

# 机械创新能力培养的工程图学培养模式构建

郭幼丹

(集美大学机械与能源工程学院, 福建 厦门 361021)

**摘要:**工程图学是工科学生表达创新能力的基本手段。通过基于机械创新能力的工程图学课程体系构建,提出“图学思维能力+产品构建思维能力”的工程图学思维培养模式,构建基于三维数字化建模设计表达手段新平台。同时对基于机械创新设计的个性化设计模式、项目引入模式、项目组设计模式等培养模式进行了深入的研究和实践。

**关键词:**工程图学; 创新思维; 创新设计; 创新模式

**中图分类号:** TB23

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-4348(2014)03-0302-05

## Construction of engineering graphics training model based on mechanical innovation ability training

Guo Youdan

(College of Mechanical and Energy Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** Engineering graphics is the basic means of engineering students to express creative abilities. A training mode combining graphics thinking ability and products constructing ability was proposed via establishing an engineering graphics course system designed for enhancing students' mechanical innovation abilities. A new platform for expressing 3D digital modelling design was formulated. An in-depth study of the training modes based on mechanical innovation design was conducted, including individualized design mode, program introduction mode and team design mode.

**Keywords:** engineering graphics; innovative thinking; innovation design; innovation mode

机械创新能力不仅是工科大学生的一项重要基础能力,也是社会对工科类高校高素质创新型人才的培养提出的更高要求。工程图学是工科类高校培养学生机械创新能力的最基本和最主要的课程,在学生创新能力培养中起着不可忽视的作用。但长期的教学工作积累和相关资料表明,传统的工程图学教学模式不论在教学内容、教学方式、教学手段,还是在教学思路上都存在一些问题,如教师在讲完相关基础理论和制图方法后,学生一般都是在教师规定的练习内容和时间内,完

成一定量的尺规绘图、徒手绘图或某个零、部件测绘等等练习,这种以知识传递和灌输为主的教学模式,学生基本处于被动学习状态,对教学内容无法取舍或改变,学习兴趣和创造灵感受到压抑,学生的创新思维能力和创新设计能力的培养受到极大的限制。因此,如何打破传统工程图学教育教学模式中存在的不足,建立新型的工程图学培养模式,提高学生的机械创新意识和机械创新设计能力,对工科高素质创新型人才培养有着积极的意义。

收稿日期: 2014-05-18

基金项目: 福建省教育厅项目(JA12197);福建省大学生创业创新训练计划项目(Z81264);集美大学教育教学改革项目(JY09293)

作者简介: 郭幼丹(1960-),男(汉),福建龙岩人,副教授,硕士,主要研究方向:工业产品设计与材料成形技术。

## 1 基于创新能力培养的工程图学课程体系构建

传统的工程图学教学通常是通过“机械制图 + CAD”的课程设置来完成,主要讲授一些制图的基本原理、方法和手段,以及计算机绘图的基本方法,学生所学的内容和手段非常有限,发挥个性和创新的空间很小,学生创新思维能力和创新设计能力很难得到良好的训练和开发,因此,在工程图学新的课程体系的构建中,要把激发学生的潜能,注重学生创新思维能力和创新设计能力的培养作为工程图学课程体系创新的根本出发点。具体的做法是在传统的“机械制图 + CAD”的工程图学课程的基础上,通过必修课、选修课、开放式课程和实践等方式拓展、延伸和重构工程图学课程体系。以“材料成型及控制工程”专业为例,新的工程图学课程体系为:“机械制图 + 机械 CAD + 设计软件基础与应用(Master CAM、Pro/E、UG、3D Max、Solidworks 等) + 工业产品造型设计 + CAM/CAE + 机械优化设计 + 专项机械创新设计”等系列课程和模块。新的课程体系除了通过系列课程和常规模块教学对学生的读图能力,手工绘图能力、二维计算机绘图能力、三维计算机绘图能力、设计思想的正确表达等能力进行培养的同时,还在新课程体系中引入设计软件专项训练,产品造型设计,以及实践案例教学、工厂实际产品设计、各类竞赛规定的主题等专项机械创新设计,进一步激发学生潜能,培养学生创新思维、创新设计和实际产品的创新构建能力,为学生创新设计思维、创新设计手段和创新设计能力的培养和拓展奠定基础。几年的实践表明,新的课程体系使学生的创新潜能和主观能动性都得到较好的发挥,学生的创新思维能力和创新设计能力得到很好的训练,学生参与的科技攻关项目、企业实际产品设计和各类竞赛等都取得很好的成绩。

## 2 工程图学思维模式创新

创新能力是指在前人发现和发明的基础上,通过自身努力,创造性地提出新发现、发明或革新方案的能力<sup>[1]</sup>,它主要包括创新思维能力和创新设计能力。思维是人脑对客观现实概括的和间接的反映,它反映的是事物的本质和事物间规律性的联系,思维同感知一样是人脑对客观现实的反

映<sup>[2,3]</sup>。创新思维能力是创新设计能力的基础,创新意识和创新思维的培养是工科类高校高素质创新型人才培养的灵魂。随着三维 CAD 技术的推广和应用,现代机械产品设计中,产品设计方法和设计手段都发生了巨大变化,在先进的三维设计软件中,从设计到加工,可由三维 CAD 模型直接生成数控 NC 指令,这中间已经不需要三维产品到二维图纸的转换。这个转换不仅使学生的思维模式发生了变化,而且对学生思维能力提出更高的要求,甚至可以说颠覆了传统的工程图学思维模式。为此,确立了“材料成型及控制工程”专业工程图学新的创新思维培养模式——“图学思维能力培养 + 产品构建思维能力培养”的创新思维培养模式,该模式不仅实现了学生工程图学的思维模式由图学思维向产品构建思维的过渡,而且学生的创新思维能力和产品创新设计能力得到很好的训练。

在这个新的创新思维培养模式中,图学思维能力和产品构建思维能力具有不同的内涵,两者是学生创新思维能力培养不可分割的一个整体。图学思维是以图学教学为基础,通过图学教学过程中传授的图学知识、图学思维方式和图学思维方法进行思维的模式,它包括人脑对图形信息的输入、存储、加工和输出的整个活动和过程。产品构建思维是以图学基本手段和方法为基础,以产品功能要求为依据,通过产品构建思维、产品相关性思维和产品设计过程思维,完成产品的设计,它包括机械产品创意设计、功能设计、结构设计、外观和色彩设计、建模、三维造型、装配、CAM 等整个活动和过程。在这个新的创新思维培养模式中,以实际产品的构建和创新设计作为学生思维培养的切入点,把传统的二维图形思维训练为主的模式转变为以三维图形思维训练和产品创新设计为主的思维培养模式。即通过逆向思维的方式,对学生进行“产品功能构思——产品尺寸、公差、技术要求等设计——产品三维模型构思——产品三维图形绘制——产品二维图形转换——产品二维图形思维”的训练,使学生的思维模式发生根本性的转变,满足“产品创新设计”时代的要求。

下面以基于工程图学的创新思维培养模式中的“启瓶器”设计为例,说明学生是如何把二维图形思维训练转变为三维图形思维训练,实现产品

创新设计的。该题目对“启瓶器”的设计提出既要使设计出的产品满足功能要求,又要在已有的众多产品中具有一定的竞争力的要求。学生从任务的接受到产品的形成,接受了“形象性表象-联想-想象”的形象思维阶段、“概念-判断-推理”的逻辑思维阶段、“多向-求异-灵活”的发散思维阶段和“功能-结构-产品”的产品构建思维阶段等多级思维阶段的训练。这几个阶段紧密联系,相辅相成,互为补充,使学生较好的实现了由图学思维向产品构建思维过渡的训练,如图 1 所示。通过这种带有创新特点的工程图学思维模式的培养,学生的创新思维能力和产品创新能力得到很好的训练和强化。

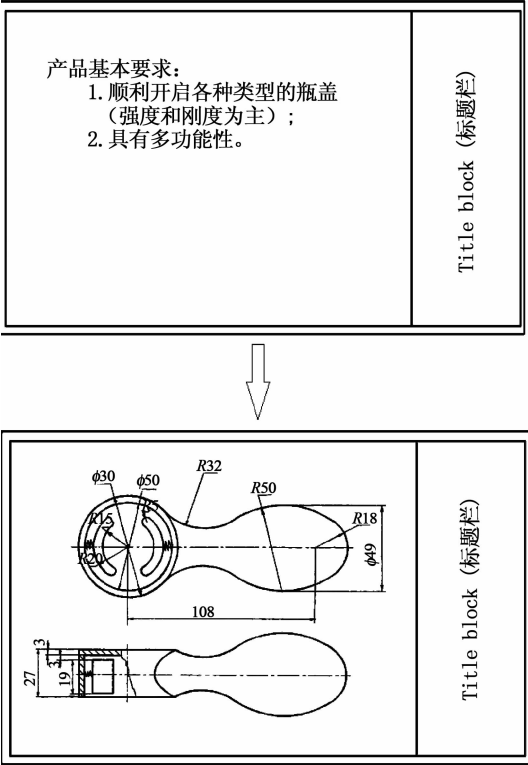


图 1 启瓶器设计练习作品

Fig. 1 Design practice work of bottle-openers

3 工程图学表达手段创新

传统工程图学培养模式大都是直接从点、线、面入手讲解立体投影理论,学生缺乏立体感和空间想象思维的基础,学习、应用投影理论时常常会感到很困难,为此,从改革工程图学设计表达手段入手,构建了以三维建模设计思想为出发点,以投影理论为中心,以三维立体成型理论为基础的工

程图学设计表达手段新体系,即以三维设计软件为主、手绘草图为辅,构建三维建模设计表达手段新平台。具体做法是在学生掌握投影理论后,精简零件图、装配图等内容,加强三维构型设计的训练。如在组合体构型设计教学中,通过三维建模软件建立简单体三维模型,并通过布尔运算、拉伸、旋转、扫掠、放样等造型方法得到组合体的不同构型,如图 2 所示。这种设计表达手段的创新,学生不仅可以快速建立空间立体概念,而且对学生空间思维与创新设计能力的提高有积极的促进作用。

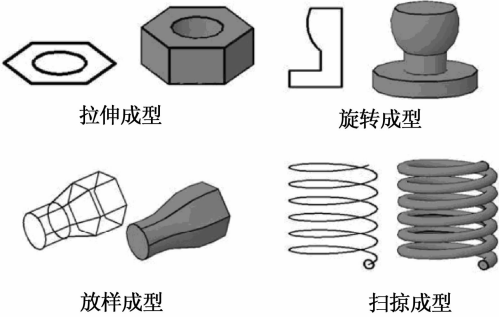


图 2 三维立体成型方法案例

Fig. 2 Examples of 3D stereo-shaping methods

4 基于机械创新能力培养的工程图学培养模式应用

传统的工程图学学生能力的培养模式过多的把学生禁锢在完成老师按教学大纲或习题集布置的相关练习上,使学生的学习兴趣、创新灵感和创新能力受到极大的限制。基于上述思考,在基于机械创新能力的工程图学教学模式中,引入个性化设计模式、项目引入设计模式、项目组设计模式等创新能力培养模式,激发学习兴趣,启迪创新灵感,培养学生的机械创新思维和机械创新能力,取得良好成效。

4.1 个性化设计模式

个性化设计模式是基于工程图学的培养模式中最能体现学生个体创新思维能力与创新设计能力的培养模式,是在工程图学课程体系学习的基础上,注重个人能力体现的培养模式,其主要内容为个体思维能力、个体设计能力和个体创新能力的训练。个性化设计模式除了帮助学生个体掌握扎实的基本功外,更加凸显学生个体的创新思维能力和创新设计能力的培养。以立体构型作业为

例,作业以“淋浴喷头”为题进行立体构型设计,但老师只给出喷头必须满足的功能,而不规定“淋浴喷头”的具体形状、尺寸和色彩等,让每个学生的大脑都跳出普通事物的常规认识带来的束缚,学生可以根据个人的兴趣、特点和思维结果自由选择要设计的产品,完成“淋浴喷头”设计和设计图的绘制。通过这种独立而又自由的思维与设计模式,充分挖掘与拓展学生的创新思维能力,培养学生的创新意识,提高学生的创新设计能力。下面是“材料成型及控制工程”专业某班学生在立体构型练习时,引入的某一跨国淋浴设备公司为适合在欧美市场销售的配套“淋浴喷头”的案例,由于喷头是一个较为简单而又独立的产品,因此,要求每个学生能根据欧美人的性格特点和消费能力进行独立思维、独立设计,同时要求设计的喷头在满足使用功能的同时,注重产品的新颖性和奇特性。根据这些要求,每位同学都积极调研,认真构思,反复修改,经过“图学思维——产品构建思维——产品设计——企业论证——反馈修改”过程,设计出了一批较好满足市场需求的淋浴喷头产品,如图3所示。其中一些作品被企业选中,出口欧美市场。



图3 喷头设计作品  
Fig. 3 Design work for sprinkler heads

### 4.2 项目引入设计模式

项目引入模式主要是根据教师科研、工厂生产和市场需求等实际项目,以项目为导向,以实际需求为依据,让学生走出课堂,通过广泛的社会调研,寻求既感兴趣又符合项目要求的实用产品,运用个性化设计理念进行创新思维与设计,画出产品的设计图样,通过比对,确定所要设计的产品。

可见,项目引入设计模式不仅将原来统一规定的单一几何作图练习改变为开放式的机械产品创新设计,而且让学生尽早接触生产实际,激发学生的学习兴趣。在项目引入设计模式中,学生的思维是开放的,学生可以根据个人的兴趣和特点自由选择要设计的产品。

以第二届全国大学生机械创新设计大赛项目为例,大赛主题为“健康与爱心”,内容为“健身机械、康复机械、助残机械、运动训练机械等机械产品的创新设计与制作”,方式为自选题方式,要求所有参赛作品必须与本次大赛的主题和内容相符。这是一种典型的项目引入设计模式,参赛学生拿到赛题后以大赛主题和要求为导向进行调研、思维、分析、设计,每个学生都设计出多种方案,通过对设计方案的分析、比较,最终选定了既能用于专业选手日常训练,也能让划船运动爱好者享受到划船乐趣的健身器械——多功能划船训练模拟器,如图4,作品最后获得福建省一等奖和全国总决赛三等奖的好成绩,而且作品还被一出口企业选中,推向欧美健身器材市场。



图4 多功能划船训练模拟器作品  
Fig. 4 A training simulator of multi-functional boat rowing

### 4.3 项目组设计模式

项目组设计模式是在基于工程图学的培养模式中,针对项目要求,通过组成设计团队来完成设计任务的模式。在这个过程中,既有项目引入设计模式,又有项目组成员的个性化设计,同时团队的合作与优势得到充分的发挥,团队在“项目引入——图学思维——作品构建思维——作品设计”的整个创新设计过程中,团队每个成员都能准确、及时地交流信息,相互启发、取长补短,缩短设计周期,保证作品设计质量,完成设计任务。整

个设计过程体现了多主体性、协同性、共同性、灵活性和创新性等特点<sup>[4]</sup>。

以全国三维数字化创新设计大赛为例,大赛以“推动三维数字化技术普及、提升自主创新能力”为主题,以“三维数字化”和“创新设计”为特色,要求首先是实用创新的设计活动,同时必须基于三维数字化技术平台或使用三维数字化技术工具实现,并且体现现代三维数字化设计方法与流程,最终以三维数字化形式表现设计结果,评审标准包括视觉美观性、工程实用性、技术复杂性、设计创意性等因素。从这些要求可以看出,大赛不仅把提交作品的创新性作为评判的主要依据,而且对作品涉及的科技水平、复杂程度、合理性和完整性等也有明确的要求,即如此庞大的作品必须有一个强大的设计团队才能完成。参赛团队在认真分析大赛要求的基础上,经过“构思—分工—构建—模拟—动态交互—重构—产品”的团队创新思维与设计模式,确定智能型太空探测车作为参赛作品,团队每个成员都承担一部分的设计任务,通过交互、重构等环节,形成的最终设计如图 5。

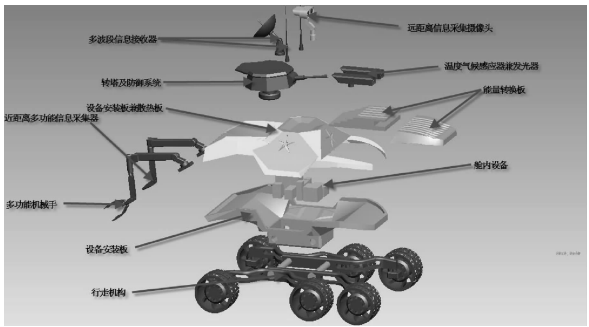


图 5 智能型太空探测车作品  
Fig. 5 Design work of intelligent space rover

从图 5 可以看出,该作品包括了十几个部件、几百个零件的构思与设计,是一个较大的作品。为使设计的作品在竞赛中脱颖而出,作品突出了功能性、新颖性和创新性设计,设计了能量接收转化器、360°全方位多角度的全息探测仪、多功能探索器、气体采集器、信息与通信装置等等装置与系统,以扩大探测车的功能,以满足太空生物工程学、地质学、气象学等方面研究的需要。作品设计过程中采用了较多的高端设计软件,如 AutoCAD、PRO/E、UG、MasterCAM、PhotoshopCS3 简体中文版、office2003 完整版办公软件、Sanglt - V9. 13 汉化版、hypershot1. 92、屏幕录像专家 7. 5、光影魔术手、斯沃仿真系统软件 V6. 20 等,以及相关的集成技术,可见,这是一个庞大的工程,需要有一个强大的团队才能完成。最后经过团队的通力协作,作品获得福建赛区特等奖和全国总决赛二等奖的好成绩。学生在项目组设计模式中创新思维能力、创新设计能力和团队精神都得到很好的强化训练。

5 结论

工程图学是工科类学生机械创新设计能力培养的基础,也是学生表达创新能力的基本手段。通过对“材料成型及控制工程”专业工程图学课程体系的重构,提出“图学思维能力 + 产品构建思维能力”的工程图学思维培养新模式,构建基于三维建模设计表达手段新平台,同时对个性化设计模式、项目引入模式、项目组设计模式等培养模式进行了深入的研究和实践。实践证明,通过上述改革,学生的思维能力和机械创新设计能力得到很大提高,为高素质创新型人才的培养奠定良好基础。

参考文献:

[1] 童秉枢. 图学思维的研究与训练[J]. 工程图学学报, 2010(1): 1 - 5.  
[2] 杜威. 我们怎样思维·经验与教育[M]. 姜文闵, 译. 北京: 人民教育出版社, 1991.  
[3] 张大均. 教育心理学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1999.  
[4] 郭幼丹. 基于协同设计的塑料模具设计[J]. 龙岩学院学报, 2005(6): 44 - 46.

(责任编辑: 陈雯)