

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.02.010

欢迎按以下格式引用:翁庙成,肖益民,王勇,等.建筑环境与能源类硕士研究生课程设置研究[J].高等建筑教育,2025,34(2):79-86.

# 建筑环境与能源类硕士研究生 课程设置研究

翁庙成,肖益民,王勇,刘方

(重庆大学土木工程学院,重庆 400045)

**摘要:**针对2020版研究生培养方案(修订)对课程体系构建的需求,详细调研了国内外同类专业研究生课程体系总体要求、课程目录和课程体系设置,并分析其课程体系的优势与特色。结合重庆大学学科特色与学校研究生教育实际,构建了建筑环境与能源类特色研究生课程体系,提出了加强研究生课程体系的国际化建设、实践类课程建设、在线研究生课程建设、课程考核评价机制建设,以及课程思政体系构建等设想。为顺应国家能源战略发展与“双一流”学科建设目标,构建具有鲜明特色的课程体系及提升人才培养实践能力提供参考。

**关键词:**研究生课程设置;OBE教育模式;研究生教育改革

**中图分类号:**G643

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2025)02-0079-08

内涵式发展道路是我国高等教育的必然趋势,习近平总书记在党的十九大报告中明确指出要“加快一流大学和一流学科建设,实现高等教育内涵式发展”<sup>[1]</sup>。21世纪人类共同面临能源与环境两大基本问题,2020年,中国基于推动实现可持续发展的内在要求和构建人类命运共同体的责任担当,宣布了“碳达峰、碳中和”目标,能源领域急需复合型创新人才。建筑环境与能源应用类硕士研究生培养中,如何提高研究生创新能力、实践能力,以及综合素质,是当前研究生教育面临的现实问题。硕士研究生教育在人才培养中发挥重要作用,研究生课程教学是研究生培养的基础环节,对构建研究生学科理论基础、学科专业知识,培养其创新思维至关重要。课程体系建设是研究生教育的基础<sup>[2]</sup>,构建科学的研究生课程体系,在课程设置中充分体现“宽口径、强能力和高素质”的原则,突出创新能力培养,进而才能有力地支撑人才培养质量,实现“双一流”建设目标。

供热、供燃气、通风及空调工程专业是土木工程学一级学科下的二级学科,是一个涵盖土木、机电、能源的综合性学科。学科以传热传质学、工程热力学、流体力学、人工环境学为理论基础。研究内容涉及人工环境系统的基础理论,人工环境系统的设计与施工、运行调节和设备开发,实际工程

修回日期:2023-08-15

**基金项目:**重庆市研究生教育教学改革研究项目“建筑与土木工程专业硕士实践教学模式研究与实践”(yjg182006)

**作者简介:**翁庙成(1981—),男,重庆大学土木工程学院副教授,博士,主要从事建筑环境与建筑通风教学与科学研究,(Email)mw@cqu.edu.cn。

应用中的理论问题等。建筑环境与能源应用工程专业学科名称一般用于硕士、博士阶段及科研领域,为了便于和国外大学相关专业进行对比,文中将其统称为建筑环境与能源类专业。

## 一、重庆大学建筑环境与能源类专业硕士研究生联合培养概况

重庆大学供热、供燃气、通风及空调工程专业创建于1956年。以营造满足人类生产和生活要求所需的人工环境为目的,从最初的建筑环境控制逐渐向建筑节能、建筑环境安全、建筑能源系统方向转变,与土木工程、市政工程、建筑与规划、电气工程、生态与环境工程、材料工程等学科联系紧密且相互交叉融合。学科紧扣国家经济与社会发展对资源与环保的要求,结合智能化发展战略,实现高效低碳清洁能源供给,营造智慧节能建筑环境,为国家环境与能源安全服务。研究内容涵盖了绿色建筑与建筑节能、建筑环境模拟仿真与智能控制、建筑火灾安全、建筑清洁能源开发与应用、建筑清洁能源系统创新设计与系统集成、区域能源运行与管理、可再生能源蓄能技术、新材料与新结构在建筑清洁能源系统中的应用、燃气输配与应用等。

重庆大学拥有科技部国家级“低碳绿色建筑”国际联合研究中心、教育部国际联合实验室“绿色建筑与人居环境营造”等,为开展国际交流与合作提供了坚实的基础和保障。目前,学校与英国剑桥大学、英国雷丁大学、澳大利亚本皇家墨尔本理工大学、丹麦奥尔堡大学等高校建立了密切的合作关系,积极探索联合培养建筑环境与能源类研究生模式。

墨尔本皇家理工大学位居2021年英国教育组织(简称QS)排名223位,软科世界大学土木工程学科排名前75。墨尔本皇家理工大学是澳大利亚最大最成功的教育机构之一,该校根据业界要求不断优化课程设置,其课程设置基本理念之一就是要培养学生必要的专业技能,开阔学生国际视野。丹麦奥尔堡大学采用基于问题的跨学科教育与研究模式PBL(Problem based learning),经过多年的发展,2021年QS排名305位,软科世界大学土木工程学科排名前300位<sup>[3-4]</sup>,已成为欧洲顶尖的工程院校。奥尔堡大学的特色PBL(问题导向型)模式被推广使用,被视为“世界工程教育的典范”。

## 二、国外大学研究生课程设置

以丹麦奥尔堡大学和澳大利亚本皇家墨尔本理工大学两所高校为例,对建筑环境能源类研究生课程进行比较分析。在分析澳洲皇家墨尔本理工和丹麦奥尔堡大学相关能源环境专业方向研究生课程设置及其考核要求的基础上,结合国内一流大学学科课程体系和重庆大学建筑环境与能源类硕士研究生2021版全日制硕士研究生培养方案,探讨课程设置、课程考核及实践性课程建设等问题。

### (一) 奥尔堡大学建筑室内环境与能源工程硕士研究生课程设置

奥尔堡大学室内环境与能源工程硕士课程以研究为基础,共计开展2年(4个学期)的全日制课程学习,总学分不低于120 ECTS学分(ECTS为欧盟通用学分,1学分相当于30学时)。学生可以在同一主题中的不同项目中选择。奥尔堡大学每学期有20周,每学期学分为30 ECTS,普通课程模块和项目模块各占15 ECTS。硕士生第一年为中心科目的课程和项目学习,第二年为选修项目及硕士论文项目学习。

第一学期的学习主题:在理论和实验的基础上,研究通风、室内气候、气流和健康等。主要课程:数值方法(5 ECTS),流体力学与计算流体力学(CFD)(5 ECTS),建筑相关流体力学(5 ECTS)。项目(建筑物内的通风、气流和污染物传输)占15 ECTS;案例学习包括手术室的通风、火灾中烟气流场模拟、剧院的热舒适和气流等。

第二学期的学习主题包括以下内容,一是学习与节能建筑相关的综合设计过程和综合建筑概念,二是探索被动式太阳能、被动式冷却、日光、自然通风与先进的技术气候装置和连续能源系统相结合的自然可能性。主要课程包括随机模型及设计优化、综合建筑能源设计及环境评估方法与生命周期成本分析,各占5 ECTS;主要项目有建筑及屋宇装备综合设计,占15 ECTS。

第三学期有三个不同的模块供学生选择。一是完成硕士论文撰写,论文选题可在室内环境和能源工程领域自由选择,在第三学期或第四学期完成。二是选择在丹麦或其他国家实习,实习期间需要撰写实习过程中的一个或多个项目任务,参与公司的日常运营。三是在丹麦或其他大学或教育机构学习一个学期,作为客座学生参加相关研究,完成30 ECTS。奥尔堡大学室内环境与能源硕士课程学习模块如表2所示。

表1 奥尔堡大学建筑室内环境与能源工程硕士研究生课程设置<sup>[5]</sup>

模块名称	类型	课程性质	ECTS 学分	学期
建筑物中的通风、气流和污染物运输	项目		15	1
数值方法	课程		5	
流体力学和计算流体力学	课程		5	
建筑相关流体力学	课程	必选	5	
建筑及屋宇设备综合设计	项目		15	2
环境评价方法和生命周期成本分析	课程		5	
综合建筑节能设计	课程		5	
环境评价方法及生命周期成本分析	课程		5	
建筑和暖通空调系统中能源运输的高级建模	项目	2选1	20	3A
建筑调试和运营	项目		20	
信息技术系统开发	课程		5	
建筑物障碍检测和诊断	课程		5	
在外部组织中以项目为导向的学习	项目		30	3B
硕士论文	项目	必选	50	3-4C
信息技术系统开发	课程		5	
建筑物障碍检测和诊断	课程		5	
硕士论文	项目		30	4

## (二) 墨尔本理工大学建筑节能与可持续建筑设计硕士研究生课程设置

墨尔本理工大学建筑节能与可持续建筑设计硕士研究生需要完成为期两年的课程学习。每学期18周,每学年完成48学时,2年96学时,硕士第一年主要为课程学习,第二年需要完成项目学习。一般课程为12学分,项目为12或24学分。节能与可持续建筑设计的硕士课程如表2所示。

## (三) 墨尔本理工大学与奥尔堡大学课程特色与课程考核

### 1. 奥尔堡大学课程特色

培养目标为使学生全面了解与能源规划和可持续发展相关的技术、体制和经济问题等,获得理论和方法知识,并具备将知识运用于特定案例的实践能力。课程体系涉及建筑物能源系统、室内空气质量、HVAC系统、建筑生命周期等知识。硕士研究生第一年需要修完中心科目的课程和项目,第二年完成选修项目及硕士论文项目。其中,项目模块需提交4份项目报告。

奥尔堡大学倡导以问题为导向的教学方法。室内环境与能源工程硕士课程教学采用PBL模式,即基于问题的学习,引导学生主动学习,注重将学生的自学与课堂教师的引导紧密结合,从而培

养学生的创新精神、实践技能和团队协作意识。课程教学通过课堂讲授、讲座,辅以项目实践、研讨会、演讲研讨会、实验室测试。课程考核采用笔试和口试2种方式,口试的比重较大。

表2 澳大利亚墨尔本理工大学建筑节能与可持续建筑设计硕士课程<sup>[6]</sup>

课程名称	课程类型	学分	课程性质	学年
建筑科学的热力学和传热	课程	12	必选	1
建筑系统	课程	12		
建筑环境的可持续性	课程	12		
项目管理导论	课程	12		
研究设计和方法	课程	12		
可持续建筑技术	课程	12		
建筑物中的能源水分和气流	课程	12		
项目管理技巧	课程	12	2选1	2
建筑建模和仿真	课程	12		
建筑可持续性评估	课程	12		
可持续外墙和材料	课程	12		
研究调查1	项目	12		
可持续建筑设计项目	项目	12		
研究调查2	项目	24		
可持续建筑调查	项目	24		
管理可持续建筑项目	项目	12		
评估和管理项目风险	项目	12		
信息与技术管理	项目	12		
可持续发展领导力	项目	12		
可持续能源系统与设计	项目	12		
形状-建筑环境中的多学科项目	项目	12	5选1	

- 2.墨尔本皇家理工大学课程特色
- (1)培养目标:一是学习基本的技能和理论,以设计、开发和实施解决方案的新建筑与改造,以及可持续建筑环境;二是提高专业沟通复杂的可持续发展策略的能力,参与跨学科团队,以推动项目成果和改善建筑可持续发展、可持续建筑项目管理。

(2)课程体系涉及建筑科学中的热力学和传热、建筑环境的可持续性、评估和管理项目风险等知识。墨尔本皇家理工大学的教学注重学生的主观能动性,学生需要参与项目和课题,并完成团队作业,对于培养学生的团队合作意识和能力具有现实意义。授课类硕士不单单要学习课堂知识,授课为主的方式可以通过讨论会、讲义、考试等获得学分,最后通过提交小论文或参加毕业考试的方式获取硕士学位。

(3)课程考核常采用等级制,分别为优、良、中、及格和不及格。学生成绩的确定以连续评估为主要形式,重点考核学生的综合学习成果。其连续考核方式一般分为平时成绩和期末考试两大块。平时成绩一般由作业、汇报、报告等组成;期末成绩为笔试(卷面成绩为依据)和项目评估。其中,项目评估一般是指比较大的实践项目或者市场分析报告(包括毕业论文),可以独立完成也可以集体完成。为保证考核的准确性,对不同阶段的项目完成程度和质量给予不同的等级评判标准。在学期结束时,教师会通过学生的平时成绩、期末考试成绩及其他因素来确定学生的综合成绩。



从国外大学硕士研究生课程的设置情况看,国外大学研究生课程的系统性较强,一个专业模块中包含了相当于国内几门课程的内容,并且实践性较强。一方面通过构建学科基础理论,紧跟学术前沿,促进学生的学习能力;另一方面通过项目课程来拓宽专业视野,提升科研与实践能力。从国外大学和国内“一流”大学的硕士研究生课程体系的设置可以看出,均设有管理类或者人文类的选修课程,体现了研究生教育中“专业教育与综合素质交叉培养”的教育理念。

国内大学的考核方式相对比较单一,一门课程一般只有一种考核方式。国外大学的考核方式基本按照一课一评价方式,例如皇家墨尔本理工大学的专业核心课程大多采用“课程作业+小组汇报”的形式。

### 三、国内同类专业硕士研究生课程设置

从研究方向、课程培养体系与学科设置、核心基础课与专业课课程设置等对清华大学、哈尔滨工业大学、同济大学3所高校的建筑环境与能源类专业硕士研究生课程培养体系进行比较分析,如表3所示。

三所高校的研究方向侧重点有所不同,基本涵盖了专业所需基础课程,即高等传热学、高等工程热力学、计算流体力学三大力学,部分高校未设置建筑环境学。三所高校的专业核心课程基本涵盖了室内环境与能源两部分内容,均设置了管理人文素养类课程。不同点在于同济大学设置了微生物控制及生物洁净课程,哈尔滨工业大学设置了燃气方向的核心课程与供热专业课程,清华大学专业核心课程偏重室内环境质量控制。

国内硕士研究生的学制一般为3年。第一年通过上课修读毕业需达到的学分,学术型硕士第二年和第三年跟着导师作具体的课题研究,最后提交硕士毕业论文。全日制专业学位研究生在部分课程学习结束后,须完成6个月或者1年的专业实践训练,即第二年完成专业实践,提交专业实践总结报告,第三年完成毕业学位论文。专业实践采用集中和分段实践相结合的方式,实践形式可多样化,包括课程实验、企业实践、课题研究等。国内全日制专业学位研究生培养侧重通过实践训练环节,培养学生的工程实践能力。

### 四、基于成果导向的特色课程体系构建

总体来看,国内大学课程体系与国外大学相类似,国内研究生课程设置注重理论课程,相对偏重学术研究,而实践类课程则定位不够清晰。

基于上述分析,从国家及社会发展需求、产业及行业发展、学校专业特色及定位、学生能力及发展等五个维度出发,构建以学生为中心,基础与前沿并重的课程体系。构建学科基础理论核心课程与方法类课程,如计算流体力学、实验设计与数据处理、建筑室内环境、建筑热过程与人居环境。结合学科发展前沿,绿色低碳、新能源等特色研究方向,紧跟学科发展方向和企业技术进步需要,我国高校新开或重点建设了绿色建筑技术、智慧建筑能源与环境系统控制、环境控制技术、低碳智慧燃气技术、高效建筑能源应用系统等前沿和特色课程。同时,开设全英文课程可持续环境设计、环境质量与健康、建筑模拟实验等,以及校企合作案例教学课程工程案例分析。

设置与选修跨学科交叉课程。拓宽课程设置口径,注重学科交叉。允许研究生在一级学科之间选修课程,如选修计算机学院、信息技术、大数据与软件学院、自动化学院、材料科学与工程学院,以及数理与统计学学院等开设的专业课程,增强学生综合素质,提高其创新能力。聘请国外高水平教授参与课程授课,增加国外专家的授课比例,吸引更多的国内外学生参与学习。同时有针对性开

设由系列学术讲座组成的精品课程,如建筑模拟实践,为由海外知名大学教授授课的全球在线学术课程。

表 3 国内同类专业研究生课程设置

高校	研究方向	专业基础课	专业核心课程
同济大学	空调技术中的热湿交换过程	湿空气学,高等传热学,计算流体力学,燃气燃烧理论与技术	空调负荷计算理论,可再生能源及新能源在建筑中的应用,通风空调气流控制技术,燃气设备 CAD,建筑与能源利用,蓄能空调理论与技术,室内环境及其控制,空气洁净技术,建筑节能技术,微生物控制及生物洁净
	室内空气品质控制与污染物控制		
清华大学	分布式能源与燃气高效应用	建筑节能原理与应用,建筑室内环境模拟及应用,吸收式热泵技术研究与应用,防疫建筑技术,暖通空调与制冷新进展,大型商业建筑节能诊断方法,建筑环境自动环境控制前沿,建筑周边微气候模拟和应用,可持续建筑的设计、建造和运行	
	燃气输配技术		
哈尔滨工业大学	建筑节能技术	建筑热湿环境营造过程的热学原理,高等传热传质学,高等热力学,室内空气流动数值模拟,暖通空调系统过程模拟分析	室内空气质量保障
	空气洁净技术		
重庆大学	建筑智能化	高等传热学,高等工程热力学,高等流体力学,多相流体力学,实验理论基础,室内空气环境	暖通空调理论与技术
	暖通空调理论与技术	冷热源理论与建筑节能	建筑防火理论与技术
	冷源理论与建筑节能		
	建筑防火理论与技术	建筑设备系统智能化	建筑能效提升原理与技术
	建筑设备系统智能化		
	室内环境与健康	绿色低碳建筑理论与技术	建筑节能测试分析,智慧建筑能源与环境系统控制,建筑模拟实践,高效建筑能源应用系统,工程案例分
	绿色低碳建筑理论与技术		
	燃气输配理论与技术	燃气应用理论与技术	
	燃气应用理论与技术		

通过问卷调查的方式对 2020、2021 级研究生的课程体系和课程教学进行了调研。调查内容包括课程设置总体情况及课程教学效果两大板块,其中,课程教学效果主要由任课教师学术水平、职业道德、教学水平,教材和教学内容前沿性,教学模式,实践性课程与课程考核制度等组成。调查结果如图 1 所示。课程设置的整体情况及课程教学效果的前五项满意度达到 90% 以上,课程教学效果中的教学模式、实践性课程与课程考核制度的满意度达到 80% 以上,10% 左右的学生对这三项的态度为一般或者不满意。其中,实践性课程不满意度达到了 20%,因此,研究生的课程教学还须增

加实践性课程。

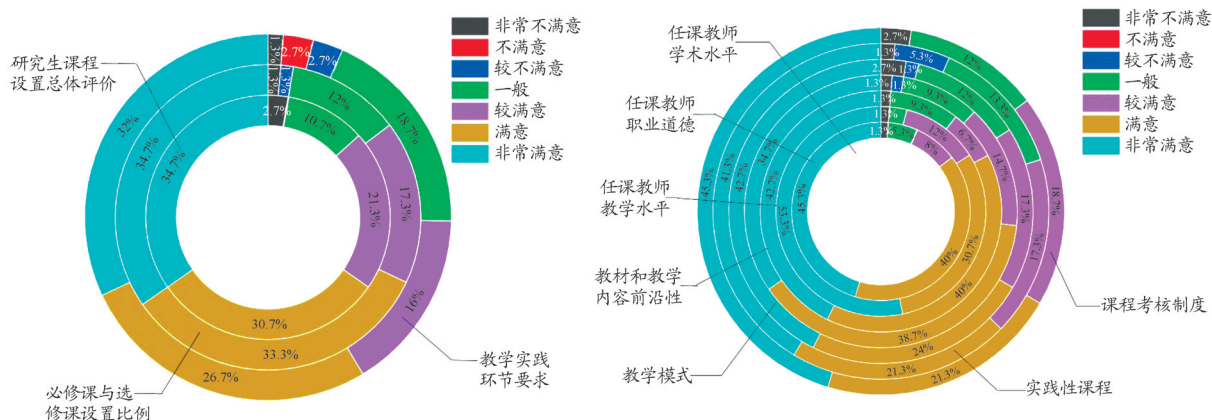


图1 课程设置与课程教学满意度调查结果图

## 五、课程体系建设

课程体系及其内容建设是一项长期、滚动的过程,随着科学技术发展、学科发展及学校人才培养目标的调整而不断地优化和完善。课程体系优化建设任重而道远,在未来可以从以下几个方面进行探索改进。

### (一) 加强研究生课程体系的国际化建设

建立与国际接轨的课程体系,包括教学理念、教材设置、实践和考核认定等。与国外大学开展交流合作,建立研究生双学位或短期进修课程项目,为研究生课程体系国际化建设提供更好的平台。

### (二) 加强实践类课程建设

强化多样化实践类课程建设。实践是理论联系实际的有效途径,对提高研究生创新能力具有重要作用。增加实践类课程,提供丰富、优质的实践教学资源,借鉴国外大学的项目课程,增加开设项目实践教学课程,并与企事业单位合作建设项目类课程。同时,借鉴丹麦奥尔堡大学 OBE 教学模式,加大专业学位案例教学课程建设。OBE(Outcomes-based Education,简称 OBE),即基于学习产出的教育模式,是最早出现于美国和澳大利亚的基础教育改革。OBE 教育系统要求对学生毕业时应达到的能力及水平有明确的构想,从而设计适宜的教育结构,保证学生达到预期目标。OBE 教育模式被认为是一种教育范式的革新。

### (三) 加强研究生在线课程建设

利用网络信息技术,发挥学科专业优势,加强研究生在线课程的模块化建设,提升课程教学质量,实现优质教育资源共享的个性化教育,促进教学过程的持续改进。

### (四) 建立课程考核评价机制

研究生课程考核应注重研究生整体学术素养的评价,考核内容不仅仅停留在学生对学科专业理论知识的掌握,而且还应考查研究生在课程学习和研究活动过程中形成的学术思维、自学能力、创新意识等。考核形式则需要依据课程性质、特点及课程目标,采取多种形式相结合的考核方法,如文献分析报告内容、课堂参与度、课程论文撰写等,可以借鉴墨尔本理工大学的团队考核方式,重视对研究生日常学习的阶段性及团队协作能力考核。

## 参考文献:

- [1] 习近平:决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[EB/OL]. (2017-10-27)[2022-06-18]. [http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content\\_5234876.htm](http://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm).
- [2] 教育部关于改进和加强研究生课程建设的意见[EB/OL]. (2014-12-05)[2023-06-18]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141205\\_182992.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201412/t20141205_182992.html).
- [3] QS World University Rankings 2021[EB/OL]. (2020-06-10)[2022-06-18]. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>
- [4] 2021 世界一流学科排名:土木工程[EB/OL]. [2022-06-18]. <https://www.shanghairanking.cn/rankings/gras/2021/RS0211>.
- [5] Curriculum for the master's programme in indoor environmental and energy engineering, 2020[EB/OL]. [2022-06-18]. <https://studieordninger.aau.dk/2021/29/2428>.
- [6] Master of energy efficient and sustainable building[EB/OL]. [2022-06-18]. <https://www.rmit.edu.au/study-with-us/levels-of-study/postgraduate-study/masters-by-coursework/mc209>.

## Research on the graduate curriculum setting of building environment and energy

WENG Miaocheng, XIAO Yimin, WANG Yong, LIU Fang

(School of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** Aiming at the target requirements of the graduate training plan (version 2020) for curriculum system construction, general requirements of the curriculum system, as well as the course catalogues and settings in similar majors from international and domestic universities have been investigated in detail, and the advantages and characteristics of their curriculum systems are analyzed. A graduate curriculum system for the major of building environment and energy with Chongqing University characteristics is proposed. Some suggestions are put forward, such as construction of international courses, practical courses, online courses, course evaluation mechanisms and ideological and political systems. It provides references for aligning with the national energy strategic development and the double first-class discipline construction objectives, constructing curriculum systems with distinct characteristics, and improving the practical ability of talent cultivation.

**Key words:** graduate curriculum setting; OBE education model; graduate education reform

(责任编辑 邓 云)