

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2013.01.019

滑铁卢大学高等教育浅析

吴微微, 王超, 冯起

(国防科学技术大学 电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 滑铁卢大学 (University of Waterloo) 在数学和工程方面的成就在整个北美地区独占鳌头, 包括计算机语言 Fortran 的发源和计算机代数系统 Maple 的研发等。许多高科技公司, 如微软、Google 和 IBM 公司, 都和滑铁卢大学保持着良好的长期合作研究关系。对滑铁卢大学高等教育体制的特色 - 合作研究教育、本科生教育和研究生教育等进行介绍和分析, 并结合作者在滑铁卢大学进行访问研究期间的实际经历, 详细介绍了研究生进行科学研究的方式方法。

[关键词] 滑铁卢大学; 合作研究计划; 课程; 实习; 创新

[中图分类号] G511 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)01-0061-03

A study of higher education system of University of Waterloo

WU Wei-wei, WANG Chao, FENG Qi

(College of Electronics Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: University of Waterloo (UW) is distinguished for its mathematic and engineering achievements in the whole North America, including the origin of the computer language Fortran and computer algebraic system Maple. Lots of famous high-tech companies, such as Microsoft, Google and IBM, have long term and good cooperation with UW. This paper analyzes the unique characteristics of the higher education system of UW, such as the Co-operative education plan, undergraduate and graduate education system and research, etc. Based on the actual research experience in UW, the authors present some novel methods in doing research in UW.

Key words: University of Waterloo; co-operative plan; course; intern; novelty

加拿大权威的教育杂志麦克林 (《Maclean's》) 关于所有大学的四个类别 (最具创新精神、明日领袖、总体声誉和最佳教学质量) 的排名榜上, 滑铁卢大学总排名第一^{[1]-[3]}。其中, 在总体声誉排名中, 滑铁卢大学 15 年连续排名第一^{[1]-[3]}。笔者有幸被国家留学基金委资助到这所著名的大学学习深造两年半的时间, 受益匪浅。在这所朝气蓬勃、强调科技创新并有很强的工程研究背景的学校里, 有许多教育理念值得我们学习借鉴。

一、新颖独特的合作教育计划

1957 年, 75 名学生通过滑铁卢专科学校联合学院 (WCAF, 滑铁卢大学的前身) 的入学考试并开始了工程技术方面的研究学习。五个创始研究方向之一便是电子工程方向。入学四个月后, 他们成为加拿大首批接受合作教育计划^{[1]-[3]} (Co-operative education plan) 的学生。从此, 滑铁卢大学成为加拿大最早推行该计划的大学, 也是目前世界上参与该计划的学生人数最多的高校之一。该计划以导师指导为基础, 引导学生从教室走出来, 利用课堂上所

学到的知识, 在工业领域获得实际的经验和提高动手能力。参与这项计划之前, 普通学生是需要进行学习考核的。只有在学术领域里考核达标的学生才能申请成为 Co-op 学生。该计划对 Co-op 学生的培养年限一般设为五年, 分为学习学期和工作学期, 两种学期交替排列。每种学期为四个月, 即先经过四个月的学习, 然后到外面公司工厂里实习四个月, 然后再返校学习四个月, 如此反复直到毕业。滑铁卢大学的 William M. Tatham 中心 (TC) 目前已是加拿大各个大学中最大的合作教育基地, 包括 100 个面试房间、视频会议室、在线面试服务及行政办公室等。该中心分内部部门和外部合作伙伴。内部部门包括职业活动中心 (Centre for Career Action), 滑铁卢专业发展项目 (Waterloo Professional Development Program), 滑铁卢合作教育进展中心 (Waterloo Centre for the Advancement of Co-operative Education) 等^[4]。这些部门通过在线课程、指南手册和公开课等形式增强 Co-op 学生各方面学习能力, 指导学生对自己的学业和工作做出正确的规划及展示 Co-op 教育的最新进展和成果。其他合作伙伴包括加拿大合作教育协会

[收稿日期] 2012-11-12

[作者简介] 吴微微 (1981-), 女, 四川成都人, 国防科学技术大学电子科学与工程学院讲师, 博士, 主要研究方向: 电磁场与微波通信教学与研究。

(CAFCE)、世界合作教育协会(WACE)和合作教育与实习协会(CEIA)等。这些部门机构为学生提供具体的合作教育指导。每年在TC中心举办的面试超过5万次,为滑铁卢大学Co-op学生找工作提供了一个良好的平台。

二、本科生与研究生的培养亮点

滑铁卢大学的电子与计算机工程学院本科生教育涵盖电子工程和计算机工程的核心领域,同时也包括软件工程、机械电子学及纳米技术等三个独立的、跨学科的培养方向。目前该学院有2000多名本科生和近680名研究生,其本科生全部参与了合作教育计划,即都是Co-op学生。研究生培养方面提供了多个电子和计算机工程领域里的核心研究方向和交叉学科方向供研究生选择。滑铁卢大学施行“发明者所有(Inventor-owned)”知识产权政策,有利于研究人员进行工业合作并在加拿大科技铁三角中占领最关键的位置。

(一) 本科生课程^[5]

滑铁卢大学采用学季制。一学季长度约为十二周,通常每一学年分为春、秋、冬三学季外加夏季。课程主要安排在春秋冬三季,夏季一般为学生到公司或工厂实习的学季。

本科生课程涵盖从100级到400级四个等级的内容。就笔者所学的电磁场与微波技术专业来说,本科生必须先修完包括数学、电子工程物理和电子计算机工程实验实践等基础课程,然后再进一步学习电磁场与微波技术方面的专业知识。

专业课程呈梯度排列,循序渐进。“静电场、磁场及电子学简介”(ECE126)和“电磁场与波”(ECE375)两门课分别从静态场和交变电磁场两个方面完整的介绍了本专业的理论知识。“材料的电子和电气性能”(ECE209)详细介绍了传播信号及电磁波的材料电子电气性能。在此基础上,“射频与微波电路”(ECE473)和“射频和无线电系统”(ECE474)完备地介绍了产生携带信号的电磁波的电路及系统。“电磁波的辐射与传播”(ECE475)阐释了由射频/微波电路系统产生的电磁波在空间中是如何辐射和传播的。这些课程由浅入深,自成体系,成为学生踏入电磁场与微波工程领域的基石。

对于高年级的学生来说,还有一些400级的课程是要求学生组建一个研究小组共同完成的,如“工程设计项目”(ECE498)。小组的学生们基于已经学到的理论知识分工合作,提出设计指标、设计方案并给出最终的设计结果。每一位研究小组成员都将以书面文档形式、海报形式及讲座形式将自己的研究成果展示出来。这样的课程不仅培养了学生的动手能力,同时也培养了学生的协作能力和团队合作精神。

相对国内一些高校的学生而言,滑铁卢大学本科生的学业任务很重,并实行严格的淘汰制。在学习学期,除去期中期末,即使在平时也会有很多考试。有些只是一些小测验,有些或是一个小的实验报告。但每年学校都会组织对学生学习和实习的考核,没有通过考核的学生是会被退学的。滑铁卢大学本科生的学习压力丝毫不逊于国内高中生高考前的学习压力。

(二) 研究生课程^[6]

对于电磁场与微波技术专业的研究生来说,其课程涵盖从600级到700级和6000级的课程。这些课程主要是以讲座形式和研讨形式开展的。“微波与射频工程”(ECE671)和“电磁场的辐射及传播”(ECE675)等这样的课程,都有一个详细的大纲。如ECE671主要介绍微波射频电路分析、设计及测量的基础知识。而ECE675则讲解时变电磁场中所用到的数学知识及天线的基础理论。700级以上的课程则主要划分几个主题进行研讨。如“天线与微波理论中的几个主题”(ECE770)则分别开设了如微波工程、高等天线及电磁波边界问题等多个主题进行探讨。

笔者选了几门研究生的核心课程旁听,总的感觉是,教授的治学非常严谨,功底深厚。如“电磁场的辐射及传播”(ECE675)这门课,主要讲解了高等电磁场方面的理论知识,里面涉及了很多非常复杂的数学公式,但上课的教授可以从头至尾不翻看一页教材,将所有相关公式行云流水般地写出来,而且还能结合实际工程应用对这些枯燥的公式进行阐释。让学生在电波传播和电子电路等物理背景下体会这些公式的重要性。另外一个特点是,老师在上课或开讲座时喜欢学生随时随地举手提问。在讲到一些难点和重点时,甚至停下来给学生思考的时间并等待学生提问。他们的一句口头禅便是“Any questions(有问题吗)?”

(三) 博士研究生的博士论文

在博士研究生从准备博士论文到答辩后取得博士学位的过程中,最重要的一个环节就是博士生综合性考试(PhD comprehensive examination)。凡想获得博士学位的学生必须要通过该项考试,通常在博士入学后半年到一年的时间进行。该考试相对博士论文的完成、评阅及答辩,难度更大,评审组的老师在进行考核时更加严格。如果对课题的研究背景、理论基础、应用方向及研究方案等没有大量深入细致的研究,将很难通过该项考试。

三、课题研究和学术交流的特色

在滑铁卢大学做访问学者的两年半的时间里,在对方教授的鼓励和支持下,笔者开始了一个全新的项目。在整个项目的合作研究过程中,充分学习到在那里做学术研究的方式方法。一个技术难题提出之初,教授就一直要求学生要主动思考,力求创新,提出新颖可行的研究方案。笔者的研究方案经与教授及组里其他学生多次讨论,并被要求反复修改直到切实可行后才被通过。研究方案通过以后,在进行电子电路设计时,教授给予学生充分的信任和自主性,自行选择电子器件和开发板进行系统搭建。学生需要对多个公司的器件进行市场调查和性价比比较,最终给出所有器件和开发板的清单及成本报价。通过对电子器件多个性能指标的细致对比,使学生更加合理地选择器件,向朝着研发高性能低成本电子电路系统方面发展。在设计电子电路系统的过程中,几个学生通过合作研究的方式共同搭建起整个系统。在此过程中,每个星期都会有一个固定时间由教授和项目相关的学生们在一起讨论项目的进展;同时还要求学生以电子邮件形式或者电子文档的形式定期向教授提交阶段性研究报告,以敦促学生的进步。通过这些互动,教授也可帮助学生及时解决遇到的技术问题。另

外,教授也鼓励学生对自己的创新性研究成果的推广。滑铁卢大学每年年底都会举办一次“滑铁卢大学创新年会”。在创新年会上,一些著名企业公司的 CEO 和专家及其他大学的教授都会应邀出席。研究生们及其课题组成员则会用大幅海报、展台及现场演说的方式展示自己的创新性研究成果。当然,在这种隆重的学术交流活动中,研究生们大部分会选择盛装出行,西装革履,成熟而稳重。笔者和组里其他成员向学校提出申请并得到了一个展位,展示了笔者设计的电子电路系统海报、部分电路和功能模块,并向感兴趣的多位通信领域专家和企业代表讲解。此后,教授还鼓励我们参加了一个著名公司内部举办的“年度创新日”活动,进一步将我们的研究成果推广出去。同时教授还经常提醒我们将所做的研究成果转化成高质量的学术论文甚至申请专利。他们的知识产权意识很强烈,很注意保护研究成果。

笔者所在的 ECE 系在每周五上午举办研讨会,由系里教授邀请其他大学的教授来做前沿性研究介绍和学术交流。周五下午则是研究生们自己的研究交流活动“Grad talks”。来自不同导师和不同年级的研究生会聚在一起,以 PPT 和口头报告的形式向大家介绍自己所做的研究工作,遇到的难题也可以和同龄人一起讨论。

另外,滑铁卢大学的图书馆也很有特色,是一座昼夜灯火通明的建筑。来自世界各地的莘莘学子相聚于此,不知是由于个人作息不一样抑或是迫于学业的压力,经常在深夜还能看见他们在图书馆里或挑灯夜读或相互讨论着共同研究的课题。一分耕耘一分收获,从这里毕业的学生因具有扎实的数学功底和丰富的工程应用经验而受到许多著名企业公司的青睐,如微软公司,Google 公司和 IBM 公司等。这与滑铁卢大学严谨完备的办学体制、锐意创新的教学理念密不可分。

四、结束语

认真研究分析滑铁卢大学高等教育,对提高我国培养

新世纪高科技人才的质量有重要的借鉴意义。新颖独特的合作教育计划有利于提高学生实际动手能力和与社会打交道的能力,能使学生真正做到学以致用和即学即用,且将理论与实践紧密结合的能力等。其本科生和研究生课程设计合理,由浅入深。老师深厚的理论知识功底和学生自主学习的能力保证了教学质量。宽松自由但又严谨认真的学术氛围是取得科研成果的前提。这些都给我们很多启示。学习借鉴他人的长处,结合实际情况,改良我们的教育体制和培养机制是必要的,也是迫切的。只有这样,才能让我们的学生与世界接轨,在科技领域前沿占领一席之地。

[参考文献]

- [1] 吴言荪. 滑铁卢大学创新实践初探[J]. 高等工程教育研究, 2007(3):106-110.
- [2] 刘洋,王云鹏. 发展合作教育 加强应用型创新人才培养-加拿大滑铁卢大学合作教育及其改革[J]. 世界教育信息, 2007(6):67-70.
- [3] 崔庆玲,王汉青,彭建平. 加拿大滑铁卢大学合作教育体系初探[J]. 纺织教育, 2008(3):64-66.
- [4] 加拿大滑铁卢大学合作教育计划介绍网页 <http://uwaterloo.ca/co-operative-education/>.
- [5] 滑铁卢大学电子与计算机工程学院本科生教育网页 <https://ece.uwaterloo.ca/Undergrad/E/>.
- [6] 滑铁卢大学电子与计算机工程学院硕士生教育网页 <https://ece.uwaterloo.ca/Graduate/>.

(责任编辑:胡志刚)

(上接第 57 页)

[参考文献]

- [1] Best Undergraduate Engineering Programs [EB/OL]. <http://colleges.usnews.Rankingsand-reviews.com/best-colleges/rankings/engineering>, 2011-09-13/2012-06-10.
- [2] 【美】拉塞尔·F.韦格利. 美国陆军史[M]. 丁志源,郭力,卞庆祖等译. 北京:解放军出版社,1989. 117.
- [3] 匡兴华. 外国工程技术教育现状与发展趋势[M]. 长沙:中国人民解放军国防科学技术大学,1988. 25.
- [4] Office of the Dean. Academic Program [EB/OL]. <http://www.dean.usma.edu/sebpublic/curricat/static/index.htm>, 2012-07-05/2012-07-06.
- [5] The EECS Mission [EB/OL]. <http://www.usma.edu/eecs/SitePages/About.aspx>, 2012-07-06.

- [6][7] 陈勇. 军事教育转型背景下的军事高等工程教育[J]. 继续教育, 2008(10):28,29.
- [8] 国家教委工程教育考察团. 回归工程·多样化·宏观管理——赴美考察报告[J]. 高等工程教育研究, 1996(1):8.

注释

- ① 军官学校(或军种官校)的全称为“军种军官学校”(service academies),是为美国武装力量各军种培养初级军官、提供大学本科教育和训练的联邦军校,总共只有 4 所。除西点军校外,其余 3 所分别是:1845 年成立的海军军官学校、1876 年成立的海军警卫队军官学校以及 1954 年成立的空军军官学校,它们在办学模式上受到西点军校很大的影响。

(责任编辑:赵惠君)