

国外高等教育

中美应用型本科材料科学与工程专业
课程体系的比较研究^{*}

吴其胜,李娟,诸华军,韩朋德

(盐城工学院 材料科学与工程学院,江苏 盐城 224051)

[摘要] 本文通过对盐城工学院与美国德雷塞尔大学材料科学与工程专业课程体系的现状进行比较分析,总结归纳出其异同点,并对中国应用型高校本科应用型卓越工程人才培养模式的构建提出了科学、合理的对策建议,以期为我国应用型高校材料科学与工程品牌专业提供建设途径。

[关键词] 中美; 高等教育; 培养模式比较; 材料科学与工程; 应用型高校

A Comparative Study on the Course System of Applied
Undergraduate Materials Science and Engineering Major
between China and the United States

Wu Qisheng, Li Juan, Zhu Huajun, Han Pengde

Abstract: Through the comparative analysis of the current situation of the course system of the material science and engineering major in Yancheng Institute of Technology and Dreiser University in the United States, the similarities and differences are summarized. This paper provides scientific and reasonable countermeasures and suggestions for the construction of the training mode of the outstanding applied engineering talents in China, and provides the way for the construction of the material science and engineering brand specialty of the applied university in our country.

Key words: Chinese and American; Higher education; Training mode comparison; Material science and engineering; Applied university

盐城工学院材料科学与工程专业始建于1979年,1993获批为首批高等工程教学改革试点专业之一,1996年开始招收本科生,2006年被评为

为“江苏省高等学校特色专业”,2008年被教育部和江苏省教育厅分别批准为“国家级特色专业建设点”和“省级高等教育人才培养模式创新实验基

[作者简介] 吴其胜(1965-),男,教授,博士,主任。

^{*} 基金项目:“江苏高校品牌专业建设工程资助项目”(Top-notch Academic Programs Project of Jiangsu Higher Education Institutions, TAPP);2017年江苏省高等教育教改研究立项课题(2017JSJG176)。

地”。2011年,材料科学与工程学科被江苏省教育厅批准为“江苏省重点建设学科”,2012年被批准为“江苏省重点专业”,并被教育部列入第二批“卓越工程师教育培养计划”高校学科专业,2013年被教育部批准为“专业综合改革试点”专业,2015年被评为“江苏省高校品牌专业”,2016年通过了国际工程专业认证。鉴于美国在工程教育领域处于世界领先水平^[1-3],本文将重点对本校与美国德雷塞尔大学材料科学与工程专业进行对比,分析双方培养模式与课程体系的异同,并提出改革措施,为同类高校材料科学与工程专业建设提供借鉴。

一、中美材料科学与工程专业人才培养模式比较

美国德雷塞尔大学(Drexel University)成立于1891年,是费城三所知名大学之一,连续五年被《美国新闻与世界报道》评为“最佳美国大学”,并以“五年合作课程”驰名全美,美国有1%的工科毕业生来自该校。德雷塞尔大学最有名的工程学院在2015年全美综合排名中位居35名(US-NEWS)。该校在材料工程专业领域建设成果突出,专业建设水平和人才培养能力优势显著。国家级纳米研究所、先进材料研究所等高水平研发平台为学生创新精神和工程实践能力的培养创造了优质条件,先进建筑材料开发与应用、纳米材料制备技术及其在节能工业建筑中的应用等工艺技术在美国处于领先地位。

表1为美国德雷塞尔大学与盐城工学院材料科学与工程专业基本情况比较。由表1可知,两所大学的材料科学与工程专业均持续不断建设与发展,且均通过了国际工程专业认证。两校材料科学与工程专业的目标定位基本一致,盐城工学院侧重于传统水泥、玻璃、陶瓷等产业的人才培养,而美国德雷塞尔大学侧重于新材料行业的人才培养。盐城工学院是一所地方本科院校,其材料科学与工程专业是国家级特色专业和国家改革试点专业,但学校仍缺少国家级优势学科,且与美国相比缺少世界经典教材。盐城工学院虽然具有相对稳定的优质就业实习基地(如中国建材、中国

玻璃等),但缺少国家级教学科研平台;与美国相比,盐城工学院国际化程度不高,缺少本科生交流学习项目,本科生国际学术交流尚待加强;在毕业生就业情况方面,该学院学生考研率、就业率高,考入国内知名高校或研究所继续深造的毕业生较多,多数毕业生进入中国建材集团、中国联合水泥有限公司工作,两所学校的毕业生就业去向相当。

二、中美材料科学与工程专业课程设置分析

美国德雷塞尔大学材料科学与工程专业课程体系分为普通教育/文科要求、基础课程和专业课程,共192学分。该专业秉承理论学习与专业实践相结合的理念,面向企业的合作教育人才培养模式十分灵活,学生可根据个人意愿自由选择四年或五年制学习,实习机会为4年一次或5年3次。该专业现有专职教师和研究人员51人,其中95%的全日制教职员工拥有博士学位或其所在领域的最高学位,每位教师都是相关领域的专家,大多数教师具有材料工程教育专业认证课程的任职资格和能力,以及拥有专业材料工程师的许可证。盐城工学院的课程体系按照国际工程专业认证的要求分为数学与自然科学类、专业基础类、专业类课程、工程实践与毕业设计、人文社会科学类通识教育课程等5个模块,共172学分。表2、表3分别为美国德雷塞尔大学和盐城工学院材料科学与工程专业课程设置表。为便于比较,盐城工学院5个模块的课程也归并为普通教育/文科要求、基础课程和专业课程3个模块。

1.美国德雷塞尔大学与盐城工学院主修材料科学与工程(MSE)专业的学生都具有全面的材料基础科学和工程学基础知识。所有学生都必须学习一系列课程,包括材料加工、材料热力学和动力学、材料的物理和机械行为等课程,以及参观旨在使他们熟悉用来表征和评价材料结构及性能的仪器和先进技术的实验室。

2.美国德雷塞尔大学和盐城工学院材料科学与工程专业均将学生的理论知识与实践能力相结合、思维训练与实践训练相结合,旨在培养具有国际视野、创新精神和创新能力的应用型工程师。美国德雷塞尔大学开放式教育模式的成功实施和

表1 美国德雷塞尔大学与盐城工学院材料科学与工程专业基本情况比较

内容	美国德雷塞尔大学	盐城工学院
隶属	工程学院	材料科学与工程学院
本科生	在校生 567 名	在校生 584 名
发展历史	材料工程专业	1979 年:硅酸盐工艺专业 1996 年:无机非金属材料工程专业 2008 年:材料科学与工程专业
专业认证	通过	通过
专业建设	美国大学优势学科	省重点建设学科 国家级特色专业建设点 教育部综合改革试点专业 江苏省特色专业 第二批“卓越工程师”培养计划专业
培养目标	将学生的理论知识与实践能力相结合、思维训练与实践训练相结合,培养具有国际视野、创新精神和创新能力的应用型工程师	培养具有社会责任感和良好的人文素养,学科基础和专业扎实,具有创新精神和实践能力,在材料行业生产一线从事工程设计、产品开发与制造、技术运用与改造、运行管理和经营销售的应用型高级工程技术人才
人才培养模式	面向企业的合作教育人才培养模式	面向建材、产学研协同、项目绑定的应用型创新人才培养模式
专业方向	纳米材料/技术、电子和光子材料、生物材料、软质材料及聚合物复合材料	无机非金属材料(新型陶瓷材料、发光材料、新型玻璃等)、生态建筑材料(砌体材料、保温材料等)、功能信息材料(压电陶瓷、纳米材料及薄膜等)
教材	包括材料学基础、先进功能材料、复合材料、纳米材料及陶瓷等多本原版经典教材	教材 24 部,其中省级精品课程 1 门、精品教材 1 部、重点教材 1 部
实验实训条件	国家级纳米研究所、先进材料研究所等高水平研发平台;全美 28 个州和亚洲、欧洲和拉丁美洲的 25 个国家或地区的 1 300 家企业实训实习基地	国家级大学生校外实践教育基地 1 个、江苏省协同创新中心等 6 个省部级工程技术中心;中国建材、中国玻璃等 20 余家实训实习基地
国际交流合作	与亚洲、欧洲、拉丁美洲的多个国家的知名高校或研究所开展合作交流及本科生交换学习或学术交流	与芬兰佩雷理工大学、美国加州大学河滨分校及辛辛那提大学等国际高校开展教科研合作研究
毕业生 就业情况	就业率达 98%,除 30%的毕业生进入哈佛大学、斯坦福大学等继续深造外,多数毕业生进入美国各州、全球 11 个国家或地区的 2400 多个公司及机构工作	就业率达 100%,除 26%的毕业生进入同济大学、上海交通大学继续深造外,多数毕业生进入中国建材集团、中国联合水泥有限公司、中国玻璃控股有限公司等行业领军企业工作

表2 美国德雷塞尔大学材料科学与工程专业课程设置

课程编号	课程名称	学分
通识教育/文科要求 General Education/Liberal Studies Requirements		
CIVC101	公民见习 Introduction to Civic Engagement	1.0
ECON201	微观经济学原理 Principles of Microeconomics	4.0
ECON202	宏观经济学原理 Principles of Macroeconomics	4.0
ENGL101	作文与修辞学:探究与探索性研究 Composition and Rhetoric I : Inquiry and Exploratory Research I	3.0
ENGL102	作文与修辞学 II:高级研究与证据写作 Composition and Rhetoric II : Advanced Research and Evidence-Based Writing	3.0
ENGL103	构图与修辞 III:主题与体裁 Composition and Rhetoric III : Themes and Genres	3.0
PHIL315	工程伦理学 Engineering Ethics	3.0
UNIVE101	德雷塞尔体验 The Drexel Experience	1.0
	技术选修课/田径课程 Technical Electives/Track Courses	12.0

续表 2

课程编号	课程名称	学分
	非指定普通教育要求 Non-designated General Education Requirements	12.0
	任选课 Free Electives	6.0
	应修学分	52
基础要求 Foundation Requirements		
CHE335	实验统计与设计 Statistics and Design of Experiments	3.0
CHEC353	物理化学与应用Ⅲ Physical Chemistry and Applications Ⅲ	4.0
CHEM241	有机化学Ⅰ Organic ChemistryⅠ	4.0
MATH121	微积分Ⅰ CalculusⅠ	4.0
MATH122	微积分Ⅱ CalculusⅡ	4.0
MATH200	多变量微积分 Multivariate Calculus	4.0
PHYS101	基础物理学Ⅰ Fundamentals of PhysicsⅠ	4.0
PHYS102	基础物理学Ⅱ Fundamentals of PhysicsⅡ	4.0
PHYS201	基础物理学Ⅲ Fundamentals of PhysicsⅢ	4.0
CHEM101	普通化学Ⅰ General ChemistryⅠ	3.5
CHEM102	普通化学Ⅱ General ChemistryⅡ	4.5
BIO141	生物学导论 Essential Biology	4.5
ENGR100	计算机辅助绘图设计 Beginning Computer Aided Drafting for Design	1.0
ENGR101	工程设计实验Ⅰ Engineering Design LaboratoryⅠ	2.0
ENGR102	工程设计实验Ⅱ Engineering Design LaboratoryⅡ	2.0
ENGR103	工程设计实验Ⅲ Engineering Design LaboratoryⅢ	2.0
ENGR121	计算实验Ⅰ Computation LabⅠ	2.0
ENGR122	计算实验Ⅱ Computation LabⅡ	1.0
ENGR201	实验数据的评价与表述Ⅰ Evaluation & Presentation of Experimental DataⅠ	3.0
ENGR202	实验数据的评价与表述Ⅱ Evaluation & Presentation of Experimental DataⅡ	3.0
ENGR210	热力学概论 Introduction to Thermodynamics	3.0
ENGR220	材料科学基础 Fundamentals of Materials	4.0
ENGR231	线性工程系统 Linear Engineering Systems	3.0
ENGR232	动态工程系统 Dynamic Engineering Systems	3.0
	应修学分	76.5
专业要求 Professional Requirements		
MATE214	聚合物概论 Introduction to Polymers	4.0
MATE221	材料力学行为 Introduction to Mechanical Behavior of Materials	3.0
MATE240	材料热力学 Thermodynamics of Materials	4.0
MATE245	材料动力学 Kinetics of Materials	4.0
MATE280	先进材料实验 Advanced Materials Laboratory	4.0
MATE315	高分子材料成型 Processing Polymers	4.5
MATE341	固体缺陷 Defects in Solids	3.0
MATE345	陶瓷工艺学 Processing of Ceramics	4.5
MATE351	材料的电子和光子性质 Electronic and Photonic Properties of Materials	4.0
MATE355	晶体材料的结构与表征 Structure and Characterization of Crystalline Materials	3.0
MATE366[WI]	金属材料的加工 Processing of Metallic Materials	4.5
MATE 370	固体力学行为 Mechanical Behavior of Solids	3.0
MATE410	材料案例研究 Case Studies in Materials	3.0
MATE455	生物医学材料 Biomedical Materials	3.0
MATE460	工程计算实验 Engineering Computational Laboratory	4.0
MATE491[WI]	高级项目设计Ⅰ Senior Project DesignⅠ	2.0
MATE492	高级项目设计Ⅱ Senior Project DesignⅡ	3.0
MATE493[WI]	高级项目设计Ⅲ Senior Project DesignⅢ	3.0
	应修学分	63.5
	总学分	192.0

表3 盐城工学院材料科学与工程专业课程设置

课程编号	课程名称	学分
普通教育/文科要求 General Education/Liberal Studies Requirements		
00000094	军事理论 Military Theory	1
11000024	思想道德修养与法律基础 Morality Cultivation and Basics of Law	2
11000020	中国近现代史纲要 Outline of Chinese Modern History	2
11000021	形势与政策 Situation and Policy	2
11000013	马克思主义基本原理概论 Marxism	3
11000025	毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论 Mao Zedong Thought and Theoretical System of Chinese Socialism	3
10020056	大学英语 College English	10
14000001	体育 Physical Education	4
02023006	大学生创新创业教育 University Student Innovation and Entrepreneurship Education	2
00000096	军事技能训练 Military Practice	2
11025000	思想政治理论课实践 Practice of Ideological and Political Theory	2
	人文社会科学类通识教育选修课	6
	人文社会科学类通识教育素质拓展	4
	应修学分	43
基础要求 Foundation Requirements		
13020137	高等数学 Higher Mathematics	10
13020111	线性代数 Linear Algebra	2
13020112	概率论与数理统计 Probability and Statistics	3
13020229	大学物理 College Physics	5
18020006	物理实验 Physical Experiment	1
03021006	无机及分析化学 Inorganic and Analytic Chemistry	4
18021006	无机及分析化学实验 Inorganic and Analytic Chemistry Experiment	1
03021046	物理化学 Physical Chemistry	4.5
18021004	物理化学实验 Physical Chemistry Experiment	1
01021118	工程制图 Engineering Drawing	2.5
18020025	大学计算机基础及 VB 程序设计 Elementary Application of Computer and Program Design VB	4.5
13020307	工程力学 Engineering Mechanics	3
01021120	机械设计基础 Fundamentals of Mechanical Design	3
06021104	电工电子学 Electrotechnics and Electronics	4
18025050	计算机强化训练 Computer Intensive Training	1
18025016	金工实习 Metalworking Practice	2
01020001	机械设计课程设计 Design Practice of Machine Design Course	2
02021062	专业导论 Major Introduction	1
02021212	材料科学基础 Fundamentals of Materials Science	5
02021004	材料工程基础 Fundamentals of Materials Engineering	4
02021040	材料性能表征 Properties Characterization of Materials	2.5
02022116	材料概论 Introduction to Materials	2.5
02021214	材料结构表征 Structure Characterization of Materials	2.5
	基础类素质拓展	1.5
	应修学分	72.5
专业要求 Professional Requirements		
02022120	粉体工程及设备 Powder Engineering and Equipment	3
02022121	材料性能表征实验 Experiment of Materials Properties Characterization	1
02022123	材料结构表征实验 Experiment of Materials Structure Characterization	1
02022265	材料工程技术实验 Experiment of Materials Engineering Technology	1.5

续表 3

课程编号	课程名称	学分
02022197	胶凝材料工艺学 Technology of Cementitious Materials	2.5
02021016	混凝土科学与工程 Concrete Science and Engineering	2.5
02022122	热工过程及设备 Thermal Process and Equipment	2.5
02022130	生态环境材料 Ecomaterials	2
02022131	材料工厂设计与安全环保概论 Introduction to Materials Factory Design, Safety and Environmental Protection	2
02022261	材料制备技术专业实验 Preparation Technology Major Experiment of Materials	1.5
02025071	材料生产工艺实习 Practice of Materials Production Process	2
02025064	粉体工程课程设计 Curriculum Design of Powder Engineering	2
02025006	热工课程设计 Curriculum Design of Thermal	2
02025072	程序设计在建材工厂中的应用 Application of Program Design in Building Materials Factory	2
02025094	材料化验与检测实训 Materials Testing and Inspection Training	3
02025087	材料工厂 CAD 设计 Materials Factory CAD Design	2
02025079	建材产品质量控制实训 Building Materials Product Quality Control Training	4
02025047	毕业设计(论文) Graduation Design (Thesis)	12
	专业选修课程	4.5
	专业类素质拓展	1.5
	工程实践能力拓展	2
	应修学分	56.5
	合计	172

校企合作教育模式的深入开展使该校材料工程专业建设模式成为美国国立科学基金会授予的国家参考学习模范,办学水平国际领先。

3.美国德雷塞尔大学的课程体系具有特定技术的方向性,符合美国材料工程教育专业认证的标准,具有多层次、宽专业、注重专业基础和实践教学课程的特点。专业要求学生具有一定的人文知识背景及交叉学科的相关知识,该大学人文课程达 52 学分,高于盐城工学院的 9 学分(包括“作文与修辞学”“构图与修辞”等课程)。

4.美国德雷塞尔大学允许学生将他们的专业课程集中在先进材料领域,包括纳米材料和纳米技术、生物材料、电子和光子材料、软材料和聚合物、先进材料设计和加工或定制轨道等。此外,一些必修的高级课程强调材料选择和规格在设计中的作用。而盐城工学院的专业课程主要集中在水泥、玻璃、陶瓷等传统材料领域。

5.美国德雷塞尔大学的基础课程学时数与盐城工学院学时数相当,而专业课学时数和门数均超过盐城工学院本科专业。学生接触专业早,学校在学生入学后的第一学期即设置了专业技术课程,围绕专业技术核心课程螺旋式上升安排,同时

开设了生涯规划、职业发展及职业能力提升等合作教育的关键课程。

三、我国应用型本科材料科学与工程专业需要改进的方面

1.需建立优化弹性、个性发展的人才培养机制。美国德雷塞尔大学实行了灵活的弹性学制,为不同层次和目标的学生提供了多种学习方式;同时实行了全面的学分制,提供大量的选修课程供学生自主选择,以适应学生的个性化发展需求,而这是我国整个高等教育体系所欠缺的^[4]。目前,盐城工学院在“以学生为中心、持续改进”理念的指导下积极推出各种举措,以适应不同兴趣学生的学习需求,如大量增加选修课、提高素质学分比例、鼓励学生参与大学生创新训练计划项目和工程实践训练项目等。但学校应逐步打破传统的人才培养模式,不断完善有助于学生个性发展的人才培养机制。

2.需加强人文素养教育与职业规范教育。国际工程专业认证标准中要求学生具有人文社会科学素养、社会责任感,能够在实践中理解并遵守职业规范,履行责任;能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员及负责人的 (下转第 69 页)

自己有清醒的认识,认清角色,做好角色扮演,这样才能更好地发挥角色优势。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 刘红斌,杨志群,陈丽冰. 研究生创业教育的现状与对策[J]. 高教探索,2014(3):119-122.
- [2] 谢红梅,龚惠香,彭列平. 研究生创业倾向与创业需求分析——基于浙江大学的调查[J]. 学位与研究生教育,2012(4):48-52.
- [3] 欧文·戈夫曼. 日常生活中的自我呈现[M]. 黄爱华,

冯钢,译. 杭州:浙江人民出版社,1989.

- [4] 郭敏娜,郭欣. 开展创业教育对我国研究生就业的影响[J]. 成人教育,2011(11):30-31.
- [5] 郑杭生. 社会学概论新修[M]. 4版. 北京:中国人民大学出版社,2013.
- [6] 杰弗里·蒂蒙斯,小斯蒂·芬斯皮内利. 创业学:第6版[M]. 周伟民,吕长春,译. 北京:人民邮电出版社,2005.
- [7] 胡春平,刘美平,葛宝山. 现阶段我国高校研究生创新创业教育:问题及对策——以吉林大学为例[J]. 黑龙江高教研究,2016(2):77-80.

(上接第32页)角色;能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效的沟通和交流^[5-7]。美国德雷塞尔大学材料科学与工程专业开设了“公民见习”“作文与修辞学”“构图与修辞”“工程伦理学”等人文素养课程,我国应用型高校也需开设“大学语文”“写作与修辞”“工程伦理学”等课程。

3.需提高专业课程比例并增设先进材料课程。美国德雷塞尔大学开设了纳米材料和纳米技术、生物材料、电子和光子材料、软材料和聚合物、先进材料设计和加工或定制轨道等专业课程,共63.5学分;而盐城工学院专业课程为56.5学分,且以水泥、玻璃、陶瓷等传统材料相关课程为主。随着材料科学的发展,特别是能源材料、生物材料、环境材料、纳米材料等新材料的涌现与应用,盐城工学院需与时俱进,提高专业课程与先进材料课程的比例,并增加相关教学内容。

4.需深化校企融合,提高校企联合培养人才的深度与广度。工程教育认证中要求学生能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安

全、法律及文化的影响。这些均需要学生深入企业,掌握工程管理原理与经济决策方法,并能在多学科环境中应用。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 毕晓玉,张晓明. 内向型与外向型:中美高等教育国际化发展模式分析[J]. 现代大学教育,2006(1):84-88.
- [2] 崔淑卿,钱小龙. 美国高等教育国际化的兴起、发展及演进[J]. 现代大学教育,2012(6):37-43.
- [3] 赵丽荣. 美国高等教育发展轨迹及对我国的启示[J]. 中国成人教育,2010(19):83-85.
- [4] 杨洋. 高等教育质量保障机制与中国高等教育发展[J]. 黑龙江高教研究,2014(1):49-52.
- [5] 游柱然,姚利民,蒋家琼. 美国高等教育质量认证的特点、争议与启示[J]. 外国教育研究,2010(5):18-23.
- [6] 张丽. 构建高等教育质量保障内部机制的研究[J]. 江苏高教,2012(5):37-39.
- [7] 黄兆信,赵国靖. 中美高校创业教育课程体系比较研究[J]. 中国高教研究,2015(1):49-53.