

基于CDIO工程教育理念的线性代数课程教学改革

许璐

伊犁师范大学数学与统计学院, 新疆 伊宁
Email: xulucqu2019@163.com

收稿日期: 2021年2月20日; 录用日期: 2021年3月15日; 发布日期: 2021年3月22日

摘要

线性代数是高校工科专业的公共课之一, 在公共课程中具有重要的地位。本文致力于CDIO工程教育理念下的课程改革探索, 对该课程教学改革中的一些基本问题: 教学设计、课后作业、期末考核提出试则可, 行则有效的一些思考。

关键词

CDIO工程教育, 课程改革, 线性代数, 教学设计

Course Reform of Linear Algebra Based on CDIO Concept of Engineering Education

Lu Xu

College of Mathematics and Statistics, Yili Normal University, Yining Xingjiang
Email: xulucqu2019@163.com

Received: Feb. 20th, 2021; accepted: Mar. 15th, 2021; published: Mar. 22nd, 2021

Abstract

Linear algebra is one of the common courses for engineering majors in Colleges and universities, which plays an important role in the public courses. This paper devotes to the exploration of curriculum reform under the engineering education concept of CDIO, and puts forward some basic problems in the teaching reform of this course, such as teaching design, homework, and examination. It is feasible to try and effective to do.

Keywords

CDIO Engineering Education, Curriculum Reform, Linear Algebra, Instructional Design

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

2000 年至 2004 年, 由麻省理工学院、查尔摩斯工业大学、林雪平大学和瑞典皇家工学院四所大学共同倡导的 CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) 工程教育模式引起了世界高校工科教育模式的改革[1]。近年来, 国内高校在引进、吸收和消化 CDIO 工程教育模式的过程中不断创新[2], 例如卓越工程师计划、工程专业认证和师范专业认证等均或多或少的部分借鉴了 CDIO 工程教育理念。在国内当前工程专业认证的大背景下, 工科专业的人才培养体系不断变化, 线性代数作为高校工科类、经济类和管理类各专业的一门必修课程, 对于这些专业后续的数学课程以及部分专业课程的学习具有重要意义, 对于全面实现学生知识体系建立和能力目标培养具有至关重要的作用。高校借助 CDIO 工程教育理念和模式进行课程教学方法和课程考核办法的改革势在必行。

2. 线性代数课程的特点和教学现状

2.1. 线性代数的课程特点

线性代数课程以 n 元一次线性方程组解的存在性判定、求解以及解的表示为主线, 主要包含行列式、矩阵、线性方程组、向量空间等知识内容, 具有逻辑性强、基本概念多、性质多样性的特点。线性代数课程内容多是重复性的复杂计算, 计算量大, 计算过程冗长。针对目前大学生专注力差的学习特点, 并不利于课程教学。线性代数除了计算量大, 还有一些逻辑性较强的证明推理, 这部分内容是其教学过程中的难点。CDIO 教育理念是知识和能力并重的培养, 它的应用对于工程类专业的理论性较强的课程, 会有比较好的教学效果。将线性代数的课程理论结合学生的专业, 通过教育理念的改变, 上课方式的调整, 课后作业的重置, 考核方式的多元化, 达到线性代数课程的教学改革目的。

2.2. 线性代数课程的教学现状

从目前的线性代数课程教学实践来看, 影响学习效果的原因可归结为两种类型: 一方面是教师教的问题, 另一方面是学生学的问题。具体来说, 在传统课堂教学过程中, 普遍侧重于理论知识的讲解, 重视数学学科体系, 轻专业衔接; 注重计算技巧的教授, 重视解题方法的锻炼, 轻能力培养; 尤其是, 在课堂教学中缺乏“结合专业背景引入问题, 求解探索问题”的过程, 这在一定程度上导致学生的科研和创新能力不足。另外, 课后缺乏基于线性代数理论知识、含有专业特点、具有合作探究性质的课外练习题。最后, 课程讲授结束, 线性代数课程的考核形式是单一固定的笔试, 缺乏灵活多样的考核方式。

2.3. 线性代数课程的学生学习特点

线性代数课程均在第一学年开设, 学生刚由高中跨入大学, 他们普遍适应高中的“教师反复讲解、学生反复巩固”的教学模式, 而线性代数课程教学课时相对有限, 知识点多且抽象程度高, 课堂上讲得

多练得少, 讲授新知识的节奏远超高中。在这种新的教学的环境下, 学生面对线性代数教材中复杂的符号和公式, 必会产生的恐惧心理, 加上多数学生对线性代数课程的认识不足, 认为该课程对他们将来所从事的应用型工作帮助不大, 失去了学习的兴趣, 这也必然导致学生仅为了应付考试而学习线性代数。

3. 基于 CDIO 理念的课程改革实践

世界各地高校纷纷实施 CDIO 教育理念并取得了良好的效果, 该理念在线性代数教学中如何渗透, 成为了现阶段教学改革值得研究和探索的问题。

3.1. 基于 CDIO 的课堂教学设计

课堂教学设计是讲授一门课程的关键环节之一, 可以说是课堂的灵魂。为了实现“知识和能力”协调发展, 将 CDIO 工程教育理念融入线性代数课堂教学, 首先从教学大纲设计的创新出发, 创建课程能力培养目标。编写教学大纲和能力培养目标以同济大学数学系编著的《线性代数》教材第一章第四节——初等矩阵与矩阵的逆矩阵为例(见表 1):

Table 1. Syllabus and competency development objectives (Part)

表 1. 教学大纲和能力培养目标 (部分)

教学内容	知识学习目标	能力培养目标	教学方法	学时
一、方阵的逆矩阵	1. 逆矩阵的定义(熟悉) 2. 逆矩阵的性质(掌握)	2.4.3 创造性思维 2.4.3.2 具有综合性和通用化能力 2.4.3.3 解释发明过程	多媒体教学	0.5
二、初等矩阵	1. 初等矩阵的定义(熟悉) 2. 初等矩阵的分类(掌握) 3. 初等矩阵与初等变换的关系(熟悉)	2.1.1 发现问题和表述问题 2.3.3 确定主次与重点	多媒体教学	0.5
三、初等矩阵与逆矩阵的应用	1. 方阵可逆的判定(掌握) 2. 可逆矩阵的应用(掌握)	2.2.2 查询相关书刊或者电子文献 2.4.3 创造性思维 2.4.3.2 具有综合性和通用化能力 2.4.3.3 解释发明过程	课前查阅资料、 多媒体教学、 引导学生参与讨论	1

3.1.1. 专业相关性问题

基于 CDIO 工程教育理念, 教学过程不仅在于理论知识的讲解, 还需要根据授课班级的专业, 将线性代数学课程内容与其专业相结合。教师从学生的专业需求出发, 以学生的专业需要为导向, 整理编排教学案例。课程设计可从实际问题引入, 经简化和提炼后转化为数学问题, 在寻求问题求解的过程中, 不断导入相关的基本概念和方法, 给出适合的教学设计。以同济大学数学系编著的《线性代数》教材第一章第四节教学内容中——逆矩阵的应用为例, 讲授“逆矩阵在保密编译码中应用”, 也可以培养学生的创造性思维和自主学习的能力。

3.1.2. 实用性问题

线性代数的课堂教学需要提升其实用性, 才能从根本上激发学生的学习欲望, 进而提高他们的学习能动性[3]。线性代数课程往往面临着在有限的课时内传授基础知识和展示知识的实用性都要兼顾的两难境地, 这里可以借助 CDIO 工程教育理念, 可以将数学建模的思想融入线性代数的教学设计中, 另一方面将数学史的小故事穿插在合适的教学节点上。教师通过增加可用线性代数相关知识解决的工程实例, 将实际问题转化为数学模型, 通过分组合作的形式寻找出解决这一数学问题的通用工具。在物理科学与技术学院讲解同济大学数学系编著的《线性代数》教材第三章第四节——线性方程组解的结构中, 引入实际工程中解线性方程组面临的新问题和新挑战, 如超定线性方程组的求解问题——伏

安法测电阻问题。

3.1.3. 互动性问题

课堂上进行一些互动研讨，是活跃课堂的一种良性方式。一个短教学周期结束后，可以开展专题讨论。教师根据学生特点，帮助学生组建团队，然后给出专业相关的问题，并分配任务。学生利用网络平台查阅资料，构建数学模型[4]，并求解模型，然后在研讨课堂上分享该方法的可行性。教师针对不合理的方面提出修改意见，学生改进模型，最后由学生团队给出学习报告。研讨课的开展能够启发学生主动思考，鼓励学生积极探索，是思维方式的培养，更是科研精神的传承。如结合 2017 年全国大学生数学建模竞赛热点和课程教学实际，在学期末开展 CT 成像技术的科学前沿大研讨。

3.2. 课后配套作业问题

配合课堂教学过程的转变，课下的学习方式也会改变。课后作业除了一些基础知识的巩固，还会增加文献查找和阅读，小组合作数学实验，专业问题的数学模型建立和求解，相关数学史的学习和总结，线性代数项目开展、陈述和答辩，小论文撰写等。

3.3. 期末考核问题

没有考核方式的改革，就不能很好的推动教学过程的改革。针对原来考核方式不全面的问题，如创新能力，协作能力，实践能力，问题解决能力等方面考核的不足，就需要构建多样的考核方式和测评体系。例如，传统的过程性考核通常是作业，可以加入讨论发言，单元测试，课程项目研究[5]。这样可以较全面考察学生的学习过程情况，考核学生的阶段性成果，过程性考核占综合成绩评定的 50%。

4. 基于 CDIO 教学改革中应该注意的问题

4.1. 改革适度

改革过程中，教师要适当地了解学生的专业，就业方向 and 基础水平。除此之外，教师还要与学生所属院系主管教学的领导沟通，协商改革的方向，并主动咨询院系的要求，争取改革的目标真正符合学生的需求。线性代数课程的改革不仅要从数学人的角度出发，更应该切合学生的专业特点。在线性代数基本知识体系不被破坏和教学时间允许的前提下，给学生一个更好的线性代数课堂学习体验。教师不单单是这门课程的任课教师，更是学生迈入大学学习生活的领路人。在领路人的这条路上，需要花费心思去准备这门课程，挖掘一个又一个实例，让我们的数学建模和线性代数成功的撞出火花，展现给学生线性代数的无限魅力。

4.2. 难易适中

改革过程中，需要根据学生的专业实际情况，结合 CIDO 理念去制定与专业相匹配的教学设计，不能一门课程就一本教学计划。此外，不同院系不同专业的学生数学功底参差不齐，即使相同专业相同班级的同学数学基础也存在差异，所以学生的接受程度肯定不尽相同，给每个同学量身定制学习方案，不太现实，但是在课程教学改革的过程中还要针对班级实际情况把握好“度”，难易的程度体现在上课选择的应用实例，数学建模的模型，课后作业的布置，这些都需要综合考虑大部分学生的接受程度。

5. 结语

结合 CDIO 工程教育模式的线性代数课程改革在提高学生的学习兴趣、培养学生的个人专业能力等方面具有一定的意义。为了更好地处理数学类课程与专业课程之间的关系，让数学类课程更好地服务专

业学习, 还需不断进行数学类课程教学改革的探索和实践[6]。

基金项目

伊犁师范大学一般科研项目“一类带有增长源的 forager-exploiter 趋化模型解的性质研究”(2020YSYB007)。

参考文献

- [1] 顾佩华, 包能胜, 康全礼, 等. CDIO 在中国(上) [J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 24-40.
- [2] 顾佩华, 包能胜, 康全礼, 等. CDIO 在中国(下) [J]. 高等工程教育研究, 2012(5): 34-45.
- [3] 杨国华. 基于问题解决的线性代数课程教学设计研究[J]. 智库时代, 2017(11): 201, 222.
- [4] 杨韧. 基于 CDIO 理念的线性代数课程教学改革[J]. 大学数学, 2014, 30(S1): 137-141.
- [5] 钟寿仙, 张瑛, 郭绍辉. MPC-CDIO 教育教学模式的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2015(2): 169-175.
- [6] 辛巧. 谈 CDIO 工程教育模式在数学类公共基础课程教学改革中的运用[J]. 长春师范大学学报, 2017(2): 115-118.