

新工科视阈下无机非金属材料工程专业 课程体系重构

——以沈阳建筑大学无机非金属材料工程专业为例

王 晴^{1,2},戴 民¹,高 旭²,柳雨梦¹

(1. 沈阳建筑大学材料科学与工程学院,辽宁 沈阳 110168;2. 沈阳建筑大学学报编辑部,辽宁 沈阳 110168)

摘 要:以沈阳建筑大学材料科学与工程学院无机非金属材料工程专业为例,对重新构建以理论课程教学体系与实践教学体系为支撑的无机非金属材料工程专业课程体系进行了探究,其中,理论教学体系由人文社科类通识课程、数学及自然科学类通识课程、体育类通识课程、计算机类通识课程、学科专业基础课程、专业特色课程交叉融合构成,实践教学体系包含课程设计、专业实验、企业实习、毕业设计(论文)4个部分,要以理论教学体系为基础、实践教学体系为核心,培养出适应新经济、新时代且符合国家战略需求的交叉、创新、复合、可持续型人才。

关键词:新工科;无机非金属材料工程专业;课程体系;理论教学体系;实践教学体系

中图分类号:G642.3 **文献标志码:**A

鉴于无机非金属材料工程专业课程学科设置相对独立,不能适应新经济发展,而“新工科”视阈下课程融合势在必行,学校融合课程的创设对理论教学体系和实践教学体系提出了更高的要求。因此,要将学科交叉这一特征贯穿于教学体系重构的整个过程,以期培养出交叉、创新、复合、可持续型人才。

一、新工科背景下无机非金属材料工程专业课程体系重构的必要性

21 世纪,全球在发展新材料、云网络、大数据、超计算等技术的同时,科技革命和产业革命随之而来,类脑科学、人工智能、智能制造等应运而生。这为高等工程教育向社会输

送具备新技术、适应新形势的人才带来了新的挑战。为主动服务国家新经济发展,2016 年,教育部提出要大力发展工程教育,培养多元化创新型“新工科”人才^[1],继 2017 年 6 月开展第一批新工科研究与实践项目立项工作并取得丰硕成果之后,2020 年 3 月又开展了第二批新工科研究与实践项目立项工作,以推动新工科建设再深化、再拓展、再突破、再出发^[2]。全国围绕新工科的新结构、新质量、新理念、新体系、新模式开展了诸多探索研究。

多年来,沈阳建筑大学无机非金属材料工程专业建设成绩斐然,是国家级特色专业建设点、国家地方高校本科专业综合改革试点专业、首批辽宁省本科优势专业 and 辽

宁省首批一流本科教育示范专业,2013 年辽宁省本科专业综合评价中位列全省第一,同年入选教育部卓越工程师教育培养计划学科专业;2019 年获批教育部首批国家级一流本科专业建设点;2020 年顺利通过全国工程教育专业认证。该专业近八成毕业生进入建设工程领域,逐渐发展为技术骨干和高层管理人员,成为各企业的中坚力量。

无机非金属材料工程专业作为向社会输送工程人才的传统专业,如何在“新工科”背景下更新课程体系,培养出适应新经济、新时代且主动服务国家战略需求的交叉、创新、复合、可持续型^[3]人才是值得深入研究的重要课题。

二、新工科背景下的无机非金属材料工程专业课程体系重构

1. 本科课程体系整体重构

当前,科技革命和产业革命孕育的新兴产业和新经济具有学科交叉和跨界融合的特点^[4]。例如,高速列车和机器人等科技产物

的学科归属较难划分,并不分属于任一学科,而是材料、光机电、计算机等多学科交叉融合。地方本科高校若是固守传统办学模式、依据学科归属设置不同专业,将会导致学生无法快速适应新经济发展。新工科专业建设的核心与路径是学科交叉融合,需要培养学生运用跨学科知识解决复杂问题和应对未来发展的能力。因此,新工科专业建设必须破除学科壁垒,实现多学科交叉融合^[2]。

在新工科专业体系建设过程中,沈阳建筑大学(以下简称我校)无机非金属材料工程专业注重课程体系的全面性、不同学科的融合性,建设和整合材料基础板块、无机材料板块、建材板块等,以培养基础扎实、工程能力强、富有创新思维和创新能力强的高素质本科人才为目标,将创新型人才培养方案贯彻到底。我校无机非金属材料工程专业建设的本科课程如图 1 所示。

由图 1 可见,理论教学是实践教学的前提条件,二者均为实践教学体系中不可或缺的一部分。

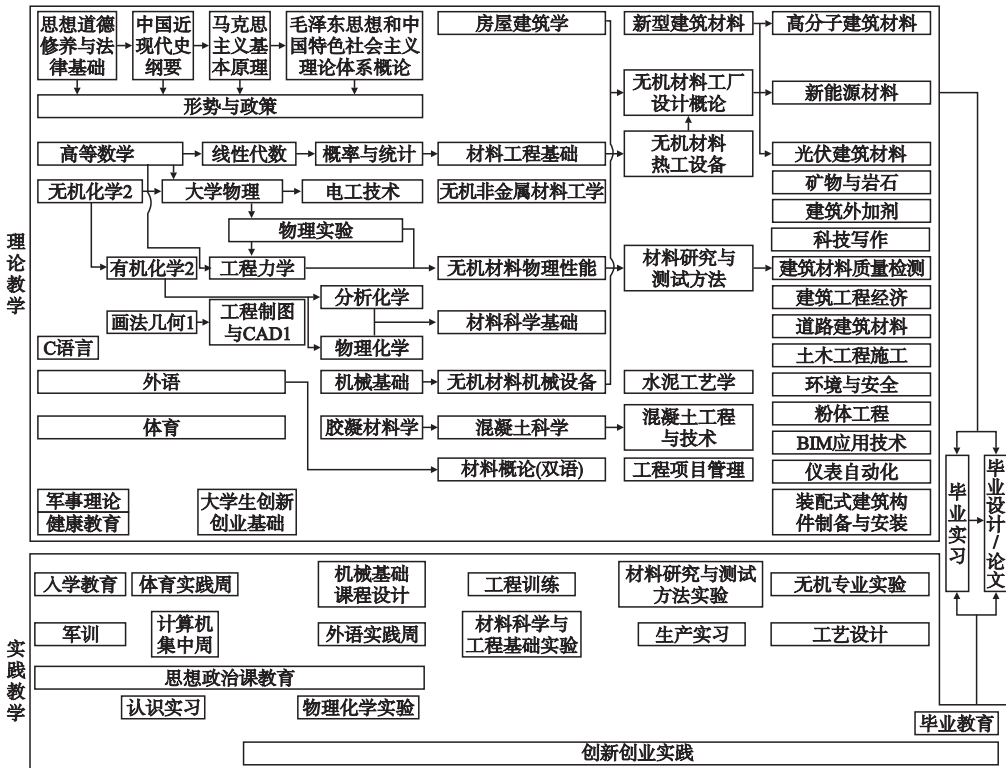


图 1 沈阳建筑大学无机非金属材料工程专业本科课程体系

2. 本科课程理论教学体系重构

为实现交叉、创新、复合、可持续型人才培养目标,强化人才培养过程的管理,依据“新工科”理念重构无机非金属材料工程专业人才培养体系^[5]。重构课程教学体系时要考虑新型材料行业发展对专业人才的要求、新型材料企业的生产要求、新型材料的新技术和新成果,还要兼顾材料行业的未来发展趋势。制定的新工科理论教学体系包含人文社科类通识课程、数学及自然科学类通识课程、体育类通识课程、计算机类通识课程、学科专业基础课程、专业特色课程等,开展多学科交叉融合培养。

(1) 人文社科类通识课程

随着我国市场经济的蓬勃发展,众多高校为适应社会发展而偏重专业知识的培养,忽视了人文社科类教育,这就导致人文社科类通识课程出现边缘化、次等化的现象^[6]。我校无机非金属材料工程专业为贯彻落实现代人文社科类通识教育理念,理论教学课程设置包括思想道德修养与法律基础、中国近代史纲要、马克思主义基本原理、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论、形势与政策、思想政治课教育、军事教育、健康教育等,并对课程内容进行调整,将“少、精、全”作为课程设置主调,做到课程内容既没有交叉重复又没有要点缺漏。

(2) 数学及自然科学类通识课程

数学及自然科学类通识课程的设置目的是培养学生创造性思维、强化创新意识、教授科学知识、拓宽学生视野。材料科学以自然科学为基础,理论教学课程设置包括高等数学、线性代数、概率与统计、大学物理、有机化学、无机化学等。

(3) 体育类通识课程

学习体育类通识课程可以提高学生的体育素养和综合素质,使其更好地适应社会需求。我校无机非金属材料工程专业的体育类通识课程设置包括健康教育、体育实践周等。

(4) 计算机类通识课程

材料科学的研究需要计算机技术的支

持,正确应用计算机模拟技术,可以进一步促进材料科学的全面发展^[7]。为提高学生的计算机应用能力,理论教学课程设置包括C语言、计算机集中周等。学生将课上所学知识应用于高新技术领域,为科研与工作打下坚实基础。

(5) 学科专业基础课程

我校无机非金属材料工程专业以材料概论(双语)、材料科学基础、无机材料物理性能、无机材料机械设备、房屋建筑学、材料工程基础、机械基础等课程作为专业基础课程,致力于夯实学生的专业基础,要求学生掌握与材料相关的理论知识。确保学生能够系统地、全方位地了解材料的性质,提升学生对材料的内部组织结构以及结构决定性能等相关内容的理解与拓展能力。

(6) 专业特色课程

对于目前应用广泛且新型高效的设备与技术,均会在专业特色教育模块中开展教学。学科专业基础课程是学习专业特色课程的基础与前提,专业特色课程设置包括无机材料热工设备、新型建筑材料、混凝土科学、胶凝材料学、无机非金属材料工学混凝土工程与技术、新能源建筑材料、高分子建筑材料、光伏建筑材料、矿石与岩石、建筑外加剂、建筑材料质量检测、建筑工程经济、道路建筑材料、土木工程施工、环境与安全、仪表自动化、装配式建筑构件制备与安装等,在拓宽学生视野和知识面的同时,使其紧跟国内外技术动态和发展趋势。

3. 本科课程实践教学体系重构

如今,理工科大学的工程教育存在一种以理科教育方式培养工科学生的现象,使得毕业生的实操能力几乎无竞争力可言^[8]。这些问题的存在促使我校对“新工科”建设进行了一系列的思考和探索。我校加大了对实践教学的投入,建立了高校与企业联合培养人才的新机制,由企业制定人才培养标准并选聘企业工程技术人员作为特聘教师直接参与教学,使培养的学生更适应企业和社会的需求。我校制定的新工科实践教学体系包

含课程设计、专业实验、企业实习、毕业设计(论文)等。

(1) 课程设计

无机非金属材料工程专业的学生要具备理论联系实际的专业能力和不懈钻研的科学态度,在系统学习专业知识和建立专业体系后可以解决实际工程问题。对于做毕业论文的学生,课程设计是最直接有效的实践练兵,而对于做毕业设计的学生,课程设计是必不可少的前期铺垫,因此,课程设计对于培养学生的工程实践能力具有重要意义。学生经过课程设计的训练,在理论计算、查阅设计资料、运用标准与规范和计算机应用等方面得到锻炼与提升。具体课程设计方案遵循以下原则:

①规范课程设计要求。课程设计要求应符合国家行业标准的具体规定,符合教学大纲的具体要求,应考虑到不同地区规范的细微差别,要结合最终考核大纲的具体内容,保证课程设计的操作可行性和实际应用意义。教学大纲和考核大纲的编制过程是全体教师认真研究课程设计的过 程,这样既可以保证与理论课程的关联性,还可以保证学生学习的能动性,让学生在进 行毕业设计时有法可依,教师考核时有章可循。教学大纲中包含课程设计的培养目标、教学课时、教学内容、教学建议、参考书目等;考核大纲中应对具体考核办法进行说明,其中包括平时表现、课堂作业成绩、课程设计说明书等,并且对学生的平时表现较为重视,适当提高平时成绩的占比。

②加强课程设计管理。加强课程设计的管 理需要学校各级教学管理部门和指导教师的共同努力,针对不同学生发布不同的任务书,将课程计划分阶段,保证课程设计的质量。下发不同的任务书是为了全面考察学生对基础知识的掌握情况,防止课程设计单一重复。课程设计分为不同阶段,不仅可以考察学生的完成情况及工作态度,也便于及时更正学生在课程设计中出现的问 题。让学生先进行说明书的编写,再根据课程设计说明书设置相关实验,若实验结果与理论知识出

现偏差,可通过阶段汇报加以总结并及时纠正错误,否则当实验进行到后期再发现问题出在原始设计上,就会事倍功半,并对学生实践能力的锻炼产生消极影响。

③提升教师教学素养。师资力量是教学质量的重要保障,教师能力水平的高低决定了指导效果的优劣。我校无机非金属材料工程专业站在学生发展的角度,加大了对指导教师的工程实践能力和指导设计能力的培养力度,激励指导教师深入企业生产一线、扎根生产现场,以此提高指导教师的专业实践能力和综合业务水平。将经验丰富的资深教师作为青年教师的领路人,实行“老带新”制度,使青年教师具备严谨的指导态度、严格的教学精神、权威的教学方法,避免出现德不配位的现象,杜绝教师责任心差等问题的发生。

④提升学生设计能力。通过课程设计的锻炼,强化学生对基本理论知识的掌握和实操动手能力的培养。指导教师将学生的实验方案设计能力、专业术语使用能力、熟悉专业标准和规范的能力、分析数据能力等方面作为重点培养方向,使学生在课程设计中真 正得到锻炼,积累宝贵经验,以便将其运用到实际的工作中。

(2) 专业实验

无机非金属材料工程专业的专业特点和教学计划是进行实验教学的决定性因素,开展实验教学是提高教学质量的重要途径^[9]。实验教学有诸多培养经验和优秀教育成果,也存在问题和不足之处,我校无机非金属材料工程专业对实验教学进行了适当的改革创新,以全新的实验教学模式培养具有探究能力、实操能力、理论与实践融合能力的综合型、专业型学生。专业实验内容以产业发展需求为导向,为达到工程教育专业认证的教学目标,我校制定了专业实验教学要求,具体内容如下:第一,教学内容以理论为基础,注重无机非金属材料工程专业的通识专业知识,并结合参考文献分析实验结果,从而得到合理有效的结论;第二,实验教学中应有创新实验的设计和实 施;第三,实验教学应包含

“教与学”,即教师授课完毕后,学生要进行现场操作。实验课程的主要革新是增设以创新研究为主的实验课,让学生成为整个实验过程的主体,进而通过实验操作及时发现知识盲点,随之对于自身存在的不足之处进行调整改进,使学生能够主动安排自己的学习流程。指导教师应遵循“学生主体、教师主导”的原则,只讲解实验重点、难点和注意事项,具体操作由学生自己动手完成。如果学生遇到难以解决的问题,指导教师再予以引导。此外,附加创新实验来锻炼学生的实践能力,突出设计性、综合性实验,激发学生的主观能动性,使其进一步强化基础、重视应用、开拓思维、培养能力、提高素质。

(3) 企业实习

综合性的专业课题需要由导师主持,将学生定点投入到企业中,在实际项目中考查学生的专业知识储备情况和实际操作能力。我校无机非金属材料工程专业的学生毕业前均需赴工厂实训,学生走出课堂走出校园,融入企业融入社会,在实训室动手操作中检验所学理论知识,充分将教学与实践相接轨。聘请经验丰富的企业管理者作为无机非金属材料工程专业学生的兼职教师,派出专业能力较强的教师到企业进行交流学习,从而搭建高校与企业合作的新平台,合理利用地域优势将企业由单纯的用人单位变为联合培养单位,使高校培养的学生更适应企业和社会的需求。工厂实训可以给学生提供一个干扰少、锻炼多的专业环境,实现学校和企业联合互动,让学生从实际项目的安全生产、生产管理、生产流程、机械操作等多方面了解无机非金属材料的生产核心^[10]。企业实习不仅可以开阔学生的视野,让学生学习到行业前沿技术,还能使其熟悉岗位任务、岗位职责,为就业积累工作经验。

(4) 毕业设计(论文)

我校无机非金属材料工程专业紧跟相关行业动态,关注人才市场需求,分析学生就业形势,并紧紧围绕以上信息设立毕业设计(论文)的课题,在完成毕业设计(论文)的过

程中潜移默化地培养学生的工程设计能力和科研能力。

①毕业设计(论文)准备阶段。无机非金属材料工程专业根据毕业生就业反馈信息,发现专业基础扎实、专业知识涉猎广泛的应届毕业生更容易被用人单位录取,同时还发现人才市场对于学习宽口径课程的学生更有好感。因此,考虑到学生的就业前景,我校无机非金属材料工程专业设置了宽口径的学习课程,并且在专业选修课上做出调整,鼓励学生根据自己的兴趣和社会需要选修相关课程。以理论教学体系为基础、实践教学体系为核心,共同服务于学生的毕业设计(论文),做好前期准备工作后,毕业设计(论文)的进程可谓水到渠成。

②完成毕业设计(论文)阶段。无机非金属材料工程专业毕业设计(论文)的课题设置与实习企业紧密相连,直接将“理论—实验—生产”这个过程体现在毕业设计(论文)中。经过这3个环节逐一体验,学生能在最快时间内将所学专业知识与工厂生产结合起来,从中积累经验、总结教训。这样的培养模式有助于发挥学生的主观能动性,有助于提高学生的专业能力,有助于学生为以后的工作打下坚实基础。在这种培养模式下,学生对某一课题进行深入系统的研究,并将研究成果应用于实际生产,可以解决生产过程中出现的实际问题,具有使用价值和应用意义。完成毕业设计(论文)的毕业生可以立刻投入到工作岗位中,节省了企业岗前培训的时间,有利于学生在事业上大展宏图和迅速发展。

三、无机非金属材料工程专业课程体系重构的效果分析

无机非金属材料工程专业课程体系的重构,直接服务于社会需求,着重培养学生的综合能力,建立了新工科背景下理论教学和实践教学两大课程教学体系。理论教学体系重构后,通识类课程培养学生的人文素养、民族精神、国际视野、理性思维、科学思维和创新

意识,同时专业类课程从前沿技术、经济发展等角度为无机非金属材料工程专业学生的长远发展提供了坚实的专业基础,使学生形成良好的知识拓展意识和思维习惯;实践教学体系重构后,实践课程的设置增强了学生自主学习、自主设计实验并完成实验的能力,锻炼了学生运用所学的知识分析并解决实际问题的能力,能够协调学习和工作之间的矛盾,密切两者之间的联系,起到承上启下的作用,凸显我校学生独具特色的综合能力。学生将所学理论知识应用于实践,可以提升自身的综合竞争力。在课程体系实施过程中,我校无机非金属材料工程专业坚决执行“理论—实践—再理论—再实践”的教学模式,逐步打造具有新工科特点的、学生和社会双重认可的国家一流本科专业。

按照工程教育专业认证要求,课程体系应对毕业要求形成完整支撑。材料类专业设置工程知识、问题分析、设计/开发解决方案等 12 项毕业要求,这些毕业要求又分解成了 37 个指标点。无机非金属材料工程专业重新构建的“理论教学体系 + 实践教学体系”每门课程都制定了明确的课程目标,与毕业要求指标点紧密对接,形成了对毕业要求中学生各项能力培养的完整支撑。2019 年,我校无机非金属材料工程专业的工程教育专业认证自评报告中,按照重构的课程体系,进行了课程目标达成度的计算,并在此基础上开展了毕业要求达成度评价。毕业要求中“工程知识”的 4 个指标点课程及指标点达成评价情况如表 1 所示,其他毕业要求指标点达成评价的方式与其类似,在此不再赘述。

表 1 毕业要求 1“工程知识”达成度评价结果

毕业要求指标点	课程名称	成绩分析法				自我评价法	
		课程目标达成度	权重	指标点达成度	结论	指标点达成度	结论
1-1	线性代数	0.73	0.1	0.69	达成	0.78	达成
	概率与统计	0.67	0.1				
	大学物理 1	0.69	0.2				
	高等数学 1	0.67	0.2				
	无机化学 2	0.67	0.2				
	有机化学 1	0.71	0.2				
1-2	线性代数	0.73	0.2	0.69	达成	0.82	达成
	概率与统计	0.67	0.2				
	高等数学 1	0.67	0.2				
	大学物理 1	0.69	0.2				
	物理化学	0.71	0.2				
1-3	无机化学 2	0.67	0.3	0.69	达成	0.81	达成
	有机化学 1	0.71	0.5				
	物理化学	0.67	0.2				
1-4	物理化学	0.68	0.3	0.71	达成	0.79	达成
	材料工程基础	0.72	0.7				

由表 1 可知,所有毕业要求指标点的达成度评价结果均显示为“达成”,这些结果表明我校无机非金属材料工程专业的各项毕业要求得到了有力的支撑,为培养目标的实现奠定了基础。2020 年 6 月,中国工程教育专业认证协会正式确认沈阳建筑大学无机非金属材料工程专业通过工程教育专业认证,这说明作为人才培养的核心内容,重构的课程体系得到了肯定。通过课程体系的重构,可

以进一步提升学生的综合素质,为培养适应新经济、新时代且符合国家战略需求的交叉、创新、复合、可持续型人才奠定扎实的基础。

四、结 语

新工科人才培养是顺应时代发展的必然结果,也是适应社会新经济发展的内生需求。在新工科背景下,我校无机非金属材料工程专业课程体系的重构主要包含理论教学体系

和实践教学体系,以理论教学体系为基础、实践教学体系为核心,促进无机非金属材料工程专业教学向好发展,实现了工程类专业教学质量与效率的双提升。

参考文献:

- [1] 王春明,邹杨君,张雪辉,等. 浅谈新工科背景下金属材料工程专业多元化、创新型卓越工程人才培养[J]. 教育教学论坛,2020(29): 277-278.
- [2] 陈国杰,谢嘉宁,陈伟成. 地方本科高校光电类专业新工科人才培养路径探析[J]. 黑龙江教育(理论与实践),2020(8):33-35.
- [3] 宋涛. 新工科背景下软件技术专业建设探讨与实践[J]. 中外企业家,2020(19):144.
- [4] 刘吉臻,翟亚军,荀振芳. 新工科和新工科建设的内涵解析:兼论行业特色型大学的新工科建设[J]. 高等工程教育研究,2019(3):

21-28.

- [5] 王成云,张文清,朱为宏. 厚基础、强交叉、重创新:精细化工新工科专业课程体系的构建[J]. 大学化学,2020,35(10):65-70.
- [6] 周小玲. 地方高校人文社科类通识课程问题探析:以韶关学院为例[J]. 教育教学论坛,2019(52):246-248.
- [7] 刘亦晴. 计算机在材料科学中的运用分析[J]. 科技经济市场,2020(7):5-6.
- [8] 郑国源,王吉林,吉钰纯. 无机非金属材料工程专业实验课程改革探讨[J]. 科技资讯,2020,18(21):123-124.
- [9] 刘嘉南,胡今鸿,王晓迪. 高校实验教学质量保障与评价体系探析与实践[J]. 实验技术与管理,2013,30(8):129-131.
- [10] 邢恩辉,李星辰,王锐. 基于卓越工程师教育计划2.0的本科汽车商务专业校企合作办学培养模式研究[J]. 高教学刊,2020(6):150-152.

Course System Reconstruction of Inorganic Nonmetallic Material Engineering from the Perspective of New Engineering: a Case Study of Inorganic Non-metallic Material Engineering in Shenyang Jianzhu University

WANG Qing^{1,2}, DAI Min¹, GAO Xu², LIU Yumeng¹

(1. School of Materials Science and Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China; 2. Editorial Department of Journal, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: Taken major of inorganic non-metallic materials engineering in school of materials science and engineering in Shenyang Jianzhu University as an example, this paper explores the course system of majoring in inorganic non-metallic materials engineering which is supported by reconstruction of theoretical course teaching system and practical teaching system. Theoretical teaching system is merged in cross-disciplinary integration by general course of humanities and social sciences, mathematics and natural science general course, sports general course, computer general course, basic course of disciplines and specialties, specialized courses, etc. Practical teaching system consists of four parts: curriculum design, professional experiment, enterprise practice, and graduation design(thesis). Theoretical teaching system should be taken as the basis and practical teaching system should be taken as the core to cultivate interdisciplinary, innovative, composite and sustainable talents that adapt to the new economy and new era and meet the national strategic needs.

Key words: new engineering; inorganic nonmetallic material engineering; course system; theoretical teaching system; practical teaching system

(责任编辑:何旷怡 英文审校:林 昊)