

普通高等学校本科专业设置申请表

校长签字：

学校名称（盖章）：齐鲁工业大学

学校主管部门：山东省教育厅

专业名称：碳中和科学与工程

专业代码：140005T

所属学科门类及专业类：交叉学科

学位授予门类：工学

修业年限：4 年

申请时间：2026 年 8 月 13 日

专业负责人：许崇庆

联系电话：13505313900

教育部制

1. 学校基本情况表

学校名称	齐鲁工业大学	学校代码	10431
邮政编码	250353	学校网址	www.qlu.edu.cn
学校办学基本类型	☐ 部委院校 ☒ 地方院校 ☒ 公办 ☐ 民办 ☐ 中外合作办学机构 ☐ 985 ☐ 211		
现有本科专业数	86	上一年度全校本科招生人数	8260
上一年度全校本科毕业生人数	7631	学校所在省市	山东省济南市
已有专业学科门类	☐ 哲学 ☒ 经济学 ☒ 法学 ☒ 教育学 ☒ 文学 ☐ 历史学 ☒ 理学 ☒ 工学 ☐ 农学 ☒ 医学 ☒ 管理学 ☒ 艺术学		
学校性质	☒ 综合 ☐ 理工 ☐ 农业 ☐ 林业 ☐ 医药 ☐ 师范 ☐ 语言 ☐ 财经 ☐ 政法 ☐ 体育 ☐ 艺术 ☐ 民族		
专任教师总数	2313 人	专任教师中副教授及以上职称教师数	1162 人
学校主管部门	山东省教育厅	建校时间	1948 年
首次举办本科教育年份	1978 年		
曾用名	山东轻工业学院		
学校简介和历史沿革 (300 字以内, 无需加页)	前身为 1948 年成立的胶东工业学校。1978 年至 2013 年为山东轻工业学院时期，2013 年更名为齐鲁工业大学，是国家“产教融合”项目首批建设高校、山东省首批应用型人才培养特色名校、高校协同创新中心首批立项建设单位。新的齐鲁工业大学于 2017 年 5 月由齐鲁工业大学和山东省科学院整合组建而成。现有 86 个本科专业，5 个博士学位授权一级学科、1 个博士专业学位授权类别、15 个硕士学位授权一级学科、92 个硕士学位授权二级学科，是涵盖工、理、文、经、管、法、医、艺等学科门类的多科性大学。现有在校生 38000 余人。获得省部级以上科研奖励		

	160 余项，校舍建筑总面积 146 万平方米，重全国点实验室 2 个、“一带一路”联合实验室 1 个、国家超级计算中心 1 个，专任教师 2313 人。是首批山东特色名校工程学校和“山东省 2011 协同创新中心”牵头单位，被主流媒体评为山东省十大“最具社会口碑学校”。
--	--

2. 申报审批专业数据

专业代码	140005T	专业名称	碳中和科学与工程
学位	工学	修业年限	4 年
专业类	交叉学科类	专业类代码	1400
门类	交叉学科	门类代码	14
所在院系名称	环境科学与工程学部		
增设专业区分度 (目录外专业填写)			
增设专业的基础要求 (目录外专业填写)			

3. 教师基本情况表

姓名	性别	年龄	拟授课程	专业技术职务	最后学历毕业学校	最后学历毕业专业	最后学历毕业学位	研究领域	专职/兼职
许崇庆	男	56	碳中和政策与法规	其他正高级	山东工业大学	热能工程	学士	热能工程	专职
王晨	男	54	环境地球化学	教授	北京科技大学	安全技术与工程	博士	污染控制化学	专职
孙静	女	40	环境地球化学、低碳前沿新材料	副教授	中国科学院生态环境研究中心	环境科学	博士	环境纳米催化技术与资源化	专职
朱传勇	男	39	流体力学、碳中和情景分析与模拟	副教授	北京师范大学	环境工程	博士	环境工程	专职
闫桂焕	女	48	碳排放核算方法学	其他正高级	山东大学	热能工程	博士	热能工程	专职
石峰	男	53	轻化工清洁生产与碳污协同减排	其他正高级	日本名古屋大学	环境学	博士	循环经济	专职
李玲	女	41	恢复生态学与碳汇工程、工程经济与项目管理、生态学基础与碳循环	副教授	中国农业大学	生态学	博士	生态学	专职
王宝琳	女	37	环境大数据与人工智能、碳中和情景分析与模拟	副教授	北京大学	环境科学	博士	大气化学	专职
李郁武	男	50	热工学、氢能源及综合利用技术	其他正高级	上海交通大学	制冷及低温工程	博士	制冷及低温工程	专职
李晓霞	女	50	碳排放权交易概论、氢能源及综合利用技术	其他中级	兰州交通大学	工程热物理	硕士	工程热物理	专职
王文语	女	34	过程工程原理	讲师	山东大学	环境工程	博士	环境工程	专职
于斐	女	38	无废城市规划与实践、碳足迹与生命周期评价	副教授	山东大学	环境科学	博士	环境科学	专职
谷亚威	男	36	过程工程原理	副教授	浙江工业大学	环境科学与工程	博士	环境科学与工程	专职

						程		程	
史晓国	男	37	环境地球化学、碳捕集利用与封存	讲师	东北大学	冶金资源循环科学与工程	博士	冶金资源循环科学与工程	专职
马惠芳	女	39	环境大数据与人工智能、环境影响评价	讲师	瑞士苏黎世联邦理工大学	环境系统科学	博士	环境系统科学	专职
葛秀丽	女	48	流域减污降碳与生态修复、生态学基础与碳循环	副教授	山东大学	环境科学	博士	环境生态学、生态恢复	专职
马云倩	女	40	区域碳中和规划与 ESG 实务	副教授	山东大学	环境工程	博士	气体污染物净化处理新技术	专职
姜春明	男	46	恢复生态学与碳汇工程	副教授	中科院研究生院	生态学	博士	生态学	专职
薛嵘	男	52	碳捕集利用与封存	副教授	南开大学	环境科学	博士	工业废水处理	专职
孙雷	男	36	工业碳污协同治理集成优化、储能与新能源低碳系统工程	副教授	山东大学	环境科学	博士	环境科学	专职
周茂娟	女	47	流域减污降碳与生态修复、生态学基础与碳循环	讲师	西北农林科技大学	生态学	博士	生态学	专职
陈侠	女	47	大气污染控制与碳污协同工程、工业碳污协同治理集成优化	副教授	中国海洋大学	海洋化学工程与技术	博士	大气污染控制、废水处理	专职
杨娜	女	41	大气污染控制与碳污协同工程、工业碳污协同治理集成优化	讲师	山东大学	环境科学	博士	环境科学	专职
贾述	男	40	区域碳中和规划与 ESG 实务	其他中级	济南大学	国民经济	硕士	国民经济	专职
邵宇婷	女	33	碳中和系统科学	其他中级	中国人民大学	人口、资源与环境经济学	博士	人口、资源与环境经济学	专职
孔桂香	女	43	碳减排原理与技术	其他中级	厦门大学	能源经济学	硕士	能源经济学	专职
张闻	女	43	轻化工清洁生产与碳污协同减排	其他副高级	南开大学	环境科学	博士	环境科学	专职

王振	男	52	轻化工清洁生产与碳污协同减排	教授	南开大学	环境工程	博士	水污染控制	专职
张记市	男	54	无废城市规划与实践	教授	昆明理工大学	环境工程	博士	环境功能材料	专职
高永超	男	48	生态系统碳汇评估	其他正高级	中国科学院沈阳应用生态研究所	生态学	博士	生态学	专职
周方园	男	36	生态系统碳汇评估	其他副高级	中国科学院大学	生态学	博士	生态学	专职
王贻莲	女	48	恢复生态学与碳汇工程	其他副高级	华中农业大学	农业昆虫与害虫防治	硕士	农业昆虫与害虫防治	专职
冯庆	男	37	工程经济与项目管理	副教授	韩国海洋大学	环境工程	博士	环境工程	专职
申婷婷	女	51	低碳前沿新材料	副教授	湖南大学	环境工程	博士	环境污染物化学与控制技术	专职
张广志	男	48	流域减污降碳与生态修复、生物质能与工业余热利用	其他副高级	四川农业大学	植物病理学	硕士	植物病理学	专职
姬丹丹	女	43	生物质能与工业余热利用	教授	山东大学	细胞生物学	博士	生物质废弃物的资源化利用	专职
田昌	男	41	无废城市规划与实践、环境影响评价	讲师	山东大学	环境工程	博士	水污染控制	专职
张旋	女	51	碳排放权交易概论	副教授	南开大学	环境工程	博士	水污染控制	专职
宋晓哲	女	34	工业碳资产管理实务	讲师	北京林业大学	生态环境工程	博士	生态环境工程	专职
李烜	男	41	碳中和工程综合实验	讲师	清华大学	环境科学与工程	博士	环境科学与工程	专职
郭双祯	男	37	碳中和工程综合实验	副教授	天津大学	环境能源工程	博士	环境能源工程	专职

4. 核心课程表

课程名称	课程 总学时	课程 周学时	拟授课教师	授课 学期
碳中和系统科学	48	4	许崇庆	4
储能与新能源低碳系统工程	40	2-4	闫桂焕	6
轻化工清洁生产与碳污协同减排	32	2	石峰，张闻，王振	6
低碳前沿新材料	16	2	孙静，申婷婷	6
碳减排原理与技术	56	4	孔桂香	4
恢复生态学与碳汇工程	40	2-4	李玲，姜春明，王贻莲	6
碳排放核算方法	40	2-4	王宝琳，孙雷	5
碳足迹与生命周期评价	48	4	于斐	5
大气污染控制与碳污协同工程	48	4	陈侠，杨娜	4
碳中和政策与法规	32	2	邵宇婷	5
工业碳污协同治理集成优化	40	2-4	孙雷，陈侠，杨娜	5
流域减污降碳与生态修复	40	2-4	葛秀丽，张广志，周茂娟	6
碳捕集利用与封存	48	4	史晓国，薛嵘	6
生态系统碳汇评估	32	2	高永超，周方园	5
工程经济与项目管理	40	2-4	李玲，冯庆	6
工业碳资产管理实务	40	2-4	宋晓哲	6
环境大数据与人工智能	56	4	马惠芳，王宝琳	5
生物质能与工业余热利用	40	2-4	张广志，姬丹丹	5
碳排放权交易概论	48	4	李晓霞，张旋	5
氢能源及综合利用技术	40	2-4	李郁武，李晓霞	6
碳中和情景分析与模拟	56	4	朱传勇	7

无废城市规划与实践	40	2-4	于斐，张记市，田昌	7
区域碳中和规划与 ESG 实务	32	2	马云倩，贾述	7
环境影响评价	40	2-4	马惠芳，田昌	6

5. 专业主要带头人简介

姓名	许崇庆	性别	男	专业技术职务	其他正高级	行政职务	学部主任
拟承担课程	碳中和政策与法规			现在所在单位	齐鲁工业大学（山东省科学院）		
最后学历毕业时间、学校、专业		1991年毕业于山东工业大学动力工程系热能工程专业					
主要研究方向		绿色低碳发展、应对气候变化					
获教学成果奖项情况		无					
获科研成果奖项情况		2021年获山东省人民政府决策咨询奖三等奖；2022年获山东省发改委优秀研究成果一等奖；2023年获第十三届山东省统计科研优秀成果奖一等奖、山东省发改委优秀研究成果三等奖、山东软科学优秀科技成果一等奖；2024年获中国发展研究奖一等奖；2025年获中华环保联合会科学技术奖二等奖。2025年、2026年指导学生作品分别获第十一届、第十二届全国大学生能源经济技术创意大赛全国赛特等奖。					
目前承担教学项目情况		无					
目前承担科研项目情况		碳排放双控考核制度下数据核算与多元共治路径研究项目，零碳就绪园区一体化解决方案研究项目，山东省生态环境厅2026年度月度信息化存证数据审核项目，淄川区大奎山多能互补示范项目宣传推广及全区典型场景能源绿色低碳转型模式及路径研究项目等。					
近三年获得教学研究经费（万元）		7.5		近三年获得科学研究经费（万元）		622.88	
近三年给本科生授课（理论教学）学时数		46		近三年指导本科毕业设计（人次）		0	

姓名	闫桂焕	性别	女	专业技术职务	其他正高级	行政职务	无
拟承担课程	碳排放核算方法学			现在所在单位	齐鲁工业大学（山东省科学院）		
最后学历毕业时间、学校、专业		2011年毕业于山东大学能源与动力工程学院热能工程专业					
主要研究方向		绿色低碳发展、应对气候变化					
获教学成果奖项情况		无					
获科研成果奖项情况		2021年获山东省人民政府决策咨询奖三等奖；2022年获山东省发改委优秀研究成果一等奖；2023年获第十三届山东省统计科研优秀成果奖一等奖、山东软科学优秀科技成果一等奖；2024年获中国发展研究奖一等奖；2026年获得全省生态环境领域优秀调研报告与研究成果一等奖。2022年指导学生作品获第十七届挑战杯全国大学生课外学术科技作品竞赛二等奖，2025年、2026年指					

	导学生作品分别获第十一届、第十二届全国大学生能源经济学术创意大赛全国赛特等奖。		
目前承担教学项目情况	无		
目前承担科研项目情况	山东省生态环境厅 2025 年重点行业碳足迹试点项目, 山东省 2025 年度省级温室气体清单编制项目, 典型工业园区零碳建设路径对策研究项目, 淄川区大奎山多能互补示范项目宣传推广及全区典型场景能源绿色低碳转型模式及路径研究项目等。		
近三年获得教学研究经费 (万元)	0	近三年获得科学研究经费 (万元)	697
近三年给本科生授课 (理论教学) 学时数	58	近三年指导本科毕业设计 (人次)	3

姓名	石峰	性别	男	专业技术职务	其他正高级	行政职务	无
拟承担课程	轻化工清洁生产与碳污协同减排			现在所在单位	齐鲁工业大学（山东省科学院）		
最后学历毕业时间、学校、专业		2009年毕业于名日本古屋大学环境学专业					
主要研究方向		循环经济					
获教学成果奖项情况		无					
获科研成果奖项情况		发表教研论文 1 篇					
目前承担教学项目情况		无					
目前承担科研项目情况		横向项目 1 项					
近三年获得教学研究经费（万元）		0		近三年获得科学研究经费（万元）		103	
近三年给本科生授课（理论教学）学时数		24		近三年指导本科毕业设计（人次）		1	

注: 填写三至五人, 只填本专业专任教师, 每人一表。

6. 其他办学条件情况表

申报专业副高及以上职称(在岗)人数	59	其中校外兼职人数	0	可用于该专业的教学实验设备数量(千元以上)	578
可用于该专业的教学设备总价值(万元)	1629				
学校名称	设备名称		型号规格	数量	购入时间
齐鲁工业大学	电子分析天平		AR2140、FA224、AUW120D	18	2006-2019
齐鲁工业大学	电子天平		AR2140、JA1003N	8	2001-2020
齐鲁工业大学	可见分光光度计		723A、Pv4、T6 新悦	16	2006-2020
齐鲁工业大学	紫外分光光度计		P7、TU-1901	4	2006
齐鲁工业大学	紫外-可见分光光度仪		TU1901	1	2016
齐鲁工业大学	荧光分光光度计		F-4700	1	2021
齐鲁工业大学	红外分光光度仪		IRAffinity-1	1	2016
齐鲁工业大学	马弗炉(箱式电阻炉)		SX2-8-10N、SX8-10	8	2006-2019
齐鲁工业大学	恒温干燥箱(鼓风)		DRK9240A、101A-3	8	2006-2020
齐鲁工业大学	不锈钢恒温水浴		双列四孔	7	2002
齐鲁工业大学	超声波清洗器		KQ3200、JC-QXS-3.2L	5	2002
齐鲁工业大学	循环水真空泵		SHB-III、SHB-IV	11	2006-2016
齐鲁工业大学	旋转蒸发器		RE-2010、RE-52A	2	2012

齐鲁工业大学	磁力搅拌器（含曝气泵）	85-2	10	2020
齐鲁工业大学	酸度计（pH 计）	PHS-3C、ST2100	14	2006-2020
齐鲁工业大学	电导率测定仪	ST3100C、DDS-11A	11	2016-2020
齐鲁工业大学	台式高速离心机	DRK20WS	2	2020
齐鲁工业大学	台式高速冷冻离心机	DRK16M、TGL-16	3	2012-2020
齐鲁工业大学	生物显微镜	B203LED、CX41、B302	47	2006-2020
齐鲁工业大学	超净工作台	DRK-AC-2、SW-CJ-ID	11	2006-2020
齐鲁工业大学	压力蒸汽灭菌器	LDZX-50KBS	10	2012-2019
齐鲁工业大学	恒温培养箱	HS-150、303A-4	9	2006-2019
齐鲁工业大学	光照培养箱	GXZ-280C	4	2017-2020
齐鲁工业大学	控温生物振荡器	THZ-82A	6	2020
齐鲁工业大学	超声波细胞粉碎机	JY92-IIN	1	2016
齐鲁工业大学	冷冻干燥机	MC2L-60℃	1	2016
齐鲁工业大学	实验室中央纯水系统	BIOPURE600	1	2014
齐鲁工业大学	纯水仪	UPZY-500L	1	2020
齐鲁工业大学	雷诺实验装置	BLNS-B	4	2017
齐鲁工业大学	流动阻力测定实验装置	BDLZ-B	6	2017-2018

齐鲁工业大学	填料吸收塔实验装置	BTXS-BN	4	2017
齐鲁工业大学	反渗透分离实验装置（膜分离）	YLQ-RO-130PSI-1-D60	4	2020
齐鲁工业大学	多功能离子交换实验装置	HJ-1	1	2006
齐鲁工业大学	数字旋转粘度计	SNB-2	2	2020
齐鲁工业大学	COD/氨氮/总磷/总氮分析仪	GNSSZ-8NPCS03	5	2020
齐鲁工业大学	COD 消解仪（含加热器）	JC-102C、JHR-2	15	2016-2020
齐鲁工业大学	BOD 快速测定仪	OxiTop IS6	3	2016-2017
齐鲁工业大学	溶解氧测定仪	JPBJ-610L、HQ30d	17	2017-2020
齐鲁工业大学	便携式溶解氧测定仪	JPBJ-610L、JPBJ-608	8	2020
齐鲁工业大学	浊度仪	WGZ-200A、NS2	6	2006
齐鲁工业大学	浊度测定仪	AS-801TB	6	2020
齐鲁工业大学	色度测定仪	AS-801SB	6	2020
齐鲁工业大学	多参数水质测定仪	DR2800、LZC-W6001	4	2012-2020
齐鲁工业大学	水质测定消解仪	TR2032	3	2020
齐鲁工业大学	总有机碳分析仪	TOC-L CPH	1	2012
齐鲁工业大学	污泥浓度计	JC-MLSS-A	10	2020
齐鲁工业大学	混凝实验搅拌机	MY3000-4C 型	5	2006

齐鲁工业大学	混凝实验仪	MY3000-6G	4	2020
齐鲁工业大学	动态混凝实验装置	DYC076	4	2020
齐鲁工业大学	颗粒自由沉淀实验装置	DYJ025	5	2019-2020
齐鲁工业大学	过滤及反冲洗实验装置	DYJ96、DYJ196	3	2019
齐鲁工业大学	平流式气浮实验装置	JY-PL-601	5	2019-2020
齐鲁工业大学	UASB 小型实验装置	TG-271	1	2016
齐鲁工业大学	A2/O 法污水处理实验设备	JY-AO-102 等	7	2017-2020
齐鲁工业大学	SBR 法污水处理实验设备	JY-SBR-201 等	6	2017-2019
齐鲁工业大学	改良型 A/O 法废水处理实验设备	JY-AO-101	4	2020
齐鲁工业大学	中水回用综合处理成套实验设备	JY-ZS-301	3	2019
齐鲁工业大学	高浓度难降解有机废水综合处理实验设备	JY-LS-501	1	2020
齐鲁工业大学	垃圾渗滤液小试成套实验设备	JY-LS-501	2	2019
齐鲁工业大学	废水可生化性实验装置	JY-FK-001	5	2020
齐鲁工业大学	臭氧-紫外线光化学反应高级氧化实验装置	DYJ231	3	2020
齐鲁工业大学	光催化反应器	JY92-IIN	1	2016
齐鲁工业大学	复合人工湿地实训设备	JY-SD-355	1	2023
齐鲁工业大学	地下水污染教学实验示范设备	QS-3	1	2017

齐鲁工业大学	小型（教学型）真空过滤机	XTLZ260/200	6	2019
齐鲁工业大学	小型破碎机	PEF100 × 60、4500Y	9	2019-2020
齐鲁工业大学	小型造粒机	YK-60	3	2020
齐鲁工业大学	振动筛	SDB-200	6	2019
齐鲁工业大学	大气采样器	KB-6E、KC-6D	37	2002-2020
齐鲁工业大学	环境空气颗粒物采样器 （PM2.5/PM10）	KB-120F、TH-150C、 B-120F	25	2017-2020
齐鲁工业大学	激光粒子计数器	9306-V2	2	2020
齐鲁工业大学	便携式大流量低浓度烟尘自动测试仪	3012H-D	1	2020
齐鲁工业大学	红外 CO 分析仪	ET-3015A	7	2020
齐鲁工业大学	汽车排气分析仪	TH-500	2	2020
齐鲁工业大学	臭氧浓度分析仪（手持式）	OZA-C10	21	2020
齐鲁工业大学	噪音分析仪	HS6288E	17	2019
齐鲁工业大学	烟气脱硫实验装置	TG-587	4	2020
齐鲁工业大学	烟气脱硝实验装置（SCR）	TG-586	4	2020
齐鲁工业大学	烟气电除尘教学实验演示设备	DUST	1	2017
齐鲁工业大学	静电除尘性能测试实验装置	DYQ501	4	2019
齐鲁工业大学	布袋除尘性能测试实验装置	TG-502	4	2020

齐鲁工业大学	有机废气生物法净化实验装置	DYQ043	4	2019
齐鲁工业大学	活性炭吸附实验装置	DYJ025、DYP520	5	2019
齐鲁工业大学	植物冠层测定仪	TOP-1000	1	2023
齐鲁工业大学	植物径流仪	TPJL-1000	1	2023
齐鲁工业大学	多用途根系分析系统（专业版）	WinRHIZO	1	2023
齐鲁工业大学	人工模拟降雨器	SRS-BX-04	1	2023
齐鲁工业大学	顶光源人工气候箱	RXZ-1000C-3	1	2023
齐鲁工业大学	组织研磨仪	BD-GDB1	1	2023
齐鲁工业大学	凝胶成像仪器	ChampGel 5000	1	2023
齐鲁工业大学	荧光定量 PCR	Q2000B	1	2023
齐鲁工业大学	二氧化碳培养箱	HH6CP-01W	1	2006
齐鲁工业大学	电化学工作站	DH7000	1	2021
齐鲁工业大学	气相色谱仪	GC-2014C、Trace1300	3	2020
齐鲁工业大学	气相色谱-质谱联用仪	8860-5977B	1	2019
齐鲁工业大学	液相色谱仪	LC-16	1	2020
齐鲁工业大学	液相色谱-质谱联用仪	LC-20A/LC-MS8040	1	2016
齐鲁工业大学	离子色谱仪	ICS-90、Aquion RFIC	2	2006-2019

齐鲁工业大学	原子吸收分光光度计	ICE 3500	1	2021
齐鲁工业大学	电感耦合等离子体发射光谱仪	ICE PRO XP	1	2021
齐鲁工业大学	微波消解仪	JUPITER-B	2	2021
齐鲁工业大学	比表面积测定仪	Autosorb-iQ	1	2020
齐鲁工业大学	同步热分析仪	ZH-1450B	1	2019
齐鲁工业大学	量热仪	SDC715	1	2019
齐鲁工业大学	纳米粒度及 ZETA 电位分析仪	ZetaSizer PRO	1	2021
齐鲁工业大学	城市污水处理仿真软件	V1.0	1	2015
齐鲁工业大学	典型污水处理厂生产实习 3D 虚拟仿真软件	V1.0	1	2015
齐鲁工业大学	环境工程 3D 虚拟现实软件	V1.0	1	2019

7. 申请增设专业的理由和基础

（一）申请增设专业的主要理由

1.服务国家“双碳”战略的迫切需要。实现碳达峰、碳中和是我国贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的重大国家战略，也是我国对国际社会的庄严承诺。国务院《2030年前碳达峰行动方案》将“加强碳达峰碳中和队伍建设”作为重点任务，明确提出加快碳中和人才培养；教育部等四部门印发《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》，要求加快布局碳中和相关学科专业，培养一批具有国际视野和跨学科能力的碳中和领域急需紧缺人才。增设碳中和科学与工程专业，是学校贯彻落实国家战略部署、服务生态文明建设的直接举措。

2.服务山东省绿色低碳高质量发展的迫切需要。山东省是全国能源消费和工业大省，是全国首个新旧动能转换综合试验区，正全力建设绿色低碳高质量发展先行区，能耗“双控”、煤炭压减、新能源产业发展、碳市场建设等任务艰巨。专业负责人许崇庆教授深度参与《支持山东深化新旧动能转换推动绿色低碳高质量发展意见》《山东省碳达峰实施方案》等省级核心文件起草工作，本专业培养的人才将直接支撑山东省重点行业企业碳管理、碳核查、碳交易及新能源产业发展等重点工作，为区域绿色低碳转型提供人才支撑和智力保障。

3.缓解碳中和行业人才供需矛盾的迫切需要。据中国石油和化学工业联合会统计，“十四五”时期我国需要的“双碳”人才数量在55万至100万之间，全国碳中和相关领域人才缺口已超百万，且呈持续扩大趋势；据山东省发改委预测，到2027年山东省碳中和相关领域人才缺口将超过15万人。人才需求覆盖碳管理、碳交易、低碳环保技术、新能源技术、ESG（环境、社会与治理）、绿色金融等多个方向，现有高校专业设置难以满足全链条、复合型人才的培养需求。

4.学校优化学科专业结构、彰显办学特色的内在要求。学校原拟申报的《碳储科学与工程》专业仅聚焦碳捕集、利用与封存（CCUS）单一技术领域，覆盖面较窄。调整后的《碳中和科学与工程》专业定位从单一技术领域拓展至碳中和全链条，深度融合环境科学与工程、能源工程、经济学、政策研究等多学科资源，着力培养行业急需的兼具工程技术研发、政策研判分析和经济管理能力的复合型创新人才。该调整顺应新时代高等教育交叉学科发展趋势，有利于提升学校环境学科的综合实力和社会服务能力，是学校服务国家“双碳”战略的重要平台和抓手。

（二）学校专业发展规划

1.学校发展定位与专业布局。齐鲁工业大学（山东省科学院）是山东省重点建设的省属普通本科高校和科教融合高校。学校坚持“立足山东、面向全国、服务行业”的办学定位，主动对接国家重大战略和区域经济社会发展需求，持续推进学科专业结构优化调整，大力布局新能源、新材料、绿色低碳等新兴交叉学科专业。增设碳中和科学与工程专业符合学校学科专业发展规划，是学校深化科教融合、推进高水平大学建设的重要举措。

2.专业建设总体目标。以服务国家“双碳”战略和山东省绿色低碳发展为核心，用 3-5 年时间将本专业建设成为省内领先、国内有影响力的碳中和人才培养基地和科研创新平台，形成“技术+政策+经济”三位一体的特色培养模式，为国家和地方输送一批高素质碳中和专业人才。

3.课程体系建设规划。构建“技术+政策+经济”三位一体的课程体系，设置碳中和系统科学、碳足迹与生命周期评估、碳捕集利用与封存、生态系统碳汇评估、轻化工碳污协同减排技术、碳市场与气候金融等核心课程，强化企业碳核查实训、碳中和科学与工程课程设计、碳交易模拟实践、毕业实习与毕业设计（论文）等实践环节；结合学科特色和校企合作基础，重点建设高耗能行业碳污协同减排、黄河流域生态碳汇两个人才培养方向。

4.师资队伍建设规划。环境科学与工程学部现有教学科研人员 110 人，涵盖环境工程、能源科学、气候政策等多个领域，拥有一批高层次人才。专业负责人许崇庆教授是国家气候变化领域专家组专家、省委高端核心智库专家，主持多项国家发改委重大软科学课题，具有丰富的政策研究和实践经验。未来 3 年计划引进碳中和相关领域高层次人才 3-5 名，重点补充碳金融、可再生能源、生态碳汇等方向的师资；选派现有教师参加碳中和领域专项培训，提升跨学科教学能力；联合北京师范大学等高校建立师资共享机制，开设碳金融、新能源等交叉课程。

（三）人才需求预测情况

1.全国层面需求旺盛。据中国石油和化学工业联合会统计，“十四五”时期我国需要的“双碳”人才数量在 55 万至 100 万之间，且随着全国碳排放权交易市场扩容、碳达峰碳中和政策体系不断完善，人才需求规模将持续扩大。人才需求覆盖碳管理、碳交易、低碳环保技术、新能源技术、ESG、绿色金融等多个方向，供需矛盾十分突出。

2.山东省需求尤为迫切。山东省作为全国首个新旧动能转换综合试验区，绿色低碳产业发展迅速。据山东省发改委预测，到 2027 年山东省碳中和相关领域人才缺口将超过 15 万人。重点需求领域包括：火电、钢铁、化工等高耗能行业的碳管理与节能改造人才；风

电、光伏、氢能等新能源技术研发与工程应用人才；碳核查、碳中和咨询、生态碳汇工程等专业服务人才；碳政策制定、碳交易监管、绿色金融产品设计人才。

3.毕业生就业前景广阔。本专业毕业生主要就业方向包括：生态环境、发展改革、能源管理等政府部门的相关管理岗位；华电、能源集团等大型能源企业的碳管理与新能源部门；山东省环保发展集团等头部环保企业的碳中和咨询与技术服务岗位；碳交易机构的绿色金融与碳交易岗位；企业 ESG 管理等工作。预计本专业毕业生就业率将达到 97%以上，就业质量显著高于平均水平。

（四）增设专业的基础与条件

1.学科专业基础。学校是国务院学位委员会批准的硕士学位授权单位和全国首批学士学位授权单位，现有 86 个本科专业，涵盖工、理、文、经、管、法、艺等学科门类。学校设有环境工程等相关本科专业，环境科学与工程学科具有硕士学位授予权，建有山东省碳中和现代产业学院，具备举办碳中和科学与工程专业的学科基础和办学经验。

2.教学实验条件。环境科学与工程学部本科实验教学实验室面积达 3100 多平方米，实验教学专业设备 800 余台套，设备总价值 1800 余万元，本科实验教学仪器设备类型及台套数配置充实，可满足学生实验操作 1-2 人/台套，充分保障实验教学效果及教学质量。为支撑本专业建设，计划新增碳排放监测与分析、新能源技术、能效与节能技术、CO₂ 捕集转化等实验系统及碳中和专业虚拟仿真教学软件，经费预算约 300 万元。

3.校外实践基地。在前期合作基础上，深化与华电山东新能源公司、山东省环保发展集团、山东省碳交易中心、山东鲁金生态发展集团有限公司等单位的合作，建立 6 个以上稳定的校外实习基地，为学生提供企业碳核查、碳中和规划、碳交易等实践机会；合作企业将参与人才培养方案制定、课程建设和实践教学指导，确保人才培养与行业需求紧密对接。

4.科研与社会服务平台。学部建有山东省碳中和现代产业学院、降碳减污协同山东省工程研究中心、山东省碳中和技术创新中心、山东省应用微生物重点实验室、清洁生产与工业废弃物处置及资源化山东省高校重点实验室、黄河流域轻工有机污染物低碳处置与资源化利用协同创新中心等省级平台，是山东省绿色产业与环境安全创新创业共同体组成单位。近五年来，学部先后主持承担纵向科研项目 167 项，纵向项目经费合同额 1.03 亿元；横向科研项目 225 项，横向到位经费 8011 万元，总研发经费 1.83 亿元；获省部级以上科研奖励 11 项，发表高水平学术论文 395 篇，授权发明专利 159 件，为专业建设和人才培养提供了坚实的科研支撑。

综上所述，增设碳中和科学与工程专业是响应国家“双碳”战略、服务山东省绿色低碳高质量发展的迫切需要，也是我校优化学科专业结构、提升社会服务能力的重要举措。我校环境科学与工程学部具备相应的学科基础、师资力量、教学实验条件和校企合作资源，完全有能力办好该专业。恳请上级教育主管部门批准我校增设碳中和科学与工程专业，我校将以此为契机，加大投入力度，不断提升人才培养质量，为国家和地方培养更多优秀的碳中和专业创新人才。

8. 申请增设专业人才培养方案

碳中和科学与工程本科专业人才培养方案

学科门类：交叉学科 专业代码：140005T

一、专业简介

碳中和科学与工程专业立足国家“双碳”重大战略部署，深度对接山东省绿色低碳高质量发展先行区、黄河流域生态保护和高质量发展重大区域需求，依托我校环境科学与工程优势学科，融合能源工程、化学工程、经济与政策、人工智能、轻工工程多学科交叉资源，打造“核心低碳工程技术为主体、碳政策经济与数智仿真技术为两翼”的立体化复合型人才培养体系。本专业聚焦碳捕集利用与封存（CCUS）、工业余热余能资源化、高耗能企业减污降碳协同改造、生态碳汇工程技术、工业碳核查与碳资产管理、新能源耦合低碳系统等核心工程领域，培养独立从事技术研发、工程设计、运营运维、技术咨询与项目管理工作的的高素质创新应用型工程技术人才，为区域绿色低碳发展提供人才支撑和智力服务。

二、培养目标

本专业立足山东、面向全国，遵循“基础扎实、素质全面、富有创新精神和实践能力”的学校人才培养定位，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。培养能综合运用数学、自然科学、工程科学的方法原理和碳中和专业知识，分析、识别、解决碳中和及相关领域复杂工程问题，能独立从事碳中和技术研发、碳核查核算、碳资产管理、低碳规划、环境社会治理(ESG)咨询、绿色金融等方面工作；有良好的人文素养、社会责任感、职业道德和可持续发展理念，在工程实践中能坚持公众利益优先；具有良好的沟通表达、组织管理与多学科交叉团队合作能力和创新创业意识；具有国际化视野和终身学习的能力，能主动适应不断变化的国内外形势和环境的高素质创新应用型人才。具体培养目标表现为：

- ①具备扎实的工程实践能力，能够独立解决碳中和领域复杂工程问题，成为行业技术骨干；
- ②熟悉国家及山东省双碳政策体系，能够开展区域碳中和规划和企业碳管理工作；
- ③具备跨学科协作和项目管理能力，能够带领团队完成碳中和相关工程项目；
- ④具有国际视野和终身学习能力，能够跟踪碳中和领域前沿技术和政策动态；
- ⑤恪守工程职业道德，践行绿色低碳理念，主动服务国家和地方绿色发展战略。

三、毕业要求

本专业学生经过大学阶段学习后，毕业时应该掌握以下知识和能力：

1. 工程知识：能够将数学、自然科学、计算、工程基础和碳中和专业知识用于解决复杂工程问题。
2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析复杂工程问题，综合考虑可持续发展的要求，以获得有效结论。
3. 设计/开发解决方案：能够针对复杂工程问题开发和设计解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，体现创新性，并从健康与安全、全生命周期成本与净零碳要求、法律与伦理、社会与文化等角度考虑可行性。
4. 研究：能够将科学原理及科学方法用于研究复杂碳中和工程问题，包括实验方案设计、分析与解释数据，并通过信息综合得到合理有效的结论。
5. 使用现代工具：能够开发、选择、使用与复杂碳中和工程问题相关的技术、资源、现代工程工具和信

息技术工具，预测与模拟复杂环境工程问题，并能够理解其局限性。

6. 工程与可持续发展：在解决复杂工程问题时，能够基于工程相关背景知识，分析和评价工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响，并理解应承担的责任。

7. 伦理和职业规范：有工程报国、工程为民的意识，具有人文社会科学素养和社会责任感，能够理解和应用工程伦理，在工程实践中遵守工程职业道德、规范和相关法律，履行责任。

8. 个人和团队：能够在多样化、多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

9. 沟通：能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令；能够在跨文化背景下进行沟通和交流，理解、尊重语言和文化差异。

10. 项目管理：理解并掌握工程项目相关的管理原理与经济决策方法，并能够在多学科环境中应用。

11. 终身学习：具有自主学习和终身学习的意识 and 能力，能够理解广泛的技术变革对工程和社会的影响，适应新技术变革，具有批判性思维能力。

毕业要求与培养目标对应关系矩阵

项目名称	培养目标 1	培养目标 2	培养目标 3	培养目标 4	培养目标 5
工程知识	√				
问题分析	√	√			
设计/开发解决方案	√	√			
研究	√				
使用现代工具	√		√		
工程与可持续发展		√		√	
伦理和职业规范			√		√
个人与团队			√		√
沟通			√	√	√
项目管理		√	√		
终身学习		√		√	

毕业要求各维度指标分解表

毕业要求	观测点
1.工程知识 能够将数学、自然科学、计算、工程基础和碳中专业知识用于解决复杂碳中和工程问题。	1.1 能将数学、自然科学、热力学、流体力学等基础理论用于碳中和复杂工程问题的规范表述与建模。
	1.2 掌握热工、化工、生态碳汇、碳核算等专业基础理论，能针对具体的问题建立合适的模型，分析其成因。
	1.3 综合运用碳捕集、碳减排、碳汇、碳市场专业知识，结合数理、工程基础解决工业、区域碳中和实际工程难题。

	1.4 可将 CCUS、低碳工艺、生态修复、碳资产管理等细分领域专业知识，应用于碳中和相关工程问题。
2.问题分析 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析复杂碳中和工程问题，综合考虑可持续发展的要求，以获得有效结论。	2.1 能基于数学、自然科学等的相关科学原理和模型方法识别、表达复杂工程问题。
	2.2 能够基于碳中和工程的基本原理和相关基础知识，识别和判断复杂碳中和工程问题的关键环节和参数。
	2.3 能够运用相关科学的基本原理，借助文献研究，分析碳中和工程中的具体问题，获得有效结论。
3.设计/开发解决方案 能够针对复杂碳中和工程问题开发和设计解决方案,设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，体现创新性，并从安全、全生命周期成本与净零碳要求、法律与伦理、社会与文化等角度考虑可行性。	3.1 掌握工程设计全周期、全流程的基本设计方法和技术，根据复杂碳中和工程问题的特征确定设计目标及低碳目标，提出技术方案并融入创新意识。
	3.2 能够对工艺单元（设备）进行工艺参数的选取、设计计算和设备选型。
	3.3 具有碳中和工艺流程设计、单元设备设计以及特定需求的系统设计能力，并能在设计环节中体现创新意识，具备对创新方案的实施效果与原定的技术指标进行对比评估的能力。
4.研究 能够将科学原理及科学方法用于研究复杂碳中和工程问题,包括方案设计、数据解析,并通过信息综合得到合理有效的结论。	4.1 掌握热工、化学、生态类基础实验操作规范，具备碳吸附、碳排放监测等实验实操能力。
	4.2 能够基于碳中和工程原理，结合调研分析，根据研究对象特征，选择研究路线，设计实验/研究方案。
	4.3 能够根据实验方案构建实验系统，安全开展实验，正确地采集实验数据得出实验结果；对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。
5.使用现代工具 能够开发、选择、使用与复杂碳中和工程问题相关的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具,预测与模拟复杂碳中和工程问题,并能够理解其局限性。	5.1 掌握 Python、碳排放核算软件、碳汇仿真、大数据分析工具的原理，清楚各类软件适用范围与计算局限。
	5.2 能够针对碳中和领域的工程问题，开发、选择和使用现代专业检测设备和分析手段，有效利用现代工程工具和信息技术工具，并能够分析、理解其局限性。
	5.3 能针对复杂工程问题，开发、选择、使用计算机软件与计算参数，对复杂碳中和工程问题进行预测、模拟与评价。
6.工程与可持续发展 在解决复杂工程问题时,能够基于工程相关背景知识,分析和评价工程实践对健康、安全、环境、法律以及经济和社会可持续发展的影响,并理解应承担的责任。	6.1 熟悉国家双碳法律法规、碳排放权交易政策、行业低碳标准、ESG 规范，理解碳中和与可持续发展内在逻辑。
	6.2 有较强的工程与社会意识，具有碳中和工程领域实习和实践经历。
	6.3 能客观分析、评价碳中和工程项目的实施、运行和维护对社会、健康、可持续发展、安全、法律及文化的影响，理解应承担的责任。
7.伦理和职业规范	7.1 具有良好的身心素质，正确的世界观、人生观，价值观。

有工程报国、工程为民的意识，具有人文社会科学素养和社会责任感，能够理解和应用工程伦理，在工程实践中遵守工程职业道德、规范和相关法律，履行责任。	7.2 具有良好的人文社会科学素养，了解国情，维护国家利益；树立和践行社会主义核心价值观；明确作为社会主义事业建设者和接班人所肩负的责任和使命。
	7.3 理解工程师的职业道德和责任，在从事碳中和相关工作中自觉遵守伦理和职业道德规范，履行责任。
8.个人和团队 能够在多样化、多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	8.1 理解团队合作的重要性，能够在多样化、多学科背景团队中，倾听其他成员的意见，主动与其他团队成员开展合作。
	8.2 能够在团队协作中承担团队成员或负责人的角色。
9.沟通 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令；能够在跨文化背景下进行沟通和交流，理解、尊重语言和文化差异。	9.1 具备良好的文字及语言表达能力、辩论能力、倾听能力，能够就复杂碳中和工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流。
	9.2 能规范地撰写报告、技术方案、陈述观点并能与业界同行和社会公众进行有效的沟通交流。
10.项目管理 理解并掌握碳中和工程项目相关的工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科项目中应用。	10.1 掌握低碳项目全周期成本、碳排放核算、投资收益测算方法，理解工程项目管理、碳金融决策逻辑。
	10.2 能够将工程管理与经济决策方法用于多学科环境下工程及产品的全周期、全流程的设计开发。
11.终身学习 具有自主学习和终身学习的意识，能够理解广泛的技术变革对工程和社会的影响，适应新技术变革，具有批判性思维能力，有不断学习和适应发展的能力。	11.1 能认识不断探索和学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。
	11.2 掌握自主学习方法，通过不断学习新知识和新技能，自我提升，以适应社会 and 行业的发展。

四、课程与毕业要求对应关系矩阵

	1. 工程知识	2. 问题分析	3. 设计 / 开发解决方案	4. 研究	5. 使用现代工具	6. 工程与可持续发展	7. 伦理和职业规范	8. 个人与团队	9. 沟通	10. 项目管理	11. 终身学习
思想道德与法治						M	M	L			
中国近现代史纲要							M				M
马克思主义基本原理							H				M

毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论						M	H				M
习近平新时代中国特色社会主义思想概论						M					M
形势与政策						H	H				M
大学英语					M				H		
体育											L
计算思维与信息基础					H					L	
军事理论							M				L
大学生职业生涯规划								M			M
创业教育与就业指导							M				M
科技发展与学科概论	M					M					
劳动教育							M	L			
高等数学II	H	L		M				M			
大学生心理健康教育									M		
大学物理III	M	L		M							
无机及分析化学	L	H									
无机化学实验III				L							
分析化学实验				M							
有机化学II	H	M									
有机化学实验III				M							
物理化学II	L	M									
物理化学实验III				L							
线性代数I	L	M								H	
概率论与数理统计I	L	M								H	
电工学II	L			L	M						
热工学	L			M	M						
流体力学	M	M									
过程工程原理		L	L								
Python 语言程序设计					H						
工程制图与 CAD					H						
环境地球化学		M				L					
生态学基础与碳循环		M				L					
碳中和系统科学		H				H					
碳捕集利用与封存	H	M	H	M							
碳减排原理与技术	H		M	M		M					
碳排放核算方法		M			M						
碳足迹与生命周期评价		M			M						
大气污染控制与碳污协同工程	H	M	M			L					
碳中和政策与法规						H	M				
工业碳污协同治理集成优化	M	M	H			M				L	
轻化工清洁生产与碳污协同	M	M	M			H				L	

减排											
储能与新能源低碳系统工程	H	L	M			M				L	
流域减污降碳与生态修复	M	M	M	M		H					
生态系统碳汇评估		M		M							
恢复生态学与碳汇工程	H	M	M			H					
工程经济与项目管理	H		H							M	
专业英语									H		M
工业碳资产管理实务		M					L			H	
环境大数据与人工智能				L	L						
生物质能与工业余热利用	M	M	M			H					
碳排放权交易概论									L		
氢能源及综合利用技术	M	L	M			M					
碳中和情景分析与模拟	M				H						
无废城市规划与实践	L	L									
区域碳中和规划与 ESG 实务	L	L	M			H	M			M	
环境影响评价	M				H	H					
低碳前沿新材料				M							M
军事技能									M		
工程训练						L	M	M			
碳中和科学与工程课程设计			H						M		
企业碳核算核查实训		M					M		L		
碳交易模拟实践				M			M	M			
认识实习						H	L		M		
生产实习					H	M	H			M	
碳中和工程综合实验				H	H			H			
创新实践				M				M			M
毕业实习						M	H	M			
毕业设计（论文）			H			L			L	M	H

五、专业课程思政体系矩阵

	马 克 思 主 义 论 方 法 P1	个 人 修 养 法 律 P2	中 国 文 化 精 神 P3	和 谐 社 会 主 义 核 心 价 值 观 P4	科 技 报 国 P5	科 学 精 神 P6	科 学 思 维 P7	科 学 伦 理 P8	工 程 伦 理 P9	工 匠 精 神 P10
思想道德与法治	√	√	√	√				√		
中国近现代史纲要	√		√	√	√					
马克思主义	√			√			√			

基本原理										
毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论	√	√	√	√			√			
习近平新时代中国特色社会主义思想概论	√		√	√			√			
形势与政策	√		√	√				√	√	
大学英语 1	√	√	√							
大学英语 2	√	√	√							
大学英语 3	√	√	√							
大学英语 4	√	√	√							
体育 1			√	√						
体育 2			√	√						
体育 3			√	√						
体育 4			√	√						
计算思维与信息基础					√	√				
军事理论			√	√						
大学生职业生涯规划		√					√	√		√
创业教育与就业指导	√				√			√		√
科技发展 与学科概论				√		√	√	√		
劳动教育			√	√						√
高等数学Ⅱ					√		√			
大学生心理健康教育		√	√	√				√		
大学物理Ⅲ					√		√			
无机及分析化学					√		√			
无机化学实验Ⅲ					√		√			
分析化学实验					√		√			
有机化学Ⅱ					√		√			

有机化学实验Ⅲ					√		√			
物理化学Ⅱ					√		√			
物理化学实验Ⅲ					√		√			
线性代数Ⅰ					√		√			
概率论与数理统计Ⅰ					√		√			
电工学Ⅱ					√	√	√			
热工学					√	√	√			
流体力学				√	√		√			
过程工程原理					√	√	√			
Python 语言程序设计					√	√	√			
工程制图与CAD									√	√
环境地球化学				√	√	√	√			
生态学基础与碳循环			√	√	√	√				
碳中和系统科学				√	√	√	√			
碳捕集利用与封存					√	√	√		√	√
碳减排原理与技术				√	√	√			√	
碳排放核算方法		√		√			√	√		
碳足迹与生命周期评价				√	√	√	√			
大气污染控制与碳污协同工程		√		√	√				√	
碳中和政策与法规	√	√		√				√		
工业碳污协同治理集成优化				√	√				√	√
轻化工清洁生产与碳污协同减排		√		√	√				√	√

储能与新能源低碳系统工程					√	√	√		√	
流域减污降碳与生态修复			√	√	√	√				
生态系统碳汇评估				√	√	√	√			
恢复生态学 与碳汇工程			√	√	√	√				
工程经济与项目管理		√		√					√	√
专业英语						√	√	√		
工业碳资产管理实务		√		√				√	√	
环境大数据与人工智能						√	√			
生物质能与工业余热利用				√	√	√			√	√
碳排放权交易概论	√	√		√				√	√	
氢能源及综合利用技术					√	√	√		√	
碳中和情景分析与模拟					√	√	√	√		
无废城市规划与实践		√			√			√		
区域碳中和规划与ESG实务		√		√	√			√		
环境影响评价		√		√		√			√	
低碳前沿新材料					√	√	√	√		
军事技能			√	√						
工程训练									√	√
碳中和科学与工程课程设计									√	√
企业碳核算核查实训		√						√	√	√
碳交易模拟		√		√				√	√	

实践										
认识实习									√	√
生产实习									√	√
碳中和工程综合实验		√				√	√			√
创新实践						√	√	√		
毕业实习							√	√	√	√
毕业设 计 (论文)				√	√	√	√	√(论 文)	√(设 计)	√

六、主干学科和课程

主干学科：碳中和科学与工程、环境科学与工程、能源工程、气候变化经济学

主要修读的专业核心课程：

通用核心：热工学、碳中和系统科学、碳减排原理与技术、环境地球化学

技术方向核心：碳捕集利用与封存、生态系统碳汇评估、轻化工清洁生产与碳污协同减排

政策经济方向核心：碳足迹与生命周期评价、碳市场与气候金融、碳中和政策与法规

AI 赋能核心：Python 语言程序设计、环境大数据与人工智能

七、修业年限、授予学位及毕业学分要求

修业年限：本科专业标准学制 4 年（弹性修业年限 3-6 年）。

授予学位：工学学士

毕业学分要求：本专业学生应达到学校对本科毕业生提出的德、智、体、美、劳等方面的要求，完成培养方案规定的全部课程学习及实践环节训练，修满 170 学分，毕业论文（设计）答辩合格，方可准予毕业。

八、专业课程体系及学分学时安排

课程类型		课程性质	总学时	理论学时	实践学时	总学分	理论学分	实践学分	实践教学学分所占比	选修学分所占比
公共基础教育平台课程	公共基础必修课程	必修	788	660	128	40	36	4	10%	
	综合素质选修课程	选修	160	160	0	10	10	0	0	5.9%
专业基础教育、专业教育平台课程	专业基础课程	必修	928	736	192	52	46	6	11.5%	
	专业核心课程	必修	352	224	96	17	14	3	17.6%	
	专业选修课程（含专业方向课程、任选课程）	选修	384	224	192	20	14	6	30%	11.8%
集中性实践环节		必修	1024	0	1024	31	0	31	100%	

合计		3636	2004	1632	170	120	50	29.4%	17.7%
----	--	------	------	------	-----	-----	----	-------	-------

注：1.实践环节百分比计算公式为（上机学分+实验学分+其它课内实践学分+集中实践性教学学分）/总学分*100%。

2.劳动教育（1）按照 1 学分，理论 8 学时，实践 16 学时；劳动教育（2）按照 1 学分，实践 32 学时计算，其余集中实践环节一周按照 32 学时计算。

九、指导性教学计划进程安排

1. 公共基础必修课

最低要求学分：40

修读 要求	课程名称 （英文名称）	学分	课时				学年、学期、学分								考核 方式	课 程 编 码	备注
			讲课	实 验	上 机	课 内 实 践	一		二		三		四				
							秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			
必修	思想道德与法治 (Ideological Morality and Law)	3	40			16	3								考试	B881209	
	中国近现代史纲要 （ The Outline of Modern History of China）	3	40			16		3							考试	B881210	
	毛泽东思想和中国特色社会主 义理论体系概论 (Mao Zedong Thought and Theoretical System of Socialism with Chinese Characteristics）	3	40			16			3						考试	B881211	
	马克思主义基本原理 （Basic Theory of Marxism）	3	40			16				3					考试	B881212	
	习近平新时代中国特色社会主义思想概论 （Outline of Xi Jinping Thought on Socialism with Chinese Characteristics for a New Era）	3	48							3					考试	B881215	

形势与政策 1 (Situation and Policy1)	0.5	8					0.5							考试	B881605	
形势与政策 2 (Situation and Policy2)	0.5	8							0.5					考试	B881606	
形势与政策 3 (Situation and Policy3)	0.5	8									0.5			考试	B881607	
形势与政策 4 (Situation and Policy4)	0.5	8										0.5		考试	B881608	
大学英语 1 (College English 1)	2	32				2								考试	B101001	
大学英语 2 (College English 2)	2	32					2							考试	B101002	
大学英语 3 (College English 3)	2	32						2						考试	B101003	
大学英语 4 (College English 4)	2	32							2					考试	B101004	
大学体育 1 (College Physical Education 1)	1	36				1								考试	B151101	
大学体育 2 (College Physical Education 2)	1	36					1							考试	B151102	
大学体育 3 (College Physical Education 3)	1	36						1						考试	B151103	
大学体育 4 (College Physical Education 4)	1	36							1					考试	B151104	

计算思维与信息基础 (Computational Thinking and Information Technology)	2	24		16		2								考试	B031008	
军事理论 (Military theory)	2	36				2								考查	B191003	
大学生职业生涯规划 (Career Planning for College Students)	1	16				1								考查	B191001	
创业教育与就业指导 (上) (Entrepreneurship Education and Careers Guidance (1))	1.5	24								1.5				考查	B081004	
创业教育与就业指导 (下) (Entrepreneurship Education and Careers Guidance (2))	0.5	8									0.5			考查	B191002	
大学生心理健康教育 (Mental Health Education for College Students)	2	32				2								考查	B881216	
劳动教育 (1) (Field Work Internship (1))	1	8			16			1						考查	L931003	
劳动教育 (2) (Field Work Internship (2))	1				32				1					考查	L931004	
小计	40	660		16	112	13	6.5	7	10.5	1.5	1	0.5				

2. 综合素质选修课

最低要求学分：10

注：综合素质选修课类别调整为思想政治理论（内含“四史”“文化”两种）、人文社科、自然科学、经济管理、艺术体育、外语、安全教育等七类，学生从第二学期开始选修综合素质选修课程，全体本科生须在思想政治理论模块修够 2 学分（“四史”“文化”类各 1 学分）、安全教育模块修够 2 学分），非艺术类专业本科生在校期间至少在艺术体育模块中修读公共艺术类课程并取得 2 个学分，所有本科学生总计修满并取得 10 学分方可毕业。

3.专业基础必修课

最低要求学分：52

修读 要求	课程名称	学分	课时				学年、学期、学分								考 核 方式	课 程 编 码	备注
			讲课	实验	上机	课 内 实 践	一		二		三		四				
							秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			
	电 工 学 II （ Electrical Engineering II）	2.5	32	16						2.5					考试	B023431	
	热工学 （Thermodynamics）	2	32					2							考试		
	流体力学 （Fluid Dynamics）	2	32						2						考试	B933101	
	过程工程原理 （Principles of Environmental Engineering）	2	32							2					考试		
	Python 语言程序设计 (Python Language Program Design)	1.5	16	16					1.5						考查	B933002	
	无机及分析化学 （Inorganic and Analytical Chemistry）	4	64				4								考试	B043010	
	无机及分析化学实验（上） (Inorganic And Analytical Chemistry Experiments, Part I)	0.5		16			0.5								考查	B043025	

无机及分析化学实验（下） (Inorganic And Analytical Chemistry Experiments, Part II)	1		32				1							考查	B043026	
有机化学II (Organic ChemistryII)	4	64					4							考试	B043013	
有机化学实验III (Organic Chemistry Experiments III)	1		32					1						考查	B043018	
高等数学II（上） (Higher Mathematics II)	5	80				5								多元化	B113103	
高等数学II（下） (Higher Mathematics II)	4	64					4							多元化	B113104	
线性代数I (Linear AlgebraI)	3	48						3						多元化	B113121	
概率论与数理统计 I (Probability and Mathematical Statistics I)	3	48							3					多元化	B113123	
环境地球化学 (Environmental Geochemistry)	2.5	32			16			2.5						考试		
生态学基础与碳循环 (Fundamentals of Ecology and Carbon Cycle)	2	32						2						考查		
物理化学II (Physical Chemistry II)	4	64						4						考试	B043014	
物理化学实验 III (Physical Chemistry Experiments III)	1		32						1					考查	B043019	
大学物理 (III) (University Physics (III))	4	64					4							考试	B863504	

	工程制图与 CAD（Engineering Drawing and CAD）	3	32		32				3						考试		
	小计	52	736	144	32	16	9.5	16.5	19.5	6.5							
4.专业核心课																	
最低要求学分：17																	
修读要求	课程名称	学分	课时				学年、学期、学分								考 核 方式	课 程 编 码	备注
			讲课	实验	上机	课内实践	一		二		三		四				
							秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			
必修	碳中和系统科学（System Science of Carbon Neutrality）	2.5	32			16				2.5					考试		
	碳捕集利用与封存（Carbon Capture, Utilization and Storage）	2.5	32	16								2.5			考试		
	碳减排原理与技术（Principles and Technologies of Carbon Emission Reduction）	3	40	16						3					考试		
	碳排放核算方法（Carbon Accounting Methods and Life-Cycle Assessment）	2	24			16					2				考试		
	碳足迹与生命周期评价（Carbon Accounting Methods and Life- Cycle Assessment）	2.5	32			16						2.5			考试		
	大气污染控制与碳污协同工程（Atmospheric Pollution Control and Carbon- Pollution Synergy Engineering）	2.5	32	16							2.5					考试	

	碳中和政策与法规 (Carbon Neutrality Policies and Regulations)	2	32							2				考试		
	小计	17	224	48	0	48				8	4	5				

5.专业方向课

最低要求学分：6

修读要求	课程名称	学分	课时				学年、学期、学分								考 核 方式	课 程 编 码	备注
			讲课	实验	上机	课内实践	一		二		三		四				
							秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			
方 向 一(高耗 能 行 业 碳 污 协 同 减排)	工业碳污协同治理集成优化 (Integration & Optimization of Industrial Carbon-Pollution Co-governance)	2	24			16					2				考试		科 教 融 合 课程
	轻化工清洁生产与碳污协同减排 (Light Chemical Industry Cleaner Production and Synergistic Control)	2	32								2				考查		产 教 融 合 课程
	储能与新能源低碳系统工程 (Energy Storage and New-Energy Low- Carbon System Engineering)	2	24			16					2				考查		产 教 融 合 课程
	小计	6	80			32					2	4					
方 向 二 (黄 河 流	流域减污降碳与生态修复 (Watershed Pollution and Carbon Reduction and Ecological Restoration)	2	24			16					2				考查		科 教 融 合 课程

域生态碳汇)	生态系统碳汇评估 (Ecosystem Carbon Sink Assessment)	2	32								2				考查		产 教 融 合 课 程
	恢复生态学与碳汇工程 (Restoration Ecology and Carbon Sink Engineering)	2	24			16						2			考查		产 教 融 合 课 程
	小计	6	80			32					2	4					

注：跨学部（学院）选修课由各学部（学院）自行开设，课程名称自定。

6.专业任选课

最低要求学分：14

其中：标记*的课程为限选课（科技发展与学科专业概论、工程经济与项目管理、专业英语、工业碳资产管理实务、环境大数据与人工智能）

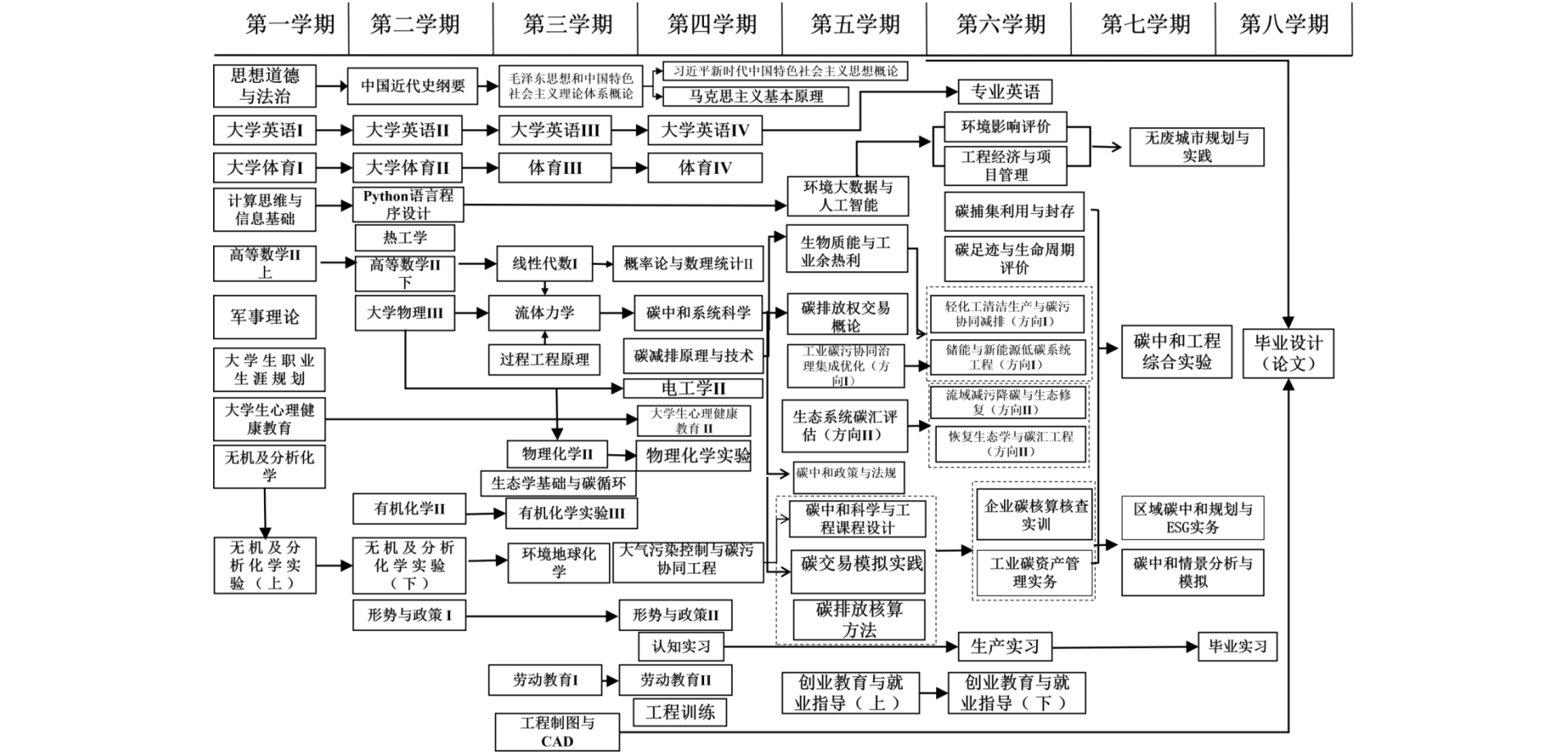
修读要求	课程名称	学分	课时				学年、学期、学分								考 核 方式	课 程 编 码	备注
			讲课	实验	上机	课内实践	一		二		三		四				
							秋	春	秋	春	秋	春	秋	春			
选修	科技发展与学科专业概论* （ Introduction of Profession and Development of Science and Technology）	1	16				1								考查		科 教 融 汇 课程
	工程经济与项目管理* （ Engineering Economics and Project Cost）	2	24			16						2			考查		
	专业英语* （ Professional English ）	2	32									2			考试		
	工业碳资产管理实务* （ Practical Management of	2	24			16						2			考试		

	Industrial Carbon Assets)																
	环境大数据与人工智能* (Economics of Climate Change)	2.5	24		32						2.5				考查		AI 赋能
	生物质能与工业余热利用 (Biomass Energy and Industrial Waste Heat Utilization)	2	24			16					2				考查		产教融合课程
	碳排放权交易概论 (Carbon Markets and Climate Finance)	2.5	32			16					2.5				考查		
	氢能源及综合利用技术 (Hydrogen Energy and Its Comprehensive Utilization Technology)	2	24			16					2				考查		
	碳中和情景分析与模拟 (Carbon Neutrality Scenario Analysis and Simulation)	2.5	24			32						2.5			考查		AI 赋能
	无废城市规划与实践 (Waste Free Urban Planning and Practice)	2	24			16						2			多元化		全英课程
	区域碳中和规划与 ESG 实务 (Regional Carbon-Neutrality Planning and ESG Practices)	2	32									2			考查		产教融合课程
	环境影响评价(Environmental Impact Assessment)	2	24			16					2				多元化		
	低碳前沿新材料 (Low-Carbon Frontier New Materials)	1	16								1				多元化		科教融合课程

	小计	25.5	320		32	144	1				7	11	6.5			
注：1.如果有些课程学科知识变化较快，可以先按照学科前沿课一、学科前沿课二命名。																
2.跨学部（学院）选修课、“英语+”课程、“人工智能+”课程由各部（学院）自行开设，课程名称自定。																
7.集中性实践环节																
最低要求学分：30																
修读要求	集中实践环节名称	学分	周数	学年、学期、学分								考核方式	课程编码	备注		
				一		二		三		四						
				秋	春	秋	春	秋	春	秋	春					
必修	军事技能 （Military Training）	2	2	2									考查			
	工程训练 （Engineering Practice）	2	2				2						考查			
	碳中和科学与工程课程设计 （Course Design on Carbon Neutrality Science and Engineering）	1	1					1					考查			
	企业碳核算核查实训（Enterprise Carbon Verification Training）	1	1						1				考查			
	碳交易模拟实践（Carbon Trading Simulation Practice）	1	1					1					考查			
	认识实习（Cogntion Practice）	1	1				1						考查			
	生产实习 （Production Exercitation）	2	2						2				考查			
	碳中和工程综合实验 （Synthetical Experiment of Carbon Neutrality Engineering）	5	5							5			考查			
	毕业实习 （Graduation Exercitation）	4	4								4		考查			

创新实践 (Innovative Practice)	2	2			2	或 2	或 2	或 2	或 2		考查		
毕业设计 (论文) (Graduation Design or Thesis)	10	12								10	考查		
小计	31	33	2		2	3	2	3	4	14			

十、课程体系配置流程图



十一、课程介绍及修读指导建议（体现课程思政，含集中实践环节课程）

课程名称	课程介绍	修读指导建议
科技发展与学科概论	本课程是碳中和科学与工程专业的通识教育入门课程，旨在通过系统介绍碳中和领域的前沿科技发展动态、学科专业特点及行业发展趋势，使学生建立对碳中和科学与工程专业的整体认知。课程围绕全球气候变化背景、碳达峰碳中和国家战略、低碳技术创新前沿等主题展开，涵盖新能源技术、碳捕集利用与封存（CCUS）、碳汇与生态修复、碳交易市场等核心方向。通过课程学习，学生将了解碳中和领域的学科交叉特征，明确专业学习方向，树立绿色发展理念和科技报国志向，培养服务国家“双碳“战略的使命感和责任感。	本课程是碳中和科学与工程专业的通识教育入门课程，主要以专题讲座形式向学生介绍碳中和领域科技发展动态、前沿技术及学科专业特点，是后续专业课程学习的前提与基础。
热工学	本课程系统讲授工程热力学和传热学的基本理论，包括热力学第一定律与第二定律、理想气体与实际气体热力过程、热量传递的三种基本方式、换热器设计原理等核心内容。课程紧密围绕碳中和技术体系，重点介绍工业余热回收利用、热泵技术、相变储能、高温热化学转化等低碳热工技术的原理与应用。通过本课程的学习，使学生掌握热工过程分析与计算方法，具备能源高效利用和热系统优化设计的基本能力。课程融入我国“双碳“目标下能源结构转型的战略意义，培养学生节能减排意识和工程伦理责任感。	热工学课程是联系前期高等数学、大学物理等基础课和后期碳减排原理与技术、生物质能与工业余热利用、碳捕集利用与封存等专业课程的桥梁和纽带。本课程的学习需要高等数学、大学物理等数学、物理基础理论知识，同时本课程的知识是学习后续碳减排技术、储能系统工程等课程的必备基础。

流体力学	本课程是一门应用面广泛的技术基础课，在航空、航天、能源、动力、机械、环境、化工等领域尤为重要。本课程为本科专业基础课，主要介绍流体的力学性质、流体力学的基本概念和观点、基础理论和常用分析方法、有关的工程应用知识等。本课程充分体现“突出工程背景，理论与实践紧密结合”的课程设计理念，通过典型工程案例教学，培育学生的社会主义核心价值观，用科学家精神涵养大学生报国情怀，培养学生科学思维，以及对实际流体力学问题的分析、抽象建模和求解能力，为今后专业课程的学习和从事相关的工程技术和科学研究工作打下坚实的基础。课程讲述主要内容包括：流体及其物理性质、流体静力学、流体运动学、流体动力学基础、理想流体动力学、可压缩流体动力学和粘性流体动力学等。	流体力学课程是联系前期高等数学、大学物理、工程力学等基础课和后期水污染控制工程等专业课的桥梁和纽带，在学生能力培养和知识结构体系中起着“承上启下”的作用。“承上”指本课程的学习需要高等数学、工程力学课程等数学、力学基础理论知识，并综合运用这些知识来描述流体的运动特征和力学规律，研究流体与物体之间的相互作用；“启下”指本课程的知识是学习后续水污染控制工程等专业课程的必备基础。
过程工程原理	本课程系统讲授动量传递、热量传递和质量传递的基本原理及其在工程中的应用，涵盖流体输送机械、沉降与过滤、传热、吸收、蒸馏、干燥等单元操作。课程紧密对接碳中和技术需求，重点介绍 CO_2 吸收/吸附分离过程、工业废气净化传质过程、碳捕集溶剂再生热能耦合优化等关键技术原理。通过理论学习与工程案例分折，使学生掌握化工单元操作的设计计算方法和设备选型原则，为从事碳中和技术研发和工程设计奠定基础。课程贯穿绿色化工理念，强调过程强化和节能减排在碳中和中的核心作用。	本课程是在先修高等数学、大学物理、物理化学等课程的基础上，对传递过程基本原理的系统学习。过程工程原理是碳捕集利用与封存、碳减排原理与技术、大气污染控制与碳污协同工程等后续专业核心课程的必备理论基础，在专业知识结构体系中具有承上启下的关键作用。

环境地球化学	本课程以元素地球化学循环基本规律为核心，深度融合碳中和领域碳循环、碳汇形成、碳污协同迁移等特色内容，构建“基础原理-碳中和应用-区域特色实践”的教学体系。核心内容包括：地球圈层结构与物质循环规律、碳元素全球地球化学循环过程与驱动机制、岩石风化碳汇与土壤碳固持的地学机理、水体碳循环与碳汇潜力、典型污染物与碳的耦合迁移转化规律、碳循环与全球变化的关联机制、黄河流域生态碳汇的地质背景与调查评价方法等。课程配套碳形态测定、碳汇潜力评估等实践训练，依托黄河流域本土研究案例强化应用能力，为后续专业核心课与方向课提供地学理论与方法支撑。	本课程是在先修无机及分析化学、有机化学的基础上，对化学元素在地球各圈层中的分布、迁移、转化规律的深入学习。本课程与生态学基础与碳循环课程互为补充，为后续流域减污降碳与生态修复、生态系统碳汇评估等课程提供地球化学方面的基础知识。
生态学基础与碳循环	本课程旨在系统讲授生态学的基础理论，并深入探讨碳元素在全球生态系统中的生物地球化学循环过程。课程将从生态学的核心概念出发，构建对生态系统结构、功能和动态的整体认识。在此基础上，重点剖析碳循环的各个关键环节，包括碳的输入、储存、迁移和输出，并分析人类活动对碳循环的干扰及其引发的全球气候变化等环境问题。本课程将理论知识与现实关切相结合，旨在培养学生的生态学思维和解决实际环境问题的能力	本课程是对生态系统碳循环过程的系统学习，是流域减污降碳与生态修复、生态系统碳汇评估、恢复生态学与碳汇工程等后续专业方向课的理论基础，在专业知识结构体系中具有承上启下的关键作用。

工程制图与 CAD	本课程讲授工程制图基本规范、投影理论、零件图和装配图的绘制与识读，以及 AutoCAD 软件的操作技能。课程结合碳中和工程实践，选取碳捕集系统管道布置图、新能源设备结构图、工艺流程示意图等典型工程案例进行训练，使学生掌握工程图样的表达方法和计算机辅助设计能力。课程培养学生的工程思维、标准化意识和严谨细致的工作作风。	工程制图是碳中和科学与工程专业学生的必修课程，为后续专业课程的学习和课程设计环节打下基础。使学生能将学到的专业知识在实际工程中灵活运用，并能够用图纸准确表达。与碳捕集利用与封存、碳中和科学与工程课程设计等课程有密切联系。
碳中和系统科学	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，系统讲授碳中和的系统科学理论与方法。课程从地球系统碳循环出发，构建“源-汇-技术-政策”四位一体的碳中和系统分析框架，涵盖碳排放源解析、自然碳汇与人工碳汇评估、碳中和技术体系分类与集成优化、碳中和路径的情景分析与决策支持等内容。通过课程学习，使学生建立系统思维，掌握从整体角度分析和设计碳中和方案的方法论，理解技术、经济、政策、社会多维度协同推进碳中和的内在逻辑。课程深度融入习近平生态文明思想和国家“双碳”战略部署，培养学生服务国家重大战略需求的使命感和系统工程师的职业素养。	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，在先修生态学基础与碳循环、环境地球化学、碳排放核算方法等课程基础上进行学习。本课程具有较强的综合性和前沿性，是后续工业碳污协同治理集成优化、区域碳中和规划与 ESG 实务等方向课程的统筹性课程，在专业知识体系中起到统领作用。

碳捕集利用与封存	本课程系统讲授二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）技术体系，包括燃烧前捕集、燃烧后捕集、富氧燃烧捕集等 CO ₂ 分离技术，化学吸收法、物理吸附法、膜分离法等关键工艺，CO ₂ 化工利用、矿化利用、生物利用等资源化转化途径，以及地质封存、海洋封存等长期储存方案。课程还涵盖 CCUS 全链条的生命周期评价、技术经济性分析和环境风险评估。通过理论学习与案例分析，使学生全面掌握 CCUS 技术的科学原理和工程实践，具备 CCUS 项目设计和评估的基本能力。课程引导学生认识科技创新在碳中和中的关键作用，激发攻克“卡脖子”技术的奋斗精神。	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，在先修过程工程原理、物理化学、热工学等课程基础上进行学习。本课程与碳减排原理与技术、大气污染控制与碳污协同工程等课程密切相关，为后续碳中和科学与工程课程设计、碳中和工程综合实验等实践环节提供 CCUS 技术方面的专业知识。
碳减排原理与技术	本课程系统讲授各行业碳减排的基本原理和关键技术，涵盖能源领域（化石能源清洁利用、可再生能源替代、氢能利用）、工业领域（钢铁、水泥、化工等高碳行业的能效提升与工艺革新）、建筑领域（绿色建筑、近零能耗建筑）、交通领域（新能源汽车、智慧交通）等的碳减排技术路线。课程还将碳减排技术置于“碳污协同治理”的框架下，分析减污降碳的协同效益。通过课程学习，使学生掌握全行业碳减排技术体系，具备碳减排方案设计与技术评估的能力。课程通过我国在全球可再生能源领域的领先成就，增强学生的科技创新自信心。	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，在先修热工学、过程工程原理等课程基础上进行学习。本课程与碳捕集利用与封存、大气污染控制与碳污协同工程等课程相互衔接，为后续工业碳污协同治理集成优化、轻化工清洁生产与碳污协同减排等方向课程提供碳减排技术方面的专业知识。

碳排放核算方法	本课程讲授碳排放核算的基本理论与方法体系，重点包括 IPCC 国家温室气体清单编制方法、企业/组织层面的温室气体核算体系、产品碳足迹核算标准、行业碳排放核算方法与排放因子数据库使用等。课程结合实例训练，培养学生独立完成不同尺度碳排放核算的能力，为从事碳管理、碳交易和碳咨询工作奠定坚实的量化分析基础。课程融入数据诚信和科学规范等思政元素，强调碳排放数据质量对国家“双碳”目标实现的基础支撑作用。	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，在先修概率论与数理统计、Python 语言程序设计等课程基础上进行学习。本课程为后续碳足迹与生命周期评价、工业碳资产管理实务、企业碳核算核查实训等课程和实践环节提供碳排放核算方面的方法基础，在专业知识体系中具有基础性地位。
碳足迹与生命周期评价	本课程讲授产品碳足迹和生命周期评价（LCA）的理论与方法，包括生命周期评价框架、目标与范围定义、清单分析、影响评价、结果解释等核心步骤，以及碳足迹核算数据库与专业软件的应用。课程聚焦碳中和领域需求，通过实际案例训练，使学生掌握典型工业产品和服务的碳足迹评估方法和生命周期思维。课程强调全生命周期视角下的绿色设计理念，培养学生的系统化环境管理意识和可持续发展价值观。	本课程是在先修碳排放核算方法的基础上，对产品碳足迹和生命周期评价方法的深入学习。本课程与碳排放核算方法、碳中和政策与法规等课程有较多联系，为学生从事碳足迹评价、低碳产品设计和碳咨询工作奠定基础。

大气污染控制与碳污协同工程	本课程系统讲授大气污染物的来源、扩散传输、化学转化与控制技术，涵盖颗粒物、SO₂、NO_x、VOCs 等常规污染物和温室气体 CO₂ 的协同控制理论与工程实践。课程重点构建“减污降碳协同增效”的技术体系，包括工业烟气超低排放与碳捕集一体化技术、VOCs 治理与余热利用协同技术、移动源污染与碳排放协同控制策略等。通过案例教学和工程设计训练，培养学生设计和评价碳污协同控制工程方案的能力。课程融入我国大气污染防治攻坚战取得的重大成就，增强学生对我国环境治理能力的信心，树立“蓝天保卫战”和“双碳”目标协同推进的系统思维。	本课程是碳中和科学与工程专业的核心课程，在先修流体力学、热工学、过程工程原理等课程基础上进行学习。本课程与碳减排原理与技术、碳捕集利用与封存等课程密切相关，为后续工业碳污协同治理集成优化、轻化工清洁生产与碳污协同减排等方向课程提供碳污协同治理方面的专业知识。
碳中和政策与法规	本课程系统讲授国内外碳中和相关政策体系、法律制度与市场机制，涵盖联合国气候变化框架公约与巴黎协定、我国碳达峰碳中和政策体系、碳排放权交易制度、碳边境调节机制、绿色金融与气候投融资、企业碳信息披露制度、碳中和标准体系等内容。通过政策解读和案例分析，使学生掌握碳中和政策分析的基本框架和方法，理解政策工具在驱动碳中和技术创新和市场转型中的作用机制。课程培养学生从政策视角审视碳中和发展路径的能力，增强投身国家生态文明建设和气候治理事业的使命感。	本课程是碳中和科学与工程专业的重要课程，系统介绍国内外碳中和相关政策体系、法律制度与市场机制。本课程为后续工业碳资产管理实务、碳排放权交易概论、区域碳中和规划与 ESG 实务等课程提供政策法规方面的基础知识，扩展和延伸专业的内涵和外延。

工业碳污协同治理集成优化	本课程面向高耗能行业碳污协同减排方向，讲授工业系统碳污协同治理的集成优化理论与方法。课程涵盖工业代谢分析与物质流分析、多污染物协同控制技术、工业能源系统优化与余热梯级利用、生产过程碳污减排耦合优化、工业碳污协同治理的技术经济评价与决策支持等内容。通过理论教学与案例分析，使学生掌握工业系统层面碳污协同治理的集成设计和优化方法。课程为科教融合课程，融入最新科研成果和工程案例，培养学生的系统优化思维和工程创新能力。	本课程是高耗能行业碳污协同减排方向的专业方向课，在先修碳减排原理与技术、大气污染控制与碳污协同工程、过程工程原理等课程基础上进行学习。本课程体现本专业人才培养的方向特色，为后续毕业设计和从事工业碳污协同治理工作奠定基础。
轻化工清洁生产与碳污协同减排	本课程聚焦山东省支柱性轻工、化工行业（造纸、印染、煤化工、精细化工等）的减污降碳需求，以清洁生产理念为核心，讲授行业全流程碳污协同治理的工程技术与应用方案。核心内容包括：轻化工行业生产工艺特征、产排污与碳排放核算边界及特征；清洁生产审核与碳排放的协同实施方法；工艺节能降碳、资源循环利用、末端治理协同脱碳等不同层级的技术路径；典型行业碳污协同改造标杆工程案例；山东省化工园区低碳升级的政策与实践。课程为产教融合课程，结合行业企业实际案例开展教学，使学生了解轻化工行业碳污协同减排的前沿实践，强化学生工程应用与现场问题解决能力。课程融入绿色制造和循环经济理念，培养学生推动传统产业绿色低碳转型的责任意识。	本课程是高耗能行业碳污协同减排方向的专业方向课，在先修碳减排原理与技术等课程基础上进行学习。本课程系统介绍轻化工领域清洁生产和碳污协同减排技术，体现本专业人才培养的行业特色，为后续毕业设计和从事轻化工行业绿色低碳转型工作奠定基础。

储能与新能源低碳系统工程	本课程讲授面向碳中和的储能技术与新能源系统集成技术，涵盖锂离子电池、钠离子电池、液流电池等电化学储能技术，压缩空气储能、飞轮储能等物理储能技术，氢储能与燃料电池技术，以及风光储一体化系统设计与优化。课程为产教融合课程，结合新能源行业实际工程项目案例，使学生掌握储能系统设计原理和新能源低碳系统集成方法。课程通过我国在光伏、风电、储能等领域的全球领先地位，增强学生的民族自豪感和投身新能源事业的热情。	本课程是高耗能行业碳污协同减排方向的专业方向课，在先修电工学Ⅱ、热工学等课程基础上进行学习。本课程与碳减排原理与技术、氢能源及综合利用技术等课程有较多联系，为学生从事新能源和储能系统工程技术工作奠定基础。
流域减污降碳与生态修复	本课程面向黄河流域生态碳汇方向，讲授流域尺度减污降碳协同治理与生态修复的理论与技术。课程涵盖流域水环境与水生态特征、面源污染与碳排放耦合关系、河流湖泊生态修复技术、湿地保护与恢复、流域碳汇能力评估与提升策略、山水林田湖草沙一体化保护修复等内容。课程为科教融合课程，将最新流域生态研究成果融入教学，使学生在流域尺度理解减污降碳与生态修复的内在联系。课程融入黄河流域生态保护和高质量发展国家战略，培养学生服务国家重大区域战略的责任感。	本课程是黄河流域生态碳汇方向的专业方向课，在先修生态学基础与碳循环、环境地球化学等课程基础上进行学习。本课程与生态系统碳汇评估、恢复生态学与碳汇工程等课程密切联系，为学生从事流域生态保护和碳汇提升工作奠定基础。

生态系统碳汇评估	本课程讲授陆地生态系统碳汇的计量、监测和评估方法体系，包括森林碳汇计量方法（生物量方程法、涡度相关法等）、草地碳汇评估、湿地碳储量与固碳速率测定、农田土壤有机碳变化监测、遥感与 GIS 技术在碳汇评估中的应用、碳汇项目开发与碳汇交易等内容。课程为产教融合课程，强调理论与实践结合，培养学生独立开展生态系统碳汇评估的能力。课程通过我国大规模国土绿化和生态修复的碳汇成效，增强学生对生态文明建设成就的认知。	本课程是黄河流域生态碳汇方向的专业方向课，在先修生态学基础与碳循环、概率论与数理统计等课程基础上进行学习。本课程与流域减污降碳与生态修复、恢复生态学与碳汇工程等课程密切联系，为学生从事生态系统碳汇监测、评估和碳汇项目开发工作奠定基础。
恢复生态学与碳汇工程	本课程讲授退化生态系统恢复与重建的理论、技术和实践，以及基于生态恢复的碳汇增强工程技术。课程涵盖恢复生态学基本原理、退化生态系统诊断、植被恢复与重建技术、土壤改良与固碳技术、生态恢复效果监测与评估、基于自然的解决方案与碳汇工程等内容。课程为产教融合课程，通过工程案例和实地考察，使学生掌握生态恢复与碳汇工程实施的技术要点。课程融入“山水林田湖草沙生命共同体”理念，培养学生尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明价值观。	本课程是黄河流域生态碳汇方向的专业方向课，在先修生态学基础与碳循环、生态系统碳汇评估等课程基础上进行学习。本课程具有较强的实践性，与流域减污降碳与生态修复等课程密切联系，为学生从事生态恢复和碳汇工程工作奠定基础。

工程经济与项目管理	本课程是碳中和科学与工程专业的一门重要限选课，它是由技术科学、经济学和管理科学相互渗透融合而成的一门综合性的边缘学科。具有综合性、系统性、可预测性、实践性等特点。它的任务不是创造和发明新技术，而是对成熟的技术和新技术进行经济性分析、比较和评价，从经济的角度为技术的采用和发展提供决策依据。学生通过系统地学习本门课程，掌握对于建设项目的可行性研究、建设项目的经济评价、建筑设计方案和施工方案的技术经济评价和建设项目技术经济预测与决策等方面的独立分析和解决问题的能力。在教学设计中，将立德树人贯彻到课堂教学的全过程、全方位、全员之中，结合大型建筑项目案例引入，挖掘其中所涉及的专业知识点，开展工程项目管理的课堂思政教学改革探索，从而实现在课堂教学知识传授中的价值引领，以及价值传播中的知识凝聚，构建理论与实际相结合、显性教育与隐性教育相结合、思政元素与专业知识相结合的教学模式，达成把社会主义核心价值观融入《工程经济与项目管理》课程教学的全过程。	本课程以高等数学为先修课程。本课程涉及碳减排项目的经济性分析、碳交易收益在项目评价中的计入方法等内容，与碳中和政策与法规、碳排放权交易概论等课程有较多联系，为学生从事碳中和工程项目管理和经济评价工作奠定基础。
专业英语	本课程是碳中和科学与工程本科专业的限选课。目的是使本科生在系统的学习专业课知识的基础上，掌握碳中和领域专业英语词汇以及习惯用语，熟悉科技英语的表达方式，使学生能够阅读、翻译相关的英文专业文献资料，为以后的专业研究与学术交流打下基础，具有良好的沟通表达、组织管理与多学科交叉团队合作能力和创新创业意识；具有国际化视野和终身学习的能力，能主动适应不断变化的国内外形势和环境的高素质应用型人才。	本课程是在学习大学英语/碳中和专业课程的基础上开设的一门高等学校碳中和科学与工程专业限选课。学习该课程之前，应具有相关的碳中和专业知识与技能。该课程以碳中和系统科学、碳捕集利用与封存、碳减排原理与技术等专业课程中的相关知识为基础，为学生阅读英文专业文献和进行国际学术交流奠定基础。

工业碳资产管理实务	本课程讲授企业碳资产管理的理论和实践方法，包括碳排放配额分配与履约、碳交易策略与风险管理、CCER项目开发与管理、碳资产核算与披露、碳金融产品与工具、企业碳管理体系建设等内容。课程注重实务操作，通过碳交易模拟和案例分析，使学生掌握碳资产管理的全流程实践技能，具备在控排企业、碳交易机构、碳咨询公司等从事碳管理工作的能力。课程培养学生的碳市场运作能力和企业碳中和战略思维。	本课程是在先修碳排放核算方法、碳中和政策与法规等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳排放权交易概论、碳交易模拟实践等课程有较多联系，为学生从事控排企业碳管理、碳交易和碳咨询工作奠定基础。
环境大数据与人工智能	本课程讲授环境大数据分析与人工智能技术在碳中和领域的应用，包括环境大数据的采集与预处理、时空数据分析与可视化、机器学习的基本原理与实践、卫星遥感数据在碳排放和碳汇监测中的应用、AI驱动的能源优化与碳排放预测等内容。课程为AI赋能课程，通过上机实践训练学生运用Python和AI工具解决碳中和领域数据分析问题的能力。课程培养学生拥抱数字化和人工智能时代的创新思维，引导其认识AI技术在“双碳”战略中的变革性作用。	本课程是在先修Python语言程序设计、概率论与数理统计等课程基础上开设的专业任选课。本课程为碳排放核算方法、碳中和情景分析与模拟等课程提供数据分析和人工智能方面的技术支持，在专业知识体系中体现数字化和智能化的特色。

生物质能与工业余热利用	本课程讲授生物质能源转化技术和工业余热回收利用技术两大低碳能源方向。生物质能部分涵盖生物质直燃发电、生物质气化、生物质液化、沼气工程等技术；工业余热利用部分涵盖余热资源评估、有机朗肯循环发电、热泵余热回收、相变蓄热、吸收式制冷等内容。课程为产教融合课程，通过案例分析和技术经济评价训练，使学生掌握生物质能与余热利用的技术原理和工程应用。课程通过我国在生物质能源开发利用领域的实践案例，增强学生服务乡村振兴和绿色低碳发展的责任意识。	本课程是在先修热工学、过程工程原理等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳减排原理与技术、储能与新能源低碳系统工程等课程有较多联系，为学生从事生物质能源开发和工业节能工作奠定基础。
碳排放权交易概论	本课程讲授碳排放权交易的理论与实践，包括碳排放权交易的经济学基础、国际碳市场发展历程、中国碳排放权交易市场建设、碳交易价格形成机制与影响因素、碳金融衍生品与碳资产管理等内容。通过理论学习与交易模拟，使学生掌握碳排放权交易的基本原理和 market 分析方法。课程融入社会主义市场经济体制下环境治理创新的理念，增强学生对我国碳排放权交易市场发展前景的信心。	本课程是在先修碳中和政策与法规等课程基础上开设的专业任选课。本课程与工业碳资产管理实务、碳交易模拟实践等课程密切联系，为学生从事碳交易和碳金融工作奠定理论基础。

氢能源及综合利用技术	本课程讲授氢能全产业链技术体系，包括制氢技术（化石能源制氢、电解水制氢、生物质制氢、光解水制氢）、氢储运技术（高压气态、低温液态、固态储氢、有机液体储氢）、氢能利用技术（燃料电池、氢燃烧、氢冶金、氢化工）以及氢能在电力、交通、工业等领域的应用场景。课程通过技术经济分析，使学生了解氢能产业发展的技术路线、经济可行性和政策环境。课程激发学生对清洁能源技术创新的兴趣，培养投身氢能事业的理想。	本课程是在先修物理化学、热工学等课程基础上开设的专业任选课。本课程与储能与新能源低碳系统工程、碳减排原理与技术等课程有较多联系，为学生从事氢能产业相关工作奠定基础。
碳中和情景分析与模拟	本课程讲授气候变化与碳中和情景分析方法论，包括排放情景构建方法、长期能源替代规划系统模型、综合评估模型、自下而上的技术经济模型以及机器学习辅助的碳排放预测等方法。课程为 AI 赋能课程，通过上机实践训练学生运用模型工具开展碳中和路径分析和政策模拟的能力，培养学生的系统性思维和科学预测素养。	本课程是在先修环境大数据与人工智能、碳排放核算方法等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳中和系统科学、碳排放核算方法等课程密切联系，为学生从事碳中和路径规划和政策分析工作奠定方法论基础。
无废城市规划与实践	课程详细介绍市政污泥的特点，阐明这些废弃物污染对人体健康和环境的危害和影响，并重点探讨了各种典型城市固体废物的资源化技术，为改善城市生活环境、实现节能减排目标、创建和谐社会，落实科学发展观提供理论基础，坚定学生科技报国信念，培养学生科学伦理。本课程可供碳中和科学与工程专业学生选修。	本课程是在先修碳减排原理与技术等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳减排原理与技术、碳足迹与生命周期评价等课程有较多联系，为学生从事城市固废低碳管理工作奠定基础。

区域碳中和规划与 ESG 实务	本课程讲授区域碳中和规划的编制方法和企业 ESG（环境、社会和治理）管理实务。区域规划部分包括碳排放清单编制、碳达峰预测方法、碳中和路线图设计、低碳产业规划等；ESG 实务部分包括 ESG 报告编制、ESG 评级方法、ESG 投资策略、企业碳中和战略等。课程为产教融合课程，培养学生编制区域碳中和规划和开展企业 ESG 管理的综合能力。课程融入企业社会责任和可持续发展的价值理念。	本课程是在先修碳排放核算方法、碳中和政策与法规等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳排放核算方法、工业碳资产管理实务等课程密切联系，为学生从事区域碳中和规划编制和企业 ESG 管理工作奠定基础。
环境影响评价	本课程讲授环境影响评价的理论、方法与技术，包括建设项目和规划环境影响评价的法律法规与技术导则、工程分析、环境现状调查与评价、环境影响预测与评价方法、环境风险评价、公众参与、碳排放纳入环境影响评价的最新要求等内容。课程通过案例分析和技术训练，使学生掌握环境影响评价的基本程序和报告编制方法。课程融入生态文明建设和绿色发展理念，引导学生认识环境影响评价在源头预防和推动高质量发展中的重要意义。	本课程是在先修环境地球化学、生态学基础与碳循环等课程基础上开设的专业任选课。本课程与碳减排原理与技术、碳中和政策与法规等课程有较多联系，为学生从事环境影响评价和碳排放纳入环评工作奠定基础。
低碳前沿新材料	本课程以专题讲座形式介绍面向碳中和领域的前沿新材料技术，包括碳捕集吸附/膜分离新材料、高效储能材料（固态电池材料、超级电容器材料）、光伏电池新材料（钙钛矿等）、绿氢催化材料、CO ₂ 催化转化材料、低碳建筑节能材料等内容。课程为科教融合课程，将最新科研成果融入教学，拓宽学生的学术视野，激发科研创新兴趣。课程通过我国在新材料领域的快速发展和国际竞争态势，培养学生的科技强国意识和创新紧迫感。	本课程要求学生有良好的化学基础，无机化学、有机化学、物理化学等化学类课程为本课程的先修课程。本课程与碳捕集利用与封存、储能与新能源低碳系统工程等课程有较多联系，拓宽学生在低碳材料领域的学术视野。

碳中和科学与工程课程设计	本课程是专业课程设计环节，要求学生综合运用所学专业知 识，完成一项碳中和领域的工程设计任务，典型选 题包括：企业碳排放核算与减排方案设计、小型碳捕集 系统工艺设计、可再生能源系统集成设计、生态系统碳 汇项目设计、碳污协同治理工程方案设计等。通过课程 设计，训练学生综合运用理论知识解决实际工程问题的 能力，培养工程设计的系统思维和团队协作精神。课程 融入工程伦理教育，强调设计中安全、环保、经济、合 规的综合考量。	先修课程为碳中和系统科学、碳捕集利用与封存、碳排放核 算方法
企业碳核算核查实训	本课程通过模拟真实企业碳核算与核查场景，训练学生 按照国家和行业标准开展企业温室气体排放核算与核 查的实际操作能力。内容包括企业碳排放源识别、活动 数据收集、排放量计算、碳核查程序执行、核查报告撰 写等全流程实训。通过实训，使学生具备从事企业碳核 算核查和低碳咨询工作的职业能力。课程强调数据质 量、核查独立性和职业操守。	先修课程为碳排放核算方法
碳交易模拟实践	本课程通过碳交易模拟平台，训练学生在碳排放权交易 市场中的实际操作能力。内容包括碳市场行情分析、碳 配额交易策略制定、碳资产管理方案设计、碳金融工具 运用等。通过角色扮演和模拟交易，使学生熟悉碳交易 的流程和规则，理解碳市场的价格发现和资源配置功 能，培养碳资产管理的实践思维。	先修课程为碳排放权交易概论、碳中和政策与法规

认识实习	将所学的理论知识与实践结合起来，培养勇于探索的创新精神、提高动手能力，加强社会活动能力，严肃认真的学习态度，为以后专业实习和走上工作岗位打下坚实的基础。	认识实习是教学计划的重要部分，它是培养学生的实践能力和解决问题能力的第二课堂,它是专业知识培养的摇篮，也是对专业知识的直接认识与认知。
生产实习	生产实习是本专业学生的一门主要实践性课程，是学生将理论知识与生产实践相结合的有效途径，是增强学生劳动观点，工程观点和建设有中国特色社会主义事业的责任心和使命感的过程。通过生产实习，培养学生理论联系实际的工作作风，以及生产现场中将科学的理论知识加以验证、深化、巩固和充实。培养学生进行调查、研究、分析和解决实际问题的能力，为后续专业课的学习、课程设计和毕业设计打下坚实的基础。	通过生产实习，拓宽学生的知识面，增加感性认识，把所学知识条理化、系统化，学到从书本学不到的专业知识，激发学生向实践学习和探索的积极性，为今后的学习和将从事的技术工作打下坚实的基础。
碳中和工程综合实验	本课程是专业综合实验环节，围绕碳中和技术体系设计综合性的实验项目，包括 CO₂ 吸收/吸附分离实验、可再生能源发电系统实验、碳捕集系统模拟实验、碳足迹核算实验、碳交易模拟等。通过综合性实验训练，使学生系统掌握碳中和技术实验方法和数据分析能力，培养综合运用多学科知识解决复杂工程问题的能力。	先修课程为碳中和系统科学、碳捕集利用与封存、碳排放核算方法

创新实践	培养学生的创新精神和实践能力，使学生能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。	自选课题组成 3-4 人团队，由本专业和其他学科专业学生组成，实施跨学科合作大学生创新实验实训项目
毕业实习	毕业实习是学生在指导老师的指导下，独立从事社会实践工作的初步尝试，其基本目的是培养学生综合运用所学的基础理论、专业知识、基本技能应对和处理问题的能力，是学生对四年所学知识和技能进行系统化、综合化运用、总结和深化的过程。	毕业实习是从理论学习到实际应用的一条纽带，可加深理解并巩固所学专业知识，进一步提高认识问题、分析问题、解决问题的能力，为走向社会和自主创业做好思想准备和业务准备。
毕业设计（论文）	通过毕业设计（论文）的训练，使学生进一步巩固加深所学的基础理论、基本技能和专业知识，使之系统化、综合化。在毕业设计（论文）中着重培养学生独立工作、独立思考并运用所学的知识解决实际工程技术问题的能力以及独立获得新知识的能力。增强学生的辩证思维与能力以及科学伦理与工程伦理意识，培养学生的工匠精神。	毕业设计（论文）是专业人才培养的最后一个教学环节，是对学生四年来学习效果的全面检验。

十二、有关说明

创新实践要求专业全体学生都参与（大二到大四第一学期期间完成，大四第一学期计入最终考核成绩），通过自选课题组成 3-5 人团队，由本专业和其他学科专业学生组成，实施跨学科合作大学生创新实验实训项目，一般不少于 64 学时（2 周）。

电子版培养方案与系统中培养方案和教学执行计划一致且课程体系学分设置无误。

撰写人： 审稿人：
学部（学院）签字盖章：

