

Study on PBL Training Mode of Traffic Machinery Postgraduate Courses

—Take the Theory and Method of Modern Mechanical Design as an Example

Xiangyang Xu, Qiguo Hu, Shaojiang Dong

School of Mechatronics and Automotive Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing
Email: xuxa@cqjtu.edu.cn

Received: Dec. 27th, 2019; accepted: Jan. 9th, 2020; published: Jan. 16th, 2020

Abstract

In order to implement the guiding ideology of the new curriculum reform and achieve the goal of the new curriculum reform of graduate students in traffic machinery, taking modern mechanical design theory and method as an example, based on the analysis of the existing problems of interdisciplinary postgraduate courses at this stage, taking PBL engineering problem-based learning as the guidance, from the perspective of PBL training environment and foundation, a PBL training model of traffic machinery postgraduate course including PBL input content, practice process, output results and training evaluation is constructed, and relevant teaching models, teaching strategies and evaluation methods are explored.

Keywords

Transportation Machinery, Postgraduate Courses, PBL Training Mode, Quality Evaluation

交通机械类研究生课程PBL培养模式研究

——以《现代机械设计理论与方法》为例

徐向阳, 胡启国, 董绍江

重庆交通大学机电与车辆工程学院, 重庆
Email: xuxa@cqjtu.edu.cn

收稿日期: 2019年12月27日; 录用日期: 2020年1月9日; 发布日期: 2020年1月16日

摘要

为了贯彻落实硕士研究生新课程改革的指导思想与达成新课程改革目标,使PBL(基于问题学习)培养模式能够在交通机械类研究生课程培养中有效融合,本文以《现代机械设计理论与方法》课程为例,在分析现阶段学科交叉型研究生课程存在的问题基础上,以PBL工程问题学习为导向,从课程PBL培养环境和基础出发,构建出包含PBL教学输入内容、实践过程、输出结果及评价的交通机械类研究生课程PBL培养模式,对相关教学模式、课程教学策略与评价方法进行了探索研究。

关键词

交通机械, 研究生课程, PBL培养模式, 质量评价

Copyright © 2020 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

2016年国务院学位委员会第三十二次会议提出要加快健全研究生教育培养质量和监督保障体系,提高工程硕士研究生创新能力和实践能力[1]。结合目前国内智能制造产业升级、中美贸易战等背景下的交通机械装备信息化、智能化需求,用人单位对高校硕士毕业生的知识、能力和素质提出了新的要求。这也相应地对现阶段交通机械类研究生的创新能力和实践能力培养提出了更高要求,迫切需要进行研究生教育教学方法和新课程改革。

目前交通机械类研究生课程培养体系中,《现代机械设计理论与方法》作为核心专业基础课,起到承上启下的作用,具有内容覆盖面广、学科交叉融合、知识更新快等特点。这些作用和特点造成了课程教学过程中存在内容难以覆盖、重点难以选择、知识难以更新、教学课时严重不足等困难[2]。而PBL培养模式是基于建构主义教育理念发展起来的一种创新型教育模式,要求学生从实际的工程问题出发,进行主动探索、问题发现、问题分析并创造性地进行问题解决[3][4]。在PBL教学过程中需要学生自主探究,相互合作,而老师主要起提出问题,引导及评价的作用。这对于目前研究生教学过程中遇到的问题是一种有益的尝试方法。

鉴于此,将PBL的理念与《现代机械设计理论与方法》等机械类研究生课程结合,进行研究生课程PBL培养策略和评价研究,对现在实行的教育方法进行一系列的改革和重建,构建新型的学生培养策略,以此来加强机械类研究生在创新和实践方面的能力锻炼,同时也提高学生的学习兴趣和学习积极性,能够为解决这些焦点问题提供一定的参考,有助于现代机械领域科学发展后备人才的培养。

2. 目前《现代机械设计理论与方法》课程培养模式问题分析

《现代机械设计理论与方法》是一门学科交叉型课程,其突出特点就是多门课程知识点交叉融合,并需要以多门课程作为学习基础,如课程中的有限元设计方法,其课程基础便是建立在高等数学、结构力学、弹性力学和计算机等学科基础之上;可靠性设计方法则是建立在概率数学、力学等学科基础之上。目前按照传统的模式开展教学,主要存在以下四个问题:

1) 教学内容多、信息量杂不利于有限课时内提高教学质量

由于《现代机械设计理论与方法》存在大量的前置学科,既包含设计创新技法、有限元理论、优化理论、可靠性理论等传统设计理论,又有智能制造、大数据信息化等新时代科技前沿内容,教学知识点经常出现跨学科现象,信息量非常大。而学生来源于不同的本科院校,学生对本课程需要的前置课程的了解也存在相当大的差异。那么在完成本课程时需要先对相应的前置课程进行讲解,目前《现代机械设计理论与方法》仅 32 课时,与教学内容相比,学时数非常少,课堂教学目标实现困难。传统教学实施过程中往往会加快教学速度,甚至于省略部分章节,使得教学效果较差,教学质量难以提高。

2) 传统课堂培养模式不利于培养研究生科研创新能力

目前,《现代机械设计理论与方法》课程的培养模式仍采用以教师灌输式讲授为主的培养模式,力求在短时间内将大量知识一股脑填入学生脑海中,粗暴的教学方式让学生难以产生学习兴趣。单一而枯燥的培养模式也严重磨损了学生主观学习的积极性,造成学生科研文化氛围不够浓烈,对自己的学习目标不甚明确,学习心理较为浮躁等负面现象,与研究生的培养目的相违背,不利于研究生自主探索研究、思考解决问题等科研创新能力的提高。

3) 传统依靠课本教学不利于研究生掌握最新科技成果

《现代机械设计理论与方法》传统教学内容主要采用课本教学,存在课本知识点陈旧,没有紧跟相关学科的最新发展前沿,特别是针对《现代机械设计理论与方法》的最新科技前沿、最新科研成果部分讲解太少,使研究生通过课堂学习无法把握现代机械设计方面的最新进展情况。

4) 传统课堂教学不利于体现研究生实践教学内容

《现代机械设计理论与方法》是一门应用性较强的课程,传统课堂教学与本科生课堂教学方式一样,偏重于理论教学,几乎不涉及实践性、应用型的教学内容,使研究生感到与本科生课程教学一样,失去实践学习的注意力与学习动力,不利于学生动手实践能力的培养。

3. 《现代机械设计理论与方法》课程 PBL 培养模式构建

目前《现代机械设计理论与方法》传统教学方法难以解决前置知识量大、知识更新慢以及实践教学不足等问题,难以将学生的学习动机、学习兴趣以及学习目标有效结合。PBL 作为一种区别于传统教育模式的新型的培养模式,能有效解决这些问题。通过对工程问题的情景设置,能够让学生在相对真实的环境之中通过自己的努力找出问题,并对问题的解决提出相应的方式方法[5]。因此,在构建 PBL 培养模式时,需要以学生自行发展为切入点,教师主要起过程引导和推进的作用。具体的研究生课程 PBL 培养模式构建可分为以下几个方面:PBL 教学输入、PBL 实践过程、PBL 输出结果与效果评价。

构建《现代机械设计理论与方法》PBL 课程培养模式首先需要对以下三个方面进行思考:一是《现代机械设计理论与方法》教学问题的情景设置和教学输入;二是模式实施的主体——学生,在实践过程的表现与引导;三则是模式的组织者——老师,对输出结果进行监督与评价。问题的情境设置对于整个教学活动来说十分的重要,它是课程进行的基础。对问题情境的设置和考虑,要首先把握《现代机械设计理论与方法》课程知识之间的联系,要尽可能地使问题情景贴合实际情况,让研究生在真实的、有效的情境之下完成知识向技能的转变,提高思考和处理问题的能力。如可以把有限元理论和现代优化设计理论进行结合教学,既能切合教学大纲要求的教学目标,又能学科交叉,并应用于具体的工程实践项目。研究生是《现代机械设计理论与方法》PBL 培养模式实施的对象和基本组成单元,所以在对学生进行探讨时,就要考虑到现阶段学生对高等数学、概率论、弹性力学、优化数学、可靠性理论等知识的掌握和应用水平,以此来对问题情境设置的难易度进行调整。此外,还需要对研究生自身的研究方向和兴趣进行考虑,以此来创造出适合学生发展特点的实践情景。在 PBL 培养模式之中,教师的身份更为复杂化、

综合化，首先教师是课程组织者的身份，就要考虑课程如何设置以及时间的安排等；再者，教师是一个促进者的身份，要推动学生围绕《现代机械设计理论与方法》课程内容开展学习问题的讨论和引导学生思考；最后，教师是一个评价者的身份，要对学生进行问题讨论后形成的成果进行评价。具体的《现代机械设计理论与方法》课程 PBL 培养模式细分成如图 1 所示。

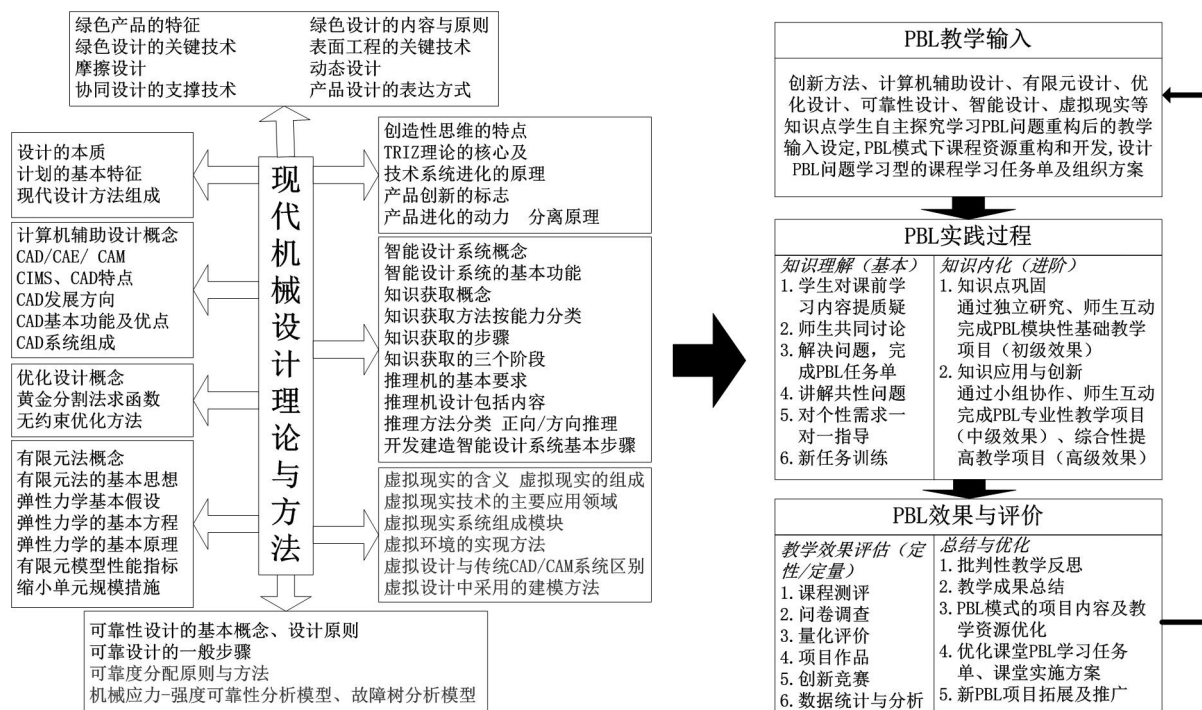


Figure 1. Content construction of PBL teaching mode of Theory and Method of Modern Mechanical Design

图 1. 《现代机械设计理论与方法》课程 PBL 培养模式内容构建

在 PBL 教学输入阶段，针对问题情境制定详细的 PBL 方案与计划。PBL 培养模式必须建立在《现代机械设计理论与方法》课程教学目标之上，在原有教学基础上根据课程进行的任务和学生各自存在的特点进行 PBL 教学活动的扩展。教学输入上以周期短、见效快的小项目为主，逐渐向综合性项目过渡，依据教学内容中创新方法、计算机辅助设计、有限元设计、优化设计、可靠性设计、智能设计、虚拟现实等知识点进行 PBL 问题重构后的教学输入设定，设计 PBL 问题学习型的课程学习任务单及组织方案。在 PBL 培养模式之中，由传统教学中的听，转换落实到新型培养模式中的主导学习进展。教师在实施教学的内容输入阶段，要先对学生进行 PBL 培养模式进行普及和讲解，让学生对 PBL 有一个较为客观地理解，这也能使得教学活动更顺利地进行。此外，教师本身也要进行一定的改变，不要再以知识量的多少来对学生进行考量，而以能否发现存在的问题和能否对问题进行思考后给出解决的方法的能力进行考量，把处于这种模式之下的学习的方式方法教授给学生，让学生养成多角度、多方位、多途径的学习和思考方式。

在 PBL 实践过程阶段，结合《现代机械设计理论与方法》的教学实际，先由教师对《现代机械设计理论与方法》各个较为突出的点进行概括性的讲解，然后根据 PBL 工程问题进行实践探索，让学生先对课程产生初步的了解，有一定的概念，摸查学生在本课程方面的知识储量，以便于后期设置情景难易程度的调节。然后结合课程实际情况和输入问题，并对学生进行分组。分组讨论后，分别产生自己的观点，将结果汇总，并进行汇报。知识理解部分属于基本目标，是课程完成基本教学任务需达成的目标。这一

目标实现的基础是要对学习自主学习中无法解决的问题进行讨论和讲解, 学生进行充分质疑, 教师进行释疑, 既要重点问题进行探讨, 又要对共性问题进行讲解, 针对某些学生的个性问题也要进行兼顾。由于 PBL 学习的直接效果是相对延长的课堂学习时间, 所以教师应该根据 PBL 课堂教学任务, 进行进阶目标的教学实现。在进阶目标的初、中、高三个层次的进阶目标效果上整合 PBL 模块性教学项目、专业性教学项目和综合性提高教学项目。模块化教学项目属于课本知识点的巩固和整合, 教师创建于微视频中相类似的场景对学生的探究性自学效果进行测试和巩固。专业性和综合性教学项目则是综合知识点的应用的不同层次, 专业性教学项目重在个人的完成度, 而综合性教学任务重在强调团队小组的完成度。另外, 学生主导的学习过程注定不是一帆风顺的, 过程之中会产生极多的失败和挫折, 学生会感到十分的失落, 对自己失去信心, 甚至于抄袭的念头。这需要教师对学生进行全方位、客观的引导, 让学生不要将目光着眼于最终分数, 要将自己立足于获取知识的过程中。除此以外, 将学生分成小组式的交流分享学习, 旨在提高学生的团队合作能力。

《现代机械设计理论与方法》课程的主要对象是研一学生, 虽然具有一定的自主学习和探究解决问题的能力, 但由于在过去长时间传统培养模式的教育下, 思维较为固化, 缺乏主动学习的动力和欲望。这时, 教师就要在课程进行中起到关键作用, 教师要指导学生促进他们观念上的转变, 指导他们学会自主获取所需知识。在具体指导过程之中, 教师不应该仅仅只是为学生提供他们所需的知识, 更多的是要授人以渔, 要指导他们不停留在课本知识中的条条框框, 而是在实践中去多方位、多角度考虑问题。但是, 要注意的是, 教师在指导过程中, 尽量不要使自己或者书本中既定的思维来对学生的判断产生干扰, 要给予学生一个较为自由、没有束缚的空间进行问题的思考和解决。

最后, 在结果输出与评价阶段, 研究生在进行问题学习型教学结束后, PBL 培养输出结果需要以试卷、PPT、报告、视频、调查问卷等形式呈现, 在成果的展示过程之中, 会产生众多类型的问题。教师一方面要照顾到学生进行 PBL 模式学习的热情, 另一方面还要做好相应的组织协调工作, 以此来减少问题的产生。教师就要对 PBL 进行的整个过程建立一个完善的反馈评价机制, 才能及时地对学生的问题进行反馈答复和下次任务时的改进, 以此减少时间和资源上的浪费。教师通过考试测评、调查问卷、数据采集、分析统计等手段对教学效果进行定量或定性的评价, 在对研究生课程 PBL 培养质量进行评价时, 要明确评价的内容、组成以及权重, 评价时要把握目标性、公平性和可行性原则, 作为校方的常规工作, 从学期初的课程开始就要相应展开, 要求评价时既要能顺利执行、易于操作, 又要具备科学性; 既可对 PBL 培养的输出结果进行判定的同时, 又能指导后续工程实践的优化, 减少不必要的浪费。教师可以根据评估结果, 对 PBL 模式教学下的优缺点进行审视, 保留好的地方, 改进差的地方, 重新整理教学知识点的顺序安排, 优化 PBL 教学任务单, 并对教学资源进行优化整合, 对微视频、PPT 等教学资源进行优化, 为后续的教学提供支撑。具体的评价维度可以从以下三个方面展开:

1) 学生自评。学生自评就是学生自己对自己在学习中产生的成果的满意程度, 这有助于学生完成对自己工作成果的认知, 让学生意识到自己存在的缺陷和不足, 使学生在之后的学习过程中方向更明确, 效果更显著。同时, 这也是学生表现出自己在 PBL 学习模式中感受的契机。

2) 同学互评。同学互评就是让其他学生对这个学生的学习过程和所做成果进行一个客观公正的评判, 这有助于促进学生团队合作能力的发展。也使得学生能从其他人身上发现自身存在的问题, 便于学生自省和自我完善。

3) 教师评价。教师评价就是教师对学生个人在整个 PBL 教学活动的过程中的表现和学生最后形成的成果进行比较全面和详实客观的评判。教师的评价应当对学生表现出来的探索知识的积极性产生正向的反馈, 促进学生更深层次的学习。

4. 基于 PBL 的《现代机械设计理论与方法》课堂实例分析

本文以现代实际理论与方法中与力学相关“绿色制造方法”PBL 课堂为例进行分析,设置的 PBL 教学具体模式如图 2 所示。

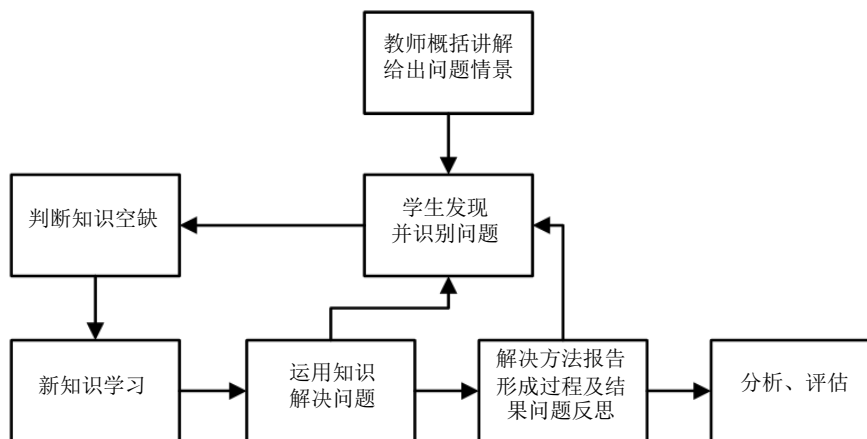


Figure 2. PBL Teaching mode flowchart of Theory and Method of Modern Mechanical Design

图 2. 《现代机械设计理论与方法》PBL 课堂培养模式流程图

在设计《现代机械设计理论与方法》教学目标时,主要是从三个层次入手:首先是知识目标,熟练掌握绿色制造的基本方法和特点等知识,同时能够灵活应用知识处理各种实际问题;其次是能力目标,着重培养学生发现、分析和解决问题的实践能力,帮助学生形成合作探究与自主学习的基础能力,提高学生表达水平;再次是情感目标,即进一步激发学生对于现代设计理论与方法的学习兴趣,从而使学生在学习过程中可以体会到趣味性,形成学习自信。

在 PBL 教学输入阶段,由任课教师对课程进行概括性的讲解,让学生对所学的知识产生一个整体性的印象,并抛出模拟真实的问题情景。以“绿色制造设计”为例,请一名同学解决在生产过程中怎样才能设计机械装置将各个环节产生的肥料循环利用,既考虑可靠性设计又考虑优化设计,引导学生打造一个闭环的机械制造系统,也是一种低熵的生产制造模式,从设计、制造、使用一直到产品报废回收整个寿命周期对环境的影响最小,资源效率最高。让学生想办法在产品整个生命周期内,以系统集成的观点考虑产品环境属性,并考虑产品的基本属性,利用优化设计、可靠性设计方法与理论使产品在满足环境目标要求的同时,保证产品应有的基本性能、使用寿命、质量等,达到学生理解学习绿色制造的方法。绿色制造问题的提出能够帮助学生灵活使用原有知识解决,而部分却不能。学生在重构知识的过程中,如果发现无法用自己现有知识解决的问题,便会发现自身知识的不足,从而产生学习动力。

在 PBL 实践阶段,将学生进行分组,开展问题讨论和分析,让学生以小组为单位在情境之中寻找并发现出本小组将进行讨论和解决的问题。各个讨论小组分别列出了问题处理过程中所涉及的基础理论知识,包括机械原理与机械设计、机械制造方法、材料力学、结构力学、理论力学、金属加工工艺等。教师带领学生从绿色制造层面进行分析,并通过数据工具挖掘理论依据,解释具体问题。在讨论过程中可以发现,协商能够自主推理绿色制造过全程,但无法灵活使用知识解释具体加工方法的现象。让学生对问题进一步地分析,明确在寻找解决问题的过程中,自己已经掌握的知识和还未掌握的知识。对还未掌握的知识进行自我学习和丰富。

在效果分析与评价阶段。让各小组选出代表分别展示自己设计的绿色制造系统,通过文字图表、讲

解的方法展示成果,并系统讲解其对于问题的探究结果。该阶段中,各个小组总结知识点 PBL 建构、所选择的解决方法。这种活动展开的方法不但有效加深了学生对于问题的理解,同时还能科学评价学生对于相关知识的掌握水平以及小组合作探究能力。学生在进行这一系列的过程后,对绿色制造的理解很好地达到了课程要求。并且对教师来说,教学进度的控制更为容易。在教学质量 and 教学效率上有了了一定的提升。由于 PBL 培养模式采用以小组为单位,共同获取知识,取得研究成果,这一形式就决定了课程地评价方式不能够单纯地采用传统教学的评价方式。鉴于 PBL 培养模式的重点在于学生在寻找解决问题过程之中完成的知识像技能的转化和理论和实践的相结合,所以最后的评价方法不能只是以最后卷面分数为依据,更应该注重的是在整个教学活动之中的整体成绩评定,最终形成了以学生自我评价、同学互相评价、教师全面评价三个角度为核心的质量评价方法。最后将解决问题的方法形成相应的报告,由老师、同学和自己进行评价。与此同时老师和同学一起再次对本小组的结果进行反思,再次从结果之中寻找问题,应用于后续 PBL 教学项目的输入改进。

5. 总结与展望

《现代机械设计理论与方法》等交通机械类理论课程具有内容深厚、知识面广、知识更新换代快等特点。本文立足于一线实施 PBL 教学工作的教师角度,对现阶段《现代机械设计理论与方法》等学科交叉型研究生课程教学中存在的问题,以及基于这些问题在课程中实施 PBL 教学方法的具体的教学策略进行了探讨,构建出包含 PBL 输入内容、PBL 实践过程、PBL 输出结果及培养评价的交通机械类研究生课程 PBL 培养模式,总结出了以学生自评、同学互评、教师评价三个评价维度为核心的《现代机械设计理论与方法》的 PBL 教学培养和评价模式。对实施新课程改革,改变原有培养模式,促进 PBL 培养模式与我国教学课程有机结合有一定的参考价值。亦期望通过此文,可以提高交通机械类研究生的课程教学效率和质量。

基金项目

重庆市研究生教育教学改革研究项目“智能制造背景下的交通特色机械类专硕产学研联合创新培养模式研究”(yjg183085、yjg183088)。

参考文献

- [1] 刘延东. 刘延东副总理在国务院学位委员会第三十二次会议上的讲话[J]. 学位与研究生教育, 2016(3): 1-6.
- [2] 乔兵, 王志瑾. 基于问题的学习与工科大学生工程创新能力培养[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2012, 14(2): 88-93.
- [3] 澎湃. 工程教育学习成果的评价与国际比较-对 AHELO 工程学测评的教育评价学考察[J]. 高等工程教育研究, 2016(5): 33-38.
- [4] Rachel, S.S. and Tony, H. (2009) Learning to Teach with Problem-Based Learning. *Active Learning in Higher Education*, **10**, 138-153. <https://doi.org/10.1177/1469787409104787>
- [5] 徐向阳, 曹源文, 陈仁祥. 高校工程实践 PBL 教育质量模糊综合评价模式的探索与实践[J]. 教育进展, 2017, 7(4): 162-167.