



遼寧省工業職業大學

教 案

(2025-2026 学年 第一学期)

课程名称: 电工电子技术

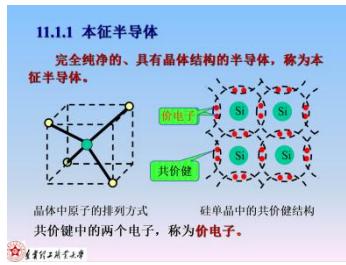
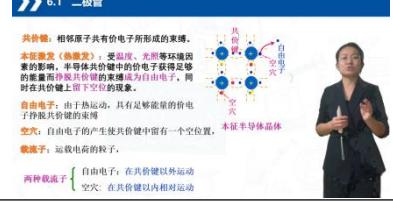
课程类别 (总学时) : 专业基础课 (48 学时)

主讲教师: 赵欣兰

开课单位: 智能制造学院

授课班级: 2025 机械设计制造及其自动化 (专升本) 一班
2025 机械设计制造及其自动化 (专升本) 二班
2025 机械设计制造及其自动化 (专升本) 三班
2025 机械设计制造及其自动化 (专升本) 四班

授课题目	项目 11 常用半导体器件及基本放大电路（一） 11.1 半导体, 11.2 半导体二极管, 11.3 特殊二极管		
学时	2	授课顺序	13
授课地点	机电楼 303/机电楼 403	授课形式	课堂讲授
参考文献	<p>本课程以张建文所编, 西北工业大学出版社于 2020 年 4 月出版的《电工与电子技术》作为主要教材。同时, 为更好地支持 1+X 证书相关要求, 将李文军、王欢编著, 航空工业出版社出版的《电工电子技术基础与应用》作为辅助参考教材。</p>		
数字教学资源	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 雨课堂平台（课前发布学习任务, 课中开展随堂测试） ◆ 微视频（供学生课前预习） ◆ PPT 课件（课中展示知识点, 助力知识传授） ◆ 国家高等教育智慧教育平台与智慧树平台（用于扩充知识储备） ◆ 学习强国 APP（可获取行业动态、政策法规, 汲取思政养分） ◆ Multisim 仿真软件（进行电路仿真） 		
教学目标	<p>知识目标</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 了解半导体的基本概念、特性及其分类; ● 掌握半导体二极管的结构、工作原理及特性; ● 了解特殊二极管的工作原理及应用。 		
教学目标	<p>能力目标</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 能够识别常见的半导体器件, 并熟知其电路符号; ● 能够分析二极管在电路中的作用, 并能进行简单的电路设计。 		
教学目标	<p>素质目标</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 培养学生严谨的科学态度和逻辑思维能力; ● 培养学生创新意识和探索精神。 		
教学重点	<ul style="list-style-type: none"> ● 半导体二极管的结构与工作原理; ● 二极管的伏安特性曲线及其应用。 		
教学难点	<ul style="list-style-type: none"> ● PN 结工作原理、二极管的应用 		

教法	<p>【讲授法】阐释基本概念，助学生明晰理论；</p> <p>【案例分析法】通过实际电路案例分析，帮助学生掌握电路分析方法；</p> <p>【讨论法】通过小组讨论，激发学生的思维，培养团队合作能力。</p>	学法	<p>【理解记忆法】</p> <p>【案例练习法】</p> <p>【分组讨论法】</p>
教学准备	课程标准、教学日历、教案讲稿、课件、视频		
教材处理及数字化资源情况	<p>雨课堂平台（课前发布学习任务）</p>  <p>PPT 课件（课中展示知识点）</p> 	<p>雨课堂平台（课中开展随堂测试）</p>  <p>国家高等教育智慧教育平台与智慧树平台（用于扩充知识储备）</p> 	<p>微视频（供学生课前预习）</p>  <p>学习强国（获取行业动态、政策法规，汲取思政养分）</p> 
教学实施			
课前活动			
教学环节	<p>教学内容</p> <p>发布预习任务：</p> <ol style="list-style-type: none"> 二极管的结构与符号 PN结的单向导电性（核心物理机制） <p>发布讨论题：</p> <ol style="list-style-type: none"> 手机充电线有物理防呆，反向无法插入；但电路内部正负极接反会损坏主板、影响设备运行。若在电路输入端反向并联 	<p>教师活动</p> <ul style="list-style-type: none"> 雨课堂领取学习任务 在雨课堂发布本次授课内容、讨论题 监督线上完成学习任务 	<p>学生活动</p> <ul style="list-style-type: none"> 雨课堂在线上进行自主学习 监督线上完成学习任务 <p>设计意图(含课程思政元素)</p> <ul style="list-style-type: none"> 通过系统讲解知识、直观的视频展示，引导学生深入剖析半导体的基本概念与特性，为后续基本放大电路、集成运算放大器等课程以及后续专业课程的学习奠定坚实基础。 强化思政渗透：讲解二极管伏安特性时，引入“量变—

	普通二极管，基于其反向截止特性，该二极管对电路保护有何作用？		ut0806100 9450/hfut0 806100945 0/2629045 5/video/66 745389?ch annel=i.are a.recent_se arch	质变”思想。将伏安曲线类比成功前的奋斗阶段，积累过程就像二极管升压到导通电压后导通，实现质变。引导学生遵循、运用规律，以坚韧毅力、不懈努力赢得成功。
--	--------------------------------	--	--	--

课堂实施

教学环节	教学内容	
一、导入新课（5分钟）	<p>◆ 导入新课</p> <p>1. 问题导入： 【提问】我们日常生活中使用频率极高的手机、电脑等电子设备，其核心部件究竟是什么呢？大家开启头脑风暴，分享见解。 【过渡】其实芯片就是核心，它如同设备的“智慧大脑”，集成海量元件，主导设备运行与信息处理。而芯片是用半导体材料制造的。 【引出核心内容】半导体用途远不仅仅是造芯片，像圣诞树小彩灯闪烁时，里面就藏着常用半导体器件——二极管。接下来探究常用半导体器件的奥秘。</p> <p>2. 展示实物： 展示常见的半导体器件，激发学生的学习兴趣。</p> 	<p>以日常电子设备为切入点引导学生思考，借芯片过渡至半导体知识，顺势引出本节新知。再播放二极管应用图片，为学生带来直观感受。</p> <p>思政融入：讲述我国半导体研究初期技术封锁的严峻形势，强调我国科学家在面对此困境时，心怀祖国科技发展大局。引出“自强不息”、“不畏困难”的爱国热情。</p>

二、新课教学(60分钟)

◆ 新课教学

11.1 半导体

11.1.1 半导体基本概念

【定义】导电能力介于导体和绝缘体之间的物质

典型材料：为硅（Si）、锗（Ge）、砷化镓

【特性】

☒ **热敏性**：温度影响导电能力

☒ **光敏性**：光照影响导电能力

☒ **掺杂性**：掺入杂质改变导电特性

【分类】

1. 本征半导体

纯净、具有晶体结构的半导体，存在自由电子和空穴两种载流子（二者会发生复合）

2. N型半导体

掺入五价磷元素→**自由电子**为多数载流子，整体呈电中性，如图1所示。

3. P型半导体

掺入三价硼元素→**空穴**为多数载流子，整体呈电中性，如图2所示。

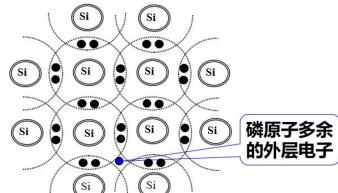


图1 N型半导体

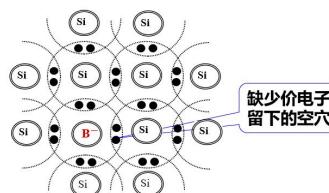


图2 P型半导体

11.1.2 PN结

【形成】当P型半导体与N型半导体相互接触时，由于两侧半导体中载流子浓度存在显著差异，会引发载流子的扩散运动。这种扩散运动导致在接触区域，P型半导体一侧因失去空穴而呈现负电性，N型半导体一侧因失去电子而呈现正电性，从而形成空间电荷区（又称耗尽层）。随着扩散的持续进行，空间电荷区产生的内电场逐渐增强，对进一步扩散起到阻碍作用。最终，载流子的扩散运动与漂移运动达到动态平衡状态，PN结形成，如图3所示。

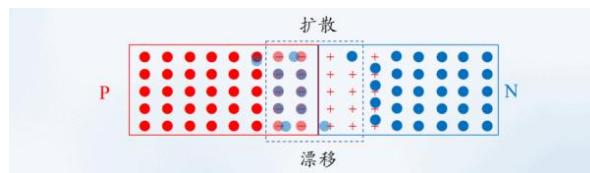


图3 PN结示意图

引入半导体基本概念，明确特性，让学生建立起对半导体的初步认知框架，为后续PN结形成知识的学习筑牢根基。

通过动画演示，呈现PN结处于正向偏置和反向偏置状态下不同的特点，帮助学生直观理解PN结的单向导通特性。

【偏置特性】

1. 正向偏置

当 PN 结的 P 区与电源正极相连、N 区与电源负极相连时, 即处于正向偏置状态。在此情形下, 外加电压所形成的电场方向与 PN 结内建电场方向相悖, 从而对内建电场起到削弱作用。内建电场的减弱致使耗尽层宽度变窄, 进而降低了载流子跨越 PN 结的阻力。此时, P 型半导体中的多数载流子——空穴, 以及 N 型半导体中的多数载流子——电子, 能够较为顺畅地通过 PN 结, 形成规模较大的正向电流, PN 结表现为导通特性, 如图 4 所示。

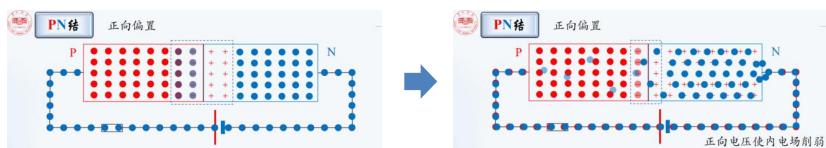


图 4 PN 结正向偏置示意图

2. 反向偏置

当将 PN 结的 P 区与电源负极相接、N 区与电源正极相连时, 即构成反向偏置状态。在此情况下, 由外加电压所引发的电场方向与 PN 结内建电场方向一致, 二者相互叠加, 使得内建电场强度增大。内建电场的增强促使耗尽层宽度进一步拓展。在此种条件下, P 型半导体与 N 型半导体中的多数载流子因受到较强内建电场的阻挡, 难以跨越 PN 结进行扩散运动。仅有少数载流子在内建电场的作用下产生定向移动, 形成极为微弱的反向电流, 此时 PN 结呈现截止状态, 如图 5 所示。

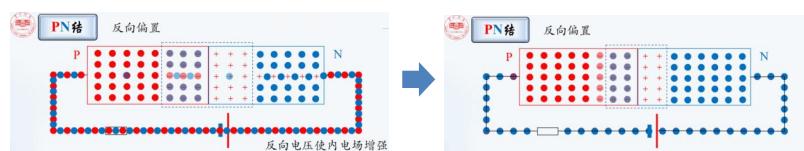


图 5 PN 结反向偏置示意图

● 结论: 单向导电性

☆ 学生活动:

【理解记忆】观看载流子运动动画, 参照流程图, 梳理本征半导体中自由电子与空穴运动规律, 明确 N 型和 P 型半导体核心差异。

【分组讨论】围绕“掺杂为何不改变半导体电中性”在组内交流, 派代表回应教师提问并阐述结论。

11.2 半导体二极管

11.2.1 基本概念

【基本结构】

PN 结 + 引线 + 管壳 = 二极管(Diode)

【分类】

● 按材料: 硅二极管、锗二极管

● 按结构: 点接触型、面接触型、平面型

借助板书以流程图的形式, 依次呈现 P 型半导体的形成、N 型半导体的形成、PN 结的形成以及二极管的形成过程。助力学生准确厘清半导体、PN 结、二极管三者之间的区别与内在关联。

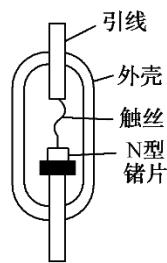


图 6 点接触型

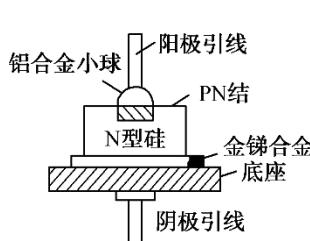
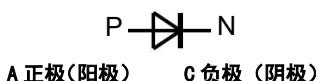


图 7 面接触型

【电路符号】



11.2.2 伏安特性

【正向特性】

● 死区电压 U_{th}

硅管 0.5V

锗管 0.1V

● 导通电压 $U_{D(on)}$

硅管 0.6-0.7V 通常选取 0.7V

锗管 0.2-0.3V 通常选取 0.2V

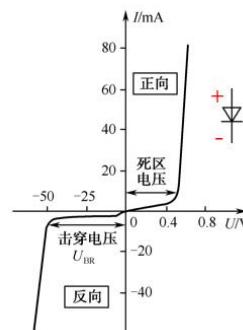


图 8 伏安特性曲线

【反向特性】

● 反向截止区：反向电流小且稳定(称为“反向饱和电流”)

● 反向击穿区：反向电压达 U_{BR} 时，电流突增，器件易损坏。

这部分内容为教学重点，需着重进行讲解。借助 Multisim 仿真软件开展伏安特性曲线的动态仿真实验，助力学生直观地理解其特性。

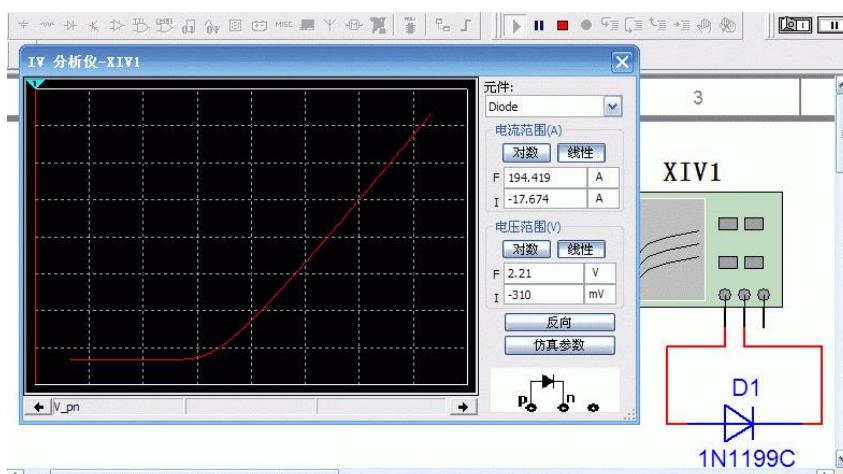


图 9 伏安特性曲线仿真分析图

【主要参数】

● 最大整流电流 I_{FM}

二极管长时间正向导通时，允许通过的最大正向平均电流即为最大整流电流 I_{FM} 。在实际应用过程中，流经二极管的电流不得超过该数值。一旦超出，二极管会因过热现象而遭受损坏，进而影响电路的正

思政融入：结合二极管伏安特性，阐释马克思主义哲学中“量变到质变”的深刻规律，引导学生重视积累、遵循科学规律。

常运行。

● 反向峰值电压(最高反压) U_{RM}

二极管反向截止时,能承受的外加最高反向工作电压,也叫最高反压。通常情况下, U_{RM} 的数值约为二极管反向击穿电压 U_{BR} 的一半。

● 反向峰值电流 I_{RM}

常温下,二极管两端施加反向峰值电压 U_{RM} 时流经的电流。该参数可反映二极管质量, I_{RM} 大则单向导电性差。一般硅管反向电流比锗管小,单向导电性和温度稳定性更优。

【应用】

● 整流

将交流电变换为脉动的直流,如图 10。

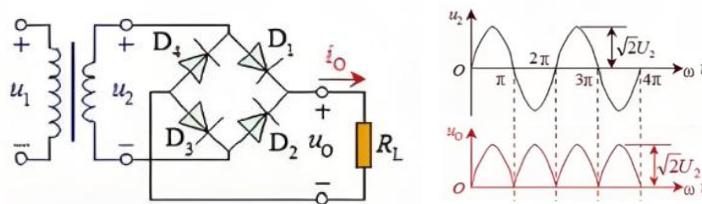


图 10 单相桥式整流电路及输出电压波形图

● 锯齿

将某一点的电位限制在规定的电位上的电路,如图 11。

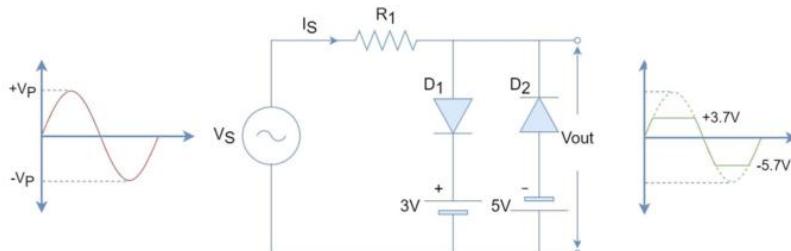


图 11 二极管限幅电路及输出波形图

☆ 学生活动:

【分组讨论】聚焦 PN 结伏安特性,小组围绕“正向区电压量变如何引发电流质变”展开讨论,结合曲线分析死区电压到导通电压的量变质变过程,深化特性理解。

【案例练习】结合单相半波整流、二极管钳位案例,学生独立分析不同时刻 PN 结的导通/截止状态,练习用单向导电性解释整流、钳位的工作原理,完成知识落地。

11.3 特殊二极管

【稳压二极管】

● 特性: 反向击穿区电压稳定,与适当电阻配合可稳定电路电压。

● 应用: 手机充电器、电脑电源中的稳压电路。

● 关键参数: 稳定电压(U_Z)、稳定电流(I_Z)、最大稳定电流(I_{ZM})。

聚焦二极管的应用
开展知识拓展,深入剖析其在各类电路中的关键作用与运行机制,为后续直流稳压电源学习搭接知识桥梁。

思政融入: 通过二极管的整流和锯齿应用,揭示其严格遵循自身电学规律以实现特定目标的原理,引导学生将二极管依规律行事的特质内化为自身行动准则,树立“规则意识”与“原则意识”。

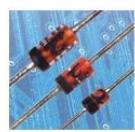


图 12 外形

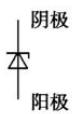


图 13 符号

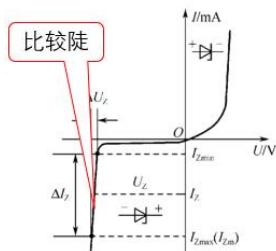


图 14 伏安特性

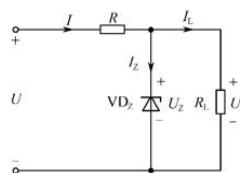


图 15 应用电路

【发光二极管 (LED)】

- **特性:** 正向导通时发光, 导通电压约 2V, 工作电流为毫安级。
- **应用:** 电源指示灯、电子秤等。
- **识别:** 管脚较长者为阳极。



图 16 外形



图 17 符号

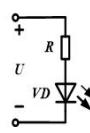


图 18 工作电路

【光电二极管】

- **特性:** 反向电流随光照强度增大而增大, 无光照时反向电流(暗电流)极小。
- **应用:** 光电传感器、烟雾探测器等。



图 19 外形



图 20 符号

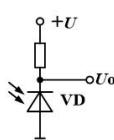


图 21 工作电路

☆ 学生活动:

【理解记忆】梳理各特殊二极管的结构、符号、核心特性, 理解并记忆稳压管反向击穿稳压、LED 正向导通发光、光电二极管光照控反向电流的专属工作规律, 区分与普通二极管的差异。

三、课堂互动与测试（10分钟）

◆ 课堂互动与测试

【雨课堂随堂测试】

半导体载流子相关问题（空穴性质、N型/P型半导体载流子浓度关系）

二极管导电性及正向压降问题

【小组讨论】

结合预习讨论题，分析二极管保护电路的工作原理

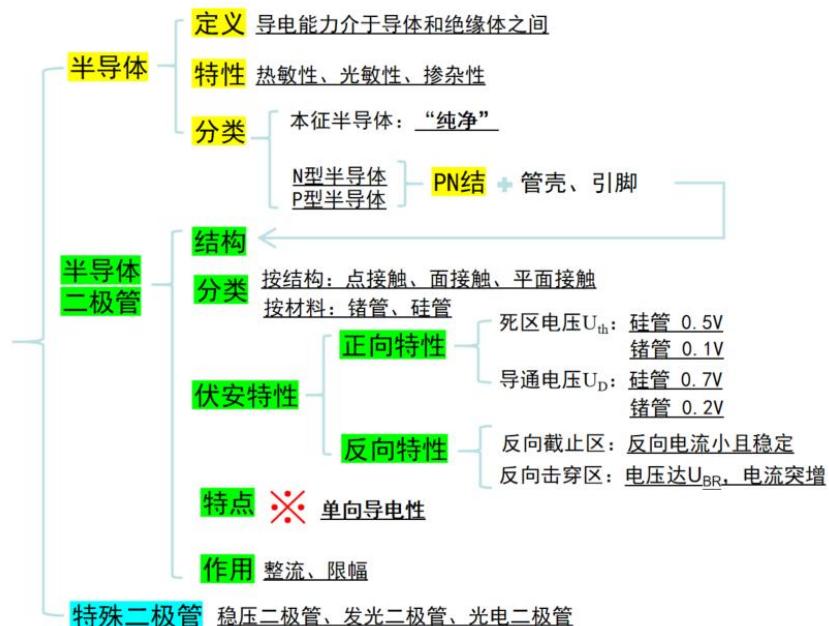
通过雨课堂随堂测试，借助反馈的数据反映学生对知识点的掌握情况。

针对测试中的易错点、知识点盲区进行讲解。

四、小结与作业（5分钟）

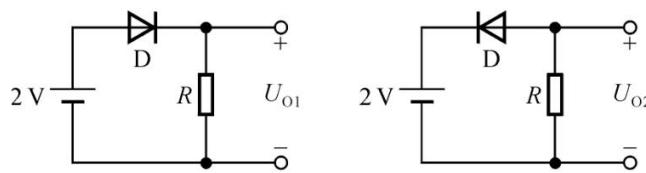
◆ 小结与作业

【知识点梳理】



【布置作业】

写出下图所示各电路的输出电压值（二极管导通电压 $U_D=0.7V$ ）。



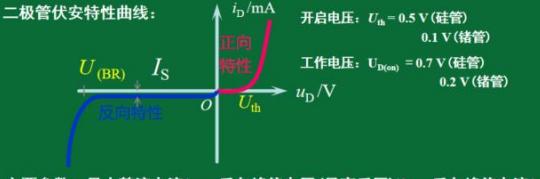
板书设计

项目11 常用半导体器件及基本放大电路（一）

11.1 半导体
定义：导电能力介于导体和绝缘体之间的物质
特性：热敏性、光敏性、掺杂性

11.2 半导体二极管
符号： 核心特性：单向导电性

本征半导体
5价磷元素
N型半导体
3价硼元素
P型半导体
正极（阳极）
负极（阴极）

二极管伏安特性曲线：

 正向特性
 反向特性
 二极管伏安特性曲线图
 i_D / mA
 $U_{(BR)}$ / V
 I_S / A
 U_{th} / V
 u_D / V
 开启电压： $U_{th} = 0.5$ V (硅管)
 0.1 V (锗管)
 工作电压： $U_{D(on)} = 0.7$ V (硅管)
 0.2 V (锗管)

11.3 特殊二极管
稳压二极管 发光二极管 (LED) 光电二极管

【教学效果】

- 知识目标：**雨课堂测试显示，79%的学生能够答对题目，97%学生掌握二极管导电性等基础问题，87%掌握半导体载流子概念，多数理解基本概念特性；课堂随机提问了3个学生，基本能够区分半导体及二极管类型，基本达成认知目标。

课堂习题

多选题 209
2. 二极管具有____导电性，耗尽层的正向压降为____V。
 A. 单向
 B. 双向
 C. 0.6~0.8
 D. 0.2~0.3
 完成人数：33/40 完成率：83% 正确率：97%

多选题 209
1. 半导体有电子和空穴两种载流子导电，空穴相当子____。本征半导体电子数和空穴数____，N型半导体电子数____空穴数。
 A. 空穴
 B. 电子
 C. 相等
 D. 大于
 完成人数：38/40 完成率：95% 正确率：87%

客观题数
3
完成率：88%
正确率：79%

课堂讨论

课堂讨论
课堂时间：2025-11-04 14:38 星期二
结束时间：2025-11-04 18:19 星期二
详情 >
详情
解题数：1
提问数：1
随机点名：1
互动数：1
李福康
张锐成
丁丁一

- 能力目标：**小组讨论中，学生能分析二极管保护电路原理，60%能描述反向截止特性应用逻辑；课后作业多数能识别符号，部分能设计简单电路，能力目标部分达成。
- 素质目标：**课堂互动学生参与积极，主动提问，科学态度初步养成。

教学与评价

【教学不足】

- 难点突破效果不佳：**PN结工作原理抽象，仅通过简单动画讲解难以让学生完全理解，部分学生对载流子运动规律仍存在困惑。
- 评价维度不够全面：**学生基础薄弱、课堂专注度不足，单纯评价课堂测试和作业不太适配。

【整改措施】

- 引入动画与视频资源：**搜集相关视频，连同实物共同展示P型半导体、N型半导体以及PN结形成过程中的扩散、复合等运动。
- 完善多元评价体系：**构建多元化评价体系，将考核重心向学生的课堂参与、思维过程及创新实践等维度倾斜。

【教学效果】

本次教学效果基本达标。知识目标上，大部分学生掌握了二极管导电性等基础内容，大部分的同学能够理解核心原理，了解特殊器件应用场景。能力目标基本实现，大部分的学生具备基础电路分析能力。素质目标基本达成，大部分学生课堂互动积极，多数理解“积累与突破”，思政渗透见成效。