

基于AI场景生成技术的理论教学改革研究

陈 杰*

西安航空学院电气与信息工程学院, 陕西 西安

收稿日期: 2026年7月15日; 录用日期: 2026年9月4日; 发布日期: 2026年9月11日

摘 要

以半导体晶体管、场效应管和氮化镓导电机理为例研究了基于AI场景生成技术的理论教学改革方法。通过案例探讨了第一代晶体管到当前的发展历程。紧扣产业发展的关键技术选择, 深刻剖析了双极型晶体管、MOS管的导电原理。提出了符合产业实际的双极型晶体管、MOS管电路模型。文章研究了电子技术理论课程内容和产业发展融合的改革方法, 借助生成式AI技术将产业发展面临的技术问题和解决方案栩栩如生地展示出来。通过深入研究第一代晶体管至MOS管, 再到氮化镓半导体的产业发展历程, 用AI生成技术展现了半导体产业发展的技术选择。本文的研究成果为电子技术的课程内容改革提供了范例。

关键词

生成式AI, 电子技术, 双极型晶体管, 金属氧化物场效应管, 氮化镓三极管

Research on the Reform of Theoretical Teaching Based on AI Scenario Generation Technology

Jie Chen*

School of Electrical and Information Engineering, Xihang University, Xi'an Shaanxi

Received: July 15, 2026; accepted: September 4, 2026; published: September 11, 2026

Abstract

This study investigates a reform method for theoretical teaching by leveraging AI scenario generation technology, focusing on the conduction mechanisms of semiconductor transistors, field-effect transistors (FETs), and gallium nitride (GaN) devices. Through representative cases, it reviews the developmental trajectory from first-generation bipolar junction transistors to contemporary

*通讯作者。

semiconductor technologies. Aligned with key technologies critical to industrial advancement, the paper provides an in-depth analysis of the conduction principles of transistors and MOSFETs, and proposes transistor and MOSFET circuit models that reflect real-world industrial practices. Furthermore, it explores strategies for integrating electronic technology curricula with industry development. By employing generative AI, complex technical challenges and corresponding solutions in the semiconductor industry are vividly visualized and reconstructed. Through a detailed examination of the evolution from early transistors to MOS structures and subsequently to GaN semiconductors, AI-generated scenarios effectively illustrate the pivotal technological choices shaping the semiconductor industry. The findings of this research offer a practical paradigm for curriculum reform in electronic technology education.

Keywords

Generative AI, Electronic Technology, Bipolar Junction Transistor, Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET), Gallium Nitride (GaN) Transistor

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. 引言

生成式人工智能是基于大数据和算法模型生成文本、图片、声音、视频、代码等内容的人工智能技术分支。2022年11月, Open AI推出了第一代大模型——ChatGPT, 标志着大模型应用成功落地。至此, 生成式人工智能形成了具体的产品形态和应用模式, 引起了各行各业的广泛关注[1]。生成式人工智能给社会各个层面带来的影响之广泛前所未有, 科技、教育和文化都未能幸免。近年来生成式人工智能应用在国内教学案例研究中逐渐受到重视, 其通过模拟和生成多样化的教学场景, 为教学提供了更为丰富和生动的素材。文献[2]指出, AI技术为高职英语教学带来了新的机遇, 通过优化教师、学生与教材之间的互动, 显著提高了教学效果。这一观点同样适用于场景生成技术, 其在高职英语教学中的应用, 能够生成更为贴近实际的教学场景, 增强学生的实践能力和语言运用能力。文献[3]将AI大语言模型应用于“新质”音乐教学, 拓展了音乐课的教学方式和教学形态。文献[3]为AI大语言模型在音乐教学中的应用提供了借鉴, 通过生成多样化的音乐教学场景, 可以提高学生的音乐素养和审美能力。文献[4]基于生成式AI技术研究了三维四阶五提升模型驱动的分析化学教学改革。场景生成技术可以在化学实验教学中生成虚拟实验场景, 提高学生的实验操作能力和安全意识。文献[5]将AI生成技术用于建造智能实训课堂教学表明AI场景生成技术在技能教育中的应用同样具有广阔前景, 能够为学生提供更为真实和贴近实际的操作场景, 提高其实践能力和职业素养。场景生成技术应用在国外教育研究中也取得了诸多进展。文献[6]提出, 通过人工智能技术增强教育改革和创新能力已成为教育领域日益关注的话题, 人工智能技术的出现使全面深入的教学评估成为可能, 为场景生成技术在教学案例中的应用提供了有力支撑。文献[7]指出, 尽管人工智能技术在辅助教学领域的应用仍存在许多不足, 但其在计算机辅助教学(CAI)中的应用现状已显示出巨大潜力, 为场景生成技术教学案例的构建提供了技术基础。例如, 在理论教学中, 通过AI生成的虚拟场景, 可以模拟复杂的教学情境, 帮助学生更好地理解和掌握抽象概念。文献[8]基于建构主义学习理论, 深入探讨了人工智能技术在音乐作曲教学中的应用, 这一研究同样为场景生成技术在其他学科教学案例中的应用提供了借鉴。文献[8]指出, 人工智能技术可以有效地支持个性化学习模型的构建, 促进教学评估系统的优化和升级, 这些优势同样适用于场景生成技术的教学案例研究。文献[9]聚焦AI技

术在奥林匹克体育竞赛新闻传播中的应用,展示了 AI 技术在不同领域和不同课程教学过程中的广泛应用,间接证明了场景生成 AI 技术在教学应用的可行性和潜力。文献[10]-[12]探索了多种电工和电子技术课程教学改革,但对场景生成 AI 技术在教学应用的并未涉及。

本文聚焦电子技术教学改革,开发实际教学案例,研究用生成式 AI 复原电子技术理论中关键技术节点的现实环境,复现电子技术产业现实发展的场景进程,引导学生发现现实问题,解决现实问题,提升学生理论结合实际的能力,解决传统教育过程中理论和实际产业发展割裂的问题。应该指出,虽然 PSpice 和 ModelSim 能够完成电路仿真,但其课程安排在电子技术之后学习,并且其形式更接近于原理图,为了不引起课程概念混乱并提高和实际产业的结合度,采用 AI 生成式技术完成电子技术课程改革符合电子技术的课程特点和电子技术的产业特点。

2. 电子技术课程与产业发展的关系

2.1. 电子技术课程简介

电子技术课程内容包括模拟电子技术和数字电子技术。在应用型高校电类专业的人才培养体系中,模拟电子技术(简称模电)与数字电子技术(简称数电)是贯穿“基础认知-工程实践-产业应用”全链条的核心基石。二者分别从连续信号的物理实现与离散信号的逻辑控制两个维度,构建理解电子系统、开展工程实践的底层能力框架,直接决定后续专业课程的学习深度与产业岗位的适配能力。模电与数电共同构成了电类专业“从物理世界到数字系统”的知识桥梁,二者既分工明确又深度融合,形成完整的电子系统认知闭环。模电以连续时间信号为核心,聚焦电子元器件(二极管、三极管、MOS 管、运放等)的物理特性与电路实现,解决“如何将真实世界的物理量转换为可处理的电信号”“如何实现信号的放大、滤波、变换与功率驱动”等关键问题。数电以离散时间信号(二进制)为核心,聚焦逻辑运算、存储传输与系统集成,解决“如何用 0/1 表示信息”“如何实现复杂逻辑控制与数据处理”等问题。在应用型高校弱电类专业中,模拟电子技术是“硬件与物理世界交互的语言”,数字电子技术是“系统控制与逻辑运算的语法”,二者共同构成学生工程素养的“底层操作系统”。其基础作用不仅体现在知识传授与能力培养上,更直接影响人才培养的产业适配度。唯有夯实模电数电基础,才能使学生真正具备“懂原理、能设计、会调试”的工程实践能力,成为支撑电子信息产业发展的高素质应用型人才。电子技术在人才培养中的作用如图 1 所示。

2.2. 电子技术产业发展历程

1904 年英国物理学家弗莱明发明真空二极管,实现交流电整流。1906 年美国发明家德福雷斯特发明真空三极管,具备信号放大功能。其核心原理为热电子的发射效应,通过控制栅极电压调节阳极电流。1947 年 12 月贝尔实验室肖克利、巴丁、布拉顿成功研制出点接触晶体管。1948 年肖克利提出 PN 结理论,奠定半导体物理基础。1950 年首个商用晶体管在贝尔实验室问世。1958 年德州仪器基尔比研制首块锗基集成电路,包含 1 个晶体管和 3 个电阻。1959 年仙童半导体诺伊斯发明硅平面工艺集成电路,实现商业化量产。1965 年摩尔提出“摩尔定律”,指出集成电路上可容纳的晶体管数目每 18 个月翻一番。电子技术产业发展史是一部创新驱动、应用牵引、全球化协作的技术进步史。从电子管到晶体管,从集成电路到 SoC,从单一功能到智能化系统,每一次技术跃迁都深刻改变了人类社会的生产方式、生活方式和思维方式。每一轮产业发展产生的电子产品都会更快、更便携、功耗更低且性能更强。

当前,电子技术产业正站在新一轮变革的关口,宽禁带半导体、人工智能、量子计算、生物电子等前沿技术将塑造未来产业格局。

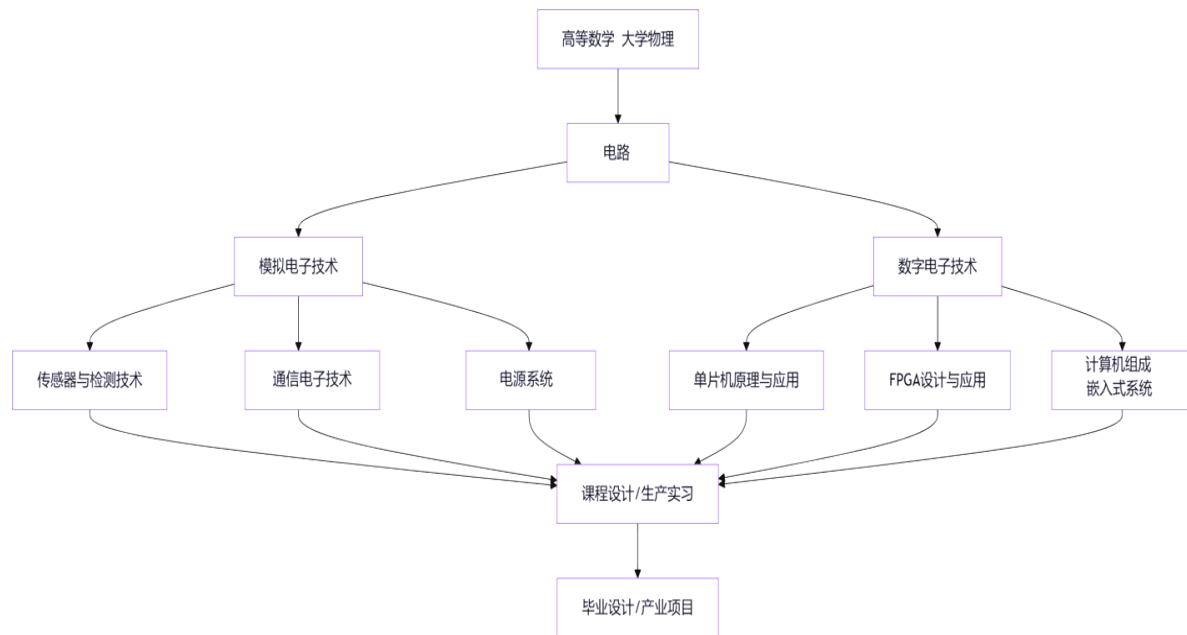


Figure 1. The role of electronic technology in the cultivation of electrical engineering talents
图 1. 电子技术在电类人才培养中的作用

2.3. 当前电子技术课程教学面临的困境和解决方案

传统意义上应用型电子技术课程内容包括理论和实验两部分。实验在课程内容中的占比较少，一般为验证性质，用于验证理论的正确性并锻炼学生的操作能力。理论内容占电子技术的大部分比例。当前，电子技术的教材和课件理论内容安排都遵循原理 - 分析方法 - 常见电路分析设计的顺序。表面上看，这种安排符合理论方法至应用的常见思维，在过去一段时间取得了较好的效果。但是，其内容是按照学生学习的逻辑习惯安排的，忽视了实际产业发展的内在逻辑，割裂了课程内容和产业技术的实际状况。必然导致课程内容静止僵化，跟不上快速发展的产业形势，造成教育产业两张皮现象，学生不适应产业发展，产业对学生掌握的内容不满意。

解决这一问题的方法是对传统教学内容和教学方法进行改革。首先基于 AI 场景生成技术，紧扣产业发展的实践重新设置课程内容，按照发展中的实际问题 - 原理分析 - 产业实际解决方案的实际产业发展逻辑安排课程内容。以前，课程内容中有众多环节呈现困难，现在基于 AI 场景生成技术的强大能力可以成功解决，这为教学内容的改革提供了强劲动力和手段。其次，鼓励学生基于 AI 分析寻找答案，回答产业发展实际中选择某种技术的实际原因，提升学生分析实际问题和服务产业的能力。

基于 AI 场景生成技术的电子技术的教学改革内容广泛而深刻，不是一篇论文能够完成论述的，本文以半导体晶体管、场效应管和氮化镓导电机理为例，探求基于 AI 场景生成技术的电子技术的教学改革内容改革的思路和方法。

3. 基于 AI 场景生成技术的半导体晶体管、场效应管和氮化镓导电机理案例开发

3.1. 双极型晶体管、场效应管导电机理传统内容和教法

当前，电子技术的教材只有双极型晶体管和场效应管的内容，缺乏新兴的第三代半导体器件氮化镓三极管的导电机理内容。并且对当前广泛产业化的主流场效应管只讲授初代工艺(2000 年)原理，而目前的场效应管已经由初代鳍状(FinFET)工艺(2010 年以后)演进至环栅(GAAFET)工艺(2026 年)。因此，教

材内容已经严重滞后产业发展 20 余年。产业的每一次演进和选择都有深刻的技术和社会背景原因，并且产业的选择一定是合理的选择，只有掌握了这些演进的逻辑和原理才能理解产业发展的深层逻辑，培养出具有产业逻辑思维、满足产业需求的应用型人才。而这些恰恰是当前的传统教材和教学内容严重缺失的部分。

3.2. 基于 AI 场景生成技术的半导体晶体管、场效应管和氮化镓导电机理内容案例开发

案例 1: PN 结理论由肖克利提出。PN 结是半导体物理和晶体管的基础。PN 结存在于 P 型和 N 型半导体的交界面处。PN 结具有单向导电性。第一代半导体三极管称为晶体管。1950 年首个商用晶体管在贝尔实验室问世。1950 年的产业背景是真空二极管和真空三极管已经被应用于电路设计 40 多年了，但真空三极管包含气体，存在尺寸大、频率低、寿命短、不能集成等缺点。产业需要全固态的半导体三极管。NPN 晶体管用一个很薄的 P 型半导体将两个 N 型半导体隔开。P 型半导体称为基区 B，引出一个电极称为基极 B。两个 N 型半导体中掺杂浓度高的区称为发射区 E，引出一个电极称为发射极 E，另外一个 N 型半导体称为集电区 C，引出一个电极称为集电极 C。晶体管制作工艺简单、尺寸小，获得了广泛应用。

NPN 硅晶体管基区 B 掺杂浓度低，而发射区 E 掺杂浓度高，集电区掺杂浓度介于 B 区和 E 区之间。显然，B 区 E 区边界和 B 区 C 区边界形成两个背靠背的 PN 结。B 区尺寸很薄，其极限尺寸仅能容下两个 PN 结。C 区和 E 区尺寸比 B 区大。在 B 极和 S 极之间加正向电压 0.7 V，使 BE 之间的 PN 结导通，在 C 极和 E 极之间加正电压 12 V，12 V 电压和 C 极之间串联一个 LED 灯和一个 750 欧姆电阻，则 LED 灯亮。NPN 半导体三极管的等效电路如图 2 所示。图 2 中 B 区是两个背靠背的 PN 结，用两个背靠背的二极管代替。E 区和 C 区等效为两个电阻。应该指出，晶体管的这个等效电路符合产业实际，从未被公开发表过。

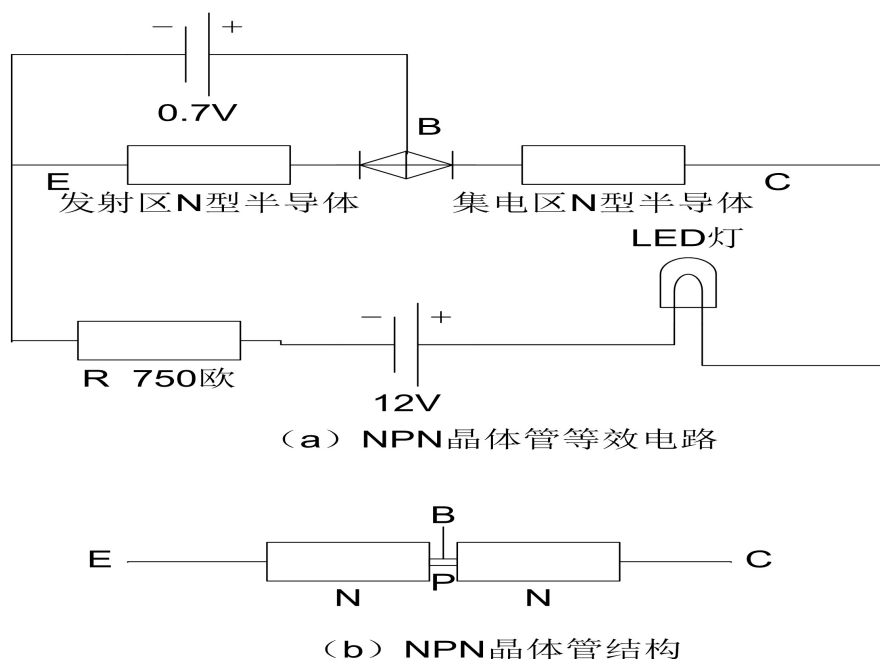


Figure 2. Equivalent circuit of NPN semiconductor transistor

图 2. NPN 半导体三极管的等效电路

图 2 用 Visio 绘制，基于图 2 用元宝的创作功能——AI 生图功能生成实物连接图，如图 3 所示。

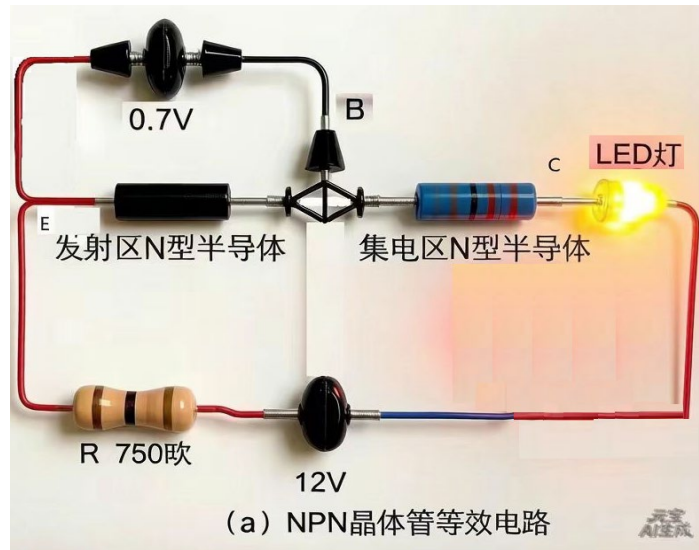


Figure 3. The AI-generated physical connection diagram of Figure 2(a)
图 3. 图 2(a)的 AI 生成实物连接图

显然，在 NPN 三极管中，BE 之间的二极管导通则 NPN 三极管 CE 导通，BE 之间的二极管截止则 NPN 三极管 CE 截止，其实质是用 BE 之间的二极管控制 CE 之间的连接导通状态。其缺点是 BE 之间的二极管导通需要的驱动电流为微安级。对包含百万级半导体器件的大规模集成电路，微安级的驱动电流功耗太高，发热太大，成为不可承受之重。因此，在大规模集成电路中 NPN 和 PNP 晶体管被淘汰，而与之导电原理类似的结型场效应管(JFET)在大规模集成电路中也被淘汰。

案例 2：在大规模集成电路中，普遍采用金属氧化物场效应管(MOS)。增强型 NMOS 管结构如图 4 所示。

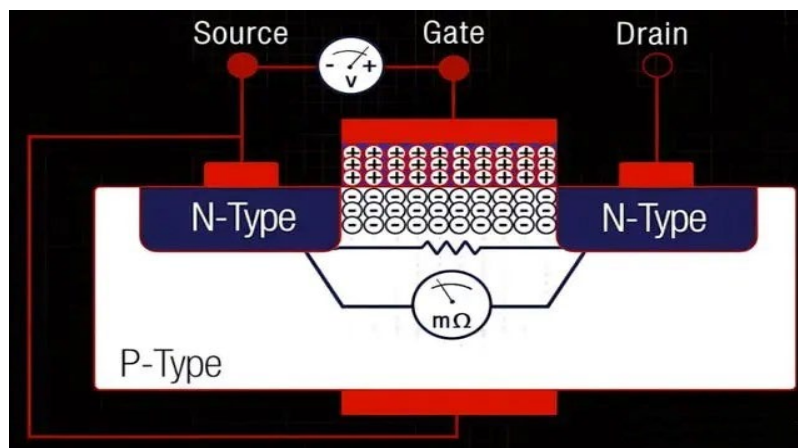


Figure 4. MOS transistor structure diagram
图 4. MOS 管结构图

图 4 中，Source 表示源极 S。Gate 表示栅极 G。Drain 表示漏极 D。N-Type 和 P-Type 分别表示 N 型半导体和 P 型半导体。栅极和半导体之间存在二氧化硅绝缘层，所以栅极和源极之间是绝缘的，相当于绝缘体，电阻可达 10^{13} 欧姆。因此，栅极和源极之间加输入电压时，输入电流比 NPN 和 PNP 晶体管低

7 个数量级。当栅极和源极之间加正电压时会形成 N 型导电沟道，导通电阻可达毫欧级，比 NPN 和 PNP 晶体管的导通电阻低 5 个数量级。

集成电路中 MOS 管面临的问题在于当栅极和源极电压为零时，DS 之间存在一对背靠背的二极管，其中一个二极管处于反偏，如图 5 所示。反偏时仍然有反向电流，约为 μA 级别，称为漏电流。超大规模集成电路中 MOS 数量很多，漏电流造成的功耗是芯片功耗的主要部分。其原因在于电路绝大多数时间处于这一状态。

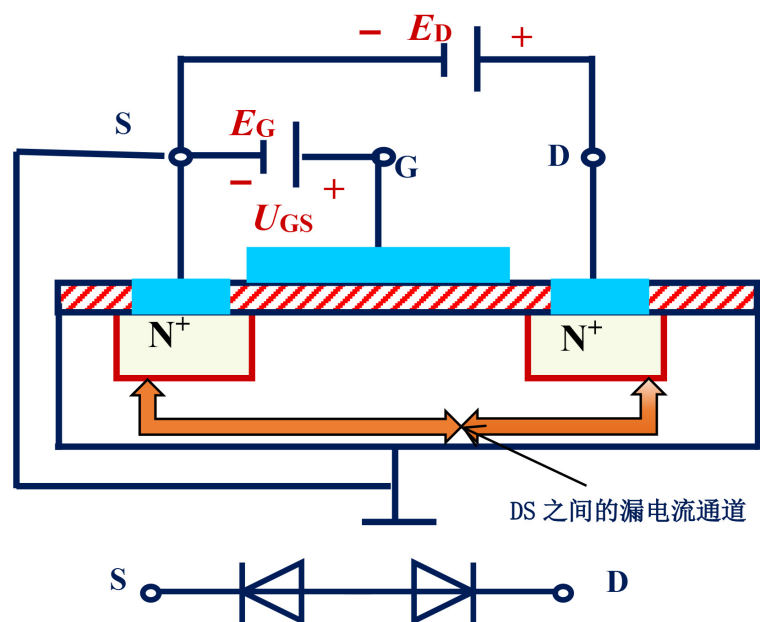


Figure 5. MOSFET leakage current diagram
图 5. MOS 管漏电流图

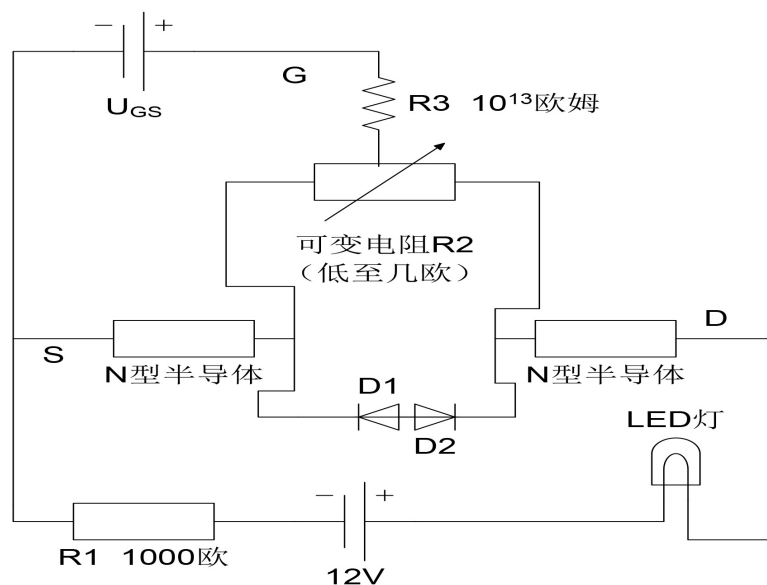


Figure 6. The equivalent circuit of Figure 5
图 6. 图 5 的等效电路

图 5 的等效电路如图 6 所示。可变电阻 R_2 的阻值由 U_{GS} 确定，其大于开启电压时， R_2 的阻值可低至几毫欧，此时 DS 之间存在导电沟道。注意，硅基 MOS 管 R_2 最低为几欧姆，氮化镓材料的 R_2 最低为几毫欧。应该指出，MOS 管的这个等效电路符合产业实际，从未被公开发表过。

图 6 用 Visio 绘制，基于图 6 用元宝的创作功能 - AI 生图功能生成实物连接图，如图 7 所示。图 7 中半导体材料为氮化镓，其导通电阻低至几毫欧。

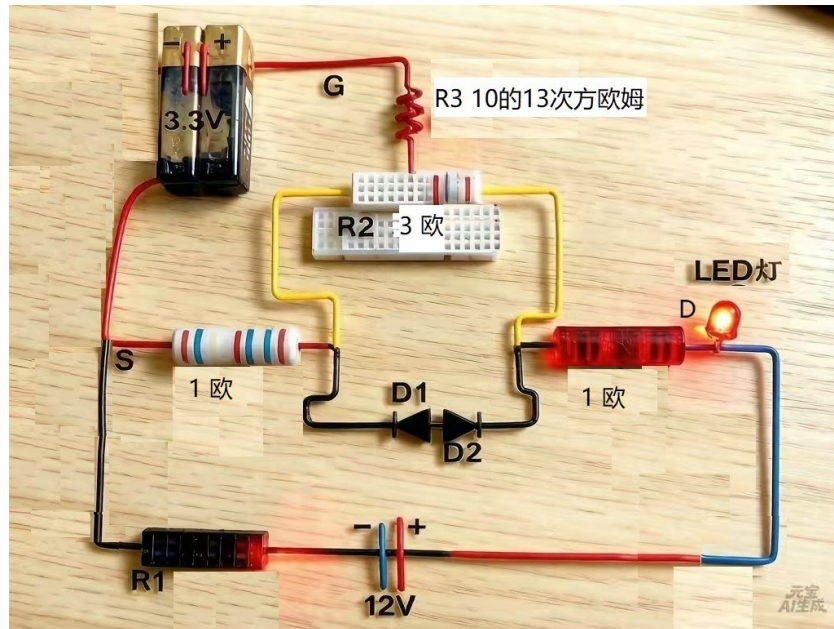


Figure 7. The AI-generated circuit from Figure 6

图 7. 图 6 的 AI 生成电路

图 7 的效果栩栩如生，表达了增强型 NMOS 三个电极 GDS 之间的电路等效关系，也揭示了其导电本质。

20 多年来，MOS 工艺一直是半导体工艺的主流。漏电流是基于 MOS 工艺芯片功耗的主要决定因素，为了降低芯片功耗，MOS 工艺已经过平面型 FET (Planar FET, 2000 年至 2010 年)、鳍式 FET (FinFET, 2011 年至 2026 年)和环栅 FET (GAAFET 和 MBCFET, 2026 年)，如图 8 所示。

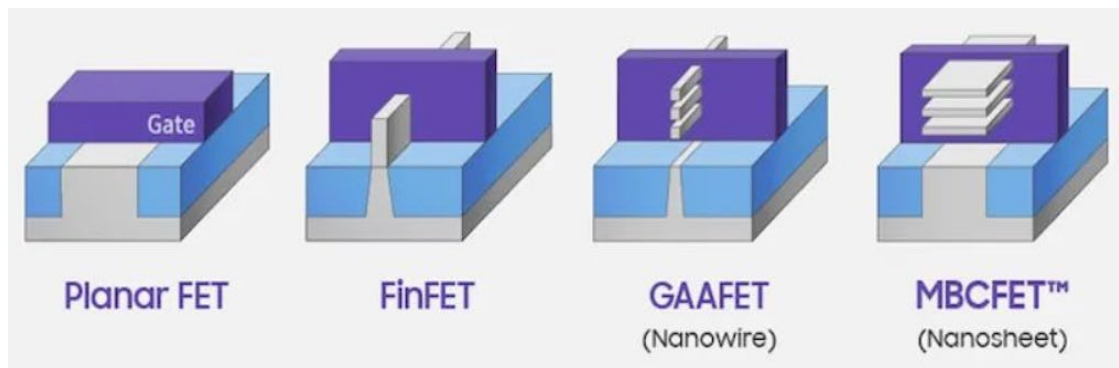


Figure 8. MOS transistor process structure diagram

图 8. MOS 管工艺结构图

硅基 MOS 管的导电沟道在 SiO_2 和半导体界面处，是“表面沟道”，载流子紧贴 SiO_2 界面输运，易受界面态、散射影响，所以电阻率大、电子迁移率低、开关速度慢，如图 9 所示，红色为电子，表面凹凸不平。为了克服这些缺点，科学家开发了氮化镓半导体。最常见的增强型 p-GaN HEMT，其沟道位置不在“栅氧下方”，而在 AlGaN/GaN 异质结界面处，形成距表面约几 nm 的二维电子气(2DEG)。这是异质结自发极化和压电极化感生的体异质结沟道，属于“异质结沟道(二维电子气)”，远离表面钝化层，界面散射小、迁移率高，所以电阻率小、电子迁移率高、开关速度快，如图 10 所示，红色为电子，表面很平整。并且氮化镓属于高禁带半导体材料，稳定性比硅基半导体高。因此氮化镓在航空航天等对稳定性、带宽要求高、效率高的场合得到了广泛应用。



Figure 9. Schematic diagram of the SiO_2 surface of the MOS transistor
图 9. MOS 管 SiO_2 表面示意图



Figure 10. Schematic diagram of the nitride-gallium conductive channel interface
图 10. 氮化镓导电沟道界面示意图

4. 结论

以双极型半导体晶体管、场效应管和氮化镓三极管的导电机理为例研究了基于 AI 场景生成技术的理论教学改革方法。通过案例深入探讨了第一代晶体管的缺点，给出了产业选择 MOS 管的原因，并进一步分析了 MOS 管的缺点，讲述了氮化镓半导体的产业发展历程，用 AI 生成技术展现了半导体产业发展的技术选择。探讨了电子技术理论课程内容和产业发展融合的方法，借助生成式 AI 技术将产业发展面临的问题栩栩如生的展示出来。本文的研究成果对电子技术的课程内容改革提供了范例。

基金项目

陕西省“十四五”教育科学规划 2025 年度课题：AI 技术在低空通信技术课程个性化教学改革中的应用研究(No.SGH25Y3268)。西安航空学院 2025 年度高等教育教学改革研究项目：基于 AI 融于产业发

展的电子技术课程教学改革研究(No.25JXGG2013)。中国高等教育学会 2024 年度高等教育科学研究规划课题：产教融合赋能新一代通信技术数字创新工匠人才培养实践研究(No.24RH0401)。

参考文献

- [1] 黄廷祝. 人工智能时代教学形态的主动变革[J]. 中国大学教学, 2025(1): 85-91+107.
- [2] 梁娟, 甘桂林. AIGC 在高职“服装英语”教学中的应用实践路径研究[J]. 纺织报告, 2025, 44(1): 119-121.
- [3] 滕腾. AI 辅助音乐教育“新质”教学应用研究[J]. 中国音乐, 2025(4): 137-146.
- [4] 郭晶晶, 安明, 张俊清, 等. 三维四阶五提升模型驱动的生成式 AI 赋能分析化学教学改革研究[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2025, 41(5): 15-20.
- [5] 邓伟欣. AI 技术在智能建造实训课堂教学中的应用研究[J]. 信息系统工程, 2025(12): 158-161.
- [6] Hao, M., Wang, Y. and Peng, J. (2024) Empirical Research on AI Technology-Supported Precision Teaching in High School Science Subjects. *Applied Sciences*, **14**, Article 7544. <https://doi.org/10.3390/app14177544>
- [7] Wang, X. (2021) Research on the Application of AI Technology in Computer-Assisted Instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, **1992**, Article 022030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1992/2/022030>
- [8] Cui, Z. (2025) Research on the Application of AI Technology in Music Composition Teaching. *Journal of Higher Education Research*, **5**, 595-599. <https://doi.org/10.32629/jher.v5i6.3396>
- [9] Xie, P.P., Nazmi Sannusi, S., Nie, K.S., *et al.* (2025) Application of Artificial Intelligence in Sports News Dissemination of Paris Olympic Games. *TPM: Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology*, **32**, 392-408.
- [10] 韦薇薇. 融合人工智能的电工电子技术课程教学改革探索[J]. 教育进展, 2025, 15(12): 339-343.
- [11] 王海波, 霍炎, 刘颖, 等. 面向“新工科”建设的“模拟电子技术”课程改革[J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(3): 1-4.
- [12] 田园. Proteus 虚拟仿真软件在电子技术基础课程中的应用研究[J]. 电子元器件与信息技术, 2025, 9(11): 271-273+277.