

“混合式”工程图学课程研究

史艳红, 刘华洲

(郑州铁路职业技术学院机电工程系, 河南 郑州 451460)

摘 要: 分析了引入三维建模、二维计算机绘图的工程图学课程特点, 比较了国内各高校所采用的 3 种教学模式的优点和不足, 提出了“混合式”工程图学课程的实施原则, 并制定了具体的实施方案。着重从平面图形、基本体、组合体、零件图和装配图等几个方面对三维建模与工程图学融合的切入点和教学设计进行了论述, 并以 120 学时为例, 介绍了融入三维建模的工程制图的教学内容和教学安排。

关 键 词: 工程图学; 教学改革; 混合式; 融合

中图分类号: TB 23

DOI: 10.11996/JGj.2095-302X.2017050785

文献标识码: A

文 章 编 号: 2095-302X(2017)05-0785-04

Research on Hybrid Engineering Drawing Curriculum

SHI Yanhong, LIU Huazhou

(Department of Mechanical and Electronics Engineering, Zhengzhou Vocational College of Railway Technology, Zhengzhou Henan 451460, China)

Abstract: This passage analyses the features of engineering drawing curriculum which introduces 3D modeling and 2D computer aided drawing, compares pros and cons of three teaching models adopted by domestic universities, and puts forward principles and implementation scheme of “hybrid” engineering drawing curriculum. This passage puts emphasis on points of penetration and instructional design of integration of 3D modeling and engineering drawing from plane figures, elementary units, assemblies, parts drawing and assembly drawing. Teaching materials and arrangements are proposed, taking the 120-hour course as an example.

Keywords: engineering drawing; teaching reform; hybrid; integration

随着制造业信息化工程的发展, 三维 CAD 在工程设计中的广泛应用, 工程图学的教学体系和教学内容也在发生着深刻的变革。早在 2005 年教育部高等学校工程图学课程教学指导委员会在其新修订的教学基本要求中, 就将“应用绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的能力”并列地列入到工程图学任务中。十多年来, 各个学校在将三维建模引入到工程图学课程中作了一系列的改革和实践, 取得了很多经验和成果。清华大学童秉枢教授将各院校引入三维建模后的课程体系归纳为“主线式、分段式和独立式”^[1]3 种模式, 主线式的特点是以融合的方式

将三维建模贯穿于工程图学教学全过程, 贯彻二维、三维并重的思想; 分段式的特点是不同学期不同内容的分阶段教学, 体现三维建模的引入, 形成一种新的课程体系; 独立式的特点是将三维建模作为一门课程, 独立开设。北京理工大学的张京英教授将这 3 种模式形象地称之为“外挂式、分段式和融合式”^[2]。作者通过阅读大量文献及教学实践, 在如何处理好三维建模、二维计算机绘图与工程图学之间的关系, 实现投影理论、二维工程图和三维模型、手工绘图和二维计算机绘图等内容合理性整合方面进行了研究。

收稿日期: 2017-03-04; 定稿日期: 2017-04-22

基金项目: 河南省软科学研究计划项目(162400410560)

第一作者: 史艳红(1968-), 女, 河南民权人, 副教授, 本科。主要研究方向为工程图学及机械 CAD。E-mail: wodejxzt@163.com

1 几种模式的工程图学课程比较

(1) “融合式”模式的特点是三维建模与二维计算机绘图完全融入到工程图学中, 二维工程图和三维模型、手工绘图和二维计算机绘图结合的非常紧密, 完全融合在一起, 但是缺点是无论是传统工程图学、还是二维计算机绘图或者三维建模都缺乏系统性, 学生的注意力在三者之间来回转换, 影响知识的连贯, 且不容易实施。

(2) “分段式”模式是将制图、二维计算机绘图和三维建模分成几个阶段, 不同的学期安排不同的课程内容, 共同形成一个新的工程图学体系。其特点是无论对于传统工程图学来说, 还是二维计算机绘图或者三维建模, 都是独立的、系统的, 便于教学组织, 但是缺点是结合不够紧密, 无法体现三者之间的关系。在教学过程中, 尤其在组合体读图时, 为了增强直观性, 教师往往把物体的三维模型通过多媒体演示出来, 学生常常会表现出来浓厚的兴趣, 迫切希望掌握软件的使用, 但是三维建模却不能同步跟上。

(3) “外挂式”模式和“分段式”模式相比具有同样的特点, 只是课程性质不同而已, “外挂式”是将二维计算机绘图和三维建模各自作为一门独立的选修课或必修课单独开设, 在时间安排上更加灵活。

根据分析, 3 种模式各有特点。为保证课程的相对完整, 同时又体现三维建模与工程图学的融合, 结合“融合式”和“分段式”模式的优点, 本文提出了“混合式”模式。“混合式”模式是将工程图学分为 2 个阶段, 第 1 阶段为融入三维建模的工程制图, 第 2 阶段学习二维计算机绘图。

2 “混合式”工程图学课程的实施原则

2.1 三维建模融入工程图学的原则

三维 CAD 具有先进性, 三维模型是工程领域中物体的一种重要表达方式, 但是由于三维模型的局限性, 二维图形在表达上比三维图形更加清楚和准确, 且易于标注尺寸和满足技术要求, 二维工程图形是传统的, 大家公认的设计信息的一种表达方式^[3], 现阶段三维模型仍需要与二维表达相结合, 互为补充。而且一门课程的改革还要考虑与后续相关课程的衔接, 因而投影理论和二维工程图依然不能抛弃^[4]。引入三维建模后的制图课程教学内容仍然以二维为主^[5], 培养学生的空间想象、空间思维能力, 三维建模为辅, 要服务于二维, 旨在解决建模的方

法。教学中重点是如何将三维建模准确的引入和适时的应用, 引导学生的注意力集中在投影理论和二维工程图, 而不是三维建模, 至于三维建模软件可以根据需要选用 SolidWorks、SolidEdge、PRO/E、Inventor 等, 因为只要掌握了一种三维软件的基本操作, 就可以在 CAD/CAM 等后续相关课程及工作中尽快地熟悉并应用各种三维软件。

2.2 二维计算机绘图引入的原则

手工绘图、二维计算机绘图是二维绘图的 2 种方法和手段, 除手工绘图外, 学生还应具备二维计算机绘图技能。三维建模虽然可以直接生成二维投影图, 但是得到的投影图不符合国标, 修改将需要使用专门的二维绘图软件。如将二维计算机绘图和手工绘图同时介入, 就是前述的“融合式”模式, 会略显零乱。因此对于二维计算机绘图的处理应当是学生在掌握了投影理论及手工画图的基础之后, 再单独学习二维计算机绘图, 学习 AutoCAD 软件的使用, 通过三维软件与 AutoCAD 的数据转换, 将三维建模中生成的二维投影图在通过 AutoCAD 编辑为符合国标的二维工程图。由于学生之前已经具备了计算机三维建模的能力, 就会在学习二维计算机绘图时更加易于上手。

3 “混合式”工程图学课程的实施方案

3.1 融合的切入点和教学设计

在将三维建模与工程图学融合的过程中, 在哪里切入, 怎样切入很重要, 既要保证投影理论和二维工程图体系的完整, 又要体现三维模型表达的重要性及其辅助功能。教学设计从三维形体入手, 围绕“形体表达”, 将二维投影图作为和三维模型同等的表达方法介绍^[6], 既体现从三维形体到二维投影图正向画图能力的培养, 又体现从二维投影图到三维形体逆向真实再现读图能力的培养, 三维建模贯穿于教学全过程, 进行深度融合。

(1) 平面图形中的应用。在工程图学中, 平面图形的绘制是相对独立的部分, 也是手工绘图和三维建模的基础, 完成手工绘制平面图形作业之后, 就可以引入三维建模, 介绍软件的基本操作、建模原则和草图的绘制。学生在课程学习开始就能掌握手工和计算机 2 种方法绘制平面图形, 很容易对制图产生强烈的学习愿望。

(2) 基本体中的应用。二维投影图和三维模型是物体的两种表达方法, 人们在设计构思的时候, 头

脑中直接出现的是三维形体,考虑到人的思维习惯,在学习基本体时,首先通过拉伸、旋转、放样基本特征命令创建基本体的三维模型,使学生掌握三维建模的基本方法,对立体概念有直观的认识,并通过构型练习,培养学生的创新能力。回转体的建模常常采用旋转特征,旋转特征的建模过程遵从了回转体的形成过程,易于学生理解回转体的形成,在绘制完母线和轴线之后,模型立即形象地展现在自己面前,然后通过不同方向观察物体得到正投影,引出基本体的三视图,实现从三维模型到二维投影图两种表达方法的转换。通过多视口设置,可以使学生直观地理解立体与三面正投影的对应关系,加深对投影理论的掌握,便于图物对照,更好地建立空间概念,能起到很好的教学效果。

(3) 组合体中的应用。在对组合体进行画图、读图及尺寸标注时,常常要运用到形体分析法,而组合体建模也要采用形体分析法,例如轴承座建模,首先应根据形体分析法分解为底座、圆筒、支撑板及肋板4个部分,然后按照4个组成部分建立特征,最终完成轴承座的模型。因此在学习组合体的形体分析之后,引入三维建模是一个很好的切入点,再通过基体的叠加和切除,圆角、倒角、筋板等特征编辑及阵列/镜向等功能的使用,使学生掌握三维建模的思路和方法,增强对组合体构型方法的理解,树立形体分析的概念,减少在画图、读图过程中的盲目现象。然后仍然是由体到图,手工绘制组合体三视图、轴测图,并标注尺寸,培养学生正向画图能力。由于学生缺少实践经验,尺寸标注历来是难点,但是组合体精确建模过程中尺寸的应用,对学生理解尺寸标注的有关规定能够起到很好的帮助作用。制图中组合体读图既是重点也是难点,学生在作业过程中遇到看不懂的图,势必会想到刚刚学过的三维建模,建模过程正是学生读图过程的真实再现,“想到即见到”,模型立即在自己面前“活”起来了,易于调动学生的积极性,同时使学生进一步熟悉三维软件的使用,体现了三维模型服务于二维图形成读图的辅助手段,能够更加直观地检验学生的读图能力,培养空间想象能力,体现三维建模与工程图学的深度融合。

(4) 零件图、装配图中的应用。学习零件图时,可以引入根据零件模型生成工程图的操作,由于后续课程还要学习二维计算机绘图,在此只是介绍生成工程图的方法,至于在工程图环境下对于零件图的编辑不必介绍太多,此部分仍以手工绘制零件图为主,这也是二维计算机绘图的基础。读零件图,

可将零件建模作为辅助读图手段,一方面使学生巩固零件建模的技能,另一方面为下一步的装配打下基础。标准件及常用件,可以通过设计库引入标准件插件及齿轮插件的调用方法。装配图中,引入装配建模模块,通过插入零部件及添加配合关系,完成零件的装配,再通过剖切视图,能够使学生更加直观的了解零件之间的装配关系及装配体的工作原理,提高学习兴趣,实现更加深度的融合。为了保证制图知识的连贯,零件图、装配图中三维建模的引入分别放在章节最后,又由于学时有限,教师要精心设计,零件建模应与装配建模内容一致,并力求代表性及全面性,如装配建模是齿轮油泵,那么零件建模练习也应选用齿轮油泵中的零件,以便装配时直接调用。装配过程中,可以通过小组成员之间的分工合作,培养学生团队意识和协调能力,同时通过装配体的完整建模及装配,学生能够对三维建模软件的学习更加系统,并为后续的课程设计和毕业设计及在今后的工作岗位中更好地发挥作用。

3.2 融合后的教学内容和教学安排

三维建模融合到工程图学,不是简单的拼凑,相应的制图课程的教学内容和教学安排需做出相应的调整,避免顾此失彼。

万事开头难,学生在学习三维建模草图的绘制中,刚刚接触三维软件,对软件的基本操作不熟悉,而且草图中约束的概念也不好理解,学习起来比较费力,问题较多。因此加强对平面图形尺寸和线段分析的练习,这有利于学生掌握平面图形的尺寸标注,同时要加强对上机辅导,三维草图部分的学时不宜太短。

根据学生具体情况,理论以够用为度,如果点、线、面内容今后接触不多,可以不单独介绍,根据需要放在物体中讲授,截交线、相贯线难度也适当降低。

组合体是比较复杂的物体,要加大三维建模练习力度,经过这一阶段的练习,使学生掌握三维建模的思路和方法,具备复杂物体三维建模能力,之后就可以在识读组合体三视图及零件图过程中,作为读图的辅助手段。

三维建模中各种标准件及齿轮的调用比较简单,不再单独占用学时,而是根据内容需要穿插在教学当中。

考虑到三维建模融入工程图学的原则,三维建模部分只需要学习零件建模、装配建模、生成工程图3个模块的基本操作。

本校机电类专业的工程制图课是学校的精品资源共享课程,学时较多共计 148 学时,其中第 1 阶段为融入三维建模的工程制图,安排在第 1 学

年,共计 120 学时,第 1 学期 60 学时,讲到组合体;第 2 学期 60 学时,从图样画法开始,通过不断的实践和总结,形成了表 1 所示的教学安排。

表 1 融入三维建模的工程制图教学安排

教学内容	理论学时	三维建模的融合	三维建模学时	作业要点
平面图形的绘制	8	手工绘制平面图形⇌三维草图绘制	6	1. 手工绘制平面图形 2. 上机绘制三维草图
投影法与投影图	2			了解投影法及投影图的分类
基本体	4	基本体三维建模⇌基本体三视图、轴测图	4	1. 上机自由构型练习 2. 手工绘制基本体三视图、轴测图
组合体、截交线、相贯线	28	组合体的形体分析⇌组合体三维建模⇌画组合体三视图、轴测图、尺寸标注⇌读组合体三视图	8	1. 组合体上机建模练习 2. 测绘、手工绘制组合体三视图、轴测图、标注尺寸 3. 识读组合体三视图,三维建模辅助图样表达方法练习,三维建模辅助
图样画法	12			1. 测绘、手工绘制零件图
零件图	16	画零件图⇌读零件图⇌根据零件模型生成二维图	6	2. 识读零件图,三维建模辅助 3. 零件上机建模练习并生成二维图
标准件、常用件	10	根据需要引入标准件及齿轮插件的调用		手工绘制标注件及常用件
装配图	12	画装配图⇌读装配图⇌装配体建模	4	1. 手工拼画装配图 2. 识读装配图,三维建模辅助 3. 装配体上机建模练习
总计	92		28	-

3.3 二维计算机绘图的教学安排

二维计算机绘图在第 3 学期单独讲授,主要从平面图形、三视图、零件图和装配图的绘制 4 个方面组织教学,具体学时及教学安排根据需而定,在此不再论述。

“混合式”工程图学课程以二维为主,三维建模为辅,侧重的是融合的切入点和合理的教学设计,教学设计从三维形体入手,从“体”到“图”,再从“图”还原“体”,三维建模贯穿于画图及读图的全过程,手工绘图之后再单独学习二维计算机绘图,课程体系主辅分明,教学安排既有融合又考虑了不同阶段的内容设置。

4 总 结

通过在多学时的机电类专业中开展“混合式”工程图学课程改革,极大地提高了学生学习工程制图课程的兴趣和学习热情,学生的读图、画图能力及图学软件的应用能力,相比改革之前都有了很大提高,一方面实现了既定的教学目标,另一方面满足了后续课程的要求,后续相关课程的教师也深有感受。同时,在组织学生参加的全国图学大赛中无论团体还是个人也都取得了较好的成绩。

引入三维建模、二维计算机绘图的工程图学课程中,关键是要摆正三维建模与二维绘图二者的位置,处理好手工绘图与二维计算机绘图之间

的关系,设计一个合理的工程图学课程教学内容和教学安排,既保证课程的相对完整性,又能体现三维建模与工程图学的深度融合。当然今后要想深入的开展教学改革,学校首先要给与政策上的支持,保证一定的教学学时,同时硬件设施要能够满足工程图学课程中引入三维建模、二维计算机绘图的教学需要,再者教材建设也要同步跟上,应与教学内容相匹配。

教学改革是一个循序渐进的过程,随着科技的发展,三维 CAD 技术的不断进步,课程改革也需要在实践中不断地摸索和改进,以适应社会对图学不断发展的需求。

参 考 文 献

[1] 童秉枢, 易素君, 徐晓慧. 工程图学中引入三维几何建模的情况综述与思考[J]. 工程图学学报, 2005, 26(4): 130-135.

[2] 张京英, 罗会甫, 张彤, 等. 三维造型设计与工程图学的有效融合[J]. 工程图学学报, 2010, 31(6): 151-154.

[3] 江彦. 对话, 才刚刚开始[J]. 现代制造, 2003(30): 54-55.

[4] 王飞. 以三维设计为中心的图学课程改革[J]. 北京邮电大学学报: 社会科学版, 2004(4): 57-60, 80.

[5] 叶军, 孙根正. 三维建模引入制图课程的改革研究[J]. 工程图学学报, 2008, 29(2): 168-172.

[6] 王运巧, 刘静华. 全面整合三维 CAD 技术的工程图学国际化教学改革实践[J]. 大学教育, 2017(3): 20-23.