

机械设计课程设计教学组织与实施中的几点思考

王 华, 吴立辉, 董婉娇

上海应用技术大学智能技术学部机械工程学院, 上海

收稿日期: 2024年10月9日; 录用日期: 2024年11月17日; 发布日期: 2024年11月27日

摘要

机械设计课程设计的教学组织与实施是上好设计类课程的顶层指导和重要保证。针对目前大学生的实际情况,结合学校专业培养目标和培养计划的要求,从机械设计课程设计的知识体系、课程思政建设、教学质量和服务团队等几方面进行了相应的思考。

关键词

机械设计课程设计, 教学组织, 课程思政, 教学团队, 知识体系

Several Thoughts on the Organization and Implementation of Mechanical Design Course

Hua Wang, Lihui Wu, Wanjiao Dong

School of Mechanical Engineering, Faculty of Intelligence Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai

Received: Oct. 9th, 2024; accepted: Nov. 17th, 2024; published: Nov. 27th, 2024

Abstract

The teaching organization and implementation of mechanical design course design are the top-level guidance and important guarantees for delivering excellent design courses. Based on the current situation of college students and the requirements of the school's professional training objectives and plans, several thoughts are proposed, such as the knowledge system of mechanical design course design, ideological and political construction of the course, teaching quality, and teaching team.

文章引用: 王华, 吴立辉, 董婉娇. 机械设计课程设计教学组织与实施中的几点思考[J]. 创新教育研究, 2024, 12(11): 427-434. DOI: 10.12677/ces.2024.1211819

Keywords

Course Design in Mechanical Design, Teaching Organization, Course Ideology and Politics, Teaching Team, Knowledge System

Copyright © 2024 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

制造业是人民生活的重要保障，是国民经济的重要支柱和建设中国式现代化的重要支撑，也是实现绿色低碳发展的重要领域。机械制造科学是社会创造产品和物质活动的基础，也在服务于社会和科学发展不断变革与发展。当今制造业的飞速发展与机械制造学科课堂教学之间的适配度偏低造成了大学生课堂学习效率、课程设计的过程质量和课程设计报告质量的整体水平偏低。对制造业实际情况和发展趋势的认识和了解不足是造成大学生在校学习质量、学习成果整体水平偏低的原因之一。

根据实际教学需要，我校《机械设计课程设计》的教学组织与实施围绕高端“应用型”人才的培养目标，从机械设计的顶层系统设计出发，在课堂讲授、课程思政、教学质量和教学团队几方面开展了教学改革与实践工作，聚焦培养学生解决复杂工程问题的能力，取得了一定的成果。本文主要阐述我校机械设计课程设计教学组织与实施中的几点思考。

2. 教学现状

当前国内多数高校仍然采用“二级减速器设计”作为机械设计课程设计的题目，学生在课程设计中将按照指定任务进行设计，从而培养他们的创新思维和实践能力[1]-[3]。绝大多数学生，甚至其他专业的很多老师，认为机械设计课程设计的题目太老、没意思——这么多年了，还是设计减速器。现在市面上成熟的减速器数不胜数，在课堂上进行的减速器设计和计算过程都是“重复再重复”的老套路，学生花功夫学、老师花功夫教还有意义吗？如果教师只是采用传统的课堂教学方法来布置设计任务和评分，学生学到的只是不变的知识点、不变的计算公式和套路，确实没有多大的意义。

如果能将设计任务中二级减速器的几何外形尺寸设计、载荷传递的校核等，拓展到高速重载、低噪声、长寿命要求的船舶变速箱、风力发电机的变速箱、航空发动机的减速器；同时将教材上的减速器拓展到典型变速器的制造及其在产业链中的地位、突出减速器设计的重要性，让学生理解减速器的重要作用、独立掌握二级减速器的设计方法，意义会大一些。更进一步，从高端减速器设计制造过程的多目标优化指标要求(除了传递扭矩以外，还要注意啮合平稳性、传动平顺性、低振动低噪声等)中凝练出减速器设计过程中的关键特性、核心算法、标准流程，以及减速器故障诊断流程和方法等让学生掌握知识应用的“举一反三”，意义又会大一些。更重要的是，能否引导学生从课堂教学中不变的减速器设计中挖掘出更新的知识，甚至颠覆性的理论和方法(例如外太空、火星环境下减速器设计、制造与装配等)，是我们高等教育孜孜以求的产出。

在纷繁变化的时代中，一定会有一些不变的东西，大学的教育绝不是单纯追求“有意思”、“吸引眼球”，科技创新也不是“突发奇想，一夜暴富”[4]。面对智能化的新时代、面对当今风云变幻的世界，将最新的科技、产品、技术分享给学生的目的是引导学生准确掌握课本知识，在表面“静态”的知识点中发现可能发生的变化、在多变的世界里寻找不变的规律，从而为学生在将来解决没有见过的新问题打

下基础、培养思考问题和解决问题的方法。

3. 知识体系

在进行机械设计课程设计时，学生经常会“忘记”、“不知道”已经在《材料力学》《工程制图》《机械原理》《机械设计》和《互换性与技术测量》等课程中已经学过的、考过的知识、技能和方法。针对这一实际情况，从《机械设计课程设计》的顶层设计出发，以当前燃油汽车为对象将上述多门课程的主要内容串联成为一个有机的整体，梳理课程设计过程中需要用到的《材料力学》《工程制图》《机械原理》《机械设计》和《互换性与技术测量》等课程的知识点之间的逻辑关系，构建相应的知识图谱，帮助学生将书本上的知识内化为自己的知识，为应用知识完成后面的设计任务储备知识。

对于《机械原理》的内容和知识点：四冲程发动机经典的奥托循环(吸气、压缩、做功、排气)采用的是曲柄滑块机构；发动机的配气机构是凸轮机构；发动机主轴和配气机构、起动机/发电机通过正时皮带/正时链条实现同步传动。起动机和飞轮的啮合、汽车变速器和差速器的传动对应齿轮系及其设计。燃油汽车的整车设计、发动机设计、传动系统设计等完全涵盖了《机械设计》的全部内容和知识点，如机械零件的标准化、金属材料选材的基本准则、机械零件的强度设计、带传动和链传动、齿轮传动和蜗杆传动、滚动轴承和轴的设计，以及螺纹连接与轴毂连接等。F1 赛车则是集成了各种最新技术的综合体，包括新材料、新结构/新机构、空气动力学和最新的发动机技术等。“F1 赛车的变速箱是如何设计的？”这个问题已经能引起很多学生学习和探究的兴趣。

《互换性与技术测量》重点从尺寸、公差、成本、效率的角度进行课程内容和知识点的梳理。让学生理解尺寸公差将产品从物理世界映射到数字世界(数字模型、计算机模型)数字工具，数字世界(数字模型、计算机模型)的虚拟产品，其本身附带的尺寸、公差等数字信息是实际零件、部件和产品的关键信息。而完成这一映射的过程，则需要对现有机械原理、机械设计和制造工艺方法等有深入的理解和掌握。通过了《工程制图》的考试，并不意味着具备了工程制图的能力。《工程制图》是学会在平面上正确地表达三维几何体，如何在正确的位置、采用正确的方式表达尺寸、公差，绘图的过程需要一段较长时间的实践练习与操作才能逐步掌握。而在这一段较长的时间内将《工程制图》与《互换性与技术测量》课程知识点应用到减速器设计中本身就具有一定的难度和挑战性，这需要在课程设计开始时就告知学生。只有通过不断的练习、思考和实践，在“做中学”、加深理解才能比较正确地在设计图纸上标注尺寸、基准、公差和技术要求等内容。

在授课过程中，改变传统授课时教师口头讲述大堆枯燥乏味的专业知识的模式，采用“深度引导”的教学方法，教师提出问题，让学生主动思考，自己寻找答案。配之以课堂讨论，加深对基本理论、基本知识、基本方法的掌握，培养机械零件外形设计、尺寸设计和强度校核计算等动手能力。

4. 课程思政

大学生的学习时间、学习能力、知识吸收能力的总量是一定的，学生的学习能力和领悟力也不相同。在大学阶段的学习过程中，如何分配时间、精力，达到毕业要求、拿到毕业证书？针对课程内容、知识点、能力培养的目标要求，让学生能够从自身的思想意识上明白“为谁学”“为什么学”是课程思政的一个重要任务。不同高校都有其自身的特点和定位，尽管不同专业内部课程的划分不同，课程思政建设的方式方法也不相同，但最终目的都是培养合格的社会主义建设者和接班人、让全体学生受益。思想意识统一了、想明白了，才会在学习的过程中、解决问题的实践中付诸行动、努力学习和克服困难。

“地瘦栽松柏，家贫子读书”。现在我们国家发展了、生活水平提高了，但是学生的努力程度，与过去学生的努力程度有较大的差距。条件好了，学习努力程度却不如从前了，这是一个较为普遍的现象。

同时，学生的心理承受能力、思考问题的方式方法发生了很大的变化。新形势下，如何让学生发奋攻读、努力学习？需要我们适应新形势、面对新发展的需求，认真研究教育理论、思考教学方法[5] [6]。

建构主义认为，世界是客观存在的，但是对于世界的理解和赋予的意义都是每个人自己决定的[7]。大学生在四年的本科学习过程中，最主要的活动是上课。课堂上学到的知识，是学生建构自己的知识体系的主要的、重要的输入。现在“互联网”时代的大背景下，课堂上学到的知识，是否还是主要的、重要的输入？每个学生的情况都不一样。本科学生缺乏判断力，在如何选择和判断信息和知识的正确性上容易走偏。

在开展教学工作、建设课程思政等过程中，德智体美劳，五育并举，德育为先。课程思政是指引导学生找到正确方向的航标灯，需要做好国家、学校、学院、专业、学生各个层面的过渡和衔接，然后系统性地融入课程思政元素，将国家层面的精神传递到学生个体。地方性院校的就业压力、学生的抗压能力等有其自身的特点，课程教学团队的教师不单纯依靠学生自发的思想让学生努力学习，而是有针对性地把解决思想问题和实际问题结合起来，加强思想政治教育，不断提高学生为建设“制造强国”而学的自觉性来努力学习、建立良好的学风、班风和校风。

5. 教学质量

以培养合格学生为底线、培养高质量学生为目标，严格依据教学大纲开展教学工作。根据课程教学的需要、从学生实际的情况出发，教学团队共同制定了“面向全体抓教学，产出导向建能力”的指导思想，主要从以下三方面落实。

5.1. 紧抓“应用技术”

在新工科教育背景下，我校作为地方应用型本科高校，坚持“应用导向、技术创新”的特色定位，努力打造应用创新型人才培养新高地，培养应用创新型人才。本科教学既要为国家和社会输送合格的应用型人才，又要为高校输送合格的研究生新生，双重任务，重在质量。

应用型高校培养目标和毕业要求重点在培养学生动手能力、解决问题的能力。教学中牢牢抓住课程教学的基础知识和基本技能，帮助学生不断学习和思考，架构面向复杂高端产品智能制造的知识结构和体系、形成应用所学知识解决复杂工程问题的能力。

《机械设计课程设计》以“应用技术”为抓手，重点培养学生工程实践能力和创新能力。在教学过程中对教学团队提出要求：既面向全体，又培养优秀学生，保证设计质量、掌握基础知识，好中差全面抓。同时，抓立志教育，因材施教，分类指导，调动学生的学习积极性。不因高考的失利而气馁，在自己的专业领域学好本领、做出成绩，引导有意向的学生继续研究生阶段学业、继续深造。

5.2. 保证教学质量

第一，持续提升教师在机械设计方面的素养和能力。要让学生喜欢机械工程的理论、方法和设计，顺利完成机械设计课程设计的课程学习和设计任务，首先要让学生觉得老师自己喜欢机械工程。教师精通机械原理、擅长机械设计，然后让学生觉得机械原理不难、机械设计并不复杂、机械专业并不枯燥，它是创造世界、改造世界的工具。针对部分教师不熟悉汽车构造和制造工艺、前沿制造工艺方法的情况，教学团队共同交流、共同备课，梳理相关背景知识和素材，整理出课堂教学的基础核心讲义。

第二，课程思政元素“精益求精”。将课程思政元素落实到课堂教学与实践当中，需要不断打磨、坚持和持续改进。机械设计，对于一个完整的部件(减速机)来说，要求是全方位的。行百里者半九十，细节决定成败。新时代、智能制造条件下的减速器设计与制造需要的是综合思考能力，这是机械工程学科自身的特点。几乎没有学生能够在课程设计阶段就很全面熟练地掌握减速器的材料选取、制造工艺流程制

定、公差设计与分配等多学科知识。减速器设计任务还是那个任务，外形还是那个减速器，但是，其内涵早已发生了变化。设计对象的更换、升级换代固然重要，但是，“精益求精”地理解和综合应用多学科知识是培养高端应用型人才的根本之一。

第三，严格控制答辩环节的及格标准。注重学生在课程设计整个过程中的实际表现和能力评估。答辩环节能够很大程度上反映学生对课程设计的时间和精力的投入、相关知识掌握和应用的能力。机械设计课程设计通常被安排在一个学期的后半段，其间会有一些其他课程的考试。学生往往以考试为由，作为课程设计报告质量不高的理由和借口。这些是在毕业设计的阶段依然会遇到的“老大难”问题。因此，严格控制及格标准，施行答辩环节一票否决制，即发现学生有抄袭剽窃等行为直接判定为不及格。另外在课程设计阶段就强调学校的学习纪律，规范学生的学习行为，避免和减少类似问题在毕业设计阶段发生的概率、降低类似问题对学生毕设论文质量的影响。

5.3. 教学方法改革

教学方法上注重改革创新，既注意自然科学的教育，也注意人文科学、思政内容的教育，教学团队主要注意了教学过程中“教师角色”的转换问题。《机械设计课程设计》非常重要，但是在机械设计课程设计课的教学过程中“讲课”并不重要，是“以学为主”，教师扮演“学伴”的角色。

“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”。机械设计是根据产品的功能要求，对产品的工作原理、结构、运动方式等进行构思、分析和计算，将其转化为具体的、可制造的工程图纸的过程。在规定的时间内，亲手设计出一个完整的产品部件是一件很有趣的事情，因为它能给我们带来“创造世界”的成就感。教师在教学过程中一个重要的目标就是让学生体会到“创造世界”的劳动付出和劳动付出后收获的成就感。在《机械设计课程设计》教学过程中，教师扮演一个比学生水平略高的学习者，与学生共同学习、一起应用多学科知识解决布置的设计题目、设计任务。从学生角度看问题、陪伴学生解决一个一个的问题、完成一个一个的小任务和走过一个一个的设计阶段。最终，创造一个属于学生自己的产品。

教师在《机械设计课程设计》授课前需要整理和挑选往届毕设过程中的典型的涉及减速器设计的内容和问题，在课堂上进行有针对性地讲解。教师携带《机械设计手册》到课堂的同时，让学生带好《材料力学》《工程制图》《机械原理》《机械设计》和《互换性与技术测量》的教材，在课堂上勤翻书、勤动手，培养学生查阅、参考和综合运用机械设计标准、规范、手册、图册，以及教材进行设计的能力和习惯。

教师在教学过程中需要及时掌握学生在机械设计课程设计不同阶段的知识、能力等各方面的进展情况。学情画像是依据学习产出的指标模型对学生学习情况的“数字刻画”，主要包括学科知识、认知能力、掌握能力、技能操作、进阶能力和专注状态等方面的特征描述。学生在进行机械设计课程设计的过程中会产生多维度的行为数据，通过收集学习过程中的这些行为数据，授课教师构建学生的学情画像。采用面向产出的理念，重点关注学生的技能学习、掌握程度、提高速度等方面的数据，构建每个学员的“学情画像”。基于学生在机械设计课程设计不同阶段的学情画像，对学生机械设计整体理论方法、知识掌握和综合应用能力的情况分析，精准评价学生在机械设计过程中的个性特征、学习特征和能力产出等，从而为后续持续改进教学组织和方法提供参考和数据支撑。

6. 教学团队

6.1. 直面教师差异

提高教学质量的出路在于提高课堂教学效率。教师深入钻研教材、认真研究学生、精心设计教法是提高课堂教学效率的有效途径和方法。作为一名合格的教师，过去要有一桶水，而现在要有一潭水。

机械设计课程设计中用到的概念、理论、方法相对抽象，单纯讲解枯燥乏味、学生应用起来正确性低(很多时候不是方法本身错误，而是选错了方法)。主要原因包括：(1) 在校大学生对于机械制造的全生命周期过程不了解；(2) 对具体机械制造工艺不了解；(3) 学生尚未构建自身的“机械设计”理论知识体系架构。没有理论知识体系的支撑，则很难正确地解决机械设计的相关问题。

地方应用型高校，课程组老师科研经历和科研项目相对较少，部分老师无法结合自身科研项目、科研经历对课程中的相关知识点进行特色讲解和展开，很难引起学生的共情。针对这个问题，教学团队抓团结、出智慧，教学方法上注重“老带新、传帮带”，老中青三结合、取长补短、群策群力，使课程教学团队的整体教学水平处于相对稳定的状态。教学内容上注重“与时俱进、开拓创新”、不断打磨课程设计用的知识点和计算方法，建立课堂教学内容的知识点链、知识图谱，理清重点知识点的内部逻辑关系、衔接与过渡的界面。科研项目较多、科研经验丰富的教师将最新的科研成果转化为课堂教学内容，利用学院的教研活动与教学团队交流，并定期召开课程教学团队会议和不定期的交流，加强交流和宣传推广。

6.2. 抓好课堂教学

“备好课”是“教好课”的前提。课备得好不好，关系到课堂教学质量的高低。教学团队定期交流，把写得好的教案作为范例进行推广，作为教学团队备课时的参考。同时，重视发挥集体备课整体导向、发挥个人备课的主动性、积极性、专业性(结合不同教师自身的专业背景、充分发挥专业背景优势)，正确处理个人钻研与集体备课的关系，以集体备课为基础、个人钻研为主。

在教学团队交流讨论之后，结合实际教学反馈，提出标准、上好每一节课，具体的标准包括：(1) 教学目的明确；(2) 教材挖掘深透；(3) 教学方法恰当；(4) 课堂设计严谨；(5) 教学效果显著。要求课堂教学要有针对性(从学生的知识水平和接受能力的实际出发)、启发性(让学生思想活跃起来、充分调动学习的积极性)、科学性(尊重教学规律、合理安排时间、手脑并用)。

面向全体学生，对学生严格要求，端正学风、学好每一节课，全面提高教学质量，把学生的思维引向积极进取的状态。在课堂教学中注重“深度引导”，不做“满堂灌”，努力提高课堂的容量和密度，缩短知识点的讲解、重点引导学生运用知识解决问题的能力、提出问题、思考问题的能力。

6.3. 面向毕业设计

通常部分学生在机械设计课程设计完成后仍然缺乏独立设计能力，具体表现为在毕业设计阶段仍旧会“忘记”、“不知道”已经在《机械设计课程设计》中学过的、用过的知识、技能和方法。针对这一突出问题，教学团队结合工程认证“产出导向”理念，以“能力产出”导向“课程教学”，回溯到机械设计课程设计的教学组织与实施、质量把控前移。针对历届学生在毕业设计过程中出现的典型问题，在《机械设计课程设计》中进行有针对性地改进，落实培养学生“运用多学科知识解决复杂工程问题的能力”。

《机械设计课程设计》课程的设计报告中的基准、尺寸、公差等数据，是学生非常容易出错的地方。学生课后反馈的意见中，80%以上的学生希望能够对尺寸标注进行指导。究其根本，主要是学生还处在大学学习阶段，对机械设计、制造的整个过程缺乏深刻的理解、实际的体验，这些空白和盲点都会在设计方案和图纸中以各种形式的错误表现出来。“治标更要治本”，在课堂指导过程中重点讲解设计图纸的基准、公差等标注是如何表达制造工艺过程、工艺规程设计、加工路径选择、制造成本、生产纲领、生产节拍等各种因素。

同时，从教师的角度出发，准备好课程设计的阶段资料，在关键时间节点，提醒学生应该完成的任务。例如，教师会采用甘特图的方式，展示整体设计任务进展的情况，让学生对标，找到差距、控制节奏。培养学生合理安排、规划自身的学习时间，平衡好课程设计与其他学习任务之间的矛盾。

6.4. AI 助教

随着现代科技的发展和进步，当前“人教人”的课堂教学模式在满足《机械设计课程设计》教学工作高效率、高质量的要求方面存在诸多挑战和困难。人工智能技术为实现“AI 助教”(AI, Artificial Intelligence)提供了算力支撑和软件基础。《机械设计课程设计》教学工作高效率、高质量地需求推动了人工智能赋能《机械设计课程设计》教学改革的研究。

“AI 助教”是指具有扮演虚拟助教辅导学生学习知识和培养设计能力的机器人。“AI 助教”可以有多种形式，可以是指利用虚拟现实技术、数字技术、虚拟人技术的三维再现人形的形式，也可以是借助社交网络工具的概念上的助教。“AI 助教”可以完成一些常规的教学任务，让真人教师有更多的精力为学生提供更多深入交流的时间，以此来增强学生个性化的学习体验、培养能力。例如，“AI 助教”可以提供给学生制造业的相关背景知识、补充基本概念、制造过程的动画仿真模拟等，建立“数字信息”与“实体制造”(包括材料内部组织变化、材料性能与产品性能等)之间的映射关系。这些能够有效地提升学生对机械设计所需知识点的理解、掌握机械设计的流程，并在机械设计课程设计的过程中进行应用。

地方应用型高校的师资较为缺乏、每位教师承担的教学工作量很大，这些都是摆在我校《机械设计课程设计》教学团队面前的一个难题。在人工智能赋能高等教育教学改革的过程中，采用“AI 助教”辅助教学是提高教学质量的重要途径之一。例如，“AI 助教”能够提供 24 小时在线答疑服务，给学生提供较大的时间自由度，并将课程设计中的易错点、技术难点录制成小视频，上传到课程网站；学生根据自身情况，选择相应的视频学习。“AI 助教”能够及时回答学生提出的问题，并将学生提问进行后台汇总和整理，及时反馈给教师，帮助教师实时掌握学生的课程设计的进度、困难和需求，便于在课堂授课时挑选重点问题集中反馈。

7. 结束语

《机械设计课程设计》的教学改革与建设需要将社会需求作为发展的一个基本参照系，根据不同的社会需求，以能力培养为核心、创新教学，重点发展自身的优勢方向。面对智能化的新时代，引导学生踏实地掌握课本知识，在表面“静态”的知识点中发现可能产生的变化，努力拓展创新，为今后解决没有见过的新问题打下基础、培养思考问题和解决问题的方法。

课程思政建设工作能有效提高教学质量，具体课程思政元素建设时需要做好国家、学校、学院、专业、学生各个层面的过渡和衔接，将国家层面的精神传递到学生个体。尽管不同专业的背景、需求和功能划分不同，课程思政建设的方式方法也不相同，但是其最终目的是培养合格的社会主义建设者和接班人、让全体学生受益。

人工智能赋能高等教育教学改革将极大地提高《机械设计课程设计》教学工作的质量和效率，促进教学模式的颠覆性创新与发展。《机械设计课程设计》教学团队除了传统意义上的教师，也可以融入人工智能技术的“AI 助教”，形成“人机共融”的机械设计课程设计教学团队、持续改进教学工作。

基金项目

上海应用技术大学课程思政示范课程群建设项目(机械设计课程群)；上海应用技术大学课程思政示范课程建设项目(互换性与技术测量)；上海应用技术大学校级课程建设项目(大飞机智能精准锤铆虚拟仿真实验)。

参考文献

- [1] 蒋亮, 郭永信, 孙雪. 地方应用型本科高校机械设计课程设计教学改革研究[J]. 科技风, 2023(36): 110-112.

- [2] 肖仕红, 黎伟, 蒋发光, 等. 工程教育专业认证理念下的机械设计课程设计改革研究[J]. 中国现代教育装备, 2023(15): 78-80+90.
- [3] 汪献伟, 桂芳, 谢飞, 等. 工程教育认证视角下的机械设计课程设计教学思考[J]. 内江科技, 2024, 45(4): 95-97.
- [4] 陈道蓄. 变与不变: 学习过程中的辩证法[J]. 计算机教育, 2023(7): 1-3.
- [5] 王庆楠, 涂继辉, 刘菲菲. 机械设计课程融入思政理念的教学实践[J]. 现代农机, 2023(4): 83-85.
- [6] 周思雨, 王春华, 何波. 航空类院校机械设计课程思政教学改革探索[J]. 中国教育技术装备, 2024(4): 57-59.
- [7] 余胜泉, 杨晓娟, 何克抗. 基于建构主义的教学设计模式[J]. 电化教育研究, 2000(12): 8-14.