

# Electronic Circuit Design and Teaching Innovation

Wei Liao<sup>1</sup> Xiongxin Zhuo<sup>2</sup>

1. Guangxi Water Conservancy and Electric Power College, Nanning, Guangxi, 530023, China

2. Tiandeng County Vocational and Technical School, Tiandeng, Guangxi, 532800, China

## Abstract

With the upgrading of the electronic information technology industry and the continuous expansion of application fields, electronic industry enterprises have put forward higher requirements for the demand structure of talents, the speed of knowledge update and practical ability. Against this backdrop, the majority of vocational colleges must carry out innovations in electronic circuit design and teaching. Based on this, this paper, in combination with research and practice, takes the course "Electronic Circuit Board Design and Production" as the carrier, and conducts curriculum reform and teaching reform from the aspects of course design concept, course project-based design, course content design and teaching design, implementing "course-job alignment" teaching and practical content consistency with the production process. Cultivate high-end technical and skilled talents who can meet the demands of enterprises.

## Keywords

Curriculum design, project-based design, instructional design, course-job position alignment

# 电子电路设计与教学创新

廖威<sup>1</sup> 卓雄信<sup>2</sup>

1. 广西水利电力职业技术学院, 中国·广西·南宁 530023

2. 天等县职业技术学校, 中国·广西·天等 532800

## 摘要

随着电子信息技术的升级和应用领域的不断拓展, 电子行业企业对人才的需求结构、知识更新速度以及实践能力提出了更高的要求。在这种背景下, 广大职业院校就必须针对电子电路设计与教学展开创新。基于此, 本文结合研究及实践基础上, 以《电子线路板设计与制作》课程为载体, 从课程设计思路、课程项目化设计、课程内容设计及教学设计等环节展开课程改革、教学改革, 实施“课岗对接”教学、实践内容与生产过程相一致, 培养能够满足企业需求的高端技术技能型人才。

## 关键词

课程设计、项目化设计、教学设计、课岗对接

## 1 引言

随着5G、物联网、大数据等新一代信息技术发展, 电子信息产业向高端化、智能化转型, 对技能人才的需求结构发生显著变化。高职院校作为培养技术技能人才的重要基地, 需通过课程改革(如《电子线路板设计与制作》)对接产业升级需求, 强化学生PCB设计、智能硬件开发等核心能力, 以适应电子工程师助理等岗位要求, 确保毕业生能够适应和满足行业企业发展的需求。

## 2 课程改革与教学创新的必要性

《电子线路板设计与制作》是高校电子技术相关专业

核心课程之一, 也是有效培养电子类学生的专业技能和专业知识素质的重要环节。在专业课程体系中起到先后衔接的作用(见图1所示)。本课程是《电子元器件》、《模拟电子技术》等先导课程综合应用, 同时也为后续课程《单片机应用技术》、《智能电子产品设计与制作》等打下坚实硬件设计基础, 而且相互之间形成相促相哺作用。

根据调研结果显示, 通过本课程培养的毕业生主要流向PCB设计/生产(占比62%)、助理电子工程师(28%)等岗位, 企业更看重实践能力与项目经验。

高职生源包括对口、普高两类, 对口生源技能强但理论弱(如模拟电子技术知识掌握率仅41%), 需通过项目化教学实现差异化培养。

【作者简介】廖威(1977-), 男, 中国广西博白人, 本科, 副教授, 从事物联网技术应用、电子技术控制研究。

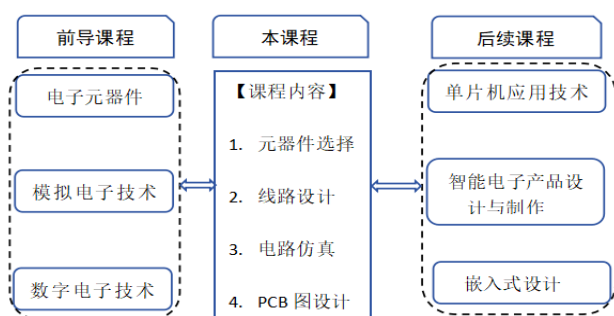


图1 课程地位

### 3 课程思路

高校是培养专业人才的地方，是为社会生产的经济发展提供人才服务。高校与企业开展产教合作，是培养社会经济发展和区域产业所需要的高水平技术技能型人才的有效途径。

根据对高职院校生源分析，普高生源具有扎实的理论知识和相对较好的学习能力，对口生源的基本理论知识与普高生源存在很大差异，但对口学生的专业技能相对较强。基于高职院校的这种情况，为实现教师传道既覆盖全体，又兼顾个体的发展，经过校企专家研讨，将其他专业课程与《电子电路板的设计与制作》课程相结合，从简单到复杂地设置项目。并且从其他课程中，选择一些经典的功能电路和实际应用电路作为本课程的实践项目。

在项目设计的过程中，充分考虑电子类专业前后课程的衔接，前后课程的有效衔接可以帮助学生加深对理论的认识，有助于提高专业技能。例如，在学习三极管放大器电路设计时，可以将前导课程《模拟电子技术》中的“三极管”内容衔接起来，加深对理论的掌握。学以致用有效地激发学生的热情，提高原理图设计的效果，再通过软件仿真，掌握三极管不同性能在实践生活中的应用。

### 4 课程项目化设计

为更好提高教学质量，项目类型的选择是关键。《电子电路板设计与制作》项目的选择依据学生的成长认知，根据项目复杂程度对电路进行划分。例如，项目可分为简单原理图、复杂原理图、层次原理图三个简单模块。这三个模块对应的 PCB 设计分别为单面板 PCB 设计、双面板 PCB 设计和多层 PCB 设计。另外，学习项目也分为两类：单一项目和综合项目。根据学生的学习能力，项目安排从简单到复杂、从单一到综合进行分层次设置，使学生能够充分培养自己的专业能力的同时，激发学生的学习动力，使学生能够自主参与课堂学习、课后实践，增强学生对学习专业技能的信心，充分培养学生的综合素质能力、专业能力和职业素养。

具体项目在实施的时候，必须针对项目模块编制具体设计规范、任务书，清楚布线宽度、间距、电源/地平面的划分、信号完整性要求及阻抗控制等参数，并借助于 EDA

工具进行 DRC、LVS 以及仿真的验证。学生在做单面板 PCB 设计要从原理图开始到布线、软性仿真的全训流程，同时要求他们以软件仿真对电路功能可靠性进行检查；做双面板 PCB 设计时，须对过孔布局方案，地电分离、去耦的方式方法予以明确，随后让学生对层间信号走线优化以及采用仿真的方式进行干扰分析、热分析；针对多层 PCB 设计项目，其内容包括叠层结构、差分信号布线、高频信号优化等，要求他们通过仿真修改布局、选定器件，从而使得电路的各项性能指标满足要求。

另外，单项目和综合项目里，后者需要联合多个模块的电路来达到功能验证的目的，学生应当通过原理图设计、PCB 布局绘制、元件焊接、调试测试等一系列操作，再进行示波器、逻辑分析仪及频谱分析仪等工具开展信号测量及排查问题等操作。同时，在教学环节加入阶段性的项目测评，即教师同企业工程师就设计报告、仿真结果及生产资料进行审阅并提出改进意见，以促使学生通过实践中培养工程设计思维。设立跨层次的协作小组，其中由理论基础较牢靠的学生进行仿真计算，动手操作能力较强的学生负责排版布线以及焊接调试等操作，充分实现能力互补与协同学习。课程项目资料库实行动态更新机制，收集历届学生的设计案例及问题、改进方案，教师可用于课堂上的案例研讨及项目优化分析，从而有助于学生建立起一套完整的系统化设计认知。

### 5 课程内容设计

以产业需求为导向，实施“课岗对接”，依托校企课程开发中心，针对电子电路板设计与生产、助理电子工程师等岗位要求，结合专业教学标准，开发典型工作任务，选取了 7 个项目作为《电子电路板设计与制作》的教学内容。例如，项目 1，了解电子电路设计软件，以便学生熟悉和使用平台设计软件。项目 1 里重点在于让学生学习 EDA 平台包括原理图绘制、器件库管理、网络连线及层次结构管理功能等方面知识，随后教师再提供具体元器件封装、型号等参数让学生单独开展包括选择元件、验证原理图逻辑、以 DRC 规则检查元件连线正确性与信号连通性等全程操作，从而培养他们熟悉使用平台设计软件目的；项目 2，三极管放大器电路的原理图与模拟电子技术课程相结合，使学生可以从已学的《模拟电子技术》中简单地学会原理图设计。在项目 2 中要求学生独立进行设计三极管偏置电路、增益计算和匹配负载，并利用 SPICE 仿真验证静态工作点与动态增益特性。接着开展反馈网络参数优化、不同负载条件下仿真分析及比较，以让学生通过这些操作验证理论计算和仿真结果是否相同；项目 3，利用 51 单片机最小系统原理对接单片机应用技术课程，使学生学会如何设计层次原理图。在项目 3 具体实施上，学生根据单片机最小系统中 I/O 分配、时钟配置以及复位电路的要求绘制出包含多模块电路原理图（包括外设接口、存储单元和通信模块），并使用仿真工具对信号完整

性进行分析,保证在多模块工作下数据总线和控制信号不产生冲突,并且完成层次化电路图标注、模块化设计规范化的处理;项目4,三极管放大器电路印刷电路板设计,使学生熟悉并掌握单面板的PCB设计。在该项目中,要求学生结合原理图开展PCB布局,重点掌握信号层与电源层科学划分、走线宽度和过孔规格设置以及优化信号布线,并借助于EDA工具分别检查DRC、电气规则,并开展模拟信号干扰分析及热分布模拟,从而使得学生充分掌握单面板的PCB设计;项目5,采用51单片机最小系统印刷电路板设计对接单片机应用技术,使学生通过设计单片机系统工艺掌握双面板PCB设计。这一项目实施中,学生需处理信号层与电源层双面布线,设计合理的过孔位置及阻抗匹配,优化双面板信号线交叉及去耦措施,同时使用EDA工具进行多层信号完整性仿真、EMI抑制分析,并完成电源平面与接地分区规划,确保高速信号传输稳定与板面布局紧凑合理;项目6,交通灯系统电路的印刷电路板的设计与实际应用相结合。在该项目中,学生需根据交通控制逻辑设计时序电路,完成LED驱动电路与继电器控制电路布局,布线需优化功率路径与信号路径,使用仿真验证控制逻辑,进行功率分布分析及热仿真,确保系统在不同负载条件下的稳定性及可靠性;项目7,综合培训方案(音频功率放大器电路设计)将模拟电子技术与数字电子技术连接起来,让学生了解多层板PCB设计,从而熟练掌握电子电路应用设计。在项目实施中,学生需完成多层板叠层结构规划,音频信号路径与电源回路分离,采用差分信号布线策略,进行信号串扰分析和频率响应仿真,完成器件布局优化和焊接工艺设计,并通过示波器和频谱仪对电路输出性能进行精密测量与调试。

## 6 教学设计

在单元教学设计过程中,结合学情分析及学生学习习惯,为培养学生课前课后自主学习习惯,教学实施过程以“音频功率放大器电路设计”为项目载体,采用以教师为指导的“翻转课堂”的教学组织模式,按照“发任务-找问题-解问题-评任务-精任务-拓任务”六步实施“线上+线下”的混合式教学。

在教学任务实施的同时,引入“PDCA的质量管理手段,提升学生工艺意识、质量意识以及运用新知识、新技术自我提升的能力,实现在教学开展的同时,培养学生的岗位职业能力及创新能力。充分利用信息化手段,借助动画视频等课程资源,有效突破教学重点难点,比如:在“PCB元件布局、布线”任务的实施中,引入微课视频或动画资源,让学生比较直观了解自动布局与手动布局、自动布线与手工布线等方法优缺点,进而掌握“电子电路设计与PCB板制作”的方式方法。

### 6.1 课前

课前教师借助超星平台完成签到和发布学习任务,学生根据任务展开信息查询、知识点预习及观看课件、视频;

教师同时在线答疑解惑。不受时间、距离的限制,实现线上、线下师生互动多样化。

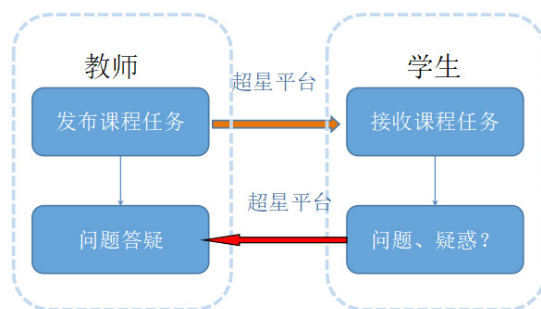


图2 课前教学互动

### 6.2 课中

课中分为理论学习和实践学习两部分,为加强学生“精益求精”意识,教学过程采用“找问题-解问题-评任务-精任务”四步法的教学组织方式。以职业能力培养为中心,实施分层次教学,根据不同教学内容实施与“合作学习”、“主导性教学”、“主动学习”、“探究--发现”、“联系生活”相对应的教学策略。

为提高学生对新知识的接受能力,教学方法根据教学内容不同采用“任务驱动法”、“仿真教学法”、“小组讨论法”、“现场演示法”等。

### 6.3 课后

课后充分利用学生的第二课堂,实现课内知识点巩固,完成课后“拓任务”环节。

线上:①完成理论作业并提交、利用平台资源复习巩固。

②提交任务测试视频、相关技术文档。

线下:①完成实物电路的制作、功能测试;

②拍摄测试视频、编写技术文档。

## 7 总结

依托校企资源,课岗对接,以学生为中心,以产业需求为导向,通过典型工作任务,合理安排课前、课中、课后教学内容,践行“发任务-找问题-解问题-评任务-精任务-拓任务”六步法,有效地培养出能够满足企业需求的高端技术技能人才。

### 参考文献

- [1] 陈志华,陈子鹏,朱汉阳.以项目导向型电子电路板设计与生产的教学研究-以声控LED运行灯项目为例.纺织工业与技术,2021年,50(2):157-158.
- [2] 任枫轩.新形势下“PCB设计与制作”课程动态教学设计与实践[J].教育与职业,2018(18):140-141.
- [3] 龙祖连.《电子线路板设计与制作》项目设计与教学研究[J].电子测试,2019(02).
- [4] 史吉红.从电子设计竞赛的角度,对“电子电路板设计与制造”课程改革的实践与研究.无线互联网技术公司,2019年,16(19):87-88.