

# 中外大学材料科学与工程专业课程体系的比较

南京工业大学 张华 刘亚云

**摘要:** 就中外大学材料科学与工程专业课程的设置与特点进行分析比较,为我国材料科学与工程专业本科生的培养及课程体系的优化提供参考。

借鉴国外主要发达国家著名大学的成功经验,为我国材料科学与工程专业本科生的培养及课程体系的优化提供参考,有利于培养大批具有创新能力的材料科学与工程专业人才。

## 一、国外大学MSE专业课程设置分析

**1. 各有特色** 各校学科发展方向不同,课程设置有所侧重。如美国宾夕法尼亚大学(University of Pennsylvania)材料科学与工程系在纳米材料和生物材料领域的研究工作相当出色,美国国家科学基金会(NSF)资助在该系设立了纳米科学与工程中心(NSEC),宾夕法尼亚州政府亦出资成立纳米技术研究所(NTI)。因此,该校在本科生教学计划及课程设置中突出了纳米材料和生物材料科学与技术领域的相关课程及最新研究进展。如在一年级的课程中安排了“纳米技术导论”,二年级设置了“纳米功能材料导论”、“纳米材料实验”、“宏观/纳米材料热力学”、“生物材料和结构”,三年级开设了“纳米尺度的材料结构”、“高分子和生物材料”。而美国密苏里大学罗拉分校(University of Missouri-Rolla)以金属冶金学和超高温结构陶瓷研究方面的建树在美国著称,其课程设置中则充分体现了这一特色,如开设了“陶瓷的热过程”、“陶瓷的热性质”等课程以及具有特色的“工程物理”课程。

**2. 注意交叉学科人才的培养** 各校以多层次课程体系的设置满足不同学生对知识结构要求的差异。通常各校针对不同的生源均设有多种培养学习计划,例如,美国麻省理工学院(MIT)材料科学与工程系设置了三种不同的本科生学习计划,一种是较传统的材料科学与工程专业的学习课程,这是专为毕业后打算在与材料相关的工业领域工作或在材料科学与工程领域继续深造的学生设置的;另一种具有较大的灵活性和适应性,计划中设置了材料学科的主要课程,同时又含有相关交叉学科的核心课程,如生物学、化学、经济学、管理学等,是为将来打算从事生物、医药、经济、法律、工商管理等领域工作的学生设置的;第三种则是专为将来从事考古学的学生设置的,课程中主要包含了材料学、地质学及人类学三个学科的核心课程,学习的重点在于通过学习人类活动所使用材料的结构和性质来理解史前文化,研究人类与材料间的交互作用,以及这些交互作用的结果和对环境、社会、文化、意识形态的影响。

**3. 课程设置涉及面广** 各校均对理工科学生要求有相当的人文知识背景以及交叉学科的相关知识,很多学校都安排了大量的选修课供学生选修,特别是材料科学与相关学科以及社会科学的交叉课程,如与生物、医药、环境、电子工程、化学工程、土木工程等理工技术学科的交叉课程,以及与经济、法律、艺术、财务、管理等人文社会学科的交叉课程。

**4. 学生接触专业早** 新生入学后的第一学期即安排设置了专业基础课程,如英国牛津大学(University of Oxford)材料系在一年级新生的课程中安排了“材料的结构”、“材料的性质”以及“材料的转变”等材料科学的核心课程。又如英国剑桥大学(University of Cambridge)材料科学与冶金系的一年级课程侧重于材料科学与矿物科学,二年级的课程则侧重于材料科学与冶金学。

**5. 课程内容以专业基础为主,结合学科前沿最新研究动态** 多数学校的教学计划中专业基础课程所占比例大多超过50%。

6. 注重实践教学环节的安排 如英国牛津大学材料系的课程设置从一年级开始到四年级每个学年均安排了工矿企业的参观或实习,二年级时就要有6~8周的工业实习。同样,实验教学时间也非常充足,一年级每周有5~6小时的实验教学安排,二年级则安排了15~18小时的实验教学。另外,美国的宾夕法尼亚大学、华盛顿大学(University of Washington)、普林斯顿大学(Princeton University)和匹兹堡大学(University of Pittsburgh),英国牛津大学等多所大学均安排了四年级两个学期的毕业设计或毕业论文。

表1 国外部分高校材料科学与工程专业课程设置

	麻省理工学院	宾夕法尼亚大学	匹茨堡大学	加利福尼亚大学伯克利分校	密苏里大学罗拉分校
一年级	化学、物理、微积分、微分方程、生物学、人文社会学课程两门	微积分、普通化学、普通化学实验、普通物理、工程导论、纳米技术导论	解析几何与微积分、普通化学、物理科学与与工程导论、工程分析、工程计算、人文社会学选修课两门	微积分、普通化学、物理、选修课两门	普通化学、普通化学实验、实验室安全、微积分/解析几何、工程物理 I、工程设计与计算机应用、人文社会学选修课两门
二年级	材料科学基础、材料实验、材料科学与工程数学方法、材料显微结构的演变、材料的电学、光学、磁学性质、模型和模拟导论或专业学修课一门、人文社会学课程两门	数学、生物材料和结构、程序导论、材料量子物理、纳米材料材料导论、纳米材料实验、宏观/纳米材料热力学、人文社会学课程一门	解析几何与微积分、矩阵理论与微分方程、概率与统计、材料力学与静力学、材料结构和性质、材料实验导论、材料加工导论、热力学 I、人文社会学选修课两门	多变量微积分、线性代数和微分方程、物理、工程力学、材料性能、计算机程序导论、选修课两门	微积分与解析几何、工程物理 I、晶体的原子结构、现代陶瓷材料、陶瓷材料实验 I、玻璃导论、陶瓷材料实验 I、工程力学/静力学、基础选修课一门、人文社会学选修课一门
三年级	材料的力学性能、材料加工过程、有机和生物材料化学、材料综合实验项目、限选课两门、人文社会学课程两门	高分子和生物材料、纳米结构、材料选择、专业选修课两门、人文社会学课程两门、自选课一门	传热传质过程、材料科学 I、材料科学实验、热力学 I、材料的电磁性能、计算机在材料科学中的应用、材料科学 I、材料加工实验、力学性能、物理冶金学、物理冶金实验、人文社会学选修一门、技术选修一门	工程热力学、化学键、结晶学与晶体缺陷、材料力学、工程分析方法、相变动力学、电子材料性能、腐蚀、选修课一门	陶瓷材料加工过程实验 I、相平衡、物理化学、陶瓷材料热过程、陶瓷材料表征、陶瓷材料加工过程实验 I、陶瓷材料热力学、现代物理导论、材料力学、基础选修课一门、人文社会学选修课一门
四年级	毕业论文、限选课两门、选修课三门、人文社会学课程两门	毕业设计、环境腐蚀与防护、专业选修课三门、人文社会学课程三门、自选课一门	毕业设计/论文、陶瓷材料、材料的电磁性能、力学性能、力学性能实验、专业选修课两门、技术选修课两门、人文社会学选修课一门	材料力学性能、材料科学实验、高分子科学与技术、材料表征	毕业设计、陶瓷材料电性能、陶瓷材料热性能、陶瓷材料力学性能、金属材料加工过程设计原理、陶瓷材料加工过程、专业选修课两门、人文社会学选修课一门

## 二、国内高校 MSE 专业的课程设置分析

目前,各高校材料类专业大多构建了以公共基础课、专业基础课、专业课和专业方向课三块,其中公共基础课按材料科学与工程一级学科所必需的公共基础知识设置,约占50%左右;专业基础课按材料类二级学科设置,约占20~35%;专业课及专业方向课则按二级学科以及各校设置的专业方向和办学特色进行设置,约占15~20%。笔者所在的南京工业大学材料学专业人才培养方案的制订在跟踪国内外材料科学与工程学科的最新发展趋势、研究21世纪对材料类创新人才需求的基础上,架构了纵向主干课程和横向平台课程的专业课程体系。纵向上设置了20门左右的主干课程,贯通各种材料从微观层面上的结构性质到宏观层面上的加工过程;横向上设置了三层课程平台——坚实宽厚的公共基础课平台,精良扎实的专业基础课平台,广博前沿的专业课及专业方向课平台,打通具有共同或相似学科基础、学科内涵、研究方法与技术测试技术的各种材料的壁垒界限,促进各种材料的相互借鉴、融合,使学生掌握各种材料的共性规律,取长补短,举一反三,启发创新思维,开阔创造思路,丰富学科内涵,拓宽专业口径。在培养模式上设置了面上普通班和一级学科强化班两种培养模式,前者以培养本科就业型人才和未来材料工程师为目标;后者则以培养考研深造型人才和未来材料科学家为目标,以满足社会对不同类型人才的需求以及学生对自身发展的需要。

## 三、国内外大学课程设计和教学方式的比较

1. 专业设置方面 我国为了保证开设专业的教学质量以及专业布点的控制,要求各高校的专业设置需严格按照

教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”以及“普通高等学校本科专业设置规定”等法规性文件进行申请、备案、审批。而美、欧各国对专业设置没有统一的规定,各校根据自己的学科发展方向和特色设置专业,同一类型的专业其名称也可以根据各校的特色而有所不同。如英国牛津大学材料系设有材料科学和材料经济管理两个专业;而美国密苏里大学罗拉分校材料科学与工程系则设有无机非金属材料工程和冶金工程两个专业。又如普林斯顿大学(Princeton University)虽然没有材料科学与工程系,但制定了培养材料类本科生的教学计划,由普林斯顿材料科学与技术研究所(Princeton Institute for the Science and Technology of Materials—PRISM)与化学、化学工程、城市与环境工程、电子工程、地球科学、机械与航天工程、分子生物学以及物理等系联合培养。

**2. 课程体系方面** 由于中外大学在专业设置方式上的差别,课程设置也必然存在着不同。中国高校的专业需严格按教育部的相关法规文件设置,因此课程体系也大多按一定的模式设置。总体来说,由于一段时间过于强调加强基础教学,而对专业教育有所偏废,因此导致了公共基础课的比重显得略高,而专业基础课的比重则显得不够。而且,教学安排明显呈现出重课堂教学,轻实践教学,重理论知识灌输,轻实践能力培养。国外大学的课程设置则具有多层次、宽专业、接触专业早、注重专业基础和实践教学课程的特点。

**3. 课堂教学方面** 中国大学注重的是知识的传播,教师在讲台上讲,学生一边听一边记笔记,课后花费大量的时间复习记忆以应付考试。这样的教学方式是以教师为主体,教学的重心在理论知识、在教科书。而美、欧各国的课堂教学则具有灵活、多样性的特点,除讲课外还常常采用专题讨论、小组合作研究等多种形式进行教学。特别是讨论课,学生各抒己见,各种思想的火花尽情碰撞,教师只是引导、协调,没有统一的标准答案。学生在这样的课堂讨论中不仅获取知识,更重要的是学习的兴趣和潜能得到极大的调动和发挥,使每一个被动的受教育者变成了主动的教育者,学生成为真正的教学主体。

**4. 教学内容方面** 中国的本科教学大多以教科书内容为主,以理论教学为主导,强调课程教学内容的系统性、逻辑性;内容组织上往往首先介绍概念、原理,然后再验证理论在实践中的应用,讨论理论如何来指导实践。而美、欧各国的课程教学通常并不仅仅按一本教科书组织教学内容而是参考多本教材、论著以及最新发表的研究论文,一般教师会列出一系列的主要参考书和次要参考书以及相关研究论文供学生阅读;教学内容的组织往往首先从实际出发,根据现实存在的例子归纳总结出抽象概念、原理,最终形成理论。如美国麻省理工学院材料科学与工程系为一年级新生开设了“鸟类工程”讲座性质的课程,通过参观自然博物馆、科学博物馆、植物园等,讨论关于鸟类的工程原理,如为什么自然界的物体会各有各的形状?鸟类是如何飞翔的?为什么鸟巢有其特定的形状?等等,一系列来自于生活实际的问题,结合工程原理进行讨论,最后要求学生写出诸如树能长多高、为什么沿着木纹和与木纹交叉的强度和硬度不同等相关课题的调查报告,培养学生自我学习的能力。

**5. 实践教学方面** 中外高校也有很大的不同。中国高校的学生实习由学校统一联系,落实相关企业,实习经费来自于学校的教学经费,同一专业的学生在同一时间内进入同一个企业实习。而国外高校学生的实习由学生自己寻找企业进行联系,学校会提供相关信息和条件,学生实习期间的工资由企业支付,一般学生的实习安排在暑假的三个月时间内,也有学生实习半年或一年的,但需在学校办理相关的手续。这样,同一专业的学生毕业时实习经历各不相同,知识结构也各有所长,如果将高校比作企业,其“产品”一培养出的学生则是具有个性化的产品。同样,由于中外高校教学管理模式的不同,毕业论文环节也存在着类似的差别。中国高校同一专业学生的毕业论文环节是统一进行的,而国外高校学生毕业论文的完成则是由学生根据学校对申请学位的要求以及自己的情况在规定的时间内分别向学校提出论文项目申请、研究工作计划及指导教师,经教学委员会的评审同意后开始论文工作。为了鼓励和培养学生的创造性以及与教师之间在科学研究上的协作精神,有些高校还专门成立了学生研究计划办公室,如美国麻省理工学院的UROP(Undergraduate Research Opportunities Program)办公室,旨在指导、帮助学生加入教师的科学研究工作,参加该研究计划的学生每周在教师的研究小组工作一定的时间,延续一个学期或一年以上。这一培养计划非常有利于学生实践能力的培养,有利于学生创造能力的激发。

## 四、结语

我们正处于一个急剧变革的时代,经济与社会转型、知识经济社会的挑战迫切要求高等教育有新的改革举措。坚持教育创新、全面推进素质教育、大力提高教育的现代化水平是建设创新型国家的基础。培养具有探索精神和创造性思维的创新性人才是我们的根本任务,因此,进一步深化教学管理体制的改革,及时调整与培养创新性人才不相适应的学科专业结构和课程体系,更新教学内容,改进教学方法,以提高我国材料类专业人才的教育质量,培养出具有牢固基础理论、宽广专业知识、较强的独立工作能力和开拓创新意识、适应社会发展需要的综合性、创新性人才。

## 参考文献

- [1] 张联盟等. 材料科学与工程专业教学改革研究与实践[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2003.