

Exploration and Practice of the Construction of the Excellent Course of “Graph Theory”

Tingzeng Wu

School of Mathematics and Statistics, Qinghai Nationalities University, Xining Qinghai
Email: mathtzwu@163.com

Received: August 12th, 2019; accepted: August 27th, 2019; published: September 3rd, 2019

Abstract

Under the OBE education concept, how to make a “golden” course is one of the major issues facing Chinese universities. In this paper, we discuss some methods and practices about “Graph Theory”, which has been created the “golden” course. It is implied the highlighting of the OBE education concept.

Keywords

Graph Theory Teaching, Graphic Theory Teaching Practice, Quality Course

《图论》精品课程建设的探索与实践

吴廷增

青海民族大学数学与统计学院, 西宁 青海
Email: mathtzwu@163.com

收稿日期: 2019年8月12日; 录用日期: 2019年8月27日; 发布日期: 2019年9月3日

摘 要

OBE理念下, 如何将一门课程打造成“金课”是中国高等院校面临的重大课题之一。本文中, 论述了我校《图论》课程在打造“金课”过程中的一些做法和实践, 突出了OBE教育理念。

关键词

图论教学, 图论教学实践, 精品课程

Copyright © 2019 by author(s) 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

随着我国经济高速发展, 各行业人才短缺现象突显。为了经济发展和社会进步的需要, 2012 年教育部出台了《关于全面提高高等教育质量的若干意见》等系列改革举措。2018 年, 我国在成都召开新时代全国高等学校本科教育工作会议, 这是新时代中国特色社会主义高等院校教学改革的新起点。

图论起源于 18 世纪的“七桥”问题。历经 200 多年的发展, 图论走过了三个阶段[1]: 第一个阶段为 1736 年至 19 世纪中叶, 并被称为萌芽阶段。图论问题基本上围绕着游戏产生。第二个阶段为 19 世纪中叶至 1936 年。第二阶段为图论发展史上的重要阶段, 有大量的问题出现, 特别地, 在其应用上也是出现了标志性的成果, 如: 用树研究电网络方程组问题和有机化学的分子结构问题等。第三阶段为 1936 年至今。该阶段图论出现爆炸性发展, 除去图论自身理论的发展, 还在物理、化学、运筹学、计算机科学、电子学、信息论、控制论、网络理论、社会科学及经济管理等学科领域各方面都有应用研究。现阶段, 随着国内新工科专业的发展, 图论的应用已有不俗的表现。图论越来越受到社会的重视, 已成为国内外高校本科专业的必修课或选修课。特别是, OBE 学习教学模式中课程设置是培养学生是否成功的重要组成部分。根据我校的定位, 我校数学专业开设和建设《图论》课程有很大的必要性。

在新的机遇面前, 学校重视本科课程的建设 and 教学团队的发展, 《图论》课程被列为校级精品课程加以建设。通过建设, 《图论》课程在教学内容与体系、教学大纲、教学实践环节、教学团队建设等方面要结合 OBE 理念, 培养新时代合格大学生。

2. 课程教学设计

2.1. 教材

对于本科生, 教材是重要的学习辅助工具之一。《图论》课程在国内也有一些优秀的教材。我校正在参与“一带一路”沿线国家的教育合作。鉴于这种实际, 我校《图论》课程选用 D. West 教授编写的《Introduction to Graph Theory (Second Edition)》[2], 这是国内外公认的优秀图论教材之一。教材内容分为 8 章, 分别为: 基本概念、树和距离、匹配和因子、连通度和路径、图的着色、可平面图、边与圈、其他主体。由于课时等因素的限制, 我们选择其中前六章内容作为我们的主讲教学内容, 第七、八章以讲座方式讲解, 这保持了教学体系的完整性。

2.2. 课程建设探索

《图论》经过 300 余年的发展, 《图论》的研究已非常广泛, 形成了结构图论、代数图论、随机图论、算法图论、极值图论等一些分支。本科阶段的《图论》课程不可能将这些分支全部包含在内。所以《图论》教学内容的设计显得尤为重要, 既要体现《图论》的基本现状, 又要突出一些适合本科生的特色主题。OBE 学习产出教育模式是当前教育发展中的重要模式, 在本科教学的质量和成果起到了重要的推动作用。为了更好的完成教学, 融合 OBE 理念, 我们深度挖掘教材内容, 对教学内容进行了精心设计, 主要体现在如下几个方面:

第一, 基本概念分类介绍, 引申概念相关研究, 凝练适合本科生进一步探讨的专题。

图论的基本概念的并没有很好的分类方法。图论的各分支都有自己的基本概念，并且对基本概念侧重度还是有区别的。我们正是利用这些重点的定义，将图论的概念进行了简单的分类，在这些分类的基础上介绍了相关分支的研究现状，这为我们设计的专题介绍做了前期的准备。例如：图的距离的概念。在距离的基础上连续介绍半径、直径、离心率等概念。在这些定义的基础上，直接引申到了图的距离拓扑指标：Wiener 指标、超维纳指标、离心连通指数、连通离心指数等，这为后续的实践专题设计打下基础。

任何教材都有自己的设计理念，保证教材体系内容的讲解有利于学生对课程掌握。教材讲授内容不一定能吸引本科生的关注和兴趣，特别地，有些内容以本科生的知识很难深入学习。在此基础上，教师需要归纳教学内容中适合本科生探讨的专题，以便培养本科生的兴趣。我们的主要做法就是结合本科生已学过的知识设置一些专题。例如：我们设计图的特征多项式与特征值的专题介绍，图的特征多项式是涉及本科生开设过得《高等代数》、《数学分析》课程，这样既让学生感受以前知识的有用性，又能让学生找到多项式研究的工具。

第二，课程设计的碎片化分解。

随着互联网、移动设备和软件等技术发展，社会信息化程度越来越高。碎片化学习已成为现代教育的重要补充。任何课程体系与内容的碎片化分解在碎片化学习中显得尤为重要。图论作为现代数学的离散数学学科，一些图的性质是以碎片化的形式呈现，但图论已有 300 多年的发展，已经建立较为完整的理论体系，所以在保证图论课程结构体系完整的情况下将图论知识点碎片化也是非常难的。在我们的教学过程中，已经有意识的注重知识点的碎片化讲解，这对后续信息化教学做了有益的探讨。

第三，实践教学设计。

为学生能直接了解国际研究的前沿问题，我们在实践教学环节设计了距离专题、匹配专题、算法专题三个大案例。通过讲解这三个专题，直接将学生带入到国际研究的前沿，使学生了解国际前沿动态，培育学生的视野有非常好的效果。这也体现了《图论》作为现代数学课程优越性。下面以距离专题为例，说明我们的案例设计。

图的距离是一个简单而又有用的工具，是图的紧凑性刻画的自然度量，在化学、生物、信息网络等学科有广泛的应用。教学实践中选用《Wiener Index of Trees: Theory and Applications》[3]和《Mathematical aspects of Wiener index》[4]两篇关于距离的综述文章，作为我们的实践蓝本，开展课堂实践。在讲授的过程中提出一些小的问题，然后分组讨论，最后成文形成期末的多元化评价的文本。

第四，教学方法与教学条件。

对国内高校而言，教学条件已有了很大的改观。我们的《图论》课程选择的是智慧教室。智慧教室的设备可满足我们课堂网络使用、分组到讨论、录制等。

教学方法是实施教学的重要环节。一些传统教学方法已经无法满足整堂课中学生的实际需求。如何将学生的注意力留在课堂是教学过程中最难的一个环节。将学生的注意力留在课堂需要持续不断的改进教学方法，我们在《图论》课程的教学特别注重了教学方法环节，在结合传统教学方法的基础上，有意识的采用了下面的一些措施：一是从不完全归纳法的角度引导学生从小图发现一些结果，然后去推导一般的结果，让学生得到发现的喜悦；二是随着课程讲解中注重一些图论学者的介绍吸引学生；三是找到一些现实生活中的例子用学到的图论知识去分析，满足学生学习的实用性；四是结合讲解内容将分析学、代数学、概率方法等学生熟知的知识用到图论上，让学生有知识的获得感；五是在讲授过程中，适当添加我校教师在图论研究方面的成果，有利于培养学生的自豪感与信心；六是结合教学内容给学生讲一些未解决的著名猜想，增加学生的学习动力和遐想；七是设计一些小的问题结合

平时成绩，增加课堂活跃度，提高学生的积极性等。通过这些措施，基本上能将学生的注意力留在课堂。在讲课过程中随时安排 4 人小组的讨论，实现灵活的课堂教学，这也促使学生的注意力无法长时间抛锚。教学方法是很难驾驭的，只有根据课堂不断改进才能有更好的效果。曾有美国教师说过：在一节课中每十多分钟就要给学生讲一个笑话，否则学生会背着书包离开你的课堂。讲笑话也是增加课堂吸引力的方式，也是一种教学方法。随着社会进程的发展，探讨灵活多变的教學方法是有效组织课堂的重要法宝。

3. 效果

一门课程它不可能对本科专业的所有培养目标提供支撑，根据 OBE 理念，一门课程必对某一个或多个重要的培养目标有重要的支撑。根据近年来的一些数据分析，《图论》课程在培养学生逻辑思维培养方面和实践动手能力方面有很好的支撑，特别地，我们发现《图论》课程在毕业设计上显示了最重要的效果。

毕业论文是本科教学的一个环节。事实上，在普通高校本科生的毕业论文质量不是很高，社会认可度不高。为了改变这种现状，各高校尝试了很多的方式方法。我们学院采用了由教师根据自己课题出题目，学生来选择的方式。《图论》课程突显了优势，我们院有 5 名师资从事图论的研究，我院每年 150 个毕业选题中有 20 个左右是图论及其应用方面的题目。由于开设了《图论》课程，学生掌握了一些基本概念和定理，通过实践案例的锻炼，学生们基本都能解决一些小的图论问题，从而提高了毕业论文的质量，并且近年来优秀毕业论文几乎都出自做图论研究的同学。2017 年度做毕业论文人数 108 人，其中 5 人选做图论题目，占比 4.5%，只有本人指导的学生在做图论题目，并且我的两个学生的毕业论文都获得了优秀。受此影响，2018 年开始我院的教师也出图论题目让学生选做，2018 年做毕业论文人数 112 人，其中 14 人选做图论题目，占比 12.5%，且全院优秀毕业论文中 3 篇来自图论的贡献(注：学校规定每个班级的优秀论文学生原则上不超过 2 人，全院每届共 3 个班级)，2019 年年做毕业论文人数 110 人，其中 18 人选做图论题目，占比 16.4%，且全院优秀毕业论文中 4 篇来自图论的贡献。从上面的数据可以看出，图论作为近年来开设的课程，由于实用性比较强，作为学生首选的毕业题目，这正显示课程的重要性和生命力，特别是每年优秀论文的篇数，也正突出了《图论》的课改重要性。从一门课程来说，它的学习产出达到了教改的目标。

4. 讨论

随着图论及其应用研究的深入，教学内容应持续不断地更新，才能满足社会发展的需要和学生的学习需求。然而，课程的课时总是有限的，随着时间的推移，如何将最新的研究设计到教学中将是一个值得进一步思考的问题。

基金项目

本文由青海民族大学校级精品课程项目(No. 2018-JPKE-01)资助。

致 谢

感谢审稿人审读本文，并给出了中肯的修改意见。

参考文献

- [1] 徐俊明. “图论及其应用”课程建设探索[J]. 教育与现代化, 1997, 43(1): 41-46.
- [2] West, D. (2001) Introduction to Graph Theory. 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

- [3] Dobrynin, A., Entringer, R. and Gutman, I. (2001) Wiener Index of Trees: Theory and Applications. *Acta Applicandae Mathematica*, **66**, 211-249. <https://doi.org/10.1023/A:1010767517079>
- [4] Knor, M., Škrekovski, R. and Tepeh, A. (2016) Mathematical Aspects of Wiener Index. *ARS Mathematica Contemporanea*, **11**, 327-352. <https://doi.org/10.26493/1855-3974.795.ebf>