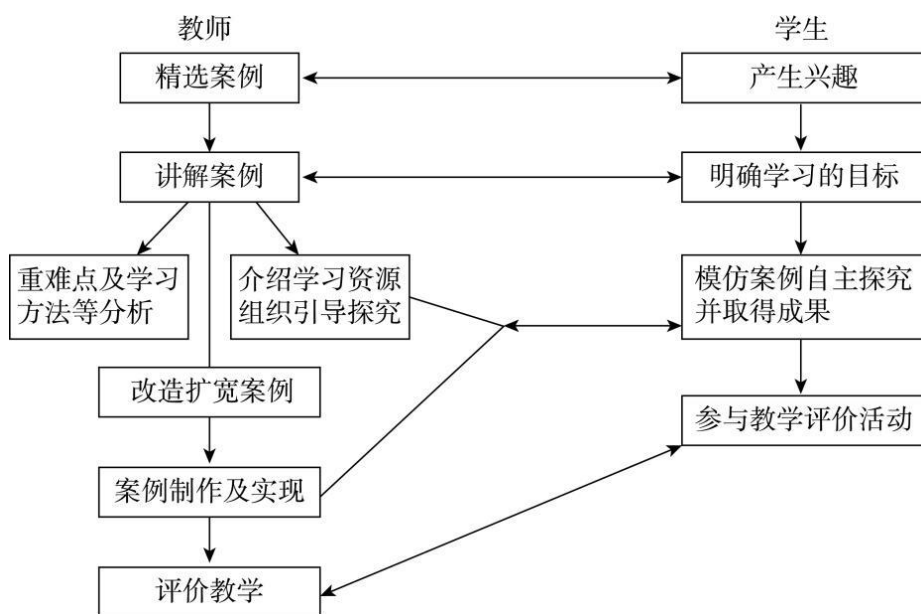


图 1-5 实施案例教学过程图

案例教学方法有一个基本的假设前提，即学员能够通过对这些过程的研究与发现来进行学习，在必要的时候回忆出并应用这些知识与技能。案例教学法

非常适合于开发分析、综合及评估能力等高级智力技能。这些技能通常是管理者、医生和其他的专业人员所必需的案例还可使受训者在个人对情况进行分析的基础上。提高承担具有不确定结果风险的能力。为使案例教学更有效。学习环境必须能为受训者提供案例准备及讨论案例分析结果的机会，必须安排受训者面对面地讨论或通过电子通讯设施进行沟通。但是，学习者必须愿意并且能够分析案例，然后进行沟通并坚持自己的立场。这是由于受训者的参与度对案例分析的有效性具有至关重要的影响。

1.4.4 “教学做一体化”模式教学

“教学做一体化”模式教学，就是整理融会教学环节，把培养学生的职业能力的理论与实践相结合的教学作为一个整体考虑，单独制定教学计划与大纲，构建职业能力整体培养目标体系，通过各个教学环节的落实来保证整体目标的实现。一体化教学是职业教育的方法，适用于技能类课程教学，旨在提高被教育者的综合素质，采用理论教学与实践相结合的方法。往往由一位教师或一组教师在共同制定教学内容、教学方法与进度内容的情况下实施教学，使受教育者能将所学的理论知识及时消化吸收。是一种立竿见影的教学方法。

1.4.5 线下线上混合式教学

混合式教学模式把传统教学方式的优势和网络化教学的优势结合起来，既发挥教师引导、启发、监控教学过程的主导作用，又充分体现学生作为学习过程主体的主动性、积极性与创造性。通过两种教学组织形式的有机结合，可以把学习者的学习由浅到深地引向深度学习。教师利用互联网、移动终端、云计算等现代信息化技术构建线上网络教学平台，学生利用线上网络平台完成自主学习。如图 1-6 所示。

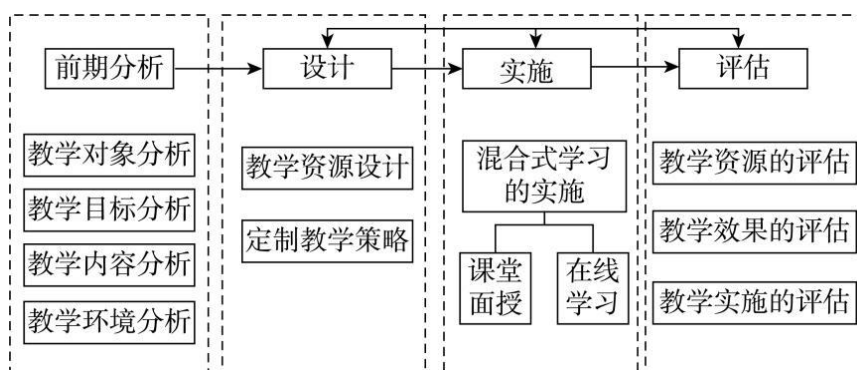


图 1-6 线下线上混合式教学模式框架图

(1) 线上资源，实现对知识的讲解。借助线上资源，把传统的课堂讲授通过微视频上线的形式进行前移，给予学生充分的学习时间，尽可能让每个学生都带着较好的知识基础走进教室，从而充分保障课堂教学的质量。在课堂上我们的讲授部分仅仅针对重点、难点，或者同学们在线学习过程中反馈回来的共性问题。因为“低认知、低参与度”的知识、理解部分内容，已在课前通过线上视频、问卷等方式让学生自学完成，从而使“高认知、高参与度”的应用、分析、综合部分教学活动得以充分开展，老师有更多时间对学生进行个别指导，加强了学习实际问题能力的训练，提升教学整体效果。

(2) 线下教学，检验、巩固、迁移线上知识。通过在线学习让学生基本掌握对基本知识点，在线下，经过老师的查缺补漏、重点突破之后，剩下的就是通过精心设计的课堂教学活动为载体，组织同学们把在线所学到的基础知识进行巩固与灵活应用。让师生之间的见面用来实现一些更加高级的教学目标，让学生有更多的机会在认知层面参与学习，提高挑战度。

(3) 过程评估，线上线下过程、结果评估。无论是线上还是线下都需要给予学生及时的学习反馈，基于在线教学平台或者其他小程序开展一些在线小测试是反馈学生学习效果的重要手段。通过这些反馈，让教学的活动更加具有针对性，一方面，可让师生清楚教与学的成效、离目标的差距；另一方面，这些小测试的结果作为过程性评价的重要依据，对学生学习起到激励作用。

1.4.6 翻转课堂式教学

翻转课堂式教学，是指学生在课前或课外观看教师的视频讲解，自主学习，教师不再占用课堂时间来讲授知识，课堂变成了老师学生之间和学生与学生之

间互动的场所，包括答疑解惑、合作探究、完成学业等，从而达到更好的教育效果。翻转课堂教学模式如图 1-7 所示。

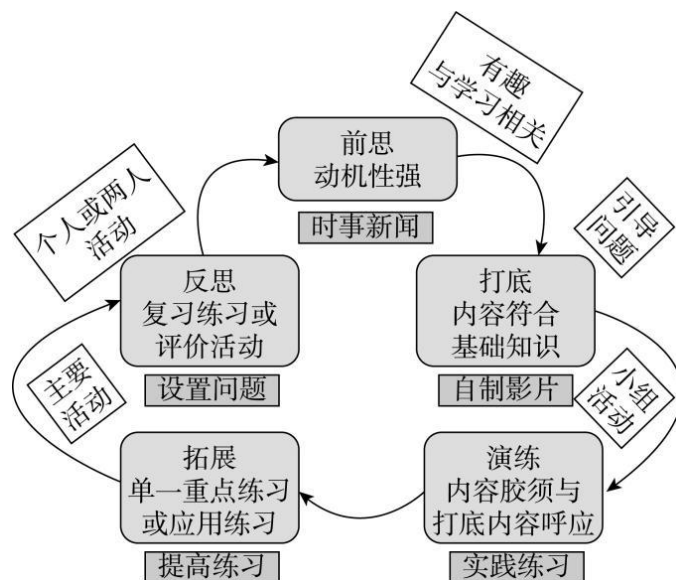


图 1-7 翻转课堂教学模式

近年来，随着 MOOC 的兴起，借线上教学资源，使得翻转课堂式教学更容易实现。学生先在网上学习教师预先录制或指定的视频资料，获得初步知识，再在课堂上与教师就不懂的问题或有疑惑的问题进行研讨学习。把传统的学习过程翻转过来，让学习者在课外时间完成针对知识点和概念的自主学习，课堂则变成教师与学生之间互动的场所，主要用于解答疑惑、汇报讨论、实践练习，从而达到更好的教学效果。

1.5 电路线路 CAD 教学发展趋势

随着电子信息技术和电子产品的快速发展，印刷电路板设计与制造的需求量也急剧增加。在这种背景下，PCB 设计与制造形成了新的具有巨大潜力的产业。为此，将 PCB 设计与制造的人才培养作为该课程的教学目标。

目前,本科电子线路 CAD 课程教学存在以下教学问题:①学时量少、能力要求高;②学生先修课程模拟电子技术、数字电子技术基础不扎实;③新教学模式应用不完善,评价机制单一;④缺少对线上资源的利用。

对此,形成电路线路 CAD 教学发展趋势大致判断。以 OBE 理念为核心,以适应行业用人需求;以混合式教学方法为手段,充分利用信息化的教学资源,借助网络平台,使学生可利用课外时间预习、复习,以解决学时量少的问题;以项目为载体,通过任务驱动教学,以解决学生实践能力差的问题;注重全过程考核,考核评价方式多元化,激励学生自主学习。通过教师的导学、促学、评学来帮助学生形成自主学习、团队协作、主动探究的学习方式,实现从“要我学”到“我要学”的转变,从而实现教学效果最大化。

第 2 章 电子线路 CAD 教学探索与研究

2.1 电子线路 CAD 教学研究的概述与反思

2.1.1 PCB 行业发展背景及岗位需求

过去 10 年来，全球 PCB 持续向亚洲尤其是中国大陆迁移，中国大陆迅速成为电子产品和 PCB 生产大国。目前我国 PCB 设计产业人才处于供不应求的状态，专业人才的储备明显不足，特别是经验丰富的专业人才尤其缺乏。

与电子线路 CAD 课程相对应的企业岗位是 PCB 设计工程师。

岗位要求：

（1）对模拟电子技术和数字电子技术有一定的认识，具有一定的信号和电源完整性知识，能读懂原理图，并能根据原理图完成 PCB 布局布线。

（2）熟悉一般电子仪器的使用，如万用表、电压源、信号源等。动手能力强，能熟练使用各种研发实验相关的工具和设备。

（3）能熟练运用 Altium Design，能完成从封装制作，原理图导入，PCB 设计，到 GERBER 导出的全部工作。

（4）熟悉强弱电混合电路、数模混合电路布局布线等设计规范。了解 EMI 电磁干扰基本理论及安装认证基本要求。

（5）了解 IPC 系列标准体系。

（6）有良好的沟通、协调能力。

2.1.2 教学软件的选用

目前国内主流的电子线路 CAD 软件有三款,分别是 Altium Designer、PADS、Cadence allegro。其中, Altium Designer 软件简单易学、容易入门、集成度高、具有中文界面。国内大部分高校、研究所采用该软件,也能满足中低端电子产品使用需求。近几年,以每年一个版本的速度更新,很多功能已经接近顶级 PCB 设计软件,且与国产 PCB 设计软件“立创 EDA”兼容。所以本课程采用 Altium Designer 作为教学软件。

2.1.3 电子线路 CAD 教学反思

根据笔者近几年教学经验,现对教学主要存在问题及成因分析总结如下。

(1) 低认知学习活动占比远大于高认知学习活动。希姆勒根据学习活动所指向的认知水平以及学生参与人数这两个维度,将学习活动分为四种层次:第一象限低认知、低参与度;第二象限低参与、高认知度;第三象限高参与、低认知度;第四象限高认知、高参与度。如图 2-1 所示“认知金字塔”,在传统教学中知识、理解的教学内容占了占用课堂大部分时间,在这过程中,学生参与度低、获得认知水平低;而能提高学生认知水平,且需要学生高度参与的应用、分析、综合、评鉴部分学习活动却完全放到课外让学生自己完成,或将应用、分析部分内容通过实验课完成,而对一门课而言实验课时占总课程总学时比例一般在 25%以下。

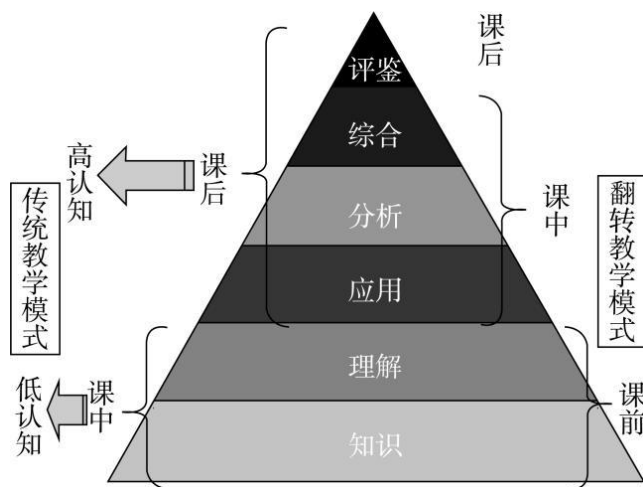


图 2-1 认知金字塔