

# A Comparative Study on Instructing “Fuel Cells” Course in Chinese and Canadian Universities

Qian Xu<sup>1,2</sup>, Ibrahim Alaefour<sup>2</sup>, Huaneng Su<sup>1</sup>, Fen Qiao<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Energy Research, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

<sup>2</sup>Department of Mechanical and Mechatronics Engineering, University of Waterloo, Waterloo Ontario

<sup>3</sup>School of Energy and Power Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Email: xuqian@ujs.edu.cn

Received: Apr. 24<sup>th</sup>, 2017; accepted: May 8<sup>th</sup>, 2017; published: May 12<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

The “fuel cells” course is an important component of the undergraduate program of New Energy Science and Engineering. In this paper, the instructing situation for this course in a Chinese university and a Canadian university is compared in respect of five aspects: The instructing style and contents, selection of textbooks, the instructing method, the appraising system for students, and the role of teaching assistant. Generally, there is still some way to go for Chinese universities on the course instruction compared with University of Waterloo in Canada. Herein we propose some approaches to improve the teaching quality in Chinese universities, including increasing the instructing time, raising the ratio of instructors to students, as well as constructing better self-learning environment for students, etc.

## Keywords

“Fuel Cells” Course, Chinese University, Canadian University, Instructing Method, Comparative Study

---

# 中加大学“燃料电池”课程教学比较研究

徐 谦<sup>1,2</sup>, Ibrahim Alaefour<sup>2</sup>, 苏华能<sup>1</sup>, 乔 芬<sup>3</sup>

<sup>1</sup>江苏大学能源研究院, 江苏 镇江

<sup>2</sup>滑铁卢大学机械与机电工程系, 安大略 滑铁卢

<sup>3</sup>江苏大学能源与动力工程学院, 江苏 镇江

Email: xuqian@ujs.edu.cn

收稿日期: 2017年4月24日; 录用日期: 2017年5月8日; 发布日期: 2017年5月12日

## 摘要

“燃料电池”课程是新能源科学与工程本科专业的一门重要专业课。本文比较了中国和加拿大两所大学对该课程的教学情况,从教学形式与内容、教材选择、教学方法与手段、对学生的考核体系以及助教的作用这五个方面分析了存在的差异。总体上,中加“燃料电池”课程教学之间尚存在着全方位的差距。本文提出了增加学时、提高课程师生比、改善学生的自学环境等措施,有助于提升国内该课程的教学质量。

## 关键词

“燃料电池”课程, 中国大学, 加拿大大学, 教学方法, 比较研究

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

能源短缺是全球经济发展过程中面临的迫切问题。我国能源短缺的形势比世界平均形势更为严峻。据《BP 世界能源统计年鉴 2016》显示,2015 年中国仍然是世界上最大的能源生产国和能源消费国,当年中国煤炭消费占世界煤炭总消费的 50.0%,石油消费占世界石油总消费的 12.9%,石油中有超过一半依赖进口[1]。另一个问题是煤炭、石油等化石燃料的大量使用导致温室气体排放量过高,同时也带来了细颗粒物污染物的大量排放[2]。近年来,我国空气污染问题已十分突出,其中华北地区雾霾情况尤为严重。

针对这种形势,以环保和可再生为特质的新能源越来越得到重视。随着对新能源人才需求的不断增加,教育部于 2010 年批准浙江大学、西安交通大学、江苏大学、华北电力大学等 11 所高校首批开设新能源科学与工程本科专业。此后开办此专业的高校逐渐增加[3]。在该专业的本科生培养方案中,“燃料电池原理与技术(Fuel Cells Principle and Technology)”是一门重要的专业课。燃料电池具有能量转换效率高、启动迅速、无噪音无振动及环境友好等特点,在各领域得到广泛的应用[4] [5]。燃料电池在国内外已经被认可为今后动力技术发展的主要方向。该课程的开设对学生今后的就业和深造有较大的帮助。

本文第一作者在江苏大学连续三年主讲新能源科学与工程专业 30 学时的“燃料电池原理与技术”课程,积累了一定的教学经验。与西安交通大学主讲该课程的教师面对面做过交流。目前在加拿大一流研究型大学——滑铁卢大学做访问学者,旁听了一个学期的“Fuel Cells Principle and Technology”课程。基于这些经历和经验,我们对中加两国大学针对同一课程的教学过程作了一些比较和思考,并由此提出借鉴加拿大大学的教学方法、改进国内高校课堂教学的若干建议。

## 2. “燃料电池”课程教学方法及特点比较

### 2.1. 教学形式与内容

在教学形式与内容上,加拿大大学更注重内容上的“新”,而国内似乎更注重教学形式的“新”(譬如多样化的授课手段)上。一个比较深的感触是滑铁卢大学的主讲教师在其“燃料电池”教学过程中将局

部电流密度和分隔式子电极作为一个专题来讲授讨论，并将其最新的研究成果用于教学中。其课件也是逐年更新，但很朴素。与之对应的是，近年来在授课内容的更新上，国内教学总体保守，授课大多以成熟的内容为主。教师的课件做得越来越漂亮，辅之以动画、仿真、录像视频等，但效果似乎并非如预期那样好。而且，一个课件做好后，可能几年维持不变。

## 2.2. 教材选择

在“燃料电池”教学中，滑铁卢大学并没有指定教材(教授上课用的是: Xianguo Li, *Principles of Fuel Cells*, New York: Taylor & Francis Group, 2006)。由于任课教师有自己精深的研究方向，在科研过程中积累了丰富的经验，很自然地用在了教学中。教学工作与科研工作的融合度很高，许多讲课内容都结合教师的研究专长以专题的形式进行。在这样的教学方式中，除了已成定论的知识及细节的传授，更重要的是教师基于丰富科研实践的切身体会和高水平研究成果的案例示范。对于学生来说，所接受的视野与阅读指定教材时刻板单调的感受完全不同。当然，这并不意味着加拿大大学教材的质量差。正好相反，就教材的种类与数量而言，虽不如国内教材丰富，但其内容与质量都堪称上乘。

在国内，教材的作用被过分强化。教学大纲根据教材编定,而教学又受教材的引导，以保证教学的归一化模式。长期以来,教材的内容与授课学时严格挂钩，由此可以看出教材内容在课堂上的重要作用(江苏大学用作该课程的教材: O. Hayre *et al.* 著, 王晓红等译, 燃料电池基础, 北京: 电子工业出版社, 2007)。但产生的问题是: 在一定程度上扼杀了教师授课的主观能动性，也造成了学生对教材内容的过于迷信，由此阻碍了学生的创新性思考[6]。

作者认为在传统教学中，教材无疑在其中占有十分重要的地位，基本上由教材指导教学。但在现代教学中，随着知识更新的日益加快，教学手段的不断丰富，尤其是互联网的普及和国际化的推进，使得教材与教学内容有了更多的选择。

## 2.3. 教学方法与手段

滑铁卢大学在“燃料电池”课程上的教学方法与手段并非比国内有多“高明”或者有花样繁多的多媒体教学，有时正好相反，但更注重实用性。例如，鲜有国内那样精美甚至商业化的 PPT 课件，相反，其课件显得很朴实，主要讲课手段仍采用最原始的板书。其特殊性体现在：1) 互联网的运用。无线网络使得师生都能在第一时间找到所需的资源。因为，课件所能提供给学生的信息远不如网络资源丰富。2) 用电子笔在平板电脑上板书，有一个知识逐渐展开的过程。电子板书随时可擦写替换，写完一个章节直接存成 PDF 文件，课后发给学生。3) 教与学之间的高度互动性。学生若有问题可随时打断教师讲课的进程，教师会当即给出解答。

反观国内，大多数的教学内容是通过 PPT 来展示的。PPT 虽然很方便，也免去了教师板书的辛劳，但内容一下子呈现出来，缺乏一个逐渐传授知识的过程。虽然教师会鼓励课堂上提问，但受中国传统观念的影响，直接打断授课而提问的情况很少发生。

## 2.4. 对学生的考核体系

在加拿大以及美国的研究型大学里，鉴于课堂时间有限，教师往往给学生布置大量的课外阅读作业供学生自学，再次上课时再通过小测验的形式进行考核。另外，会布置一些作业和需要多人合作的项目，做作业和做项目也需要占用学生更多的课外时间[7]。算下来，每个学生在课外用在本课程上的时间要比课内多。一门课学下来学生从始至终都不会有任何轻松的感觉，但换来的是对本门课程真正的掌握和应用。对学生的考核由平常小测试的成绩和项目答辩的成绩组成[8]。

国内像“燃料电池”这样的专业课往往很少有课外作业，教师布置的课外阅读材料也不是每个学生都会认真去读。学生的成绩通常由出勤情况和课程结束后的一次考试决定。两者比较下来，国内学生对课程的掌握程度不如加拿大的学生那般深。

## 2.5. 助教的作用

在滑铁卢大学，每一门课程有一到两名系里出资聘任的助教，通常是该系的博士生。由于课堂上互动多，助教的作用被大大增强。助教可以协助主讲教师在课上做随堂调查，帮助发言，转换教学手段等，也参与到课堂讨论中。助教还负责带学生参观燃料电池实验室、开展演示性实验并进行“微课”教学[9]。这些对于学生理解课程内容及助教自身的成长都有积极的作用。在国内，由于课堂上的交流不频繁不充分，助教的价值没有完全体现出来，很多助教并不直接参与课堂教学，有些课程甚至没有助教。“燃料电池”课程每年的助教都是作者自己的研究生，负责批改课后作业。系里没有助教经费，其劳务费都由作者本人的经费承担。

## 3. 借鉴与启示

通过近距离在加拿大滑铁卢大学听“燃料电池”课，产生一种耳目一新的感觉。整个课程听下来本文作者有很大的收获，相信学生的收获会更多。比较中加两国高校在“燃料电池”课程教学上的差异，以下几点值得国内高校借鉴。

1) 学时设置：充足的学时是保障教学质量的前提。当然，这与总体培养思路和方案有关。以滑铁卢大学为例，“燃料电池”课程的学时数为48，基本遍历整个学期，而国内多数大学该课程的学时为30。在知识点没有减少的情况下，必然会影响教学的效果。还有理论、实验和报告讨论学时的配比问题。在滑铁卢大学，后两者占到超过三分之一的学时，而国内的课程实验和讨论课占时很少，不利于激发学生主动学习的积极性。从以上的对比中不难找到未来“燃料电池”课程改革的方向。

2) 师生比：加拿大的大学里一般上课的方式为小班课(20~30人左右，如滑铁卢大学本学期的“燃料电池”课程只有17名学生)，而国内基本都采用大班授课方式(作者在国内讲授该课程，最少一次57人，最多68人)。因此，北美式的师生互动、广泛采用的讨论课等在实施过程中都面临较大困难。今后如果能拆分成小班授课，教学效果会得到改善。

3) 学生的自学环境：滑铁卢大学校园处处有无线网络，学生用自己的账号登录后可便捷地使用学校各类电子数据库资源，进一步拓宽知识面，加深对课程的认识。每一座楼都有专门的学生自习室，为学生提供宽松的自学和互动环境。国内现在硬件上已经做得很好，在软件和管理上(譬如数据库的开放使用、教室的合理分配利用等)还有很大的提升空间。

## 4. 结论

通过对加拿大一流大学滑铁卢大学“燃料电池”课程的全方位调研、近观，并对比国内同类课程的情况，我们从教学形式与内容、教材选择、教学方法与手段、对学生的考核体系以及助教的作用这五个方面分析了差异。总体上来说，中加“燃料电池”课程教学之间尚存在着全方位的差距，国内实现高质量的课程建设任重而道远。滑铁卢大学“燃料电池”教学的做法为提升国内该课程的教学质量提供了可借鉴的新思路。

## 致 谢

本文得到国家自然科学基金(No. 51306076, No. 21676126, No. 51676092)，江苏大学青年骨干教师

培养工程项目(2014年)以及江苏省高校优势学科建设工程资助项目(PAPD)的支持。

### 参考文献 (References)

- [1] BP 集团(British Petroleum P.L.C.). 世界能源统计年鉴 2016[EB/OL]. [http://www.bp.com/zh\\_cn/china/reports-and-publications/bp\\_2016.html](http://www.bp.com/zh_cn/china/reports-and-publications/bp_2016.html), 2017-03-29.
- [2] Yang, Z., Zhang, J., Kintner-Meyer, C.W., Lu, X., Choi, D., Lemmon, J.P. and Liu, J. (2011) Electrochemical Energy Storage for Green Grid. *Chemical Reviews*, **111**, 3577-3613. <https://doi.org/10.1021/cr100290v>
- [3] 徐谦, 张红, 左然, 王谦, 何志霞. 提高“可再生能源概论”: 教学质量的方法探析[J]. 中国电力教育, 2013(35): 97-98.
- [4] 衣宝廉. 燃料电池——原理、技术与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 1-9.
- [5] Xu, Q., Zhang, F., Xu, L., Leung, P., Yang, C. and Li, H. (2017) The Applications and Prospect of Fuel Cells in Medical Field: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **67**, 574-580.
- [6] 真虹. 中美大学课堂教学比较研究[J]. 高教发展与评估, 2007(2): 106-111.
- [7] 苏丽艳. 中美大学课堂教学比较研究及启示[J]. 石油教育, 2010(3): 56-58.
- [8] 朱亚宗. 近观与反思: 美国一流大学初识[J]. 学位与研究生教育, 2007(7): 1-10.
- [9] 冯玉平, 高勇, 李鹏飞. 微课教学的教学设计模式初探[J]. 科教导刊, 2014(2): 133-134.

#### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ces@hanspub.org](mailto:ces@hanspub.org)