

# 《资源循环科学与工程专业实验》教学大纲

## 一、课程基本信息

课程名称	资源循环专业实验	课程性质	<input type="checkbox"/> 通识必修 <input type="checkbox"/> 通识选修			
英文名称	Experiments of Resource Recycling Science and Engineering		<input type="checkbox"/> 学科基础 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 <input type="checkbox"/> 专业选修 <input type="checkbox"/> 实践教学			
学 分	2	总学时	讲授	实验	上机	实践
执行学期	6、7	64	0	64	0	0
考核方式	实验预习 20%、实验过程 30%、数据处理 20%、结果讨论 25%、报告质量 5%					
适用专业	资源循环科学与工程					
先修课程	化工原理、物理化学、分析化学、结晶学与工业结晶、工艺矿物学、分离工程、资源加工过程与装备、微生物与生物化学基础					
开课单位	化工学院 化学工程系					

## 二、课程的性质与作用

本课程是资源循环科学与工程专业学生必修的实验课程。从工程与工艺两个角度出发，以资源循环利用为背景，解决工艺过程开发中遇到的共性工程问题，选择典型的工艺与工程要素，组成系列工艺与工程实验。本课程是学生工程基本技能训练的重要环节，在专业教学计划中占有重要地位。

资源循环科学与工程专业实验是在学生已经接受了基础理论与专业知识教育，又接受过初步工程实验训练的基础上进行的。在实验教学中，将使学生了解与综合应用物理化学、微生物与生物化学基础、化工热力学、化学反应工程、分离工程、工艺矿物学、结晶学与工业结晶、工程流体力学、资源加工过程与装备等课程的理论与实验技术；掌握过程开发的基本研究方法和常用的实验基本技能，拓宽与发展学生的工程概念与视野；培养学生的创造性思维能力、理论联系实际学风、严谨的科学实验态度，提高实践动手能力，为毕业环节乃至今后的职业生涯打下扎实的基础。

## 三、课程目标

1、能在充分理解资源循环科学与工程专业实验原理和方法的基础上，分析实验项目中的要点和难点，选取合理的研究方法并设计恰当的实验方案。（支撑毕业要求 4.2）

2、掌握资源循环利用过程实验研究的基本操作及方法，正确采集实验数据的能力。（支撑毕业要求 4.3）

3、能够利用专业理论知识，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。（支撑毕业要求 4.4）

4、了解资源循环科学与工程专业常用的传热、传质、反应、分离设备和现代仪器的

使用原理和方法，并理解其局限性。（支撑毕业要求 5.1）

5、能够运用数学和计算机知识分析和处理实验数据，进行设备及工艺参数优化分析。（支撑毕业要求 5.2）

6、了解实验室安全规范，认知专业实验中的安全风险，掌握常见危险化学品知识，具备安全开展实验的能力。（支撑毕业要求 6.1）

7、了解实验项目的背景，理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。（支撑毕业要求 7.1）

8、能够在多学科背景下的工程团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色，善于与组员沟通。（支撑毕业要求 9.1、9.2 和 9.3）

9、能针对资源循环利用领域的具体工程问题，以口头、图表、报告等方式，准确表达自己的观点，完成实验报告撰写。（支撑毕业要求 10.1）

#### 四、课程目标与支撑的毕业要求指标点的关系

表 1 课程目标与毕业要求观测点的关系

毕业要求	毕业要求观测点	课程目标
4、研究	4.2 能够针对资源循环与高效利用复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计实验方案。	课程目标 1
	4.3 能够根据实验方案搭建实验装置和实验系统，正确采集和分析实验数据，安全地开展实验。	课程目标 2
	4.4 能够利用专业理论知识，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。	课程目标 3
5、使用现代工具	5.1 了解资源循环科学与工程专业常用的现代仪器、信息技术、模拟和计算软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	课程目标 4
	5.2 针对资源循环利用过程复杂工程问题，能够恰当利用专业仪器与设备、工具和软件，进行分析、测试、计算、模拟与优化。	课程目标 5
6、工程与社会	6.1 掌握资源循环科学与工程专业领域相关的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，了解企业 EHS 管理体系，理解社会文化因素对工程活动的影响。	课程目标 6
7、环境和可持续发展	7.1 理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	课程目标 7
9、个人与团队	9.1 能够与其他成员有效沟通，合作共事。	课程目标 8
	9.2 能够在团队中独立或合作开展工作。	
	9.3 能够组织、协调团队开展工作。	
10、沟通与交流	10.1 能针对资源循环利用领域的具体工程问题，以口头、图表、报告等方式，准确表达自己的观点，理解与业界同行和社会公众交流的差异性，并进行有效沟通。	课程目标 9

## 五、实验教学内容与安排

表2 课程目标与毕业要求观测点的关系

主题	教学内容	推荐学时	教学方法
实验理论课	<p>实验方法论：了解课程的特点（工艺与工程、工程与基础实验的异同），工程与工艺问题主要的处理方法；实验的基本内容，主要的实验手段和常用设备；实验结果误差分析和数据处理方法；实验预习报告及实验报告的形式与要求。</p> <p>● 思政要点：创新意识、工匠精神。</p> <p>安全教育：包括用电安全、用气安全、防火防灾、化学品安全、应急处理、废弃物处理等方面的知识。</p> <p>● 思政要点：工程伦理。</p>	4	<input checked="" type="checkbox"/> 课堂讲授 <input type="checkbox"/> 讨论 <input type="checkbox"/> 案例教学 <input type="checkbox"/> 演示实验 <input type="checkbox"/> 自主学习 <input type="checkbox"/> 实践探究 <input type="checkbox"/> 课堂报告 <input type="checkbox"/> 其他：_____
基础物性测定实验	<p>要求学生掌握物性数据的测量技术与方法，如初晶温度、液体表面张力、黏度、液液相平衡等数据的测试方法及测试技术，并了解这些参数在工程实践中的具体应用。</p>	12-16	<input type="checkbox"/> 课堂讲授 <input checked="" type="checkbox"/> 讨论 <input type="checkbox"/> 案例教学 <input type="checkbox"/> 演示实验 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究 <input type="checkbox"/> 课堂报告 <input type="checkbox"/> 其他：_____
传递与分离过程实验	<p>了解实验室常用反应器的主要类型及特点，基本掌握研究化学反应规律，如返混、均布、传热、传质等因素对反应结果的影响，初步了解反应过程的开发研究方法。</p> <p>掌握筛分、过滤、旋流、摇床和浮选等常用矿物分离分级技术，了解物系性质、操作条件、设备结构对分离效果的影响，掌握有关分离过程进行实验开发研究的能力。</p>	28-32	<input type="checkbox"/> 课堂讲授 <input type="checkbox"/> 讨论 <input type="checkbox"/> 案例教学 <input type="checkbox"/> 演示实验 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究 <input type="checkbox"/> 课堂报告 <input type="checkbox"/> 其他：_____
资源循环利用工艺实验	<p>理解多相催化反应有关知识，初步接触工艺设计思想，学会设计合理的实验方案，进行工艺条件的优选，获得最优工艺条件的影响因素。</p>	12-16	<input type="checkbox"/> 课堂讲授 <input checked="" type="checkbox"/> 讨论 <input type="checkbox"/> 案例教学 <input type="checkbox"/> 演示实验 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究 <input type="checkbox"/> 课堂报告 <input type="checkbox"/> 其他：_____
仿真实验	<p>通过集成的仿真软件，开展设备选择和流程设计，并通过开、停车，多参数的模拟实验操作和数据处理，以及对重大事故的判断和应急处理，初步掌握仿真实验的操作技术；在实际生产流程的 DSC 控制软件上进行模拟操作，实现生产过程的开停车、稳定运行等阶段。</p>	8-12	<input type="checkbox"/> 课堂讲授 <input checked="" type="checkbox"/> 讨论 <input type="checkbox"/> 案例教学 <input type="checkbox"/> 演示实验 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究 <input type="checkbox"/> 课堂报告 <input type="checkbox"/> 其他：_____

表3 实验项目一览表

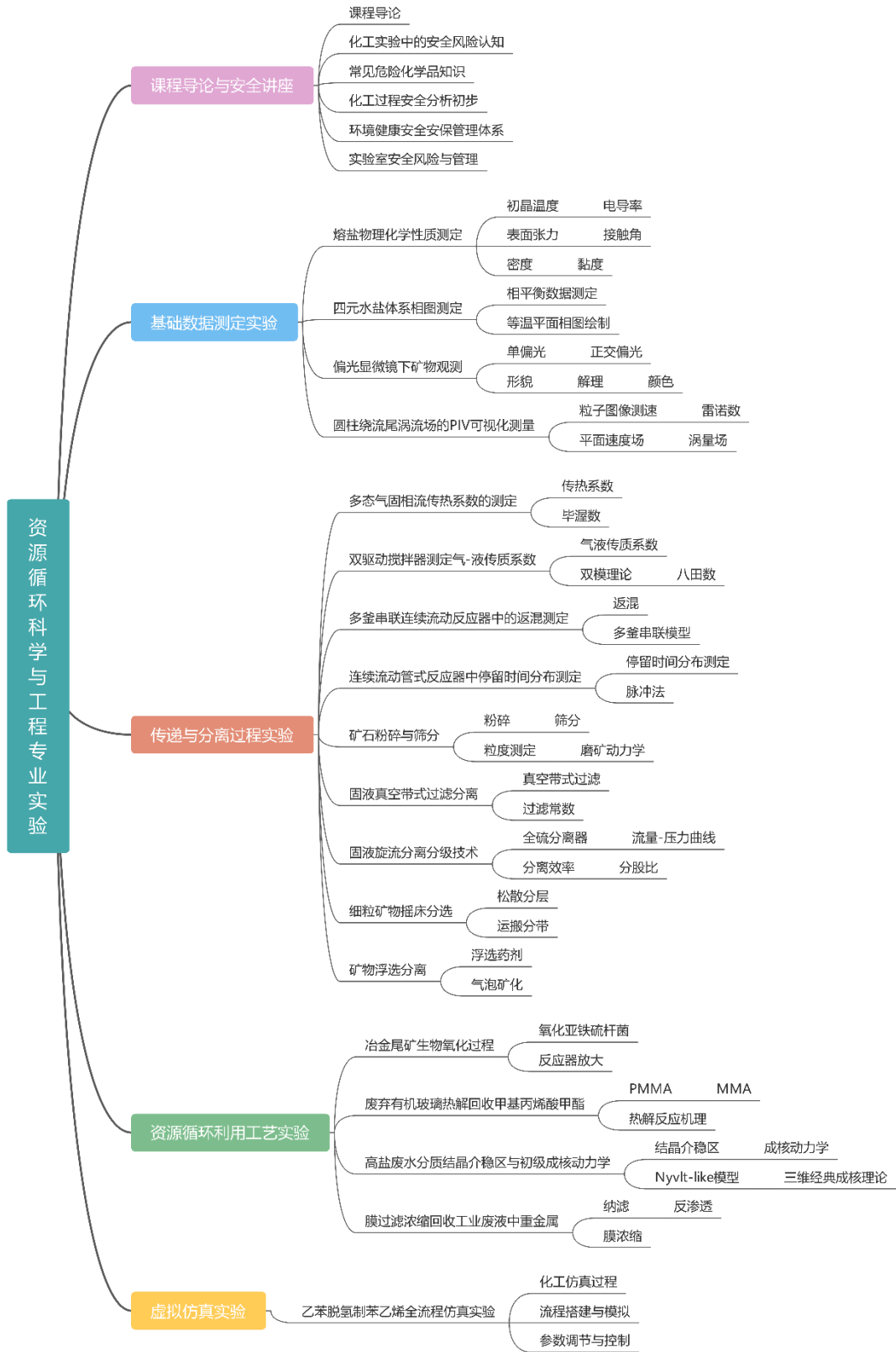
序号	实验名称	主要内容	实验类型	实验时数	每组人数	课程目标	仪器套数	实验地点	选做/必做	教学方法
1	熔盐物理化学性质测定	<p>(1) 加深理解熔盐初晶温度、接触角、表面张力、密度、黏度、电导率的物理意义与测量原理。(2) 学习熔盐初晶温度、接触角、表面张力、密度、黏度、电导率测量仪器和装置的结构以及具体操作程序。(3) 掌握熔盐物理化学性质的测定方法。</p>	A	4	4	1-9	2	奉贤7楼119	必做	<input checked="" type="checkbox"/> 讨论 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究
2	四元水盐体系相图	<p>(1) 掌握二元、三元及四元水盐体系相律特征。(2) 掌握水盐体系相平衡实验测定原理及方法。(3) 掌握三元及四元水盐体系等</p>	A	4	4	1-9	2	奉贤7楼	必做	<input checked="" type="checkbox"/> 讨论 <input checked="" type="checkbox"/> 自主学习 <input checked="" type="checkbox"/> 实践探究

序号	实验名称	主要内容	实验类型	实验时数	每组人数	课程目标	仪器套数	实验地点	选做/必做	教学方法
	测定	温平面相图的绘制及应用,了解相图各相区的意义。						451		
3	偏光显微镜下矿物观测	(1)掌握偏光显微镜的基本构造及其与普通光学显微镜的区别,熟悉偏光显微镜各部分的性能和用途。(2)掌握利用单偏光和正交偏光观察矿物物理性质和光学性质的条件和方法,加深对矿物形貌、解理、颜色、多色性、边缘、贝克线的理解。	A	4	4	1-9	4	奉贤7楼451	选做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
4	多态气固相流传热系数的测定	(1)熟悉实验装置及流化床和固定床的操作特点。(2)掌握不同条件下气体与固体之间对流传热系数的测定方法。(3)认识非定态导热的特点以及毕渥数(Bi)的物理意义。	B	4	4	1-9	4	奉贤7楼317	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
5	双驱动搅拌器测定气-液传质系数	(1)了解气-液相吸收反应过程的原理。(2)掌握采用双驱动搅拌吸收器研究气-液相吸收过程的方法。(3)掌握气-液传质过程的特征。(4)应用化学吸收理论关联实验测定的传质系数与溶液转化度的关系,了解经验关联法在实验数据处理中的应用。	B	4	4	1-9	4	奉贤7楼315	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
6	多釜串联连续流动反应器中的返混测定	(1)了解连续均相流动反应器的非理想流动情况及产生返混的原因。(2)掌握理想全混流反应器的流动模型,通过流体在反应器中的停留时间分布测定,了解反应器内部构件、搅拌桨型式和搅拌强度对釜内混合特性的影响。(3)掌握采用脉冲示踪法测定停留时间分布的实验方法及数据处理。	A	2	4	1-9	2	徐汇12楼324	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
7	连续流动管式反应器中停留时间分布测定	(1)了解连续均相管式循环反应器的返混特性;(2)分析观察连续均相管式循环反应器的流动特征;(3)研究不同循环比下的返混程度,计算模型参数N。	A	2	4	1-9	2	徐汇12楼324	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
8	矿石粉碎与筛分	(1)掌握粉碎与筛分技术的基本理论和基础知识。(2)了解颧式破碎机、对辊破碎机、锤式破碎机、行星式球磨机和锥形球磨机的工作原理、基本结构和适用范围,了解影响破碎与磨矿效果的主要因素与调节方法。(3)通过实验掌握用标准筛筛分物料粒度组成特性的方法、实验数据的处理及粒度特性曲线的绘制方法。(4)掌握求解磨矿动力学方程参数的方法。	B	5	4	1-9	2	奉贤7楼447	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
9	固液真空带式过滤分离	(1)通过真空带式过滤分离实验,深入认识过滤操作的基本原理。(2)熟悉连续真空带式过滤机的结构、操作和基本特性。(3)掌握过滤常数的测定方法。	B	4	4	1-4,6-9	1	奉贤7楼119	选做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
10	固液旋流分离分级技术	(1)了解旋流分离器的工作原理和结构特点,掌握旋流器的基本操作。(2)掌握旋流分离器流量-压力曲线、分离效率和分股比	B	4	4	1-4,6-9	2	奉贤7楼119	选做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>

序号	实验名称	主要内容	实验类型	实验时数	每组人数	课程目标	仪器套数	实验地点	选做/必做	教学方法
		的测定方法。(3)了解不同尺寸旋流器的分离特性。								
11	细粒矿物摇床分选	(1)了解摇床的结构和分选原理,熟悉摇床的基本操作和调节过程。(2)考察不同密度和粒度物料在摇床上的分布规律,观察实验过程中物料在床面上的扇形分布。(3)掌握摇床各操作参数对分选指标的影响规律。	B	4	4	1-4, 6-9	2	奉贤7楼121	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
12	矿物浮选分离	(1)了解浮选原理与药剂作用。(2)了解浮选设备结构,熟悉实验室小型单槽浮选机结构与操作。(3)了解影响浮选效率的主要工艺操作参数,基本掌握浮选技术的研究方法	B	4	4	1-9	4	奉贤7楼447	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
13	冶金尾矿生物氧化过程	(1)了解生物冶金的基本工作原理。(2)了解和掌握冶金微生物的种类、培养方法、生长、形态、代谢特征以及对低品位矿石的生物氧化过程特征。(3)了解和掌握实验室生物冶金反应器的基本操作和维护技术。(4)了解生物反应器放大的基本准则和一些关键参数的检测方法。	C	8	4	1-9	2	奉贤7楼449	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
14	废弃有机玻璃热解回收甲基丙烯酸甲酯	(1)了解高分子聚合物回收单体的过程及废弃物资源化的意义。 (2)熟悉实验流程以及设备的使用和基本特性,并根据实验目标进行装置及反应条件的优化设计和分析。 (3)通过废弃有机玻璃热解产物的分析检测,掌握气相色谱的操作方法,分析原理及应用。	C	4	4	1-4, 6-9	4	奉贤7楼445	选做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
15	高盐废水分质结晶介稳区与初级成核动力学	(1)掌握结晶过程原理及介稳区基本理论。 (2)掌握介稳区宽度测量的基本原理与实验方法。(3)掌握初级成核动力学理论及其模型拟合分析。	C	4	4	1-9	4	奉贤7楼449	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
16	膜过滤浓缩回收工业废液中重金属	(1)掌握纳滤膜分离技术的操作原理,掌握纳滤膜通量和截留率的测定方法。(2)掌握实验规模膜组件的操作规程和清洗维护方法。(3)了解以纳滤为代表的膜分离过程在废水处理过程中的应用。	C	4	4	1-4, 6-9	4	奉贤7楼449	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>
17	乙苯脱氢制苯乙烯全流程仿真实验	利用乙苯脱氢制苯乙烯全流程仿真实验,可体验真实的工业生产操作过程,培养学生的动手能力、工程思维和团队合作精神,建立优化操作、节能降耗、安全环保和技术经济的意识	B	8	1	1-9	20	校园网	必做	<ul style="list-style-type: none"> <li>■讨论</li> <li>■自主学习</li> <li>■实践探究</li> </ul>

注:实验类型分三类:基础规范型(A)、综合设计型(B)、研究探索型(C)。

# 六、课程知识点图谱



## 七、教学模式与方法

### 1、教学模式

为适应学分制教育要求，专业实验采取开放式教学管理，具体形式为：

(1) 时间开放：专业实验项目有计划地滚动开设，学生可以根据教学要求，借助《自主选课管理软件》，自由选择实验项目，设计个性化的实验菜单。

(2) 项目可选：本课程的实验项目根据不同的教学目的划分为不同的模块，每个模块内设有若干个实验项目，学生可根据“教学时数要求”，在不同模块中自由选做实验项目，完成教学要求。

(3) 提倡组队完成，分工合作，为鼓励和培养学生的探索精神和实践能力，本实验教学强调过程，淡化结果，允许学生失败和重做。

### 2. 教学方法

(1) 课堂讲授与讨论：本课程的实验理论课部分，主要采取课堂讲授为主，采用集中大课或者线上教学的方式，主要讲授实验方法论并进行化工实验安全教育。在学生进入实验室参与各实验项目之前，实验教师集中讲解实验相关知识，包括实验项目的工业背景或研究背景、实验原理、实验标准操作规程等。

(2) 自主学习：本课程倡导自主实验，所有的基本教学实验项目为学生提供了多种电子教学资源，如：教学录像、授课 PPT 等，所有教学资源均可在爱课程网、中国大学 MOOC 网站查得，要求学生进入实验室参与实验项目前完成预习并撰写预习报告（课前实验教师应检查预习情况），也可独立自主地按照教学要求完成规定的内容；

(3) 实验探究：实验内容涉及课程主要知识点，分为基础规范型、综合设计型、以及研究探索型实验。研究探索型实验鼓励学生在课程实验过程中进行小组讨论，一同分析、研究并提出解决方案，培养学生善于发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力。此外，在课程讲授的过程中引入实际工程案例，鼓励学生针对化工领域工程实际问题进行自主研究并展开讨论。

## 八、课程目标与考核评价标准及依据

课程目标	考核评价标准				评价依据
	优秀(90%-100%)	良好(75%-89%)	合格(60%-74%)	不合格(<60%)	
能在充分理解资源循环科学与工程专业实验原理和方法的基础上，分析实验项目中的要点和难点，选取合理的研究方法并设计恰当的实验方案。	能通过实验预习充分了解各实验的原理和过程要点；能针对当前实验过程或类似过程，寻求合理有效的实验研究方法；在一些实验中，熟练采用实验设计方法优选工艺。	能通过实验预习准确了解各实验的原理和过程要点；能针对当前实验过程或类似过程，寻求较为有效的实验研究方法；在一些实验中，准确采用实验设计方法优选工艺。	能通过实验预习大致了解各实验的原理和过程要点；能针对当前实验过程或类似过程，寻求合理有效的实验研究方法；在一些实验中，能够指出用何种实验设计方法优选工艺。	未能通过实验预习了解各实验的原理和过程要点；针对当前实验过程或类似过程，不能寻求合理的实验研究方法；在一些实验中，难以运用实验设计方法优选工艺。	方案设计

课程目标	考核评价标准				评价依据
	优秀(90%-100%)	良好(75%-89%)	合格(60%-74%)	不合格(<60%)	
掌握资源循环利用过程实验研究基本操作及方法,具备安全开展实验,正确采集实验数据的能力。	熟练掌握资源循环利用过程实验研究基本操作及方法,能安全开展实验,能正确采集实验数据。	较熟练掌握资源循环利用过程实验研究基本操作及方法,能安全开展实验,能较正确采集实验数据。	基本掌握资源循环利用过程实验研究基本操作及方法,可以安全开展实验,能较正确采集实验数据。	不熟练掌握资源循环利用过程实验研究基本操作及方法,无法开展实验,无法采集实验数据。	原始记录 实验方案 实验数据
能够利用专业理论知识,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。	能够熟练利用专业理论知识,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。	能够较准确利用专业理论知识,对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到较合理有效的结论。	知道利用专业理论知识,对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到比较合理有效的结论。	不能利用专业理论知识对实验结果进行分析和解释,无法获得合理有效的结论。	结果讨论
了解资源循环科学与工程专业的常用传热、传质、反应、分离设备和现代仪器的使用原理和方法,并理解其局限性。	实验过程中 <b>正确、熟练</b> 操作实验设备和各类仪器,并获取有效实验数据;能将数据处理结果与理论或模型进行 <b>充分的</b> 比较分析并得出实验结论;	实验过程中 <b>正确</b> 操作实验设备和各类仪器,并获取有效实验数据;能将数据处理结果与理论或模型进行 <b>较全面</b> 比较分析并得出实验结论;	实验过程中 <b>会</b> 操作实验设备和各类仪器,并获取有效实验数据;能将数据处理结果与理论或模型进行 <b>较一般</b> 比较分析并得出实验结论;	实验过程中操作实验设备和各类仪器 <b>不熟练或不正确,难以</b> 获取有效实验数据;不能将数据处理结果与理论或模型进行比较分析,未得出正确的实验结论;	实验报告
能够运用数学和计算机知识分析和处理实验数据,进行设备及工艺参数优化分析。	<b>充分利用</b> 数字教学资源进行自主学习, <b>熟悉</b> 实验技术原理及其工业背景知识;对可完成实验的相关装置、仪器种类、特点 <b>了解程度高;熟练使用</b> Origin、Matlab、Excel 等数据处理软件作图,表达实验结果;	<b>能利用</b> 数字教学资源进行自主学习, <b>了解</b> 实验技术原理及其工业背景知识;对可完成实验的相关装置、仪器种类、特点 <b>较为了解</b> ;能使用 Origin、Matlab、Excel 等数据处理软件作图,表达实验结果;	<b>利用</b> 数字教学资源进行自主学习程度较浅, <b>知晓</b> 化工实验技术原理及其工业背景知识;对可完成实验的相关装置、仪器种类、特点 <b>理解不足</b> ;能使用 Origin、Matlab、Excel 等数据处理软件作图,表达实验结果;	<b>未能利用</b> 数字教学资源进行自主学习程度较浅, <b>对</b> 化工实验技术原理及其工业背景知识 <b>了解不足</b> ;对可完成实验的相关装置、仪器种类、特点 <b>不了解</b> ;未能使用 Origin、Matlab、Excel 等数据处理软件作图,表达实验结果;	数据处理方法 数据处理结果
了解实验室安全规范,认知专业实验中的安全风险,掌握常见危险化学品知识。	了解实验室安全规范,认知专业实验中的安全风险,掌握常见危险化学品知识。	较好地了解实验室安全规范,认知专业实验中的安全风险,较好地掌握常见危险化学品知识。	基本了解实验室安全规范,认知专业实验中的安全风险,基本掌握常见危险化学品知识。	不了解实验室安全规范,认知专业实验中的安全风险,无法掌握常见危险化学品知识。	安全教育 预习习题
了解实验项目的背景,理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	熟悉实验项目的背景,深刻理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	基本熟悉实验项目的背景,较理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	了解实验项目的背景,简单理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	不了解实验项目的背景,不理解资源循环与高效利用对环境保护和社会可持续发展的意义和价值。	实验原理
能够在多学科背景下的工程团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色,善于与组员沟通。	<b>充分理解</b> 实验目的, <b>主动参与</b> 团队合作,在团队中起 <b>核心</b> 地位;能 <b>及时有效</b> 解决实验过程中出现的情况,顺利完成实验;	<b>较全面地</b> 理解实验目的,能参与团队合作,在团队中起 <b>主干</b> 地位;能 <b>解决</b> 实验过程中出现的情况,顺利完成实验;	<b>理解</b> 实验目的,被动参与团队合作;能 <b>协助</b> 解决实验过程中出现的情况,顺利完成实验;	理解实验目的 <b>不充分</b> , <b>消极</b> 参与团队合作; <b>难以</b> 有效解决实验过程中出现的情况,顺利完成实验;	实验操作
能针对资源循环利用领域的具体工程问题,以口头、文稿、图表等方式,准确表达自己的观点,完成实验报告撰写。	能针对资源循环利用领域的具体工程问题,以口头、文稿、图表等方式,准确表达自己的观点,完成实验报告撰写。	能针对资源循环利用领域的具体工程问题,以口头、文稿、图表等方式,较准确表达自己的观点,完成实验报告撰写。	能针对资源循环利用领域的具体工程问题,以口头、文稿、图表等方式,较准确表达自己的观点,基本完成实验报告撰写。	无法针对资源循环利用领域的具体工程问题,以口头、文稿、图表等方式表达自己的观点,未能完成实验报告撰写。	格式规范



## 九、成绩评定方法

单项实验成绩评定：实验预习 20%，实验过程 30%，数据处理 20%，结果讨论 25%，实验报告质量 5%；总成绩为各实验的平均成绩。具体评分项如下：

实验预习 20%			实验过程 30%			实验数据处理 20%		结果讨论 25%	实验报告质量 5%
实验原理 5%	预习思考 5%	方案设计 10%	原始记录 10%	实验现象 10%	操作技能 10%	数据处理方法 10%	数据处理结果 10%		

考核内容包括：实验态度、查阅工具书的能力、实验操作方法和技巧、对仪器的使用能力、实验报告的质量、运用理论解释现象和讨论分析问题能力、实验课纪律及安全、卫生、整洁等。

## 十、教学参考书

### 推荐教材

1. 于建国, 刘程琳. 2020. 资源循环科学与工程专业实验[M]. 北京: 科学出版社.

### 参考教材

1. 乐清华. 2017. 化学工程与工艺专业实验[M]. 北京: 化学工业出版社.
2. 陈新志, 蔡振云, 钱超, 周少东. 2020. 化工热力学[M]. 5 版. 北京: 化学工业出版社.
3. 陈敏恒, 丛德滋, 方图南, 齐鸣斋, 潘鹤林. 2015. 化工原理[M]. 4 版. 北京: 化学工业出版社.
4. 朱炳辰. 2012. 化学反应工程 [M]. 5 版. 北京: 科学出版社.
5. 邓修, 吴俊生. 2013. 化工分离工程[M]. 2 版. 北京: 科学出版社.

课程大纲撰写人: 汪瑾、刘程琳      课程大纲审核人: 于建国

2019 年 12 月