

“四环三问” 导向下静态工作点稳定问题的教学设计与实践

杨 明

北京理工大学 广东 珠海 519000

【摘 要】 静态工作点稳定是《模拟电子技术》课程的核心重难点内容，放大电路静态工作点出现漂移，会直接造成信号失真、电路工作异常，也是考核学生电路分析、故障排查与工程调试能力的重要知识点。针对传统课堂理论晦涩、学生被动听讲、理论仿真与实物实操相互割裂、高阶思维训练缺失等现实问题，本文引入“四环三问”教学模式开展重构设计。其中“四环”分为情境启思、探究建构、应用迁移、反思拓展四大教学环节，“三问”依托基础问、探究问、迁移问构建层层递进的问题链。将问题驱动贯穿课堂全程，融合理论推导、软件仿真、硬件实操三类教学形式，打造以学生探究为主体、实践应用为落脚点的课堂体系。经过课堂落地实践证明，该教学设计能够有效拆解抽象知识点，调动学生自主探究热情，稳步提升学生电路分析、问题解决与工程实践能力，可为高职电子技术类课程重难点内容的课堂改革提供可参考的实施范式。

【关键词】 四环三问；静态工作点；放大电路；教学设计；模拟电子技术

1 引言

《模拟电子技术》是高职电子信息工程、电气自动化、机电一体化等专业的专业基础课，课程理论逻辑性强、电路模型抽象、实践操作要求高，是衔接基础文化课与专业核心课的关键纽带。在晶体管放大电路模块中，静态工作点作为电路正常工作的基准参数，其稳定性直接决定放大电路的信号传输质量。受环境温度、元器件参数老化、供电电压波动等外界因素影响，静态工作点极易发生偏移，进而引发饱和和失真、截止失真等故障，这也是电子设备调试、电路检修岗位中高频遇到的工程问题。因此，静态工作点稳定相关内容的教学，不仅要求学生吃透电路结构、理解稳定原理、掌握计算方法，更要逐步建立工程思维，形成分析电路、排查故障、优化电路参数的综合能力。

在以往常规教学中，静态工作点稳定内容大多采用“教师理论讲授 + 公式推导 + 例题练习”的灌输式教学模式，课堂以教师为绝对主体，学生长期处于被动接收知识的状态，教学短板十分突出。首先，三极管温度特性、直流负反馈稳压原理等内容较为抽象，单纯口头讲解难以让学生理解知识本质；其次，教学环节划分零散，理论学习、Multisim 仿真、实物电路训练各自独立，学生无法建立“原理 — 仿真现象 — 实操结果”的内在关联；再次，课堂问题设计偏向浅层认知，大多围绕计算公式、电路结构展开，缺少对故障成因、电路优化、方案设计等高阶问题的引导；最后，学生课堂参与度低，探究意识薄弱，知识停留于纸面，难以转化为岗位所需的实操能力。

“四环三问”教学模式依托建构主义学习理论搭建课堂框架，坚持以学生为中心，按照学生认知发展规律设置结构化教学环节，同时以递进式问题链牵引思维走向，实现知识学习、能力训练、思维培养同步推进。“四环”遵循“感知现象 — 探究原理 — 学以致用 — 总结提升”的完整认知闭环，“三

问”对应认知层级由浅入深，从基础认知逐步过渡到深度探究与综合应用。将该模式应用于静态工作点稳定内容教学，能够把晦涩的电路原理转化为可观察、可探究、可验证、可实操的学习内容，破解传统教学诸多弊端。本文结合课程教学要求与高职学生学情，阐述“四环三问”模式的内涵、完整教学设计、课堂实施过程、实践成效与反思改进，全面展示本次教学改革的具体内容。

2 “四环三问”教学模式的核心内涵

2.1 四环：结构化教学环节，遵循认知发展规律

“四环”即情境启思、探究建构、应用迁移、反思拓展，四个环节前后衔接、环环相扣，形成完整教学闭环，契合模拟电子技术“理论分析 — 仿真验证 — 实物实操”的常规教学逻辑。第一环为情境启思，依托实验现象、工程故障案例创设教学情境，直观呈现矛盾问题，激发学生好奇心与探究欲望，明确本节课学习目标与核心研究方向，做到以情境激趣、以疑问引思。第二环为探究建构，围绕课堂核心问题，组织小组讨论、理论推导、仿真对比、案例剖析等活动，引导学生自主梳理逻辑、推导公式、总结电路规律，主动完成知识体系建构，做到以探究促理解、以思辨明原理。第三环为应用迁移，设计梯度化例题、工程案例、仿真任务与实操项目，引导学生运用当堂所学知识解决具体问题，完成理论知识向实践能力的转化，做到以练习巩固知识、以实操提升技能。第四环为反思拓展，组织学生梳理知识框架、总结易错知识点、反思学习过程中的不足，同时延伸关联知识与行业前沿应用，培养学生归纳总结、批判性思维与创新意识，做到以反思促提升、以拓展拓视野。

2.2 三问：递进式问题链，推动思维逐级进阶

“三问”包含基础问、探究问、迁移问三类问题，以问题作为课堂主线贯穿四大环节，引导学生思维从低阶认知向高阶

应用逐步提升,贴合电子技术课程逻辑推理与工程应用的教学特点。基础问(是什么):聚焦基本概念、电路结构、基础定义等浅层知识,属于低阶认知问题,作用是夯实知识基础,帮助学生厘清基本概念,为深度探究做好铺垫。例如静态工作点的定义、放大电路基本组成、电路元件名称等。探究问(为什么):聚焦原理本质、因果逻辑、规律推导等内容,属于中高阶认知问题,引导学生开展逻辑推理、深度思考,挖掘知识点背后的内在原理,理解电路工作的底层逻辑。例如温度为何会造成静态工作点漂移、分压式电路实现稳压的内在机制等。迁移问(怎么办):聚焦问题解决、电路调试、故障排查、方案优化等工程应用内容,属于高阶认知问题,重点培养学生学以致用、动手实践与创新设计能力,对接岗位实际工作需求。例如如何估算静态工作点、电路出现失真如何调整参数、如何设计高稳定性放大电路等。

3 “四环三问” 导向下静态工作点稳定问题的教学设计

3.1 三维教学目标

结合课程标准、电子岗位能力要求与高职学生认知特点,设定知识、能力、思维三维一体教学目标。知识目标:理解静态工作点的概念与作用,掌握静态工作点漂移的主要诱因;熟知分压式偏置放大电路结构,理解直流负反馈稳定静态工作点的原理;熟练掌握分压式电路静态工作点的估算方法。能力目标:能够使用 Multisim 仿真软件完成电路搭建、参数测量与对比验证;能够独立完成实物电路接线、静态参数测量;可以根据电路故障现象分析静态工作点问题,并完成参数调试与故障修复。思维目标:培养逻辑推理、电路分析与工程思维;养成严谨细致、求真务实的科学态度;提升自主探究、小组协作与问题解决能力。

3.2 教学重难点

教学重点:分压式偏置放大电路的组成结构;电路稳定静态工作点的基本原理;静态工作点的常规估算方法。教学难点:三极管温度特性对静态工作点的影响规律;直流负反馈的工作逻辑与原理推导;理论知识向电路调试、故障排查等工程实践的迁移应用。

3.3 完整教学过程设计(45 分钟课堂,四环融合三问)

第一环:情境启思(8 分钟)——基础问导入,激发探究兴趣

现场开展对比演示实验:搭建传统固定偏置共射放大电路,接入信号源与示波器,室温状态下输入标准正弦信号,示波器显示输出波形完整无失真。随后使用热风枪对三极管进行局部加热,学生可直观观察到输出波形严重畸变,放大电路失去正

常工作能力。结合实验现象抛出基础问:1.什么是放大电路的静态工作点?电路设置静态工作点的意义是什么?2.加热三极管后波形失真,其根本原因是什么?课堂活动安排:教师完成实验演示,全体学生观察波形变化并做好记录;组织学生以四人小组为单位开展简短讨论,结合已学旧知尝试作答。教师汇总学生观点并总结:静态工作点是放大电路正常放大信号的基准,温度变化会造成静态工作点发生漂移,进而引发信号失真。顺势引出本节课课题,明确课堂学习任务。

第二环:探究建构(15 分钟)——探究问驱动,解构原理本质

探究模块一:分析静态工作点不稳定的根源,提出探究问 1:三极管哪些参数会随温度发生改变?温度升高时,集电极电流、基极电流、发射结电压会产生怎样的变化?课堂活动:引导学生结合半导体器件相关知识自主分析推导,师生共同总结规律:环境温度升高,三极管电流放大系数 β 、反向饱和电流 I_{CBO} 增大,发射结电压 V_{BE} 减小,最终导致集电极电流 I_C 上升,静态工作点整体上移,放大电路进入饱和区,产生饱和失真。

探究模块二:探究稳定静态工作点的解决方案,提出探究问 2:想要稳定集电极电流 I_C ,核心设计思路是什么?分压式偏置电路中分压电阻、发射极电阻各自起到什么作用?课堂活动:展示分压式偏置共射放大电路原理图,小组合作开展原理探究。教师分步引导推导稳定逻辑:由 R_{b1} 、 R_{b2} 组成分压电路,保证基极电位 V_B 基本固定;当温度升高造成 I_C 增大时,发射极电流 I_E 同步增大,发射极电阻 R_e 两端电压随之升高,发射结电压 V_{BE} 被拉低,基极电流 I_B 减小,最终抑制 I_C 继续增大,依靠直流负反馈实现静态工作点稳定。同步使用 Multisim 搭建电路,分别设置 25℃、50℃、75℃ 三种环境温度,测量对应 I_C 、 U_{CE} 参数,用仿真数据直观验证电路稳定性。

探究模块三:静态工作点估算推导,提出探究问 3:分压式偏置电路估算静态工作点的核心公式有哪些?计算过程中为何可以忽略基极电流 I_B ?课堂活动:师生共同分步推导计算公式,明确计算顺序:先计算基极电位 V_B ,再求解发射极电流 I_E ,近似得到集电极电流 I_C ,最后计算管压降 U_{CE} 。着重强调分压电流 I_1 远大于 I_B 时,基极电位不受 I_B 变化影响,以此简化计算过程。

第三环:应用迁移(15 分钟)——迁移问落地,强化实践能力

分层设置三类实践任务,依托迁移问引导学生学以致用。基础计算任务,迁移问 1:已知电路参数 $V_{CC}=12V$, $R_{b1}=20k\Omega$, $R_{b2}=10k\Omega$, $R_e=1k\Omega$, $R_c=2k\Omega$, 硅管 $V_{BE}=0.7V$,试估算该电路静态工作点 I_B 、 I_C 、 U_{CE} 。学生独立完成计算,小组交叉核对答案,教师针对计算易错点进行集中讲解。仿真调试任务,

迁移问 2: 在 Multisim 中搭建上述电路, 改变上偏置电阻 R_{b1} 阻值, 观察静态工作点变化; 分别加热三极管, 对比固定偏置电路与分压式偏置电路的稳定性差异。学生分组完成仿真操作, 记录实验数据并分析现象, 教师巡回指导。工程实操任务, 迁移问 3: 完成实物电路搭建, 使用万用表测量 V_B 、 V_E 、 V_C 三个关键电位, 换算出静态工作点; 若实测 $U_{CE} \approx 0.3V$, 电路处于饱和状态, 该如何调整电路参数优化静态工作点? 学生分组接线、测量、调试, 分析故障成因, 通过增大 R_{b1} 阻值降低 I_B , 将静态工作点调整至放大区。

第四环: 反思拓展 (7 分钟) —— 总结升华, 延伸知识边界

设置反思问题: 本节课核心知识脉络是什么? 分压式电路稳定静态工作点的核心逻辑是什么? 学习与实操过程中遇到了哪些难点? 课堂活动: 学生自主梳理知识框架, 按照 “漂移原因 — 稳定电路 — 原理推导 — 计算方法 — 实操调试” 梳理内容; 小组分享学习心得、实操易错点。教师总结本节课核心: 依靠分压固定基极电位, 借助发射极电阻引入直流负反馈, 实现静态工作点稳定。布置拓展内容: 除分压式偏置电路外, 还有温度补偿电路等其他稳定方案, 课后查阅资料, 对比不同电路的优缺点与适用场景, 完成简短学习报告。

3.4 多元教学评价设计

采用过程性评价与终结性评价相结合、多主体参与的综合评价体系, 匹配 “四环三问” 教学目标。总成绩由两大部分构成: 过程性评价占 50%, 包含课堂互动参与 10%、小组探究表现 15%、仿真操作规范 15%、团队协作 10%; 终结性评价占 50%, 包含理论计算测试 20%、实物实操考核 20%、课后拓展报告 10%。评价主体分为学生自评、小组互评、教师评价三方, 全面评价学生知识掌握、实操能力与综合素养。

4 教学实践实施与成效

4.1 实践实施情况

本次教学选取本校 2024 级电子信息工程技术专业两个平行教学班开展对照实验, 实验班采用本次 “四环三问” 教学设计, 对照班沿用传统讲授式教学模式。两个班级师资力量、教学时长、实训设备、学生基础水平保持一致, 整体教学共计 4 课时, 包含 2 课时理论探究、2 课时仿真与实物实操。教学全程严格落实四大教学环节, 以三层问题链驱动课堂互动, 将理论推导、软件仿真、硬件实操深度融合, 突出学生课堂主体地位。

4.2 实践成效

第一, 学生课堂状态明显改善, 学习主动性大幅提升。实验班学生能够主动参与提问、小组讨论与探究活动, 课堂互动

人数、主动提问人数远超对照班。仿真与实物实操环节学生参与热情高涨, 小组分工明确、配合有序, 主动排查电路问题的学生占比达到 70%, 彻底改变了传统课堂沉闷、学生被动听课的局面。第二, 知识理解更加透彻, 理论考核成绩提升显著。课后专项测试数据显示, 实验班静态工作点估算题型正确率达 92%, 对照班为 75%; 针对电路稳定原理、负反馈机制等简答题, 实验班 80% 的学生可以完整阐述逻辑原理, 对照班仅有 45% 学生能够部分作答, 证明新模式帮助学生吃透了知识本质。第三, 实操与故障排查能力全面增强。在统一实操考核中, 实验班 90% 的学生能够规范完成电路搭建、参数测量, 独立处理静态工作点饱和、截止等常见故障; 对照班仅 60% 学生可完成基础操作, 故障排查能力薄弱, 充分体现新模式对实践能力的培养效果。第四, 思维品质与职业素养同步发展。在递进式问题链的引导下, 学生逐步形成 “发现问题 — 分析成因 — 解决问题” 的工程思维, 严谨细致、精益求精的职业素养也在实操训练、小组协作中逐步养成, 更加契合电子行业岗位用人要求。

5 教学反思与改进措施

5.1 教学存在的问题

经过课堂落地复盘, 本次教学设计仍存在三处不足。其一, 探究环节时间把控难度较大, 部分基础薄弱小组对直流负反馈原理理解较慢, 导致整体课堂进度出现小幅滞后; 其二, 分层任务细化程度不足, 针对学困生的引导提示偏少, 学优生缺少高难度拓展任务; 其三, 仿真操作与实物实操衔接不够紧密, 部分学生熟练掌握仿真操作, 但面对实物接线、仪表测量时存在畏难心理。

5.2 后续优化措施

结合现存问题制定优化方案。一是课前推送预习微课、知识点导学单, 提前讲解三极管温度特性、基础电路结构等内容, 降低课堂探究难度, 提升整体效率; 二是进一步细化分层任务, 设置基础巩固、能力提升、创新拓展三级任务, 为学困生配备操作步骤提示, 为学优生增加电路优化、多方案对比等创新任务; 三是强化仿真与实操联动, 在仿真环节增加数据预判任务, 要求学生根据仿真结果预估实物测量数值, 缩小仿真与实操的差距, 缓解学生实操畏难情绪。

6 结语

静态工作点稳定问题是《模拟电子技术》课程中承上启下的重难点内容, 也是培养学生电路分析、工程调试能力的核心载体。“四环三问” 教学模式立足高职学生认知特点, 以情境启思、探究建构、应用迁移、反思拓展四大环节搭建课堂框架, 依靠基础问、探究问、迁移问三层问题链牵引思维进阶, 把抽

象的电路原理拆解为可观察、可探究、可实践的学习内容。该模式充分凸显学生主体地位，兼顾理论学习、仿真验证与实物实操，实现知识传授、能力培养、思维训练与素养培育的有机统一。

教学实践证明，“四环三问”导向的教学设计有效解决了传统教学原理难懂、实践薄弱、思维训练不足等问题，教学效

果提升明显，具备较强的推广价值。在今后的电子技术类课程教学中，教师应持续深化该教学模式的应用，结合行业新技术、岗位新需求不断优化问题设计、教学环节与实践任务，持续提升课堂教学质量，为电子信息行业培养更多理论扎实、技能过硬、素养全面的高素质技术技能人才。

参考文献:

- [1] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础(第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [2] 阎石. 数字电子技术基础(第六版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [3] 李华. 问题导向式教学在模拟电子技术中的应用 [J]. 职业教育研究, 2022 (05): 89-93.
- [4] 王艳. “四环导学”模式在电子技术教学中的实践 [J]. 中国职业技术教育, 2021 (23): 67-71.
- [5] 张敏. Multisim 仿真在静态工作点稳定教学中的应用 [J]. 实验室科学, 2023, 26 (02): 102-104.
- [6] 刘军. 高职电子技术课程 “三问驱动” 教学实践 [J]. 职业, 2024 (03): 78-80.
- [7] 教育部. 高等职业学校电子信息工程技术专业教学标准 [Z]. 北京: 教育部, 2021.