

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.01.023

欢迎按以下格式引用:王昭俊,刘京,周志刚,等.基于学习成效驱动的暖通专业研究生课程多元化考核方法研究与实践[J].高等建筑教育,2020,29(1):169-174.

# 基于学习成效驱动的暖通专业研究生课程多元化考核方法研究与实践

王昭俊,刘京,周志刚,张承虎,王芳

(哈尔滨工业大学 建筑学院 寒地城乡人居环境科学与技术工业和信息化部重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150006)

**摘要:**哈尔滨工业大学暖通学科为研究生开设了基础课、专业基础课和专业课。针对不同类型课程的特点,提出了“期末考试+课程论文+报告答辩”“课堂内容考核+课外阅读考核+综述论文+案例论文+课堂提问+专题讨论”“开卷考试+研究报告+加分计分”“上机实践+研究报告”“课程论文+课堂练习+工程案例交流”等多元化的考核方式,注重过程管理。介绍了多元化考核模式及其在暖通学科不同类型课程改革中的应用,以期对其他工科类研究生课程考核提供借鉴。

**关键词:**不同类型课程;多元化考核模式;过程管理;学习成效驱动

**中图分类号:**G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)01-0169-06

建立科学合理的课程考核体系,发挥考核的积极作用,是提升研究生教学质量的基础,也是高校教学改革的重要内容。美国著名教育家肯·贝恩教授认为可采用考试、作业或课程论文等几种方式评价学习成效<sup>[1]</sup>。哈尔滨工业大学暖通学科开设了3门基础课、2门专业基础课、10余门专业课。应结合课程特点,采用不同的教学模式和考核方式,以启发学生的创新思维,丰富学生的想象力和创造力。基于前期多元化的教学模式研究成果<sup>[2]</sup>,对暖通学科不同类别的课程考核方式进行了改革,并取得了初步成效。

## 一、国内外多元化考核方法研究现状分析

科学的考核方式能引导和鼓励学生在掌握基础知识之上,充分发挥主观能动性,独立思考,大胆创新,培养学生发现问题和解决问题的能力。

修回日期:2019-3-16

基金项目:黑龙江省教育厅2017年度高等教育教学改革研究项目“基于过程管理的暖通研究生课程多元化考核方式研究与实践”(SJGY20170684)

作者简介:王昭俊(1965—),女,哈尔滨工业大学建筑学院教授、博导,博士,主要从事建筑环境与建筑节能技术研究,(E-mail) wangzhaojun@hit.edu.cn。

西方发达国家较早提出了考核评价的多元化思想。如美国著名教育家肯·贝恩教授认为可采用考试、作业或课程论文等几种方式评价学习成效<sup>[1]</sup>。评价方式和方法多样,评价内容灵活,有助于培养学生的想象力和创造力<sup>[3]</sup>。高等教育评价应以教育质量提升、可实践性、多元方法测量为原则<sup>[4]</sup>。

近年来,专家学者对高校考试评价标准、评价方法、评价结果等问题进行了探讨<sup>[5]</sup>。文献[6-8]介绍了针对不同课程采用多元化考核的改革实践,文献[7]提出了课堂讨论、专题演讲、课程论文评述、考试、数据处理、综合实验等多种考核方式,文献[8]提出了结构化多环节的加权平均考核方法,用以检验学生的学习成效。

综上所述,注重过程的多元化考核方式已在一些课程取得了良好的效果,但是由于课程特点、特色不同,这些考核方式还需要科学合理地应用于暖通学科的课程考核中。

## 二、暖通学科课程设置简介

哈尔滨工业大学暖通学科为研究生开设了基础课、专业基础课和专业课。基础课和专业基础课是专业的理论所在,是专业的实质与内核。专业课主要教授学生如何运用专业基础知识解决工程实际问题,这是加强基础课的重要环节。

暖通学科为研究生开设的基础课有高等传热学、高等工程热力学和高等流体力学;专业基础课有室内空气环境、实验的理论基础;专业课有计算流体及数值模拟技术、热网计算原理、建筑节能技术、建筑烟气控制技术、热泵新技术、变风量与低温送风技术、燃气储运与燃烧技术、现代控制理论及模糊控制、新能源及可再生能源利用技术等。

目前研究生课程考核的方式主要有:期末考试、平时测试、平时作业、课程作业、课程论文、读书报告、课堂讨论与演讲等。针对不同课程的特点,研究不同课程科学合理的考核方式,并结合多元化的教学模式,强化过程管理,可提高研究生的学习效果和综合素质。

## 三、不同类型课程多元化考核方法改革与实践

### (一) 基础课

基础课的特点是基础理论系统、完善。以基础课高等传热学课程为例,该课程主要培养学生运用传热学理论分析、解决实际工程问题的能力,传热学问题的方法论是课程重点。采用期末开卷考试、研究报告、加分计分的形式进行考核。

#### 1. 开卷考试

高等传热学课程内容以数学建模、方程推演、结论推导为主,内容纷繁复杂,不可能也不要求学生将这些内容死记硬背下来。对同一个问题,不同学生看问题的角度和分析方法通常不一样。作为研究生课程,兼具知识传授和能力培养的双重功能,考试不仅考查学生对知识的掌握程度,而且还要兼顾对学生分析与创新能力的评价。因此,考试的试题不能是“死题”,不宜有“标准答案”,试题要让学生有充足的“自由发挥余地”。基于此,高等传热学一直采用开卷考试,不要求学生背公式和数据,让学生有更多的时间和精力投入到对问题的深入剖析上。虽然开卷考试对教师的出题能力提出了更高要求,但是学生在考试中也得到了一次深刻的锻炼。

#### 2. 研究报告

书本内容有限,很多内容学生可能不太感兴趣,或者对学生的课题研究作用不大。为了提高学

生的学习兴趣,允许学生在课程大纲范围内展开兴趣研究。研究报告遵循学术论文的形式要求,严格做到学术规范。开卷考试成绩与研究报告成绩之比为7:3。

### 3. 加分计分

高等传热学的考核计分方式与常规的“减分计分”不同。常规的考试有参考答案,错一个得分点扣除相应的分数,最终得到一个“减分得分”。这种“减分计分”方式的前提是有标准答案,弊端是扼杀了创造性。高等传热学不出“死题”,留有充分的“自由发挥余地”,是根据学生答题或者研究报告的创新点、闪光点分别赋予一定的分数,最终得到一个“加分得分”。“加分计分”方式充分调动学生的创新思维,同一个问题会得到很多新颖的思路和解法。

在课程授课之初,将课程的考核和计分方式告知学生。开卷考试让学生可以将更多的时间和精力放在分析问题和解决问题的能力培养上来。研究报告可以带动学生尽早进入课题开展研究,增强了基础课程与实际课题的联系,保障了后续课题研究时传热学知识点的应用更加广泛和规范。加分计分保证了开卷考试的公平公正性,更好地考核评价学生的创新能力和发散思维能力。

## (二) 专业基础课

专业基础课是基础课和专业课之间的桥梁。以专业基础课室内空气环境为例,该课程是暖通学科硕士研究生一门重要的专业学位课。其基本要求是在本科生建筑环境学课程的基础上,使学生掌握与室内空气环境相关的研究方法、评价方法和控制策略原理。创新思维能力的培养和论文写作能力的培养是课程培养目标。

考核采用“期末考试+课程论文+汇报答辩演讲”的方式,强调课程论文的过程管理,主要包括课程论文选题、写作提纲、论文初稿和终稿、课程论文汇报答辩4个环节,学生共有4次参与讨论与演讲的机会。论文要求每人一题,因材施教、注重个性化培养。学生可根据其研究方向结合导师的实际课题,或根据授课内容自拟题选题。

论文写作的过程管理:第一堂课布置课程论文并提出相关要求,让学生带着问题学习思考;在后续的课堂教学中就课程论文的选题、写作内容、写作提纲、初稿和终稿、报告答辩等环节分阶段组织课堂讨论。这样的模式有利于引导学生变被动听课为自主学习。

学生通过该课程的学习,经历了选题、查阅文献、论文写作、讨论交流与演讲的全过程培训,提高了发现问题和解决问题的能力,同时也培养了论文写作与表述能力,个人综合素质得到了全面提升。从近几年学生提交的课程论文看,论文的完成质量逐年提升,其中2015年优秀课程论文占比29.2%,2016年和2017年分别为55%和61.1%。

## (三) 专业课

专业课的特点是专业性、综合性、应用性强。有必要研究课程作业、课程论文等多元化考核方式的适用性,强化考核的过程管理,提出可行的实施方案,并付诸于实践。笔者分别以建筑节能技术、计算流体及数值模拟技术、热网技术原理三门课程为例,介绍考核方式改革成效。

### 1. 建筑节能技术课程

该课程是一门综合性专业技术课,是供热供燃气通风及空调工程、建筑与土木工程、建筑技术科学等学科的重要专业课,具有跨学科、综合性、应用性强的特点。其目的是使学生了解国内外建筑节能理论与技术发展脉络和动态,掌握建筑节能领域最新理念、技术和节能设计方法,拓宽专业视野,为今后从事建筑节能相关行业咨询、设计、检测、评价及管理奠定必要的技术知识储备。

研究生多元互补课堂“教”与“学”模式实践过程中,教师教学过程应将“以教师为中心”和“以学生为中心”相结合。将“认识性教学”与“研究性教学”相结合,“单向授课”与“教学相长”相结合。学生的学习过程应是“单一教材阅读”与“广泛阅读”相结合,“个体学习”与“协作学习”“团队学习”相结合<sup>[9]</sup>。为充分贯彻并实施上述教学模式,对建筑节能技术课程考核方式进行了相应改革。基于课程内容和目标定位,采用了课堂提问占5%、期末开卷考试(课堂讲授+课外阅读)占70%、软件模拟计算作业占5%、课程论文考核(综述论文+案例论文)占15%、专题课堂讨论占5%累加考核的方式。下面仅从课堂提问、课堂讲授和课外阅读综合考核、专题课堂讨论等环节着重介绍。

在课堂知识点讲授过程中,有针对性地设计了40多个课堂提问环节,诸如“得热量、冷负荷和除热量的区分”“以教室墙体为例,说明哪些部位可能存在结构性热桥”等。这些问题有些涉及学过的知识,有些是刚讲完的授课内容,主要考查学生是否跟上了教师的授课进度。尽管课堂提问考核方式仅占总成绩的5%,但学生投入极大热情,上课注意力明显提高。课程除一本教学参考书外,根据各章节内容还布置了7本课外必读资料。有些课程作业要通过课外阅读材料的学习才能完成,并在期末开卷考核中赋予课堂内容和课外学习内容各35%的比重。研究生普遍反映学习内容增多了,涉猎的知识面更广,提高了学生对建筑节能相关领域的认识和理解,为研究方向的确定起到很好的开拓作用。专题课堂讨论环节,学生作为演讲的主导者,教师是讨论方向的引导者,或者是针对期刊文献的深度讨论,或者是案例论文的讲解和分析,学生之间形成互动,考核仅是一种手段,师生之间在讨论中达到了“教学相长”的目的。

## 2. 计算流体及数值模拟技术

专业选修课计算流体及数值模拟技术是以介绍计算流体力学(CFD)的基本原理、算法及其在建筑环境领域应用为主的课程。通过课堂学习、实例讲解、上机编程、模拟大作业和课堂讨论等教学形式,使研究生能够大体掌握计算流体力学的基础理论、应用方法和应用技巧,培养学生正确应用计算流体力学等数值模拟技术解决实际科研问题的能力。

该课程采用上机实践与研究报告相结合的方式考核。上机实践在市政环境国家级虚拟仿真实验教学中心进行。该实验教学中心在借鉴国外经验的基础上,充分考虑国情和专业特点,综合利用互联网,将多屏显示、圆桌面、可移动终端、人机交互、情境感知等技术手段有机组合,建设成虚拟仿真专用实验场地。其特点是融教室和实验室角色于一体,缩短了教师和学生之间的心理距离,实现了先进设备和教学之间的相辅相成,为虚拟仿真实验课程的顺利开展奠定了硬件基础,从而营造出以学生为主体,激发主动学习兴趣、强调分工合作、启发与创新并存的新颖虚拟仿真实验教学环境。利用该虚拟仿真实验教学平台,教师首先介绍商用CFD软件的特点和功能,然后用典型案例简单介绍商用CFD软件的操作要领。学生现场同步演练,初步掌握最基本的操作步骤。

研究报告包括2个主要内容:(1)以简单的非稳态一维导热问题为例,通过实际编程操作,考查学生对网格划分、空间和时间差分,以及三对角矩阵方程组的TDMA求解方法的理解;(2)利用商业CFD软件,挑选出建筑环境领域内典型的流动现象案例,采用不同湍流计算模型进行数值模拟,考查学生对商业CFD软件建模、网格划分、设定条件的输入、运算和收敛判断、后处理等简单操作的掌握程度。通过改变编程参数、湍流计算模型,做到每个学生的报告内容不同。在撰写报告过程中,同样利用虚拟仿真实验教学平台进行答疑讲解。鼓励学生在完成大作业的过程中讨论分析计算结



果,教师根据报告计算结果、分析问题的深度进行评分。

### 3. 热网计算原理

专业选修课热网计算原理是在本科供热工程课程学习的基础上,学习用概率论、图论、矩阵理论等数学工具解决供热管网计算有关问题的一门课程,重点培养学生灵活运用基础知识和数学理论,解决和分析专业技术问题的能力。结合该课程的特点,在讲授过程中特别注意理论与实际工程案例的结合,强调运用,以激发学生学习兴趣,提高其解决实际工程问题的能力。

考核方式采用“课程论文+课堂练习+工程案例交流”的方式,重在课程论文的过程管理,包括课程论文选题与课程论文汇报答辩几个主要环节,学生共有2次参与讨论与演讲的机会。

结合当前清洁能源在供热系统中的高效利用与智慧供热等最新方向,确定参考题目与范围,但是最终选择每人一题。在整个热网计算原理课程教学环节,以不同系统形式与其计算方法作为阶段性目标,让学生带着问题去学习和思考;采用供热工程虚拟仿真平台与哈尔滨工业大学自主研发的供热计算软件作为训练工具,在课堂教学中就计算原理在实际工程案例中的应用进行课堂测试与讨论。这有利于引导学生由被动听课变为自主学习,将所学的理论知识真正在工程中应用,并注意实际工程计算时边界条件的选定,极大地提升了学生解决实际工程问题的能力。

学生通过该课程的学习,经历了选题、复杂供热系统计算原理的学习、论文写作、工程实际案例讨论交流等全过程培训,提高了研究生发现供热系统设计缺陷、解决实际工程问题的能力,同时也培养了论文写作与表述能力。从近几年学生提交的课程论文看,论文的完成质量逐年提升,其中2016年优秀课程论文率占比22%,2017年达45%。大部分学生能够通过该课程的学习,带着解决实际工程问题的理念,进行深入思考并灵活运用所学知识,不仅课程论文的选题越来越新颖实用,而且研究内容也愈加深入。

## 四、结语

以哈尔滨工业大学暖通学科研究生课程多元化考核方式为主题,分别以高等传热学、室内空气环境以及建筑节能技术等课程为代表,详述了基础课、专业基础课和专业课在开设过程中的具体考核指标和做法。近几年的教学实践表明,基于过程管理的多元化考核方式有利于引导学生开展自主学习、深度学习,培养其创新思维能力,提高学习成效。所提出的经实践检验的多元化考核模式,对其他工科类研究生课程考核方式改革具有一定的借鉴作用。

### 参考文献:

- [1] [美]肯·贝恩(K. BAIN)著. 如何成为卓越的大学教师[M]. 明廷雄,彭汉良,译. 2版. 北京:北京大学出版社. 2014.
- [2] 王昭俊,刘京,王芳,张承虎. 多元互补式研究生教学模式研究——以哈工大暖通学科为例. 高等建筑教育,2015,24(6): 51-54.
- [3] 邢维全. 美国高校考试评价制度的启示[J]. 高教论坛,2009(6): 49-51.
- [4] 宋璞,李战国. 国际高等教育评价研究之演进、前沿及其启示[J]. 黑龙江高教研究,2018(1): 10-14.
- [5] 赵丹,李新宇. 国外高校考试制度的特点及启示[J]. 北京教育,2007(10): 62-64.
- [6] 张蕊,徐鹏,方明峰. 基于过程性评价的、多元的地方综合性高校课程考核方式[J]. 重庆理工大学学报:社会科学,2014,28(4): 129-133.
- [7] 丁克良,周命端,刘森. 研究生课程“现代测量数据处理”教学改革与实践[J]. 测绘通报,2014(S1): 297-299.

- [8] 谭羽非, 王雪梅. 《工程热力学》课程实施研究性教学的探索与实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2016(12): 58-59.
- [9] 王芳, 王昭俊, 刘京, 张承虎. 创新驱动下研究生多元互补课堂教学模式实践. 高等建筑教育, 2016, 25(5), 35-38.

## Research and practice on diversified assessment method for postgraduate students in HVAC based on effective learning drive

WANG Zhaojun, LIU Jing, ZHOU Zhigang, ZHANG Chenhu, WANG Fang

(School of Architecture, Key Laboratory of Cold Region Urban and Rural Human Settlement Environment Science and Technology, Ministry of Industry and Information Technology, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, P. R. China)

**Abstract:** Basic, professional basic and professional courses are offered for postgraduate students in HVAC in Harbin Institute of Technology. Diversified assessment methods are put forward in accordance with the characteristics of different types of courses. Process management is enhanced in teaching process. Curriculum assessment contains various ways, such as “final examination + course paper + report defense”, “classroom content assessment + reading assessment + review paper + case paper + questions + discussion”, “open-book examination + research report + plus score”, “on-line practice + research report”, “course paper + course practice + case analysis and exchange”. The diversified assessment methods discussed in this paper have been applied to teaching reform of HVAC. It can certainly provide a reference for the postgraduate course assessment reform of other engineering field.

**Key words:** different types of courses; diversified assessment mode; process management; effective learning drive

(责任编辑 梁远华)