

复杂工程问题建模能力培养初探——以《工程图学》为例

杨新俊 王东祥 杜继芸 袁方洋

(江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 面对工程教育认证下, 过程装备与控制工程专业中解决复杂工程问题能力中构建物理模型能力的培养需求, 针对《工程图学》课程教学现阶段存在的问题开展教改探索, 以流程领域的典型装备系统为例, 建立典型的设计模型库, 打通课程间培养通道, 同时结合课外竞赛, 实现该专业学生复杂工程问题建模能力的培养。

关键词: 工程教育认证; 工程图学; 复杂工程问题

工程教育认证是基于学习产出的教育模式 (Outcomes-Based Education, 缩写为 OBE) 被认为是一种教育范式的革新, 其核心在于培养学生解决复杂工程问题的能力。对于过程装备与控制工程专业而言, 其培养方案指出, “能够针对过程装备与机械领域的复杂工程问题, 开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具, 包括对复杂工程问题的预测与模拟, 并能够理解其局限性。”

对于复杂工程问题而言, 建立合适的物理模型是非常关键的环节, 而几何模型的建立则是构建物理模型的基础; 培养建立几何模型的能力是解决复杂工程能力培养的基础。在大学本科培养阶段, 《工程图学》以及实践环节《零部件测绘》是相关能力培养的核心课程。在现代工业生产过程中, 机械类专业的工程问题所面对的研究对象是日益复杂的结构和系统, 传统的课程教学中, 《工程图学》内容主要培养零件图和装配图的绘制能力以及三维建模能力, 而《零部件测绘》实践环节主要是模型测量、绘制标准图纸的能力的培养。这门课程, 实践性比较强, 但是教学内容中涉及的模型还是较为传统的一些机构, 比如千斤顶、阀门、齿轮泵, 缺乏现代工业中一些复杂系统、复杂结构、复杂特征的建模的训练, 无法实现工程教育认证中学生建立复杂物理模型能力的有效培养。

一、工程教育专业认证对《工程图学》课程教学的指导意义

工程教育专业认证是衡量工程教育质量的一项重要标准, 对于确保高质量的《工程图学》课程教学具有深远意义。首先, 工程教育专业认证能够促进《工程图学》课程的标准化和规范化。通过认证过程, 学校和教育机构将受到一系列标准和要求的约束, 必须按照认证标准进行课程设计、师资配置、实践教学等方面的改进。这可以确保工程图学课程教学的一致性和高水平。其次, 工程教育专业认证可以提升《工程图学》课程的教学质量和教学效果。认证要求包括师资力量、教学设施、教学资源等方面的评估, 学校需要投入更多的精力和资源来提升教学质量, 这将促使学校加强对师资队伍的培养和引进, 改善实验室设备和教学环境, 并提供更多的教学资源和支持。而这些改进, 将直接影响到工程图学课程的教学效果, 使学生能够更好地掌握和应用图学知识。最后, 工程教育专业认证也有利于学生的综合素质提升。认证要求通常包括学生的实践能力和团队合作能力的培养, 学校需要为学生提供更多的实践机会, 如实习、实训、项目开发等, 以便学生能够将理论知识应用于实践, 提高解决实际问题的能力。同时, 认证要求通常也鼓励学生进行团队合作, 培养学生的团队意识和协作能力。这些实践和团队合作的机会将对学生的职业发展和综合素质提升具有重要作用。

二、《工程图学》课程教学中存在的问题

工程图学课程作为一门重要的机械类专业基础课程, 在现代工业生产与设计发挥着不可忽视的重要作用。然而, 目前工程图学课程的教学存在一些问题, 需要我们关注和解决。

一是缺乏与实际工程问题的联系。当前的工程图学课程往往注重理论知识的讲解, 而忽视了与实际工程问题的结合, 学生在学习过程中往往很难将所学的知识应用到真实的工程项目中, 导致理论与实践之间的脱节。二是缺乏足够的实践训练机会。工程图学课程是一门高度实践性的课程, 但从目前的教学安排来看, 很多教师往往更注重理论讲解和课堂练习, 缺乏真实工程项目的实践训练机会, 致使学生缺乏对真实工程问题进行建模和解决的实际经验, 这就容易让他们在面对实际工程项目时缺乏自信和能力。三是教学内容过于繁杂。现有的工程图学课程往往内容庞杂, 包括各种图形的绘制、投影方法的掌握以及标准符号的记忆等, 学生通常需要花费大量时间和精力去学习这些内容, 导致其对核心概念和实际应用的理解不够深入。四是缺乏针对性的教学方法。教师在传授工程图学知识时, 往往采用统一的教学方法和教材。然而, 不同学生的学习能力和兴趣各有不同, 这就需要我们能够采用个性化的教学方式、选择合适的教材来满足他们的需求。当前的教学方法忽视了学生的个体差异, 无法更好地激发学生的学习兴趣和学习动力。

三、培养学生建模能力的必要性

(一) 满足行业发展的需要

我国现代工业生产如今已经逐渐迈向了自动化、智能化发展的新时期, 从目前来看, 我国的工业行业发展也开始应用三维立体软件进行设计和管理。但是相较于行业的发展, 当前的《工程图学》教学内容是比较落后的, 这不但会影响学生的职业发展, 也在一定程度上阻碍了现代工业企业的转型和升级。除此之外, 三维模拟软件、VR 技术等在现代工业生产中的应用, 都要求相关工作人员具备一定的三维建模能力。由此可见, 加强对学生复杂工程问题建模和设计能力的培养, 使其在学校里就能掌握最先进的现代工业生产三维设计软件, 往往更容易实现专业教学与行业发展的接轨, 这就能为学生今后的职业发展打下良好的基础。

(二) 学生实践能力培养的需要

《工程图学》作为机械类专业的一个核心课程, 有着较强的实践性。在新时代背景下, 机械类专业的工程问题日渐复杂, 传统的《工程图学》课程教学更注重培养学生零件图和装配图的绘制能力。但在实践教学方面, 大部分学校都是在课程教学结束以后, 组织学生到合作的企业进行生产实习, 以实现对学生的实践能力和知识应用能力的培养。但是, 由于现代机械类专业的工程问题越来越复杂, 只靠这短短的实习时间是没办法充分掌握并熟练应用

相关技能的,这就容易导致课程的理论教学与实践教学出现脱离现象。而利用现代化软件培养学生的建模能力,可以让学生通过观察三维建模过程来了解现代工业生产和设计的实际过程,也能帮助他们更直观地掌握工业生产工艺生产流程,这既是培养学生实践能力的有效手段,同时也是作为课堂理论教学和现场实习教学的重要补充。

(三) 机械工程特点的需要

传统的《工程图学》课程教学大部分都是以二维形式(三视图)的方法来表达机械零部件与设备整体的空间立体关系的,对学生的空间立体思维能力有着较高要求,所以,这对于那些空间立体思维能力较差的学生而言,想要学好这门课程的知识点就只能死记硬背,从而导致他们对知识的灵活应用能力不足。而如果我们可以在实际的授课过程中引入三维立体动画、仿真模型、实物模型等辅助教学用具,向学生们直观地展示其空间立体关系,帮助学生增强对机械设备的整体认知和对结构细节的深度了解。

四、改革举措初探

针对上述问题,拟对《工程图学》以及其实践环节《零部件测绘》进行教学改革,采用项目式教学方式,针对过程装备与控制工程领域的典型系统,建立典型的设计模型库,打通课程间培养通道;同时结合课外竞赛(先进成图技术创新设计比赛、互联网+节能减排、过程装备实践与创新大赛),实现学生复杂工程问题建模能力的培养,具体如下:

(一) 多手段建模方式的教学及软件应用能力的培养

在《工程制图》的教学过程中,除了传统参数化的建模理念,以及相应建模软件 CREO 的讲解外,采用 6-8 个学时介绍新的直接建模理念;同时简单介绍直接建模软件 Spaceclaim,让学生体会不同的建模理念,以及各自的优缺点;提供相应的学习视频、教程等资料,督促课外自主学习,熟悉该类方法及基本掌握对应软件的应用,丰富建模手段,为后续课程的学习以及建立复杂几何模型能力打下基础。

(二) 面向流程工业,建立教学用典型设计模型库

针对流程工业中过程装备的特点以及典型单元操作、设备的结构,例如传质单元、过滤单元、换热单元、罗茨泵、MVR 等构建典型几何模型;在《零部件测绘》实践环节,作为课程教学、学生实践的讲解、练习对象,培养学生曲面等复杂对象建模能力,以及团队合作搭建复杂几何系统的能力。在此基础上逐步丰富上述模型并形成设计模型库。并通过相应的学习,丰富学生的知识体系,了解专业特点,同时以实际应用为导向,实现复杂模型建立能力的高效训练。

(三) 以建模能力为主线、以赛促学,打通不同课程、实践创新环节培养通道

通过创新实践、课外竞赛等例如:先进成图技术创新设计比赛、互联网+节能减排、过程装备实践与创新大赛等,进一步提提升学生建模能力,巩固学习成果;同时在竞赛、实践环节阶段,有意识引入数值分析等现代设计仿真手段,强化该阶段的建模、修模能力,为后续高年级课程学习打下基础,打通数值分析类课程《计算流体力学》《有限元》等教学环节,为学生综合能力的培养夯实基础。

(四) 更新专业知识,增强教师自身素质

与二维图形相比,三维立体模型在《工程图学》的理论教学

与实践教学环节中更具有明显的优势,因此,在实际教学中,我们可以合理地引入 Spaceclaim 等建模软件,帮助学生更好地利用三维图形进行实践操作。而这个过程,显然对教师自身的专业素养提出了更高的要求,作为教师,我们理应做到与时俱进,及时了解、学习并掌握先进的建模设计与管理软件的应用方法,以便更好地为学生提供教学服务。

(五) 三维建模思想的制图教学改革

传统的《工程图学》课程在培养学生制图能力的过程中,更多讲解的是二维图形的绘制方法,而且很少与专业知识结合到一起。对于大多数学生而言,他们只是在课程设计、毕业设计等过程中才会利用专业的制图软件作为锻炼,但这个时候他们并没有专门的集中指导,因此,他们非常容易忽略制图环节中的注意事项和专业规范性,通常都是出现了问题,才会向指导老师求助。当然,也有极个别的学生自学过三维制图,但由于自身经验有限,他们在没有专业课教师的指导下,很难将三维制图与自己所学到的专业知识有机地结合到一起。因此,为了更好地培养学生面对复杂工程问题的建模能力,我们有必要结合具体的《工程图学》的课程特点对学生开展三维建模制图教学改革,通过在课堂上引入三维设计软件来培养学生对专业知识和三维软件的应用能力,以确保他们能够提前适应现代化工业企业的发展需求。

此外,由于《工程图学》课程有着较强的实践性,学生既要学好相关理论知识,也要熟练地掌握好其实践操作技能,对此,教师不妨积极开展任务驱动式的教学模式,通过任务驱动来培养学生的三维建模能力。其任务布置如下:第一,由教师向学生介绍三维设计软件,并让学生任意选择其中一个软件进行具体的建模设计过程;第二,由教师展示机械零部件的三维模型,并为学生布置相应的建模设计任务,以此来培养学生对复杂对象建模能力;第三,对学生的设计结果进行评价。

五、结论

针对工程教育认证要求下,复杂工程问题解决能力中构建物理模型能力的培养的需求,以《工程图学》课程教学现阶段存在的问题,从三个方面展开探索,提出多手段建模方式的教学及软件应用能力的培养,建立面向流程工业教学用典型设计模型库,以建模能力为主线、以赛促学,打通不同课程、实践创新环节培养通道三方面改革举措,从而实现过程装备与控制工程专业学生复杂工程问题建模能力的培养。

参考文献:

- [1] 张久庆.工程教育专业认证相关概念及主要协议解析[J].学理论,2021(33):262-263.
- [2] 刘展,许恩乐,曹兴,贾文广,段振亚.工程教育认证下过程装备与控制工程专业培养目标制订[J].教育现代化,2018(27):154-156.
- [3] 毛文武.面向工程认证的机制专业工程图学(一)课程教学探索[J].装备制造技术,2020(12):216-218.
- [4] 杨勇,勤游颖,赵大兴.以工程教育专业认证为导向的工程图学课程教学研究[J].中国现代教育装备,2019(15):35-37.

本项目获得“江南大学2021年教师卓越工程研究”项目支持。

作者简介:杨新俊(1985-),男,副教授,博士研究生,主要从事特种设备结构完整性及湿法粉碎技术研究。