

基于三极管放大电路进阶教学探讨

陈胜灿

广东佛山市华材职业技术学校

摘要：本文通过思维导图总结三极管分压式偏置电路的设计方法，帮助学生理解三极管放大电路的工作原理，这有区别于其他教材只学习计算和组成电路的形式。采用理实虚一体化教学有利于帮助学生对信号的放大过程理解，同时提高了学生电路的分析和设计能力。

关键词：放大电路计算；放大电路设计；思维导图；理实虚一体化

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.07.181

引言

近年来国家工业经济持续发展，在未来的工业发展中，很多企业都出现了“技工荒”。中国制造需要的不单是能上岗的技工，更需要的是能走远的大国工匠型技工。过去的职业教育模式已远不能满足现时的企业岗位要求，为此国家推行职业理实一体化教学，并投入了大量的贴近工业生成情景的教学设备，以满足职业技能培养人才要求。虽然与时俱进的教学设备可以让学生实践并验证理论，但学生更需要有过硬的技术理论，方能适应生产中岗位。

一、中职教材《模拟电子技术》的状况

本次教学研讨主要对中高职业学校的工科类专业的《模拟电子技术》课程进行讨论。该课程是中高职一年级的必修课，旨在培养学生识别与选用模拟电子元器件、认识和分析模拟电子技术基本单元电路及其应用的能力。可是一体化教学开展以来，较多的教材从原来的理论为主，转变为以理论和实训综合的教材，这是弱化了理论基础的学习，反而不利于学生综合素质的持续提升。例如绝大部分的教材在三极管这一章节中，论述的多为三极管放大电路的静态、动态分析和计算。从教多年的教学经验得知，学生需要对三极管的状态转换的电压变化条件理解，方能指导实训。模拟电子技术学科对理论要求较高，可学生理解能力较弱。有经验的教师会从中职学生的课前学情数据分析中得知，学生只具备物理电学基础知识，对模拟电信号在电路中的变化过程缺乏理解，造成了理论理解困难。

本文主要以华材职业技术学校电子中职3+2分段班的《模拟电子技术》课程的三极管基本放大电路为例进行讨论教学。通过对三极管的电流-电压特性曲线的学习，结合 proteus 仿真软件建模理解电路的设计过程，

从而帮助学生理解三极管的三个状态的转换，从而加深电路的计算理解。

二、三极管应用基础学习的必要性

电子技术是19世纪末20世纪初开始发展起来的新兴技术，随着生产和科学技术发展，新器件出现了超大规模的集成电路。可能读者会有疑问：集成电路的出现，应该会代替分立元件晶体管的应用，为什么晶体管应用电路学习还是作为电子技术课程的入门学习重要的章节？其实在市面上流通的电子技术类书籍都是讨论三极管在小信号放大电路中的应用，却极少讨论三极管另外的两个状态饱和、截至状态。书籍上常讨论的晶体管放大状态主要应用在微弱信号的放大电路，这类电路主要是功放、音响或者信号处理等需要提高输出能量的电路。而晶体管饱和、截至状态却是工业上的电源、控制开关的电路中应用十分广泛。掌握三极管开关状态的使用，有利于后面场效应管、IGBT的场景应用。因此在教学内容上，三极管永远是电子技术课程中重要的学习点。

三、三极管偏置放大电路的进阶学习

基于大部分的书中所论述三极管的放大状态，结合多年的电路设计和教学经验，对三极管放大电路的学习提出以下三点想法。

（一）虚拟仿真建模理解三极管状态转换

学生可尝试通过 proteus 仿真软件对三极管进行电路建模如图1分压式共发射极放大电路仿真图所示。使得三极管发射极管脚电压可调，逐渐增加三极管 UBE 电压至 0.7V，这时 C 极电压从 0V 逐渐提升，观察电流、电压的变化，可以让学生理解三极管截至、放大、饱和三个状态的变换过程。

（二）熟练掌握电路的放大倍数计算

教材中都是在预设好的分压式偏置放大电路进行分

析静态工作点、图解动态分析、放大倍数计算。读者经过独立的知识点学习后，相信已经被复杂的理论所拒之学习门外了。所以学生应按照教材的计算分析过程理顺静态工作点、动态分析、放大倍数之间的关系和作用有助于学生理解学什么，怎么学。

(三) 三极管的分层理论学习

三极管电路学习可以分为三个层次。第一层次是学生基本掌握三极管三个状态的管脚电压设置。第二层次是能对偏置电路的静态工作点、放大倍数计算。第三层次能根据实际电路的参数要求,进行元件参数设计电路,并实践验证。电子技术课程是工科入门性质的基础课,需要学会从工程角度思考和处理问题。学生能较好的理解电路特性和计算,可以向学生提出升华的学习要求。学生按要求学习设计电路,实际工程需要证明其可行性,定性分析电路的能否满足功能。这有利于培养高层次行业素养学生分析问题能力。

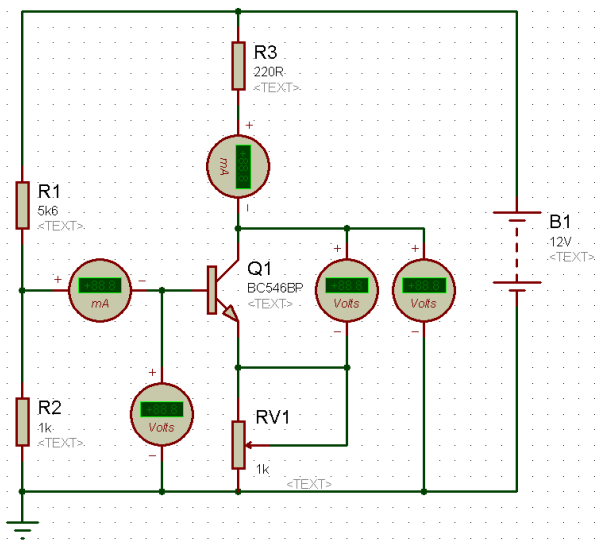


图1 分压式共发射极放大电路仿真

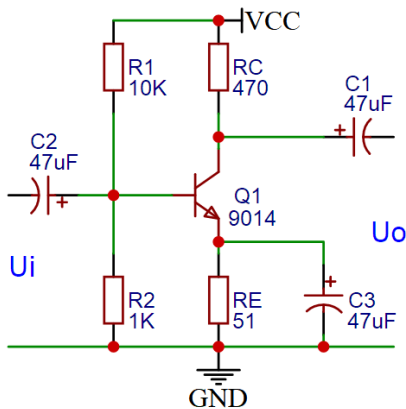


图2 分压式共发射极放大电路图

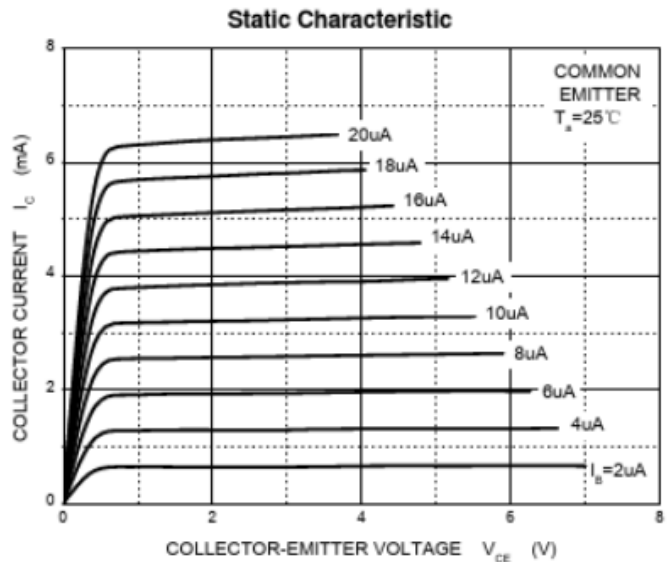


图3 三极管输出特性曲线

四、理虚实一体结合提高学习效率

三极管放大电路这一章节可以说是《模拟电子技术》整书中最枯燥的内容。学生较难理解书中的理论分析观点。因此教师在教学前应先打破教材的固定理论学习顺序,细化学习知识,重组教学内容,制作活页式教材。并利用网络丰富的教学资源,结合探究式教学方法,引导学生讨论学习该章节。例如:三极管静态工作点一节中,教师可以碎片化知识点,知识点细分为三极管截止、饱和、放大三个状态时管脚分别的电压关系。以 proteus 仿真软件重现三个状态下各个管脚的电压、电流变化。教师主导学生认真观察、记录数据、讨论管脚电压与三个状态的关系。一体化课堂是理虚实结合的教学,工科类的课程理论不应该是直接告知学生。理论、虚拟、实训没有固定的顺序,它是交替出现的,从电路仿真结果或学生实训中记录数据,课中讨论分析数据,激发学生学习兴趣和培养学生分析问题能力。

五、思维导图总结电路设计方法

每当讨论三极管放大电路,所有教材必定研究三极管静态工作点的计算。这是培养学生分析问题能力的必经阶段,可是电路是课本预先设置好的,不利于培养学生的工程设计能力。没有课本会告诉你这是为了确定它的静态工作点位置,最终得到它的 AU 放大倍数、动态范围等参数。而教学讨论的第三层次是根据实际电路需求,设计一个三极管放大电路。从多年的电路设计实践经验,

书籍上都是在得知三极管工作在放大状态时的计算。而设计却是工程问题，以 9014 三极管为例，如图 2 分压式共射极放大电路图所示，1) 网上查找三极管 9014 技术手册的 ICQ—UCEQ 的输出特性曲线，如图 3 三极管输出特性曲线图所示，2) 根据三极管的穿透电压选取中间的 UCEQ、Vcc，他们的关系是 $UCEQ = \frac{V_{cc}}{2} - 1$ 。3) 由于预设了 1V 是发射极 RE 两端电压，可以确定 $RE = 1/ICQ$ 的阻值。4) $R_c = 1/ICQ$ 确定集电极电阻。5) $V_B = 1 + 0.7V$ ，由 $1.7 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc}$ 计算 R1, R2 的阻值比值关系，选取接近的阻值能确定 R1, R2 大小。

以上推算过程是经过多次理论和实践验证的设计步骤。学生在学习之前须已经掌握了计算方法，学生不容

易理解或记忆设计的步骤，因为设计的原理需要学生理解三极管 ICQ—UCEQ 的输出特性曲线图，中职生恰恰是缺乏理解电路的抽象思维。英国教学家托尼·博赞提出当遇到信息难以吸收、整理或记忆困难时，可以运用思维导图提高效率。思维导图可以将形象思维和抽象思维很好的结合起来，调动左右脑同时运行，把学生的各个感官调动起来，有助于提高学生记忆力、学习能力、理解能力。对于抽象和难理解的内容，课后学生把思维导图融入到设计电路学习中，并对每一个步加以注释，有助于学生梳理设计的办法，思维导图如图 4 偏置放大电路设计方法所示。让逻辑和想象平衡发展，把设计步骤和注释用“捆绑式”的形象思维导图展示出来，能最大限度的发挥学生的头脑智力，方便学生形成记忆。



图 4 偏置放大电路设计方法

结语

综上所述，《模拟电子技术》课程中，面对不同层面的教育对象，教育者应该都要采用深入浅出的方式让学生理解和接受知识点。教师需要采用知识重构的方式，让学生理解知识的重点难点，以仿真技术重现电路信号的变化，帮助学生理解电路模型的工作原理，用思维导图承载知识要点、设计及计算过程，有助于提高学生的记忆和学习效果，使学生积极参与到学习过程中，优化电子技术课程中学生的学习效率和教学效果。

参考文献

- [1] 尹慧红. 思维的力量 [M]. 北京: 世纪图书出版社. 2019.
 - [2] 杨欣. 实例解读模拟电子技术 [M]. 北京: 电子工业出版社. 2019.
 - [3] 韩伟. 虚拟现实技术 VR 全景实拍基础教程 [M]. 北京: 中国传媒大学出版社. 2019.
 - [4] 孙锦辉. “思维导图”在小学语文教学中的应用 [J]. 现代教育科学. 2017.
- 基金项目: 2023 年 5 月广东省教育厅继续教育质量提升工程职业培训典型项目——智能制造设备安装与调试岗课赛证融通职业培训典型项目 (JXJYGC2022DS130)。