doi:10.11835/j.issn.1005－2909.2016.04.010

加拿大不列颠哥伦比亚大学材料科学与工程专业本科培养计划的分析

曹玲飞,吴晓东,黄光杰
(重庆大学 材料科学与工程学院,重庆　400044)

摘要:分析了加拿大不列颠哥伦比亚大学材料科学与工程专业本科生的培养计划,通过对其材料工程系的课程设置、学业方向、部分课程大纲和教学情况比较分析发现,该校在课程设置上偏向于传统金属材料,但同时也开拓了新的研究方向和课程方向;在专业基础课的设置方面,注重讲授基础知识及其在材料研发中的应用。该校按照材料大类的思路对本科生进行培养,对中国材料科学与工程专业本科生的培养及课程体系的优化具有很好的借鉴作用。

关键词:材料科学与工程专业;培养计划;培养目标;加拿大不列颠哥伦比亚大学
中图分类号:TB30－4;G642　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1005-2909(2016)04-0036-05

加拿大不列颠哥伦比亚大学(University of British Columbia, 以下简称“UBC”)建于 1908 年,是一所多学科的研究型大学,在世界各大学排行榜的排名均在 40 左右。该校的材料工程系源于 1915 年设立的矿冶系,此后曾改名为冶金系、金属和材料工程系,以及目前的材料工程系。本科教育目前主要分为冶金、材料加工和生物医用材料三个方向。从历史沿革上看,UBC 的材料专业与重庆大学的材料专业具有很强的相似性,都是从冶金系演化而来,本科教育都偏重于金属材料。

一、加拿大 UBC 材料工程系的培养计划

加拿大 UBC 材料工程系属于加拿大 UBC 的应用科学学部,其课程设置经过加拿大工程师认证协会认证,学生本科毕业即可获得应用科学学士(Bachelor of Applied Science, B. A. Sc.),毕业后可注册实习工程师(Engineering－in－Training, EIT)[1]。培养计划的目的是通过学习,使学生理解材料的加工、性能和设计。在授课方式上采用课堂授课与动手操作相结合的方式培养学生各方面的综合能力,为学生将来从事相关专业的工作做好准备。

(一)课程设置、学时和学分

加拿大 UBC 材料工程系具体的课程设置,以及国内大学常见的与之相应的课程名称如表一所示。

首先,在基础课程设置方面,UBC 在数学、物理和化学这三门课程的设置上与重庆大学完全一致,课程的内容也基本没有差别,说明中外高校在金属材料高等教育所需的数理化基础方面有相同的认同。

收稿日期:2016－03－18
基金项目:重庆大学教学改革研究与建设项目基金;重庆市高等教育教学改革研究项目(1201032)
作者简介:曹玲飞(1977－),女,重庆大学材料科学与工程学院研究员,博士,主要从事材料科学与工程研究,(E－mail)caolingfei@cqu.edu.cn;(通讯作者)吴晓东(1974－),男,重庆大学材料科学与工程学院副研究员,博士,主要从事材料科学与工程研究,(E－mail)xiaodongwu@cqu.edu.cn。

在专业基础课程方面,中外高校的课程设置则存在差异。只有少数课程名称完全相同,如材料力学性能、工程材料等。大部分课程内容相近,但名称和覆盖面不同,如:Metallurgical Thermodynamics I 和物理化学, Phase Transformations 和金属相图与相变,Structure and Properties Laboratory 和材料专题实验等。UBC 材料工程系还开设了部分冶金方面的基础课程,比如:传输原理、高温物理化学等,而一些应用性(工艺性)比较强的课程,如热处理原理和工艺,金属加工工艺学等,UBC 没有开设。

表 1　加拿大 UBC 的材料工程系的课程设置

UBC 课程名称	对应国内大学课程	UBC 学分
第一学年		
Introduction to Engineering	新生研讨课	0
Introduction to Computation in Engineering Design	C 程序设计	3
Chemistry for Engineering	大学化学	3
Differential Calculus with Applications to Physical Sciences and Engineering	高等数学 I(工学类)	3
Integral Calculus with Applications to Physical Sciences and Engineering		3
Linear Systems	线性代数	3
Introductory Physics for Engineers I	大学物理 I	3
Introductory Physics for Engineers II	大学物理 II	3
Introductory Physics Laboratory for Engineers	大学物理实验	1
Mechanics I	工程力学	3
Computer – Aided Engineering Graphics	工程制图	3
Engineering Case Studies		5
Strategies for University Writing		3
Complementary Studies electives		3
第二学年		
Technical Communication	技术写作	3
Engineering Materials	工程材料	3
Engineering Materials Laboratory	工程材料实验	1
Multivariable Calculus	高等数学 II	3
Ordinary Differential Equations		3
Introduction to Mechanics of Materials	材料力学	3
Metallurgical Thermodynamics I	物理化学	4
Pyrometallurgy	火法冶金	4
Transport Phenomena I	传输原理 I	4
Materials in Design		3
Complementary Studies electives		6
第三学年		
Elementary Statistics	数理统计	3
Metallurgical Thermodynamics II	高温物理化学	4
Hydrometallurgy I	湿法冶金 I	3
Hydrometallurgy I Laboratory	湿法冶金 I 实验	1
Modelling of Materials Processes	材料加工过程模拟	4
Mechanical Behaviour of Materials	材料力学性能	3
Phase Transformations	金属相图与相变	3
Structure and Properties Laboratory	材料专题实验	1
Ceramics	陶瓷材料	4
Polymers and Polymer Matrix Composites	高分子和高分子基复合材料	4
Manufacturing in Materials Engineering	材料加工基础	3
Engineering Technical Communication		2
Engineering Written Communication		1
第四学年		
Economic Aspects of Materials Engineering	材料经济学	3
Environmental Degradation of Materials	材料腐蚀与防护	3
Monitoring and Optimization of Materials Processing	材料成形测试与控制技术	3
Engineering Project I	毕业设计	3
Engineering Project II		3
Professional Engineering Practice		2
Seminar		1
技术选修课:从三个专业方向(材料制备和性能、采矿和金属萃取以及生物医学工程)的课程中选修 6 门课共 18 个学分		18
总学分		148

从表 1 可以看出,UBC 从大一到大四均开设有写作和口头表述方面的课程,共 10 个学分,由此表明该校很注重学生沟通能力的培养。此外,UBC 在第一学年还开设了工程案例研究课程(Engineering Case Study,5 个学分),在第四学年开设了职业教育课程(Professional Engineering Practice,2 个学分)。其中,工程案例研究课程主要通过介绍一些具体的工程案例,使学生了解材料工程专业的性质和工作内容;职业教育课程主要讲述与工程师职业相关的法律、道德和责任、工业管理、劳资关系、安全和环境法等内容。这说明 UBC 的高等教育不仅注重教授专业知识,还为学生以后能顺利开展工作进行了相关职业教育。同时,国内工科高校常见的一些实践课程,如金工实习、专业认识实习和生产实习等并未在 UBC 的课程设置中体现,这并不代表 UBC 不注重实践活动,在 UBC 实践课程有的融入了专业课程中,有的则通过其他途径实现,如带薪公司实习(CO - OP)。

从学分来看,UBC 总学分为 148 个学分,而国内为 168 个学分。国内学生上的课相对多一些,但国内学生需要上政治课、体育课和军事课,这些课总共 18 学分,扣除掉这些课,国内学生的学分为 150 学分,所以就学分而言,国内外大学的专业知识教育总量相差不大。UBC 一个学分对应 13 个教学学时或 39 个实验学时,而国内一个学分一般对应 16 个教学学时或 32 个实验学时,但国外一门课课外所需要的时间一般为课内的 2 ~ 3 倍,所以总体而言,UBC 的学生负担更重。

(二)学业方向

UBC 材料工程系在四年级分三个专业方向,材料制备和性能、采矿和金属萃取,以及生物医学工程,其中采矿和金属萃取相当于国内的冶金专业,材料制备和性能相当于国内的金属材料加工。每个方向至少要修满 4 门课 12 个学分,通过这样的课程设置,使学生的知识既有深厚的基础,又有一定的专业深度。UBC 的材料工程系虽然在科研和课程设置上偏向于传统金属材料,但同时也与时俱进开拓新的方向,即生物医学工程。

(三)部分课程大纲和教学情况介绍

下面通过两个课程的教学大纲和教学情况分析说明 UBC 的具体教学情况。

1. 常微分方程

该课程共 3 个学分,39 个学时,正规出版教材,使用教师自备教材,且每年更新。教学内容与工程案例结合密切,比如钟摆运动,避免了纯数学的抽象性。课程内容体系不够完整,一些理论性较强的内容,比如国内常微分课程中一般要讲的“解的存在唯一性定律”问题,在 UBC 不作要求,学习难度大大降低。

UBC 教学活动主要包括授课、期末考试、随堂测试、作业和习题课。基本上每堂课都有作业,作业有作业期限,没有按期交作业的,该次作业计零分。作业答案在交作业期限后立即公布。老师布置作业、学生交作业,老师公布答案都在网络平台上完成。该课程总共有 6 次随堂测验,都在一章内容结束之后进行。随堂测验的成绩和答案都在网上公布。习题课会讲解作业和测验答案。

学校提供数学学习中心,工作时间开放,学生在这里可以得到助教(一般由研究生担任)的帮助。此外,教学中也会教如何应用 Mathematica 软件解常微分方程,并应用软件来做一些数学作业,数学学习中心也提供计算机供学生使用。

课程考核包括作业(30%)、随堂测验(30%)和期末考试(40%)三个部分。

2. 生物材料

该课程共 3 学分,39 个学时。教学活动包括授课、期中期末考试、学生做团队专题作业(Team Project)以及口头技术报告。其中授课 21 学时,学生做口头技术报告 15 学时,期中考试和期末考试 3 学时。授课内容 2/3 源自教科书,1/3 源自生物材料的前沿研究。

学生的团体专题作业一般由 3 ~ 5 人一组,就某个专题进行文献调研,完成一个综述,最后在课堂上作口头报告。此外,每个学生不仅要完成自己组里的团队报告,还要参加一次别的组的讨论,并给出建议和评论。

该课程的考核包括上课参与程度(5%)、团队专题作业(30%)、期中考试(15%)和期末考试(50%)。上课参与程度不仅是出勤率,还包括课堂回答问题、讨论等。

二、分析和讨论

(一)课程体系

加拿大 UBC 大学材料工程系以冶金和金属材料为主,在数理化基础课程方面对学生的要求与重庆大学基本相当。在专业基础课方面,UBC 的课程

设置体现了其按照材料大类进行培养的模式,更加强化了有关材料基本行为知识等方面的课程,如工程力学、材料力学、物理化学、高温物理化学、传输原理等。而国内高校金属材料类专业往往在工艺、设备方面开设的课程相对多一些,比如粉末冶金、热处理原理及工艺,金属凝固及连铸、冶金工程设计原理等。上述课程设置上的差异体现出国内外高校在课程设计理念和培养目标方面的不同。国外认为,材料研究依据其行为和特征,而不是依据材料类型来进行[2],因此更注重基础课程的设置;而国内工程类课程设置较多,主要基于就业市场对工程师的需求[3]考虑。在通识教育方面,UBC 要求修满 9 个学分(Complementary Studies electives),这与国内高校的设置相近,如重庆大学所要求选修 4 门课,8 个学分。这说明中外高校对学生知识面的广度要求具有相似性和一致性。

(二) 教学内容

加拿大 UBC 的教学内容通常不局限于一本教材,而是参考多本教材,以及最新发表的论文,教学内容注重理论联系实际。这种方式与国内某些高校本科教学以教科书内容为主,教授内容陈旧,课件多年不变的情况相差迥异。UBC 的教学注重学生自我学习能力的培养,虽然 UBC 的课堂教学时间不多,但学生需要在课外花很多时间开展自主学习。

(三)课堂教学

中国大学传统上注重知识的传播,教师在讲台上讲,学生一边听,一边记笔记,临考需要花大量的时间复习应付考试。虽然现在搞教学改革,但以教师为主体、以教科书和理论知识为教学重心的传统模式没有改变。而大部分国外大学[4],课堂教学形式灵活多样,除讲课外还有专题讨论、团队专题作业等,特别是讨论课,学生各抒己见,激情讨论,教师只作引导、协调,没有统一的标准答案。学生成为了教学的主体,从被动的教育者变成了主动的受教者。在课堂讨论中学生的学习兴趣和潜能得到了有效调动和发挥,学习效率显著提高。

(四)实践教学和毕业设计环节

加拿大 UBC 的学生实习由学校提供信息和条件,学生自己联系企业寻求机会,学生实习工资由企业支付。与之相对的,国内高校金属材料类的实习通常由金工实习、专业认识实习和生产实习三部分组成,其中专业认识实习和生产实习由学校联系企业,实习经费来源于学校教学经费,同一专业学生同一时间进入同一企业实习。出于安全和经费等考虑,国内学生的实习通常留于形式,学生动手机会少[5],而 UBC 学生的实习是切切实实参与企业的实际工作,并有可能获得就业机会。

UBC 的毕业论文在两个学期内进行,一边上课,一边做毕业论文,这是国外大学的普遍做法。这样学生有充分的时间查找阅读文献,提出研究工作计划,开展实验工作。这种方式的优点是学生有足够的时间解决在做论文过程中遇到的困难,缺点是时间分散,无法开展一些对时间节点要求较短的论文工作。国内金属材料类本科生毕业设计环节基本集中在一个学期完成,实际做论文的时间通常只有 2 个半月左右,这样的优点是学生可以集中精力开展论文工作,缺点是在做论文的过程中会因为设备损坏、实验进展不顺利等原因导致论文质量不高,难以达到锻炼和培养的目的。此外,UBC 还有本科生研究机会(Undergraduate Research Opportunities Program),本科生从入学开始就有机会参与教师的科研工作。该计划模式与国内高校的创新试验班相似,有利于培养学生的科研兴趣,激发学生的创造能力。

(五) 考核与成绩

UBC 的课程考核有随堂考试、团队作业、课堂陈述 ppt 等多种形式,而且成绩比例分布也比较均衡,这样可以督促学生平时学习,避免考前突击复习、应付考试的现象发生。

三、结语

社会在进步,时代在发展,教育方式也应顺应时代变化而变革。社会需求应该是大学本科培养计划的指南针。加拿大 UBC 按照材料大类进行培养,强化了材料基本行为知识的课程,弱化了工程类、工艺方面的课程,对于学生的进一步深造具有很好的铺垫作用。目前中国高校很多本科生毕业后选择继续深造,因此本科生培养计划也应该适应这种趋势,向培养研究型学生转变,而 UBC 的人才培养模式正好为我们提供了很好的借鉴作用。

参考文献:

[1] http://mtrl. ubc. ca/prospective - students/undergraduate - students/our - program/

[2]钟世云.麻省理工学院材料科学与工程专业本科培养计划的分析[J]. 中国大学教育,2013(3): 89 -95.

[3]周正.材料工程本科人才培养的对比分析[J].高等建筑

教育,2010(4):51 - 54.
[4]董泽芳,王晓辉. 国外一流大学人才培养模式的共同特点及启示——基于对国外八所一流大学培养杰出人才的经验分析[J]. 国家教育行政学院学报,2014(4):83 - 89.
[5]万红,堵永国,白书欣. 从"材料科学基础"课程的教学策略看中外教育的价值取向差异[J]. 高等教育研究学报,2010(1): 51 - 53.

Undergraduate curriculum of the department of materials engineering in University of British Columbia Canada

CAO Lingfei, WU Xiaodong, HUANG Guangjie
(*College of Materials Science and Engineering*, *Chongqing University*, *Chongqing 400044*, *P. R. China*))

Abstract: The curriculum of the undergraduate program of the department of materials engineering in the University of British Columbia (UBC), Canada, was fully analyzed in this paper. After comparative analyses of the courses, academic direction, part of the syllabus and teaching methods, it was found that UBC' s curriculum basically biases the traditional metal materials, at the same time keeps up with the times and develops new research and academic directions as well. During the arrangement of the courses, UBC pays attention to the basic knowledge and its application in the research and development of materials. UBC trained their students with the idea of more general materials science and engineering, which is a good reference for the training of undergraduate students of materials science and engineering in China and can be used as a reference for the optimization of curriculum system in China.

Keywords: materials science and engineering specialty; training plan; training objective; UBC

(编辑　梁远华)