

工程能源大类《工程制图》跨专业课程融合

何培斌 李珂* 回忆 杨远龙
(重庆大学土木工程学院, 重庆 400045)

摘要:为响应国家教育部针对新一轮科技革命与产业变革提出的新工科人才战略,满足新工科建设中大类招生人才培养的需要,针对工程能源大类授课时《工程制图》课程的融合开展问题,通过探讨如何将《机械工程制图》和《土木工程制图》合并开课,构建了学科发展形势下跨专业课程融合的教学改革的设想。本文从教学内容以及教学方法两个方面探讨了新工科背景下工程能源大类《工程制图》跨专业课程融合面临的问题与需求。以重庆大学开展的工程能源大类跨专业融合课程《工程制图》的教学改革探索与实际教学效果为实际案例分析,重庆大学《工程制图》融合课程教学团队整合师资力量,使用多种分析方法研究原两类制图课程的异同,拟定《工程制图》融合课程课程大纲,针对创新型融合课程改革的研究方式进行了探索与整理分析。在此基础上,总结重庆大学《工程制图》融合课程投入教学的实际效果,从融合课程教学框架、课时安排、成果归纳等方面对教学改革进行检验。基于以上工作,本文提出了工程能源大类《工程制图》的共性内容教学框架、以及面向各专业的《工程制图》的特色分支内容教学框架,以期培养适应社会需求的高素质、应用型人才。该教学改革已经广泛实施于重庆大学各工科学科,并取得了显著的教学成果。

关键词: 大类招生; 工程制图; 课程融合

“新工科”建设是教育部为应对新一轮科技革命与产业变革提出的人才培养新要求。在“新工科”建设的背景下,将相同或相近学科的专业合并、经过1~2年的基础培养后再根据兴趣和双向选择原则进行专业分流的大类招生逐渐成为趋势,现今在100多所“211工程”院校中,已有近一半多的院校实行了大类招生。

在大类招生的背景下,新工科的基础专业课程如何开展越来越受到重视。作为高校工科学生必修的基础专业技术课,《工程制图》被公认为是一门抽象而困难的基础专业技能课。由于《工程制图》根据专业的不同细分为《机械工程制图》和《土木工程制图》,在国家教育部推行大类招生制度改革的大背景下,结合当前社会对工程技术专业人才的需求来看,其教学状况也存在诸多不足。

自2021年来,重庆大学全面推进大类招生和大类培养工作,并开设了依托土木工程、能源与动力工程、安全工程等21个本科专业的工程能源大类工科试验班。为了更好的进行大类的跨专业的《工程制图》课程的教学,需要对《机械工程制图》及《土木工程制图》两门课程的异同进行研究、整合,使之成为即满足土木工程类专业、又满足机械类专业教学要求的工程能源类大类课程。通过探讨如何将《机械工程制图》与《土木工程制图》合并开课,明确课程整合教学模式的优势,积极探索融合课程教学模式在大类招生教育改革中的推广与应用,对提高高校课程教学质量与教学效率及提升学生的综合素质与能力有着十分重要的现实意义。

一、《工程制图》跨专业课程融合面临的问题与需求

针对新工科建设人才需求的方向与特点,目前我国工程能源类大类《工程制图》课程教学还存在以下问题与需求:

(一)《机械工程制图》与《土木工程制图》课程大纲有所区别

工程能源大类所跨学科专业虽有交叉但各具特色,对于《工程制图》课程需求也有所区别。由于原两类《制图》课程研究的对象不同,课程大纲设计也存在差异,难以直接应用于跨专业的《工

程制图》融合课程。

《机械工程制图》是用来表达组成机器、机械、机构的各种零、部件的形状、尺寸的,一般表达的形体较小,要求尺寸精度很高,有零件图和装配图之分;而《土木工程制图》是用来表达房屋、桥梁及各种管道等的形状、尺寸的方法论,又包含了房屋建筑工程图、道路工程图、桥梁工程图等,一般表达的形体较大,相对尺寸精度较低。

按照重庆大学2020年各学院指定本科生培养方案,材料科学与工程学院与能源与动力工程学院开展《土木工程制图(II)》(课程代号ME10102)课程教学,土木工程学院开展《土木工程制图》(课程代号ME10110)课程教学;机械与运载工程学院分别开展《机械制图1》(课程代号ME10204)和《机械制图2》(课程代号ME10205)课程教学。

(二)《机械工程制图》与《土木工程制图》课程内容各有不同

《机械工程制图》和《土木工程制图》的区别主要在于,它们表达的内容和涉及的规范不同,如尺寸标注、视图表达、材料图例等规定不统一。

研究对象的区别带来了两类《工程制图》规范的差别,新国标虽然在二标准化的统一上做了努力,但由于两类《工程制图》所表达的对象截然不同,因此实际授课时,如何如何将两门课程内容融合为一门课程,凝练存在共性内容的教学框架,对学生进行通识教育;同时又体现出各自学科特色,凝练各有特色分支内容的教学框架,打好不同专业高校学子的后续学习基础。是本项目难点之一。

(三)如何提高授课效率是《工程制图》课程融合的重点

在不断压缩的课时需求下,如何高效地实现共性问题的授课,提炼相应专业的特点,为各专业后续课程大学习打下基础,是我们需要研究的重点问题。

目前,我国制图类课程主流的教学方式仍以课堂教师讲授形式为主,学期末考核方式也以卷面考试为主;但在实际情况中,以文字的形式表达教材内的知识对学生而言较为抽象,甚至晦涩难懂。在学时安排方面,要在1学期或1学年内将教学内容讲得通俗易懂、深入透彻也是非常困难的。为了在有限的时间内完成教学进度,部分高校一股脑地向学生灌输知识,这种“赶鸭式”的单向灌输式教学极大地影响了学生学习的自主性和乐学、善学、好习惯的养成。

因此,需要设计一套专门的教学模式,通过引入两类制图课程的普遍共性问题,导入跨专业《工程制图》融合课程,使同学们能够获得系统的工程制图的知识体系。然后通过学生的再学习和再研究,以及教师的引导,将所学知识运用到各专业上,使学生进一步熟悉工程能源类中各专业研究方向的异同。同时又能使工程制图知识具体化和应用化,提高教学效率。在考核方面,也需要使用多方面多维度的考核形式,用来确保学生真正对课程内容融会贯通,有所收获。

二、重庆大学工程能源大类《工程制图》跨专业课程融合前期工作

本次研究主要以工程能源大类招生后工程能源大类《工程制图》课程如何进行课程融合为主。分析各专业《工程制图》课程的规范、研究内容等的差异,并在此基础上研究如何进行课程融合,

即在课时压缩的情况下，高效地实现共性问题的授课以及提炼相应专业的课程特色。主要研究内容包括以下三个方面：

(一) 多种方法进行备课准备

在进行教学改革初期，投入实际授课前，需要通过多种角度分析课程内容，凝练课程共性与特色，重庆大学土木工程学院对《工程制图》跨专业课程融合的改革主要通过文献法、对比研究法、实验法的方式进行准备。

1. 文献法。文献法意在通过查阅相关文献规范等资料，掌握融合分模块教学模式的动态。在尝试进行《机械工程制图》和《土木工程制图》的课程融合时，需要查阅国家规范等权威性文献，对二者包含的基本规定、制图规范、标识规范等进行详细的总结。

2. 对比研究法。对比研究法旨在将融合分模块的教学模式与传统的各专业自行授课模式进行对比研究，从而提炼出不同专业自行授课间的共性教学内容作为融合课程的主要教学框架，而对于提炼出的不同专业自行授课间的差异性教学方法以及内容，则作为专业特色内容加入到教学体系内。

3. 实验法。实验法是通过主支变革、控制研究对象来发现与确认事物间的因果联系的一种科研方法。重庆大学相关负责老师在授课前进行了分模块的教学模式尝试与实验，以工程能源大类专业的基础课程《工程制图》为实验对象，检测将融合分模块教学模式的可行程度、难点、效果等方面，与传统授课模式进行对比，以期推广到其他课程。

最终，将《工程制图》跨专业课程融合初期工作所形成的技术路线总结如下：

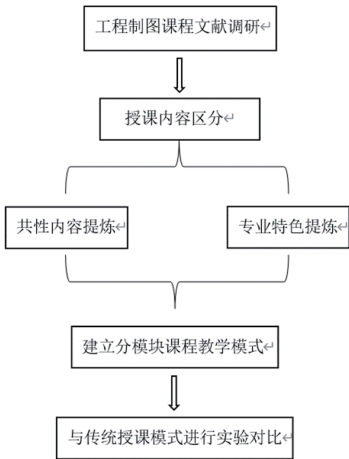


图 1 《工程制图》跨专业课程融合技术路线

(二) 教学大纲安排

重庆大学本科生培养计划安排新生于大一上学期修读《工程制图》，课程总理论学时为 48 学时，学分为 3 学分。为保证课程改革与培养计划不冲突，同时为应工程能源大类学生后续分选专业的需求，课程将《机械工程制图》与《土木工程制图》课程合并成一门课程，并沿用 48 学时与 3 学分的课程设计。考核方法采用期末卷面分 60% 与平时成绩 40% 的占比分配，而平时成绩又细分为三张大型工图的绘制 15% 占比、在线学习 5% 占比（中国大学慕课—重庆大学工程制图）、平时作业 15% 占比以及计算机绘图 5% 占比。

《工程制图》融合课程并主要在以下方面对教学大纲进行优化与改革：①强化制图基本概念与原理的教学，弱化制图规定和标准的介绍，让学生从宏观角度理解制图课程的核心；②对比突出不同学科制图方法的异同，着重分析差异背后所体现的学科特点，让学生对不同专业和领域的知识有概念性的理解和认识，方便学生后续根据自身需求分选专业；③强化学生对基本制图软件

的掌握与使用，并与课程知识点有效结合，着重培养学生的自主学习能力和创新性思维方式。

(三) 师资力量整合

重庆大学工程能源大类《工程制图》的教学团队由机械与运载工程学院的工程制图教研室和土木工程学院的建筑图学课群组联合组成，包括 30 余名教师。所有教学资料包括教学大纲、教案、教学 PPT、习题册和考试试卷等均由来自两个学院的教学团队研讨合作完成。此外，工程能源大类《工程制图》教学团队每周开展集体备课教研活动，由不同专业的教师代表进行教学经验分析，并开展针对学科交叉所面临问题的自由讨论与研讨。通过以上的教研活动，使得教师团队有效落实教学大纲内容，更好地适应学科交叉教学带来的挑战。

三、重庆大学工程能源大类《工程制图》跨专业课程融合工作总结

通过以上的教学准备，重庆大学工程能源大类《工程制图》融合课程已顺利投入教学实践，将该项改革工作收获总结如下。

(一) 归纳总结国家标准规范

为了便于交流和应用，工程图样的绘制必须遵循制图的国家标准。国标分为三种执行方式：代号为“GB”即强制性的；代号为“GB/T”即推荐性的；代号为“GB/Z”即指导性的。作为跨专业融合课程，为引导学生理解各类规范的异同，增强学科教学的专业性严谨性，重庆大学《工程制图》教学团队总结原《机械工程制图》与《土木工程制图》中涉及国家标准与行业标准，以供后续查询。现总结两类《工程制图》涉及国家标准规范如表 1：

表 1 两类《工程制图》国家标准规范

所属课程	标准号	标准名称
机械制图	GB/T 14689—2008	技术制图 图纸幅面和格式
	GB/T 14690—1993	技术制图 比例
	GB/T 14691—1993	技术制图 字体
	GB/T 10609.1—2008	技术制图 标题栏
	GB/T 10609.2—2009	技术制图 明细栏
	GB/T 4457.2—2003	技术制图 图样画法 指引线和基准线的基本规定
	GB/T 4457.4—2002	机械制图 图样画法 图线
	GB/T 4457.5—1984	机械制图 剖面符号
	GB/T 4458.1—2002	机械制图 图样画法 视图
	GB/T 4458.2—2003	机械制图 装配图中零、部件序号及其编排方法
	GB/T 4458.3—2013	机械制图 轴测图
	GB/T 4458.4—2003	机械制图 尺寸注法
	GB/T 4458.5—2003	机械制图 尺寸公差与配合注法
	GB/T 4458.6—2002	机械制图 图样画法 剖视图和断面图
	GB/T 15754—1995	技术制图 圆锥的尺寸和公差注法
	GB/T 131—2006	产品几何技术规范 技术产品文件中表面结构的表示法
	GB/T 19096—2003	技术制图 图样画法 未定义形状边的术语和注法图形符号
建筑制图	GB/T 4460—2013	机械制图 机构运动简图符号
	GB/T 50001—2017	房屋建筑制图统一标准
	GB/T 50103—2010	总图制图标准
	GB/T 50104—2010	建筑制图标准
	GB/T 50105—2010	建筑结构制图标准
	GB/T 50106—2010	建筑给水排水制图标准
	GB/T 50114—2010	暖通空调制图标准

(二) 建立工程能源大类《工程制图》的共性内容教学框架

为实现高效地共性授课、炼相应专业的特点、使新生系统了解《工程制图》课程的脉络,重庆大学《工程制图》教学团队按照重庆大学工程能源大类专业本科培养计划要求,建立工程能源大类《工程制图》的共性内容教学框架,将工程能源大类各专业《工程制图》课程的差异教学内容进行分专业的支线教学,以方便后续课程推进。培养学生空间想象能力、逻辑思维能力和图解分析能力。

重庆大学《工程制图》教学团队总结原两类工程制图基础内容,将工程能源大类《工程制图》的目标教学框架定为制图基础、图样画法、投影基础、计算机三维造型及二维绘图四大部分,具体包含内容如图2。

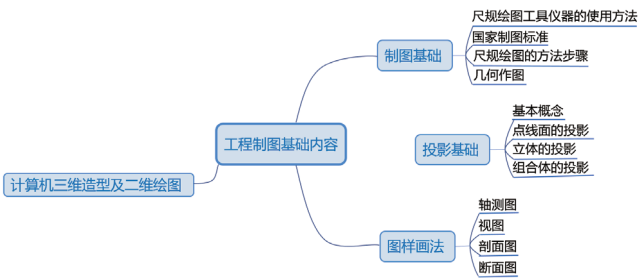


图2《工程制图》教学框架

根据课程设置学时的要求,教师可以对《工程制图》课程的课时安排进行详细划分。同时应提前确定哪些课程更适合使用视频或动图等方式结合自媒体教学,方便教师提前准备。表2给出重庆大学土木工程学院《工程制图》团队课时安排。

表2 重庆大学土木工程学院《工程制图》授课课时安排

章节标题	课时	授课内容
制图基本知识和基本技能	4	制图工具及使用方法 图幅、线型、字体及尺寸标注 尺规绘图的一般步骤 徒手绘图
投影的基本概念	4	了解投影的形成及其分类 熟悉平行投影的特性; 熟悉三面投影图的形成 掌握三面投影图的投影关系。
直线的投影	2	熟练掌握各种位置直线的投影特性和作图方法; 掌握直线上点的投影特性及定比关系; 熟练掌握用直角三角形法求一般位置直线段的实长及其对投影面倾角的方法,并能灵活运用直线的实长、投影、直线与投影面倾角三者之间的关系。 熟练掌握两直线平行、相交、交叉三种相对位置的投影特性,能根据两直线的投影判别两直线的相对位置
平面的投影	2	熟悉投影面平行线与投影面垂直线的投影特征 熟练掌握求一般位置直线的实长、倾角的原理、方法。(直角三角形法) 熟练掌握点与直线的关系,直线与直线的关系。 充分理解空间相互垂直的两直线的投影特征,熟练掌握并能灵活运用直角投影定理。
直线与平面的空间关系	4	充分理解线面平行及面平行的几何条件 熟练求解线面及面平行问题 掌握直线与平面交点的方法,正确判断可见性 熟练求解各类平面与平面的交线问题 运用平行和相交概念,解决各种综合问题

平面立体	4	掌握平面立体的投影特性和作图方法。 掌握在立体表面上取点、取线的方法。 掌握平面立体切割投影的求法。
规则曲线、曲面及曲面立体	4	曲面立体的形成 曲面立体的画法 曲面立体表面上取点
轴测图	4	轴测图基本知识 正等轴测图与斜二轴测图 轴测剖视图画法及尺寸标注
组合体及投影	4	组合体的组成分析 组合体视图的画法 组合体的尺寸标注 读组合体视图的方法
图样画法	4	基本视图介绍 剖视图及断面图 综合使用案例(多使用自媒体)
习题讲评及随堂小测	-	任课按照教学进度设置习题课以及随堂小测

(三) 制定各专业《工程制图》课程的特色分支内容教学框架

为突出不同学科制图方法的异同、方便学生后续根据自身需求分选专业,重庆大学《工程制图》教学团队归纳总结两类《工程制图》涉及的基本规定与标注对比,从而即可进行各个专业特点的入门教学,学生也可根据自己的兴趣以及需求对这部分课程进行选择学习。现总结两类《工程制图》涉及的基本规定与标注对比如下表3:

表3 两类《工程制图》基本标注对比表

类别	名目	机械制图规定	建筑制图规定
基本规定	图框	机械标题栏	建筑标题栏
	线型	9种	16种
尺寸标注	线宽	基本线宽为d,设粗线d、细线0.5d	基本线宽为b,设粗线b、中粗线0.7b、中线0.5b、细线0.25b
	尺寸界线	由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。	一段离开图样轮廓线不小于2mm。另一端超出尺寸线2~3mm
	尺寸线终端	箭头	45°斜线、箭头
	重复标注	不许重复	可以重复
	尺寸链	不许封闭	须封闭

在备课过程中,教师需要将两类制图的差异点进行系统总结,并于授课过程中使用对比教学的方法进行比对。对同一视图在两类制图体系下的区别,教师可以使用对重点部分进行高亮标注的方法,将其作为该门交叉课程地重难点提醒同学们留意。

总结两类制图涉及的图样画法对比表格如下:

表4 两类制图图样画法对比表

名目	机械工程制图规范	土木工程制图规范
基本视图名称	主视图	正立面图
	俯视图	平面图
	左视图	左侧立面图
	右视图	右侧立面图
	仰视图	底面图
	后视图	背立面图

向视图 标注	箭头	-
	大写拉丁字母“A”	-
	向视图上方书写“A”	向视图下方书写视图汉字名称（如“右侧立面图”）+下划粗实线（b）
剖视（面） 图 名称	剖视图	剖面图
剖视（面） 图 线型	断面轮廓线或可见线均为粗实线（d）	断面轮廓线为中粗实线（0.7b） 其余可见线为中实线（0.5b）
	剖面符号为细实线（0.5d）	剖面符号为细实线（0.25b）
剖视（面） 图 剖面符号	金属	普通砖
	砖	金属
	非金属材料	多孔材料
剖视（面） 图 剖面标注	剖切符号（1.5d 粗实线）	剖切位置线（b 粗实线）
	箭头	剖视方向线（b 粗实线）
	大写拉丁字母“A”	阿拉伯数字“1”
	剖视图上方书写“A-A”	剖面图下方书写“1-1 剖面图”+下划粗实线（b）
	可省略箭头或全部省略	无省略
半剖视（面） 图	-	须在半剖面图对称中心线的两端画出两条与其垂直的平行细实线
旋转剖标注	-	应在剖面图的图名后注明“展开”字样
移出断面图 画法	一般情况下，只需画出断面的轮廓形状；但在两种规定的特殊情况时局部结构需做剖视处理	只需画出断面的轮廓形状（剖切面切到部分的图形，断面）
移出断面图 标注	剖切符号（1.5d 粗实线）	剖切位置线（b 粗实线）
	箭头	由断面图编号位置暗示投影方向
	大写拉丁字母“A”	阿拉伯数字“1”
	断面图上方书写“A-A”	断面图下方书写“1-1”+下划粗实线（b）
	可省略箭头、图名称或全部省略	无省略
重合断面图 画法	轮廓线为细实线（0.5d）	轮廓线为中粗实线（0.7b）
重合断面图 标注	剖切符号	不标注
	箭头	

（四）与时俱进的教学内容革新

除了对《机械制图》以及《土木工程制图》的异同进行整合，重庆大学《工程制图》教学团队将人工智能新技术应用在交叉学科内容中，以顺应当今智能制造与智能建造的环境趋势。比如运作过程与装备制造中的虚拟制造技术、人机一体化技术或点云算法、数字化检测及预拼装技术等。虽然学生并不能完全理解技术中的每一个细节，但每一项革新的基础都涉及了工程理论，不仅拓宽了学生的眼界，更将原本抽象的知识点形象化，不断丰富多样化的教学内容，让学生在课堂里就可以紧跟最新科技前沿。除了夯实学生的科研基础之外，激发学生创新潜能与自主学习能

力，能够搜集整合环境信息，跨出专业限制的门槛。

四、结语

工程能源大类招生旨在培养具有开阔的学科视野、深厚的人文底蕴，善于批判性思考，能通过充分的价值反思规划自己人生的学生。实行大类招生后，高校既需要在学生确认专业前设置一批优质的通识类课程，又需要为确认专业后的学生提供较宽泛的具有不同特色的专业模块。显然，实行大类招生不只是简单地将相同或相近学科的专业合并为一个大类招生，而是一项较为系统的教育教学改革举措。

本次《工程制图》的教学改革以工程能源大类招生为问题导向，以课程融合与高效教学为出发点，提出建立共性内容与专业特色分支内容课程分模块教学的课程模式，拓展了《工程制图》在工程能源大类人才培养中开展教学的思路，既对共性教学内容有深刻的认识，也能有更好的专业特色针对性。对促进跨学科、高效率的教学机制的形成和培养具有竞争力的复合型工科人才具有创新意义和推广价值，为工程能源大类招生下的跨专业融合课程《工程制图》的教学提供了宝贵的经验。然而，目前的跨学科融合的创新模式更多局限于对行业标准的探索，能否依托学校平台，因地制宜地开展工程制图教学，还需要在教学团队建设、教师能力拓展、教学内容优化等多方面有更进一步地探索。

参考文献：

[1] 杨万理，王宁，赵莉香，等. 新工科背景下土木工程制图教学改革探索与实践 [J]. 大学教育，2022（003）.

[2] 张鹏，王强强，甄东龙，李鹏大，于泽.“大类招生，分流培养”招生培养模式的利弊探析 [J]. 现代商贸工业，2012，24（7）：155.

[3] 黄兆信. 大类招生：现代大学人才培养趋势 [J]. 中国高教研究，2004（2）：41-43.

[4] 田亚男，洪静，王玉坤，徐峰，卜跃刚. 能源动力类专业大类招生背景下课程体系的研究 [J]. 产业与科技论坛，2021，20（21）：135-136.

[5] 张毅，张杰，石昌帅. 新工科背景下“工程制图”课程教学改革探究 [J]. 黑龙江教育（理论与实践），2021（12）：81-82.

[6] 史俊伟，董羽，陈章良. 高校工程制图课程混合式教学模式探索与实践 [J]. 图学学报，2018，39（4）：791-796.

[7] 梁国星，黄永贵，董黎君，张满栋. 工程制图类课程教学改革研究与实践 [J]. 中国大学教学，2016（11）：57-60.

[8] 余明浪.“工程制图”教学改革的反思和探索 [J]. 工程图学学报，2009，30（05）：157-162.

[9] 高等学校土木工程学科专业指导委员会. 高等学校土木工程本科指导性专业规范 [M]. 中国建筑工业出版社，2011.

[10] 梁国星，黄永贵，董黎君，张满栋. 工程制图类课程教学改革研究与实践 [J]. 中国大学教学，2016（11）：57-60.

[11] 许王莉，石佳鑫. 大一新生研讨课教学实践探讨 [J]. 教育教学论坛，2021（06）：93-96.

基金项目：新工科背景下工程能源大类《工程制图》跨专业课程融合研究与实践（223003），重庆市2022年本科高校课程思政项目科学伦理专项项目。

第一作者：何培斌，男，重庆合川人，教授，主要开展工程制图类课程研究。

通讯作者：李珂，男，四川宜宾人，副教授，主要开展工程制图类课程研究。