

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2024.02.030

土建类专业结构计算模块教学中 整体式工程情境的创设

张学元,张道明,王丹丹,杨楠,郭国梁,王丽

(齐齐哈尔大学 建筑与土木工程学院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:工程情境创设作为土建类专业课程教学设计的重点,关系到学生工程意识的建立及工程应用能力的培养。针对土建类专业结构计算模块教学中工程情境创设存在课程间工程情境创设联系不密切、课程思政教育与工程情境创设间协同性弱等问题,进行以总体教育观为指导,思政教育融入视角下的整体式工程情境的创设与实践探索,并以土木工程专业建筑工程方向为例,系统地介绍课程体系间、课程间、课程内整体式工程情境创设的具体路径及实施方法。实践结果表明:整体式工程情境的创设,有助于学生结构计算能力的培养、结构观的建立及家国情怀的塑造。以总体教育观为指导,思政教育融入视角下的整体式工程情境的创设,能够弥补现阶段土建类专业结构计算模块教学中工程情境创设的不足,有利于具有深厚家国情怀的高素质应用型人才培养。

关键词: 土建类专业;结构计算;工程情境;总体教育;思政教育

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2024)02-0214-07

The Creation of Integral Engineering Situation in the Teaching of Structural Calculation Module of Civil Engineering Specialty

ZHANG Xueyuan, ZHANG Daoming, WANG Dandan, YANG Nan, GUO Guoliang, WANG Li

(School of Architecture and Civil Engineering, Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161006, China)

Abstract: As the focus of teaching design for civil engineering courses, the creation of engineering situation is related to the establishment of students' engineering consciousness and the cultivation of engineering application ability. In view of the problems in structural calculation module teaching for civil engineering majors, such as the lack of close connection in engineering situation creation between courses and the weak synergy between ideological and political education and engineering situation creation in curriculum, the creation and practical exploration of integrated engineering situation from the perspective of integrating ideological and political education under the guidance of the overall education concept are carried out. Taking the direction of construction engineering in civil engineering as an example, the concrete paths and implementation methods of the creation of integrated engineering situation between curriculum systems, between courses and within courses are systematically introduced. The practice results show that the creation of integrated engineering situation is helpful to the cultivation of students' structural computing ability, the establishment of structural view and the shaping of national feelings. Guided by the overall education concept, the creation of the overall engineering situation from the perspective of ideological and political education can make up for the shortcomings of the engineering situation creation in structural calculation module teaching for civil engineering majors at the present stage, which is conducive to the cultivation of high-quality applied talents with profound national feelings.

Keywords: civil engineering major; structural calculation; engineering situation; overall education; ideological and political education

收稿日期:2023-10-30

修稿日期:2023-12-05

基金项目:黑龙江省教育科学“十四五”规划2021年度重点课题“土木工程专业结构计算与结构设计类课程教学模块的工程情境创设研究”(GJB1421362);黑龙江省高等教育学会高等教育研究课题“应用型本科院校青年教师工程实践能力提升策略及评价体系研究——以土木工程专业为例”(23GJYBG019)

作者简介:张学元(1983—),男,硕士,副教授,主要从事结构工程与岩土工程等方面工作。E-mail:yuanxvzhang@126.com

建筑力学、结构力学、荷载与结构设计方法等课程作为土建类专业结构计算模块中的主干课程,关系到学生力学思维、结构计算能力的培养及整体结构观的建立。杆系结构组成与受力分析相关内容作为结构计算模块的基础部分,主要涉及结构计算简图确定、荷载计算、内力计算等内容,是学生后续学习混凝土结构设计原理、钢结构设计原理、混凝土结构设计、基础工程、建筑结构等结构设计类课程的基础。因此,上述教学内容在建筑学、城乡规划、土木工程等土建类专业课程教学中具有重要意义,是课程教学与教学改革的重点。

针对土建类专业结构计算模块课程教学,曹艳梅等^[1]以北京交通大学结构力学一流课程为例,介绍了“3E+3E”工程化教学理念的具体实施步骤及其与课程思政、“两性一度”的融合方法;陈朝晖^[2]依据建构主义认知发展理论,以重庆大学为例,探讨了以知识建构为目的、以交互学习为导向的结构力学混合式教学模式的实施要点;于海丰等^[3]基于工程教育专业认证要求,对土木工程专业力学课程群进行了改革与实践;肖林发等^[4]、顾路等^[5]分别从数值仿真协同、课程思政建设等角度对建筑力学课程进行了改革与实践;袁丽等^[6]、吴忠铁等^[7]、王芳等^[8]、明付仁等^[9]介绍了课程思政在力学类课程中的建设与实施。

上述研究成果为土建类专业结构计算模块,尤其是为力学类课程教学提供了良好的示范与借鉴。然而,限于现有研究多是针对某一门具体课程而开展教学改革,且普遍是通过加强课程思政教育、创新教学模式、丰富案例教学、优化教学方法等某一单一方式方法而开展,甚少涉及模块内课程思政教育与工程情境创设相融合的复合型探索。为此,本研究以结构计算模块课程教学为例,基于结构大师林同炎先生所倡导的结构教育中的总体教育法,创设思政教育融入下的整体式工程情境,以探索其在土建类专业结构计算模块课程教学中的有效性,旨在为土建类专业课程教学提供新思路、新方法。

1 结构计算模块工程情境创设中存在的问题

结构计算模块作为培养学生力学思维、结构布置、结构计算、结构分析等能力的课程载体,是土建类专业课程教学的重点模块。现阶段,结构计算模块教学中工程情境创设主要存在如下问题^[10-12]:

(1) 课程间工程情境创设联系不密切

建构主义学习理论指出:情境有助于学生对所学内容的意义建构,是教学设计的重要环节。土建类专业作为典型的工学类专业,工程情境创设是其在教学设计中应具有的一个重要内容,工程情境创设的差异性将直接导致教学效果上的差异。结构计算作为结构设计的前一环节,主要包括结构布置、计算简图绘制、荷载计算、内力计算等内容。现阶段,建筑力学、结构力学课程教学通常是基于结构计算简图而进行工程情境创设;而荷载与结构设计方法、建筑结构抗震设计等课程教学通常是讲解恒荷载、活荷载、风荷载、地震作用计算或取值而进行工程情境创设,甚少提供荷载求取后相应的结构计算简图。如此设置,将导致课程间工程情境创设联系不密切,系统性偏弱,不利于学生结构观的培养与建立。

(2) 课程思政教育与工程情境间协同性弱

课程思政教育与工程情境创设具有协同互补性,二者有机融合是“实施科教兴国战略,强化现代化建设人才支撑”教育目标实现的重要途径,是土建类专业课程教育教学应遵循的重要教育理念与教学原则。现阶段,土建类专业结构计算模块课程思政教育虽已大量开展,但限于课程思政教育与高等工程教育在有机融合效果方面尚存在一些不足,导致结构计算模块课程教学中所开展的思政教育工作与工程情境创设相容性并不高,缺少二者间有机融合的普适方案。

2 总体教育观指导下的整体式工程情境创设

结构大师林同炎提及结构理论学习应坚持总体方法^[13];结构知识入门应以总体构思为基础,应从整个结构体系的角度而非从构件的角度来看待后续专业课程的学习或建筑设计中的结构问题。设计者在处理结构问题时需在处理总体方案时着眼于各主要分体系,而非构件或建筑构造。然而,限于专业学习模式(常通过基本构件的学习及施工要点来学习工程知识)与设计思路流程相反,专门化的学习使学生更易擅长解决在给定具体条件下的确定性问题,而不擅长分析复杂的系列性问题。因此,土建类专业学生的教育应为推进式,从结构整体进行介绍,然后将基本知识作合乎逻辑的推敲,思路集中于主要分体系,再分解出关键构件。这种教育方法即为总体教育法,由此形成的教育观念即为总体教育观。

2.1 整体式工程情境创设方案

工程情境创设作为教学设计中最重要的一环^[14],需根据教学内容要求而有针对性的引入,以启发学生深入思考、积极将所学内容与工程实际相联系。工程情境创设需具有形象直观、化繁为简、系统全面的启迪引导功能,从而有助于学习者对所学内容的意义建构。整体式工程情境相比于单一的、独立的、非系统的工程情境,其具有层次分明、一脉相承、全面系统的优势,是土建类专业课程体系间、课程间、课程内工程情境创设应坚持的原则与方法。

针对结构计算类课程教学中工程情境创设存在的不足,考虑到思政教育与工程教育目标的融合性与一致性,基于总体教育观创设了思政教育融入视角下的整体式工程情境并进行了实践探索,总体方案如图 1 所示。土建类专业作为典型的工学类专业,其工程情境创设需以工程为依托并回归于工程、服务于工程。为促进学生结构观的建立,在基本概念介绍及基本原理讲解时结合整体式工程情境进行结构总体系、分体系、构件的层层呈现,以强化学生对于结构总体系与分体系间构成关系及传力关系的理解;为培养学生工程设计能力以达到工程教育专业认证目标要求,在任务布设时,通过精选注册结构工程师、注册岩土工程师专业考试中相关案例以为学生更大限度地提供工程实践模拟机会。在开展工程教育的同时辅之以人文教育,通过介绍工程背景,讲好工程故事,分享工程启示,强化工程伦理以实现立德树人教育使命,从而为实现具有深厚家国情怀、高尚道德情操高素质应用型人才培养目标保驾护航。

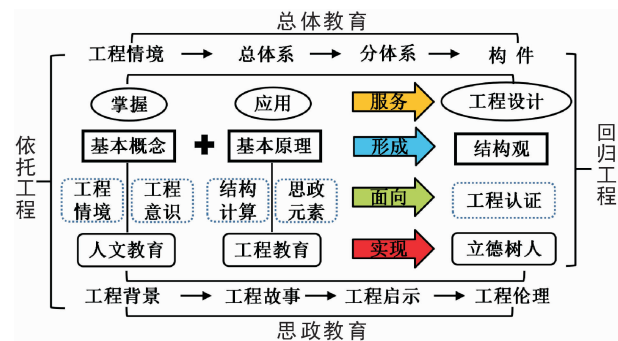


图 1 整体式工程情境创设方案

2.2 课程体系间整体式工程情境创设

以土木工程专业建筑工程方向为例,介绍课程体系间整体式工程情境的创设,如图 2 所示。建筑工程作为土木工程专业最基本的专业方向,其主要

开设制图与软件、材料与构造、勘察测量与检测、结构计算、结构设计、施工与管理等模块课程。为实现各课程模块间有序衔接,达到全过程全方位育人效果,通过基于工程图学角度的工程情境创设,如创制制图、绘图、计算、设计、读图等综合模拟训练工程情境以促进学生工程观与思政观的建立,从而有助于其工程应用能力的培养。

例如,选取校园内框架结构工程进行整体式工程情境创设。如在勘察、测量与检测模块开展工程测量并绘制地形图、平面图;在材料与构造模块完成建筑施工图的绘制;在结构计算、结构设计模块进行结构布置、荷载计算、内力计算及截面设计;在制图与软件模块绘制结构施工图;在施工与管理模块完成施工组织设计及工程概预算。所述的整体式工程情境创设均针对同一工程而开展,因而具有全方位、多角度、系统性的优点,能够更好地激发学生学习的热情,有利于专业人才培养。

为实现工程情境与思政教育间的融合,需将课程思政教育目标与工程情境相对应。首先将课程思政教育目标进行细化,如将其分为社会主义核心价值观塑造和工程伦理教育两个子目标(二级目标),然后再将两个子目标进行细化以获得三级目标,将三级目标与相应课程模块工程情境相对应,从而可有助于课程思政教育与工程情境创设间的有机融合。如工程伦理教育二级目标下设有法律法规、社会责任、职业道德三个三级目标,将结构计算简图情境中涉及的安全可靠、社会责任与法律法规目标相对应,将结构施工图情境中涉及的结构安全、工程经济与社会目标相对应,将读图情境中涉及的工程施工、工程招投标与应坚守的职业道德目标相对应。如此设置,能够实现总体方案中由依托工程到回归工程的闭合性循环。

2.3 课程间整体式工程情境创设

结构计算模块主要涉及建筑力学、结构力学中杆系结构组成与受力分析,材料力学中应力应变计算理论,荷载与结构设计方法中荷载取值等相关内容。为增强结构计算模块课程间工程情境的系统性,以促进学生结构观的建立,使其掌握构件与结构、荷载与效应、内力与应力、强度与刚度、极限状态设计法等相关内容,明确结构总体系与分体系间的区别与联系,按照图 3 所示路径进行结构计算模块课程间整体式工程情境的创设,通过课程教学前的情境导入、课程教学过程中的思考回顾及课程完成后的对比总结,以强化学生对结构组成、计算简图选

取、内力计算、应力分析、强度理论、结构设计方法等 培养。

内容的意义建构,助力其工程意识、结构观的建立与

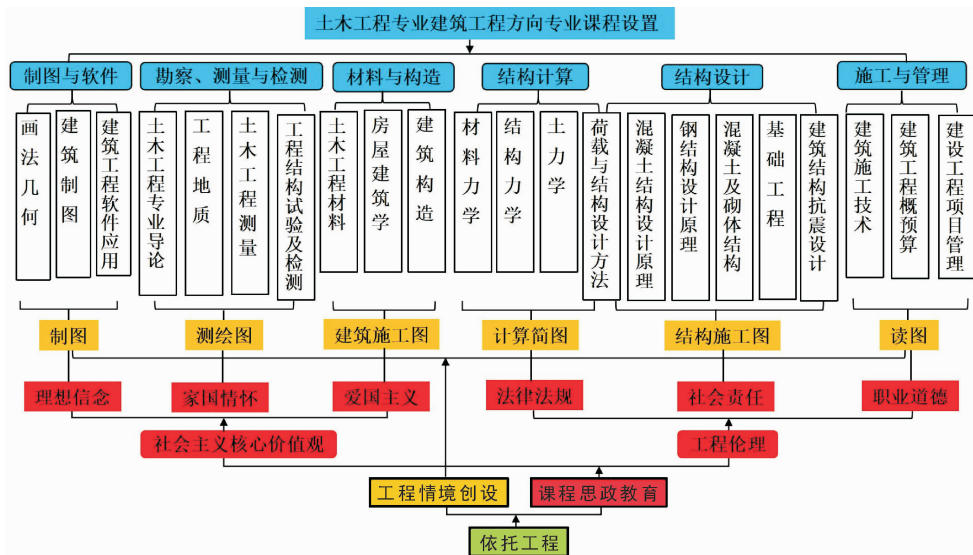


图 2 建筑工程方向课程体系间整体式工程情境创设

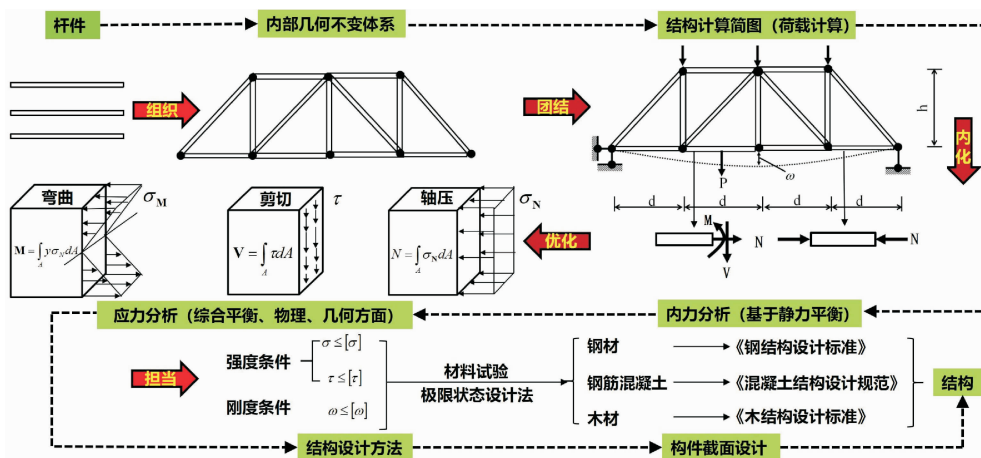


图 3 结构计算模块整体式工程情境创设路径

课程思政教育是高等工程教育的重要组成部分,是落实立德树人根本任务的重要载体。结合图 3 所示工程情境,以个人、民族、国家间的构成关系及事物发展历程为例,从自由个体→有序组织→团结一致→系统内化→统筹优化→责任担当这一路径来介绍构件到结构的承载历程,以增强学生团结意识、担当意识,从而有利于德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的培养。

框架结构作为土木工程专业建筑工程方向课程教学中重点讲授的结构类型,在多门专业课程教学中均有所涉及,对于结构计算环节而言,主要涉及结构布置、荷载计算、内力计算、内力组合四部分内容。为增强学生对结构总体系、分体系间构成关系及传

力途径的理解,进一步明确结构计算简图与工程实体间的对应关系,按照图 4 所示进行整体式工程情境创设。

首先,进行整体结构及结构平面布置(水平结构体系)的呈现使学生更好地理解框架结构传力路径。然后,基于计算单元的概念在整体结构中增设两竖向平行的假想平面以获得一榀框架结构分体系,结合塑性铰线法进行荷载传力路径划分及空间一榀框架分体系的呈现并将其与竖向荷载作用下一榀框架结构计算简图相对应,以增强学生对计算简图中三角形荷载、梯形荷载、均布荷载、集中荷载来源的理解。其次,在整体结构的基础上结合风荷载、地震作用的特征及其作用方式以获得水平荷载作用

下结构计算简图。对于水平荷载作用下结构侧移验算及一榀框架结构内力求解,通过介绍抗侧移构件、侧移刚度等相关概念,在整体结构、一榀框架中分别标注出层侧移刚度、一榀框架层侧移刚度的来源并结合相关求解公式以增强学生对结构总体系、分体系间传力路径的理解与掌握。最后,结合整体结构,选取隔离体并获得梯段板、独立基础的力学计算简

图以增强学生对荷载作用形式的理解。

所述整体式工程情境具有形象直观、系统性、全面性的优势,能够将结构总体系、分体系、构件分层次一一呈现。与现阶段普遍采用的单一的、独立的、非系统性的工程情境不同,整体式工程情境能够针对同一工程进行多角度、全方位、系统性的呈现,有助于学生结构观、系统观的培养。

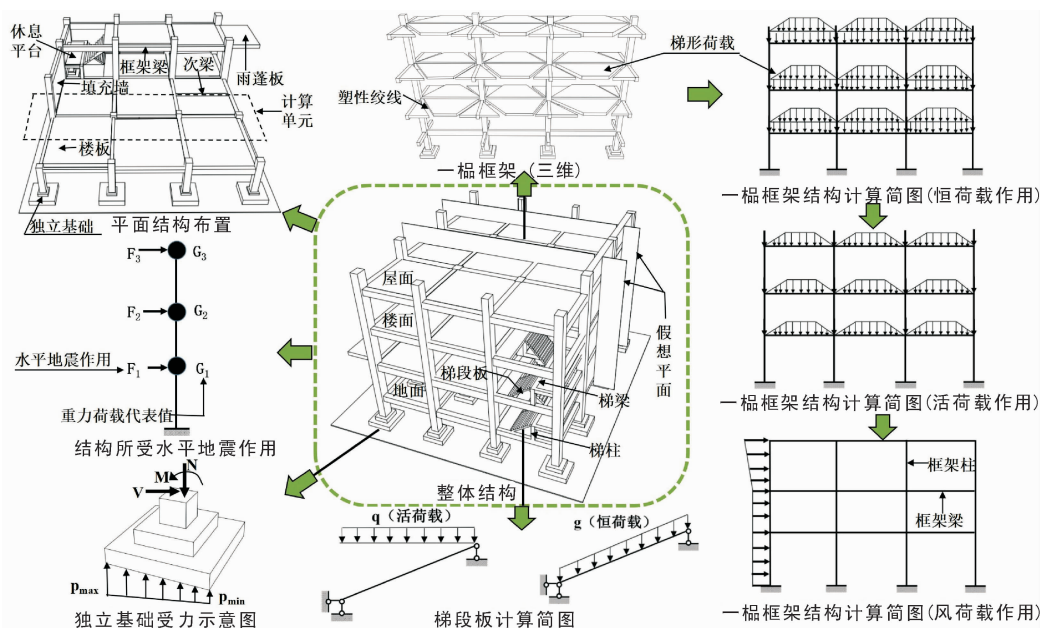


图 4 课程间整体式工程情境创设示意图

2.4 课程内整体式工程情境创设

工程情境创设除需体现工程背景、工程信息、工程理念外,尚需与思政教育相结合才更有利于立德树人。为此,基于总体教育观,以土建类专业结构计算模块中建筑力学、结构力学课程教学中均涉及的杆系结构组成与受力分析相关内容为例,介绍思政教育融入下课程内整体式工程情境的创设。杆系结构组成与受力分析涉及结构计算简图、平面力系平衡条件及受力分析、杆件结构几何组成分析、静定结构内力分析、应力与应变、静定结构位移计算、超静定结构计算等内容^[15-16]。如图 5 所示,以排架结构为例进行课程内整体式工程情境创设。

首先,通过排架结构总体系的呈现,增强学生对结构平面布置、构件组成及传力路径的理解,在此基础上选取代表性计算单元以获得一榀排架(分体系);其次,结合计算简图的概念及其简化原则,对屋架进行几何组成分析并获得恒荷载作用下屋面板、屋架计算简图及一榀排架结构计算简图以进行内力计算与分析;然后,结合屋面恒荷载、活荷载的分布,变形与位移等相关概念进行屋架位移验算。

考虑到工业厂房中常设有起重设备,结合吊车梁、牛腿、吊车荷载(吊车轮压、吊车水平制动力)等概念及力的平移定理进行吊车梁、排架柱、独立基础等构件受力分析;最后,在求取结构内力、组合变形所对应的应力后,结合材料力学性能试验及强度理论,介绍许用应力法及其在工程中的应用。如此创设的整体式工程情境,尚可在考试中以案例分析或综合应用的形式对学生进行多角度、全方位、系统性的考核,以与注册类考试要求、专业认证目标相对应。

在课程思政教育环节,可根据所创设的工程情境选取力学专家故事、世界难题之超级工程、工程中的力学之美、科学研究中的中国力量、防震减灾中国典范、结构工程大师作品分析等内容进行介绍。如在讲授杆件体系几何组成分析章节时,以建国前的钱塘江大桥、建国后的武汉长江大桥,本世纪初的鸟巢等著名工程为背景,创设平面杆件体系、空间杆件体系等整体式工程情境,并结合上述工程建设的时代背景、背后的故事,让学生铭记历史,感恩生活,发现工程中的力学之美,增强其家国情怀、坚定其文化自信。

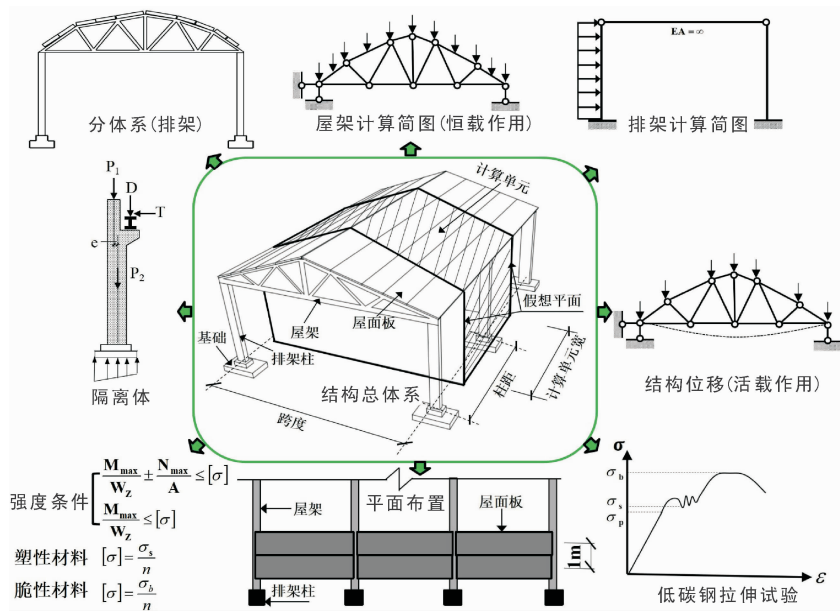


图 5 课程内整体式工程情境创设示意图

现阶段,力学类课程教学通常是在给定力学计算简图的基础上而进行相关力学计算与分析。荷载作为计算简图中的重要构成元素,其作用形式、取值、导算等内容是结构计算的重点,也是结构计算类课程教学的难点。为此,以建筑力学、结构力学课程结构计算简图章节中荷载计算相关内容(可参阅参考文献[15-16])为例进行教学设计介绍。

荷载计算教学小节设计如图 6 所示,首先创设具有形象直观特点的整体式工程情境,让学生思考结构总体系、分体系中结构布置、结构组成及结构分体系中荷载传递路径等相关内容,以助力于其对荷载概念、荷载分类的理解,整体式工程情境可参照图 4 进行创设。在恒荷载计算教学环节,从图 4 所示的整体结构中选取代表性板-梁-柱体系单元,结合量纲分析,介绍恒载计算时所涉及的由体(体荷载)→面(面荷载)→线(线荷载)→点(集中荷载)的转化与导算。在活荷载取值教学环节,结合统计学原理介绍工程中活荷载取值及材料强度取值方法,并与许用应力法进行对比分析。在风荷载、雪荷载取值教学环节,从风压与风速间的关系、基本风压、基本雪压的测定,讨论相应因素对基本风压、基本雪压的影响及其修正方法,培养学生分析问题时所需具有的系统观,并设置文献检索与阅读等任务以培养学生的科研能力。

在工程案例及思想教育环节,结合港珠澳大桥工程进行开展。课前导入环节中,通过相关视频、文献报道、建设历程启发学生思考港珠澳大桥超级工

程中需要解决的有关荷载、施工等方面的世界难题,并介绍港珠澳大桥所创的多项世界之最以坚定其“四个自信”,厚植其“家国情怀”;课中讲解环节中,以港珠澳大桥青州航道桥双柱门形框架塔所承受的恒载、活载、荷载传递路径及其塔基施工所需克服的多个难题为例,介绍科学研究、学业事业中要具有“钉钉子精神”及生活中所需的包容精神,鼓励学生要志存高远、勇于攀登并持之以恒;课后总结环节中,系统总结港珠澳大桥设计与施工阶段所需考虑、解决的各种复杂荷载问题,鼓励同学们传承与发扬艰苦奋斗、自力更生、勇于创新、追求卓越的伟大精神。

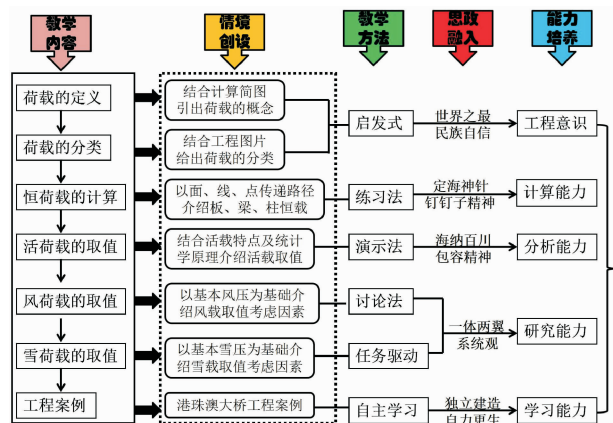


图 6 荷载计算教学小节设计示意图

3 实践反馈

齐齐哈尔大学建筑与土木工程学院成立于 2010 年,设有土木工程、城乡规划两个本科专业。

结构课程组负责学院建筑力学、结构力学、荷载与结构设计方法等多门结构计算类课程教学任务。近年来,课程组教师在结构计算模块课程教学中不断探索、优化整体式工程情境的创设,课程教学效果显著。

以大学生结构设计竞赛为例,作为涉及结构方案选取、结构计算、模型制作、结构承载、结构优化等内容的学科竞赛,大学生结构设计竞赛是综合考量学生结构观的全国性赛事。我院学生自 2016 年获大学生结构设计竞赛黑龙江分区赛一等奖以来,已连续多年斩获省赛一等奖,近年已连续两届获得全国大学生结构设计竞赛三等奖,位居省属高校前列。此外,学生课程期末考试成绩较课组成立之初均有明显提高,课程设计、毕业设计作品中涉及结构选型、结构布置、结构计算等内容错误率显著降低,设计质量普遍能够达到良好以上水平。实践结果表明:以总体教育观为指导,思政教育融入下的整体式工程情境创设,有助于学生结构计算、结构分析能力的培养、结构观的建立及家国情怀的塑造,可为结构计算模块、结构设计模块课程教学提供借鉴参考。

4 结 论

(1) 土建类专业结构计算模块教学中应坚持总体教育观,通过创设整体式工程情境,增强了学生对结构布置、荷载传递、结构计算等内容的理解,有助于学生结构观的建立与培养。

(2) 课程思政教育作为课程教学中的构成要素,是高等工程教育中人文教育教学的重要载体,课程思政教育需与教学内容、工程情境创设相协同,以更好地发挥其在立德树人教育使命中的重要作用。

(3) 以总体教育观为指导,思政教育融入教学模式下的整体式工程情境的创设,可助力于土建类专业培养具有深厚家国情怀的高素质应用型人才,具有借鉴参考价值。

参考文献:

[1] 曹艳梅,于桂兰,向宏军,等.“3E+3E”工程化教学理念下的结构力学一流课程建设[J]. 高等建筑教育, 2022,31(2):110-118.

- [2] 陈朝晖,王达谕,陈名弟,等.基于知识建构与交互学习的混合式教学模式研究与实践[J]. 中国大学教学, 2018(8):33-37.
- [3] 于海丰,刘卫然,马 康,等.工程教育认证背景下土木工程专业力学课程群建设研究[J]. 创新创业理论研究与实践,2022,5(20):73-75.
- [4] 肖林发,王永祥,张 燕,等.基于数值仿真协同的建筑力学课程教学改革[J]. 西部素质教育,2022,8(24):149-152.
- [5] 顾 路,陶 莹,李 娜,等.应用型本科院校“建筑力学”课程思政的探索与实践[J]. 辽宁科技学院学报, 2023,25(3):54-56,81.
- [6] 袁 丽,崔振东,程红梅,等.高校专业基础课程思政育人效果提升方法探索——以工程力学为例[J]. 高等建筑教育,2023,32(4):162-166.
- [7] 吴忠铁,范萍萍,李守华,等.土木工程专业结构力学课程思政建设的探索与实践[J]. 高教学刊,2022,8(7):84-88.
- [8] 王 芳,冯松宝.地方应用型本科院校结构力学课程思政探索[J]. 西昌学院学报(自然科学版),2022,36(3):103-107.
- [9] 明付仁,任少飞,欧阳卫平.船舶与海洋工程结构力学课程思政教学探索与实践[J]. 高教学刊,2023,9(9):35-38.
- [10] 康丽华,刘卫然,秦乐乐.新工科背景下基于专业认证标准的结构力学教学改革研究[J]. 中国教育技术装备,2023(3):110-112.
- [11] 祁润钊.建筑学专业建筑结构选型课程教学改革探索[J]. 创新创业理论研究与实践,2023,6(11):34-36.
- [12] 姚刚峰,刘国建,孙岳阳,等.荷载与结构设计方法课程教学中工程事故案例的巧运用[J]. 高教学刊, 2023,9(27):109-112.
- [13] 林同炎,S. D. 斯多台斯伯利.结构概念和体系[M]. 2版.北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [14] 高 文,徐斌艳,吴 刚.建构主义教育研究[M]. 北京:教育科学出版社,2008.
- [15] 包世华.结构力学(上)[M]. 武汉:武汉理工大学出版社,2018.
- [16] 吕令毅,吕子华.建筑力学[M]. 3版.北京:中国建筑工业出版社,2018.