

浅议“工程制图基础”的教学内容和方法

朱文博, 瞿元赏, 崔 怡

(上海理工大学 机械工程学院, 上海 200093)

摘要: 针对部分学生空间想象力弱, 工程制图能力差的现状, 提出“工程制图基础”课程的教学内容应该从三维实体造型入手, 进而讲解二维工程图。培养学生具有使用三维设计软件进行三维实体建模, 并运用三维软件生成符合国标的二维工程图的能力, 这是现代设计对工程制图教学提出的必然要求, 同时符合人类认识客观事物的规律。将三维建模和二维工程图有机地融合在一起, 并辅助于翻转课堂的教学方法和考试考核的多样化, 培养学生的学习兴趣, 增强学生实际阅读和绘制工程图的能力, 为后续课程打下坚实的基础。

关键词: 工程制图基础; 三维实体建模; 二维工程图; 翻转课堂; 教学内容和方法

中图分类号: G 642.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2017)01-0069-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2017.01.013

On the Teaching Content and Methods of “Fundamentals of Engineering Drawing”

Zhu Wenbo, Qu Yuanshang, Cui Yi

(School of Mechanical Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Since some students' spatial imagination is weak and the ability of engineering drawing is poor, this paper proposes the teaching content of “Fundamentals of Engineering Drawing” should start from three-dimensional solid modeling, and then explains the two-dimensional drawings. Students should have the ability to do three-dimensional solid modeling and generate two-dimensional engineering drawings which meet the national standard with the three-dimensional design software, which is a necessary requirement of modern design for the engineering drawing teaching, and which meanwhile conforms to the laws of human understanding. It is proposed that we should combine the three-dimensional modeling with two-dimensional engineering drawings, and make use of the flipped class teaching method and diversified test means to cultivate the students' interest in learning, enhance students' the ability of reading and drawing engineering drawings, and lay a solid foundation for subsequent courses.

Keywords: fundamentals of engineering drawing; three-dimensional solid modeling; two-dimensional engineering drawings; flipped class; teaching content and methods

收稿日期: 2015-10-12

基金项目: 2015年度上海市教委重点课程建设项目(沪教委高[2015]37号)

作者简介: 朱文博(1973-), 女, 副教授。研究方向: 数字化设计及制造。E-mail: teacherzwb@163.com

掌握工程图样的绘制及阅读是任何一个工程技术人员必须具备的最基本的素质和能力^[1]。“工程制图基础”课程是培养学生绘制和阅读机械图样的一门技术基础课程^[2],是机械类大一学生必修的学科基础课,该课程为后续学习机械专业课程,如机械设计、机械结构设计等打下基础^[3]。

一般来说,“工程制图基础”课程在大一第一学期开设,侧重于讲解几何形体的投影原理和工程图的表达方法,与该课程紧密相关的后续课程是“机械工程制图”,进一步讲解零件(标准件和非标准件)图和装配图的绘制,在第二学期开设。这两门课程合起来完整地讲解机械制图的绘制与阅读。

“工程制图基础”这门课重在培养学生的空间想象能力,建立三维物体到二维投影图的映射关系,是学习“机械工程制图”的基础,大一第一学期制图课如果没有学好,会直接影响第二学期制图的学习。然而,从目前的教学大纲来看,“工程制图基础”课程往往一开始就讲授二维投影理论,并且仅仅讲授二维工程制图,不涉及三维实体造型,忽略了人类的认知是从三维向二维过渡的事实,导致一些空间想象能力差的同学无法跟上教学进度,甚至成绩不及格。因此,本课程体系需进一步进行改进与完善。

针对部分学生空间想象力弱,工程制图能力差的现状,“工程制图基础”课程的教学内容应该从三维实体造型入手,进而讲解二维工程图。这种课程设置的思路不仅符合人类的认知规律,而且顺应时代发展。

一、“工程制图基础”课程的教学目标

计算机技术的发展推动了几乎所有领域的变革。现代设计要求工程设计人员根据设计构思,运用三维软件直接建立其三维模型,对三维模型进行结构分析、运动干涉、受力仿真等之后,再由三维模型生成符合国标的二维工程图进行生产制造^[4-5]。因此,从三维建模出发进行工程制图教学是顺应时代发展的必然结果。培养学生具有使用三维设计软件进行三维实体建模,并运用三维软件生成工程图的命令绘制出符合国标的二维工程图的能力,是现代设计对工程制图教学提出的必然要求,也是符合人类认识客观事物的规律,即从三维立体

到平面二维图形的认知。由此,通过本课程的建设,要求学生在知识、能力和素质方面达到更高的目标。

(一) 知识

要求学生掌握三维实体建模的基本理论和方法,具有运用三维实体造型软件进行机械产品三维建模的能力;掌握投影法的基本原理,能正确运用各种线性的表达方法,熟练绘制立体的三视图投影;熟记国家制图标准的常用规则;掌握机械图样的常见表达方法,包括基本视图、向视图、局部视图、斜视图、剖视图、断面图、局部放大图等表达方法,尤其是对各种剖视图画法的深入学习,能够根据几何形体的结构特征,选择适当的表达方法,绘制几何形体的工程图。

(二) 能力

能够做到给定某个几何形体三维模型或立体图,能运用正投影的方法绘制立体的三视图和剖视图等;反之,给定物体的工程图,能够想象出立体结构,并运用三维软件进行三维造型;要求学生具有一定空间想象和形象思维能力。

(三) 素质

通过学习三维造型软件以及工程图的常用表达方法,培养学生具有阅读工程图的能力;根据工程图进行三维实体建模的能力;初步的表达几何形体的图示能力,能综合应用视图、剖视图和断面图等表达方法来表达物体;为后续的专业课程学习和为产品设计制图打下基础。具有良好的设计能力和创新能力是企业所需人才的必要条件之一。

二、“工程制图基础”课程的教学内容

从三维实体造型技术出发来改革“工程制图基础”课程的教学。

(一) 课程教学特点

(1) 从三维建模引出二维工程图的投影,从立体到平面,更符合人类认识客观事物的规律,使现代设计手段和传统制图教学相结合,提高学生的空间想象力。

(2) 将三维建模和二维工程图的绘制有机地

结合在一起,使学生更加牢固地掌握工程制图和计算机绘图的知识,顺应时代的发展,增强实际工作的能力。

(3) 用实例进行说明三维软件如何进行三维建模,如何运用该三维软件自带的工程图工具,生成符合国标规定的二维机械图样,提升学生的工程制图能力。

(二) 教学内容

1. 三维实体建模

在绪论课(了解课程的性质、任务和学习方法)之后,马上讲解三维实体建模软件的使用(可采用 Solidworks 进行教学,该软件操作简单易学),大体上分为三个知识点来讲解。

(1) 三维实体建模的基本方法。所有零件的实体造型都是建立在草图基础上,完成草图的绘制后,利用特征建模方式形成立体。

(2) 草图绘制与编辑的常用命令以及草图的尺寸约束。讲解草图绘制的基本方法为:确定基准面,在基准面内,使用草图绘制命令,结合草图编辑命令绘制草图,并点击“智能尺寸”进行尺寸约束,完成二维图形的绘制。常用的草图绘制命令包括:直线、圆、圆弧、矩形、椭圆、多边形、样条曲线等;常用的草图编辑命令包括:剪裁实体、镜向实体、阵列实体等。

(3) 建模常用命令。讲解拉伸、旋转、扫描、放样等三维实体建模常用命令,从简单到复杂,用实例来演练,要求学生能够进行普通的机械产品三维实体造型。首先让学生学会三维实体建模是“工程制图基础”课程教改的特色,也是三维向二维过渡的前提条件,在学习二维工程图的过程中,不断画出三维模型以便协助二维工程图的绘制。

2. 工程图投影理论

本节的核心知识是二维三视图的生成。由于学生学会了三维建模,由三维向二维转变,符合认识客观事物的规律,尤其适合空间想象能力弱的同学,在学习二维三视图的过程中,可以不断的绘制三维模型帮助空间想象和形体分析。

本节分为四个知识点进行讲解。

(1) 投影体系的建立。讲解投影法及其分类,

以及三投影体系的建立。

(2) 立体三视图的形成原理。讲解点、线、面、体在三投影体系下生成主视图、俯视图和左视图;在讲解平面与立体相交,以及两立体表面产生的交线时,不断使用三维软件进行讲解,让学生直观的看到在三维模型软件中,立体的截交线和相贯线是什么样子的,进行投影后绘制二维工程图又是什么样子的。

(3) 工程制图的基本规定。讲解国标对图纸幅面、图框、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注等的规定,为绘制符合国标的零件图和装配图打下基础。

(4) 由三维模型直接生成三视图。用实例讲解,使学生学会由三维模型生成三视图的方法,同时要求学生能够根据已知的三视图来绘制三维模型。通过三维到二维,二维到三维的反复演练,提高学生的形象思维和空间想象能力。二维和三维的有机结合是“工程制图基础”课程教改的核心任务,有助于培养学生的学习兴趣,提高学习成绩。

3. 工程图表达方法

零件图和装配图通常不是采用三视图进行表达的,因此需要学习工程图的各种表达方法。

(1) 视图。讲解六个基本视图、向视图、局部视图、斜视图等表达方法。

(2) 剖视图。该方法是绘制零件图和装配图时使用最多的表达方法,需花较多课时重点讲解。详细介绍剖视图的概念和种类,全剖视图、半剖视图、局部剖视图的生成、规定画法和标注方法;单一剖、旋转剖、阶梯剖和复合剖等剖切方法。

(3) 断面图的概念、种类、规定画法和标注方法等。

(4) 其他常用的表达方法。如局部放大图、断开画法、简化画法、均布画法、对称画法等。

(5) 由三维模型生成工程图。用实例讲解在三维软件中使用软件自带的工程图工具菜单,由三维模型生成符合国标,并且采用适当表达方法绘制的二维工程图。要求学生熟练操作三维软件,学会使用生成各种工程图的功能,并且运用视图、剖视图和断面图等表达方法,绘制符合国标规定的二维机械图样。同时,要求学生能够看懂符合国标规定的、采用适当表达方法绘制的二维工程图,根据给

定的工程图能够进行三维实体建模。运用三维软件进行实体建模并绘制二维工程图是“工程制图基础”课程教改的最终目标,为后续课程打下坚实的基础。

三、“工程制图基础”课程的教学方法和手段

从三维实体建模入手,进而讲解二维工程图的教学方法。一切为了学生:为了学生知识的掌握,为了学生的发展,为了学生创新能力的培养。在此教学理念指导下,所开展的教学活动不仅仅是把课程内容讲清楚、讲生动,更重要的是从学生能力培养出发,设计教学方法、完善教学内容、指导课程考核、启发创新思想。本课程教学方法和手段的创新点主要在于采用翻转课堂模式,以及考试考核方式的改革。

(一) 翻转课堂的教学方法

教学方法主要采用翻转课堂模式,尽量让学生多参与,使课堂教学以教师讲课为主,变为以学生主动讨论、讲解、提问为核心。翻转课堂教学模式的主动引导权在于教师,教师需规划哪些授课内容可以交给学生预先自学,在学生自学的基础上,才能在教师的引导下开展课堂讨论。例如三维建模中部分命令,图幅、比例等工程制图规范,各种表达方法的综合应用等知识点,教师事先规划好,将这些容易理解或容易讲解的知识点,至少提前一周布置给学生预习,要求学生看懂课本知识和教师制作的课件,书写预习笔记、尝试完成习题、制作学生自己的课件等,上课时由学生来讲解,学生互相讨论,教师答疑。

习题课和讨论课完全采用翻转课堂模式进行。对于习题课,要求学生课前做好习题,上课时由学生来组织讲解习题答案,分析他人习题中的错误,教师辅助指导和点评。对于讨论课,由教师和学生共同制定讨论题目,由学生组织讨论问题和回答问题,教师辅助参与。在习题课和讨论课上,讲解者使用“点阵数码笔”实时在线讨论过程,将纸上的书写实时投影在电脑屏幕中,无论和哪位同学交流讨论,都能让其他学生看到,有效组织教学,

使全班同学都主动参与,提升学生学习制图课程的积极性,以达到良好的学习效果。

(二) 考试考核方式的改革

考试考核方式做到形式多样化,除了传统的笔试、电脑绘图,还可要求学生制作课件、出考试题目,让学生来“考查”老师,以证明学生掌握知识的程度。成绩的评定由五部分构成:

- (1) 期末笔试占最终成绩的50%;
- (2) 学生制作课件占最终成绩的10%,一共规定10个主题,每位学生必须选择一个主题制作课件,根据学生制作课件的优劣来打分;
- (3) 学生出考试题目占最终成绩的20%,所有的知识点讲授完成后,要求每个学生出10道题目,如果某一学生所出的题目中有1道题目被老师在期末考试题目中选用,则该学生此项成绩为满分,否则酌情给分;
- (4) 期中闭卷笔试占最终成绩的10%;
- (5) 平时作业、出勤、习题课和讨论课的参与度,反映平时学习本课程的基本情况,占最终成绩的10%。

四、“工程制图基础”课程教改结果分析

“工程制图基础”课程的教改方案在2015年入学的学生中试点两个班,教学内容按照本文第三部分““工程制图基础”课程的教学方法和手段”中所述,从讲解三维建模到二维工程图,在教学的过程中运用翻转课堂,并且改革了考试考核方式。将试点班与普通班(按照原有教学计划,仅讲授二维工程制图,考试形式为笔试占70%,平时成绩占30%)从教学效果和成绩两方面进行对比,结果如下。

(一) 教学效果分析

上海理工大学“工程制图基础”课程共48学时,对于试点班,学时分配为:三维建模12学时,工程图投影理论18学时,工程图表达方法18学时,其中运用翻转课堂教学共18学时(讲解三维建模命令、制图国家标准、形体分析法阅读组合体

三视图、以及组合体表达方法综合应用 10 学时,习题课和讨论课共 8 学时)。对于普通班,学时分配为:画法几何部分 16 学时,工程图投影理论 20 学时,工程图表达方法 12 学时。在课程结束前两周让试点班学生和普通班学生做无记名问卷调查进行教学效果分析,如表 1 所示。

表 1 教学效果分析表

Tab.1 Table of teaching result analysis %

项目	试点班			普通班		
	好	一般	不好	好	一般	不好
学习的主动性	31.6	45.8	22.6	20.7	48.4	30.9
学习的兴趣	52.9	34.6	12.5	38.6	46.3	15.1
知识的理解	58.7	40.2	1.1	46.7	45.9	7.4
知识的运用	41.3	38.9	19.8	34.2	37.6	28.2
对教师授课的满意度	51.8	43.6	4.6	41.3	52.7	6.0
对学时安排的满意度	50.3	41.5	8.2	38.9	49.7	11.4

从表 1 中可以看出,试点班的学生对于各项指标的认同度均高于普通班,说明教改取得了良好教学效果。

(二) 考试结果分析

试点班的考试方式如第三部分第二节“考试考核方式的改革”中所述,由五部分构成;普通班的考试方式由两部分构成,即期末考试成绩和平时成绩。期末考试为笔试,笔试题目的类型主要包括三视图和剖视图,笔试的成绩占最终成绩的 70%,平时成绩主要包括平时测验成绩、作业和出勤,占 30%。试点班和普通班成绩的对比如表 2 所示,试点班的成绩总体高于普通班。

表 2 试点班和普通班成绩对比表

Tab.2 Table of score comparison between

pilot class and regular class %

种类	成绩				
	优秀	良好	中等	及格	不及格
试点班	27.23	32.67	21.17	13.89	5.04
普通班	24.16	29.14	20.69	15.34	10.67

五、结束语

近十几年来,讲授制图课程的教师们一直在不断地探索“工程制图基础”课程的教学改革。从三维实体造型入手,进而讲解二维工程图,这种教学内容的安排不仅符合人类的认知规律,而且顺应时代发展。将三维建模和二维工程图有机的融合在一起,教学内容更加形象直观,培养学生的空间想象能力和学习兴趣,并辅助于翻转课堂的教学方法和考试考核的多样化,增大了课堂知识容量,增加了学生学习制图的兴趣,增强了学生实际阅读和绘制工程图的能力,为后续课程打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 余明浪.“工程制图”教学反思和探索[J].工程图学学报,2009,30(5):157-162.
- [2] 刘平.工程制图课程创新教育的改革与探讨[J].中国高教研究,2008(7):91-92.
- [3] 林大钧.工程制图历史演变现状改革和未来发展的研究[J].图学学报,2012,33(4):136-139.
- [4] 朱文博.三维建模及工程制图[M].武汉:华中科技大学出版社,2014.
- [5] 吴狄.工程制图与 CAD 课程教学改革必要性的探讨[J].沈阳工程学院学报(社会科学版),2010,6(2):265-267.

(编辑:巩红晓)