

基于 REAT 一体化模型的研究生课程 实践教学改革初探

汪 元

(国防科技大学 空天科学学院, 湖南 长沙 410073)

摘 要: 本文提出了一种“Research - Examination - Assessment - Teaching, (REAT)”教学模式, 即“研 - 考 - 评 - 教”一体化实践教学模型。基于“传热传质分析”研究生课程, 从实际案例出发, 剖析 REAT 模型的实施方法和要点, 为培养学生创新实践能力、重塑研究生教学方案、推进研究生课程向“金课”转变提出对策和建议。

关键词: REAT 模型; 研究生课程; 实践教学

中图分类号: G643 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 8874 (2019) 04 - 0116 - 05

Practice-oriented Teaching Reform for Graduate Courses Based on REAT Integration Model

WANG Yuan

(College of Aerospace Science and Engineering, National University of Defense
Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: A Research-Examination-Assessment-Teaching (REAT) model is proposed in the present study. The application of the REAT integration model is illustrated in the graduate course Heat and Mass Transfer Analysis. Essentials and implementation methods of the model in practice-oriented teaching are discussed. The REAT model is considered to be helpful in cultivating students' innovative and practical ability, rebuilding the graduate teaching scheme and facilitating to turn graduate courses into golden courses.

Key words: REAT integration model; graduate course; practice-oriented teaching

一、引言

研究生教育是为国家培养高层次新型创新人才的重要堡垒。研究生教育水平也体现了国家教育和科研两大中心的水平^[1]。自 20 世纪 70 年代以来, 我国研究生教育事业成绩斐然, 为国家科技振兴和创新战略的实施提供了坚实的人才保障。为了能够有力地支撑国家实现跨越式科技发展,

使研究生作为创新实践型人才为国家所用, 培养实践能力是研究生教育工作的重心。

然而, 随着我国建设成为世界科技强国步伐的加快, 研究生教育中存在的问题也日渐凸显, 其中研究生创新能力、实践能力、分析解决问题的能力仍总体偏弱^[2-3]。高校研究生实践教学工作存在内容安排不完善、缺乏合理的考核机制等不足^[4]。教学和科研实践环节的脱离, 也是不容忽视的一个问题。如何做到在教学中融入实践, 在

实践中完善教学，仍是一个需要深入探讨的问题。

2018年11月24日，在第十一届“中国大学教学论坛”上，教育部高等教育司司长吴岩做了题为“建设中国金课”的报告，强调了课程是人才培养的核心要素，也指出了中国大学普遍存在课程实施方面的短板、瓶颈和软肋^[5]。不仅是对于本科教育，对于研究生培养，课程的作用也至关重要。通常，研究生入学后的第一年是进行课程学习，也是实现从本科到硕士阶段转变、进行科研思维能力训练的重要阶段。实现研究生培养目标，解决研究生教育面临的问题，不能脱离课堂教学培养过程，必须结合科研发展现状和特点，对课程实施方案不懈改进，才能充分发挥课堂教学在人才培养方面的主战场作用。通过课程教学方法重塑，不断更新学生所需的能力素质，是完善研究生培养目标的重要举措之一^[6]。

本文基于“传热传质分析”研究生课程，首次提出了一种“Research-Examination-Assessment-Teaching, (REAT)”教学模型，即“研-考-评-教”一体化实践教学实施方案。从实际案例出发，剖析 REAT 模型的实施方法和要点，为培养学生创新实践能力、推进研究生课程向“金课”转变的改革提出对策和建议。

二、“研-考-评-教”一体化实践教学实施方案

(一) 立足课程要求，提炼科研问题，设计考核内容

REAT 模型的第一步就是要立足于课程要求，从科研中提炼问题，并合理设计考核内容。“传热

传质分析”是工程热物理和航天工程领域专业学位硕士研究生的必修课程。课程主要讲授从事热工和航空航天技术等应用领域的研究工作所必备的传热传质基础知识。使学生在对传热和传质过程已有所了解的基础上，进一步加深对传热和传质物理机理、基本定律的理解，并能够将传热传质问题的理论分析方法应用于实际的工程问题中。对学生的考核内容，应来源于科研实际，并注重对具体科研问题解决能力和实践创新能力的考察。

由于考试时间有限，复杂的工程问题不宜作为考试题目。比较合理的考核设计，可以选取突出专业特色的基础科研过程中遇到的问题。例如2019年本课程的综合能力考试题目，就是基于课题组面向发动机再生冷却强化传热基础研究提炼出来的，具有很强的工程背景和实际意义。内容如下：

某同学开展微通道内冷却剂流动传热实验研究，图1为其实验段示意图（T为温度测点，P为压力测点）。金属通道两端利用铜夹连接直流电源，通过调整电源的输入功率，对通道表面进行加热，从而研究不同加热条件下，微通道内单相和两相流动换热特性。该同学认为，金属通道表面为均匀热流密度条件，并根据直流电的输入功率和微通道实验段上的热损失，来确定通道表面的热流密度。该同学将实验研究投稿论文后收到审稿人意见，审稿人要求该同学解释微通道表面的热流密度为什么可以认为是各处相等。请你想办法帮助该同学回复审稿人，说明用什么方法、需要哪些数据、数据需要呈现什么样的规律等等，才能证明微通道表面为均匀热流密度条件。（20分）（国防科技大学2019年春季2018级研究生“传热传质分析”课程期末考试试题六）

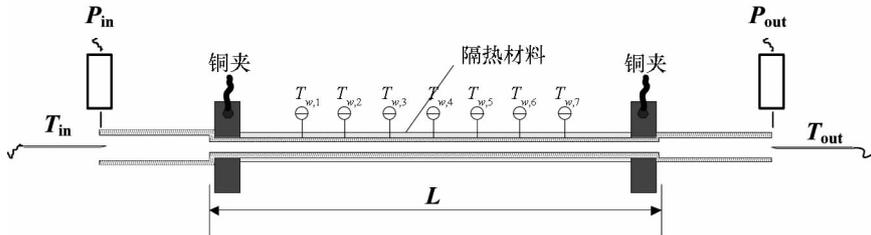


图1 考试题目附图 微通道实验段示意图

该题目结合我校空天专业应用背景，从小处着眼，涉及课程教学内容中热传导、对流传热部分的若干重要知识点。更重要的是，能够考查学生处理实际传热问题分析的能力。也能够训练学

生基于已有实验条件，合理设计实验、分析所需数据、判断与其结果的能力。

(二) 分析考核情况，把握问题症结

对于考核情况的分析和总结是非常重要的—

环,是了解学生知识掌握情况、归纳学生解题思路、发现存在的问题,以及后续授课内容统筹等工作的必要前提。然而,该部分工作需要老师投入大量的时间,在每学期的教学收尾工作中,是极其容易被逃避掉的,应当引起老师的高度重视。

以本题为例,对学生解题方法进行分析。通过对答题情况进行归纳整理,学生一共提供了六类解题方法,如图2所示。针对这六类解题方法,进行评价分析,指出其中的不足之处,并提炼共性问题,为有效指导后续教学工作提供支撑。

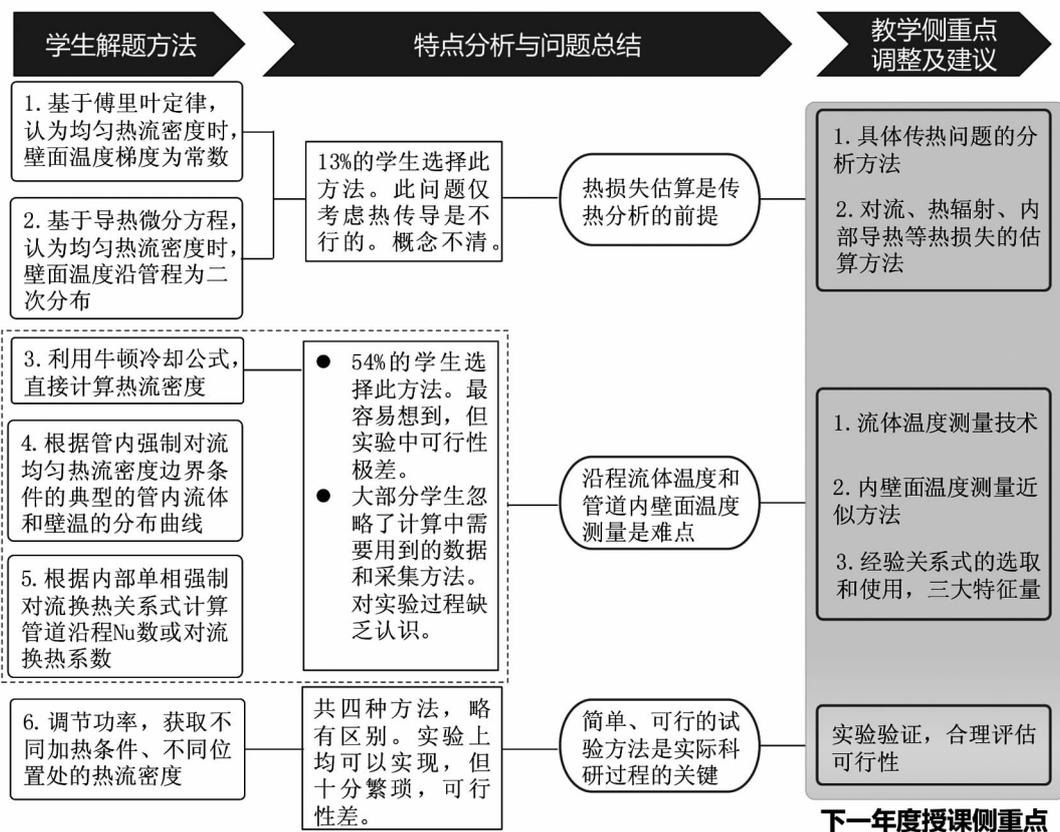


图2 考核情况分析

通过对以上六类解题方法人数百分比统计结果分析发现,方法一(占总人数的9.09%)和方法二(占总人数的4.54%)在思路就是错误的,对于题目所述的换热过程,仅考虑通道固体内部的导热,没有分析通道与周围环境的自然对流换热和辐射换热,显然是有问题的。尽管只有13%的学生选取此方法,但仍需要在后续课程中强化概念,避免此问题再次出现。

选取方法三的学生最多,达到总考生人数的54.55%。这也是最容易想到的方法,即直接通过牛顿冷却公式,计算不同位置处的热流密度。尽管这种方法在理论上是可以实现,但学生忽略了具体计算过程中需要的数据是否方便获取。事实上,测量管内沿程流体温度和管道内壁面温度是估算局部对流换热系数的重要前提,然而却也是数据采集中的难点。在授课环节,尽管已经介绍

过实验中流体温度的测量手段和困难,但从考试结果看,学生仍然对实际的数据采集过程缺乏认识。因此,有必要在后续授课中,以专题形式,介绍复杂结构或微尺度空间内流体温度测量技术,以及壁面温度采集的近似方法。此外,通过对方法四(占总人数的4.54%)和方法五(占总人数的9.09%)的解题情况分析可知,在授课中还需要进一步强调管内流动传热实验关联式的选取技巧和三大特征量的确定。

相对来说,选择方法六(占总人数的18.19%)解题的学生做到了从实验出发来解决问题,提出了较合理的手段,但也忽略了实际可操作性,提出的方法在实验中十分烦琐。因此,需要培养学生设计简单、可行的实验方法的能力。

(三) 评估共性问题, 指导教学设计

通过对所有解题方法进行分析,在学生对相

关知识掌握情况和实践能力训练方面, 总结出如下几个共性问题:

1. 缺乏热损失的分析 and 估算。对于一个实际的换热过程, 应充分分析各部分热量的传递, 并能够准确估算各部分热量损失, 从而获得所关注区域的有效的加热功率和热流密度。这部分的分析是普遍欠缺的。

2. 基本概念不清。主要表现在没搞清楚牛顿冷却公式中的壁面温度到底对应的是哪个表面; 计算无量纲准则数, 如 Re 、 Pr 、 Nu 数时, 不明确定性温度、特征长度和特征速度的选取方法。这三大特征量, 在正确查询物性、计算无量纲准则数方面的重要意义不言而喻, 必须在后续的教学过程中反复强调。

3. 实验的前提条件描述不详。部分学生直接采用 $Dittus - Boelter$ 公式来计算 Nu 数, 但对实验工况没有详细说明, 比如通道内是否是单相流动, 是层流还是湍流等等。实验关联式作为对流传热计算的有力工具, 了解其适用条件, 是正确选用实验关联式的必要前提。

4. 实验设计能力不足。研究生需要的是开展课题研究的理论知识储备和实践动手能力, 后者在研究生课程教学中体现的并不多, 是需要格外加强的内容。尽管研究生科研工作大都在第二年正式开展, 但在学习专业课的同时, 加强对实践能力的训练, 对于研究工作的顺利开展是十分必要的。

总体来看, 针对前两个问题, 在下一年度“传热传质分析”课程授课环节中对流换热部分讲解的时候, 会针对基本概念和传热过程分析方法中存在的问题, 进行重点强调。后两个问题在研究生科研实践能力的培养中需引起格外重视, 是由于缺乏实践经验导致的。因此, 需要在后续教学环节中, 设计实验验证环节, 对可行的方法进行实验验证。在实验过程中, 突出热损失分析的重要性。

(四) 统筹课程安排, 重塑教学方案

REAT 模型作为一个闭环螺旋推进式模型, 落脚点在于将本年度课程及考试中发现的问题, 融入下一年度的教学内容中。对教学方案不断修改, 动态调整。基于对 2019 年度考试开放性试题的分析总结, 在 2020 年春季学期的教学环节中, 将采用启发式案例教学, 把该试题作为实践案例布置给下一年度选修该课程的学生, 并安排 2 个学时进

行研讨。以“翻转课堂”的形式, 由学生汇报研讨。一方面收集新的解题方法, 另一方面, 将之前的方法作为启发案例, 组织学生进行评价分析。最后, 再集中讲解出现的问题。此外, 还将安排 2 学时进行实验验证。组织学生在传热实验室进行实际观察和操作, 对可行的方法进行实验验证。在实验过程中, 突出热损失分析的重要性。

在 2020 年度的考试中, 又可以基于课题组传热相关的科研实际问题, 提炼新的实践开放性试题, 实现“研 - 考 - 评 - 教”闭环螺旋前进, 不断完善课程内容体系, 重塑教学实施方案, 一步一步向“金课”迈进。

三、结语

本文提出的“研 - 考 - 评 - 教”一体化实践教学实施方案 (即 REAT 模型), 提倡从科研中凝练问题, 在考核中发现问题, 在教学中提出问题, 在“翻转课堂”中研讨问题, 在实践中解决问题, 逐步实现能够源于科研、服务科研的研究生课堂培养模式。同时, 在教学环节中, 采用启发式案例教学方式, 对于实现研究生的培养目标, 提高研究生解决实际科研问题的综合能力, 具有重要作用。

REAT 模型实施的要点主要体现在:

1. 选题内容。突出专业特色, 兼具工程背景和科研实际。要做到针对性强, 立足点明确, 可执行强, 并涉及课程重点知识。

2. 考核情况分析。务必重视, 不可逃避, 老师应加强对自身要求。

3. 后续课程统筹。基于对考核问题的分析和凝练, 找到共性问题, 在后续课程中, 统筹课程安排, 做到有的放矢。

4. 在科研环节中提炼新问题。REAT 模型是一个闭环螺旋推进式模型, 需要良好衔接前一年和后一年教学工作。同时, 基于开展的前沿基础科研工作中出现的新问题, 提炼新的考核设计思路, 注重对学生创新能力和实践能力的综合训练。

参考文献:

- [1] 唐敖庆. 学位与研究生教育的重要性[J]. 学位与研究生教育, 1994(6): 1-2.
- [2] 卓志, 毛洪涛, 赵磊. 加强顶层设计 深化研究生教育综合改革[J]. 中国高等教育, 2014(10): 33-36.

- [3] 王福全,常国威,刘铁铮,等. 综合改革形势下研究生创新教育的分析与思考[J]. 辽宁工业大学学报:社会科学版,2016(6):89-91,142.
- [4] 郑广花,王怀明. 专业硕士研究生实践能力培养实践与探索[J]. 北华航天工业学院学报,2019(1):39-41.
- [5] 吴岩. 建设中国“金课”[J]. 中国大学教学,2018(12):

4-9.

- [6] 袁本涛,杨佳乐,王传毅. 变革中的硕士生培养目标:概念、动力与行动[J]. 学位与研究生教育,2018(12):14-20.

(责任编辑:王新峰)

(上接第98页)

一过程中调整自己的学习方法、学习计划和资源基础等影响学习效果的诸多因素,向着适应、提高、巩固和再适应、再提高和再巩固的螺旋式渐进性学习过程发展。

(二) 学生会迎难而上,由难度情景来调动思维训练

教育心理学指出学生学习过程与困难密不可分。“学习中存在一种由于知识、方法、思维、情绪和身体上的障碍造成的“高原现象”,即学习中的困难时期”^[5]。这说明困难一直伴随学习,学生直面困难、克服困难是学习的应有之意,如果学生逃避困难多数情况下则是偷懒和放弃钻研。这也从另一角度说明了难度教学的必要性。我们这里重提的难度实质就是对学习中固有困难的概括和提升。以往在教学中没有被郑重地提出,恰好说明了高校教学失去了对困难的重视和警觉,这是人为地把太容易的知识和太“水”的信息提供给学生,造成学生“马力”开动不足,脑子没有动起来,心思没有投进来,进而导致学生自满和进取心懈怠,学习时蜻蜓点水、浅尝辄止,学习目标的底线下降,以应付考试和不挂科为保底工程。这些实际上是教学者低估了学生的能力与潜力,结果是忽略了对学生思维的训练。

(三) 获得的难度知识会成为激励学习的动力
难度教学并不是劳而无功。正如美国教育学

家约翰·杜威所言,“学生经历过许多疑难事件后,会为自己组织一套已经确证的有系统的知识”^[6]。英国高等教育思想家亨利·纽曼在其名著《大学的理想》中也肯定地指出,“知识具有如此无可否认的益处,以致它足以补偿在探索中付出的大量的思考和所遇到的大量困难”^[7]。经过难度的砥砺,学生获得的知识本身也成为他们执着探索的动力之源,这全然不是外部施加给学生的动力,而是学生对新知的追求本性使然。

参考文献:

- [1] [苏]赞科夫. 教学与发展[M]. 杜殿坤,译. 北京:文化教育出版社,1983.
- [2] [美]科南特·科南特. 教育论著选[M]. 陈友松,译. 北京:人民教育出版社,1988:60.
- [3] [美]罗伯特·欧文斯. 教育组织行为学[M]. 窦卫霖,温建平,王越,译. 上海:华东师范大学出版社,2001:29.
- [4] 吴洪富. 学生评教的心理困境干预[J]. 高教发展与评估,2019(3):42.
- [5] 李伯黍. 教育心理学[M]. 上海:华东师范大学出版社,2002:109.
- [6] 约翰·布鲁贝特. 高等教育哲学[M]. 王承绪,译. 杭州:浙江教育出版社,2002:84.
- [7] Newman J H. The Idea of a University[M]. New York: Doubleday,1959:321.

(责任编辑:陈勇)