

基于BOPPPS模型的教学设计研究与实践 ——以《机械设计基础》课程为例

杨江鹏^{1,2}, 魏小平^{2*}

1. 兰州城市学院培黎机械工程学院, 甘肃兰州;

2. 兰州交通大学数理学院, 甘肃兰州

DOI:10.62836/jer.v4n1.0998

摘要: 本文针对传统《机械设计基础》课程教学中存在的学生参与度低、理论与实践脱节、教学效果难以保障等问题, 引入BOPPPS有效教学模型进行教学改革与实践。文章系统阐述了BOPPPS模型核心环节的理论内涵与优势。以渐开线齿轮传动这一典型教学单元为例, 进行基于BOPPPS模型的教学设计, 并在一线教学实践中予以应用。通过对比实验、问卷调查及成绩分析等多种方式对教学效果进行评估。实践数据表明, 采用BOPPPS模型可以有效提升《机械设计基础》课程教学质量, 为工科类专业课程的教学改革提供了有价值的参考。

关键词: BOPPPS模型; 教学设计; 机械设计基础; 教学改革; 参与式学习

Research and Practice of Instructional Design Based on the BOPPPS Model——A Case Study of the Fundamentals of Mechanical Design Course

Jiangpeng Yang^{1,2}, Xiaoping Wei^{2*}

1. School of Bailie Mechanical Engineering, Lanzhou City University, Lanzhou, Gansu;

2. School of Mathematics and Physics, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, Gansu

Abstract: In response to issues such as low student engagement, the disconnection between theory and practice, and difficulties in ensuring teaching effectiveness in traditional instruction for the Fundamentals of Mechanical Design course, this paper introduces the BOPPPS effective teaching model for teaching reform and practice. The paper systematically elaborates on the theoretical connotations and advantages of the core components of the BOPPPS model. Taking the typical teaching unit of involute gear transmission as an example, a teaching design based on the BOPPPS model is developed and implemented in frontline teaching practice. The teaching effectiveness is evaluated through various methods, including comparative experiments, questionnaire surveys, and grade analysis. Practical data indicate that adopting the BOPPPS model can effectively enhance the teaching quality of the Fundamentals of Mechanical Design course, providing a valuable reference for teaching reform in engineering professional courses.

Keywords: BOPPPS model; instructional design; Fundamentals of Mechanical Design; teaching reform; participatory learning

*基金项目: 兰州交通大学“科研反哺教学优秀典型案例”项目(FB-Z202527)。

作者简介: 杨江鹏(1993-), 男, 在读博士, 助教, 研究方向为机械设计及材料辐照损伤。

通讯作者: 魏小平(1983-), 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为计算物理。

1 引言

《机械设计基础》是高等院校机械类及相关工科专业的一门核心专业基础课程[1]，它承上启下，融合了理论力学、材料力学、机械原理与机械零件等多门学科知识，旨在培养学生掌握机械设计的基本理论、方法和技能，初步具备设计机械传动装置和简单机械的能力[2]。该课程内容抽象、实践性强、综合度高，传统的教师讲、学生听的灌输式教学模式往往导致学生学习兴趣不浓、主动性差，对复杂机构的工作原理和设计要领理解肤浅，难以将理论知识应用于实际设计问题，教学效果不尽如人意[3]。

如何突破传统教学模式的桎梏，构建以学生为中心、目标为导向、互动为路径的高效课堂，成为当前《机械设计基础》课程教学改革亟待解决的关键问题[4]。BOPPPS教学模型源于加拿大教师技能培训体系，是一种强调教学目标明确和学生全程参与的有效教学设计框架[5]。该模型将课堂教学过程清晰地划分为六个阶段：导言、目标、前测、参与式学习、后测和总结[6,7]，形成了一个环环相扣、闭环反馈的教学结构。近年来，BOPPPS模型在国内外高等教育领域受到广泛关注，并在多个学科的教学改革中取得了积极成效。然而，将其系统性地应用于《机械设计基础》这类重原理、强实践的工科课程中的研究与实践尚不充分。因此，本研究旨在深入探索BOPPPS模型在《机械设计基础》课程中的具体教学设计方案，并通过教学实践验证其应用效果，以期为提升该课程的教学质量提供一条可操作的路径，并丰富工科课程教学改革的理论与实践。

2 BOPPPS模型理论框架解析

BOPPPS模型的核心在于其结构化的六个环节，每个环节都有其独特的功能与设计要点，共同构成了一个确保教学有效性的闭环系统。

2.1 导言 (B)

导言阶段旨在吸引学生注意力，激发学习兴

趣，并建立与新知识的连接。此环节并非简单告知本节课内容，而是通过设置悬念、讲述工程案例、展示与生活相关的实物或提出一个亟待解决的工程问题等方式，创设真实教学情境，让学生明确为何要学，从而自然地融入学习氛围。例如，在讲解齿轮传动前，可以先播放一段汽车变速箱换挡时齿轮运作的视频，或者展示一个因齿轮失效而导致设备停机的案例，引发学生对齿轮重要性的共鸣与思考。

2.2 目标(O)

明确、具体、可衡量的学习目标是教学活动的出发点和归宿。在BOPPPS模型中，教师需在课程开始时清晰地向学生陈述本节课的学习目标，包括知识层面、技能层面以及情感态度层面。目标陈述应使用行为动词，如“能够描述…”、“能够解释…”、“能够计算…”、“能够选用…”等，使学生清楚地知道在课程结束后他们“应该学会什么”。清晰的目标不仅指引着教师的教学设计，也为后续的后测提供了评价依据。

2.3 前测(P)

前测是诊断学生先备知识、了解其学习起点的重要手段。它并非正式的考试，而是通过提问、小测验、头脑风暴或在线投票等灵活方式，探查学生对本节课相关基础概念的掌握情况。前测的结果可以帮助教师及时调整教学节奏与深度，确保新知识的传授建立在学生已有的认知结构之上，实现精准教学。例如，在讲授齿轮啮合定律前，可以通过快速提问的方式回顾一下之前学过的运动副和机构运动确定性等概念。

2.4 参与式学习(P)

这是BOPPPS模型中最核心、最关键的环节，强调学生是学习过程的主体。教师不再是知识的单向灌输者，而是学习活动的设计者、引导者和促进者。在此阶段，教师需要设计形式多样、层层递进的互动教学活动，如案例分析、小组讨论、仿真操作、实物拆装、即时问答、角色扮演等，引导学生

主动思考、积极探索、协作解决问题。通过高强度的参与,学生能够深度加工信息,建构个人知识体系,从而实现从“听懂”到“会用”的转化。

2.5 后测(P)

后测是在参与式学习之后,用于检测学生是否达到了预设学习目标的评估环节。其形式多样,可以是随堂小测验、概念辨析题、简短的工程问题求解、一分钟报告或操作展示等。后测的目的在于及时获取教学反馈,判断教学目标的达成度,并发现学生仍然存在的困惑与误区,以便在总结阶段进行有针对性的强化与补救。

2.6 总结(S)

总结阶段是对本节课核心内容的提炼、升华与拓展。教师引导学生回顾并梳理本节课的知识要点、技能方法以及蕴含的工程思想,将零散的知识点系统化。同时,教师应对后测中暴露的共性问题进行集中讲解,并布置课后作业、预告下节课内容或提出更深层次的思考题,帮助学生巩固所学,并建立知识间的联系,为后续学习做好铺垫。

3 基于BOPPPS模型的《机械设计基础》教学设计案例

本节以《机械设计基础》课程中渐开线齿轮传动这一重要章节为例,详细阐述基于BOPPPS模型的教学设计。该部分内容理论性强,涉及渐开线形成、性质、啮合原理等诸多抽象概念,是教学中的难点。

3.1 导言设计

教师首先播放一段高速摄影机拍摄的精密钟表内部齿轮平稳运转的视频,并同时展示一个因齿轮齿形误差导致传动不平稳、产生剧烈噪音和振动的工程失败案例视频。通过强烈的视觉与听觉对比,教师提出问题:“为什么钟表齿轮能够如此安静平稳地传递运动,而另一个齿轮却表现糟糕?理想的齿轮齿廓应该满足哪些基本条件?”由此引出“渐开线齿形”这一主题,激发学生的探究欲望,并使

其认识到本讲内容在保证机械传动性能中的决定性作用。

3.2 目标陈述

在引发兴趣后,教师清晰地向学生展示本讲的学习目标。包括:知识目标(能够准确叙述渐开线的形成过程及其五大几何性质(如啮合线为直线、传动比恒定等)、能力目标(能够基于渐开线性质,解释其作为齿轮齿廓的优越性;能够运用渐开线方程进行基本几何计算)、情感态度目标(体会渐开线齿轮设计中蕴含的数学美与工程智慧,培养严谨的科学态度)。

3.3 前测实施

教师利用在线教学平台(如雨课堂、学习通)发布3道前测题。1.什么是共轭齿廓?对齿轮传动有何意义?2.回忆一下,圆的渐开线在几何上是如何定义的?3.两齿轮作定传动比传动的条件是什么?要求学生在1分钟内完成提交。系统即时统计结果显示,大部分学生对共轭齿廓概念模糊,对渐开线定义有印象但不精确,对定传动比条件掌握尚可。据此,教师决定在后续讲解中,着重强化渐开线形成过程的动态演示,并紧密联系其性质与共轭齿廓要求之间的关系。

3.4 参与式学习设计

这是教学的主体部分,设计为层层递进的三个活动模块。模块一为探秘渐开线之形。教师利用几何绘图软件动态演示渐开线的形成过程(一条直线在一个圆上作纯滚动,直线上任一点的轨迹即为渐开线)。随后,学生以小组为单位,分发绳线和圆形卡片,亲手模拟绘制渐开线,并观察、讨论并总结渐开线的几个关键性质(如发生线长度等于基圆上滚过的弧长、法线恒与基圆相切等)。模块二为解析渐开线之用。教师提出核心问题:“为何渐开线能满足齿轮传动的定角速比要求?”引导学生利用刚刚总结的渐开线性质(特别是啮合线为固定直线),分组推导证明渐开线齿轮的传动比恒定。教师巡视指导,并对困难小组进行点拨。

模块三为“初涉渐开线之算”。教师提供一个简单案例：已知一标准渐开线齿轮的模数、齿数，请求其基圆直径、分度圆直径和齿顶圆直径。学生先独立计算，然后与小组成员核对结果，并就计算公式和参数含义进行讨论。教师选取有代表性的解答进行投屏展示和点评。

3.5 后测安排

参与式学习结束后，立即进行后测。后测题目包括。1.选择题：考察对渐开线性质的辨识。2.判断题：关于渐开线齿轮传动特点的描述正误判断。3.简答题：请简要说明渐开线齿轮传动平稳的主要原因。4.计算题：一个与课堂案例类似但参数不同的齿轮几何计算题。学生在5-7分钟内完成，并通过在线平台提交。教师实时查看答题情况统计，发现学生在啮合角概念的理解上存在普遍性困惑。

3.6 总结提升

教师首先带领学生共同回顾本讲的核心知识链条：从渐开线的形成，到其五大性质，再到这些性质如何保障了传动的平稳性（定传动比）、连续性（重合度）和可制造性。接着，针对后测中暴露的啮合角理解难点，教师结合图形进行精讲，厘清其与压力角的关系。最后，教师布置课后任务。1.基础作业：教材相关习题，巩固几何计算。2.拓展思考：如果齿轮安装中心距略有误差，渐开线齿轮传动比是否会改变？为什么？这体现了渐开线齿轮的何种优点？为下节课讲解中心距可分性埋下伏笔。

4 教学实践效果分析

为客观评估BOPPPS模型的应用效果，以本人授课的同一专业2个本科平行班作为研究对象。其中一个班（共45人）作为实验班，采用上述基于BOPPPS模型的教学设计；另一个班（共48人）作为对照班，采用以教师讲授为主、辅以PPT演示的传统教学模式。教学周期为一个完整的齿轮传动章节（共计6学时）。教学结束后，通过以下方式收

集数据并进行分析。

4.1 课堂观察与参与度记录

在教学过程中，由另一位不参与授课的教师进行课堂观察并记录。统计结果显示，实验班学生在课堂上的主动发言、小组讨论参与度、互动应答频率等方面均显著高于对照班。两班课堂参与度观察记录如表1所示。

表1. 两班课堂参与度观察记录对比

观察指标	实验班(均值/课时)	对照班(均值/课时)
主动发言次数	12.5次	3.2次
小组讨论有效参与率	92.0%	65.0%
互动应答频率	18.7次	6.5次
有效互动时间占比	65%	25%

4.2 章节测验成绩对比

在齿轮传动章节学习结束后，对两个班进行了统一的闭卷测验。测验题目涵盖概念理解、性质辨析、原理阐述和计算分析等多种类型。两班章节测验成绩对比分析见表2，成绩统计分析表明，实验班的各项成绩指标均优于对照班。

表2. 两班章节测验成绩对比分析

班级	人数	平均分	及格率(%)	优秀率(≥ 85 分, %)	
				最高分	最低分
实验班	45	82.5	97.8	42.2	96
对照班	48	75.3	89.6	22.9	92

4.3 问卷调查反馈

课程结束后，对实验班学生进行了匿名的问卷调查，共回收有效问卷45份。调查结果如表3所示，绝大多数学生对BOPPPS教学模式持积极肯定态度，有学生在开放性问题中写道：自己动手画渐开线、和小组成员一起推导传动比恒定的过程，让我对这部分知识的记忆非常牢固，不再是死记硬背结论。

综合以上数据，可以得出结论：相较于传统教学法，基于BOPPPS模型的教学设计在提升《机械设计基础》课程的学生课堂参与度、促进深层次知识理解、提高学业成绩方面具有显著优势。

表3. 实验班学生对BOPPPS教学模式的反馈 (N=45)

调查项	非常同意&同意(%)	一般(%)	不同意&非常不同意(%)
1. 该模式更能吸引我的课堂注意力	95.6	4.4	0
2. 通过参与式活动,对原理的理解更加深刻	91.1	8.9	0
3. 明确的学习目标让我学习更有方向	88.9	11.1	0
4. 即时后测和总结能帮助我及时发现和弥补知识漏洞	86.7	13.3	0
5. 相比传统讲授,我更喜欢这种互动式课堂	93.3	6.7	0

5 结语

本研究将BOPPPS有效教学模型系统性地应用于《机械设计基础》课程的教学改革中,并以渐开线齿轮传动为例,设计了详尽的教学方案。教学实践与效果分析表明: BOPPPS模型以其清晰的结构化框架,有效保障了课堂教学目标的达成。模型通过导言和目标环节,激发了学生的学习动机并明确了学习方向。通过前测实现了以学定教,增强了教学的针对性。参与式学习作为核心,彻底改变了课

堂生态,使学生从被动接受者转变为主动建构者,深化了对抽象原理和工程概念的理解。后测与总结环节形成了有效的教学闭环,实现了即时反馈与知识巩固。实践数据充分证明,该模型能够显著提升学生的课堂参与度、知识掌握水平和综合应用能力,教学效果优于传统教学模式。

参考文献

- [1] 杨可桢,程光蕴,李仲生,钱瑞明.机械设计基础[M].第七版.北京:高等教育出版社,2020.
- [2] 申会鹏,曹毅,丁浩,等.新工科背景下的机械原理课程改革初探[J].机械工程师,2022,373(7):46-49.
- [3] 赵磊,梁医,祖莉.高校机械工程专业实践教学环节的重要性与改革思考[J].中文科技期刊数据库(全文版)教育科学,2023(5):38-41.
- [4] 周瑞虎,夏铭,王宏达.基于赛教融合的机械设计基础课程教学改革与实践[J].中国机械,2025(7):125-128.
- [5] 尹肖云,邹强,白晓瑞,等.BOPPPS模式下飞行原理课程虚拟仿真实验教学设计[J].实验室研究与探索,2023,42(2):253-257.
- [6] 曹丹平,印兴耀.加拿大BOPPPS教学模式及其对高等教育改革的启示[J].实验室研究与探索,2016,35(2):196-200.
- [7] 付莉,付秀伟,陈玲玲,等.云班课+BOPPPS教学模式在电子技术实践教学中的应用[J].实验室研究与探索,2020,39(11):167-170.

