

### 三、解决问题的过程和方法

针对钢结构系列课程内容复杂抽象、传统教学方式难以激发学生兴趣、理论与实践脱节、学生工程创新能力不足等突出问题，整合校内外教学与工程资源，紧跟行业技术发展与教育教学改革趋势，持续探索与系统改革，逐步构建并完善了多维度递进式创新人才培养模式。

#### 1. 对标产业需求动态更新教学内容，持续强化课程思政建设。

强化工程教育认证内涵，挖掘“港珠澳大桥”“中国天眼”等重大工程思政元素，引导学生将个人理想融入祖国需求，培育正确人生观与良好职业素养。锚定区域经济发展，将绿色低碳、数字化与智能化等新兴产业融入课程体系，着力培养具有远大理想、家国情怀、创新精神、国际视野的钢结构人才。

##### (1) 对标认证标准与思政引领相融合，筑牢学生成才根基

**系统解构认证内涵：**深入研读并全面落实工程教育认证的“学生中心、产出导向、持续改进”核心理念，在钢结构系列课程（图2所示）《钢结构设计原理》《钢结构设计》《大跨度空间结构》中每2年小修、每4年大修课程目标、教学内容、毕业要求与教学评价的具体指标。

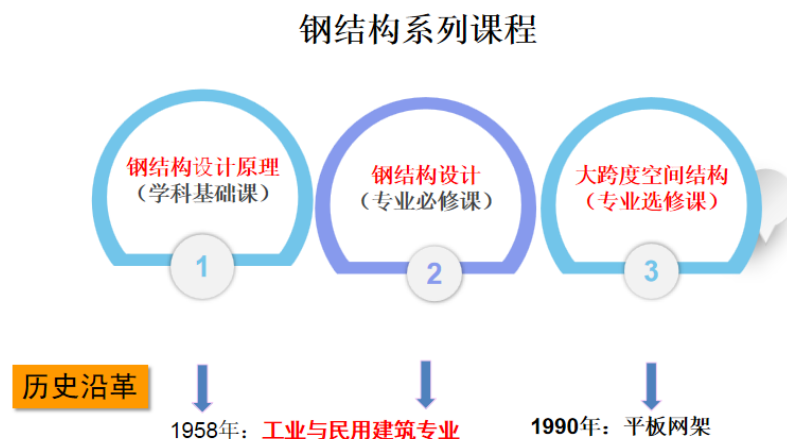


图2 钢结构系列课程历史沿革

**深度挖掘思政案例：**系统梳理“港珠澳大桥”“中国天眼”等国家重大工程中蕴含的工匠精神、创新思维与家国情怀，并将其开发成结构化、模块化的案例库。



图3 课程思政案例

**创新课堂教学模式：**采用“案例导入-原理剖析-价值探讨”的教学路径，引导学生思考工程背后的社会责任与伦理选择，实现专业知识教育与价值引领的有机统一。



图4 课程思政案例

以上措施破解了工程教育中知识传授与价值塑造“两张皮”难题，将思政教育从“硬性植入”变为“有机融入”，有效引导学生将个人专业志向与国家战略需求紧密结合，奠定了时代新人思想根基。

## (2) 对接前沿科技与产业需求，重构课程体系与教学内容

**开展产业需求调研：**团队定期赴行业企业及科研院所调研，精准把握绿色建筑、数字化设计与智能建造等新兴产业对钢结构人才能力的新要求。每年组织学生去钢结构企业毕业实习、生产实习、认识实习。



图5 甘肃省科工建设集团、中建三局调研及实习

**动态更新课程内容：**将BIM技术、钢结构数字化设计与仿真、装配式建筑、全生命周期碳中和等前沿内容，创新课核心内容（3门）、专题讲座等系统性地融入课程体系。



图6 专题讲座

**建设前沿实践平台：**联合企业共建“智能建造实验室”，引入钢结构行业主流软件与硬件，为学生提供接触并掌握前沿技术的实践环境。

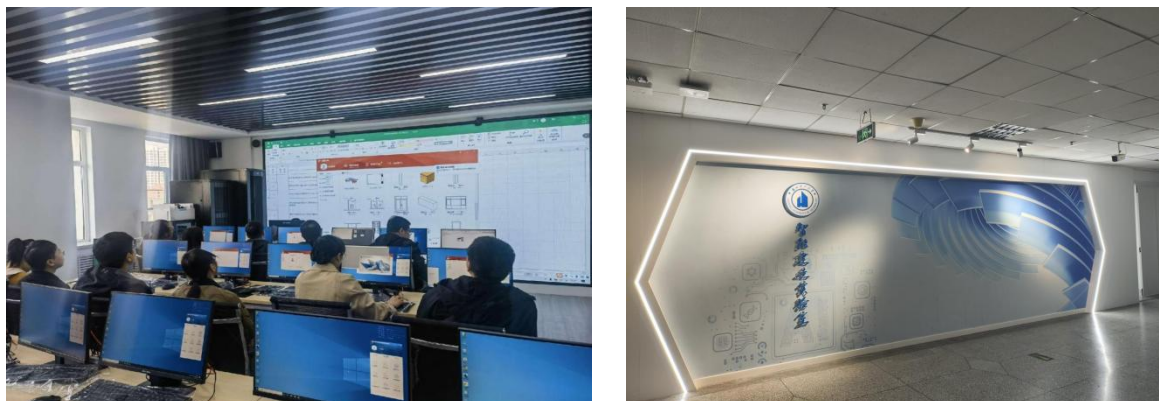


图7 智能建造实验室

以上措施打破了教材更新的滞后性，使学生所学即所用，培养面向未来的核心竞争力。

### (3) 跨学科融合，拓宽学生视野与培养创新能力

**实施“真题真做”项目：**结合团队参与的工程项目，将其转化为学生的课程设计、毕业设计和学科竞赛课题，让学生在解决真实、复杂的工程问题中成长。“基于拓扑变换与短程线寻迹算法的FAST度射面板索网形态调节”获得挑战杯竞赛全国二等奖；毕业设计作品“甘肃陇南成州图书馆钢结构设计”荣获校级毕业设计一等奖及“第二届全国高校土建类学科（专业）优秀毕业设计”。

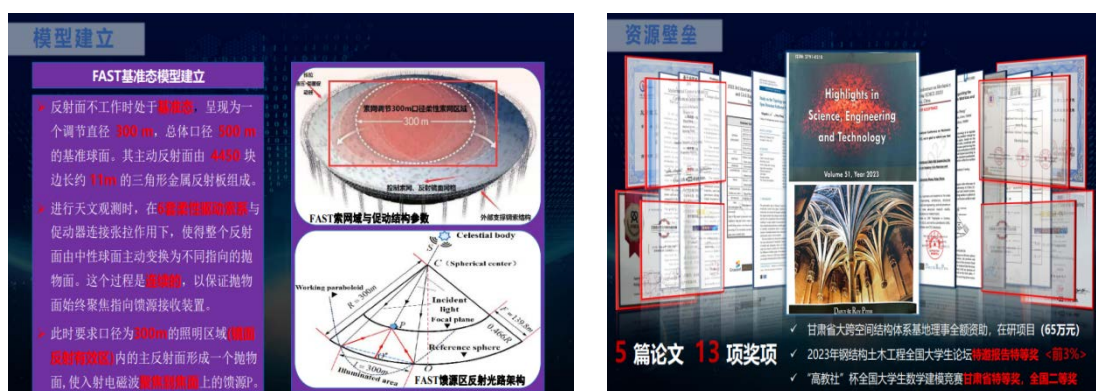


图8 学生钢结构学科竞赛课题

**拓宽国际化学术视野：**邀请海外知名学者来我校给师生作报告，鼓励并支持学生在国际语境下进行交流。



图9 宋钢兵教授作学术报告



图10 日本加藤教授和团队成员合影



图11 张云峰教授作学术报告



图12 日本加藤教授作学术报告

以上措施打破了专业壁垒和校园围墙，解决了学生实践能力与创新精神培养载体不足、视野局限的问题。通过“服务地方+学科交叉+国际对标”的多维驱动，全面塑造了学生立足本土、放眼全球、勇于创新的综合素养。

## 2. 深化钢结构教育教学改革，凝练形成“知识传授-方法训练--技术应用-空间拓展-评价反馈”五维一体递进式教学体系

经过三十余年教学改革实践，凝练形成“知识传授-方法训练-技术应用-空间拓展-评价反馈”多维度体系。

### (1) 知识传授

重大钢结构工程项目深度融入教学。团队参与百余项钢结构项目设计、施工及监测工作，特别是三十余项重要工程，如兰州奥体中心、兰州中川机场T1航站楼、兰州中川机场T3航站楼、嘉峪关“碧海明珠”气象塔、兰州奥体中心、庆阳体育馆、天水体育中心等（图13-18），将其最新成果、技术规范融入核心课程。

凝练多项科研成果将其写入教材，出版主编教材8部（图19），其中《大跨度空间结构》获评首批甘肃省级规划教材，2026年2月遴选推荐申报“普通高等教育本科国家级规划教材”。

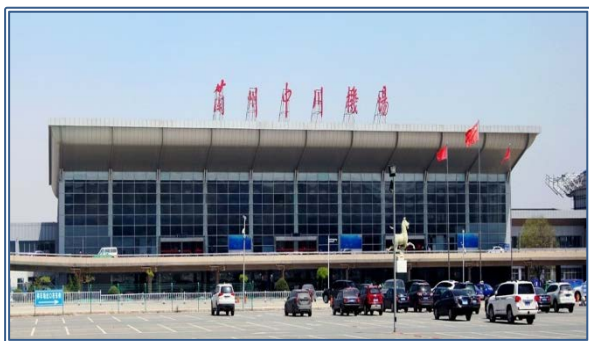


图13 兰州中川机场T1航站楼

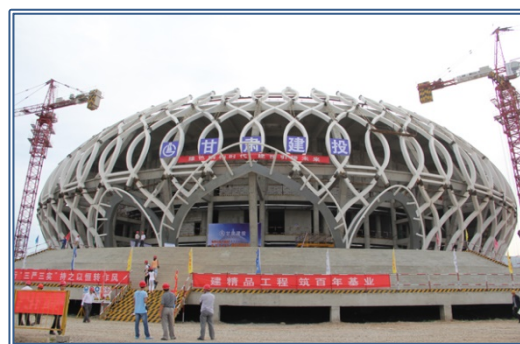


图14 临夏大剧院



图15 天水体育中心



图16 嘉峪关气象塔



图17 兰州奥体中心



图18 兰州中川机场T3航站楼

技术规范融入核心课程。牵头主编和参编十余项国家级、行业及地方钢结构领域技术规范（图20），深度融入钢结构核心课程教学，将规程中的设计准则、技术方法、验收标准贯穿课堂讲授、案例分析、课程设计全环节，实现课程知识体系与行业技术标准的无缝衔接，让学生精准掌握规范应用逻辑，提升工程实践与标准落地能力，培养契合行业需求的钢结构专业人才。

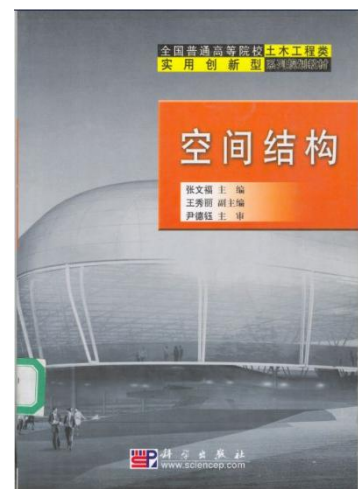
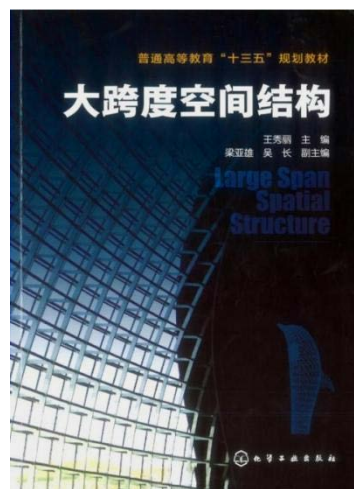
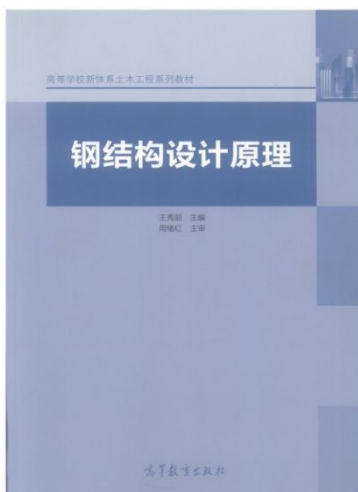
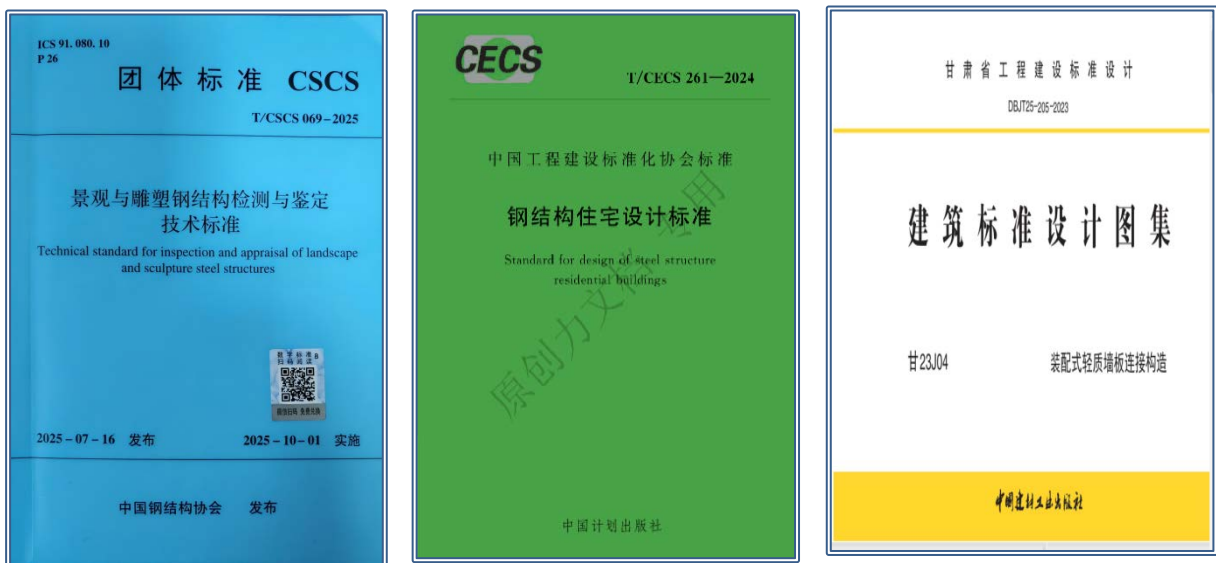




图19 出版教材



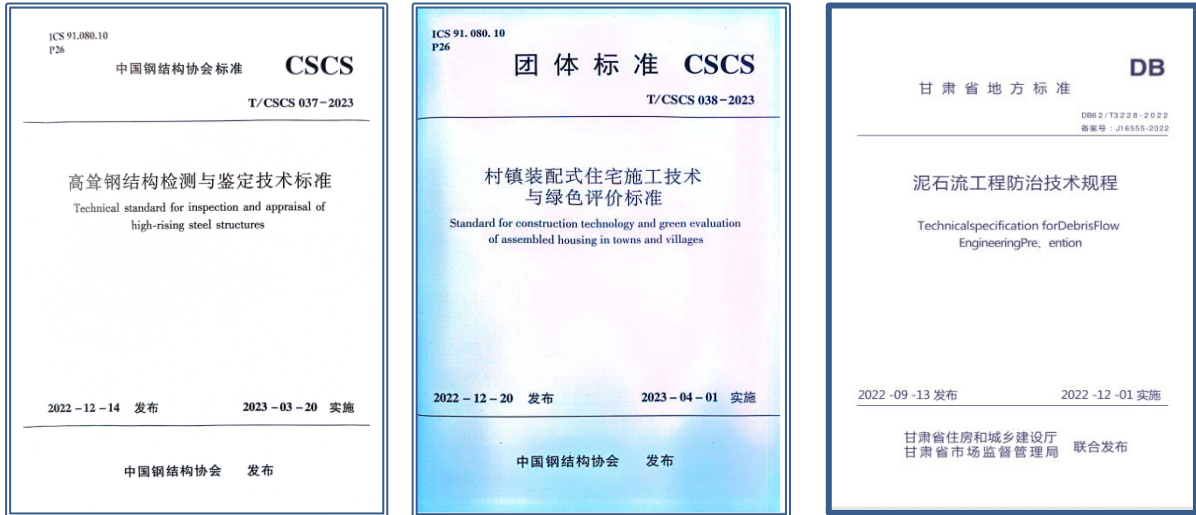


图20 牵头主编或参编的标准和规程

讲座拓界，洞悉行业前沿。将钢结构领域前沿学术讲座与核心课程教学深度融合，围绕行业最新技术发展、规范更新迭代、重大工程实践成果等主题，定期邀请钢结构行业专家、规范编制者、工程一线技术带头人开展专题讲座，精准对接钢结构设计、检测、鉴定等课程内容，把行业前沿动态、技术创新成果、规范修订方向融入课堂教学环节。通过讲座现场答疑、课后小组研讨、讲座内容融入课程设计等方式，打破课堂教学的知识边界，让学生及时掌握钢结构行业的最新发展趋势、技术应用热点与职业发展方向，培养学生的行业视野与创新思维，助力学生构建与行业发展同频的知识体系，提升专业素养与岗位适配能力。

**土木菁华大讲堂**

报告内容: 结构形态学与现代空间结构  
 时 间: 2017年10月10日(周二)下午15:00  
 报告人: 沈世钊 院士 哈尔滨工业大学  
 地 点: 逸夫科技馆二楼大报告厅  
 (兰州理工大学校本部)

个人简历:  
 沈世钊, 结构工程专家, 1933年12月18日出生于浙江嘉兴, 1953年同济大学结构工程系本科毕业, 1956年哈尔滨工业大学研究生毕业, 1990年—1995年曾任哈尔滨建筑大学校长, 现为哈尔滨工业大学教授、博士生导师, 1999年被选为中国工程院院士, 历任中国建筑节能理事长, 国际桥梁与结构工程学会常务委员, 国家自然科学基金会监督委员会委员, 国务院学位委员会学科评议组成员, 全国博士后管理委员会专家组成员, 2008奥运会场馆建设总顾问。

长期致力于大跨空间结构新兴学科的开拓, 在“悬索结构新理论”、“网壳结构非线性稳定性”、“大跨薄壳屈曲及风致效应”、“网壳结构动力稳定性及在强震下的失效机理”等前沿领域取得重要成果, 并创造性地设计“多项具有典型意义的新空间结构, 为我国该学科的发展作出了重要贡献。迄今发表论文200余篇, 出版《网壳结构稳定性》、《悬索结构设计》、《网壳结构稳定性》等著作。获得院士, 博士生导师, 2012年获国际空间结构协会(IASS)“Honorary Membership”称号(国际空间结构领域最高荣誉), 2013年获中国钢结构协会“中国钢结构终身成就奖”。

兰州理工大学土木工程学院

**土木菁华大讲堂**

贺明玄 教授  
 上海宝钢工程技术集团有限公司首席专家、总工程师

报告内容: 超高层钢结构制造与消能减震技术  
 时 间: 2016年6月21日(周四)下午15:00  
 地 点: 逸夫科技馆一楼报告厅  
 (兰州理工大学校本部)

个人简历:  
 贺明玄, 1978年毕业于太原工业大学(现太原理工大学)工业与民用建筑专业, 1985年公派留学日本, 1988年毕业于日本国立室兰工业大学研究生院, 结构工程专业。同年回国投身于祖国的建筑事业, 现任宝钢工程技术集团有限公司首席专家、总工程师, 担任中国钢结构协会副会长, 中国钢结构协会专家委员会委员, 中国钢结构协会房屋建筑钢结构分会理事, 国家钢结构工程技术研究中心工程技术委员会委员, 中国建筑金属结构协会常务理事, 中国建筑金属结构协会建筑钢结构委员会副主任, 中国建筑金属结构协会建筑钢结构委员会专家组成员, 上海金属结构行业协会专家委员会副主任委员, 中国工程建设标准化协会理事, 结构焊接专业委员会委员, 全国专业标准化技术委员会委员, 全国标准化技术委员会工作组成员, 《建筑钢结构进展》杂志编委。

贺明玄教授长期从事建筑技术创新与应用研究工作, 获得多项省、部级奖励, 参与了数十部国家、行业和地方标准的编制、审定工作。在建筑技术领域取得令人瞩目的学术成果, 获得省、部级科技奖励10项, 获得国家发明专利7项, 实用新型专利4项。

兰州理工大学土木工程学院

**土木菁华大讲堂**

报告内容: 大跨空间结构抗冲击/爆炸研究进展  
 时 间: 2017年10月10日(周二)下午16:00  
 报告人: 支旭东 教授 博士生导师 哈尔滨工业大学  
 地 点: 逸夫科技馆二楼大报告厅  
 (兰州理工大学校本部)

个人简历:  
 支旭东, 男, 汉族, 1977年生, 1999年毕业于哈尔滨建筑大学, 获学士学位, 2003年毕业于哈尔滨工业大学, 获硕士学位, 2006年毕业于哈尔滨工业大学, 获博士学位。现任哈尔滨工业大学土木工程学院教授, 博士生导师, 哈尔滨工业大学空间结构研究中心副主任, 哈尔滨工业大学国防抗冲击与防护实验室副主任, 中国钢结构协会空间结构分会常务理事, 中国钢结构协会理事。

在大跨空间结构新体系, 抗震、抗爆炸/冲击防弹等前沿理论研究领域开展工作18年, 发表研究论文150余篇, 其中SCI、EI收录96篇。主持国家自然科学基金面上项目5项, 国家自然科学基金重点项目3项, 科技支撑计划子课题2项, 参加完成其它国家纵向课题10余项。在网壳结构动力稳定性及强震失效机理, 网壳结构抗爆炸/冲击荷载研究, 空间结构抗震设计理论, 瞬态冷却塔变电站大跨结构关键技术等研究领域取得一系列创新科研成果。研究成果应用于哈尔滨国际会展体育中心、大连市体育中心、营口奥体中心等空间结构工程30余项。获“国家科技进步二等奖”、“中建总公司科学技术一等奖”、“黑龙江省科技进步二等奖”、“詹天佑土木工程大奖”、“全国建筑结构设计一等奖”、“中国空间结构优秀工程金奖”等奖项。

兰州理工大学土木工程学院

兰州理工大学 学科交叉融合, 创新特色发展

**土木创新学术论坛**

本期主题: 安全强韧  
 报告题目: 数字孪生驱动的复杂结构状态监测与风险评估理论与方法  
 报告人: 曹纪兴  
 报告时间: 2026年1月6日15:00  
 报告地点: 综合实验楼A203室

个人简介: 曹纪兴, 浙江大学“百人计划”研究员, 国家高层次青年人才, 博士生导师, 专注于土木工程与人工智能交叉研究。曾先后在同济大学、美国加州大学洛杉矶分校、新加坡国立大学、日本京都大学开展学习与科研工作。主持国家自然科学基金、日本学术振兴会项目等十余项课题, 已发表学术论文50余篇, 多篇论文被评为ESI高被引或全球前0.1%热点。授权发明专利和计算机软件著作权十余项。兼任中国工程院院刊《Engineering》、中科院一区TOP期刊《Engineered Science》等多本国际期刊的青年编委。

图21 邀请院士、知名高校、优秀企业知名学者、优秀校友来学校作学术报告

## (2) 方法训练

课堂推行“问题导向研讨法”“工程案例教学”模式, 精讲重点难点内容: 将行业典型案例融入课堂教学; 在《钢结构设计》等核心课程中, 设置案例分析环节, 引导学生结合理论知识分析案例中的问题、探讨解决方案; 组织学生开展方案设计等活动, 培养学生的逻辑思维、分析能力和解决复杂工程问题的能力。



图22 学生课堂研讨

现场教学，让学生沉浸式感受。每门课程每学期至少一次组织学生。如在兰州奥体、兰州城市规划馆结合课程内容进行现场教学。

通过科研创新训练，提升学生科研创新能力。团队每学期指导100多名学生进行不同分层科研创新训练，讲解科研方法、专利申请、论文写作等相关知识，提升学生科研素养。引导学生参与科研项目，提升综合能力：依托国家科技支撑计划项目、国家自然科学基金项目以及省部级纵横向课题，吸纳学生参与科研实践（如大跨度钢结构抗震、抗冲击研究等）；鼓励学生参与科研成果转化，申请专利、发表学术论文。



图23 兰州奥体中心现场、兰州城市规划展览馆现场教学

以赛促学、以赛促创，强化创新实践：构建“校级-省级-国家级”三级学科竞赛体系，重点组织学生参与全国大学生结构设计竞赛、全国大学成图大赛、全国钢结构创新竞赛、省级智能建造大赛、全国信息技术大赛等相关赛事。近10年，累计组织学生参与各类学科竞赛不少于30场次，获奖不少于100余项，其中省级二等奖及以上奖项不少于60余项。其中连续九年指导学生参加全国大学生钢结构创新竞赛，并获得特等奖1次、一等奖1次，二等奖6次。

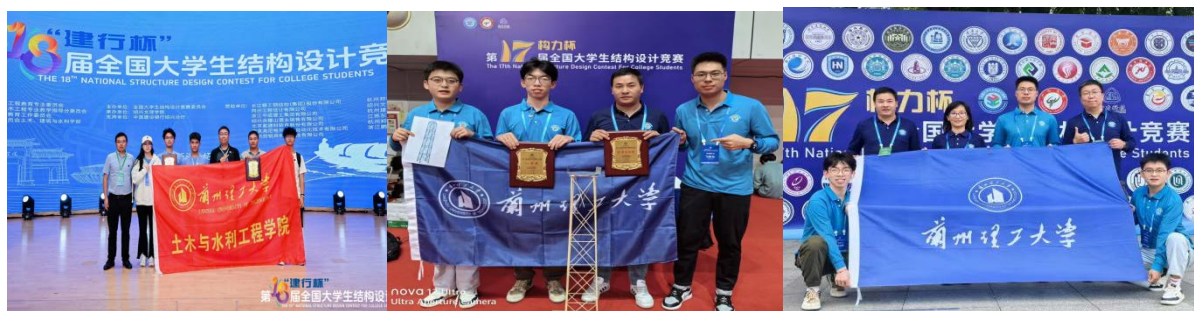


图24 大学生结构设计竞赛一等奖、二等奖

通过以上“课堂精讲-实训强技-竞赛砺能”三级进阶模式，提升了学生解决复杂工程问题的能力。



图25 钢结构创新竞赛特等奖

年份	竞赛主题	作品名称	获奖等级
2016	绿色装配式医院设计	装配式绿色医院建筑	二等奖
2018	装配式钢结构大学生公寓	共享共生装配式绿色大学生公寓设计	三等奖
2019	既有住宅室外加装电梯设计	《邻里邻居》——既有住宅室外加建电梯设计	一等奖
2019	既有住宅室外加装电梯设计	织旧含聚新生——经济因素主导下的既有住宅室外加装电梯设计	二等奖
2020	装配式钢结构民宿设计	《“屋”移·景异——功能转换下的院落与空间》	二等奖
2021	钢结构社区服务中心	蒙德里安小屋	二等奖
2021	钢结构社区服务中心	云端——甘南社区服务中心	二等奖
2022	钢结构停车设施	《有“续”空间——钢结构停车设施设计》	二等奖
2023	钢结构停车设施	《以树之名》	优秀奖
2023	图书馆设计	《流动山谷——未来可持续图书馆设计》	特等奖
2024	新民居设计	《麦积山麓——功能转换的新合院》	三等奖
2025	好房子+钢结构住宅	《云廬叠林》（垂直生态居住空间）	二等奖

图26 团队指导钢结构创新竞赛

### (3) 实践应用

引入VR+BIM、有限元分析、虚拟仿真、智能建造等数字化技术，模拟钢结构设计与施工。

依托Revit、ANSYS等工具，通过BVP3D三维虚拟现实平台搭建 VR+BIM教学实验室与虚拟仿真平台，构建沉浸式、模块化教学体系。设置装配式施工技术，结合实际工程案例，开展设计、施工、运维全流程数字化实操与多专业协同训练。有效破解结构教学抽象难懂、实践场地受限的痛点，弥补传统教学中理论与工程实际脱节、协同教学不足的短板，显著提升学生空间认知能力、实操技能与工程思维，助力学生快速适配职场需求。学生在我校SPOC平台上自主完成相关课程虚拟仿真试验（压杆稳定性试验）。



图27 VR实训

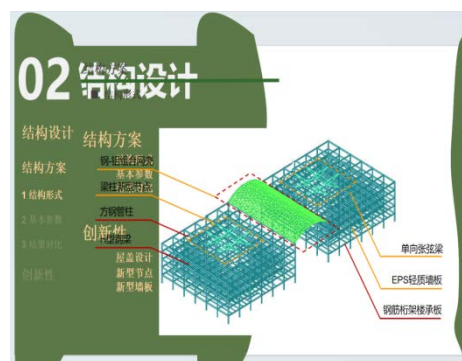


图28 有限元分析等



图29 VR实训平台



图30 虚拟仿真实验

#### (4) 空间拓展

建设2门国家智慧教育平台课程、3门线上系列课程，打破时空限制；建立10余家校企实习基地、1个土木工程创新中心，建设3个虚拟仿真实验项目，构建多维实践平台。

线上教学空间建设中，聚焦钢结构设计、施工技术为核心课程模块，精心打造国家智慧教育平台精品课程（钢结构设计原理，智慧树平台），课程涵盖视频课件、案例解析、在线测试等多元化资源，面向全国高校共享开放；同步开发 3 门线上系列专题课程（超星平台），分别围绕钢结构设计、大跨度空间结构等前沿方向，配套直播答疑、小组研讨、作业互评等互动环节，依托在线教学平台实现课程资源随时调取、学习进度灵活把控，彻底打破传统课堂的时空限制，支持学生开展碎片化、个性化自主学习。



图31 智慧树精品课程(钢结构设计原理)



图32 超星平台教学资源等

在校内建设 1 个土木工程创新中心，支持学生开展课程设计、创新创业项目研发与学科竞赛备赛。

### (5) 评价反馈

建立教师、学生自评互评、企业参与的多元化体系，将过程性与终结性评价贯穿教学全过程，及时反馈学生的学习进展与存在的问题，为教学调整提供依据。终结性评价通过考试、毕业设计等方式对学生的学习成果进行综合评价。

邀请企业导师全过程指导、评价毕业设计成果。企业导师根据学生设计质量、答辩表述等进行评价，并提出针对性改进建议。



图33 企业导师进行毕业设计指导及毕业答辩评价

将评价融入教学全环节，包括线上课程的视频学习进度、在线测试成绩、小组研讨发言等，通过教学平台实时采集数据，形成过程性评价报告，及时反馈学生学习进展与存在的问题；采用多元考核方式，涵盖理论知识笔试、设计作业、模型制作等，综合考查学生知识应用、工程设计与创新能力，最终形成全面的终结性评价结论。

### 3. 深化产学研深度融合，健全协同育人培养模式

以“高校-产业-政府-社会”四维螺旋结构为核心理念，深化产学研深度融合，构建特色鲜明、务实高效的钢结构协同育人共同体，创新“理论筑基、实践赋能、创新驱动、工程淬炼”的协同育人模式，聚焦钢结构领域高素质创新型人才培养，为区域钢结构产业高质量发展提供人才支撑。

#### (1) 构建“四维螺旋”钢结构协同育人共同体，夯实协同育人基础

立足“高校-产业-政府-社会”四维联动，打破主体壁垒，形成权责清晰、资源共享、优势互补、长效运行的协同育人共同体，为人才培养提供制度、资源、平台三重保障。

企业参与，注入实践育人动能：建立16家钢结构校企实习基地。企业提供实践教学设备、场地、技术支持；企业技术骨干担任兼职导师，全程参与学生实习指导、课程教学、毕业设计（论文）指导；联合企业制定生产实习、毕业实习等实践教学大纲，明确实习各阶段目标、内容、考核标准，确保实践教学规范化、系统化。

深化产学研协同，联合中建三局、甘肃建投集团等相关企业，构建钢结构“人才培养+本地建筑企业+地方建设管理部门+陇原重大工程”协同育人共同体。

## **(2) 深化现场教学改革，对接重大工程项目，推动理实融合**

邀请企业技术专家结合自身参与的重大工程项目，开展案例分享，讲解工程实践中的经验教训，提升学生的工程素养。

组织学生参与区域重大工程项目研究，锤炼核心能力：对接区域重大钢结构工程项目，引导学生参与工程项目的前期调研、方案设计、施工监测、后期评估等相关工作；聚焦工程中的复杂技术问题（如大跨度钢结构安装精度控制、高空焊接质量保障、钢结构抗风抗震优化等），开展专题研究，提出解决方案，助力工程项目顺利推进。

以上措施成效显著，学生的实践能力、创新能力、职业素养得到全面提升，为区域钢结构产业输送了大批创新型人才，得到行业企业的高度认可；协同育人模式得到广泛推广，形成了可复制、可借鉴的经验，为同类专业协同育人工作提供了示范引领，推动了钢结构专业教育教学质量的显著提升，助力区域钢结构产业高质量发展。