以教学分析促进新工科物联网专业《模拟电子技术》教材更新*

李峻灵，李世明，倪蕴涛

（哈尔滨师范大学计算机科学与信息工程学院，黑龙江 哈尔滨 150025）

摘要：模拟电子技术课程是物联网专业开设的必修专业基础课程，也是物联网专业培养体系中的重要环节.如何选取知识体系科学、结构合理、内容完整的教材，直接关系到课程整体教学效果和学习效果的优劣，同时影响和决定了后续硬件专业知识的学习效果，以及在此基础之上的专业人才培养系统性，仅就此进行深入分析.

关键词：新工科；电路基础知识；培养方案

中图分类号：G642.0；TN701 **DOI**：10.19789/j.1004-9398.2021.01.012

0 引 言

2017年，教育部发布《关于开展新工科研究与实践的通知》，其中明确指出，物联网工程专业是新工科建设的主要方向之一.明确新工科的培养和建设目标是为未来新兴产业和新经济需要提供实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才.在新的人才培养定位的前提下，相当一部分双非院校和省属及地方院校把培养应用型创新人才作为专业培养方向.

按照现在的培养计划，大多数学校所开设的物联网经典硬件课程体系主要包括模拟电子技术、数字逻辑、计算机组成原理、微机原理、计算机系统结构及体系结构等课程，有些学校根据自己的专业领域优势和专业特色，甚至开设包含控制类及通信类课程，如通信原理、信号与系统等.

对于将要从事学习和研究物联网硬件知识的学生来说，有关电学知识储备基本停留在高中阶段的水平.进入到专业学习阶段，部分高校由于适应新工科人才培养目标的需要及专业培养方案的改革等各种客观因素的限制，从课程体系的安排上，经典专业基础类课程被削减课时，甚至被热门学科替换.造成课程微观知识点间的衔接不连贯，宏观知识体系的不合理的现象.

对于遵照执行新工科培养方向所修订的物联网专业培养计划，所开设的课程体系中，大学物理等经典理论课程已被列为公共选修课程，电路基础课程在很多学校被取消.在物联网硬件知识体系中，学生仅凭高中物理的知识直接学习模拟电子技术等硬件专业课程，很难达到该课程的基本要求[1].

以经典基础类课程知识为依托的专业课程，在教学活动和专业学习过程中，出现前期的专业基础知识储备不足，造成本门课程在现有课时量不变的前提下，处于无法完成课程教学任务的矛盾当中.

现代电子电路中，模拟电子技术的核心和基础是以三极管为核心的放大电路基本理论体系，而现代电子电路分析仍然遵循经典电路的基本理论和分析方法.本文在模拟电子技术授课过程中，以知识点衔接问题而出现的一个比较集中的教学瓶颈问题为例，分析教学现象，提出解决问题的建议.

1 问题实例

通常，教材给出的三极管对应的h参数等效变换电路如图1所示.在分析基本共射极放大电路时，学生还能够基本理解.相当一部分学生靠直观分析去理解，而不是科学的理论依据.学生在学习共射极放大电路的分析中，最常提出2个问题：发射极区分不清；输入回路和输出回路似乎不相关.

当用此h参数等效变换模型分析，除基本共射极放大电路之外的复杂电路时，学生无从入手，甚至不能合理画出电路图.即使给出h参数等效电路

收稿日期：2020-03-24

* 物联网工程专业工程教育认证的实施策略探索与研究(SJGY20190350)；黑龙江省高等教育教学改革一般研究项目(SJGY20190350)

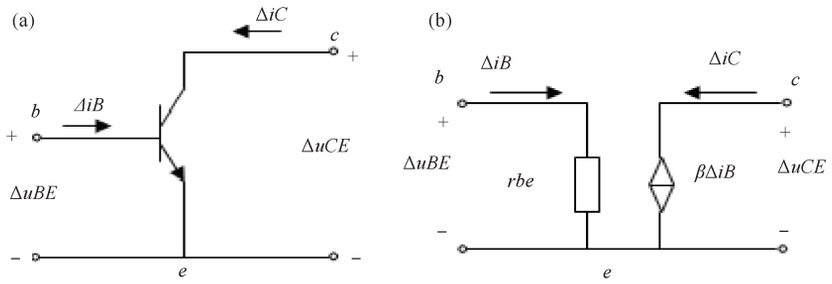


图1　三极管h参数等效电路模型

(a)三极管交流等效电路模型;(b)三极管h参数等效电路模型

(图2),如基本共集电极放大电路.也存在相当一部分学生不能独立分析,甚至不会分析.

这是因为共集电极电路中的三极管h参数等效电路模型与图1中所提供的等效电路模型从直观上根本不一致.若继续把三极管h参数等效变换模型结合到以三极管为核心的复杂放大电路中,再进行总体放大电路的分析,则因为核心问题没有得到彻底的解决而使整个放大电路分析变得更加费解和困惑.

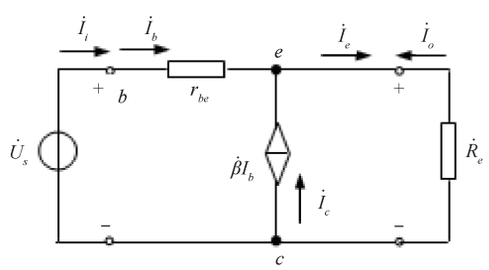


图2　共集电极放大电路h参数等效电路

2　问题分析

以上是模拟电路学习中的三极管h参数等效变换的经典实例,此电路模型理解程度,很大程度上决定了学生个体对模拟电路后续知识体系的学习和理解程度.通过大量学生的反馈信息,出现此种问题的核心是缺乏前期的电路基础知识的储备.因此,学生知识储备不足可概括为:节点和广义节点、受控源、经典电学知识.

2.1　节点和广义节点

电路中3或3条以上的支路相连接的点称为节点,广义的节点是节点的科学扩展.对于电路中任意一个闭合面,可称为电路中的广义节点.

物联网专业的学生在学习这个知识环节过程中,因没有节点和广义节点的概念,导致部分学生无法区分三极管h参数表达形式在图1与图2中的差别.造成在教学中存在用学生不知道的理论去解释和说明另一个学生不知道的关联理论的现象.

2.2　受控源

受控源是指此支路中的参数,即电压或电流会随其他部分的电压或电流的改变而改变,或者说该参数不仅从数值上受已知参数的制约,并且其存在与否也取决于该已知参数.

图1和2中,小的菱形标志,学生在此之前的学习中根本没有接触过.在模拟电路中虽然只是一个电路元件标识符号,但该受控源代表了此支路中的某一电路参数和其他已知电路参数之间的电特性的数学表达.其中包含大量的数学信息和电学信息,而且是相互关联的,即存在相关度,并且其受另一方的控制.也就是包含物理信息的复杂数学信息在电路分析中的结构化表示.

在电路元件的定义中不包含受控源,该受控源在实际电路中是不存在的,即没有相对应的实在电路元件,但该支路中的参数必须也只能通过另外的已知参数间接标定.

在不清楚电路中的元件和电路参数性质的情况下,电路分析的教学难以开展.以上仅是新工科培养方案改革后,模拟电子技术教学进程中出现的一个比较集中的问题,类似问题在该课程中不止一处,这些瓶颈问题恰恰是模拟电子技术课程知识体系的重点与核心问题.

3　问题产生的根源

以上仅从问题的一点或一个方面进行原因分析.而问题产生的根本原因在于经典电学知识对整个电路知识体系掌握和理解的宏观作用.

电路分析的综合理论知识,包括最基本的定理,如基尔霍夫定律、戴维南定理和诺顿定理.常用的基本电路分析方法包括支路电流法和节点电位法等.电路基础知识中的电路参数概念、名词和基本电路分析方法等,是模拟电路的学习和研究过程的重要理论依据.电路分析需要正确、严密、开放的逻辑思维.因

此,在进行电路分析过程中,缺乏系统的电路分析理论工具,没有理论支持作为导向,导致面对相对复杂的现代电子电路分析无从入手,电路分析片面化、直观化,达不到模拟电路知识的教与学的根本目的.

4　问题的解决

当问题产生的根源解决,即基本电学知识掌握之后,再回到前面的实例分析.学生可以独立将三极管的h参数等效变换模型总结成应对不同电路环境下的等效变换形式,得到三极管的h参数等效变换模型,如图3所示.将图3(a)的虚线框看作广义节点,从而衍生到图3(b);再将该图的虚线框作为一个点,各支路取直后即得到图3(c),得到三极管h参数等效电路的科学和通俗描述.因此,3种表达形式完全等效,这是一个知识进化过程.同时在实例分析中,解决此知识难点.

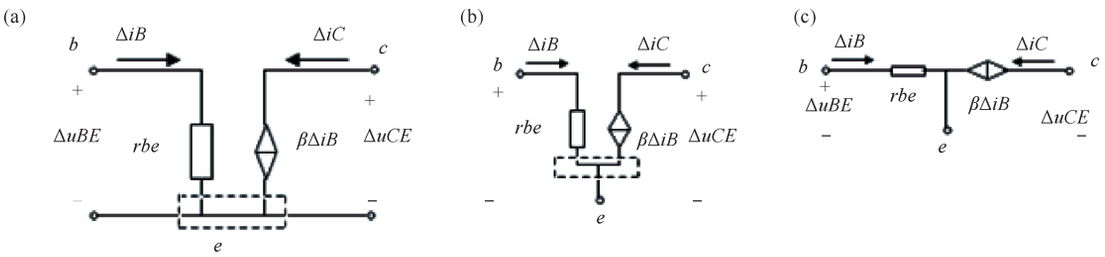


图3　三极管h参数等效变换模型

(a)广义节点模型;(b)广义节点等效变换模型;(c)通用模型

现代电子电路中,模拟电子技术研究以三极管为核心的各种放大电路的工作原理,一个不算复杂的电路至少存在2个以上的电源,甚至更多不同类型的电压源和电流源,以及受控源同时在一个复杂电路中.随着课程内容的深入,知识内容复杂度及难度的增加,在集成电路的学习中,因为经典电路知识不足而表现出来的问题会更加明显和突出[2].

后续课程中学习的三极管的交流π参数的等效变换,如图4所示.因为三极管的π参数等效变换中存在着多个等效的电容,并且电路中的电容在交流小信号条件下$C_{b,e}$串并联关系复杂.若学生没有学习和掌握电路基础知识,则对电容在交流小信号状态下的串联和并联分析的原则都不清楚.与第一个实例作比较,则更加难以理解.对于已经具有电路基础知识储备且掌握电路基础知识的学生,该问题的分析则迎刃而解.

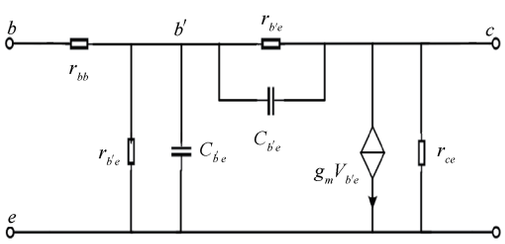


图4　三极管的π参数等效模型

5　问题的深度思考

任何一个知识体系的学习和掌握都是系统性的,缺少了某些环节,势必会为后续的学习带来困难,造成知识学习过程中的离散化和知识孤岛现象,这种情况在教学活动中应尽量避免和解决.否则,以上问题带来的直接结果是学生对整个知识体系理解和接受不通透,始终带着“问号”学习未知的“问号”.累积下来,学生出现明显的求知欲下降,甚至产生放弃此方向专业学习的想法.连续的结果是后续相关专业知识碎片化,不成体系.直接影响学生专业培养质量,不符合新工科人才培养目标的基本要求.

6　方案调整及效果

6.1　方案调整

针对这些问题,需要对教材选择和授课内容进行适当的调整,在重点学习模拟电子技术知识之前,科学补充经典电路部分基础知识.同时选用《电路与电子学》作为参考教材,并且增加经典电学实验学时.目前新的方案已经实施超过2个学年度[3].

从课时方面,经典电路基础知识部分确实占用一定的课时,但是从整体教学效果来看,学生对模拟电路部分内容的理解和领悟能力以及学习深度得到了明显的改善,并没有因为经典电路知识内容的增加和课时分配的因素,降低学生的学习效率和学习效果,相反,却使得学生的总体学习效果得到了质的提升[4].

6.2　整体效果

课程的整体效果评价首先是知识体系的合理性,可从课程全程教学效果以及关键知识点的师生互动情景反映.

客观上,从条件和研究方向相近的2个专业进行比对.同一个知识点,如基本共集电极电路分析课堂学习中,相较于只开设模拟电子技术而没有将电路基础知识调整到授课方案中的其他平行专业方向,现场调查和课后反馈显示:学习过电路基础知识的物联网专业学生表示,一次性学会或听懂的比例将近75%;而直接使用《模拟电子技术》教材作为学习起点的计算机科学与技术专业学生学会或听懂的比例明显低于前者.并且针对不同关键知识点进行多次调查结果显示,同样对多个关键的关联知识点进行的多次教学评价和学生对关键知识点问题独立分析测试,得出相近的结论.调查采样的关键的关联知识点列于表1.并且在跟踪学生后续学习中,学过电路基础知识的学生具有明显的专业基础优势.

表1　典型关联知识点采样列表

模拟电路关键知识点	关联电路基础知识
三极管h参数等效电路	广义节点、受控源
三极管π参数等效电路	密勒定理
高、低通电路及其滤波电路	交流电路、过渡过程
振荡电路	RLC电路、交流电路

7　基础知识的重要性

经典电路基础知识储备的深度很大程度上影响着模拟电路知识学习的理解和掌握,并且影响着物联网硬件知识体系学习和研究的深入程度,以及在此基础上的创新程度.在物联网相关硬件课程的某些关键知识节点能否突破,从而进行继续研究和学习的关键因素,只有足够的电路基础知识作为积淀,才能在后续的模拟电路学习中得心应手,甚至是发展和创造,以至于后续可期待的硬件知识体系的学习和创新.这样的描述绝不是夸张和渲染,而是通过多年的专业教学探索和总结而得出的结论.

8　建　议

当前物联网专业普遍采用的《模拟电子技术》教材,绝大部分是适用于电子类专业,或者前期有电路基础知识储备的相关专业.而对于新工科方向下的物联网专业,由于整体培养方案的要求和课程体系的总体安排及学时的限制,有些学校没有开设电路基础课程.但应该考虑到专业情况和课程开设情况,选用或编写《模拟电子技术》教材时,适当加入电路基础知识概论部分知识体系核心内容,整合教材内容和结构,使教材更加具有专业教学的科学性与专业学习的合理性及知识体系的连贯性.

参 考 文 献

[1] 曹灿云.计算机专业《电路与模拟电子技术》课程改革探索[J].课程教育研,2018(30):225-226.
[2] 喻大华.计算机专业电路与电子技术课程教学改革探索[J].教育教学论坛,2015(26):61-62.
[3] 杨凌,高晖.计算机类专业“电路与模拟电子技术”课程的研究与改革探索[J].高等理科教育,2019(4):95-100.
[4] 曾庆国.电路教学改革与优化探索[J].教育教学论坛,2016(18):113-114.

The teaching material update on "analog electronic technology" in a way of the teaching analysis to promote professional internet of things under new engineering

LI Junling, LI Shiming, NI Yuntao

(School of Computer Science and Information Engineering, Harbin Normal University, Harbin Heilongjiang 150025)

Abstract: The course of analog electronic technology is required in a iot professional foundation course, and it is an important link of iot professional training system, so how to select teaching material for more scientific knowledge system, reasonable knowledge structure, and complete knowledge content, is directly related to the whole effect of teaching and learning, at the same time, it affects and determines learning effect of the subsequent hardware professional knowledge, and the systemic of talent cultivation, an in-depth analysis is conducted.

Keywords: the new engineering; basic knowledge of circuit; training scheme

(责任编辑:马田田)