

# 基于 MATLAB 的电力电子技术课程可视化教学探究 ——以单相桥式整流电路为例

陆兴娟

苏州信息职业技术学院, 江苏 苏州 215200

DOI: 10.61369/ETR.2026050015

**摘 要 :** 电力电子技术课程是高等职业专科学校机电一体化专业的一门专业核心课程。课程内容主要包括整流技术、逆变技术、变频技术、斩波技术、交流调压技术等, 主要讲授各电路的主要组成器件及分析路中各物理量的波形, 再根据波形来进行各物理量的计算。而波形的学习是比较抽象的, 学生理解起来有一定的难度, 对于高等职业院校的学生来说难度更高。利用 MATLAB 仿真软件可以使抽象的波形形象化、可视化, 方便学生理解掌握课程内容。对于电力电子技术课程内容抽象、电路工作过程难以直接感知的教学难点, 提出将 MATLAB/Simulink 仿真工具融入电力电子技术课程教学的可视化教学方法。本文以单相桥式整流电路为典型案例, 详细阐述可视化教学的实施步骤: 通过搭建仿真模型、设置关键参数、观测动态波形, 将抽象的电路原理、参数影响规律转化为直观的可视化结果。教学实践表明, 该方法能有效提升学生对复杂电路的理解程度, 提升学生的工程实践能力和自主探究兴趣, 为电力电子技术课程教学改革提供了可行路径。

**关 键 词 :** MATLAB; 电力电子技术; 可视化教学; 单相桥式整流电路; 仿真教学

## Exploration of Visual Teaching in Power Electronics Technology Course Based on MATLAB — A Case Study of Single-Phase Bridge Rectifier Circuit

Lu Xingjuan

Suzhou College of Information Technology, Suzhou, Jiangsu 215200

**Abstract :** The Power Electronics Technology course is a core professional course for the mechatronics major in higher vocational colleges. The course content mainly includes rectifier technology, inverter technology, frequency conversion technology, chopper technology, AC voltage regulation technology, etc. It focuses on teaching the main components of each circuit, analyzing the waveforms of various physical quantities in the circuit, and then calculating each physical quantity based on the waveforms. However, the learning of waveforms is quite abstract and difficult for students to understand, and the difficulty is even higher for students in higher vocational colleges. The use of MATLAB simulation software can visualize and materialize abstract waveforms, facilitating students' understanding and mastery of the course content. Aiming at the teaching difficulties of abstract content and difficult direct perception of circuit working processes in the Power Electronics Technology course, this paper proposes a visual teaching method that integrates the MATLAB/Simulink simulation tool into the teaching of the Power Electronics Technology course. Taking the single-phase bridge rectifier circuit as a typical case, this paper elaborates on the implementation steps of visual teaching in detail: by building a simulation model, setting key parameters, and observing dynamic waveforms, abstract circuit principles and parameter influence laws are transformed into intuitive visual results. Teaching practice shows that this method can effectively improve students' understanding of complex circuits, enhance their engineering practical ability and interest in independent exploration, and provide a feasible path for the teaching reform of the Power Electronics Technology course.

**Keywords :** MATLAB; power electronics technology; visual teaching; single-phase bridge rectifier circuit; simulation teaching

## 一、引言

### (一) 研究背景

电力电子技术课程作为电气自动化、机电一体化等专业的核

心课程, 包括电路结构、电流变化、触发电路等核心内容, 是连接电气理论与工程应用的关键桥梁。但是, 该课程的特点是“理论性太强、抽象程度又高、工程实践突出”的特点。一方面, 整流电路、逆变电路等电路的工作原理涉及开关器件的动态导通与

关断过程，电路中的电压、电流波形随时间变化的规律难以通过文字描述直观呈现；另一方面，传统教学中使用的实体实验设备存在成本高、参数调节受限、操作风险大等问题，无法满足学生自主探究多工况、多参数影响规律的需求，导致学生普遍存在“理论与实践脱节”“对电路工作机制理解不透彻”等问题。

MATLAB/Simulink 作为一款功能强大的工程仿真软件，具备模块化建模、可视化仿真、数据分析便捷等优势，已广泛应用于电气、机械、自动化等领域的教学与科研中。其提供的电力系统模块库 (SimPowerSystems) 可快速搭建各类电力电子电路模型，实时输出电压、电流等物理量的动态波形，实现“抽象理论可视化、复杂过程直观化”，为解决电力电子技术课程的教学痛点提供了有效工具<sup>[1-2]</sup>。

### (二) 研究意义

理论意义：丰富电力电子技术课程的教学方法体系，探索“仿真可视化 + 理论讲解 + 实践验证”的融合教学模式，为抽象工程类课程的教学改革提供理论参考。

实践意义：通过 MATLAB 仿真的可视化呈现，帮助学生快速理解单相桥式整流电路等核心内容的工作原理；降低实践教学门槛，让学生在无实体设备的情况下自主开展参数调节、工况模拟等探究性学习，提升工程应用能力和创新思维<sup>[3-4]</sup>。

### (三) 示例教学

(1) 仿真调试：本论文选择以单相桥式可控整流电路电阻性负载为例，来详细讲解利用 MATLAB13a 在电力电子技术课程教学中的应用。图1是单相桥式可控整流电路电阻性负载原理图<sup>[5-6]</sup>。首先根据图1所示原理图，在 MATLAB13a 仿真软件中选取元器件、搭建仿真模型，如图2所示。其次是仿真模型中的元器件设置参数，那么设置 u2 电源 220V、50HZ、初相位为 0 度；晶闸管 VT1、VT2、VT3、VT4 为系统默认参数；触发脉冲发生器 ug1 脉冲幅度 5V、脉冲周期 0.02S（保证和电源 u2 同步）、脉冲宽度 5%、脉冲延迟角  $30 \times 0.02 / 360$ （假设控制角为 30 度）；触发脉冲发生器 ug2 脉冲幅度 5V、脉冲周期 0.02（保证和电源 u2 同步）、脉冲宽度 5%、脉冲延迟角  $210 \times 0.02 / 360$ （触发晶闸管在电源负半波导通，延迟角比 ug1 滞后 180 度）；负载电阻 R 设为 2 欧姆；测量电压、测量电流工具为系统默认值；平均值测量工具设为 50HZ，示波器通道设为 2 个通道。仿真时长设为 0.04 秒（波形显示 2 个周期），仿真数值计算方法选 ode23t。最后，点击仿真，双击示波器，得到如图3所示波形。

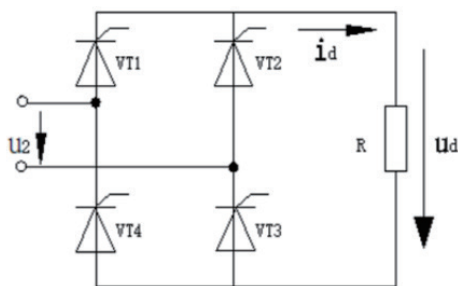


图1 电路原理图

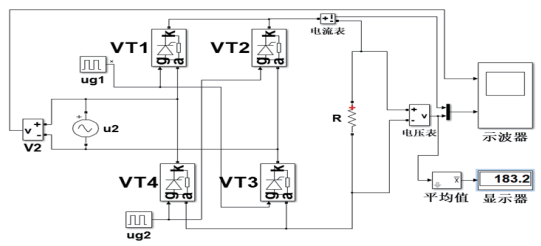


图2 单相桥式全控整流电路接电阻性负载

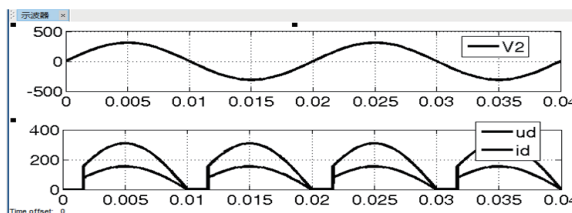


图3 控制角 30 度时电源电压、负载电压、负载电流的波形

(2) 波形分析：图3示波器一共有2个信号通道，第1个信号通道有一个波形，第2个信号通道有二个波形。第1个通道显示的是电源 u2 的波形，第2个通道是负载电阻上电压 ud 和电流 id 的波形。一方面：使学生容易理解和掌握整流的概念。整流就是交流电变成直流电。通过仔细比较第1通道电源电压 u2 波形——有正半周和负半周是交流电，第2通道电阻负载电压 ud 波形——只要缺角的正半周是直流电。得到结论：输入 u2 交流电，输出 ud 直流电。电路能够完成整流<sup>[7-8]</sup>。另一方面：使学生很容易理解和掌握电阻性负载的特点。电阻性负载特点是流过电阻的电压和电流波形形状相似，并可以突变，数值上满足欧姆定律。通过仔细比较第2通道中负载电压 ud 和负载电流 id 的波形，得到结论：电压波形、电流波形形状相似，可以突变。根据前面参数设置， $u_d = i_d R = 2i_d$ 。得到结论：数值上满足欧姆定律。

(3) 输出电压平均值 Ud：从图2可以看出，测量平均值 Ud 显示器的读数为 183.2V，根据理论分析得到的计算公式  $U_d = 0.9U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$  和参数设置  $U_2 = 220V$ ， $\alpha = 30^\circ$ ，可以计算出  $U_d = 184.7V$ ，理论计算值和仿真实验测量值很接近。绝对误差  $184.7V - 183.2V = 1.5V$ ，相对误差  $(1.5 \div 184.7) \times 100\% = 0.8\%$ ，这误差在合理的范围内，所以验证了理论分析得到的计算公式的正确性。改变脉冲发生器的脉冲延迟角，即使  $\alpha$  分别取 60 度、90 度、120 度、150 度，比较仿真测量值和计算值，分别计算绝对误差和相对误差<sup>[9-10]</sup>，都一一验证了计算公式的正确性。让学生明白理论和实际是会有点区别的，在实验中误差是不可避免的，而错误是不可以有的，要实事求是记录数据。

## 二、总结

在对电力电子电路的分析过程中，由于电力电子器件所固有的非线性等特点，使分析比较困难。但是利用 MATLAB 仿真软件，为电力电子电路分析提供了方便，大大简化了电力电子电路的分析过程，只需简单操作即可建立电路模型。

未来可进一步拓展 MATLAB 在电力电子技术教学中的应用场景：一是结合 MATLAB App Designer 开发专属教学工具，简

化仿真模型搭建流程，提升学生操作便捷性；二是融入虚拟仿真实验平台，实现“线上仿真+线下实体实验”的混合式教学；三

是将仿真教学延伸至逆变电路、斩波电路等更多核心内容，构建完整的可视化教学体系，为培养高素质工程技术人才提供支撑。

## 参考文献

---

- [1] 刘进军, 王兆安. 电力电子技术 (第 6 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.
- [2] 胡寿松. 自动控制原理 (第 7 版) [M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [3] 姜增如. MATLAB 在电气工程中的应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [4] 于润伟. MATLAB 基础及应用 (第 6 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2024.
- [5] 曹弋. MATLAB 教程及实训 (第 4 版) [M]. 机械工业出版社, 2024.
- [6] 李翠玲, 张浩, 陆剑峰. MATLAB 于控制工程虚拟实验编程 [M]. 机械工业出版社, 2023.
- [7] 刘燕. 电力电子技术 [M]. 机械工业出版社, 2020.
- [8] 张建才. 新能源汽车电力电子技术 [M]. 机械工业出版社, 2024.
- [9] 周永勤, 李然, 于乐等. 电力电子技术基础 [M]. 机械工业出版社, 2023.
- [10] 吴新开. 电力电子技术及应用 [M]. 实验室研究与探索, 2023.