

# 以学生为中心的机械制图混合式 教学模式研究与实践

丁 乔, 张孟玫, 李茂盛, 孙轶红, 韩丽艳

(北京石油化工学院机械工程学院, 北京 102617)

**摘 要:** 针对机械制图课程教学中学生空间想象能力培养困难、自我约束力较差、学习主动性不高的现状, 借鉴美国高校自 20 世纪 80 年代以来开展的“以学生为中心(SC)”的本科教育改革经验, 在对布鲁姆“掌握学习”理论充分认识、学习的基础上, 在教学中开展 SC 的大班授课、小班研讨、线上与线下、课内与课外和理论与实践相结合的混合式教学实践, 促进了学生自主学习, 强化了教学效果, 提升了教学质量。

**关 键 词:** 机械制图; 教学模式; 空间想象能力; 掌握学习理论

中图分类号: TB 23

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2018020362

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2018)02-0362-05

## Research and Practice on Student-Centered Mixed Teaching Mode in Mechanical Engineering Graphics

DING Qiao, ZHANG Mengmei, LI Maosheng, SUN Yihong, HAN Liyan

(School of Mechanical Engineering, Beijing Institute of Petrochemical Technology, Beijing 102617, China)

**Abstract:** Nowadays, It is not easy for students in the common universities to imagine the shape of a 3D object from a group of 2D views when they are learning the course of the mechanical engineering graphics. Some students are less self-binding and their learning initiative is not high. Therefore, the blended learning has been carried out in the process of instruction, based on the Bloom's mastery learning theory and the American undergraduate education reform in Research-oriented universities which has been developed on the student centered (SC) Learning since 1980s. It includes SC large class teaching and small class discussion, online and offline class, combination of theory and practice. The result shows the blended learning has promoted students self-study and improved the quality of teaching.

**Keywords:** mechanical engineering graphics; teaching mode; spatial imagination ability; mastery learning theory

我国新经济快速发展迫切需要新型工科人才支撑, 探索更加多样化和个性化的人才培养模式, 培养具有创新创业能力和跨界整合能力的工程科技人才。普通高等教育的目的是适应社会的变革, 以社会需求为导向, 培养社会需要的应用型人才。机械制图作为一门重要的专业基础课, 在机械工

程科学人才培养体系中占有重要地位, 为后续课程提供必要的制图基础知识与基本技能。该课程有助于培养学生空间想象能力、形象思维能力、设计表达能力、审美能力和创新构形能力, 是其他课程无法替代的。因此, 在机械制图的教学中开展以学生为中心(student centered, SC)的大班授

收稿日期: 2017-06-12; 定稿日期: 2017-07-20

基金项目: 北京石油化工学院教育教学改革与研究重点项目(ZD20170201)

第一作者: 丁 乔(1969-), 女, 黑龙江哈尔滨人, 副教授, 博士。主要研究方向为工程图学。E-mail: dingqiao@bipt.edu.cn

课、小班研讨、线上与线下、课内与课外、理论与实践相结合的混合式教学模式,可提高学生学习兴趣,提升机械制图课程的教学质量。

## 1 机械制图课程教学现状

当前,我国正处于高等教育大众化快速发展的历史阶段,由于高校扩招使部分学生基础较差,又是世界上最大规模的独生子女群体,也是世界上最大规模的互联网时代“原住民”,接受新思想、新知识的渠道

更多,受到的诱惑也更多;机械制图课程总学时数随之减少,而课程内容并未减少。因此反映在机械制图课程上的问题主要集中在学生作图质量差,上课不专心,作业抄袭情况严重等,图1是针对74所大学103位制图教师所做的网上问卷调查情况。

通过对学习机械制图课程的学生网上问卷调查(图2)可知,学生学习机械制图最大的困难为缺乏空间想象能力(70%),其次是自我约束能力差,久而久之,学生对学习机械制图课丧失了兴趣。

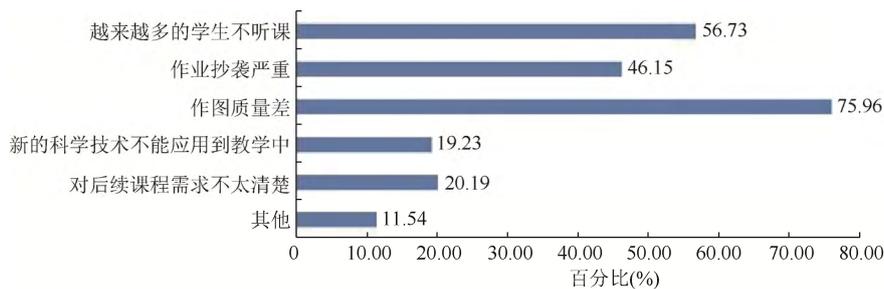


图1 机械制图课程面临的主要问题

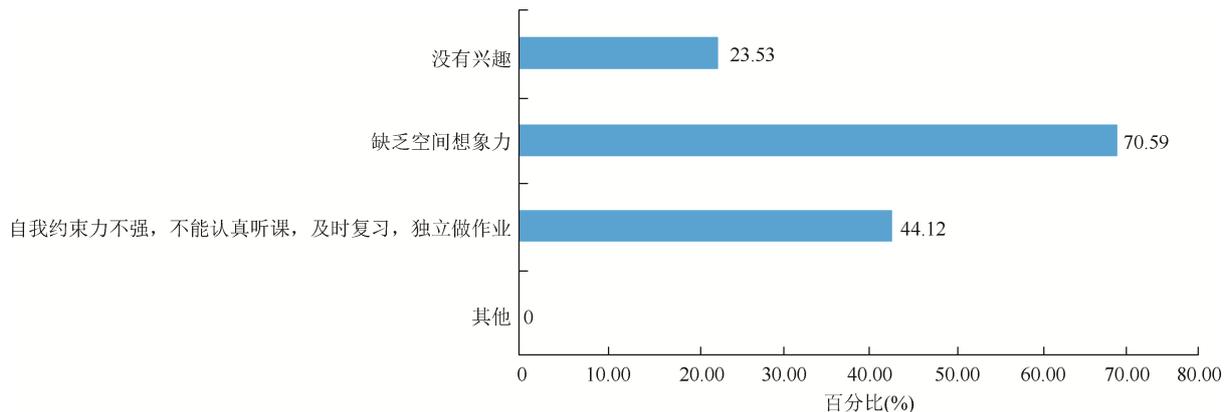


图2 学生学习制图课困难的主要原因

传统的以教师为主体的范式教学模式是“老师讲,学生听”。教师认为自己“讲”了很多知识给学生,后续课程的使用及工作中却发现学生并未真正掌握多少。多年来的教学改革也一直致力于在“讲”上改,改革效果并不理想<sup>[1]</sup>。这种单一的传授知识方式,生动性不足,趣味性不够,不利于调动学生学习的主体积极性,学生对老师产生审美疲劳,降低学习兴趣及学习效率,造成了课堂教学的沉闷局面,影响了学生的创造力。因此有必要把现代网络 and 多媒体技术引入教学中,构建多元教学方式,在教学手段、教学方法上增加趣味性,充分发挥教师的主导作用和学生的主体地位,有效地把学生的学习热情调动起来,使学生深度参与,增强探究立体与平面转换关系的兴趣,多想、多看、多练,提高空间想象能力。

## 2 布鲁姆“掌握学习”理论内涵释义

美国著名教育学家和心理学家布鲁姆在20世纪70年代初,针对美国教育制度只注意培养少数尖子学生而牺牲大多数学生的弊端提出了“掌握学习”理论,并在世界范围内引起广泛影响。所谓“掌握学习”,就是在多数学生都能掌握的学习理念指导下,以集体教学为基础,辅之以经常、及时的反馈,为学生提供所需的个别化帮助以及所需的额外学习时间,从而使大多数学生达到教学目标规定的掌握标准<sup>[2]</sup>。

掌握学习的步骤分两部分:一是掌握学习的准备,包括思想准备,改变固有传统观念,从心理上认为大多数学生都能掌握内容,达到预定的目标。二是掌握学习的操作,设计学习单元,制

定教学目标,准备各单元反馈、矫正材料和措施。教师按规定,顺次进行各单元的目标教学,进行形成性测验,分析并找出问题所在,施以补救办法进行矫正。

布鲁姆掌握学习的策略,是用心理学观点,科学地确定出掌握学习的规律,找到造成学生间差异的影响因素,从而使教师明确怎样起主导作用,用科学的办法,有计划、有条理、目标明确地进行教学。一味地追求学习成绩正太分布将削弱学生的学习动机,压制教师的创造力,有碍教学质量的提高。许多学生成绩不理想的原因不仅仅在于智力因素,而在于未能得到适当的学习时间和教学帮助<sup>[3]</sup>。教师不能把学生学习的好坏、空间概念的差异,认为是学生固有的,要想方设法丰富教学方式,学生不是一定先有空间概念才能学好机械制图课程,而是在学习中不断培养和提。只要创造出适当的条件,学生会学会并具有相应的空间想象能力。

### 3 混合式教学模式初探

20世纪80年代以来,美国高校开展了(SC)的本科教育改革,取得了令世界瞩目的成绩。SC改革有三个核心观点:以学生发展为中心、以学生学习为中心、以学习效果为中心,故称为“新三中心”。我国目前高校的教学方式大多还是“老三中心”,即以教材为中心、以教师为中心、以教室为中心。本质是以书本知识传递为核心,以教师“教”为中心<sup>[4]</sup>。传统的教学方式越来越不适应科学技术飞速进步、信息知识爆炸的当代大学生。

在信息技术与教学深度融合的大背景下,在SC理念下,探索和实施教学的有效模式非常必要。用于促进学习的不同方法会带来迥然不同的结果,而且完全采用一种教学方法只能获得与该方法相关的有限结果。要获得多种多样的成果,就必须采用以不同学习方法为基础的其他教学方法<sup>[5]</sup>。目前混合式教学模式大多是一种将传统课堂师生面对面教学与数字化学习相结合的教与学的新方式,本文在教改实践中把混合式教学模式定义为“大班授课、小班研讨,线上与线下,课内与课外,理论与实践”的多元教学方式。这种混合式教学模式是根据预期学习成果,即教学目标来确定的。

#### 3.1 确定课程目标

根据布鲁姆教育目标分类系统(图3),将机械制图课程分为5个模块,每个模块对应一个教学

目标,即目标1~5,最后实现总目标6。

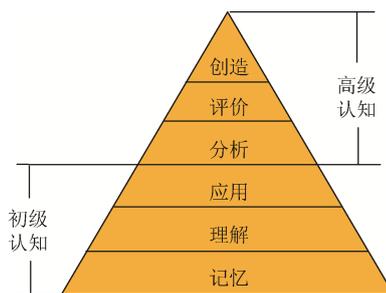


图3 布鲁姆教育目标分类系统

**目标1. 记忆:**了解制图基本知识及技能。

**目标2. 理解:**掌握投影原理,具备图示基础。这部分包括点线面、几何元素相对位置、投影变换,从物体中抽象出几何元素来,既有空间概念的培养,又是用几何范畴内的逻辑推理来研究正投影规律,把培养与发展空间想象能力的道路打通。

**目标3. 应用:**能够运用投影规律表达简单零件形状,具备画图(徒手绘制草图、尺规绘图、计算机绘图、三维造型)和读图能力。这部分包括基本体及表面交线、组合体的画法和读图、轴测图,这是培养与发展空间想象能力最重要的一部分,也是培养与发展这种能力的最佳时期。通过这部分的学习,使学生在空间想象与思维能力方面有所飞跃。

**目标4. 分析:**运用国标手册和已具备的工程上的初步知识,分析看懂机械图样并能绘制。这部分包括机件的表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图,加深、加宽想象能力。

**目标5. 评价:**自主、协作、探究能力。这部分贯穿课程的全部,但集中体现在机械制图测绘综合实践上。

**目标6. 创造:**创新能力和严谨的学习态度。

#### 3.2 构建混合式高效活力课堂模式

根据美国著名学习专家爱德加·戴尔的学习“金字塔”理论(图4),充分考虑到新时代学生的学习习惯和心理诉求以及大学里学生多、教师少的现状,机械制图课构建了以团队学习、主动学习和参与式学习为主的大班授课,小班研讨,线上与线下、课内与课外、理论与实践相结合的模块化教学方式,减少“老师讲,学生听”的传统被动学习方式。

(1) 课程学习,大班授课。将现代化教学手段和传统教学手段有机结合起来,形成一个新的、科学的、切合实际的立体教学方法。多媒体教学、三维造型技术、视频,形象、生动,既扩大了信

息量,又提高了教学效率,并能将学生难以理解的抽象、复杂的东西具体化、形象化。适量的黑板板书可以对重点内容结归纳,典型例题黑板作图可以使学生印象深刻、易于理解,也给学生很好的示范作用<sup>[6]</sup>。课前教师可以将教学大纲、教学日历、带有大规模开放式在线课程(massive open online courses, MOOC)视频、习题、语音的课前预习课件放到校内网教育在线上或推送到学生手机上,便于学生预习,提高学习活动的目的性和针对性;课上先进行 10 min 的小测验实时答题,既是检测预习效果,也是了解学生具有哪些课程基础,然后有的放矢地教学;课堂最后 5 min 由学生总结一节课的重要知识点。微课、慕课、蓝墨云班课等的实施,使课外学习与课堂教学间建立沟通桥梁,让课堂互动永不下线。

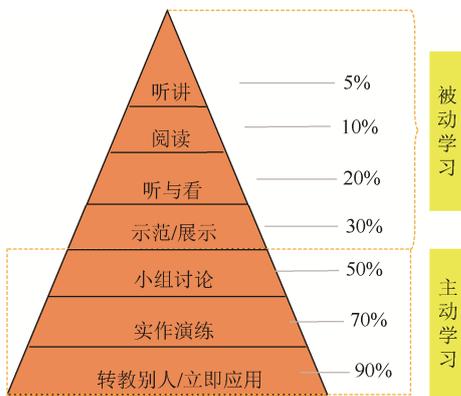


图4 学习金字塔理论

(2) 应用训练,小班研讨。在教学中将机械制图课程分成几个模块,每一模块后都配有 30 人以内的小班研讨课,小班研讨有如下几种形式:

①分小组协同学习。教学中经常把学生分成小组组成团队,学生们在团队中学习到的东西会远多于单纯与老师互动。学生们在互教互学中相互促进,共同成长,可以大大提高学习效果<sup>[7]</sup>。为了逐步实现目标 4 和 5,读零件图课堂设计如下:课前老师让同学们自由组合 4~5 人的学习小组,布置同学们课下自学该部分内容,可以看教材,还可看教育在线课件或翻转课堂,互相讨论,做 3 道读零件图的作业,每道作业里有 10 道填空小题,有的还有补画视图的练习题。课上,首先每个学习小组派代表前来抽签(老师事先把这 30 道题分成 6 部分,每部分 5 个小题),抽到哪个题目就在教室里大屏幕前给其他同学讲解,如果这个同学讲解有个别错误,组内其他成员可以起立给予更正,别的小组同学质疑,最后老师总结。课后整理、复习,写作业,有时需要小组团队合作做作

业。这种寓教于乐的教学方式,活跃了课堂气氛,使学生有较长时间投入到学习中。当学生在台上讲的时候,学生由“低头族”变成“抬头族”。这种课程模式的变革,有助于学生自学能力的培养,学生在大屏幕前讲解,锻炼了表达能力,在黑板上徒手绘制零件某个视图,锻炼了徒手绘图能力,还加强了学生们合作沟通能力。教师由讲授者变为组织者、指导者、帮助者和促进者。

②强化实践,深度辅导。每一次课上徒手绘制草图、尺规绘图、计算机绘图练习,都是小班教学,这样便于老师一对一、手把手的辅导,学生有问题,及时得到解决,密切了师生关系,提高了图面质量。为了更好实现目标 3 能够运用投影规律表达零件形状,具备画图能力,采取的教法为每个学生发一个不同的组合体小模型,学生在坐标纸上徒手绘制三视图,然后学生互批找错。最后由老师再次批阅。零部件测绘也是分小组进行,有测量的、有记录的,团队成员间讨论分析各零件的结构特点,选择正确的表达方法,画出各零件的草图,教师随时指导。计算机绘制零件工作图,分工进行不同零件的造型,由一人负责组装成部件,最后小组答辩。实验室由学生管理,24 h 开放,学生可随时去实验室观看各种模型,在实验室研究、讨论,开展深度学习。

③构型训练,“做中学”。沿着从平面图形、基本立体、组合体、零件和部件的组织思路,由简单到复杂,使构型设计的训练贯穿全过程,逐步提高学生的构型设计能力和动手能力。例如,根据图 5 给定的俯视图,自行设计立体,并画出主视图。学生想出的符合要求的立体越多越好。学生可以利用三维造型软件把构思出的立体在电脑中造出来,还可以用 3D 打印设备打印实体模型。学生们课下在一起边玩边用橡皮泥捏出立体(图 6),这种“做中学”由浅入深,动手能力和空间想象能力均得到了练习、提高。

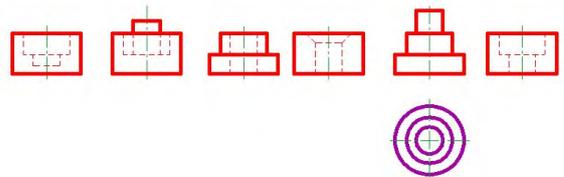


图5 构型练习

④及时反馈,矫正错误。布鲁姆认为“掌握学习”教学策略的关键在于系统的反馈-矫正程序。在反馈的基础上,针对各个学生的学习困难,提供个别化的矫正性帮助<sup>[8]</sup>。通过上课前 10 min 小测

及模块测试,可以及时发现学生在不同教学阶段以及知识贯通衔接方面存在的问题,提出相应改进措施,也督促了学生及时复习。



图6 制作立体

### (3) 第二课堂, 实践创新。

①建立“积分制”的激励机制。经常进行优秀作业展览,鼓励“赶、超、帮”。把课后作业、课堂参与度及模块测试成绩按照一定标准换算成积分。学校每年举办一次制图竞赛,所有学习制图的学生都可报名参加。积分和校内竞赛成绩总分高者将参加每年一次的北京市制图大赛和全国大学生制图大赛,运用过程价值和激励机制达到以赛促学、以赛促训、以赛促教的效果。

②大学生科研训练(URT)计划。教师把自己的科研项目整理出一些注重学生基本技能和基本素质的内容,转化成学生训练项目,然后鼓励那些学有余力的优秀学生积极申报、参与,使学生了解学科前沿、在查阅资料、实践操作、自主学习研究等方面进一步提高,以训促学,由被动学习

变主动学习,从科学知识型向实用技能型转化,不间断强化绘图应用能力。

③职业资格认证,铺路未来。在校期间获得职业资格认证的毕业生,更容易受到用人单位的青睐。含金量较高的职业资格认证证书,就好像“就业敲门砖”,为当下激烈竞争的学生就业市场开启了一条便捷通道。同时,由于目标明确,学生学习动力足,获取知识技能迅速,且效果突出。制图教研室将“AutoCAD 初级工程师”、“全国信息化工程师岗位技能”、“全国计算机辅助技术”等认证培训与课程内容相结合,注重加强实践性教学环节,最大限度激发学生学习能力。

## 4 结束语

实践证明大班授课、小班研讨,线上与线下、课内与课外、理论与实践混合式教学,提高了教学的趣味性,促进了学生学习的主动性。课程结束后对学生进行了网上问卷调查,如图7所示,学生的空间想象能力、动手能力、自主学习能力、严谨的学习态度都得到了显著提高。这种将SC的教学理念贯穿于教学活动全过程、建立起一系列与当前学生认知特点及工程应用型人才培养目标相适应的混合式教学模式必将促进学生个性的发展、兴趣和潜力的挖掘,使学生胜任未来新技术和新产业下的新型工作。

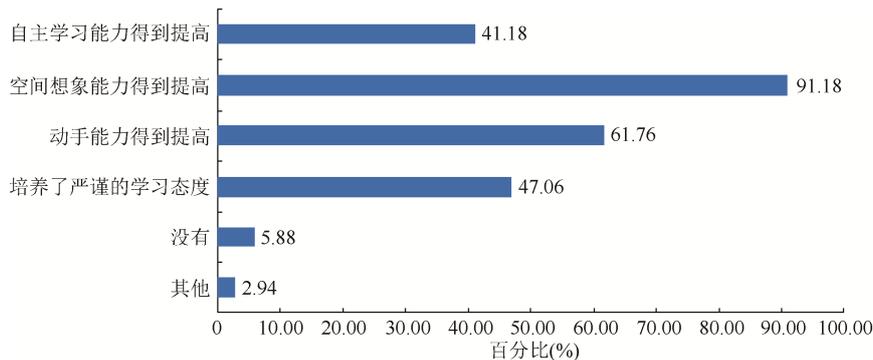


图7 机械制图课后调查

### 参考文献

- [1] 李功一, 刘瑛, 曹默, 等. 以学生为主体的“工程制图”高效课堂研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2015, 5(19): 154-155.
- [2] 徐晶晶, 李天倚, 刘萌. 掌握学习理论在翻转课堂教学中的应用研究[J]. 软件导刊: 教育技术, 2013, 12(11): 15-17.
- [3] 黄振兴, 阮文权, 成小英, 等. 试论布鲁姆掌握学习理论及其教学应用[J]. 大众科技, 2015, 17(11): 106-108.
- [4] 赵炬明. 论新三中心: 概念与历史[J]. 高等工程教育研究, 2016(3): 35-56.
- [5] 詹姆斯·戴维斯, 布里奇特·阿伦德. 高效能教学的七种方法[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2014: 8.
- [6] 熊威, 刘林, 陈锦昌. 现代工程制图课堂教学改革的探索与实践[J]. 图学学报, 2014, 35(2): 296-725.
- [7] 张宗波, 王珉, 吴宝贵, 等. “线上线下融合式”工程图课程建设与教学实践[J]. 图学学报, 2016, 37(5): 718-725.
- [8] 徐碧波. 布鲁姆的掌握学习理论[J]. 湖北大学学报: 哲学社会科学版, 1992(3): 66-70.