

# 基于能力导向的本科工科专业基础课程教改研究

## ——以《工程图学》为例

吕长春

(中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083)

**摘要:**《工程图学》课程是面向工科类工程专业本科生开设的基础课程,注重对学生图形表达能力、空间思维能力和工程意识的培养。传统教学方法已经无法满足学生的发展需求,使得教学过程中出现学习环境固定、学生读图能力与画图能力不足等问题。随着教育事业的不断发展,新教学理念与新教学技术的出现,给工程图学教学改革提供了新的发展思路。对此,教师要注重对先进教学理念与先进信息技术的应用,结合行业能力需求提出基于能力导向的基础课程改革策略,针对学生的能力要求与培养需求进行整体规划,在教学目标、教材建设、教学设计、教学方法等方面进行改革。

**关键词:**能力导向;本科工程专业;基础课程;教改研究;工程图学

随着全球经济快速发展,社会与产业界对人才的能力与质量提出了更高的要求,工程环境的日益复杂,给我国工程教育带来了新的挑战。工程图学是工科工程专业的重要基础课程,目前多数学校在教学过程中过于注重对基本知识的传授,缺少结合学生解决复杂工程问题的能力需求进行合理设计。因此,我国本科院校要结合工程要求对人才培养模式与人才考核机制进行整体规划,吸收、学习国内外先进教学经验,开展教学改革工作,有效解决教学内容与工程实践相脱节的问题,进而提升教学效果和人才培养质量。

### 一、本科工科工程专业教育的时代背景分析

本科工程教育是高等教育的重要组成部分,本科工程教育的发展和国家战略发展规划有密切联系,同时和社会经济发展、社会优质人才培养也有直接联系。本科工程教育近年来为社会培养了大批优质工程人才,人才培养成果显著。但随着高等教育事业的快速发展,产业结构发生了巨大变化,行业对人才的要求也发生了变化,对人才结构与质量提出了新的要求,给本科工程教育带来一定挑战。

近年来国家对本科教育非常重视,教育部陆续出台各项建议,并指出新环境下本科学校要推动课堂教学革命,大力推进智慧教室建设,重塑教育教学形态。2018年教育部公布了“六卓越一拔尖”计划,计划中提出了对工科类学生科研能力与创新精神的新要求,并为参与项目研究提供了一系列有利条件,促进工科类学生

综合能力提升。在此背景下,与时俱进地开展教学改革工作尤为重要。

首先,课程是开展人才培养工作的关键所在,其质量水平直接影响人才培养质量。工程图学以图形为载体,以实现对工程界的信息表达、交流与传递,是工程技术人员必须掌握的“工程界的共同技术语言”,工程制图能力与模型交互能力是学生在当代的必备素质,研究教学改革对提升工程专业学生的实践能力具有积极作用。

其次,随着经济全球化的不断深入,国家和产业对人才的需求日益强烈,基础课程教改是对工程教育与国家战略规划的积极响应,为国家培养出更多的具有竞争力与创新力的工程人才。工程图学作为工程专业的重要基础课程,其课程体系要紧跟工程环境的变化,以此支撑社会经济与时代环境的飞速发展,构建出适应国家战略发展新需求的专业课程体系和课程内容。

### 二、本科工程教育实践教学模式的理论基础

#### (一)大工程观

“大工程观”是科学技术与非技术要素的融合共同体,其不仅注重工程技术本身,还将非技术因素融入到工程活动中,以此构架出完整的工程系统。随着科学技术的不断发展,现代工程系统表现出了多种技术的集合与综合。这一环境变化对工程教育提出了新的要求,不仅要求工程教育注重对学生基础知识与实践技能等方面的教育,还要培养学生融合相关知识的能力,使其可以将不同学科、工程系统与工程背景等方面的知识整合起来,并能够综合应用整体知识进行工程活动和解决复杂工程问题。

#### (二)全面工程教育观

全面工程教育观是结合社会文化发展、工程实践变革新形势等提出的理念,其倡导“全过程”“全包容”“全民”的工程教育,“全过程”体现在教育阶段方面,主张覆盖幼儿园到大学本科、研究生等各个阶段;“全包容”体现在内容方面,其包括综合技术与人文等各领域,注重培养学生多学科知识应用能力与解决实际问题能力;“全民”体现在对全体民众的影响方面,其注重体现工程教育的平民意识。将此理论引用到工程教育中,是指立足学生发展现状,注重对其理论基础与实践技能的培养,使其各学科能力得到同步发展,进而成为独立的学习者,具备自主学习的能力。

### 三、能力导向本科工科专业基础课程教改策略

#### (一) 以学生为主体的教学改革目标

工程图学课程的教学改革要以学生为中心,注重对学生实际解决问题能力的培养,一方面要结合学生能力需求对教学目标进行调整,通过合理配置教学师资与课程资源促使学生学习目标的达成,推进教学改革工作的进一步深化;另一方面要充分发挥考核体系的作用,借助反馈功能与总结功能提升学生学习效果。在教学目标设置过程中,教师不仅要结合课程内容设置专业知识目标与实践技能目标,还要设置学生工程图学综合运用能力目标,引导学生通过主动学习达到能够运用相关知识来分析解决复杂工程问题的目标。这些目标的设置能够为学生的毕业与从事相关工作奠定良好知识基础和工程基础。教师可结合“卓越工程师培养计划”设置教学目标,强调对学生工程创新能力的培养,注重与行业企业的联系,要求高校按照通用标准与工程行业标准设置课程目标,目的是向工业界输送顺应行业标准的高质量工程技术人才。工程图学课程作为工程专业课程体系中的重要组成部分,可通过图形对工程项目与工程产品相关信息进行表达,其实践目标要建立在实际工程项目基础上,结合相关理论基础与国家标准,设置绘制机械图样的教学目标,为后续课程设置提供导向。在实际教学中,教师可结合不同学期设置不同的教学目标,比如第一学期可设置绘制能力与读图能力的目标,促进学生工程意识提升;第二学期可设置能绘制复杂装配图、掌握各种工程零部件的绘制方式、熟练运用多种制图软件等目标;第三学期可设置解决复杂工程问题、借助软件对复杂机械产品进行建模分析等目标。

除此之外,教师还要结合教学改革要求设置教材建设目标,现有教材内容理论篇幅过多,已经无法适应当下教学需求。在教材改革过程中可结合国内外优质学校教材结构体系设置,按照学生个性化需求进行调整,主要体现在:一是知识内容,体现出课程内容的实用性与综合性,让学生在学习过程中可以获取多方向的工程知识,将学习重点放在实用设计方法与设计技巧上,而非传统理论概念。二是教材理念,体现出教材理念的开放性,在各章节中适当引进项目驱动、解题技巧等版块,促进学生开展自主学习。三是教学技术,体现出新兴技术的应用,结合技术发展适当将AR技术、动画内容等技术引进教材中,让学生可以扫描二维码获取延伸知识。四是教材应用,体现出教材内容的国际化,可适当添加国内外企业经典案例,对相关专业内容可以中英文形式出现,让学生了解国内外的制图标准,以促使学生适应全球化发展。

#### (二) 以实践为先导的课程教学方案

工程图学的传统教学存在一定不足,首先是授课间隔,传统教学主要以统一授课为主,其授课间隔时间不一,间隔时间长可

以留给学生足够的消化时间,但过长容易导致学生遗忘知识;间隔时间短可以帮助学生巩固知识,但过短会导致学生缺少足够的时间吸收。这就表明授课间隔出现对立的要求,会产生物理冲突。其次是教学方式,工程图学课程具有抽象性强、难度高等特点,传统教学主要以“上讲下听”为主,单一的授课形式对此课程的学习不利,难以有效培养学生的空间想象力与创造力。对此,教师要强化对授课时间间隔的合理控制,注重对授课方法的调整。工程图学的理论课程主要是引导学生结合图样对零部件的分析与表达,图样包括二维、三维等形式。实践课程主要是带领学生将图样零部件加工成实物,此课程具有较强的实践性,让学生通过亲自动手熟悉实际加工生产过程,有助于学生实践能力与创造力的提升。在此过程中,学生可以建立对机械制造基础流程的了解,认识到零部件加工的工艺方法与工艺过程,掌握各种工程机械设备与工程工具的使用方法,促进学生读图能力与技术能力的提升。如何将理论课程与实践课程有机结合起来,将理论课程中绘制的图样应用到实践训练过程,借助实践课程中的加工模型环节强化对理论基础的巩固,是目前教育工作者需要重点关注的问题。对此,教师可以结合课程间隔理论,使两门课程在时间上形成衔接,比如将理论授课环节集中在第一学期与第二学期学习,将实践训练集中在第二学期期末与第三学期。工程图学是专业基础课程,与后续的设计环节和制造实践有着紧密的联系,因此教师在教学方式选取上可以采取理实结合的全程教学模式,促使学生形成正确的图形表达能力,将图学课程放置于学生的教学全过程。

以“减速箱拆装”为例,在理论授课过程中,首先教师为学生设置实践任务,要求学生减速箱进行拆装与构型分析,帮助学生理解工程实际对减速箱的功能、结构形状需求等要点,进而将减速箱图样绘制出来,充分了解减速设备基本功能,为后续实践课程打下基础。在此过程中,教师按照立体三视图绘制——组合体与机件表达方法——零部件装配图的顺序进行教学,为学生介绍常见机械零部件的工作原理与结构、装配图的设计与表达。经过概念学习后,学生结合自身理解绘制相关图样,参考原有结构视图,适当增加技术要求,通过查阅相关国家标准绘制出完整的装配图。此教学环节有助于培养学生的手工绘图能力,掌握计算机绘图、公差标注、标准件画法等技巧。接着教师展示学生的绘制成果,并对学生的错误位置进行针对性说明。在实践课程中,教师组织学生以小组为单位完成减速箱的拆装,首先开展减速器各零部件设计教学,帮助学生掌握公差配合与测量技术。而后进行机械拆装,结合理论课程绘制的图样进行拆装。在此过程中,考虑到学生缺少工程背景,所绘制的图样或拆装的产品可能无法满足实际标准,教师可以对学生有针对性指导,促使学生不断完善绘制的图样,使设计图纸符合国家标准。从上述过程

可以看出,学生随着任务的进行可以不断掌握工程相关知识,以项目为导向,以减速箱制造为主线,实现图学知识的全过程观察,进而促进学生综合能力提升。

### (三)以多元为原则的课堂教学手段

随着教育事业的不断发展,各种新型教学技术为教学改革提供了新的方向,使教师可以借助信息技术、微课技术等手段开展教学,通过案例教学方法、小组合作等方法吸引学生参与,以此带动学生工程图学课程能力的提升。

例如在实践教学过程中,教师可采取任务驱动教学方法,让学生以任务为主线完成对课程知识的掌握。但学生在初次接触时不可避免会出现不知如何下手的问题,对此教师可以设置小组合作形式,让学生带着任务与其他同学展开深入讨论,通过相互修改不断完善所绘图样。为便利学生的上手操作,在实践中教师可先以手工草图为主,方便学生修改与调整,随着学生的逐渐熟悉,可引进绘图软件,如CAD软件与Solidworks软件等,让学生将相关数据与图样输入到软件中,开展三维模型构建,可以强化学生对零部件结构与外形的理解。

再例如,学校可定期组织工程制作大赛、制图大赛等活动,让学生通过拆装、3D打印、制图等团体活动,实现对实践能力的进一步巩固,对工程相关知识的有效延伸。比如在课程之前教师带领学生参与成图技术与产品信息建模创新大会,组织学生以小组形式完成“减速箱制造”流程,学生此前接触过减速箱的制图与制造,对各零部件结构与组装关系较为熟悉,在比赛中可以将训练核心放在制造与工艺方面,这样不仅可以帮助学生巩固课程知识,还可以有效锻炼学生综合运用能力。

### (四)以项目为单位的工程图学评价

评价是考核学生综合水平与解决工程能力的重要途径,对学生来说,合理的评价体系是促进他们开展自主学习的重要动力;对教师来说,科学的评价体系是准确诊断教学不足、促进教改的重要依据。因此在考核过程中,教师不能过于注重最终结果,更要了解学生的形成过程,结合过程与结果进行全面评价。例如在理论学习环节,教师评价绘制减速箱图样时不能单纯关注图样结果,要对学生每个环节进行考察,观察学生每阶段的完成情况,及时指出学生绘制过程中出现的错误。学生出现错误问题时,教师对共性问题进行公开讲解,帮助学生纠正错误知识;对个别问题进行提点,引导学生自己查阅资料寻找解决办法,给学生留出足够的自我发展空间,避免学生出现过于依赖教师的现象。在考核内容方面,教师可采取口头考核形式,让学生口头讲解自己的设计理念与思考过程,以此判断学生的思路是否清晰、设计理念是否符合要求,引导他们介绍减速箱图样中的加工符号,以此考验学生对图样加工符号的掌握程度。再例如在实践训练课程中,

教师可以项目为单位,以部件为对象,考验学生的功能分析能力。拆装减速箱过程分为多个环节,包括功能分析、装配图和零件图绘制等过程,教师要对不同阶段设置不同的考核内容,引导学生以项目为导向,将自己所学知识运用到工程项目上。对学生来说,此考核方式可以有效调动学生的积极性,由于考核重点并非最终结果,学生可以结合工程基本理论自由设计图样,所绘减速箱表达方式各异,以此丰富学生的图样表达能力,培养学生的工程意识。

在考核方式上,教师可以小组为单位,引导学生以相互评价与自我评价方式展开,以投影表达正确为主,针对不同学期设置不同的考核方式,比如第一学期,学生的学习内容主要为图学相关知识与图形表达知识,对此教师可以设置课程作业、课堂表现、阶段性考试等考核形式。第二学期学生主要学习复杂工程相关知识,包括工具使用、绘图读图等内容,对此教师可以设置课程作业、复杂问题分析、上机训练等考核。第三学期学生的学习主要为复杂工程的设计与开发、三维设计等内容,对此教师可以设置复杂部件作品设计、项目设计、零部件工程图等考核形式。

## 四、结语

综上所述,在经济全球化背景下,国家需要借助科学技术与工程技术实现经济发展方式升级,本科工程教育承担着卓越工程师的培养职责,要结合时代发展需求积极开展教改研究。工程图学课程是工程专业的基础课程,其具有理论性强与实践性强等特点,教师要将人才培养与工程实际有机结合起来,强化理论课程与实践训练的融合,将工程图学融入到工程专业教学全过程,以此促进学生工程意识与实践能力的提升。

## 参考文献:

- [1] 朱桂萍,林今,孙宏斌,康重庆,于歆杰,曾嵘.面向能源互联网的电气工程本科教学体系改革与实践[J].中国电机工程学报,2020,40(13):4063-4072.
- [2] 史金飞,郑锋,邵波,缪国均.能力导向的应用型本科人才培养模式创新——南京工程学院项目教学迭代方案设计与实践[J].高等工程教育研究,2020(02):106-112+153.
- [3] 汤晓燕,云忠.面向工程教育专业认证的课程教学改革——以工程图学课程为例[J].大学教育,2019(05):69-71+78.
- [4] 庄宏,陈忠,唐文献,叶福民.CDIO项目式教学研究与设计——以面向工程教育专业认证的工程图学课程为例[J].大学教育,2019(03):18-21.
- [5] 许淑慧.基于成果导向教育的“工程图学”课程教学改革与实践[J].工业和信息化教育,2019(02):38-41+62.
- [6] 孔繁森.高等学校工业工程本科专业类课程体系模型框架[J].工业工程,2016,19(06):131-137.