

# 基于BOPPPS教学模式与DeepSeek融合的电路原理教学设计

田亚男, 雷红玮, 汪刚, 张娟, 李广地

东北大学信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年12月11日; 录用日期: 2026年1月12日; 发布日期: 2026年1月19日

---

## 摘要

电路原理是高校信息类相关专业的必修专业基础课, 具有内容多、理论难、计算量大等特点。传统的电路原理教学中存在学时不足、学习效率低下、教学模式单一等问题。为解决上述问题, 课程组整合各种线上和线下教学资源, 将BOPPPS教学模式与生成式AI工具DeepSeek相融合应用到课堂教学中, 探索了DeepSeek在电路原理教学中的应用路径, 以正弦稳态电路的分析为例进行了教学案例的设计。这种教学设计充分体现了“以学生为中心”的特点, 促进学生的主动学习和深度参与, 开阔了学生的视野, 有效提升了学生的学习效果。

---

## 关键词

教学设计, 教学模式, DeepSeek, 以学生为中心

---

# Teaching Design of Circuit Principles Based on BOPPPS Teaching Model and DeepSeek

Yanan Tian, Hongwei Lei, Gang Wang, Juan Zhang, Guangdi Li

College of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang Liaoning

Received: December 11, 2025; accepted: January 12, 2026; published: January 19, 2026

---

## Abstract

Circuit principles is a compulsory foundational course for information-related majors in universities, characterized by its broad content, theoretical complexity, and significant computational demands. Traditional teaching of this course often faces challenges such as insufficient class hours, low learning efficiency, and a monotonous teaching approach. To address these issues, the course team has integrated various online and offline teaching resources, combined the BOPPPS teaching

model with the generative AI tool DeepSeek, and applied this integrated approach in classroom teaching. The implementation pathways of DeepSeek in teaching circuit principles are explored, and a teaching case is designed using the analysis of sinusoidal steady-state circuits as an example. This instructional design fully embodies the student-centered philosophy, encourages active learning and deep engagement among students, broadens their academic horizons, and effectively enhances learning outcomes.

## Keywords

**Teaching Design, Teaching Model, DeepSeek, Student-Centered**

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

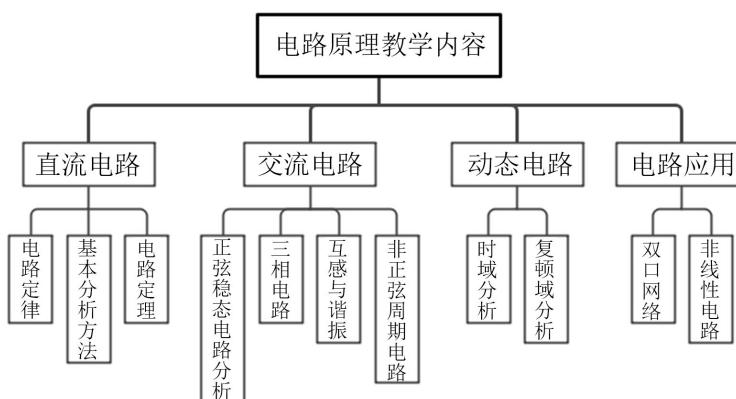


Open Access

## 1. 课程概况

电路原理是我国高校信息类本科专业的必修专业基础课，课程起到承上启下的作用，在数学、物理等公共课和电子技术、自控原理等专业课之间搭建了连接的桥梁，是学好后续专业课程的基础。电路原理课程的教学对象包括自动化、电气工程及自动化、测控技术与仪器、电子科学与技术、机器人工程、通信工程、电子信息工程、人工智能等多个专业，课程教学质量对各专业的学生培养质量有重要影响。

电路原理课程教学内容共包括四个部分，11个章节，如图1所示。第一部分直流电路承接了大学物理中电学的内容，深入讲解电路定律、基本分析方法以及电路定理，虽然在直流电路中讲授，但是这些定律、方法和定理也适用于后续章节电路的求解，因此该部分内容是学好电路原理课程的基础。第二部分交流电路包括正弦稳态电路分析、三相电路、互感与谐振、非正弦周期电路。这部分内容采用相量法求解，涉及了正弦量的相量表示、元件伏安特性的相量形式、电路定律的相量形式、复阻抗和复导纳的概念等内容，在分析电路中使用了大量的复数表示与复数计算，是学生学习的重点与难点。第三部分动态电路包括时域分析方法和复频域分析方法。第四部分电路应用包括双口网络和非线性电路。



**Figure 1.** Teaching content of circuit principles

**图 1.** 电路原理教学内容

电路原理课程具有如下特点：内容多，理论性强，计算量大，知识点之间联系紧密，各章节内容逐次递进，需要学生具有良好的物理基础及扎实的数值计算能力。课程团队通过多年教学实践总结出电

路原理课程教学中普遍存在的问题：① 课程内容多，学时少，教学时间不足；② 定理多，计算量大，学生学习效率低下；③ 传统的教学模式比较单一，缺乏互动性和趣味性，学生学习热情不高。为解决上述问题，课程组整合各种线上和线下教学资源，将 BOPPPS 教学模式与生成式 AI 工具 DeepSeek 相融合应用到课堂教学中，探索了 DeepSeek 在电路原理教学中的应用路径，以正弦稳态电路的分析为例进行了教学案例的设计[1] [2]。

## 2. BOPPPS 教学模式

BOPPPS 教学模式是一种以教学目标为导向、以学生为中心的新型教学模式，包括了课程导入(Bridge)、学习目标(Objective)、课前摸底(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、课后测验(Post-assessment)和归纳总结(Summary)六个教学环节。(1) 课程导入：在开始上课时，教师可以根据教学内容，通过相关联的热门话题、视频、动画、故事等各种方式进行课程导入。课程导入尽量直观简洁，力求生动有趣，激发学生的好奇心和学习兴趣。(2) 学习目标：该阶段的目的是使学生明确本节课的学习目标，便于学生掌握学习的重点和难点。学习目标可以细化为知识、素养和技能等方面。(3) 课前摸底：采用问卷调查、问答互动、小测验、集体讨论等方式了解学生对课程预备知识的掌握情况，从而获知学生的学习需求，以便调整后续教学内容的深度及广度，让课程的目标更加容易实现。(4) 参与式学习：参与式学习是 BOPPPS 教学模式最核心的理念，要求体现“以学生为中心”的教学思想。在讲清概念、重点和难点等主要知识点后，通过采用灵活多变、丰富有趣的方式，引导学生积极参与到学习活动中来，进一步加深学生对教学内容的理解程度，同时也训练了学生的沟通协作能力和语言表达能力。(5) 课后测验：该阶段目的是判断学生是否达到预期的教学目标、验收学生的学习成果。从而及时调整教学设计，更好地达成教学目标。(6) 归纳总结：该阶段的目的在于通过对本节课的知识点和知识脉络的梳理总结，进一步加深学生的印象，便于学生的课后复习和期末复习，从而提升教学效果。在总结过程中，应以学生自己归纳总结为主，教师主要起引导辅助的作用[3]。

## 3. DeepSeek 在电路原理教学中的应用路径

DeepSeek 是由杭州深度求索人工智能基础技术研究有限公司研发的高性能生成式 AI 大模型。目前已经发布了多个开源大模型，包括 DeepSeek-V2、DeepSeek-Coder(代码大模型)、DeepSeek-Math(数学推理模型)等，在多个权威评测中表现优异，尤其在代码生成、数学推理和长文本理解方面表现突出。DeepSeek 推出后立即在工程教育领域体现出巨大的潜力，其卓越的分析、计算、推理能力可以赋能工程教育的全过程，目前的应用范畴涵盖虚拟实验、学习分析、智能辅导、自动评估等[4]。但电路原理不同于一般的工程教育课程，它是电学基础理论课程，课程教学中包含大量的电路理论、数学计算、物理基础知识，旨在培养学生对基础理论的理解及应用基础理论分析具体电路问题。因此在电路原理课程的教学中可以在以下四个路径融合 DeepSeek 应用。(1) 扩展课堂知识。由于授课学时及教材篇幅限制，对于电路理论的建立背景、发展历史、人物传记等无法进行详细介绍。而这些内容可以有效提升学生的学习兴趣和学习热情。教师可以提前给出“提示词”，学生在课余时间通过 DeepSeek 检索“提示词”，自行学习相关内容。(2) 建立知识图谱。利用 DeepSeek 出色的中文长文本理解能力，从电路原理教材或课件文本中提取关键内容，建立电路理论知识图谱，帮助学生进行系统学习和总结，可以显著提高学习效果。(3) 完成复杂数学计算。电路原理课程中包含大量的数学计算，例如：直流电路的求解需要解线性方程组，正弦稳态电路的求解需要进行复数的运算以及解复数方程组，复频域分析需要对分式进行部分分式展开等。大量复杂的数学计算是阻碍学习效率提升的主要问题。DeepSeek 具有优越的数学推理和自然语言理解能力，因此可以在 DeepSeek 中利用自然语言描述出电路中的数学问题，DeepSeek 会给出详细的求解

过程及计算结果。这样可以为学生节省大量的数学计算时间用于电路的分析和设计，能极大提高学习效率。(4) 智能出题和智能答疑。教师和学生可通过提示词在 DeepSeek 中进行智能出题。提示词应尽可能包括题目的数量、知识点、难易程度、是否包含电路和解析等。

## 4. 基于 BOPPPS 教学模式与 DeepSeek 融合的电路原理教学案例

为解决传统的电路原理教学中学时不足、学习效率低下、教学模式单一等问题，激发学生的学习热情，课程组采用线上线下混合式教学方式[5][6]，将 BOPPPS 教学模式与 DeepSeek 应用相融合应用到电路原理教学中，取得了良好的教学效果。以正弦稳态电路的分析为例，介绍基于 BOPPPS 教学模式与 DeepSeek 融合的电路原理教学案例。该内容教学学时为 6 学时，采用线上线下混合式教学的方式，其中线上学时 2 学时，线下翻转课堂 4 学时。

### 4.1. 线上自主学习(2 学时)

线上自主学习部分，采用课程组建设的国家一流线上课程“电路原理”，提前布置学生学习慕课视频：电路分析方法和电路定理。由于正弦稳态电路分析中使用的电路定律、基本分析方法、电路定理等在前述章节的直流电路分析中已讲授过，但是间隔时间较长，所以通过布置线上自主学习的方式对前述直流电路部分章节讲过的分析方法、电路定律、电路定理进行系统的复习，为正弦稳态电路的学习打好基础。

### 4.2. 课堂教学(4 学时)

#### 4.2.1. 课程内容导入(15 分钟)

首先通过播放我国特高压输电技术由落后到领先全球的视频，导入课程内容——什么是交流电。然后介绍历史上直流发电和交流发电的争论，以及目前各国普遍使用的正弦交流电标准。讲授正弦交流电的表示方法，通过具体电路比较直流电路和交流电路在分析计算上的差别，引出正弦稳态电路的分析基础：正弦量的相量表示法。同时指导学生使用 DeepSeek 应用程序，通过提示词“相量法创始人斯泰因梅茨的主要贡献”进行搜索并阅读相关内容，了解相量法的创立背景及意义。通过生动有趣的视频及阅读材料导入课程内容，可以激发学生的学习热情和学习兴趣。

#### 4.2.2. 教学目标发布(5 分钟)

传统的教学模式下，教学目标的设计多以知识目标为主。基于 BOPPPS 教学模式下，教学目标的设计从人才培养的角度出发，以学生能力的培养为核心，明确指出学生需要掌握哪些知识点、应具备哪些能力、达到何种程度。因此对教学目标进行了更加详细的划分，分为知识目标、能力目标和考核目标。在授课过程中通过播放 PPT 明确本章节的教学目标、教学重点及难点。

---

#### 教学目标：

- (1) 知识目标：掌握正弦量的相量表示法、理想元件伏安特性的相量形式；掌握相量形式的基尔霍夫定律；
- (2) 能力目标：能够熟练应用前述章节学习过的电路分析方法(支路法、回路法、节点法等)和电路定理(叠加定理、替代定理、等效电源定理等)分析计算正弦稳态电路；
- (3) 考核目标：十分制课后测验得分大于等于 8 分。

教学重点：掌握正弦量的相量表示法，使用电路定律、基本分析方法、电路定理分析正弦稳态电路

教学难点：正弦稳态电路的求解

---

#### 4.2.3. 课前摸底(15 分钟)

在讲述课程内容之前，通过雨课堂发布课堂测验题，对布置的自学内容进行测试，通过测试结果了

解学生对直流电路部分的电路定律、基本分析方法及电路定理的掌握情况。测验时间 15 分钟，测验题目采用选择题和判断题的形式，以便于及时反馈结果。

#### 4.2.4. 参与式学习(130 分钟)

BOPPPS 教学模式的核心是“参与式学习”，这一环节的组织实施应体现“以学生为中心”，可以采用“翻转课堂”形式。首先，由教师讲解正弦量的相量表示法、阻抗和导纳的概念、理想元件伏安特性的相量形式、基尔霍夫定律的相量形式等理论基础。对于理想元件伏安特性部分，可通过板书的设计，将其时域形式与相量形式进行对比，加深学生对元件伏安特性的理解和记忆。在讲解中应强调正弦稳态电路中的电路定律、基本分析方法、电路定理与直流电路中电路定律、基本分析方法、电路定理具有类似的形式，可以稍加变换后直接使用。然后给出正弦稳态电路分析的四道例题，涵盖了正弦稳态电路中的基尔霍夫定律、回路法、节点法、叠加定理、戴维南定理等知识点，由学生分成四个小组分别作答。作答时间 15 分钟，可以在小组内讨论解答方法及求解结果。然后由每个小组选出一位同学进行讲解，讲解时间 5 分钟，需要讲清解题思路，解答过程及求解结果。其他小组的同学可以对该同学进行提问。最后由教师对各组求解过程进行评价，给出正确答案。在正弦稳态电路的求解中，正弦量采用相量法表示，因此求解过程包含了大量的复数运算，手动计算难度较大。这也是正弦稳态电路分析教学中的难点。学生的大部分学习时间浪费在数值计算上，有效学习时间不足，学习效率低下，导致学习效果较差。为此在教学过程中指导学生使用 DeepSeek 进行复数方程组的求解，可以有效解决该问题。学生可以通过网页或手机应用程序访问 DeepSeek，无需安装复杂的软件。DeepSeek 可以通过自然语言交互，学生只需准确描述问题即可获得详细的步骤、解释和最终解答。例如某电路的回路电流方程在 DeepSeek 中可用自然语言描述为：解复数方程组： $i_{L1} = 1; -(3 + 5j) i_{L1} + (3 + 5j + 5) i_{L2} = -2i_1; i_1 = i_{L2} - i_{L1}; i_2 = i_{L2}$ 。DeepSeek 即可给出详细的求解方程组的步骤及最终结果，如图 2 所示。

解复数方程组 :  $i_{L1}=1 ; -(3+5j) i_{L1}+(3+5j+5) i_{L2}=-2i_1 ; i_1=i_{L2}-i_{L1} ; i_2=i_{L2}$

好的，我们先把题意整理一下。

给出的方程组是：

1.  $i_{L1} = 1$
2.  $-(3 + 5j) i_{L1} + (3 + 5j + 5) i_{L2} = -2i_1$
3.  $i_1 = i_{L2} - i_{L1}$
4.  $i_2 = i_{L2}$

其中  $j$  是虚数单位 (即  $j^2 = -1$ )。

**最终答案：**

$$i_{L2} = 0.6 + 0.2j, \quad i_1 = -0.4 + 0.2j, \quad i_2 = 0.6 + 0.2j$$

其中  $i_{L1} = 1$  已知。

**Figure 2.** Solving systems of complex equations with DeepSeek  
**图 2.** DeepSeek 求解复数方程组

在参与式学习环节利用“多频次、碎片化”的翻转课堂模式，打破了传统的以教师为中心的单一教学模式，可以让学生真正参与到课堂教学中，提高学生的注意力，激发学生的学习热情，培养学生的团队协作能力以及语言表达能力。

#### 4.2.5. 课后测验(15分钟)

课后测验是验收学生学习成果，判断学生是否达到教学目标的重要环节。该阶段通过组织学生完成雨课堂测验题来实现。测验题内容与授课内容一致，以主观题的形式命题，不限制解题方法，要求写出必要的解题过程，答题时间 15 分钟，满分 10 分。答题结束后，由授课教师给出标准答案及给分点，并在雨课堂后台设置学生互评。互评结束后，在雨课堂后台提交的满分答案中，选出用不同方法解答的答案进行投屏分享以及点评，帮助学生巩固学习成果。对于未能达到 8 分的同学，布置同类型试题作为课后练习题。

#### 4.2.6. 归纳总结(20分钟)

归纳总结的目的在于概括知识点和梳理知识脉络，进一步加深学生的印象。BOPPPS 模式更加强调由学生自己进行知识的归纳总结。因此在本阶段采用问答形式，由授课教师提出关于重要知识点的问题，学生可通过提示词在 DeepSeek 检索并结合课堂学习回答问题，实现对知识点的归纳总结。

### 5. 结论

将 BOPPPS 教学模式与生成式 AI 工具 DeepSeek 相融合应用到电路原理课程的教学中，取得了良好的教学效果。该教学模式通过生动的视频及背景故事引入课程内容，课前强化学习目标并通过课前测验摸底了解学生学习基础，利用翻转课堂实现以学生为中心的参与式课堂教学，课后测验巩固以及问答式归纳总结的方式实现了电路原理课教学模式的改革与创新，解决了基础理论课学时不足效率低下的问题，打破了传统的以教师为中心的教学模式，激发了学生的学习热情。在参与式教学的过程中，指导学生使用生成式 AI 工具 DeepSeek 生成课程背景知识、计算正弦稳态电路以及归纳总结知识点，开阔了学生的视野，解决了内容多学时不足的问题，有效提升了学生的学习效果。但也应注意学生在学习电路理论的过程中对 AI 工具过度依赖所形成的思维惰性，以及盲目信任 AI 工具所造成认知偏差等问题。

### 基金项目

本论文由“2023 年东北大学本科教育教学改革项目”(项目编号：XJGRD202301)、“东北大学信息学院 2025 年本科教育教学研究与改革项目”、“东北大学信息学院 2025 年度课程建设项目”资助。

### 参考文献

- [1] 李华, 吴建华, 等. 电路原理[M]. 第 4 版. 北京: 机械工业出版社, 2020: 140-147.
- [2] 张谦, 李春燕, 肖冬萍, 等. 基于雨课堂的“电路原理”课程混合式教学改革与实践[J]. 工业和信息化教育, 2020(2): 37-42.
- [3] 汪枫. BOPPPS 教学模式在课程教学中的运用与探索——以“雷达原理与系统”课程中“模拟 I/Q 正交鉴相电路”为例[J]. 教育教学论坛, 2022, 3(10): 119-122.
- [4] 赵姝, 等. DeepSeek 在中学信息科技课程教学中的应用研究[J]. 中国教育信息化, 2025, 31(5): 43-53.
- [5] 商云晶, 程春雨, 高庆华. 基于翻转课堂模式的模拟电路课程设计教学改革与实践[J]. 实验室科学, 2020, 23(3): 129-132.
- [6] 于歆杰. 以学生为中心的教与学——利用慕课资源实施翻转课堂的实践[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2017: 1-5.