

“知识分级”在高校专业课程教学中的应用

刘家磊, 陈玉清*, 郝建立

海军工程大学核科学技术学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年4月18日; 录用日期: 2022年5月13日; 发布日期: 2022年5月20日

摘要

针对高校专业课程教学中存在的问题, 提出“知识分级”的教学方法, 以自上而下地方式开展课堂教学, 帮助学生尽快熟悉课程知识体系, 激发其内生学习动力。以核反应堆物理类课程为例介绍知识分级的思路及方法, 结合新的教学方法和理念, 可以达到良好的教学效果。

关键词

高等教育, 教学改革, 教学方法

Application of Knowledge Grading in Professional Course Teaching in University

Jialei Liu, Yuqing Chen*, Jianli Hao

College of Nuclear Science and Technology, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Received: Apr. 18th, 2022; accepted: May 13th, 2022; published: May 20th, 2022

Abstract

Aim at the problems existing in the teaching of professional courses in universities, a method of knowledge grading was proposed. Top-down teaching approach could help students familiarize themselves with the knowledge system, stimulate their inner learning motivation. Taking nuclear reactor physics course as an example, the idea and method of knowledge grading were introduced. Combined with new teaching methods and ideas, good teaching results could be achieved.

*通讯作者。

Keywords

Higher Education, Teaching Reform, Teaching Methods

Copyright © 2022 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

随着我国高等教育的长足发展,一大批新的教学理念和教学模式逐步走入课堂,学生的参与度随之提高,传统“教”与“学”的关系发生着深刻变革[1]。“以学生为中心”的教学理念体现在教学实施过程中的各个环节,从教学方法的选择,到精心的课程设计,再到课程实施过程中的角色转换,其目的都是引导学生实现从被动接收到主动学习的转变[2]。然而,课堂仍然是教学的主阵地,良好的课程设计能够使使学生接收知识的门槛降低,随之而来的获得感使其更快地进入“角色”,从而达到教学效果的提升。大学专业课程往往具有专业性强、概念多、前后衔接紧密等特点,学生在学习过程中难以把握全局,对重难点内容的掌握也缺乏清晰定位,按部就班的“堆栈”式的教学方法存在一定的局限性。采用新的教学方法,使学生能在课程学习过程中具有宏观思维,自上而下地分析和解决问题,对于学生主观能动性的激发具有重要意义。

2. “知识分级”方法的引入

教学方法的改进主要有两个目标,一是提升学生的学习兴趣,使其更愿意花费时间在学习上;二是提高学生的学习效率,使其能够在更短的时间内获取和掌握知识。传统教学方法偏重知识点本身的记忆,强调接受学习、死记硬背、机械训练,学生被动学习,缺乏内生动力,学习的积极性不高,抛开客观因素,主要原因是没有足够的获得感[3]。假如教师在授课过程中知识梳理不够系统、完整,将大量时间用于公式推导或对细节内容的阐述,学生缺乏对课程内容的整体认识。大学专业课程内容前后衔接紧密,这样无形中提高了获取知识的门槛,学生一步跟不上,步步跟不上,长此以往难以提起学习的兴趣。而学生一旦有了获得感,他们会更加愿意投入时间精力去学习,激发出更深层次的思考。

认识问题比较好的方式是先整体后局部,解决问题的方法也应是根据已知来求解未知。根据学生学习过程中缺乏宏观思维的特点,本文中讨论的分级不是根据内容的重要程度,而是根据结构层级,通过课程的结构设计可以帮助学生建立顶层思维,在学习的过程中更好地理解问题定位,从而根据已知条件逐步获得对未知问题的求证过程。

3. 分级方法及策略

“知识分级”的方法在实施过程中需要解决三个方面的问题。

1) 明确分级标准

知识本身并无等级之分,但不同知识在课程体系中的定位不同,层次结构相异。知识分级确切的说是一种教学策略,贯穿于课程设计的各个环节之中,其核心在于帮助学生建立从整体到局部的认知,形成自上而下地思维方式。知识分级的标准包含两个层面,即结构性标准和重要性标准。

结构性标准以课程构架为依托,以知识点在课程中的宏观度为划分原则。区别于基础课程,高校专

业课程通常都是围绕某一专业方向而建立，其重点解决一个或几个核心问题，所有知识点都是围绕这几个问题而展开，从而形成课程的构架。这些问题本身是内核，通常由概念性的知识搭建而成，往往代表着课程的一个部分。解决这些问题需要一系列的先决知识来支撑，这些知识又可独立分解为一系列的问题，形成课程构架的中层，代表着课程中的一个章节。外层则是由知识点构成，其相互联系，共同解决课程构架中的各个问题。三个层级宏观度依次降低，知识量依次增加，形成金字塔结构。重要性标准以课程大纲为依托，以知识在课程中的重要程度为划分原则。课程大纲依据人才培养方案而制定，明确教学过程中对学生核心能力和素养的培养范围。重要知识是课程大纲规定的需理解和掌握的内容，以及对课程核心问题起关键支撑作用的内容，支撑性内容通常由原理性和结论性知识搭建而成。与之相对应的是拓展内容，也包括对一些内容的推导和分析过程。

2) 梳理课程构架

课程构架是教师在教学过程中针对一门课程搭建起来的内容体系，以一定的逻辑思路将主要知识点串联起来。“知识分级”要求教师依据分级标准，提前梳理课程构架，显化处理后融入到教学设计之中。根据分级标准可有结构性为主的课程构架和重要性为主的课程构架，二者依据课程设计和教学方法而定，前者突出“思路”，强调概念、原理、方法之间的关联性，适用于讲授式、问题导向式教学；后者突出“节点”，强调对学员核心能力的培养，适用于研讨式、案例式教学。不管采用哪种方式，都应具备自上而下地在逻辑，即从宏观到微观，从主要到次要，在实施过程中分级传递给学生，使其对课程知识体系逐步理解和内化。

3) 制定实施方法

知识分级的关键在于如何将教师构建的知识结构传递给学生，使其更好地理解和掌握。实践证明，学生更容易接受先宏观后微观，先主要后次要的传递方式，也更容易构建知识体系。不同知识层级有不同的内涵和特点，实施过程中可以突出主要矛盾，弱化次要矛盾，并将次要矛盾作为课堂的留白，引导学生自主探索。教学过程中可以借助多种方法加以实现，结构框图和微视频在其中可以起到良好的推动作用。

随着信息技术的进步，特别是在教育改革的时代背景下，翻转课堂、混合式教学等一批新的理念和方法逐步走入课堂，形成对传统教学方法的冲击[4]。翻转课堂是指将原本在课上课下进行的教学活动互换，学生在课下通过自学完成对知识的学习，在课上与教师共同探讨解决问题，混合式教学则是依托线上线下等方式的综合运用以期达到最终的学习目标。这些方法的“初心”同样是调动学生的主观能动性，使其变被动接收为主动学习。学生可以通过观看视频、参与互动交流等达到对知识的理解和掌握。如果将知识分级的理念融入到这个过程中，有选择性地针对某个层级的知识开展教学研讨和交流，可以使学习目标更加明确，知识结构更加清晰。

4. 在核反应堆物理课程中的应用

“核反应堆物理”是核专业学生的基础必修课程，以该课程为例介绍知识分级在高等教育专业课程中的应用。课程教材选用陈玉清等编著的《舰船核反应堆运行物理》，全书共分九个章节，其中第一至七章为核心章节，阐述反应堆静态理论及动态运行规律[5]。

在课程设计中将课堂知识划分课程框架、章节框架、重难点内容和其他内容。课程框架是整体，代表一门课程的主线，是课程实施过程中需要解决的核心问题；章节框架是组件，代表一个章节的主线，是对核心问题的细分；重难点内容是构成一堂课程的主体，是教学过程中需要逐个击破的对象；其他内容包括对重难点内容的进一步解释和补充，是课程内容的重要组成部分。下面分不同层级介绍课程逻辑

框架的构建过程。

1) 课程框架

课程框架作为启蒙识，帮助学生迅速熟悉本门课程，可以通过绪论讲解及微视频两种形式呈现。绪论在介绍课程相关背景的同时，应着重阐述课程主要知识点及内在联系，帮助学生尽快熟悉课程所要解决的核心问题，从而明确学习目标。课程框架的搭建思路应当根据学情实际及教员的理解确定，不必拘泥于一种。本课程的总体框架如表 1 所示。

Table 1. Curriculum framework of nuclear reactor physics course

表 1. 核反应堆物理课程框架

课程围绕反应堆的产热，重点解决两个核心问题		
核心问题	反应堆如何达到临界(静态物理)	反应堆功率如何控制(动态物理)
涉及章节	第 2 章原子核物理基础； 第 3 章中子的慢化与扩散； 第 4 章均匀反应堆的临界理论。	第 5 章反应堆内反应性的变化； 第 6 章反应性控制 第 7 章核反应堆中子动力学
框架概述	<p>反应堆是核动力装置的能量源泉，通过铀 235 原子核裂变释放能量，要想实现能量持续稳定释放，需要具备一定的条件，即反应堆达到临界。所谓反应堆临界，是指堆内产生的中子数与消失的中子数相等，为此，需要研究堆内中子的产生、运动与消失过程。中子产生于裂变反应，裂变直接释放的中子能量较高，在运动过程中与其他原子核碰撞而能量逐渐降低，直至变为能量较低的热中子，这个过程称为中子的慢化。热中子在堆内运动，直至被吸收或泄漏至堆外，这个过程称为中子的扩散，中子的运动包括慢化和扩散两个过程。中子在运动中消失，途径有两种，泄漏至堆外或被堆内各种材料吸收。不同材料对中子的吸收能力不同，堆芯形状及尺寸对中子的泄漏过程产生直接影响。为此，需要精心调节堆芯尺寸及材料配比，才能使反应堆恰好处于临界状态。静态物理部分告诉我们，如何通过计算获得反应堆临界时的堆芯尺寸及材料配比，以及临界后中子在堆芯内如何分布。</p>	<p>设计好的堆芯尺寸通常为固定值，轻微地改变堆芯材料就会使反应堆偏离临界状态，我们将偏离临界的相对值用反应性来表示。反应堆运行过程中，铀 235 裂变逐渐被消耗，同时伴随一系列的裂变产物产生，堆芯温度的变化引起材料密度及中子吸收特性的变化，这些都会引起反应性的变化。实际运行中，一方面需要通过一些手段抵消这些因素的影响，一方面又希望根据实际需求调节反应性以实现功率的控制。动态物理部分告诉我们，通过何种手段实现对反应堆的控制，以及反应性变化时堆芯内中子将何种规律变化。</p>

2) 章节框架

在学生课程框架有了清晰的认识后，后续教学过程中应突出各章节在课程中的定位，并以此为依据拟定章节主要解决的问题，使学生在明确学习目标的同时也能够明确学习的意义，对课程章节的梳理如表 2 所示。

以第 2 章为例介绍章节框架的构建，为了使框架更为直观、易于理解和记忆，绘制了章节框架的结构图，如图 1 所示。

章节框架：本章主要介绍原子核物理的基础知识，围绕反应堆如何达到临界这一核心内容，重点解决两个问题：①中子的产生过程；②不同材料的中子吸收特性。反应堆内的中子主要产生于核裂变反应，其中每次裂变释放出约 2~3 个中子，这些中子普遍具有较高的能量，中子在反应堆内运动过程中能量逐渐降低，变成与环境同温的热中子。不同能量的中子与同一原子核发生相互作用(核反应)的概率不同，相同能量的中子与不同原子核发生相互作用(核反应)的概率也不同，为此引入“核反应截面”来表示这种概

率的大小，这样不同材料的中子吸收特性就能以核反应截面为纽带开展计算分析。裂变过程中会释放能量，这是反应堆能量的来源，本章将以此为基础详细介绍反应堆功率的计算方法。裂变过程将产生裂变碎片，其衰变过程会释放能量，这是反应堆停堆后剩余释热的主要来源。

Table 2. Chapter framework of nuclear reactor physics course
表 2. 核反应堆物理课程章节梳理

章节	主要解决的问题	在课程框架中的定位
第 1 章 绪论	课程引入及框架的搭建	——
第 2 章 原子核物理基础	原子核的衰变规律 中子与原子核的相互作用 核裂变反应	中子的产生过程 不同材料的中子吸收特性
第 3 章 中子的慢化 与扩散	反应堆临界概念 中子慢化原理 中子扩散时在介质内的分布规律	课程核心问题一： 反应堆如何达到 临界(静态物理) 反应堆临界 中子的运动过程
第 4 章 均匀反应堆的 临界理论	单群中子在均匀反应堆内的 分布规律 临界方程的推导	通过计算获得反应堆临界时的 堆芯尺寸及材料配比 临界时反应堆内中子的分布规律
第 5 章 核反应堆内 反应性的变化	反应性概念 影响反应性的三大因素	反应堆运行过程中有哪些 自发引起反应性变化的因素
第 6 章 反应性控制	反应性控制原理及方法 两种常用的反应性控制方法	课程核心问题二： 反应堆功率如何 控制(动态物理) 对反应堆控制的思路及方法
第 7 章 核反应堆中子动力学	缓发中子的作用 点堆中子动力学方程	反应性变化时堆内中子的变化规律

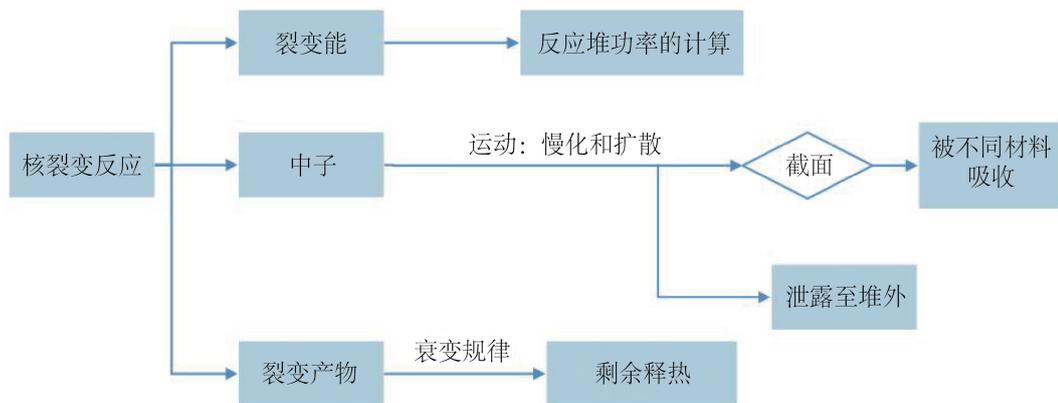


Figure 1. Frame structure drawing of chapter II
图 1. 第 2 章框架结构图

3) 重难点内容

重难点内容应以人才培养方案为基础，根据教学目标的实际需求合理制定，同样需要明确其在课程框架中的定位。下面以第 2 章为例，对重难点内容进行梳理，如表 3 所示。

Table 3. Key and difficult content of chapter II
表 3. 第 2 章重难点内容

重难点内容	在课程框架中的定位
结合能与比结合能	核能产生的原理
核衰变的基本规律	衰变热、中毒效应及缓发中子产生的预备知识
中子核反应	中子慢化、扩散及吸收的原理
核反应截面	中子慢化、扩散及吸收的计算
截面随中子能量的变化	中子慢化、扩散及吸收的计算
共振吸收和多普勒效应	中子吸收的影响因素
核裂变反应	中子的产生
裂变能量与反应堆功率	反应堆释热的计算
核反应堆的剩余释热	反应堆停堆后的能量来源

5. 结语

学生是高校专业课程教学的核心，教学改革的目标是激发其学习动力，提升其学习效率。以自上而下的方式开展课堂教学，使学生能够更快地熟悉所学内容，理清知识脉络，更加有的放矢的针对重难点内容实施各个击破。现代化教学手段能够帮助教师在更多维度上与学生开展交流研讨，结合其他新的教学理念和方法，改变传统课堂中的师生角色，使教学过程回归“学”的本源。

参考文献

- [1] 董泽芳. 理念与追求: 大学发展的思考与探索[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 2018.
- [2] 聂琴. 应用型高校基础课程教师教学能力提升路径研究[J]. 教育进展, 2021, 11(6): 1999-2003.
- [3] 郭丽, 周志强, 孙墨珑, 等. 问题导向探究式教学方法在大学生专业课程中的应用初探[J]. 教育进展, 2021, 11(6): 2098-2104.
- [4] 王艺湘. 翻转、混合式、慕课、在线开放、智慧课堂——一刻不容缓的互联网+视听盛宴[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2019.
- [5] 陈玉清, 蔡琦. 舰船核反应堆运行物理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2016.