

# The Application of Engineering Case Teaching Method in Basic Mechanics Teaching

Tongjie Li, Chuanping Wan, Zhongfang Li, Ruibin Gou, Liyong Zhang

College of Mechanical Engineering, Anhui Science and Technology University, Fengyang Anhui  
Email: litongjie2000@163.com

Received: Sep. 4<sup>th</sup>, 2018; accepted: Sep. 18<sup>th</sup>, 2018; published: Sep. 25<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

A teaching method called engineering case teaching method is proposed in this paper in order to solve some problems existing in the basic mechanics teaching. The method includes five specific teaching steps, namely engineering case discussions, posing questions, introducing the mechanical knowledge required to solve questions, problem solving, and summarizing. Students can more deeply understand the purpose and usage of mechanics knowledge according to the engineering case teaching method. Two advantages are analyzed which include improving the interest of the students on learning basic mechanics, and better adapting to the current situation of college about the reducing class hour of basic mechanics and students' decreased mathematical foundation. Finally, taking the kinematics characteristics study of the shaper as an engineering case, the whole process of engineering case teaching for the velocity synthesis formula in the theoretical mechanics is demonstrated in this paper.

## Keywords

Engineering Case Teaching Method, Basic Mechanics Teaching, Application Case

---

# 工程案例式教学法在基础力学教学中的应用

李同杰, 宛传平, 李忠芳, 缙瑞宾, 张立勇

安徽科技学院机械工程学院, 安徽 凤阳  
Email: litongjie2000@163.com

收稿日期: 2018年9月4日; 录用日期: 2018年9月18日; 发布日期: 2018年9月25日

## 摘要

针对当前基础力学教学中存在的一些问题,提出了一种工程案例式的教学方法。该方法通过具体的5个教学步骤,即工程案例的讨论、提出问题、介绍并引入解决问题所需要的力学知识、解决问题、总结引申,使学生能够更加深刻地理解所学力学知识的专业用途以及用法。分析了该教学方法具有的两大优点,包括可以提高学生们学习基础力学的兴趣,更好地适应当前高校基础力学学时减少以及学生数理基础下降的现状。最后以牛头刨床的运动学特性研究为工程案例,演示了面向机械工程专业开设的《理论力学》课中点的速度合成公式的工程案例式教学的全过程。

## 关键词

工程案例式教学法, 基础力学, 应用实例

Copyright © 2018 by authors 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

案例式教学起源于哈佛大学的情景案例教学课,是一种开放式、互动式的新型教学方式。通常,案例教学要经过事先周密的策划和准备,要使用特定的案例并指导学生提前阅读,要组织学生开展讨论或争论,形成反复的互动与交流,并结合一定理论,通过各种信息、知识、经验、观点的碰撞来达到启示理论和启迪思维的目的[1]。相较于传统的教学手段,案例教学的最大特点是它的真实性。由于教学内容是具体的实例,加之采用是形象、直观、生动的形式,给人以身临其境之感,易于学习和理解。而教师在课堂上不是自娱自乐,而是和大家一起讨论思考,学员在课堂上也不是忙于记笔记,而是共同探讨问题。由于调动集体的智慧和力量,容易开阔思路,收到良好的效果。

当前国内高校,尤其是应用型本科高校的工程学科的基础力学(主要包括理论力学、材料力学等)课时普遍被压缩严重,而学生的数理基础以及对基础力学的学习兴趣却存在下降趋势。如何在这些不利条件下保证基础力学的教学质量不下降,是摆在高校各位基础力学教师面前的一道难题[2] [3] [4]。通过近几年的教育实践,笔者认为,工程案例式教学方法是解决这一难题的一个有力武器。

## 2. 工程案例式教学

所谓工程案例式教学法,是指在基础力学课堂上围绕某个工程案例展开所有的教学工作。具体讲就是采用涉及相关力学知识且跟授课专业相关的工程案例,经过工程案例的讨论、提出问题、介绍并引入解决问题所需要的力学知识、解决问题、总结引申5个教学步骤,使学生能够更加深刻地理解所学力学知识的专业用途以及用法,在这个过程中弱化了公式定理的理论推导,实际上体现了一种一般到特殊的知识建构过程。工程案例式教学法的优势有如下两点。

1) 工程案例式教学可以极大地提高学生们的学习基础力学的兴趣。笔者曾经跟授课学生深入交流过,发现学生们对基础力学不感兴趣的一个重要原因是不知道力学知识对他们的专业有何用处——现在的学生很现实,对于“没用”的东西自然不肯下功夫。倘若基础力学教师只是苍白地强调力学很重要而不告诉学生们为什么力学对他们很重要以及如何重要,那么学生们对力学重要性的认识是肤浅的,内心很难

引起共鸣。通过工程案例式教学,学生们会真真切切地感受到力学知识对他们专业的重要性,激起他们学习力学知识的兴趣,变被动学习为主动学习。

2) 工程案例式教学方法与当前高校基础力学学时减少以及学生数理基础下降的现实是相适应的。工程案例式教学并不一味追求力学知识定理的理论严密性,而更专注于介绍力学知识在相关专业中能够干什么以及怎么干。在高校学生数理基础偏弱的现状下,这种弱化公式定理推导,专注公式应用,由特殊到一般的教学方法更容易被学生接受,而省略公式定理推导所节省的课时还可以弥补基础力学学时消减带来的不利影响。所以说,工程案例式教学方法与当前高校基础力学学时减少以及学生数理基础下降的现实是相适应的。

### 3. 面向机械专业的《理论力学》工程案例式教学示例

以下以面向我校机械设计制造及其自动化专业讲授的《理论力学》中的点的速度合成公式的案例式教学为例,介绍工程案例式教学法在基础力学教学中的应用。

以机械行业中常见的牛头刨床运动学规律研究为教学案例,来引入并学习点的速度合成公式在机械工程中的应用。牛头刨床的机构运动简图如图 1 所示。

#### (一) 讨论

首先教师大致介绍一下牛头刨床的工作原理,让同学们知道机床电动机驱动的主动件曲柄 OA 的速度容易获得,而运动经过机床中间传动环节最终转换为机床执行构件滑枕 CD 的往复平动。师生一起讨论机器的工作原理,很容易提出这样的问题:运动经过如此这般的传动后,机床执行构件,即滑枕 CD 的运动规律是否能够满足牛头刨床的使用(动作)要求。

#### (二) 提出问题

教师引导学生发现解决上述问题的关键:由于中间传动机构的主动件是跟机器原动机联系到一起的(所以主动件运动规律易知或易求),而机构从动件是跟机器的执行机构联系到一起的,所以获得执行件滑枕 CD 的运动规律的关键在于,要能够由机构主动件的运动规律推得机构从动件的运动规律,顺藤摸瓜就可以最终获得执行构件的运动规律。

#### (三) 介绍并引入解决问题所需要的力学知识

教师引入由机构主动件的运动规律推得机构从动件的运动规律所需要的力学知识——点的速度合成公式。

$$\vec{v}_a = \vec{v}_e + \vec{v}_r \quad (1)$$

接下来,便是常规的公式含义介绍:何谓绝对速度、牵连速度以及相对速度,以及三个速度矢量之间满足的合成关系;公式的使用说明介绍:包括动点和动系如何选择原则、如何按照定义分析 3 个速度矢量的大小与方向、如何把矢量合成问题转化为把代数问题或几何问题来处理等。

#### (四) 解决问题

按照点的速度合成公式的使用说明,开展如下解题步骤

1) 取套筒 A 为动点,动参考系与摇杆  $O_1B$  固连。相对运动是套筒 A 沿摇杆  $O_1B$  的直线运动,牵连运动是摇杆  $O_1B$  绕  $O_1$  的定轴转动,绝对运动是套筒 A 绕 O 的圆周运动。那么绝对速度的大小是:

$$v_{a1} = O_1A \cdot \omega_1 \quad (2)$$

2) 按照定义,导杆机构的各速度矢量方向如图 2 所示,各未知速度分析如下式所示。

$$v_{e1} = v_{a1} \sin 30^\circ, \omega_{O_1B} = \frac{v_{e1}}{O_2A}, v_{r1} = v_{a1} \cos 30^\circ \quad (3)$$

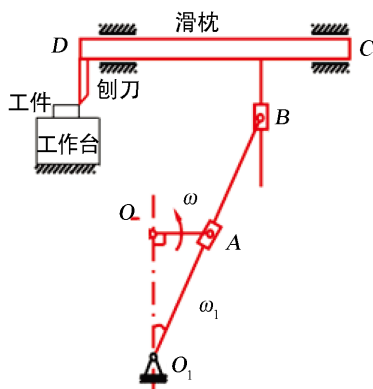


Figure 1. The mechanism motion diagram of shaper

图 1. 牛头刨床的机构运动简图

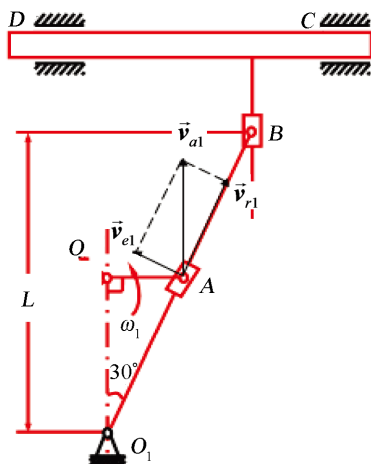


Figure 2. Speed analysis of the guide bar mechanism

图 2. 导杆机构的速度分析图

3) 取套筒 B 为动点，动参考系与滑枕 CD 固连。相对运动是套筒 B 沿滑枕的竖直直线运动，牵连运动是滑枕 CD 的水平平动，绝对运动是套筒 B 绕  $O_1$  的圆周运动。按照定义，执行机构的各速度矢量方向如图 3 所示。

4) 由速度合成定理可得：

$$v_{a2} = O_2B \cdot \omega_{o2B}, v_{e2} = v_{a2} \cos 30^\circ \tag{4}$$

#### 4. 总结及引申

通过上述求解过程，仅仅是获得了牛头刨床在一个瞬态下的速度，而工程师们更加关注的是牛头刨床在一个动作周期内的运动学全貌。

获取机床运动学特性全貌很自然的一个思路，就是不断重复上述过程，可求得机构在一个运动周期内有限多个离散瞬时对应的刨刀速度值(如图 4 所示)，描点即可得到刨刀在整个工作周期中的运动规律(如图 5 所示)。以上过程称为机构的动态仿真，是现代机械设计的一个重要手段，通常采用数值方法进行计算机模拟。

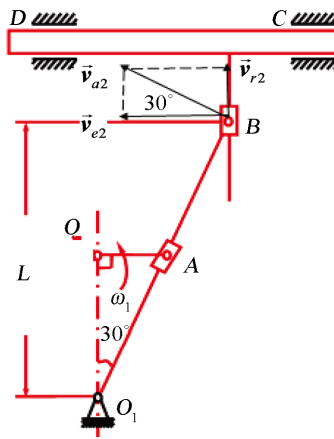


Figure 3. Speed analysis of the actuator  
图 3. 执行机构的速度分析图

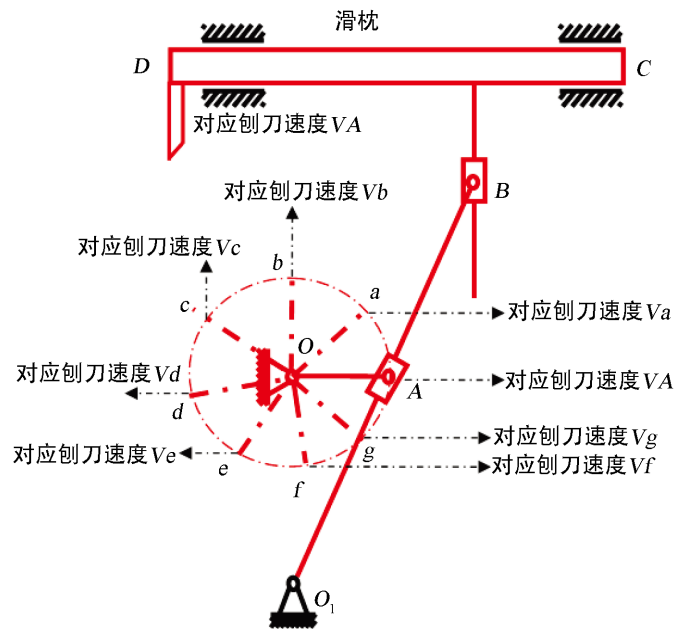
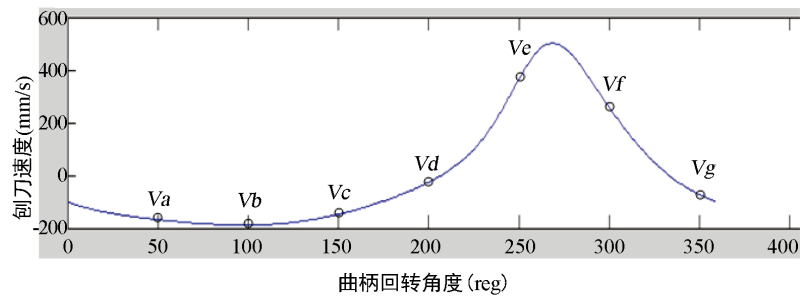


Figure 4. A discrete motion period of the shaper  
图 4. 机床一个运动周期的离散化过程



牛头刨床刨刀在一个工作周期内的速度仿真曲线

Figure 5. Simulation curves of the kinematics characteristics of planer tool  
图 5. 牛头刨床运动学特性的仿真曲线

从仿真曲线 5 中可以看到明显的急回特性：周期前半段(工作行程)，刨刀速度较慢，可以保证刨床加工表面的质量；周期后半段为回程(回程，刨刀回到初始位置)，不加工工件，刨刀速度较快，可以保证刨床的工作效率。

## 5. 结论

本文针对当前基础力学教学工作中存在的一些问题，提出了一种称之为工程案例式教学的方法。通过 5 个具体的教学步骤，即工程案例的讨论、提出问题、介绍并引入解决问题所需要的力学知识、解决问题、总结引申，使学生能够更加深刻地理解所学力学知识的用途以及用法，从而提高学生们学习基础力学的兴趣，更好地适应当前高校基础力学学时减少以及学生数理基础下降的现状。最后以牛头刨床的运动学特性研究为工程案例，演示了面向机械工程专业开设的《理论力学》课中点的速度合成公式部分的工程案例式教学的全过程。

## 基金项目

安徽科技学院质量工程项目(X2016036, Xj201608)；安徽省质量工程项目(2017moo108)。

## 参考文献

- [1] 高富强, 黄强. 案例式教学在理论力学中的应用[J]. 教育教学论坛, 2014(42): 196-198.
- [2] 李同杰. 机械类专业工程力学课程教学中存在的几个问题及其解决方案[J]. 科技信息, 2010(9): 25.
- [3] 龚晖, 储节磊. 对 MOOC 技术的几种误判与辨析[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2015, 17(1): 14-17.
- [4] 张艳艳, 彭杨, 戴玉梅, 等. 力学基础课的应用教学改革实践与探索[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2015, 17(1): 101-103.

### 知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-729X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ae@hanspub.org](mailto:ae@hanspub.org)