

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2025.05.011

欢迎按以下格式引用:冯驰,蒋敏,胡鹏博,等.建筑热工方向大专业跨度研究生培养中的过渡课题设置[J].高等建筑教育,2025,34(5):84-90.

建筑热工方向大专业跨度研究生培养中的过渡课题设置

冯 驰, 蒋 敏, 胡鹏博, 高 珊

(重庆大学 建筑城规学院;山地城镇建设与新技术教育部重点实验室,重庆 400045)

摘要:建筑热工学对建筑环境被动式营造的强调契合我国的“双碳”政策,也符合我国高校加快推进“新工科”和“双一流”建设的时代背景,吸引了越来越多跨专业攻读该方向的研究生。为大专业跨度学生设置适当的过渡课题能够有效帮助其快速进入建筑热工专业领域,实现学科交叉融合。文章首先分析过渡课题设置的必要性和意义;然后针对选题标准、原则与方法,以及过程中的评估与调整,论述大专业跨度研究生培养过程中过渡课题设置与实施的要点;最后结合两个典型案例,就过渡课题的设置思路及其培养成效进行剖析。过渡课题既是对导师和学生的共同挑战,又是促进学科交叉融合的良好抓手,应根据学生的具体情况、导师和课题组的研究方向进行个性化的方案定制。本文研究成果能够有效地促进建筑热工方向大专业跨度研究生的培养,同时为其他学科提供参考。

关键词:建筑教育;建筑热工学;大专业跨度研究生;人才培养;过渡课题

中图分类号:TU111;G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2025)05-0084-07

德国著名物理学家海森堡认为:“在人类思想史上,重大成果的发现常常发生在两条不同思维路线的交叉点上”^[1]。众多前沿科学和工程领域的探索往往涉及多个学科,学科的深度交叉融合已成为当今科技发展的重要特征和颠覆性创新的重要途径。为应对新一轮的科技革命与产业变革,教育部自2017年开始积极推进新工科建设,旨在培养现代经济社会所需的实践与创新能力强、具有跨界整合能力和动态适应能力的复合型工程科技人才。2018年,国家三部委联合发布《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》,强调高校要优化学科布局,打破传统学科之间的壁垒,整合相关传统学科资源,促进基础学科、应用学科交叉融合,在前沿和交叉学科领域培植新的学科生长点^[2]。在此背景下,各高校跨专业招收工程类研究生的现象日益普遍^[3]。

在建筑学领域,随着我国城市发展从高速飙升的增量建设转向注重品质提升的存量更新,“碳达峰”和“碳中和”两个阶段性减碳目标应运而生,建筑技术科学方向人才培养的重要性和紧迫性日

修回日期:2024-01-05

基金项目:重庆市高等教育教学改革研究重点项目(232016)

作者简介:冯驰(1986—),男,重庆大学建筑城规学院副院长,教授,主要从事建筑技术科学研究,(E-mail)fengchi860602@cqu.edu.com。

益突出。作为建筑学二级学科建筑技术科学的子方向之一,建筑热工学致力于研究室外气候通过建筑围护结构对室内热环境的影响、室内外热湿作用对围护结构的影响,以及通过建筑设计改善室内热环境的方法^[4],其对建筑环境被动式营造的强调非常契合我国的“双碳”政策。由于一级学科建筑学在本科阶段并无建筑热工学方向,只在研究生阶段设置了建筑技术科学专业(主要涵盖建筑热工学、建筑光学和建筑声学三个方向),因此选择攻读建筑学热工专业方向的研究生既有建筑学背景的本科生,更有大量非建筑学专业出身的跨专业学生,他们大多来自传统工科,包括相近专业的土木工程、建筑环境,也包括与建筑学差异较大的化学、材料科学与工程、计算机科学与技术等专业。由于缺乏建筑学专业的知识背景,非土木建筑背景的大专业跨度研究生在学习初期会面临一定的困难。作为连接既有专业背景和建筑热工的桥梁,过渡课题能够帮助跨专业研究生快速进入新的专业领域。由于建筑热工方向跨专业研究生的数量逐年上升,探索针对跨专业背景的建筑热工研究生培养中的过渡课题设置具有重要意义。

一、过渡课题设置的必要性和意义

过渡课题是指面向跨专业研究生,在其进入新专业领域之前或之初,根据其原专业背景和新专业要求所设计的一种有针对性的教学活动。过渡课题旨在帮助跨专业研究生弥补基础理论和方法的差距,提高其对新专业领域的认知和兴趣,激发其创新和探索精神,促进其与新专业领域的师生沟通交流,为其后续深入学习和研究打下坚实基础。

(一) 过渡课题设置的必要性

建筑热工学是一门涉及建筑热环境、能耗、节能和舒适性等多个方面的综合性学科。它不仅需要掌握建筑学的基本知识,还需要运用物理、数学、计算机等相关学科的理论和方法来推导和解决问题。近年来,建筑学跨专业研究生的来源不断丰富,而不同专业背景的学生在基础知识方面存在较大的差异,培养难度的差别也很大。例如,土木工程、建筑环境与能源工程专业背景的学生通常具备扎实的数理功底和良好的计算机编程技能,并且已经具备较充分的建筑构造基础知识,因此容易理解建筑节能、绿色建筑的重要理念和核心思想,对各种现象的解释以及对机理的分析往往也较为深入。然而,环境工程、材料科学等大专业跨度的学生普遍缺乏建筑相关的专业理论基础,对建筑专业知识结构的理解不深入^[3],因而在理解和应用专业概念和原理时容易出现表面化的问题。此外,许多大专业跨度研究生都面临研究实践应用局限的问题。建筑学是一门理论与实践并重的学科。跨专业研究生因对建筑设计原理理解不深,且缺乏项目实践经验,在从事建筑节能与绿色建筑研究时,易陷入脱离工程实际的困境,致使研究成果在实际应用中面临瓶颈。

为解决建筑热工方向大专业跨度研究生面临的问题,在对其进行培养时,一方面应帮助他们尽快建立相对完备的建筑学科基本知识框架体系,使其对建筑学有一个较全面、深入的认识;另一方面,应帮助其快速理解和掌握建筑热工学的核心内容,同时灵活运用其原专业的相关知识。在这一过程中,除针对大专业跨度研究生构建开放型的课程体系、配套多学科交叉的多导师制度、完善多元化的培养质量评价体系等较为宏观的培养策略外^[3-7],还应当在具体的日常教学和科研中,结合学生的专业背景,充分考虑其优势和不足,量身定制个性化的过渡课题,帮助他们快速进入新的专业领域,建立学科交叉融合的研究视角。

(二) 过渡课题设置的意义

首先,过渡课题的设置能够帮助大专业跨度研究生建立信心。大专业跨度研究生入学后,一方面需要尽快弥补所欠缺的本科阶段主要专业基础理论,另一方面需要学习研究生阶段的专业课程

来深化自己的专业知识体系。两方面的学习需求相互叠加,会给跨专业研究生带来一定的学习压力,也易使其产生焦虑。过渡课题可以让大专业跨度学生在相对熟悉的既有知识体系中逐步开展对建筑热工学的探索,从而缓解应对全新领域时的不安情绪。

其次,过渡课题的设置有助于大专业跨度研究生整合跨学科知识。大专业跨度研究生所具备的多元学科背景与理论体系,可为建筑热工研究提供全新视角。衔接其既有专业背景与建筑热工领域的过渡课题,能为其提供运用其他学科领域理论与方法探究建筑热工问题的机会,同时助力在研究进程中理解并掌握相关基本概念、核心知识与研究方法,拓宽知识视野、填补知识差距。

最后,过渡课题的设置能够帮助大专业跨度研究生提高研究创新性。其探索过程不仅能够拓宽学生的学术视野,还能促使他们跳出传统的学科界限,寻找新的研究方向和创新点,灵活运用跨学科的研究方法,提高研究的创新性和综合性。在建筑热工领域,跨学科知识的整合对推动创新和解决复杂问题很重要,这种探索的积淀有助于创造新的研究范式,推动建筑热工领域的前沿发展。

二、过渡课题的设置与实施

(一) 过渡课题设置选题标准

过渡课题的设置应当充分考虑大专业跨度学生的既有专业背景、建筑热工学的学科要求与实际应用需求,由师生共同探讨制定。首先,应当对学生的背景与能力展开评估,综合考虑学生的专业知识背景,及其建筑物理、数学、计算机等方面的技能水平,确保课题实施的可行性。同时,还应深入分析跨学科的需求匹配,评估课题与建筑热工学以及其他相关学科的关联程度,确保课题涉及有意义、有价值的跨学科内容,有利于知识交叉与综合应用。在此基础上,理想的过渡课题还应同时具备一定的研究深度和广度,尽量涵盖更广泛的专业知识领域,并且具有一定的实践价值,能够让学生将理论知识应用到实际的建筑热工问题中,满足学生跨专业学习的需求。最后,应当确保过渡课题在教学资源、实验设备等方面能够得到足够的支持,以便学生能够顺利完成课题研究。

此外,在课题难度和持续时间方面,可以有两种不同的考虑:一种是直接结合学生的原专业背景与建筑热工学来选定过渡课题,这类课题的难度需适中,并旨在通过半年至一年的初期研究,为后续拓展成一篇完整的学位论文奠定基础;另一种则通过部分结合其已掌握的专业知识或背景,设置一个难度中等甚至偏低的过渡课题,亦可称为阶段性的“小作业”,这要求过渡课题本身具有一定的独立性和完整性,能在较短的时间内彻底完成,其主要目的在于促使学生掌握专业知识,但对课题的拓展性没有特别的要求,与学生学位论文的选题也可以没有直接联系。鉴于硕士研究生和博士研究生在学制时长以及课题创新要求方面的差异,硕士研究生更适合第一种过渡课题设置方法,而博士研究生更适合第二种设置方法。

(二) 过渡课题设计的原则与方法

在过渡课题的设计过程中,应该遵循一定的原则和方法来确保课题的质量和适用性。有效的过渡课题设计应当遵循以下三个原则:一是针对性强,在过渡课题涉及的知识范围方面,既要兼顾学生已有的专业知识和技能,又要融入建筑热工学的基本理论或课题组的研究方向,充分保证大专业跨度研究生能有足够的兴趣和信心做好过渡课题,引导学生逐步接触新专业领域的核心问题;二是灵活性高,即过渡课题需要根据大专业跨度学生开展研究的实际情况和进度,灵活调整课题的方向和深度,充分尊重学生的个性和差异,有效保证教学质量;三是创新性强,过渡课题不仅应引入新专业领域的基本理论、方法和技能,使之有助于扩充学生的知识储备,还应当鼓励大专业跨度学生运用自己原有的知识和经验,结合新专业领域的最新发展和前沿问题进行创新性的思考和探索,使

之既能够培养学生的综合能力,又能够激发学生的创造力。

(三) 过渡课题实施过程中的评估与调整

过渡课题的实施需要全面评估、灵活调整,以确保学生的学习效果和课程质量。首先,可以通过灵活的评估方法,如进展汇报、方案制定、报告撰写等,掌握学生课题推进情况。同时,应建立良好的师生反馈机制,定期回顾、及时发现问题和不足,鼓励学生提出课题改进建议,根据课题推进的实际情况,灵活调整教学方法和评价标准,促进课程的不断优化与完善,使学生在过渡课题的学习中获得更好的跨专业学习体验。在此基础上,还需要及时对多年积累的过渡课题案例进行总结和反思,不断迭代优化过渡课题的设计。

需要强调的是,由于建筑热工学的研究方向覆盖面较广,且大专业跨度研究生来自差异非常大的学科领域,因此在设置过渡课题的时候无法生搬硬套一个既定的“公式”。优秀的过渡课题需要做到“千人千面”,根据学生的具体情况、导师和课题组的研究方向进行个性化的方案定制。这既是对导师和学生的共同挑战,又是促进学科交叉融合的良好抓手。因此,在建筑热工学及其他学科的发展中,应鼓励吸纳一定比例的大专业跨度研究生从事交叉研究,这能为学科注入跨学科活力,有望催生原创性突破,开拓新的学术视野。

三、过渡课题设置的案例剖析

(一) 案例1:本科生物科学专业,跨专业攻读建筑热工学方向硕士学位

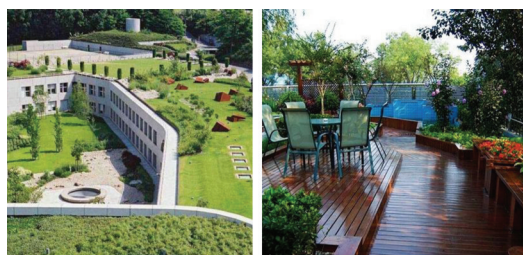
学生F本科为生物科学专业的植物生理方向,本科期间完成的基础课程主要包括高等数学、概率论与数理统计、大学物理、普通化学、有机化学、分析化学、物理化学、仪器分析等,专业课程主要包括动物生物学、植物生物学、微生物生物学、生物化学、分子生物学、细胞生物学、遗传学、植物生理学、植物生态生理学、进化生物学等。为弥补建筑热工方向所欠缺的专业知识,该生曾在本科阶段自学了工程热力学、流体力学和传热学等课程,因此有一定的热工基础。总体而言,学生F与建筑学的本科学生相比,有较好的数学和化学基础,但与建筑学直接相关的知识储备较为薄弱。

为交叉融合学生F的本科专业和建筑热工学的研究领域,导师给学生F选择了植被屋顶(图1)的热过程作为其过渡课题。从建筑热工角度对植被屋顶开展的研究主要集中在实际效果测量评价和以实测为基础的理论模型研究两个方面。前者的目的在于获取其当量热工参数,并验证其降温节能效果,为全面评估植被屋顶的热工性能和最大化其实际效果奠定基础。后者的目的在于明确其热过程,建立准确的理论模型,以预测并采取适当的措施最大化植被屋顶的降温和节能效果。

尽管前人针对植被屋顶的能量平衡提出了多种理论模型,但这些模型均存在过度简化的问题,甚至忽略了植物光合作用和呼吸作用等生理活动所产生的热效应。学生F毕业于植物生理学专业,在宏观与微观层面均对植物的光合作用、呼吸作用等生理活动有较为深入的认知,还系统学习了多门物理和化学课程,能通过化学热力学的方法量化上述生理活动的热效应,从而具备了改进现有植被屋顶能量平衡计算模型的基础。通过一年的理论分析,学生F得到了 C_3 、 C_4 和CAM植物的光合作用、呼吸作用的能量强度计算方法,并估算了其在植被屋顶能量平衡中的相对比例。此后,学生F根据建筑热工学、植物生理学和化学热力学的相关理论,建立了包括植物光合作用和呼吸作用等生理活动在内的粗放式植被屋顶能量平衡理论模型,最终通过实验测试(图2)得到验证。

在这一案例中,由于过渡课题的设置较好地融合了学生F的本科专业知识和建筑热工学的研究热点,既避免了学生F在毫无建筑学基础的情况下从事全新领域的“摸黑”研究,帮助其完成了从生物科学到建筑热工方向的过渡,激发了研究热情,基于对上述内容的深化和扩展,完成了硕士研

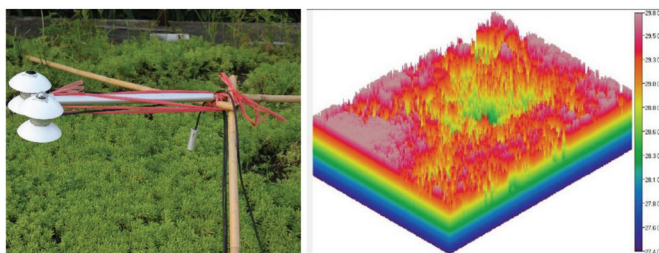
究课题,以第一作者身份发表了SCI一区论文1篇、中文核心期刊论文3篇、EI国际会议论文1篇,成为该课题组研究成果最丰硕的硕士研究生之一,并在硕士毕业后继续攻读建筑热工方向的博士研究生。这一案例充分说明,通过合理的学科交叉融合,有望获得非常有价值的创新性研究成果。



a) 粗放式植被屋顶

b) 精细式植被屋顶

图1 一些典型的植被屋顶



a) 辐射与温度测量

b) 温度分布

图2 植被屋顶能量平衡现场测试

(图1-a来源:<http://www.cnwb.net/list/newscontent/34230.html>;图1-b来源http://www.lvrenyl.com/news_view.asp?id=291)

(二) 案例2:硕士食品科学与工程专业,跨专业攻读建筑热工学方向博士学位

学生H为食品科学与工程专业的包装材料与技术方向的硕士研究生。在本科和硕士阶段,学生H的基础课程主要包括高等数学、线性代数、概率论与数理统计、大学物理、普通化学、有机化学、分析化学、生物化学等,专业课主要包括高分子基础、包装应用力学、食品化学、食品微生物学、包装材料学、包装工艺学、包装测试技术、食品安全与质量控制、食品优化试验设计等。总体而言,学生H的建筑知识有所欠缺,但理科基础较好,尤其擅长复合薄膜的合成制备与性能表征。

为交叉融合学生H已掌握的专业知识,促使其尽快理解建筑热工学的基本理论,导师在博一阶段给学生H设置了一个关于水果保鲜的过渡课题。建筑热工学的核心内容之一,是研究如何实现围护结构的保温,也就是减少室内热量通过墙体、屋面、门窗等向室外的传递。通过在墙体、屋面等部位附加保温层(图3),可以有效提高建筑围护结构的热阻,从而减小传向室外的热流,降低建筑的采暖能耗。从食品的角度考虑,若忽略水果自身的生理活动,则水果的失重可以近似地看作是内部的水分穿过果皮散发到外界的过程;通过在水果表面覆盖一层材料(如薄膜、保鲜蜡等,图4),可以增大水分散失的阻力,即减小水分散失的速率,从而延长水果的保鲜期。学生H对水果保鲜过程了然于胸,且能将其与建筑保温直观类比,因此该课题能有效促进其对建筑热工专业知识的理解。

为顺利完成这一课题,学生H首先假设了球状的水果形态以及稳态的边界条件,通过求解球坐标下的传热微分方程得到了传热过程的热流密度,并分析了附加热阻(即外面包裹其他材料)后热流的变化;然后通过热量和水分传递过程的类比,得到了恒温恒湿条件下水分透过果皮和保鲜膜的散失速率计算方法,进而建立了不同初始条件和边界条件下水果保鲜时长的预测模型;最后结合实测的保鲜袋水蒸气传递特性(图5)以及不同水果在套袋和不套袋的条件下,水分散失过程监测数据(图6),对水果保鲜时长的预测模型进行了验证。

图3 建筑墙体附加保温层^[5]

图4 水果套保鲜袋



图5 保鲜袋水蒸气传递特性



图6 水果水分散失过程监测测试

(图3来源:<http://www.cosmochina.cn/article258/detail122.html>)

在这一案例中,学生H通过将建筑围护结构的传热过程与水果果皮的传湿过程进行类比,从自己熟悉的水果保鲜过程入手,体会了建筑围护结构的热过程,同时也通过实际案例掌握了传热和传湿过程的数学建模及分析求解方法。通过一学期的理论学习、实验测试和分析计算,学生H顺利完成了该过渡课题,撰写的研究论文也已投稿至食品科学领域的权威期刊。本案例的成功之处在于通过熟悉的事物来类比理解陌生的事物,以及通过具象化的研究对象来掌握抽象的数学和物理公式。而这也是该过渡课题能够激发学生H的科研兴趣、提高其学习效率的关键。这一案例说明,尽管不同学科间可能存在研究目的、分析对象和技术方法等方面的差异,但通过悉心发掘合适的角度,也能找到值得相互借鉴和学习之处。

上述两个案例是针对建筑热工方向大专业跨度研究生设置过渡课题的典型代表。两名学生原本的专业都与建筑热工方向相去甚远,但通过完成各自的过渡课题,都迅速进入了建筑热工学领域,对学科的研究对象和基本理论有了更深刻的理解。此外,两名学生已有的专业知识都在过渡课题的完成过程中起到了重要作用,使课题研究在一定程度上从“无从下手”转为“轻车熟路”,在心理上很好地支撑了后续的学习与研究。

四、结语

随着我国“双碳”政策的贯彻执行、“新工科”和“双一流”高校建设的推进,建筑热工学方向的专业研究生比例日益上升,跨专业研究生培养问题的重要性和紧迫性日益凸显。跨专业研究生培养制度的建立和完善是一项系统性的工作,需要对跨专业研究生,特别是大专业跨度研究生的培养理念、培养目标、培养路径、教学模式和评价体系等进行创新。其中,顺应学科交叉融合的趋势、挖掘跨专业的科学问题、遵循学生思维能力的发展规律是跨专业研究生培养的关键^[3,8]。

在建筑热工学方向跨专业研究生培养的过程中,过渡课题不仅能够帮助大专业跨度研究生快速进入新的专业领域,还能够为其未来发展奠定学科交叉的基础。过渡课题的设置需兼顾硕、博研究生的差异。设置时应充分考虑两者在学制时长与课题创新要求上的区别,并结合研究生的既有专业背景。课题本身应具备针对性、灵活性和创新性,以帮助研究生在跨领域探索中培养创新思维。同时,在过渡课题的实施过程中,应当开展定期评估,建立师生间良好的沟通反馈机制,以便对课题方向作出及时调整,确保课题的设计、实施与预期目标一致。总体而言,建筑热工方向大专业跨度研究生培养中的过渡课题设置是一个不断探索与完善的过程,延伸拓展和交叉融通的理念仍旧需要在实践中不断完善,从而促进不同专业间的合作交流,培养具备跨学科能力的高水平人才。

参考文献:

- [1] 周立芳,陈积明,徐贞.本科生跨专业培养的思考与探索——以浙江大学信息大类为例[J].中国大学教学,2022(6):34-40.
- [2] 教育部 财政部 国家发展改革委.《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》的通知[EB/OL].(2018-08-20)[2023-12-03].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_843/201808/t20180823_345987.html.
- [3] 夏冬生,孙先念,于彦.跨专业工程类专业学位研究生培养的改革探索[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2022(10):47-49.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.民用建筑热工设计规范GB 50176-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.
- [5] 丁建勋,张鑫.跨专业研究生培养的制约因素及对策研究——基于调查问卷及结构方程模型的实证分析[J].教育观察,2022,11(34):29-32,43.

- [6] 郭必裕. 跨专业研究生个性化培养方案的设计初探[J]. 研究生教育研究, 2016(6): 39-43.
- [7] 李中亮. 跨专业研究生教育: 问题与策略[J]. 教育发展研究, 2013, 33(Z1): 104-108.
- [8] 张建功, 杨怡斐, 黄丽娟. 我国高校工科硕士研究生跨学科培养模式调查研究[J]. 高等工程教育研究, 2016(4): 195-200.

Setting transition topics to cultivate large-span interdisciplinary graduate students in building thermal engineering

FENG Chi, JIANG Min, HU Pengbo, GAO Shan

(Faculty of Architecture and Urban Planning; Key Laboratory of New Technology for Construction of Cities in Mountain Area, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: The emphasis of building thermal engineering on the passive construction of built environment is in line with China's dual-carbon policy. It also fits the background of constructing emerging engineering and double first-class colleges and universities. Consequently, building thermal engineering has been attracting an increasing number of interdisciplinary students for graduate education. Setting appropriate transitional topics can help large-span interdisciplinary students to quickly enter the field of building thermal engineering and achieve interdisciplinary integration. This paper firstly analyses the necessity and significance of transitional topics, then discusses the key points of transitional topics in the process of large-span interdisciplinary postgraduate training in terms of topic selection criteria, principles and methods, as well as evaluation and adjustment during the process. Finally it uses two typical cases to provide a detailed analysis of the idea of transition topics and their training effectiveness. Transition topics are not only a common challenge for supervisors and students, but also useful to promote cross-disciplinary integration, which should be customized according to the specific situation of students and the research direction of supervisors and groups. The results of this paper can effectively promote the cultivation of large-span interdisciplinary students in building thermal engineering, and at the same time provide reference for other disciplines.

Key words: architectural education; building thermal engineering; large-span interdisciplinary graduate student; talent cultivation; transition topic

(责任编辑 梁远华)