工科试验班（未来能源）化学工程与工艺专业

本科生培养方案

一、培养目标

本专业立足能源革命与“双碳”战略国家重大需求，面向未来能源领域科技前沿与产业发展，在动力电池、储能、空天电源、燃料电池、电解水制氢、电化学冶金、电池回收利用、碳捕集与转化等方向，着力培养热爱祖国、信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬，具有扎实的数学、物理、化学、化工和电化学知识基础，具备工程实践能力、跨学科协作能力和终身学习能力，具有创新意识、国际视野、良好人文素养、职业道德和社会责任感，能够针对未来能源领域的复杂工程问题开展工艺开发、工程设计、技术攻关与系统集成，在高校、科研院所、电池制造企业、新能源车企、芯片等电子制造企业、政府机关等单位从事科学研究、技术开发、创新创业和综合管理等工作，预期成为技术骨干或管理骨干，在绿色能源技术创新与产业升级中引领未来发展的新时代杰出人才。

二、培养要求

1.工程知识：掌握未来能源的发展现状和趋势，能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决电化学工程领域的复杂工程问题。

2.问题分析：在解决未来能源方向的问题时，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、知识整合和审辩式思维，分析关于电化学工程领域的复杂工程问题，并能获得有效结论。

3.设计/开发解决方案：能够针对未来能源领域的特定需求，设计满足特定需求的单元（部件）、系统或电化学流程，并能够在设计环节中体现创新意识，同时考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素。

4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对未来能源领域中的复杂工程问题进行研究和分析，从电化学角度探究复杂工程问题的解决方案，包括设计实验、构建实验系统、采集、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：能够针对未来能源领域中的复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的模拟与预测，并能够理解其局限性。

6.工程与社会：能够基于未来能源领域的相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

7.环境和可持续发展：把握环境保护和可持续发展的理念和内涵，能够理解和评价复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，评价能源产品全周期可能造成的损害和隐患。

8.职业规范：具有优良品德、执着信念、家国情怀、良好的人文社会科学素养和强烈的社会责任感，能够在电化学工程领域的实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

9.个人和团队：具备团队精神，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，既能独立开展工作也能和其他成员合作开展工作。

10.沟通项目管理：能够就电化学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，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流，能够将未来能源相关的工程管理与经济决策方法用于多学科环境。

11.终身学习：在社会发展和能源迭代的大背景下，具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

三、主干学科

化学工程与技术

四、修业年限、授予学位及毕业要求

修业年限：四年

授予学位：工学学士

毕业要求：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 150 学分，毕业论文（设计）答辩合格，方可准予毕业。

五、课程体系及学分分布

课程层次	课程类别	学分	合计	占总学分百分比
公共基础课程	思想政治课程	14	60.5	40.3%
	外语	4		
	体育	4		
	人工智能通识课程	2		
	数理与自然科学基础课程	28.5		
	军事理论和军事技能	4		
	国家安全教育	1		
	心理健康教育	2		
	写作与沟通	1		
领域平台课程	领域基础课程（含实习实训课程）	34.5	34.5	23%
领域方向课程	领域核心课程（含实习实训课程）	28	41	27.4%
	专业方向选修课程（含研究生课程）	7		
	毕业论文（设计）	6		
自主发展	文化素质教育课程	8	14	9.3%

课程	创新创业与社会实践	6		
合计		150	150	100%

（一）公共基础课程

1.思想政治课程

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22AD11002	新时代实践教育	2	32	1 秋
22MX11011	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	48	1 秋
22MX11012	大学生思想文化素养	2	32	1 春
22MX11015	形势与政策	2	32	1 春
22MX11013	马克思主义基本原理	2	32	2 秋
22MX11014	中国产党历史与理论	3	48	2 春

2.外语

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22FL12003	外语综合（1）	2.5	60	1 秋
22FL12004	外语综合（2）	1.5	36	1 春

3.体育

共计 4 学分。一年级根据个人兴趣爱好直接选项分班，二年级和三年级根据上一学年春季学期身体素质考试成绩分班，实施分层次教学。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22PE13001	体育（1）	1	32	1 秋
22PE13002	体育（2）	1	32	1 春
22PE13003	体育（3）	0.5	16	2 秋
22PE13004	体育（4）	0.5	16	2 春
22PE13005	体育（5）	0.5	16	3 秋
22PE13006	体育（6）	0.5	16	3 春

4.人工智能通识课程

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22CS14004	计算思维与人工智能	2	32	1 秋

5.数理与自然科学基础课程

课程代码	课程名称	学分	学时	备注

22MA15005	微积分 C（1）	5	80	1 秋
22MA15019	代数与几何 D	3.5	56	1 秋
22MA15006	微积分 C（2）	5	80	1 春
22PH15005	大学物理 D（1）	4.5	72	1 春
22MA15031	概率论与数理统计 I	2	32	2 秋
22MA15032	复变函数与积分变换	2	32	2 秋
22PH15006	大学物理 D（2）	4.5	64	2 秋
22PH15014	大学物理实验 A（1）	1	24	2 秋
22PH15015	大学物理实验 A（2）	1	24	2 春

6.军事理论和军事技能

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22AD16001	军事理论	2	36	1 秋
22AD16004	军事技能	2	3 周	1 秋

7.国家安全教育

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22MX16001	国家安全教育	1	16	1 春

8.心理健康教育

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22AD16003	悦己人生	2	32	1 春

9.写作与沟通

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22HS16001	写作与沟通	1	16	2 春

（二）领域平台课程

1.领域基础课程（含实习实训课程）

共计 34.5 学分。第二学年春季学期模块课程限选 6 学分，从 8 个模块中选择 1 个修读，不能跨模块修读。如第二学年春季学期未选择修读化工学院能源化学模块模块课程，但分流至本专业，须于毕业前完成课程补修。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22ES21001	未来能源概论	1	16	1 秋
22CS21504	Python 程序设计 B	2	32	1 春

22ME21005	工程制图基础 B	2	32	1 春
22ES21002	能源系统基础	2	32	1 春
22CC21004	能源化学基础	3	48	2 秋
22CS21008	机器学习	2	32	2 秋
22AS21301	工程力学 C	4	64	2 秋
22EE22005	电工技术 A	2.5	40	2 秋
22ES21003	能源系统与自动控制	2.5	40	2 春
22EE22007	电子技术 A	2.5	40	2 春
22EE22029	电工与电子技术实验 A	1	24	2 春
22ES22012	工程流体力学	4	64	2 春
22MS22112	材料科学与工程基础 B	3.5	56	未来能源新质材料模块
22MS22113	材料分析测试方法 B	2.5	40	
22ES22047	未来能源工程热力学	2	32	智慧能源系统基础模块
22ES22040	热动智能测试技术及数字化	2.5	40	
22ES22048	能源三维建模基础	1.5	24	
22EE22056	电子电路与系统设计实践 B	3	48	智慧能源电气基础模块
22EE22058	工程电磁场 B	3	48	
22EM22108	能源经济学	2	32	能源经济金融模块
22EM22102	管理学	2	32	
22EM21801	金融市场学	2	32	
22EN22036	生物质能转化与绿色储能	2	32	生物能源与绿碳开发模块
22EN22037	碳核算与碳管理	2	32	
22EN22038	水载资源能源利用	2	32	
22AR22205	能量转换原理	2.5	40	综合能源应用模块
22AR22206	能量传递原理	2.5	40	
22AR22207	能源与环境科学概论	1	16	
22CC22041	物理化学 D	3	48	能源化学模块
22CC22042	有机化学 E	3	48	
22LS22028	生命科学特色实验	1.0	24	生物能源模块
22LS22029	微生物与生物能源	2.0	32	
22LS22030	微生物与生物能源实验	1.5	36	
22LS22031	代谢生物学	1.5	24	

（三）领域方向课程

1.领域核心课程（含实习实训课程）

领域核心课程包括 4 门能源化学基础理论课、1 门能源化学基础实践课、4 门电化学基础理论课和 3 门电化学工程实践课。其中，电化学工程设计设置在大四学年秋季，可以提前修读，或者用大三学年的未来能源工艺设计选修课代替。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22CC31065	计算化学 C	1	16	3 秋
22CC31041	能源化学基础实验	4	96	3 秋
22CC22022	大型仪器分析实验	2	48	3 秋
22CC31042	化工原理 C	2	32	3 秋
22CC22011	安全教育与实践	1	24	3 秋
22CC31028	电化学原理 A	5	80	3 秋
22CC31049	能源器件电沉积基础	2	32	3 秋
22CC31029	电化学测量 A	3	48	3 春
22CC31031	化学电源基础理论	2	32	3 春
22CC33035	电化学与储能器件综合实验	3	72	3 春
22CC32120	生产实习	1	1 周	3 春
22CC32036	电化学工程设计	2	2 周	4 秋

2.专业方向选修课程（含研究生课程）

专业选修课根据所选方向选修相应的限选课程，共修 7 分。

2.1.专业选修课 1

学生可在第一学年夏季专业选修课 1 中选择 1 门进行修读。如学生未在第一学年夏季完成专业选修课 1 修读，则需在第四学年秋季学期电化学拓展选修课中完成 2 学分。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22MS32001	先进材料科技导论	1	16	材料学院
22ES32110	智慧能源与空天动力导论	1	16	能源学院
22EE32079	智能电气与智慧能源导论	1	16	电气学院
22EM32116	金融中的计算方法	1	16	经管学院
22EN21011	数字生态与可持续发展导论	1	16	环境学院
22AR32224	城市智慧能源工程导论	1	16	建筑学院
22CC32110	能源材料导论	1	16	化工学院
22LS32044	生物能源导论	1	16	生医学部
22MS32001	先进材料科技导论	1	16	材料学院

2.2.专业选修课 2

学生需完成不少于 1 学分的海外专家课程。海外专家课程在当年所开海外专家课程或国际暑期学校中海外专家课程中至少选择 1 门。其他海外课程或活动需向学院申请认定为海外专家课程。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
	海外专家课	1	16	2 夏

2.3.电化学进阶选修课

学生需在以下课程中选修不少于 2 学分。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22CC32029	电极材料结构分析	1	16	3 春
22CC32120	电催化与能源转化	1	16	3 春
22CC32121	新能源装备腐蚀与防护	1	16	3 春
22CC32122	先进能源器件电沉积技术	1	16	3 春
22CC32034	先进化学电源技术	1	16	3 春
22CC32123	新能源企业技术创新与应用	1	16	3 春
22CC32152	计算思维与人工智能化学	1	16	3 春

2.4.电化学拓展选修课

学生需在以下课程中选修不少于 1 学分。如学生未在第一学年夏季完成专业选修课 1 修读，则需在以下课程中选修不少于 2 学分。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22CC32043	电动车能源系统	1	16	4 秋
22CC32044	电化学反应工程	1	16	4 秋
22CC32045	电化学加工技术	1	16	4 秋
22CC32123	无机能源材料合成方法	1	16	4 秋
22CC32047	固体电化学基础	1	16	4 秋
22CC32125	电化学能源纳米技术	1	16	4 秋
22CC32050	新型化学电源	1	16	4 秋
22CC32051	仿生功能性电极材料	1	16	4 秋
22CC32052	先进电化学储能材料	1	16	4 秋
22CC32053	电池反应与可视化技术	1	16	4 秋
22CC32126	AI+电化学 B	1	16	4 秋

2.5.未来能源工艺设计选修课

学生需在以下课程中选修不少于 2 学分。

课程代码	课程名称	学分	学时	备注

22CC32153	低碳能源过程设计与模拟	2	48	3 春
22CC32154	深空冷能利用与器件设计	2	48	3 春
22CC32155	未来能源工艺装备结构设计	2	48	3 春
22CC32156	新能源材料反应工程与设计	2	48	3 春
22CC32157	电池隔膜材料工艺设计	2	48	3 春
22CC32158	新能源系统热力学设计	2	48	3 春

3.毕业论文（设计）

课程代码	课程名称	学分	学时	备注
22CC33032	毕业论文（设计）	6	16 周	4 春

（四）自主发展课程

1.文化素质教育课程

文化素质教育课程包括文化素质教育核心课、文化素质教育选修课、新生研讨课等，要求不少于 8 学分。其中人文类课程中，艺术与审美模块课程、历史与文化模块中的“四史”类课程选修均不少于 2 学分。社会类、科学类、工程类、网络安全类、人文类（除艺术与审美模块、历史与文化模块）选择一类进行修读，应不少于 4 学分。具体要求按照《化工与化学学院本科生文化素质教育课程修读管理实施细则》规定执行。

2.创新创业与社会实践

创新创业与社会实践课程不少于 6 学分，包括社会实践学分 1 学分，创新创业教育学分 5 学分。

创新创业教育课程包括：创新研修课、创新实验课、创新创业课等；创新创业实践包括：项目学习计划、大学生创新创业训练计划、创新创业竞赛、创业实践、发表论文、申请专利等；学分认定参照《化工与化学学院本科生创新创业学分修读及认定实施细则》执行。

社会实践包括：通过社会实践课程、大学生社会实践活动、大学生志愿服务活动、境外研修活动等途径获取。

工科试验班（未来能源）化学工程与工艺专业
教学进程计划方案

第一学年

开课学期	课程代码	课 程 名 称	学分	学时	学时分配				指定课外学时	考核方式
					理论	实验	上机	实践		
秋季	22MX11011	习近平新时代中国特色社会主义思想概论	3	48	48					考试
	22AD11002	新时代实践教育	2	32	8			24		考查
	22AD16001	军事理论	2	36	36					考查
	22AD16004	军事技能	2	3 周				3 周		考查
	22FL12003	外语综合（1）	2.5	60	60					考查
	22PE13001	体育（1）	1	32	32					考查
	22MA15005	微积分 C（1）	5	80	80				16	考试
	22MA15019	代数与几何 D	3.5	56	56				8	考试
	22CS14004	计算思维与人工智能	2	32	32					考查
	22ES21001	未来能源概论	1	16	16					考查
			24	392+3 周	368			24+3 周	24	
春季	22MX11012	大学生思想文化素养	2	32	32					考查
	22MX11015	形势与政策	2	32	32					考查
	22AD16003	悦己人生	2	32	32					考查
	22MX16001	国家安全教育	1	16	16					考查
	22FL12004	外语综合（2）	1.5	36	36					考查
	22PE13002	体育（2）	1	32	32					考查
	22MA15006	微积分 C（2）	5	80	80				16	考试
	22PH15005	大学物理 D（1）	4.5	72	72					考试
	22CS21504	Python 程序设计 B	2	32	24	8				考查
	22ME21005	工程制图基础 B	2	32	32					考查
	22ES21002	能源系统基础	2	32	32					考查
			25	428	420	8			16	
夏季		专业选修课 1	1	16	16					考查
		文化素质教育课程 1	1	16						考查
		创新创业与社会实践 1	1	16						考查
			3	48	16					
备注	1.自主发展课程共 14 学分，第一学年夏季学期建议学习 1 学分文化素质教育课程和 1 学分创新创业与社会实践课程，可根据所选课程灵活安排，在第四学年秋季学期结束时修满。 2.学生可在第一学年夏季专业选修课 1 中选择 1 门进行修读。如学生未在第一学年夏季完成专业选修课 1 修读，则需在第四学年秋季学期电化学拓展选修课中完成 2 学分。									

第二学年

开课学期	课程代码	课 程 名 称	学分	学时	学时分配				指定课外学时	考核方式
					理论	实验	上机	实践		
秋季	22MX11013	马克思主义基本原理	2	32	32					考试
	22PE13003	体育（3）	0.5	16	16				16	考查
	22MA15031	概率论与数理统计 I	2	32	32					考查
	22MA15032	复变函数与积分变换	2	32	32					考查
	22PH15006	大学物理 D（2）	4.5	64	64					考试
	22PH15014	大学物理实验 A（1）	1	24	3	21				考查
	22CS21008	机器学习	2	32	32					考查
	22AS21301	工程力学 C	4	64	64					考试
	22EE22005	电工技术 A	2.5	40	40					考查
	22CC21004	能源化学基础	3	48	48					考查
			23.5	384	363	21			16	
春季	22MX11014	中国共产党历史与理论	3	48	48					考试
	22HS16001	写作与沟通	1	16	12			4		考查
	22PE13004	体育（4）	0.5	16	16				16	考查
	22PH15015	大学物理实验 A（2）	1	24		24				考查
	22ES21003	能源系统与自动控制	2.5	40	40					考查
	22EE22007	电子技术 A	2.5	40	40					考查
	22EE22029	电工与电子技术实验 A	1	24	24					考查
	22ES22012	工程流体力学	4	64	56	8				考试
		模块限选课程	6	96	96					考查
			21.5	368	332	32		4	16	
夏季		文化素质教育课程 2	1	16						考查
		创新创业与社会实践 2	1	16						考查
		专业选修课 2	1	16	16					考查
	22MX44001	劳动教育概论	0	8	8					考查
			3	56	24					
备注	1.劳动教育共 32 学时，第一学年完成劳动教育概论 8 学时。 2.第二学年春季学期模块课程限选 6 学分，从 8 个模块中选择 1 个修读，不能跨模块修读。 3.自主发展课程共 14 学分，第二学年夏季学期建议学习 1 学分文化素质教育课程和 1 学分创新创业与社会实践课程，可根据所选课程灵活安排，在第四学年秋季学期结束时修满。 4.专业选修课 2 在当年所开海外专家课程或国际暑期学校中海外专家课程中至少选择 1 门。其他海外课程或活动需向学院申请认定为海外专家课程。										

第三学年

开课学期	课程代码	课 程 名 称	学分	学时	学时分配				指定课外学时	考核方式
					理论	实验	上机	实践		
秋季	22PE13005	体育（5）	0.5	16	16					考查
	新建课程	能源化学基础实验	4	96		96				考查
	22CC22022	大型仪器分析实验	2	48		48				考查
	22CC31065	计算化学 C	1	16	16					考查
	22CC31042	化工原理 C	2	32	32					考查
	22CC31028	电化学原理 A	5	80	80					考试
	22CC31049	能源器件电沉积基础	2	32	32					考试
	22CC22011	安全教育与实践	1	24	12	12				考查
		文化素质教育课程 3	1	16						考查
			18.5	360	188	156				
春季	22PE13006	体育（6）	0.5	16	16					考查
	22CC31029	电化学测量 A	3	48	48					考试
	22CC31031	化学电源基础理论	2	32	32					考试
	22CC31050	电化学与储能器件综合实验	3	72		72				考查
	22CC33035	生产实习	1	1 周				1 周		考查
		电化学进阶选修课	2	32	32					考查
		未来能源工艺设计选修课	2	48				48		考查
		文化素质教育课程 4	2	32						考查
		创新创业与社会实践 3	2	32						考查
			17.5	312+1 周	128	72		48+1 周		
夏季		文化素质教育课程 5	3	48						考查
			3	48						
备注	1.劳动教育共 32 学时，第三学年完成 24 学时，其中：能源化学基础实验、大型仪器分析实验、电化学与储能器件综合实验各有 8 学时属于劳动教育。 2.自主发展课程共 14 学分，第三学年学习 6 学分文化素质教育课程和 2 学分创新创业与社会实践课程，可根据所选课程灵活安排，在第四学年秋季学期结束时修满。 3.电化学进阶选修课为 7 选 2，包括：电极材料结构分析、电催化与能源转化、新能源装备腐蚀与防护、先进能源器件电沉积技术、先进化学电源技术、新能源企业技术创新与应用、计算思维与人工智能化学。 4.未来能源工艺设计选修课为 6 选 1，包括：低碳能源过程设计与模拟、深空冷能利用与器件设计、未来能源工艺装备结构设计、新能源材料反应工程与设计、电池隔膜材料工艺设计、新能源系统热力学设计。									

第四学年

开课学期	课程代码	课 程 名 称	学分	学时	学时分配				指定课外学时	考核方式
					理论	实验	上机	实践		
秋季	22CC32036	电化学工程设计 创新创业与社会实践 4 电化学拓展选修课	2 2 1	2 周 32 16	16			2 周		考查 考查 考查
			5	48+2 周	16			2 周		
春季		毕业论文（设计）	6	16 周				16 周		考查
			6	16 周				16 周		
备注	1.自主发展课程共 14 学分，第四学年秋季学期建议学习 2 学分创新创业与社会实践课程，可根据所选课程灵活安排，在第四学年秋季学期结束时修满。 2.电化学拓展选修课需选择不少于 1 学分课程进行修读（详见电化学拓展选修课的表格，具体以当年实际开设的选修课程为准）。如学生未在第一学年夏季完成专业选修课 1 修读，则需修读不少于 2 学分。 3.提前修读完成大四学年课程的说明： 1） 可在大三秋季时选择提前修读大四秋季的相同课程，包括提前完成创新创业与社会实践； 2） 或者在大三春季时，用未来能源工艺设计选修课（2 学分）代替电化学工程设计，用电化学进阶选修课中的课程（1 学分）代替电化学拓展选修课的课程。 3） 大四春季的毕业论文（设计）可用毕业综合论文（设计）代替。									

实践教学环节学分（学时）表

课程类别	学分	学时/周
新时代实践教育	2	32 学时
军事技能	2	3 周
课程实验/上机	13	300 学时
课程设计	4	2 周+48 学时
实习实训	1	1 周
毕业论文（设计）	6	16 周
创新创业与社会实践	6	96 学时
体育	4	128 学时
合　计	38	604 学时+22 周