

商洛学院课程思政案例库

课程名称：《废水处理及再生利用》

负 责 人： 徐 珊

编著时间： 2023 年 4 月

教务处印制

前 言

专业是大学人才培养的基本单元，课程是人才培养的根本落脚点。2019年，国务院办公厅发布了《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》，高校专业课程建设明确提出了课程思政内容建设的要求。在“三全育人”大格局下着力用好课堂教学主渠道，突出“国家意识、人文情怀、科学精神、专业素养、国际视野”的育人特色，重新构筑传统工科专业教育教学过程，实现价值引领、知识传授、能力培养的有机统一。

《废水处理及再生利用》作为资源循环科学与工程专业的一门专业主干课，在授课过程中，结合水污染案例、废水处理技术发展史、水环境修复工程、科学家精神和生态环境保护等思政要素，激发学生的学习兴趣，使学生在掌握科学知识的同时，将思政元素内化为学生自身的知识体系，助力立德树人。

本案例库以普通高等教育十三五规划教材《水污染控制工程》中的知识点为载体，依据人才培养方案、教学大纲等，采用代表性案例提高学生对专业知识的接受度，激发学生的学习兴趣，提升教学效果。同时，在课程当中有机地融入价值塑造元素，让价值引导的成分在课程设计和课堂教学中如盐在水，达到春风化雨、润物无声的育人效果，帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观。

由于编者水平有限，虽已尽努力，但不妥之处仍在所难免，恳请各位同仁不吝指正。

目录

1.碧水保卫战，我是行动者.....	1
2.净水流清-沉淀促进泥水分离.....	4
3.兼顾环境与健康--日本水俣湾治理.....	7
4.水体自净-把握适度原则，顺应自然规律.....	10
5.智慧独具，专注探索气浮工艺-朱秀英教授.....	15
6.创新技术、精益求精-山东龙安泰环保科技有限公司.....	18
7.道法自然--那些我们从大自然中学习到的神奇材料.....	22
8.心中有丘壑，眉目作山河--袁道先院士.....	25
9.课后任务--我爱家乡水.....	28
10.绘制新时代特种废水处理蓝图.....	36
11.污水处理的前世今生之活性污泥法.....	32
12.生物膜法-“膜法”世界，小人物大力量.....	37
13.智慧水务系统-农村污水处理新进展.....	40
14.潜心科研，矢志报国，生物膜技术引领者--王大成院士.....	43
15.净化城镇碧波，为水生态护航--生物接触氧化法.....	45
16.活性污泥工艺的发展史--实践出真知.....	49
17.以“白云”姿态向未来--膜生物反应器.....	53
18.北京“名片”奥林匹克森林公园龙形水系水生态修复工程.....	57
19.水体生态修复-“死水”变“活水”.....	60
20.“纸”短情长.....	64
21.永不融化的凝胶冰雪之水凝胶.....	67
22.水处理药剂专家-汤鸿霄.....	70
23.通力合作，高效净水.....	74
24.含油水处理设备之水力旋流器.....	77
25.安全生产大于天，生命第一放心间.....	80
26.习主席的知青岁月--带领梁家河村民“沼气革命”.....	84
27.污水厂的资源回收--“蓝色”磷肥与绿色“混凝剂”.....	87
28.离子交换树脂之父--何炳林院士.....	90

29.“臭水沟”向“幸福河”的华丽蜕变.....	92
30.海水变甘露--电渗析法实现海水淡化处理.....	95
31.反渗透法治理含油污水，还长江碧水清波.....	98
32.饮水思源知史爱党，立志报国不忘初心.....	101
33.水复其清的“功臣”--混凝剂.....	104
34.弘扬劳动教育，贯彻立德树人.....	107
35.光能驱动，环境净化--光催化去除重金属.....	110
36.世间少有美景，良性循环典范.....	114
37.工业废水的物理化学处理--活性炭吸附.....	117
38.污水处理的未来，回归原生文明.....	121
39.危险化学品泄漏---美国水溶性丙烯酸聚合物溶液泄露事故.....	124
40.“以废治废、变废为宝”--从污水处理厂到火电厂.....	127
41.靠山不费柴，近水不污流.....	130
42.碳中和运行的国际先驱--奥地利 strass 污水厂.....	134
43.推动绿色发展，走向海绵城市.....	138
44.智慧水务--助力污水处理厂节能降耗.....	141
45.新冠病毒废水处理技术助力打赢疫情防控阻击战.....	144
46.苦心孤诣、坚持不懈--浙江大学污泥热能研究团队.....	147
47.课后任务--互联网技术，开启智慧环保新征程.....	152
48.践行低碳发展，实现“双碳”目标.....	155
49.膜分离技术助力“十三五”防治水污染.....	160
50.“为有源头活水来”的城市绿肺--成都活水公园.....	163
51.解芬顿反应之难题，建水清岸绿之生态.....	166
52.未来污水处理能源自给新途径--碳源捕获.....	169

案例编号	20054201-001
案例标题	碧水保卫战，我是行动者
案例来源	原创
内容简介	通过从知识介绍到实际问题的引入，旨在锻炼学生分析问题、解决问题的能力，运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以污水偷排现象激发学生的专业担当和社会使命。专业知识和生态文明战略及“十四五”环境规划的重要指示精神结合，理解不同社会文化需求对水污染治理工程的影响。
关键词	污水；课程思政；教学设计；水污染事件
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、专业使命感、创新思维
素材长度	1395
案例正文	以第一章《污水的水质及污水出路》为例，这部分内容是《废水处理及再生利用》的基础知识，学生在掌握污水性质、污水指标、污水排放标准，判断出什么是污水的基础上，还需要思考污水的出路及污水标准的意义。其中污水的出路和污水排放标准与国家的环保方针密切相关，因此以此为切入点，引入国家的治水政策及系列的行动计划，不仅能够让学生理解污水治理的重要性，更能够潜移默化地增强学生作为环保人的责任感和社会使命感。在此基础上引入本专业在污水治理方面的科研工作，进一步增强学生的专业自信心。 “污水的排放标准及出路讨论”部分的目的是让学生掌握污水自净过程及污染物迁移转化规律，理解污水的最终出路不仅仅是污水的处理，更重要的是污水处理后的去向，因此需要依据相关的标准来作为污水处理的基本要求。为了到达这一目的，首先通过水体自净的讲解让学生明确水体自净是不需要人工干预的污水净化过程，然后通过污水偷排案例讲解超过自净容量后的污水需要人

工处理，这是污水的典型出路，从而引出污水的出路部分的知识点。

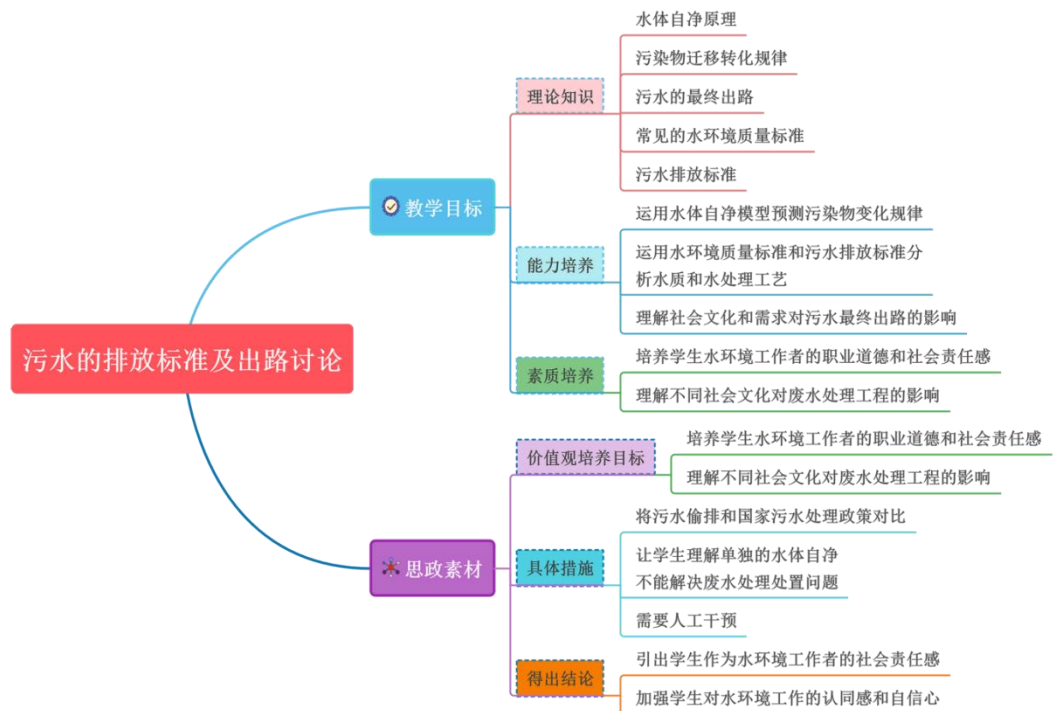


图1 《污水的排放标准及出路讨论》思维导图



图2 《污水的排放标准及出路讨论》教学过程设计

在完成思政内容的导入后，根据事先确定的思政融合点，实现思政和知识的融合。在讲解该部分知识后，通过提问，让学生思考“污水应该处理到何种程度”，自然过渡到污水排放标准部分的知识点。为了让学生能够认识到环保工作者的职业道德和社会责任感，在讲完污水排放标准后，结合当前的“山水林田湖草生命共同体”及“十四五”水环境保护提出的“人水和谐”的理念，从国家环境保护的大方向和政策出发，培养学生的社会责任感、专业使命和自信心。最后，

	可以根据实际情况有针对性地通过课堂讨论来完成课程思政的深度融合。从“教师讲”到“学生想、学生讲”两个维度进一步加深学生知识、能力和素质的培养。 针对“污水应该处理到何种程度”的问题，结合污水排放标准，以学生喜爱的角色扮演的的方式让学生完成预设的讨论主题。讨论主题为“现在有部分城市提出，城镇污水处理厂的出水排放标准应该达到地表水四类或类四类标准，甚至三类水标准，你认为这样的观点对吗”。角色为三个代表性的城市——桂林、杭州、鞍山。引导学生从三个城市的特点出发，思考经济文化等角度对水污染治理工程的影响。学生经过思考和发言后，能进一步理解不同社会文化对水污染治理工程影响的重要性。 通过从知识介绍到实际问题的引入，旨在锻炼学生分析问题、解决问题的能力，运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以污水偷排现象激发学生的专业担当和社会使命。专业知识和生态文明战略及“十四五”环境规划的重要指示精神结合，理解不同社会文化需求对水污染治理工程的影响。
分析评价	案例以国家的治水政策及系列行动计划和水质水质排放标准为思政元素，提升了学生的生态责任意识，增强学生的专业自信心。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-002
案例标题	净水流清-沉淀促进泥水分离
案例来源	原创
内容简介	主要通过对污水中沉淀的处理让学生更加生动理解污水物理处理的工作原理。培养学生的社会责任感，倡导绿色发展理念，并推动生态文明建设。通过引导学生认识到环境保护的重要性，激发他们对水污染问题关注和专业责任感。为实现水环境可持续发展目标而奋斗！
关键词	沉砂池；沉淀；水环境；生态环境
编写时间	2023-4-27
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、绿色发展理念、生态文明建设
素材长度	1525
案例正文	污水处理是环境工程中至关重要的一部分，它涉及到清洁水资源的保护和再利用。污水中含有各种有害物质，对环境和人类健康造成很大威胁。在本课程中，重点探讨污水的物理处理方法，其中之一就是污水沉淀。通过沉淀，能够有效去除污水中的悬浮颗粒物，从而提高水质和减少环境污染。学生不仅要掌握格栅筛网的作用、种类、沉淀的基础理论、以及设计沉砂池的工作原理等、还需进一步理解污水进行物理处理的重要意义，其中对沉淀的基础理论的概述与我国提出的可持续发展战略息息相关，以此为契机培养学生社会责任感、绿色发展理念和生态文明建设。引导学生关注环境问题，培养他们的环保意识，鼓励他们积极参与环保行动。在每个人的努力下，实现可持续发展，建设美丽的地球家园。为未来创造一个更加清洁、绿色和可持续的世界！ 《沉淀的基本理论》部分的目的是让学生深入了解沉淀的基本理论，包括沉淀原理、沉淀性能和沉淀设备的运行原理。首先采用引导学生通过探索和实验，深入理解沉淀原理和性能。通过实际操作，学生能够亲自观察和体验沉淀

过程，从而加深对理论知识的理解。其次引导学生通过探索和实验，深入理解沉淀原理和性能。通过实际操作，学生能够亲自观察和体验沉淀过程，从而加深对理论知识的理解。再引入实际工程案例，让学生运用所学知识分析和解决沉淀过程中遇到的问题。通过案例分析，学生能够将理论与实践相结合，培养解决问题的能力和实际操作的技巧。利用多媒体技术展示沉淀设备的工作原理和实际操作过程。通过图像和动画的展示，学生能够直观地理解沉淀设备的运行原理和性能，加深对知识的记忆和理解。最后进行一些简单的实验和观察，让学生亲身参与和观察沉淀过程，加深对沉淀性能的认识。通过实验数据的分析和讨论，学生能够掌握实验方法和数据处理技巧，培养科学研究和实验设计的能力。通过以上教学方法的综合运用，激发学生的学习兴趣，提高他们的自主学习和问题解决能力。

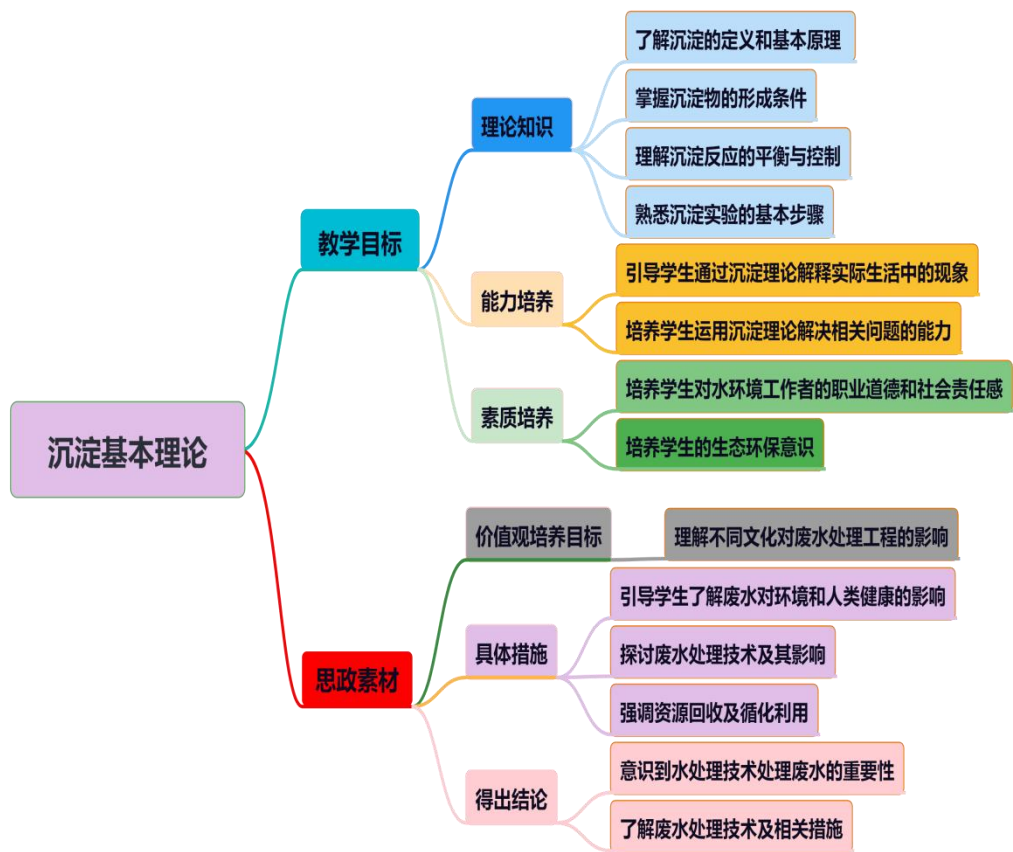
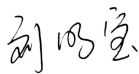


图 1 《沉淀基本理论》课程思政思维导图

通过教学内容，引导学生认识到污水处理的重要性，加深他们对环境保护的意识。学生将意识到污水处理对于改善水环境、保护生态系统的重要作用，

	进而培养起保护环境的责任感和使命感。因此，融入思政内容的《污水的物理处理》教学具有重要的教学意义。通过引导学生关水注环境保护、培养绿色发展理念和生态文明建设意识，可以激发学生的环保意识和社会责任感，让他们认识到自身在环境保护和绿色发展中的作用和责任。同时，通过案例分析和实践操作，能够培养学生的创新思维和实践能力，提高他们解决问题的能力 and 专业素养。这样的教学方式将使学生从被动的接受者转变为积极的参与者和创造者，为实现可持续发展和建设美丽中国作出积极贡献。  图 2 与《沉淀的基础理论》相关的沉淀设备 通过对污水中沉淀的处理让学生更加生动理解污水物理处理的工作原理。培养学生培养学生的社会责任感，倡导绿色发展理念，并推动生态文明建设。通过引导学生认识到水环境、水资源保护的重要性，激发他们对水环境的关注和专业使命感。为实现水环境可持续发展目标而奋斗！
分析评价	案例以污水的物理处理为思政元素，引出课程内容；以理论和实验操作为基础，通过案例分析培育学生的专业精神、职业精神和工匠精神。
评价者	  教授 商洛学院

案例编号	20054201-003
案例标题	兼顾环境与健康-日本水俣湾治理
案例来源	原创
内容简介	环境污染和资源浪费已成为严重的全球问题，为了推进可持续发展，必须加强环境保护意识的培养。介绍水俣病事件的原因以及具体处理措施，并对比水俣湾治理前后资料，学习相关水处理技术。以此事件激励学生们重视环境保护，珍惜资源，为保障可持续发展做出自己的贡献。
关键词	含汞废水；环境保护；教学设计；水俣病事件
编写时间	2023-4-28
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	正确价值观、责任意识、环境保护意识
素材长度	1959
案例正文	20 世纪 50 年代，震惊世界的公害事件之一“水俣病”，就是由于一家乙醛厂排出的废水中含有甲基汞，废水排入水俣湾，甲基汞在鱼体内富集，人们长期食用含甲基汞的鱼类，引起人体中枢神经系统发生病变。这次日本水俣病共造成 5172 人患病，730 人死亡。1972 年伊拉克用甲基汞和乙基汞杀菌剂处理种子而发生的汞中毒事件中有 459 人死亡。  图 1 水俣病事件受害者图 那么对于震惊世界的水俣病，水俣湾的环境是如何治理的呢？ 在授课过程中，以日本水俣病为例，将课程内容与日本如何具体处理水俣

湾的措施结合起来，使学生了解处理含汞废水原理、工艺工程等基础知识，同时也通过对环境污染与人体健康相关知识的学习，引导学生树立环保意识、坚定环保理念、开展环保行动。

首先对于污染底质对策，智索公司水俣工厂于1968年5月停止了乙醛生产，昭和电工鹿瀬工厂于1965年5月新泻水俣病正式确认前的1965年1月已经关闭了乙醛生产线。可以认为，加上捕鱼限制的措施，其结果使水俣湾周围地区最迟1969年、阿贺野川流域1966年以后，可能导致水俣病发生的某种程度的甲基汞的暴露情况没有了。但停止甲基汞化合物排放以后，有关水域的底层仍残存有汞，有可能成为水质和鱼贝类的污染原因，因此需要去除被污染的底层。为此，熊本县1977年至1990年，为了防止单位引起的公害，对国家和地方公共事业单位实施的业务，根据规定有关单位负担费用的规则的“公害防止事业费企业负担法”（1970年法律第133号），由智索公司、国家及熊本县负担费用，对超过暂定除去标准值（汞25ppm）以上的水俣湾底层约150万立方米淤泥进行了浚渫、挖出、填埋（封入），造成58ha的填埋地。关于该事业的费用，智索公司负担约300亿日元，国家及熊本县各负担约90亿日元。并对丸岛渔港及丸岛、百间水渠进行了浚渫等。



图2 水俣湾填埋地

其次对于鱼贝类：

(1) 设置隔离网

1974 年，熊本县设立了隔离水俣湾口，拦住水俣湾内的污染鱼的隔离网。之后随着环境改善，1997 年，连续 3 年确认 7 鱼种低于暂定限制值（鱼贝类含总汞的平均值为 0.4ppm,甲基汞平均值为 0.3ppm）后，熊本县知事发布了水俣湾的安全宣言，撤去了隔离网。

（2）捕捞限制等

1956 年起认识到，在水俣湾周围地区食用鱼贝类似乎是引起水俣病的原因。为此，熊本县发出对水俣湾产鱼贝类食用自肃的指导，同时对水俣市渔协发出在水俣湾内捕捞自肃的指导。直至 1997 年 10 月水俣湾的隔离网完全撤去为止，根据该捕捞的自肃（自主限制）及渔业赔偿协定，虽然时有中断、但仍逐步采取了禁止捕获、收买捕获鱼贝类等措施。而智索公司等断续进行了渔业赔偿。



图 3 水俣湾治理前后对比图

在水俣湾及阿贺野川，对水质、底层及鱼类继续进行定期监测，确认了保持良好的环境。根据最新数据，2011 年度熊本县实施的水俣湾的汞相关的调查结果，水质达到环保标准值（总汞 0.0005mg/l 以下、烷基汞没测出），底层低于暂定除去标准值，鱼贝类低于暂定限制值。而新潟县实施的阿贺野川的汞相关的调查结果，水质也达到环保标准，底层低于暂定除去标准，也低于鱼类暂定限制值。另外，关于曾经排放乙醛废水，现在大部分都已成为陆地的所谓“八幡湖”，熊本县对其周边海域和地下水等进行的有关汞的水质调查的结果，达到了环保标准值。今后将继续对水质、底层及鱼贝类进行定期监测，特别是在水俣湾，进行填埋地检查等安全管理非常重要。

水俣病问题是世界上最大、最旷日持久的公害，是日本公害的典型。水俣病不论在患者数量的增加，还是在水俣公害病行政诉讼方面，都没有结束。水俣病事件给世界敲响了警钟，迫使人们不得不重新审视发展模式。“公害是社会

	性杀人”，对此，我们不应仅局限于标准数量的限定上，更要从深层次入手，杜绝公害发生。一方面加大环境立法的力度，健全法律、法规，以法规范企业及个人行为。另一方面，建立起一套行之有效的社会监督机制和损害环境经济补偿制度，严惩制造公害、破坏环境的肇事者。同时，加强环境教育，提高国民的环境意识，让“保护环境”这个概念家喻户晓、铭刻人心，在全社会形成爱护环境者光荣、破坏环境者可耻的风尚，使公害制造者成为过街老鼠，人人喊打。只有这样，才能从根本上清除公害，根绝如水俣病这样的公害疾病发生。水俣病的警钟必须长鸣。
分析评价	案例以日本水俣病造成的危害向学生渗透生态文明的发展理念，以法律、法规的健全培养学生良好的职业道德和素养，提升了学生的生态责任意识，为保障水资源可持续发展做出自己的贡献。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-004
案例标题	把握适度原则，顺应自然规律
案例来源	原创
内容简介	水体污染与水体自净和水体环境容量有着密不可分的关系，以万州区龙宝河流域城区段水体为实际案例引入，以环境容量概念激发学生适度原则，培养学生认识量变与质变的关系，树立尊重客观事实，把握客观规律。
关键词	水体自净；环境容量；课程思政；教学设计
编写时间	2023-5-28
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、装置模型
育人主题	适度原则、尊重自然规律、量变与质变
素材长度	1905
案例正文	随着城镇经济的快速发展，大量污染物进入水体，导致很多次级河流污染严重，从而间接地影响了库区水质，其生态环境问题一直受到国内外的广泛关注。重庆市万州区地处三峡库区回水中端，龙宝河为长江右岸一级支流，是万州区的重要水体。蓄水期龙宝河下游受长江水位抬升导致江水倒灌入河，使下游段河水水位迅猛提升，快速稳定在较高水平，但受地形影响龙宝河河道在螺蛳包社区形成了落差接近 5m 小型瀑布，从瀑布到入江口在回水期间水体状态与水库类似，水位高，水面与河岸同宽，基本无流速，这段区域即为回水区，此时区域内河道水体稀释、混合能力下降、甚至有源污染聚集等现象产生，进而影响河道水体自净能力。而其他月份基本不受长江水位影响，主要靠雨水及上游小量来水补给，由于长期疏于治理，总体而言水量少，流速稍大，受季节影响较大，污染也较为严重，水体自净能力较弱。那么面对这一污染较为严重的水体，其自净能力较弱，我们应该如何提高水体自净能力？ 图 1 为龙宝河的地理位置。龙宝河是长江右岸一级支流，流域面积 49.3km²，

发源于万州区九池乡明星村黄鼓坪，经九池乡、双河口街道、于龙都街道明镜滩汇入长江；该流域城市建成区水体黑臭段为双河口水产所至汇入长江口，起点经纬度 N30°45'10"，E108°22'16"，终点经纬度 N30°46'21"，E108°24'3"，全长 6.7 km，流域面积 24 km²。

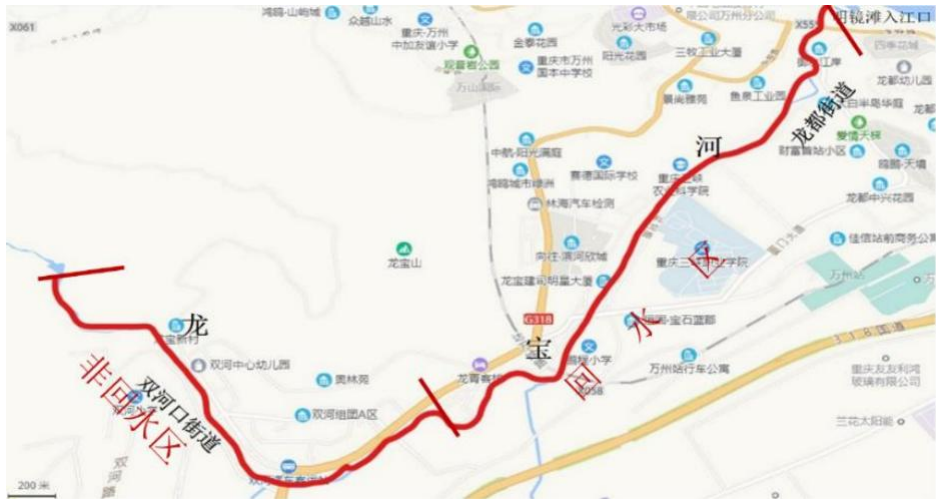


图 1 龙宝河地理位置

在授课过程中，通过龙宝河水体污染现象，将水体污染和水体自净和环境容量联系起来，激发同学树立尊重自然的生态文明理念，培养学生遵循适度原则，认识到量变可以引起质变。

当水环境中经由污染物排入水体，经过混合稀释、扩散、絮凝沉淀、生物吸收、微生物生化降解等系列的物理、化学、生物进程变化，污染物随时间逐渐降低或减少，进而恢复到原有水平或达到超过某一水质标准后又减小至接近或低于该水质标准的状态，这些过程对水体污染物均存在不同程度的净化现象就成为水体自净过程。水体自净机理包含物理净化过程，化学净化过程，生物净化过程，三个过程同时进行并相互作用，进而影响整体净化效果水环境容量是指在设计水文条件下，通过调研确定排污口位置的基础上，在负荷水功能区划前提下，使得研究区水体能够保持生态作用情况下能够接纳污染物排放量的上限，又称水环境纳污能力。

任何一个水生态系统的自净能力都是有限的，当水体的污染物浓度超过了其净化能力，水生态系统就会被破坏，污染也会日益加重。

图 2 是本项目中所使用的水体自净装置、实验柱示意图、智能搅拌机和曝气装置示意图。室内模拟试验中从主要污染物因子的综合自净能力来看，各组

中降解能力较好的分别是静置组有植物有底泥的装置、扰动组 300r/min 的装置、曝气组溶解氧为 6mg/L 的装置。对于水体自净而言扰动、曝气等将强化措施具有两面性，在一定范围内均可以促进水体中污染物的降解，但超过某个范围易打破泥水界面层的平衡，导致底泥二次释放污染水体；植物、底泥均对于水体的污染降解均有较大的强化作用，植物对于相比底泥对水体中的氮素降解能力更强，底泥对于水体的磷、有机质的降解能力强，且对于水体有较强的抗冲击负荷能力。



图 2 水体自净装置、实验柱示意图、智能搅拌机和曝气装置示意图

通过从龙宝河水质污染的案例的引入，理解水体自净和环境容量的专业概念，促进学生认识到凡事都有个度，“度”在本质上就是事物的客观性，我们所谓的“适度”实质上就是不断调整自身行为符合事物的客观性，凡是违背事物客观性的就是“不适度”，反之才是“适度”。当水体自净能力达不到分解降低水体中污染物的能力时候，就会造成水体环境污染，超过水环境容量，进一步提高学生对于适度原则的普遍性及必要性的认识，培养学生尊重客观事实，把握客观规律。此外，水体污染也是一个污染物累积的过程，是一个量的积累（污染物的数量、浓度等积累）而引起的量的质变（水体污染），使学生认识到事物的量变达到一定程度，就会朝着质变发生改变。当然，质变有好有坏，这就需

	要我们把握适度原则，使事物朝着好的方向发展，并且激励学生学习是一个日积月累的过程，需要脚踏实地，树立尊重自然规律和适度原则的绿色发展环保理念。
分析评价	案例以龙宝河水体污染现象向学生渗透尊重自然的生态文明理念，结合水体自净机理教育培养学生的工匠精神，融入尊重自然规律和适度发展这一思政元素。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-005
案例标题	智慧独具，专注探索气浮工艺--朱秀英教授
案例来源	原创
内容简介	探索科学，传承责任，助力环境保护。朱秀英教授的科研精神是所有人的榜样，她勇于创新、不断探索，在污水处理领域做出了卓越贡献。以朱秀英教授为榜样，使同学们发扬社会责任感，用知识和智慧守护环境，为可持续发展贡献力量。
关键词	气浮池；污水处理；水环境保护；朱秀英
编写时间	2023-5-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、科研精神、绿色发展观念
素材长度	1660
案例正文	朱秀英（Xiuying Zhu）是中国环境科学研究院的教授，专注于污水处理与水环境保护领域的研究工作。她在气浮池技术及其应用方面做出了重要的贡献，为我国水污染治理工作做出了突出的贡献。 朱教授在气浮池技术的研究方面具有丰富的经验和深厚的专业知识。她长期从事气浮池的设计、操作和优化研究，并提出了一系列创新的气浮池设计理论和实践方法。她的研究成果在国内外学术期刊上发表，并获得了广泛的认可和引用。 一个值得关注的案例是朱教授在污水处理厂气浮池的改进和优化方面的研究。在她的研究中，她首先对污水处理厂现有的气浮池进行了调研和评估，发现了一些存在的问题和不足之处。随后，她提出了一种新型的气浮池设计方案，通过改进气泡生成和悬浮物浮升的机制，提高了气浮池的处理效率和水质净化能力。

1、气泡生成系统的优化：她改进了气泡生成装置的结构和运行参数，使得气泡生成更加均匀和稳定。通过调整气体供给量和气泡尺寸，实现了更高效的气泡与悬浮物质的接触，提高了污水中悬浮物的去除效果。

3、污泥处理和资源化利用：在气浮池运行过程中产生的污泥通过后续处理和资源化利用，降低了废物排放和环境污染。



朱教授的研究成果对于我国水污染治理具有重要的意义。随着经济的发展和城市化进程的加快，水污染问题日益突出。而气浮池作为一种重要的污水处理设备，具有广泛的应用前景。通过朱教授的设计方案，我们能够更好地利用气浮池技术，提高污水处理的效率和水质净化的能力，有效地保护水资源，改善环境质量。

此外，朱教授的研究还体现了思政思想的融入。她的研究不仅关注技术的创新和优化，更关注可持续发展和生态文明建设的理念。她将污泥处理和资源化利用纳入设计方案，体现了对资源的节约和环境保护的重视，培养了学生的

	社会责任感和绿色发展意识。她的设计方案不仅仅解决了污水处理的技术问题，更在于将科学技术与社会责任相结合，强调了可持续发展和生态文明建设的重要性。 朱教授的研究成果对学生的培养和教育也具有重要意义。通过学习和了解她的研究工作，学生们能够深入了解污水处理领域的技术和应用，认识到水资源的珍贵性和保护的重要性。同时，她的设计方案也给予了学生们创新思维和解决问题的能力，鼓励他们在环境保护和可持续发展方面发挥积极的作用。 朱教授作为一位杰出的科学家和教育者，通过她的研究和教学工作，为我国的水污染治理事业做出了杰出的贡献。她的设计方案不仅提升了气浮池的处理效率和稳定性，更融入了绿色发展理念和生态文明建设，引领了学生们关注环境问题、承担社会责任的思想。  由此可得，朱秀英教授在气浮池技术的研究中取得了显著的成果，并为水污染治理和可持续发展做出了重要贡献。她的设计方案不仅提升了气浮池的性能和效率，更体现了绿色发展和生态文明建设的理念。她的工作不仅影响了学术界和工程领域，同时也培养了学生们的社会责任感和环境意识，为未来的环境保护和可持续发展做出了积极的贡献。
分析评价	案例以朱秀英教授气浮池技术的研究中做出的贡献为思政元素，培养学生的工匠精神和责任感。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-006
案例标题	创新技术、精益求精-山东龙安泰环保科技有限公司
案例来源	中国知网、百度
内容简介	引入山东龙安泰环保科技有限公司在含油废水处理方面成就，使学生掌握含油废水处理技术的同时，引导学生树立正确的职业道德观，培养学生具有高度的责任感和事业心，严守生态环保红线，提升自身的专业素养。
关键词	含油废水；课程思政；教学设计；创新思维
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、表格
育人主题	社会责任感、生态文明建设、专业理论知识与社会背景相结合
素材长度	1823
案例正文	沿海炼化企业在生产运输过程中会产生大量船舶清仓水、顶管作业水、油污罐切水等特殊点源含油污水，此类污水氨氮浓度、化学需氧量(COD)、氯离子浓度、硬度高，组成复杂，石油烃类难降解物质多，可生化性差，无法采用炼化企业污水厂常规生化处理方式。因此，急需寻找一种经济、合适、有效的技术彻底解决特殊点源含油污水处理难题，大幅度削减关键污染物氨氮和 COD 的浓度，同时提升污水的可生化性。那么，这些水体是如何形成主要污染成分是什么？可以通过哪些技术来处理？ 在授课过程中，以山东龙安泰环保科技有限公司，将课程内容与含油废水如何治理联系起来，激发同学们的专业使命感，培养学生应用整体思维分析和理解含油污水的处理机理；培养学生应用发展的眼光认识和理解含油废水的形成；培养学生对于含油废水处理技术的创新思维，并且树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，应用以人为本的科学思维开展含油废水治理。



图 1 山东龙安泰环保科技有限公司

山东龙安泰环保科技有限公司成立于 2005 年，公司集研发制造、工艺设计、项目建设、水务运营于一体，聚焦于难降解废水，提供具有高附加值的解决方案和关键装备。多年来，龙安泰环保不断吸取经验，系统总结，形成了一套专业处理各类工业废水的高价值水处理解决方案，提供包含“项目咨询、水质分析、方案设计、项目建设、设备生产、水务运营”等一系列水处理服务。同时，通过深度挖掘炼化行业痛点、水质情况、关键需求，重塑完整地针对该行业的废水的解决方案。

北部沿海某炼化企业废水处理项目便是典型案例之一。

该炼化企业的污水氨氮浓度、化学需氧量(COD)、氯离子浓度、硬度高，组成复杂，石油烃类难降解物质多，可生化性差，无法采用炼化企业污水厂常规生化处理方式。特殊点源含油污水与炼化企业污水厂进水的主要水质特征如下。

表 1 特殊点源含油污水与炼化企业污水厂进水的主要水质特征表

项目	特殊电源含油污水	污水厂进水
pH 值	6.20	7.85
Cl ⁻ /(mg·L ⁻¹)	7600	1210
总硬度/(mg·L ⁻¹)	1550	300
氨氮/ (mg·L ⁻¹)	122	30
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	340	273
COD/(mg·L ⁻¹)	1792	780
可生化性 B/C	0.19	0.35

根据该企业特殊点源含油污水 COD 高、氨氮高、硬度高、可生化性能差的特点，结合之前相关项目经验，龙安泰环保科技有限公司最终确定了“LEC 电化学催化氧化+pH 调节+生化”的处理工艺。

龙安泰环保的核心技术便是 LEC 电催化氧化优势。

通过 LEC 电化学催化氧化工序，特殊点源含油污水中降解的苯酚、苯甲醛以及二甲苯类特征污染物，会被分解生成易生化降解的小分子烷烃、醇酮类，抗氧化能力减弱更容易被微生物利用。电化学氧化处理后污水的可生化性有较大改善，为后续进行生物法处理提供了良好的基础。LEC 工序后水样可生化性比较数据如下。

表 2 LEC 工序后水样可生化性比较数据

项目	COD/(mg·L ⁻¹)	BOD5/(mg·L ⁻¹)	可生化性 B/C
进水	1792	340	0.19
出水	534	227	0.43

电解前污水 B/C 值只有 0.19,属于难生化降解污水,电解后 B/C 值可达 0.43,属于可生化降解污水。实际运行结果表明,生化后出水 COD 为 117mg/L, NH₄-N、TN、甲醛、甲苯等浓度也分别远远低于设计出水指标。

LEC 电催化氧化技术是采用先进的低压电路及型稳催化电极，直接和间接作用于废水中的有机物，并采用专用催化阳极，对有机物氧化能力强、反应速度快。LEC 电催化氧化处理废水时不仅其氧化还原作用，还具有其他多种综合处理作用。

其功能主要体现在以下两个方面：

①氧化作用：除了废水中污染物直接被氧化外，水中的 OH⁻能生成新生态 [O]，对水中的污染物进行氧化。

②还原作用：除了阴极板的直接还原作用外，在阴极还有 H⁺放电产生[H]，具有很强的还原性，对废水脱色效果较好。

通过从知识介绍到实际问题的引入，旨在锻炼学生分析问题、解决问题的能力，运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以含油废水处理激发学生的专业担当和社会使命。专业知识和生态文明战略及“十四五”环境规划的重要指示精神结合，理解不同社会文化需求对水污染治理工程的影响。

分析评价	案例以山东龙安泰环保科技有限公司在含油废水处理方面成就为思政元素，引出课程内容，引导学生树立创新意识，从多角度去思考，求异创新，逐渐养成开放式思维的习惯，同时树立解决复杂工程问题的能力，培养学生精益求精的“工匠精神”。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054201-007
案例标题	道法自然--那些我们从大自然中学习到的神奇水处理材料
案例来源	原创
内容简介	从生活现象出发，结合水处理材料特点，剖析材料性能，以性能为出发点，延伸其用途，提高学生对人与自然和谐共处的理解。以学院水处理科研团队的奋斗事迹为切入点，激励同学们的顽强拼搏精神。激发学生的科研热情，培养学生爱国主义、科学思想的精神，弘扬和发展自主创新。
关键词	水处理；课程思政；教学设计；材料
编写时间	2022-5-10
编著者	闫赞、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新思维、人与自然和谐共处、人文情怀
素材长度	1264
案例正文	自古以来，人类和大自然是互利共生、不可分割的。随着人类社会的不断发展，自然界的各种神奇现象也为先进材料的设计制备提供了了无限的灵感：生物的骨骼构造比钢铁强硬，啄木鸟的脑壳有最紧密组织的抗震骨骼，蜘蛛丝有数倍钢铁的硬度与延展性，莲花效应有绝佳的抗污性和疏水性.....从自然界中学习经验自然也成为科技发展的重要推动力，如今已经极大地促进了纳米、仿生学、光学、催化等领域的发展。 超疏水材料 “江南可采莲，莲叶何田田”，出淤泥而不染的荷叶是天然的不沾水“大师”。20 世纪 70 年代，波恩大学的植物学家巴特洛特在研究植物叶子表面时发现，莲叶表面的特殊结构有自我清洁功能。莲花出污泥而不染，自古以来就被人们认为是纯洁的象征，所以这一自我清洁功能又被称为“莲花效应”。除了荷叶，自然界中还有很多植物和动物具有超疏水现象，如水稻叶片、蝴蝶的翅膀、玫瑰花瓣等。

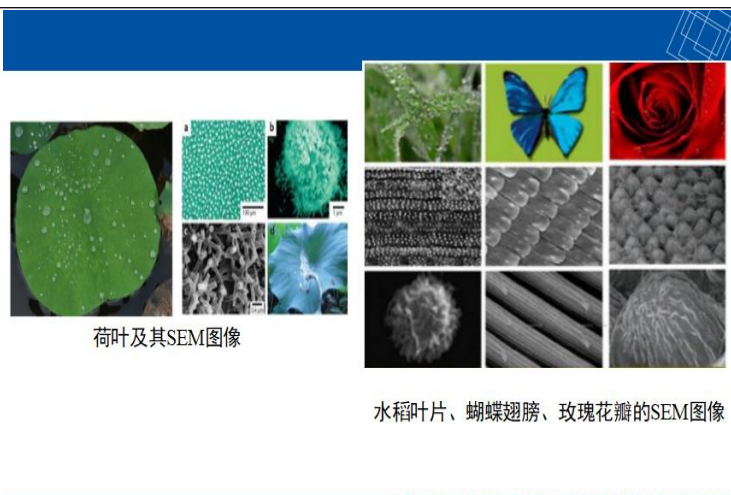


图 1 自然界的超疏水现象

在授课过程中，从生活现象出发，结合古代诗词，引出先进材料，激发同学们的民族自信和文化自信，从人文情怀角度激发学生的学习兴趣。让学生感受到中国传统文化的博大精深，借此树立当代大学生的文化自信和爱国主义情怀，强化他们的责任担当意识和民族使命感，教育学生继承并发扬中华民族传统文化，让中国文化的影响更为深远。



图 2 超疏水材料

氟碳型超疏水纳米涂料的表面张力极低（ $<10 \text{ mN/m}$ ），经过这种材料处理过的基材不光疏水更可疏油，而且由于氟碳型涂料的分子可以和基材表面分子结成共价键，附着性强，可以广泛用在基材如玻璃陶瓷，木材，石材和混凝土上，使得含水的污水和酸雨难以附着，含油的污水或者油墨（包括涂鸦，不干胶等）也难以附着。2014 年，墨尔本的服装技术公司 Threadsmiths 发明了一种仿荷叶超疏水的 T 恤。这种 T 恤可以经过 80 次以上的洗涤并且保持超疏水的性质。他

	们利用纳米技术对棉纤维进行重新编织使其具有防水性能。 在授课过程中，从生活现象出发，引出先进材料。结合水处理材料特点，剖析材料性能，以性能为出发点，延伸其用途。在思政方面应进一步提高学生对人与自然和谐共处的理解。这一部分知识点又很好的结合了习近平总书记的新发展理念，以绿色低碳发展为统领，激发同学们学习的兴趣。以俞书宏及其团队的奋斗事迹为切入点，激励同学们的顽强拼搏精神。只要努力拼搏，中国必将傲立世界，中国科技的未来可期。激发学生的科研热情，培养学生爱国主义、科学思想的精神，弘扬和发展自主创新。
分析评价	案例以自然界的超疏水现象，结合古代诗词，引出先进功能材料，融入人与自然和谐共处这一思政元素，同时激发学生的科研热情，培养学生的创新思维。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-008
案例标题	心中有丘壑，眉目作山河-袁道先院士
案例来源	原创
内容简介	把学科发展历程中涌现的知名专家学习和工作的奋斗历程及其对学科发展的重大贡献融入到绪论教学内容中，将科学精神与工匠精神深深植入学生心中，引导学生深入学习前辈艰苦朴素、吃苦耐劳、坚持不懈的钻研精神，坚定理想信念，不断为祖国建设贡献力量。
关键词	绪论；课程思政；教学设计；袁道先
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、爱国情怀、创新思维
素材长度	1265
案例正文	绪论部分是培养和增强学生学习兴趣的重要环节，以绪论为例，在教学内容中以典型地下水污染案例为引领，准确为学生规划资源循环科学与工程专业对于我国经济建设与社会发展、生态环境保护、实施“一带一路”国家发展战略和构建人类命运共同体的重要作用和意义，使学生明白防污治污工作背后的科学问题是环境科学工作者应当坚决担负的职责和使命，把学科发展历程中涌现的知名专家学习和工作的奋斗历程及其对学科发展的重大贡献融入到绪论教学内容中，将科学精神与工匠精神深深植入学生心中，引导学生深入学习前辈艰苦朴素、吃苦耐劳、坚持不懈的钻研精神，坚定理想信念，不断为祖国建设贡献力量。 袁道先，1933年8月生于浙江诸暨，是著名水文地质学家、工程地质学家、岩溶学家。1952年毕业于南京地质探矿专科学校，1991年11月当选中国科学院院士，提出了岩溶地下水含水介质不均匀性概念，还提出岩溶动力学理论。袁道先总结了中国区域岩溶的基本特征，进行全球岩溶对比，领导了五个联合

国教科文组织、国际地科联国际地质对比计划(IGCP)的实施,取得重要成果。

水文地质学(地下水水文学)当代知名专家学者

眉目作山河



心中有丘壑

袁道先

水文地质岩溶地质专家
岩溶地质学科带头人
岩溶动力学奠基人
中国科学院院士
联合国教科文组织国际岩溶中心学术委员会主任

科研成就: 提出岩溶地下水最基本的特征是含水介质不均匀性的概念,指导水文地质勘查工作,建立了岩溶地下水运动机制、调蓄功能模型,总结中国岩溶的基本特征和岩溶发育的地球化学机制,研究岩溶作用与全球碳循环的关系。著有《中国岩溶学》、《岩溶环境学》、《岩溶学词典》等。

学术声誉: 中国岩溶地质学学科带头人和奠基人,为中国水文地质、工程地质、岩溶环境地质研究做出了杰出贡献,特别是在岩溶地质方面,不仅使中国岩溶研究领跑国际学术前沿,还将世界岩溶研究中心带到中国,强力推动了全球的岩溶研究。

人最宝贵的是生命,生命只有一次。人的一生应当这样度过,当他回首往事时,不会因为碌碌无为,虚度年华而悔恨,也不会因为为人卑劣,生活庸俗而愧疚。

生态 14

我国首位岩溶地质领域院士袁道先

85岁仍带学生野外科考

田自桥之子

核心报道

“袁院士为人师表,言传身教,不仅传授知识,更注重培养学生的科研精神和实践能力。他带我们野外考察,手把手教我们如何观察地质现象,如何记录数据。他的言传身教,让我们受益匪浅。”

袁道先院士是我国首位岩溶地质领域院士,也是我国岩溶地质学学科的带头人。他长期从事岩溶地质学、水文地质学、工程地质学等领域的研究工作,取得了丰硕的科研成果。

“袁院士不仅是一位优秀的科学家,更是一位优秀的教育家。他带我们野外考察,手把手教我们如何观察地质现象,如何记录数据。他的言传身教,让我们受益匪浅。”



世界岩溶研究中心是我国第一个由联合国授权设立的研究中心,也是联合国教科文组织设立的第一个以地质为核心研究内容的世界研究中心。



“心中有丘壑,眉目作山河” ——记中国科学院院士袁道先的地质人生

文/ CIDE 全媒体记者 李诗楠(其一); 李小康

他仍然有10个岩洞研究课题,让他寝食难安。
岩洞地质学研究的好手和
袁道先,是袁道先的研究生。
作为我国第一位岩溶地质领域
的院士,袁道先把地球科学引入
岩溶学,提出岩溶动力学理论,为我

图1 袁道先院士简介

心系民生 造福百姓万家

在袁道先看来,研究成果不能仅仅停留在纸面,更重要的是要利用好它们改善民生,为百姓谋福祉。他凭借着丰富的学识和为百姓谋福祉的满腔热情,在石漠化治理、地下水包含和利用以及世界自然遗产地申报方面做了大量工作,取得了重要成绩,影响深远。

石漠化为我国西南地区特有的在脆弱的岩溶地貌基础上形成的一种荒漠化生态现象,导致植被退化、水土流失,导致岩石大面积裸露或堆积地表,石漠化严重地区寸草不生。目前,我国西南地区石漠化总体上呈加剧趋势,其中近70%的石漠化面积发生在滇黔桂三省(区)。袁道先将石漠化视为继西北地区沙漠化和黄土地区水土流失之后的我国第三大生态问题。他从上世纪90年代初就开

	始关注西南岩溶地区石漠化问题以及这一问题所导致的贫困问题。“石山地区贫困问题一天不解决，我们岩溶工作者就一天没有尽到责任。”他的话掷地有声，更是给自己立下了军令状!针对岩溶山区石漠化日趋严重的“病情”，他率团队因地制宜开展石漠化治理，坚持以水土流失综合治理为核心，与多个植物研究所合作，帮助岩溶区农民在石缝中种植经济作物，避免水土流失加剧，同时也保证了农民的经济效益，重庆南川的金银花种植基地和广西平果的火龙果种植基地都已经成为石漠化治理的成功典范。他还和多位专家一道，跋涉 6000 公里考察西南贫困山区，上书国务院提出西南岩溶山区科技脱贫建议。在袁道先等院士的不懈努力下，“西南岩溶地区石漠化综合治理”被纳入国家发展计划纲要，我国石漠化综合治理工作取得了显著成效。 把学科发展历程中涌现的知名专家学习和工作的奋斗历程及其对学科发展的重大贡献融入到绪论教学内容中，将科学精神与工匠精神深深植入学生心中，引导学生深入学习前辈艰苦朴素、吃苦耐劳、坚持不懈、实事求是的钻研精神，坚定理想信念，不断为祖国建设、为人民幸福贡献力量。使学生理解从资源与环境的角度推动全球共商、共建、共享人类命运共同体必须大力发展环境科学，帮助学生正确认识专业地位，建立专业自信；使学生深刻认识到所承担的实现中华民族伟大复兴的使命任务，从而树立起正确的人生方向和目标，树立正能量的职业观和价值观，提高职业素养。
分析评价	案例以袁道先院士在岩溶地质领域的重大贡献向学生渗透艰苦朴素、吃苦耐劳、坚持不懈、实事求是的钻研精神，激发学生的家国情怀和使命担当，增强学生对未来职业发展的信心与决心。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054201-009
案例标题	课后任务-我爱家乡水
案例来源	原创
内容简介	要求学生采用实地调研、网络检索等途径了解自己家乡水环境的现状和变化情况，结合课程所学思考变化的原因，提出改进的措施，最终以图文作业的形式展示在课程网站。训练学生观察问题、网络检索力、思辨及语言表达能力，引导学生深入思考环境问题与自身的关系，提高他们的环保意识和社会责任感。
关键词	污水；课程思政；教学设计；污水处理厂设计
编写时间	2023-3-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	思辨能力、环保意识、社会责任感、语言表达能力
素材长度	1042
案例正文	对照商洛学院“博闻强志，正道直行”校训，从培养学生综合素质和能力的角度出发，借助于全方位的学习交流平台，提高学生的综合素质和能力，将德育融于教学过程中，培养学生良好的学习习惯和道德品质，以全面提高其综合素质。 对课后任务进行系统设计，构建目的明确的德育体系，教师主导教学过程，对课程的各个教学环节都进行深入的分析和优化设计，努力寻找和培育学生知识、素质、能力的增长点，将学生综合素质培养渗透到课程各个环节，提高课程教学质量和与人才培养目标的相符度，从而形成完整的课程组织体系。学生主动参与学习过程，只要按照课程指引参与课程训练，必然会得到相应的能力和素质的提高。 以作业“我爱家乡水”为例(见图 1)，这个作业要求学生采用实地调研、网络检索等途径了解自己家乡水环境的现状和变化情况，结合课程所学思考变化的原因，提出改进的措施，最终以图文作业的形式展示在课程网站。

本作业有三个目的:一是巩固课堂上学过的水污染知识,并能了解相关的地理知识;二是训练观察问题的能力、网络检索能力、思辨能力、语言表达能力、计算机(网络)等工具应用的能力;三是引导学生深入思考环境问题与自身的关系,提高他们的环保意识和社会责任感。通过这种优化设计,作业要求就和人才目标紧密联系起来,学生带着强烈的目标意识和热爱家乡的情感去做,乐在其中,收获颇多,从而调动了其学习的积极性和主动性。

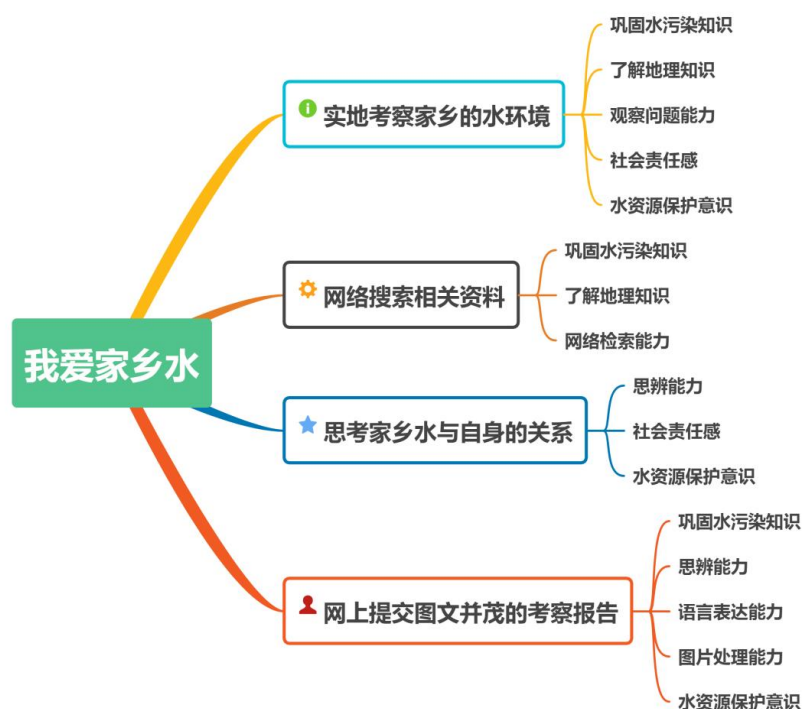


图1 “我爱家乡水”作业设计架构

经过本次课后任务练习,培养学生环保意识,思辨能力,观察能力等,同时为学生心里埋下一颗“家乡水”的种子,这颗种子会在他们走上社会后,在美丽中国的某一片土地上生根发芽,开花结果,造福一方,为美丽中国的碧水清波增加正能量。因而本次课后任务有着现实和长远的意义。

分析
评价

案例以实地调研、网络检索等途径检验了学生的实践能力和职业技能,达到在本课程专业教育过程中融入热爱祖国、热爱家乡的社会主义核心价值元素的目标。

评价
者

刘明宝

教授

商洛学院

案例编号	20054201-010
案例标题	绘制新时代特种废水处理蓝图
案例来源	原创
内容简介	引导学生树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，关注特种废水的特点及危害，实现环境可持续发展的目标。激励学生做“三有”新人：有态度、有温度的人，与时间赛跑的人，以及具有创新精神的人。强化学生工程伦理教育，遵守职业道德规范，培养学生精益求精的大国工匠精神，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。
关键词	废水处理；课程思政；教学设计；
编写时间	2022-12-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态环境保护、家国情怀、工匠精神、创新精神
素材长度	1143
案例正文	与学生分享在新冠肺炎疫情期间“环保人”对新冠肺炎病毒强化控制的抗疫贡献，包括饮用水消毒（城市供水安全）、患者戴过的口罩（医疗废弃物处理）、医院的生活垃圾（固体废弃物处理）、医疗污水消毒（污水治理）、医院空气净化（空气污染治理）等。在后疫情时代，努力做有温度，有态度、有家国情怀的环保接班人。 为学生分析疫情期间居家上网课的原因，这是国家为了保护大家做出的决策。我们的国家不但要保护好每个人，更不会放弃任何一个新冠肺炎患者。通过突如其来的新冠疫情，每个中国人都体会到了正在享受的岁月静好，是因为有国家脊梁们的负重前行。每个中国人都收获了很多感动，养成了更好的生活习惯，体会到了作为一个中国人的幸福感和自豪感。每个中国人都应更加珍惜现在的美好生活，更加热爱这个温暖的国家。

与学生分享特种废水处理工程案例，强调专业的重要性，平时在设计图纸上绘制的一条线，可能是水处理建筑物的一面墙，也可能是敷设在路面下的一条输水管道。而不负责和不认真的设计，可能会导致水处理工程无法实现，或者施工后的水处理设施无法运行。学生定要遵守工程师职业道德规范，养成耐心细致的工作作风和认真负责的工作态度，培养精益求精的大国工匠精神，拥有科技报国的家国情怀和使命担当。

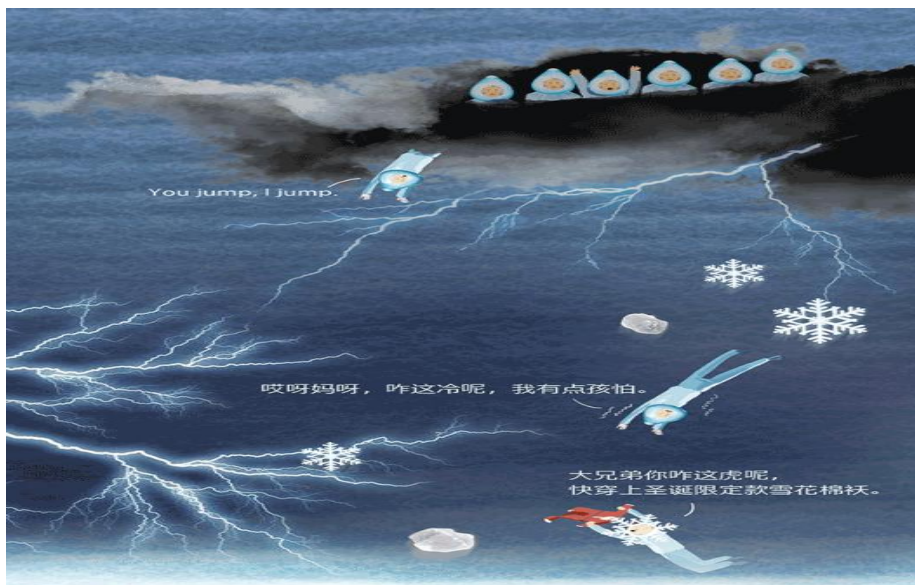


图1 一滴水的前世今生

为学生讲解“一滴水的前世今生”，例如：选矿厂工排放的废水，经过收集处理后回用可充分利用水资源。但是，在以往的生产活动当中，只注重经济效益的提升，而忽略了对生态环境的保护，未经处理或处理不达标的污水排放，导致了更加严重的环境污染。我们赖以生存的环境被污染，身处其中的每个人都会受到伤害。因此，保护生态环境就是保护我们自己，增强学生毕业后服务于环境保护行业的使命感和责任感。引导学生把小我融入大我，树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，以饱满的热情和实际行动绘制新时代新时代选矿厂废水处理设计蓝图。

分析
评价

案例以选矿废水危害向学生渗透“绿水青山就是金山银山”理念，结合工程伦理教育培养学生的职业道德和工匠精神，融入爱国情怀这一思政元素。

评价
者

刘明宝

教授

商洛学院

案例编号	20054201-011
案例标题	污水处理的前世今生之活性污泥法
案例来源	中国知网
内容简介	以活性污泥法从简到繁的发展历程，以及过程中为此奋斗、研究的科学家们勇攀科研高峰的事迹，激发学生的专业担当和科研热情，为实现国家高水平科技的自立自强作出自己的贡献。理解不同社会文化需求对污水处理的影响，培养学生用创新性思维解决问题。
关键词	污水；课程思政；教学设计；活性污泥法发展历程
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、爱国精神、创新思维
素材长度	2368
案例正文	污水处理的需求是伴随着城市的诞生而产生的。城市污水处理技术，历经数百年变迁，从最初的一级处理发展到现在的三级处理，从简单的消毒沉淀到有机物去除、脱氮除磷再到深度处理回用。其中，活性污泥法的问世更是具有划时代的意义，而今年正值活性污泥法诞生 108 周年。城市污水处理技术今后究竟将如何发展？对此，不如先让我们回顾一下那些年城市污水处理走过的路。 一、活性污泥法的诞生阶段 活性污泥法的研究工作最早可以追溯到十九世纪八十年代，英国化学家史密斯于 1882 年对污水进行曝气研究，发现在任何情况下对污水进行曝气都会将腐败延迟，而且在曝气的情况下更容易产生硝酸盐。1911 年，美国劳伦斯试验站的 Clark 研究生活污水对水体生物的影响，发现随着污水投加量的增加，池内出现沉淀物，并且将沉淀物排出后水就变得清澈。随后 Fowler 到访劳伦斯试验站并观看了 Clark 的试验，这让 Fowler 真正意识到悬浮颗粒的重要性。 1914 年 Fowler 让其学生 Arden 和 Lockett 重复他在美国看到的实验。将污水装

入瓶子曝气，花费了六周才完成硝化过程;随后将上清液排出，保留污泥继续加入污水曝气，硝化作用缩短至三周，继续重复操作直至消化过程缩短至 24 小时。

1914 年，Arden 和 Lockett 在英国化学工学会上发表了一篇关于活性污泥法的论文，并于同年在英国曼彻斯特市开创了世界上第一座活性污泥法污水处理试验厂（如图 1）。两年后，美国正式建立了第一座活性污泥法污水处理厂。活性污泥法的诞生，奠定了未来 100 年间城市污水处理技术的基础。1921 年，活性污泥法传播到中国，中国建设了第一座污水处理厂—上海北区污水处理厂。1926 年及 1927 年又分别建设了上海东区及西区污水厂，当时 3 座水厂的日处理量共为 3.55 万吨。

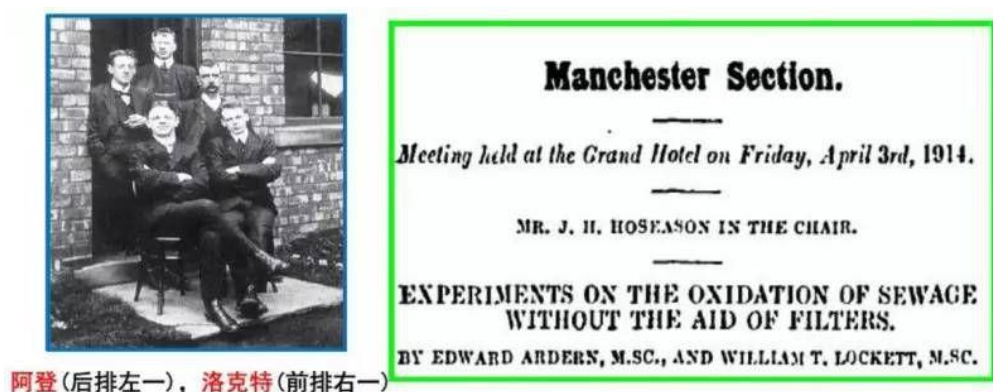


图 1 Arden 和 Lockett 开创第一座活性污泥法污水处理试验厂

二、活性污泥法的应用和推广

活性污泥法诞生之初，采用的是充-排式工艺，由于当时自动控制技术与设备条件相对落后，导致其操作繁琐，易于堵塞，与生物滤池相比并无明显优势。之后连续进水的推流式活性污泥法(CAs 法)(如图 2)出现后很快就将其取代，但由于推流式反应器中污泥耗氧速度沿池长是变化的，供氧速率难以与其配合，活性污泥法又面临局部供氧不足的难题。1936 年提出的渐曝气活性污泥法(TAAs)和 1942 年提出的阶段曝气法(SFAS)，分别从曝气方式及进水方式上改善了供氧平衡。1950 年，美国的麦金尼提出了完全混合式活性污泥法。该方法通过改变活性污泥微生物群的生存



图 2 推流式活性污泥法

方式，使其适应曝气池中因基质浓度的梯度变化，有效解决了污泥膨胀的问题。

随着在实际生产中的广泛应用和技术上的不断革新改进，20 世纪 40-60 年代，活性污泥法逐渐取代了生物膜法，成为污水处理的主流工艺。

20 世纪 40 年代，Gould、Hatfield 等人开展了污泥曝气再生的研究（如图 3）；1947 年，美国 Austin 污水厂面临着污水量急增的问题，原有活性污泥工艺难以完成处理任务，进行了吸附-再生工艺的中试及应用研究；1959 年，Zablatsky 等人明确提出了接触稳定 (Contact stabilization) 的概念。

1953 年，荷兰公共卫生工程研究协会的 Pasveer 研究所提出了氧化沟工艺“帕斯维尔沟”，用于处理小区污水。

1914 年，Arden 和 Lockett 发明的活性污泥法最初采用充-排式操作，为 SBR 雏形。但因操作繁琐并未获得重视；20 世纪 70 年代末，美国的 Irvine 和澳大利亚 Goronszy 重新开展了对序批式活性污泥法的研究后，人们才得以重新认识到 SBR 的优势。

1976 年，德国 Bohnke 教授开发了 AB 工艺。该工艺在传统两段法的基础上进一步提高了第一段的污泥负荷，以高负荷、短泥龄的方式运行，而 B 段则与普通的活性污泥法相似。

深井曝气工艺源自于英国帝国化学工业公司利用甲醇作为原料来合成生产单细胞蛋白的研究，该研究需要极高的生物密度，为了解决溶解氧的问题，该公司设计了深井曝气装置。1949 年，Okun 开展了纯氧曝气应用于活性污泥系统的研究，1970

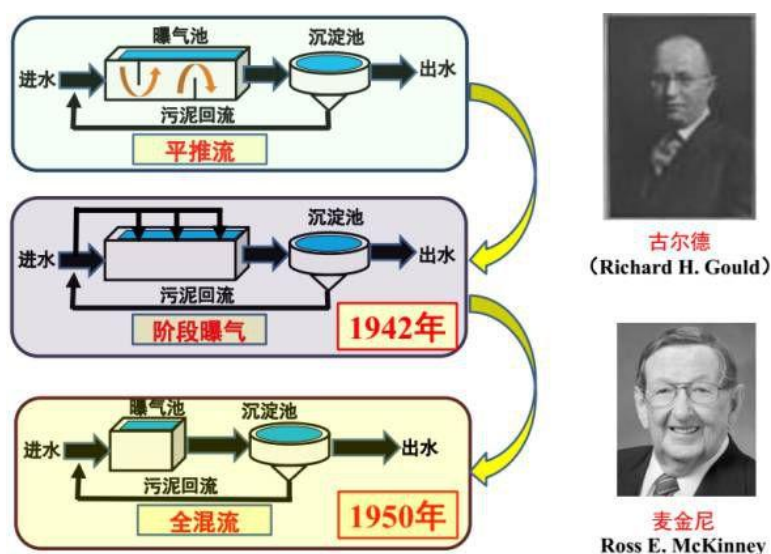


图 3 污泥曝气工艺发展图

年纯氧曝气才得到了商业化应用。

三、活性污泥法的今天

厌氧氨氧化的发现（如图 4）——20 世纪 80 年代末至 90 年代初，Delft 理工大学 Kuenen 教授指导的学生 Mulder 在运行一个三级反应器系统时，观察到第二级流化床反应器中氮“不明去向”的大量消失，用常规知识无法解释其实验现象。结合 1977 年奥地利理论化学家 Broda 的化学热力学预测，在国际上首次发现了 anammox(厌氧氨氧化)现象，由 Jetten 为主开始进行相关的基础研究，并由 van Loosdrecht 拓展到工程应用领域。

好氧颗粒污泥的发现——日本学者 Mishima & Nakamura 利用连续流好氧升流式污泥床反应器第一次培养出了好氧颗粒污泥。



图 4 厌氧氨氧化和好氧颗粒污泥的发现

四、总结

翻看史册，诞生百年的工艺并不少见，然而，历经百年却一直占据行业主导地位的，却屈指可数。在这里，活性污泥做到了。我们不禁要问：活性污泥法何以历经百年沧桑而不衰?“百年老字号”的传承背后，又意味着什么？

有人说，因为简单。简单设计，简单运行，即可完成污水处理基本功能。而简单意味着可靠，意味着可以普及。活性污泥法凭借其简单、粗放、混沌的特质，爆发出了强大的生命力和适应力。

有人说，师法自然。活性污泥法的诞生，便是带领人类突破禁锢，在自然里找到了污水处理事业咫尺之外的自由。而同时，他又是人类对于自然生态规律的一种自觉应用，师法自然，却不只是简单地模仿自然，而是将人的主观能动性对客观

	规律的反作用发挥的淋漓尽致。 而我们作为科技界的一份子，应该有勇攀科研高峰的精神，尽自己最大的努力为活性污泥法的发展提供创新性思维，为实现我们国家高水平科技自立自强，作出自己的贡献。
分析评价	该案例从活性污泥的发展史和活性污泥的技术方面的不断更新的角度，激发学生的社会责任感和创新思维，案例新颖，将思政元素有效融入教学课堂。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-012
案例标题	魔法（“膜法”）世界，小人物大力量
案例来源	原创
内容简介	了解生物膜法的概念及相关技术，以氨氮水体污染现象如何治理引入生物膜法在氨氮处理过程中的应用，让学生更加清晰理解生物膜技术的应用。同时，让学生体会到，微生物个体虽小，但是其力量不可忽略，激发学生的个体力量，培养学生齐心协力、团结合作精神。
关键词	生物膜法；课程思政；教学设计；生态环境
编写时间	2023-5-17
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	齐心协力、团结协作、生态文明建设、发展
素材长度	1542
案例正文	氨氮是水体中的营养素，可导致水富营养化现象产生，是水体中的主要耗氧污染物，对鱼类及某些水生生物有毒害。含氮物质进入水环境的途径主要包括自然过程、人类活动和企业产生。含氮物质进入水环境的自然来源主要包括降水降尘、非城市径流和生物固氮。人类活动也是水环境中氮的重要来源，主要包括未经处理或处理的城市生活和工业废水、各种渗滤液和地表径流。 图 1 水体富营养化 在授课过程中，以水体污染现象（水体富营养化和鱼类死亡等）为例（图 1），

将课程内容与此现象联系起来，让同学们意识到环境保护的重要性，以及生态文明建设的必然性。

工业废水是氨氮的重要来源，图 2 展示了工业废水中制丝废水处理工艺流程图。

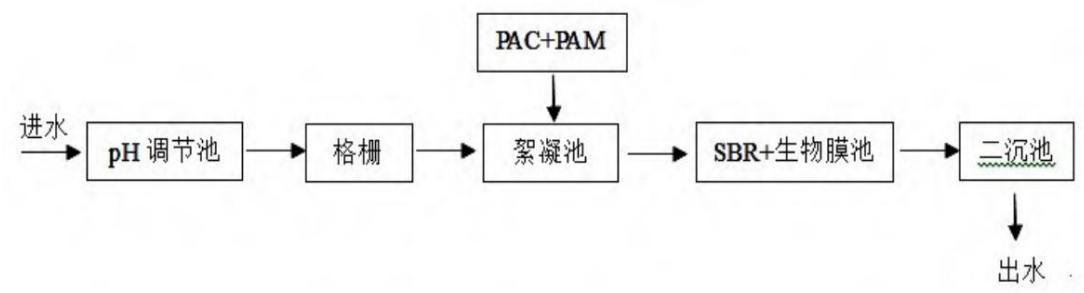


图 2 制丝废水处理工艺流程图

柞蚕是中国传统特产资源，柞蚕业是辽宁独特优势产业，营口市盖州榜式堡镇位于盖州市区东 30 公里处，东与大七盘岭一岭之隔，西连高屯镇，南与旺兴仁乡卧龙泉镇毗邻，北与大石桥市汤池镇、苇子峪镇接壤。镇内有一座容量为 1 亿立方米的石门水库。该镇以柞蚕养殖、丝绢加工生产而闻名，是辽宁省特色柞蚕资源生产、加工的主要基地，被誉为“中国柞蚕丝绢第一镇”。

然而，调查发现，该镇制丝企业在制丝生产中，仍沿用传统皂减法工艺，废水排放量大，每生产 1 t 生丝，将产生 50 t 废水，废水中丝胶蛋白等有机物含量高，导致 COD、NH₄⁺-N、TP、TN 等指标很难达标。

针对柞蚕制丝废水组成特点，制丝企业传统的废水处理工艺是首先采用沉降、过滤等物理方法进行预处理，然后采用中和、混凝等化学方法进行一次处理，最后利用 SBR 工艺进行深度处理。在传统工艺中，由于制丝废水中有机物含量很高，对 SBR 生物系统冲击较大，存在处理时间长、处理效果不理想、污泥产生量大等不足。

以盖州榜式堡镇金马绢纺有限责任公司提供的制丝废水为研究对象，建立活性污泥-生物膜法处理工艺，在活性污泥的基础上投加悬浮填料，经培养和驯化，填料上形成生物膜，使系统中微生物含量增多，提高了氧气的输送效率，使有机物浓度梯度降低，并能减少剩余污泥量，提高处理效率。培养一段时间后，填料上均匀分布一层具有一定厚度的黄褐色生物膜，其可见生物相丰富，食物链展现出原生类、后生类，出现钟虫、累枝虫，生物功能稳定，钟虫的优势繁殖直接反

	映出氧化分解能力的增强，同时固着型纤毛类的集团式出现，表征以悬浮填料为载体附着的细菌类培养成熟。图 3 是 MBBR 填料和挂膜效果好的生物填料图。 图 3 MBBR 填料和挂膜效果好的生物填料图 在采用生物膜法过程中，微生物相丰富，多种微生物共存，不同的微生物有不同的指示作用，集体综合作用的结果。从而在此工艺中，当进水 COD、NH₄⁺-N、TP、TN 浓度分别低于 1000 mg/L、120 mg/L、4.5 mg/L 和 60 mg/L 时，出水指标可以达到缫丝行业排放标准(GB 28936-2012)要求。 通过从制丝废水的实际案例的引入，由于不同微生物个体的高度分工，个体成员之间功能互补与相互依赖，个体间的交流、合作，激发学生无论生活还是学习工作中的团结协作精神，强调个体责任，保证个体目标与整体目标息息相关，进一步继承和弘扬团结合作的优良传统，激发学生的专业责任与历史担当，为“绿水”贡献自己的微薄之力。并且，此工艺在规划和设计当中，在传统工艺的基础上，采用了先进的生物膜工艺技术，以发展的理念解决实际问题。
分析评价	案例以废水中微生物功能的相互互补与依赖性引入，培养学生的团结协作精神，很巧妙地弘扬我国的优良传统；以新技术的引用，引入“发展”这一思政元素。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-013
案例标题	智慧水务系统-农村污水处理新进展
案例来源	原创
内容简介	智慧水务与农村污水处理相结合，形成智能化农村污水处理的运营管理模式，是对乡村振兴战略有效的支撑，提高农村水环境管理的水平和污水处理能力。学生对精益求精的工匠精神、环保工程师的使命意识、创新意识、创新精神都有了具体的认识。
关键词	污水；课程思政；教学设计；污水处理厂设计
编写时间	2023-4-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	工匠精神、使命意识、创新精神、职业素养
素材长度	1299
案例正文	农村污水主要包括餐厨用水、洗浴洗衣用水、冲厕用水及少量养殖废水和农副产品加工废水等，主要污染物为悬浮物、有机污染物、氨氮化合物、磷酸盐、钾钠及重金属离子、菌类生物群等。 党的十九大报告中提出，乡村振兴战略的具体要求是“必须坚持人与自然和谐共生，走乡村绿色发展之路”。而当今乡村水污染问题日趋明显，且情况复杂，在农村生活污水治理系统运行过程中，应定期对污水治理工程进行监控、维护和管理，以确保污水治理系统正常运行。因此，在乡村振兴的战略目标下，更应探索出一种科学长效的新农村水污染治理运营管理模式，走乡村绿色发展之路，实现乡村振兴。 2019 年 7 月，水利部印发《加快推进智慧水利的指导意见》、《智慧水利总体方案》和《水利网信水平提升三年行动方案(2019-2021 年)》，规划了水利网信发展的时间表、路线图、任务书，旨在推动水务工作的信息化进程。2021 年 3 月，水利部李国英部长提出“坚持科技引领和数字赋能，提高水资源智慧

管理水平”。智慧水务是智慧社会建设的重要组成部分，是对传统水利信息化的一种升级和扩充。将智慧水务与农村污水处理相结合，形成智能化农村污水处理的运营管理模式，是对乡村振兴战略有效的支撑。

智慧水务体系建设，主要基于智慧水务数据资源建设要求。智慧水务在农村污水处理中的系统数据主要包括监测数据、基础数据、业务数据和多媒体数据等，如图 1 所示。其中污水处理厂和泵站的生产指标数据、生产运行数据和工情监测数据为实时远程监控和信息采集数据。

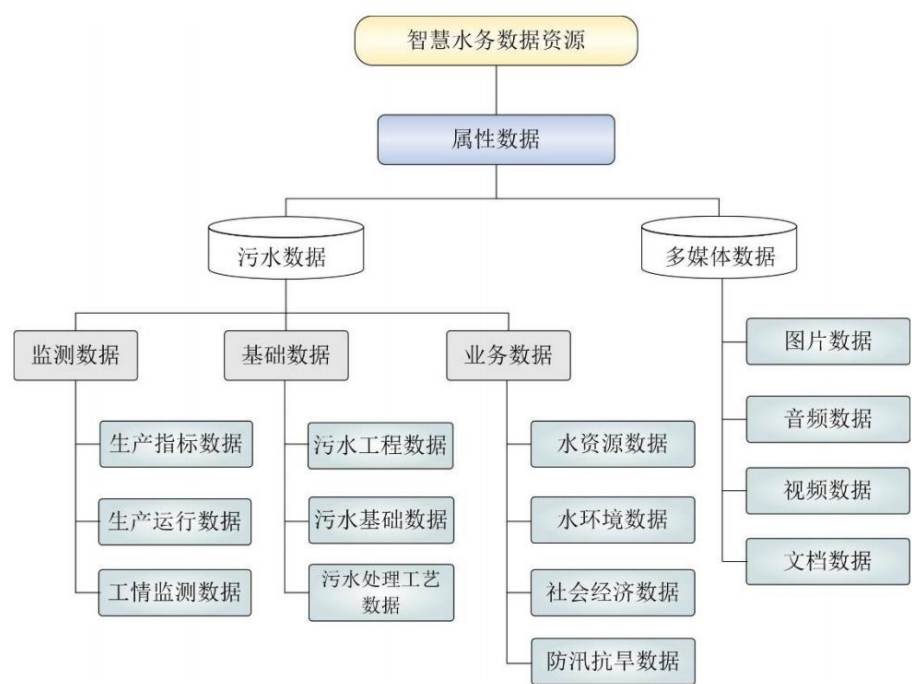


图 1 智慧水务在农村污水处理系统中的数据资源结构图

对于生产指标数据主要有以下要求：进出水水量监测；进出水污染物检测（其中包括对进出厂污水中的固体悬浮物、有机物、含氮化合物、磷酸盐、钾钠及重金属离子、菌类生物群等进行实时检测，自动采集及智能预警）；集水井水位的监控。

智慧水务系统在农村污水处理中不仅解决了的有效监测、高效处理和防止污染等关键问题，保持农村污水治理的长期成效，而且大幅度提高了站点的运行率、管理水平及出水达标率。智慧水务系统的建设基本实现了区域内农村污水处理设施控制自动化、管理协同化、决策科学化、服务主动化的目标，对当地具有较好的经济效益、环境效益和社会效益，也为其他地区农村污水处理站

	点的有效运行提供了借鉴。 通过从知识介绍到实际问题的引入，旨在锻炼学生分析问题、解决问题的能力，运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以农村水污染现状激发学生的专业担当和社会使命。专业知识和生态文明战略及“十四五”环境规划的重要指示精神结合，理解不同社会文化需求对水污染治理工程的影响。
分析评价	案例将理论与实际问题相结合，培养学生的分析和解决问题能力，将“智慧水务”融入课程内容，激发学生的社会使命感。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-014
案例标题	潜心科研，矢志报国，生物膜技术引领者--王大成院士
案例来源	原创
内容简介	为了推动我国生物膜研究工作起步，王大成在生物膜反应器的设计方面做出了巨大贡献，运用他的这种无私奉献，精益求精精神，以此来激发同学们对科研的热情，作出自己的贡献。弘扬科学家的精神，传承老一辈科学家的家国情怀，实现科技报国。
关键词	生物膜法；废水处理；水质净化；王大成
编写时间	2023-5-7
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、爱国情怀、科技创新
素材长度	1089
案例正文	 王大成是中国环境科学研究院（Chinese Research Academy of Environmental Sciences）的研究员，专注于环境工程和废水处理领域。他在水污染生物膜法方面有着丰富的研究经验和卓越的贡献。 王大成研究员的主要研究领域包括生物膜反应器技术、废水处理、水质净化和环境微生物学等。他在生物膜反应器的设计、优化和应用方面做出了重要贡献，特别是在工业废水处理和污染物降解方面。 作为中国环境科学领域的杰出学者，王大成研究员领导和参与了多项重要研究项目，并在国内外学术期刊上发表了大量高质量的研究论文。他的研究成

	果不仅在学术界具有广泛的影响力，也对中国的环境保护和水污染治理工作做出了积极贡献。 王大成研究员在生物膜法方面做出了重要的贡献。以下是他在该领域的主要贡献： 1.生物膜反应器设计与优化：王大成研究员在生物膜反应器的设计和优化方面进行了深入研究。他针对不同的废水类型和处理目标，提出了创新的反应器结构和操作策略，以提高生物膜系统的处理效率和稳定性。 2.工业废水处理：王大成研究员致力于工业废水处理领域的研究。他通过生物膜法的应用，针对不同工业废水的特点和污染物种类，研究了相应的处理方法和工艺，实现了高效的废水处理和污染物去除。 3.污染物降解机理：王大成研究员对生物膜法中污染物的降解机理进行了深入研究。他通过分子生物学和微生物学的方法，探究了微生物在生物膜中的作用机制和降解途径，为污染物的高效降解提供了理论支持。 4.技术转化和应用推广：王大成研究员不仅在科学研究方面取得了突出成果，还积极推动技术转化和应用推广。他与相关工程和环保部门合作，将研究成果应用于实际工程项目，解决了一系列水污染问题，为水环境保护做出了实际贡献。 激励学生永不停歇的探索精神，不断追求知识的渴望。鼓励学生在日常学习和生活中，学习效仿科学家们的思维方式和对科研工作的孜孜不倦。秉持科学精神，保持好奇心和求知欲，勇于质疑和挑战，注重实证和可靠性，倡导合作和知识共享。通过科学的方式看待世界，可以更好地理解复杂的现象，推动人类进步，并为解决重大挑战提供可行的解决方案。
分析评价	本案例以王大成院士在生物膜技术方面的重大贡献为引导，将科研工作者的科研精神融入课程内容，激励学生向科学家们学习。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-015
案例标题	净化城镇碧波，为水生态护航-生物接触氧化法
案例来源	原创
内容简介	生物接触氧化法是一种常用的生物废水处理工艺，以城市氮磷废水的治理引入，会让学生更加生动理解生物接触氧化法的应用。同时培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。
关键词	生物接触氧化；生态文明；氨氮；生态环境
编写时间	2023-5-7
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	团结协作、平等互助、生态文明建设
素材长度	1639
案例正文	图 1 为城市氮磷废水，这些发绿变臭的水体，不便于整体管网收集，这类污水大部分渗入地下，小部分直接排入河、湖等环境水体，导致水环境恶化。  图 1 城市氮磷废水

在课程内容中，将城市氮磷废水的治理与生物接触氧化法联系起来，激发同学们的专业使命感，方便学生理解生物接触氧化法。以下是生物接触氧化法的典型工艺流程：

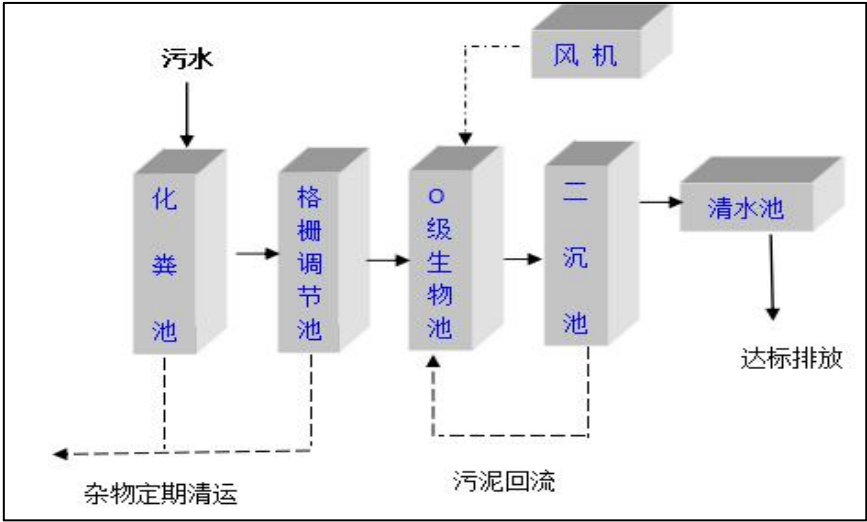


图 2 工艺流程图

进水与初沉池：废水首先进入处理系统，并经过初沉池。初沉池用于去除废水中的悬浮物和可沉淀物，使水质得到初步改善。

生物接触氧化池：初沉后的废水流入生物接触氧化池。生物接触氧化池通常采用填料填充，以提供大量的表面积供生物膜附着生长。废水与附着在填料表面的生物膜接触，生物膜中的微生物利用废水中的有机物进行生长和代谢，将有机物降解为可溶性物质和生物胶体。

活性污泥回流：部分处理后的水从生物接触氧化池底部或中部抽取，经过沉淀池或沉淀槽处理后，一部分活性污泥回流至生物接触氧化池。活性污泥的回流有助于维持适宜的微生物浓度和菌群稳定性，提高处理效果。

次生沉淀池：处理后的水从生物接触氧化池流出，进入次生沉淀池。次生沉淀池用于沉淀和去除生物接触氧化池中的生物胶体、生物絮凝物以及悬浮物。沉淀后的污泥可经过浓缩、脱水等处理后进行后续处理或处置。

出水处理：经过次生沉淀后，水进入出水处理环节。出水可以进一步进行消毒、深度处理或者直接排放到环境中，以满足排放标准或再利用要求。

通过使用生物接触氧化法对城市氮磷废水的整治后，产生了以下影响和作用：

有机物的降解：生物接触氧化法通过生物膜和底物之间的接触，促使废水中的有机物被微生物降解和氧化。微生物在生物膜上附着和生长，并利用有机物作为其生长和代谢的底物，将有机物分解为水和二氧化碳等可溶性物质，从而有效降低有机物浓度，改善水质。

悬浮物和固体颗粒的去除：生物接触氧化池中的生物膜能够吸附和沉淀悬浮物、固体颗粒和胶体物质。这些颗粒物质会附着在生物膜上，通过重力沉淀和生物膜的过滤作用，实现了悬浮物和固体颗粒的去除，提高了出水的澄清度。

氮和磷的去除：生物接触氧化法在氧化池中提供了合适的氧气浓度和底物浓度条件，利于硝化和反硝化过程的进行。通过细菌的硝化作用，将废水中的氨氮转化为硝态氮，然后通过细菌的反硝化作用将硝态氮还原为氮气排放。同时，通过生物吸附、生物吸收和生物沉淀等机制，生物接触氧化法还能够有效去除废水中的磷。

抗冲击负荷能力：生物接触氧化池中的生物膜具有一定的抗冲击负荷能力，能够适应城市污水中的水质波动和负荷变化。当废水质量或水量发生变化时，生物接触氧化法能够通过调节操作参数和活性污泥回流等方式，保持系统的稳定运行和处理效果。

运行成本低：相对于其他废水处理工艺，生物接触氧化法的运行成本相对较低。它不需要高能耗的曝气设备和大量的化学药剂，减少了运行成本和



图 3 改善后的城市水质

	能源消耗。此外，生物接触氧化法的操作和维护相对简单，易于管理和维护。 再一次用实践证明单凭一个设备或是一种技术不能将污水净化，一个系统相互合作才能将顽固的氮磷去除，由此延伸到团结协作的重要性。团结协作不仅能够提升集体的凝聚力和实现共同目标的能力，还能培养学生的合作精神和团队合作技能。其次，通过鼓励学生关注他人的需求，提供帮助和支持，我们可以培养出一个充满友善、尊重和互助精神的学习环境。最后，对比污水处理后的城市，让学生们明白保护生态环境的重要性，教育学生珍惜自然资源，推动可持续发展，通过污水处理、节能减排等实际行动保护我们的生态环境。
分析评价	案例以生物接触氧化法处理氮磷废水引入团结协作这一思政元素；以处理前后城市对比，将保护生态环境理念、可持续发展和节能减排理念融入教学。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-016
案例标题	活性污泥工艺的发展史-实践出真知
案例来源	原创
内容简介	以活性污泥法的起源导入活性污泥法这部分的学习，通过活性污泥法的发现、发展和演变的教学，让学生懂得知识来源于实践，并在实践运用中得以验证和升华，领会“实践-理论-实践”和“实践出真知”辩证过程。
关键	活性污泥法；课程思政；教学设计；生物降解
编写时间	2023-4-28
编著	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	团结协作、全面分析问题的科学能力，积极进取、探索真理的科学态度
素材长度	2047
案例正文	通过污水生物处理技术-活性污泥法的发展历史，阐释认真细致、勤于思考的作风的重要性；让同学们认识到原始科学创新的重大科学价值及对工程实践的重大指导作用。 十九世纪前期，工业革命带来的人口拥挤和环境污染造成霍乱等流行病在英国周期性的爆发，引发社会各界的关注和批评。1948 年英国通过世界上第一部公共卫生法，授权地方议会处理供水、排污、垃圾处理等卫生问题。十九世纪九十年代，生物滤池技术开始出现并用于污水处理。1908 年，英国污水处理皇家委员会首次提出 BOD 测试，并于 1912 年颁布了著名的“30：20（SS：30mg/L、BOD：20 mg/L）+完全硝化”污水处理排放标准，然而在当时，生物滤池技术无法达到该标准。因此科学家积极地寻找各种提高污水处理效率的办法。 1914 年 4 月 3 日，曼彻斯特 Davyhulme 污水厂的工程师 Ardern 和 Lockett 在化学工业学会上介绍了他们的研究工作，其会议论文《Experiments on the Oxidation of Sewage without the Aid of Filters》首次在卫生领域内提出“活性污泥”

的概念,被认为是活性污泥法的正式诞生,二人也被公认为活性污泥法的发明者。

自 1914 年开始自今,活性污泥法经过近 100 年的发展和改良,在理论和实践都相当的成熟,同时也衍生出了很多改良工艺。活性污泥法作为水处理工艺中最常用的大杀器,是工艺设计师和运维工程师必须掌握的技能,也是同学们必须掌握的知识。

自活性污泥法在 1920 年代早期普遍应用,以至 1970 年代后期,最常用的活性污泥过程是平推流式 (plug-flow process, 参见图 1a), 长宽比很大 (通常大于 10:1)。

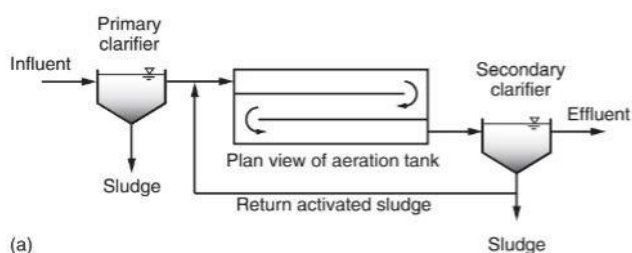


图 1 平推流式活性污泥池

1960 年代后期,工业废水排入生活污水系统,其毒性效应在平推流中开始凸显。于是完全混合式 (complete-mix process, 图 2) 开始出现,由于稀释度加大,可有效缓解有毒废水的影响。

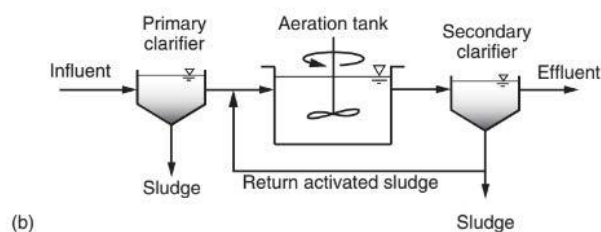


图 2 完全混合式活性污泥池

1970 年代及 1980 年代早期,活性污泥过程比较普遍的类型趋向于单级、完全混合式活性污泥 (CMAS) 过程 (图 2)。比较平推流式和完全混合式活性污泥法 (CMAS) 可知,其搅拌方式和池型尺寸完全不同。在 CMAS 法中,由于充分搅拌,泥水混合液组分在曝气池内并不随位置而改变,十分理想。而平推流式过程的曝气池长而窄,所以混合液组分会因为反应的进行沿着池长而变化。在实际应用中,真正的平推流式并不存在,局部的反向混合时有发生。

20 世纪下半叶地表水富营养化问题日益突出,到 1960 年代,人们已经意识

到限制富营养化必须要限制氮磷，并开展大量研究以去除污水中的氮、磷，细菌学和生物能学被引入污水处理的研究。斯坦福大学的佩里·麦卡提(Perry L. McCarty)教授是这方面的先驱，他发现硝化作用产生的硝酸盐可以被某些异养细菌利用转化为氮气，这一认识促进了硝化-反硝化活性污泥系统的产生。Ludzack 于 1962 年提出前置反硝化，但脱氮效率低。

Wurhmann 于 1964 年提出后置反硝化，在曝气池后设置非曝气（缺氧）池，从而可以有效降低出水总氮，但因为需另外添加有机物作为碳源，使得处理成本大增。詹姆斯·巴纳德博士(Dr James Barnard)于 1972 年提出经典的 4 段式 Bardenpho 工艺，将前置和后置反硝化结合在一起，并引入回流控制进入前置反硝化池的硝酸盐，使得总氮去除率高达 92%，而且不用添加化学品。1974 年，巴纳德博士又开发了最早的强化生物除磷工艺(EBPR)，Barnard 也因此被誉为生物脱氮除磷之父。

随着简单便宜的程序逻辑控制器（PLCs）的发展，以及水位传感器和自动操作阀门的出现，序批法（SBR）在 1980 年代开始广泛应用。SBR 技术的核心是 SBR 反应池，该池集均化、初沉、生物降解、二沉等功能于一池，无污泥回流系统。在运行操作上一般按进水、反应/曝气、沉淀、排水和闲置五个阶段周期性进行（图 c）。改法利用自动化控制技术，在单一池中达成连续流动设施所达到的去除 BOD 和脱氮除磷的目标。

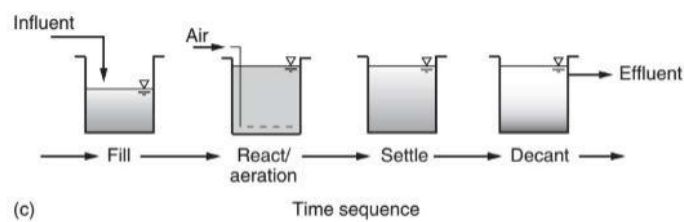


图 3 序批式活性污泥池

20 世纪末，另一条工艺路线被广泛采用：膜分离代替沉淀池的活性污泥工艺。在荷兰，代尔夫特理工的马克·梵·洛斯德莱特(Mark van Loosdrecht)教授等人开发的针对污泥脱水滤液和硝化上清液的新型处理工艺如 Sharon，Anammox，Babe 等工艺，均能有效提高对氮的去除，并回收磷资源。为解决污泥膨胀问题，人们对好氧颗粒污泥技术进行研究，其中 Mark van Loosdrecht 团队开发的 Nereda（好

	氧颗粒污泥工程化技术) 工艺于 2008 年率先进行工程实践, 目前已经在世界各地运行。 通过工程技术人员几十年甚至上百年的智慧劳动, 使我们水污染处理技术有了日新月异的发展。经过几十年的发展, 这门技能演变出了多种不同的模式, 各种模式的特征和应用条件各不相同。因此, 同学们有必要掌握这些杀器的“使用说明”及其相互间的关联。此外, 在以后的工作和学习中也要善于深入生活、发现问题、解决问题, 为建设我国人与自然和谐共处的生态环境做出自己的贡献。
分析评价	案例以活性污泥法的起源引入, 将“实践-理论-实践”和“实践出真知”辩证过程思政元素引入课程教学, 让学生认识知识来源于实践, 并在实践中验证和升华。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-017
案例标题	以“白云”姿态向未来-膜生物反应器
案例来源	原创
内容简介	以紫云环保科技集团有限公司 30 年来不忘初心，坚持专注健康水文化，坚持以善环境，持续发展为宗旨为例，激发同学们内心深处对于环保事业的热情，培养学生拥有为全球环保事业贡献力量的责任与使命。
关键词	膜生物反应器；课程思政；教学设计；社会责任心
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、创新思维
素材长度	2229
案例正文	在污水处理与水资源再利用领域，MBR 又称膜生物反应器（Membrane Bio-Reactor），是一种由膜分离单元与生物处理单元相结合的新型水处理技术。1969 年美国的 Smith 等人首次将活性污泥法与超滤膜组件相结合用于处理城市污水的工艺研究，该工艺大胆地提出了用膜分离技术取代常规活性污泥法中的二沉池，利用膜具有高效截留的物理特性，使生物反应器内维持较高的污泥浓度，在 F/M 低比值下工作，这样就可以使有机物尽可能地得到氧化降解，提高了反应器的去除效率，这是 MBR 的最初雏形。 西安紫云环保科技集团有限公司成立于 1993 年，公司自成立 30 年以来，专注于健康水文化，倡导安全水处理，一直在研究开发环境领域新技术，所有的技术得到了国家环保部充分认可并在 2002 年发证向全国推广环保技术装备。紫云是一家以科技研发为龙头，以技术创新为中心，集生产制造、工程设计与施工为一体的高科技环保公司，是国际环保技术领先的设备制造商和环保服务商。

在排水领域主要设备有：一体化污水处理设备、MBR 一体化技术、河湖治理技术、生态湿地技术、城市再生水处理回用技术、海绵城市技术、雨水回收技术、园区整体供水、污水、雨水、中水回用整体技术装备等，尤其在应急救援领域实现了国际首创，很好地解决了灾后安全饮水这一世界性难题，为全球带来巨大的经济与环境效益。

1995 年，一体化膜生物反应器（MBR）开始由西安紫云环保科技集团有限公司研发，他们坚持不懈，不断奋斗，十年磨一剑，最终将国产的膜生物反应器研发成功，并在 2005 年申请到了发明专利，主要利用沉浸于好氧生物池内之膜分离设备截留槽内的活性污泥与大分子有机物，可保留世代周期较长的微生物，实现对污水深度净化，同时硝化菌在系统内能充分繁殖，其硝化效果明显，对深度除磷脱氮提供可能。解决了传统污水处理的空间占地问题，极大地节省了成本，进步一对水质的提升，经过 13 年的技术试验，技术也已成熟,已经成为现在市场上的主流技术。



图 1 一体化膜生物反应器

近年来，为响应国家“一带一路”的方针政策，公司积极开展多项对外合作项目。

2014 年公司应邀参加北京 APEC 工商领导人峰会，并于峰会期间呼吁“成立悦洲公益，建设亚太水源生命线”，集社会之力应对发生突发性灾难后灾民饮用水安全问题。倡议通过建立水质安全保障网络，既能满足当地城镇、乡村居民日常生活用水安全，又能在突发灾难时提供水质安全保障，彻底解决群众饮水安全问题。

2016 年 5 月 13 日丝绸之路国际博览会暨第 20 届中国东西部合作与投资贸易洽谈会在西安召开，紫云公司作为西安本地环保行业“领头羊”受邀参展。已

	连续多年参展的紫云集团，推出了大型水一体化处理设备“悦洲III”的升级版“悦洲III”P&C-100T -JGS，单台日处理能力达到 2400 吨，被誉为水处理设备中的“航母”。 2016 年 7 月 13 日来西安访问的哈萨克斯坦第一副总理巴赫特江·萨金塔耶夫在西安开元明都大酒店，举行了与西安知名企业的座谈会，公司董事长陈子续先生应邀出席了会议。 2016 年 10 月 26 日，“中国西安 2016 年‘一带一路’国际法律交流与合作活动周”活动在西安启动。公司董事长陈子续参加了座谈会，并就饮用水、污水处理、海水淡化等方面问题，同与会人员进行了探讨。 紫云集团始终坚持以善环境，持续发展为宗旨，长期致力于环保水处理设备研发，始终将“为居民提供安全、洁净的水”、“改善自然水系统”、“处理污染源”作为公司的生存与发展的根本，数十年如一日，不断探索，攻坚克难，终于取得了丰硕的成果，实现技术达到国际领先，国际知名！ 面对着国家对环保产业越来越重视，环保领域将迎来新一轮的发展契机。为此，紫云将在解决好国内水质问题的同时，本着“走出去”的原则，全力以赴为亚洲、非洲、南美洲、中东地区等第三世界国家，改善水质量，做出自己的新贡献！ 西安紫云环保科技集团有限公司经过二十五年的发展，取得了丰硕的成果，其中主要发展历程如下： 1.1993 年紫云公司正式开门营业，靠贷款 2000 元走上创业之路； 2.1995 年成为美国 SM 中国有限公司的唯一经销商，同年公司首次利用网络与中央电视台进行了联系； 3.1997 年注册了国际域名 www.p8c.com 作为公司的官网域名，同年同时与沃尔沃公司和可口可乐公司签订协议合同； 4.1999 年决定涉足环保领域，确定了水循环设备为公司未来发展方向； 5.2000 年公司首台水循环一体机实验成功，并进入第二步生产线试验； 6.2001 年“悦州I”智能水循环处理设备研制成功； 7.2003 年“悦州”智能洗车水循环设备获第八届中国国际环保展览会议金奖； 8.2005 年“悦州II”研发成功，同时公司首次获得了 ISO14001 认证证书；
--	---

	9.2008 年公司成立 15 周年； 10.2011 年“悦州III”研发成功； 11.2014 年紫云环保科技集团受邀参加亚太经济 APEC 峰会，是西安唯一出席：亚太经合组织工商领导人峰会地企业； 12.2015 年公司取得新版高新技术企业证书，企业集团登记证书； 13.2016 年紫云集团在陕西股权交易中心展示板正式挂牌。 紫云集团的未来将继续扩大全球影响力，他们的技术将继续影响更多的企业和个人，同学们作为水环境保护与治理领域的一份子，更应该认真学习专业知识，用自己的力量推动环保行业向前发展，同时学习这种不忘初心、不断探索、攻坚克难的精神，为实现国家高水平科技自立自强做出贡献。
分析评价	案例以紫云环保科技集团有限公司的发展引入，激励学生不忘初心、不断探索、攻坚克难，培养了学生的社会责任感和历史使命感。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-018
案例标题	北京“名片”奥林匹克公园龙形水系水生态修复工程
案例来源	原创
内容简介	引入奥林匹克公园龙形水系水生态修复工程，让学生理解污水治理的重要性，更能潜移默化地增强学生作为公民的社会责任感和使命感，用实际行动拥护保护环境的基本国策，并响应共同推进全球生态环境治理政策，建立人与自然和谐共生的美丽家园。
关键词	龙形水系；修复；水资源；生态环境
编写时间	2023-5-10
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、团队合作精神、生态文明理念
素材长度	1502
案例正文	为促进生态平衡，积极响应推动生态绿色“大培育”政策号召，牢固树立“绿水青山就是金山银山”的发展理念，提高学生保护自然环境意识，引入奥林匹克公园龙形水系水生态修复工程作为案例指导。 图 1 为北京市奥林匹克公园污水未经处理的图片，可见水系存在底泥恶化，青苔，黑苔爆发，局部有藻华产生，包括游客私自放生、导致生态平衡遭到破坏。  图 1 奥林匹克公园“龙形水系”修复工程建立前水质图片

坏等问题。

以此案例引导学生运用专业知识思考如何处理此类水系现状，将理论知识运用到实际当中去，锻炼学生分析问题、解决问题的能力；不仅让学生理解污水治理的重要性，更能潜移默化地增强学生作为公民的社会责任感和使命感，提高学生专业自信心，培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。

针对此上述水系情况，北京爱尔斯生态环境工程有限公司总经理武学军决定带领团队试一试，由此团队采用水生态系统构建方法，根据龙形水系的水体情况打造健康的生态系统，恢复水体自净能力，经过四个月的共同努力，龙形水系再回“颜值”高峰，如图 2 所示。水体已经修复成为一个稳定的生态系统群落，具备高效的水体自净能力，能够保持良好的水质。形成四季常绿的水下森林景观，塑造了健康、生态的奥运会工程形象。通过水生态系统工程的学习促使学生们认识到关注，保护环境是个人对自然，社会的一份责任；提高了学生们的自身素质，锻炼了学生们的创新精神和创新能力；用实际行动拥护保护环境的基本国策，并响应共同推进全球生态环境治理政策，建立人与自然和谐共生的美丽家园，提高学生们的爱国主义精神，学习团队合作精神和培养生态文明理念。



图 2 北京“龙形水系”建立治理后图片

龙形水系位于北京奥林匹克森林公园中心区，是亚洲最大的城区人工水系，是北京 2008 年第 29 届奥运会的重点工程项目，鸟巢、水立方、国家体育馆、国家会议中心等主要场馆均在龙形水系周边，作为北京奥林匹克森林公园的“水轴系统”和重要景观，龙形水系情况代表着北京奥运会的形象。

	北京奥林匹克森林公园龙形水系生态修复项目的成功，填补了我国以再生水为景观水水源的应用空白，特别是在严重缺水的北京市，将再生水用于景观水的资源化利用，具有非常重要的现实意义。北京奥林匹克森林公园龙形水系以生态系统平衡为目标的生态实践和管理创新，不仅大大降低了企业运营成本，同时也是建设北京生态文明的一次大胆实践和创新，为我国中水的资源化利用领域开拓出一条新路，具有普遍适用性和极高的推广价值。我国明确提出，要大力推进生态文明建设，树立绿色发展理念，推动形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式，为居民提供良好生态环境，促进奥林匹克森林公园水系的可持续发展，并积极落实市治水提质工作部署。 如今的奥林匹克龙形水系已经成为北京市奥林匹克森林公园的一大亮点景观，水质清澈见底、水生态多样，同时在改善空气质量、保护生物多样性和地下水资源等方面发挥其卓越的生态效益和社会效益，恢复了昔日森林公园的生态循环系统。更重要的是，换上新颜的生态环廊，带来了一个山水相融的城市生活空间，成为北京市的一张崭新的生态“名片”。
分析评价	案例结合生态修复工程向学生渗透“绿水青山就是金山银山”的发展理念，培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-019
案例标题	水体生态修复-“死水”变“活水”
案例来源	原创
内容简介	以海口市红城湖黑臭水体治理为例，让同学们深刻理解活性污泥法的应用；同时培养同学们爱护环境、爱护大自然的思想观念；鼓励同学们将所学积极地应用于实际。
关键词	活性污泥；黑臭水体；生态环境
编写时间	2023-5-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态文明建设、守护大自然、理论与实践相结合
素材长度	1532
案例正文	图 1 为海口市红城湖，这些黑臭水体严重影响了红城湖片区的经济发展，造成这类水体的主要原因在于市政管道污水排放和淤泥堆积，使得红城湖的水质差至劣 V 类。那么，这些水体的主要污染成分是什么？可以通过哪些技术来处理？  图 1 红城湖旧貌

	红城湖位于海南省海口市琼山区，面积约为 $31.09 \times 104 \text{ m}^2$，平均水深约 2.5m，蓄水量为 $77.725 \times 104 \text{ m}^3$，是一个集观赏、蓄洪、泄洪为一体的多功能湖。但由于周边污水管网破损，污水收集系统、净化系统不健全，水动力不足等原因导致水体恶化。2016 年，海口市响应国家号召，启动了水体治理和生态修复工程，将红城湖列入水体治理和生态修复计划。国务院《水污染防治行动计划》的正式发布加快了各个城市对城市内河湖水体治理的进程，清理底泥是水体治理、疏通水系常用的有效方法，底泥疏浚能有效减小河湖内污染负荷，降低有毒有害物质从水体中释放。 红城湖水质最差为劣 V 类，那时候的红城湖颜色发黑并长期散发臭味。海口市民每天路过红城湖时常会叹息“这么大一个城市内湖，却又黑又臭无人想去，多可惜呀！” 海口市琼山区水务局副局长陈勇介绍，由于市政排水系统不完善，日均有一万立方米来自龙昆南、道客村、金花村、朱云路等地的污水，通过排水管道流入红城湖。此外，雨天周边道路的雨水也不能及时的排走，溢出路面将泥沙带入湖中，导致淤泥堆积。据测量，红城湖淤泥近 30 万立方米。水体污染让本就没有源水补给的红城湖，自净能力严重下降，水质越来越差。 2015 年，国务院印发《水污染防治行动计划》，通过提出一系列的措施，以求加快推进水环境质量的改善。2016 年，海口市响应国家号召，启动了水体治理和生态修复工程，将红城湖列入水体治理和生态修复计划。要开出方子治理，就要先查明“病根”。要改善水质，就要清掉淤泥，并截住污水直排，恢复水生态。由此，红城湖清淤截污工程应运而生。 根据红城湖的环境现状，项目选择环保绞吸式挖泥船带水作业,将池部底泥通过绞吸式挖泥设备在封闭空间绞吸制浆,通过泵送系统抽吸上来,通过密闭管道输送直接进入污泥筛分减量化设备。筛分减量化设备分为三级分离系统，筛分粒径为 $45\sim 75\mu\text{m}$ 以上,将污染底泥分不同粒径筛分出来,去除水中绝大部分的砂粒和部分粉粒、粘粒等,最终得到含水率 $55\sim 75\%$ 的污泥,筛分不出来的细小颗粒物进浓浆沉淀堰浓缩沉淀后，过压滤机进一步脱水处理至含水率为 $40\sim 50\%$，得到的泥饼经堆土处理进一步干燥后由密闭的运输车内外运处理，浓浆沉淀堰和压滤余水通过澄清后回排蓄水池（如图 2）。
--	--

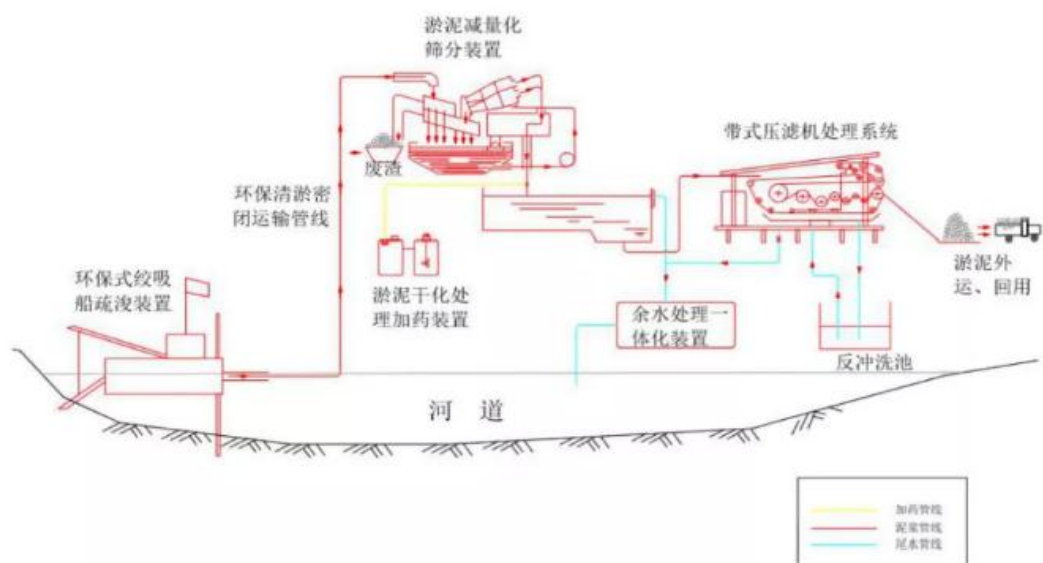


图 2 工艺流程图

近年来，海口市城区水系经过大力治理后，成效显著。过去为死水的红城湖、东西湖与美舍河水质大为提升，“成了活水”，正焕发出勃勃生机（如图 3）。海口红城湖与东西湖也成了生态休闲公园，每天早晚吸引无数市民前来锻炼，一片欣欣向荣的景象。



图 3 红城湖现状

城市黑臭污水的产生不仅影响我们的市容市貌，更加对市民的健康造成了潜在威胁。因而，作为新时代青年，要积极响应政府“绿水青山就是金山银山”号召，把所学知识运用到实践中去，解决人民群众急难愁盼问题，同时，也应多调研观察，及时发现问题，为打造美丽家园，建设生态城市贡献属于我们的力量！让祖国的天更蓝，水更绿，山更青。在发展经济的同时也不能忽视环境质

	量的建设，毕竟保护环境，功在当代，利在千秋，需要我们每一个人参与进来，久久为功。
分析评价	通过典型案例，深入讲解，将理论知识运用到实践和实际应用，巧妙地引入“绿水青山就是金山银山”的生态环保理念。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-020
案例标题	纸短情长
案例来源	原创
内容简介	通过造纸术的发展，增强同学们的民族自信与文化自信，培养同学们的人文情怀。通过石头纸的广泛的应用，推动石头造纸技术与生产工艺不断成熟升级，未来石头纸产品取代木质纤维纸指日可待。以此向学生渗透发展低碳经济、建设环境友好型社会。
关键词	生态环境；课程思政；教学设计
编写时间	2022-8-18
编著者	阎赞、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	民族自信、生态环境保护、科技创新
素材长度	1371
案例正文	传统的中国人最喜欢用文字抒发心底的情感，将爱意挥洒在一张张简单的纸上，遥寄相思。但是关于造纸的种种你们都知道吗？ 造纸术是中国古代四大发明之一。纸的发明（图 1），极大地方便了信息的储存和交流，对于推动世界文明的发展具有划时代的意义。 随着现代科技的不断发展以及用纸量的急剧增加，传统的手工艺造纸已经跟不上现今生活的步伐。纸张是人们工作、学习、生活中不可缺少的重要用品，4 月 23 日，世界读书日在国内引发阅读热潮的同时，不少环保人士同样对传统的造纸过度采伐树木造成的全球森林资源匮乏产生担忧。造纸术是中国对人类的重要贡献，但是无法否认，目前造纸生产工艺极易对环境造成难以解决的污染，严重破坏生态环境。石头纸就在环保的需求呼唤中应运而生。 石头纸，又叫石科纸，以无机粉体（主要成分为碳酸钙，含量为 70%~80%）

西汉发明了纸，但是这种纸并不适合书写，东汉时期，蔡伦改进了造纸术。



我国的造纸术先传到朝鲜、越南，约610年传到日本，后又传到阿拉伯。12世纪中叶再传入欧洲，400年后传到美洲。

图 1 造纸术的发展历程

为主要原料，加入少量合成树脂和塑料助剂（含量为 20%~30%），利用高分子界面化学原理与高分子改性的特点，经过特殊工艺处理后，采取聚合物挤出、吹制成型工艺，加工成新型环保的纸张。这种纸防水坚固不易燃烧，又环保、节能、可降解。

石头纸在欧美和日本已有 30 多年的发展历史，国内在有 10 余年前也开始了试制生产，然而因原料、使用成本、回收利用上的一些问题有待解决，使得其尽管具有诸多优点，短期内却无法得到市场的快速推广。

石头纸的主要原料是碳酸钙，品质要求较高，并非所有石头都可以成为原料。其次，碳酸钙自然再生能力差，再加之其他化工产品同样需要碳酸钙，原料保证供应年限是多少，很难预测。

石头纸较普通纸重量明显要重得多，如果印刷一本同样的书，石头纸的重量大量是纤维纸的 2 倍以上，这对使用者来说是极为不便的。

石头纸所含有的矿石成分可脆化分解回归自然，但是需要破碎分解经过高温融化后才能回收利用，破碎需要有干法破碎的特殊设备，回收也必须配备集中回收利用设备。然而现实是目前石头纸市场相对较小，应用地区也较为分散，很难实现集中回收利用，这也是石头纸实现产业化的一道难关。

虽然石头纸尚有不少问题需待解决，但仍可看到其产品应用领域极为广泛，可应用于一次性生活消耗用品，如垃圾袋、购物袋、食品袋、台布、雨衣等；也可应用于文化用纸，如印刷纸、书写纸、广告装潢纸、图画纸、打字纸、香烟纸、

	新闻纸等；还可应用于建材修饰，如壁纸。同时还可应用于工业包装等领域，如制作化肥袋、水泥袋、服装袋、纸盒纸箱等。在特殊用纸领域也能够得到广泛的应用，如制成野外作业用纸、水下作业用纸、矿下作业用纸、军事特殊用纸等。 如此广泛的应用领域必将推动石头造纸技术与生产工艺不断成熟升级，相信未来石头纸产品取代木质纤维纸指日可待，其必将为我国发展低碳经济、建设环境友好型社会带来可持续发展的广阔前景。
分析评价	案例以造纸术的发展，培养学生的人文情怀；以石头纸的应用，融入科技创新元素，向学生渗透发展低碳经济和建设环境友好型社会的理念。
评价者	陈凤英 教授 商洛学院

案例编号	20054201-021
案例标题	永不融化的凝胶冰雪之水凝胶
案例来源	原创
内容简介	以北京 2022 冬奥会中使用的凝胶冰雪为切入点，激发同学们的学习兴趣，培养学生的科学思维。通过水凝胶制备工艺的不断改进，增强学生对“科学技术是第一生产力”的认识。以水凝胶广泛用途为切入点，激发学生的科研热情，培养学生爱国主义、科学思想的精神。
关键词	水处理；课程思政；教学设计；水凝胶
编写时间	2022-12-15
编著者	闫赞、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	爱国情怀、科学思维、创新意识
素材长度	1594
案例正文	伴随北京 2022 年冬奥会，冰雪运动的热度持续升温。当年我国提出的“三亿人上冰雪”的愿景，已经圆满现实。近日，在中国科技馆，北京理工大学宇航学院教授张凯团队制备的凝胶冰雪冰板在科技冬奥主题展上亮相。凝胶冰雪，这种新型材料，最大的特点，就是“永不融化”。 其实，常温状态下的凝胶冰雪，是一种水凝胶材料。生活中的水凝胶材料随处可见，遍及美容、医疗、日用品等许多行业。而其不融化的奥秘藏在一种亲水的高聚物网络中，这种网络的设计、制备都大有讲究。在没有高聚物网络时，升温后，冰晶会融化成水；但加入高聚物网络后，融化后的水，也被牢牢锁在网格之中，无法逃脱。这样一来，即使升温，水凝胶依然能保持形状的完整——它介于液体和固体之间。“水凝胶是一种很有潜力的材料，未来在很多领域都能大显身手。”张凯说。不过，将水凝胶和冰雪结合，在世界范围内，还是首创。



图 1 永不融化的凝胶冰雪

以北京 2022 冬奥会中使用的凝胶冰雪为切入点，结合生活中使用的水凝胶产品，引出课程内容，体会水凝胶产品的特点，激发同学们的学习兴趣，培养学生的科学思维。

水凝胶是由凝胶单体通过化学或物理交联的方式形成的具有亲水性网状结构的聚合物，是一种高吸水、高保水、质地柔软、类似于生物体组织的材料。依据水凝胶材料的来源不同，可将水凝胶分为天然高分子水凝胶和合成高分子水凝胶两类。依据水凝胶的组分构成，可将水凝胶分为，单组份高分子水凝胶，双组份高分子水凝胶和多组分高分子水凝胶。按照水凝胶的结构和化学组成可将水凝胶分为无定形态（非结晶）的水凝胶，半结晶的水凝胶和结晶水凝胶。依据水凝胶的交联类型可将水凝胶分为两类，即物理交联和化学交联。依据凝胶网络所带电荷不同，可将水凝胶分为非离子水凝胶，离子水凝胶（包括阴离子和阳离子），含有酸性基团和碱性基团的两性电解质水凝胶，以及在每个结构单元中同时含有羧基和氨基的两性离子水凝胶。根据水凝胶的尺寸，可将水凝胶分为：体型水凝胶、多孔水凝胶、微凝胶、纳米凝胶等。

采用合成方法制备的水凝胶一般是凝胶单体通过物理或化学交联方式而形成的三维网络结构聚合物。根据形成机制的不同分为物理交联和化学交联。物理交联是通过非共价键形成凝胶，具有一定的可逆性。物理交联的水凝胶易对外界刺激做出响应，具有良好的可降解性和可逆性。目前，水凝胶的物理交联方法主要有自组装法、加热法、冷冻—解冻法等。化学交联是凝胶单体之间在力、光、

	热、高能辐射、超声波等刺激作用下形成共价键进而形成凝胶，采用交联法制备的凝胶具有结构稳定、反应不可逆等特点。化学交联法主要包括化学引发自由基聚合、光引发自由基聚合、辐射交联法、原子转移自由基聚合及自由基引发接枝共聚。 作为一种新兴的功能高分子材料，水凝胶因良好的生物相容性、刺激响应、吸水、保水、缓释等优异的性能被广泛应用于生物医学、农业生产、传感检测等领域。随着科学技术的发展，开发出许多性能优异的水凝胶材料，拓宽了水凝胶在药物控释和传感检测领域的应用空间。相信随着研究的不断深入，水凝胶的性能将得到进一步的提升。 通过水凝胶制备工艺的不断改进，增强学生对“科学技术是第一生产力”的认识。在授课过程中，以水凝胶广泛用途为切入点，激发学生的科研热情，培养学生爱国主义、科学思想的精神。
分析评价	该案例巧妙地运用 2022 冬奥会的凝胶冰学为例，提高了学生对课堂的专注度，以及讲述了我国水凝胶的发展史，激发了学生的科研思维以及爱国思想。
评价者	樊雲柏 教授 商洛学院

案例编号	20054201-022
案例标题	水处理药剂专家-汤鸿霄
案例来源	中国院士馆
内容简介	以汤鸿霄院士热爱党、热爱祖国、热爱科学事业的精神，激发同学们的爱国热情，为实现国家高水平科技的自立自强作出自己的贡献。弘扬科学家的不甘人后，拼命奋斗，尽力向前的拼搏精神，实现科技报国。
关键词	化学混凝；课程思政；混凝剂；汤鸿霄
编写时间	2023-3-28
编著者	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、爱国情怀、热爱科学事业
素材长度	1696
案例正文	在授课过程中，通过让学生了解汤鸿霄院士在无机高分子絮凝剂这一领域，从理论研究、品种开发、生产工艺到工程应用做出的杰出贡献，取得了居于国内外前列的成果，让学生树立从业自豪感；从老一辈科学家严谨认真、精益求精、扎实肯干、吃苦耐劳工作作风的重要性，培养学生的工匠精神，激发学生的上进心。 汤鸿霄（1931年10月4日-2022年12月16日），河北徐水人，中国环境工程与环境水质学专家，从事环境水质学、环境工程学和污水处理技术的科研和教学工作。1958年毕业于哈尔滨工业大学给水排水工程专业，1977年进入中国科学院环境化学研究所从事科研。现任中国科学院生态环境研究中心研究员、

学术委员会主任、博士生导师。1995 年当选中国工程院院士。

据报道，1950 年，汤鸿霄进入哈尔滨工业大学学习，1 月加入中国共产党，成为全国最早成立的给水排水工程专业的一名学生。本科毕业后留校任教，后来根据教学需要，分配担任“水化学及水微生物学”的课程主讲，进修了各门化学化工课程和实验操作技术。

工作之初，他曾经带领一队学生承包一个工业厂房的水暖管道系统安装，学会了不少钳工技巧，也曾到城市水处理厂参加运行值班数月。后来，根据教学需要，教研室分配他主讲“水化学与水微生物学”课程。这次从工程技术领域到基础学科的转向，为汤鸿霄日后走上多学科边缘交汇的“环境工程”和“环境水质学”学科的道路奠定了基础。

1977 年，汤鸿霄被调入中国科学院环境化学研究所，即现在的生态环境研究中心，专门从事科学研究工作。主要研究方向是自然环境中水体重金属的污染评价和防治。当时正是我国“文化大革命”后开始转入经济建设时期，环境保护问题随之提上日程。而对于此前一直致力于水化学研究和教学工作的汤鸿霄来说，面对这样一个全新的领域，他所能做的只有接受挑战，用他的话说就是，“开始了再度扩大知识领域的历程”。

在前后 15 年间，他与众多同行一起，连续参加或主持了天津蓟运河汞污染、湖南湘江镉污染、江西鄱阳湖铜污染等重大科研项目。特别是江西德兴铜矿对鄱阳湖的污染及生态效应研究，号称中国最大露天铜矿对最大淡水湖的环境污染评价，是联合国教科文组织所属同德国合作的国际科研项目。“直到完成科研任务，通过国际验收，才感觉到大规模环境生态评价这一系统工程的科技分量。”汤鸿霄说。

通过多年实践研发，结合国情建立聚合氯化铝现代化生产厂，终于在团队通力合作与外商合资经营下于唐山建成投产。它的固体粉状喷雾干燥生产模式在国际独具特色，随后逐步推广到全国多地，产品规模扩大出口行销东南亚。研究领域贯穿着基础理论—形态鉴定—生产工艺—优化模式等水处理无机高分子混凝剂系列，形成有特色的一条龙研究-生产链。

凭借团队集体历年来的辛勤劳动成果，先后获得国家自然科学奖二等奖、中国科学院自然科学奖一等奖、国家科学技术进步奖二等奖、何梁何利奖、美

国 SCI 经典引文奖等一系列奖项，为环境水质学国家重点实验室添上了浓墨重彩的一笔。

汤鸿霄曾在《汤鸿霄自传：环境水质学求索 60 年》中回忆人生历程（图 1）。他说，“我把自己的人生分为少年、青年、壮年至老年三个阶段。各阶段的主旋律分别是文化人、政治人、科技人，不过实际上可以说是‘多元一体’。每阶段或许都有自己的愿望和选择，但更多的是由时代环境决定而被选择，似是身不由己，命中注定。因此第一个感悟就是人生虽有自我选择的可能，但其实那是很难如愿的。我并不自认为是一个意志薄弱的人，但时代的巨浪总是推动和塑造着自己，归根结底总脱离不了时代环境，结果仍成为一个随波逐流的‘社会人’而已。唯一可以自我安慰的是，在任何条件下我总是不甘人后，拼命奋斗，尽力向前而没有沉沦随俗。”

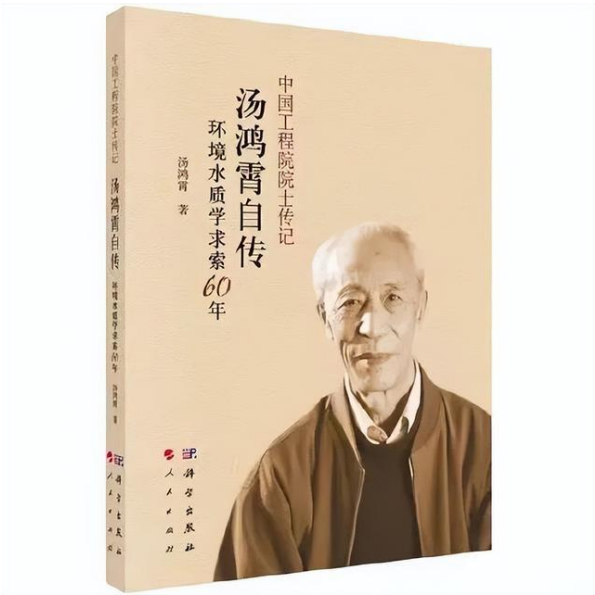


图 1 中国工程院院士传记-汤鸿霄自传

汤鸿霄院士的科教人生诠释着永开先河、与时俱进的创新意识，逆境不馁、守之弥坚的顽强意志，求真务实、坚韧不拔的科学态度，勤耕不辍、甘于奉献的无私品格，是教学与科研相结合、理论与实际相结合、科学与艺术相结合、身教与言教相结合的光辉典范。在学习以及工程实践中教育和引导学生向老一辈科学家学习不怕吃苦追求真理的艰苦奋斗精神，矢志不渝听党话、跟党走，把个人理想与国家发展、民族命运结合起来，争做社会主义合格建设者和可靠接班人。

分析 评价	该案例汤鸿霄院士的科学研究以及生平经历进行了详细的介绍，体现了中国老一辈科学家不怕吃苦，敢为人先的珍贵精神，同时激发了学生对老一辈科学家身上宝贵精神的学习，并将其体现在现实生活中，文案新颖独特。		
评价 者	樊霞柏	教授	商洛学院

案例编号	20054201-023
案例标题	通力合作 高效净水
案例来源	原创
内容简介	“污水厌氧微生物处理”体现了厌氧菌中的胞外酶、产氢产乙酸菌和产甲烷菌分工协作、互相配合，才实现了污水的高效净化，从而体现了“和谐”的重要性，要实现中国的伟大复兴，就需要我们相互配合，通力合作。
关键词	厌氧微生物；高效净化；伟大复兴；相互配合
编写时间	2023-1-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会主义核心价值观、正确价值引导、立德树人
素材长度	1341
案例正文	利用厌氧生物处理法已经有一百多年的历史。由于传统的厌氧法水力停留时间长、有机污染负荷低没有得到广泛的应用。在污水处理方面，几乎都是采用好氧生物处理。近 20 年来，世界能源问题突出，人们认识到了污水处理领域里节能降耗对可持续发展的重要意义。由于厌氧消化耗能小，还能回收甲烷，加上新的厌氧处理工艺的不断开发，克服了传统工艺处理效率不高等缺点，使得厌氧生物处理技术的理论和实践都有了很大的进步，并取得了良好的效果和经济效益，为污水处理方法提供了一条高效低耗的工艺途径。 通过厌氧处理法前后一百年对比，以此调动学生的好奇心与学习兴趣。通过介绍好氧和厌氧处理法的对比，调动学生参与的积极性；能积极思考厌氧处理法的优点；树立科学的产生是来源于生活，又服务于生活的应用意识；体会如何将理论知识转换成解决实际问题的能力。通过学习使学生了解厌氧消化的二阶段理论及其存在不足。掌握厌氧生物处理三阶段理论（图 1），明确厌氧生物处理过程。掌握四种厌氧微生物菌群在各阶段的作用。

通过参与式教学，学生将知识、能力和素质有机结合在一起，提高学生的综合素质。同时将传统的被动学习变为主动求知者，活跃了课堂气氛，并使学生得到充分锻炼。通过学生预习、备课更能理解教师在教学过程中的付出，使学生能更加理解老师。

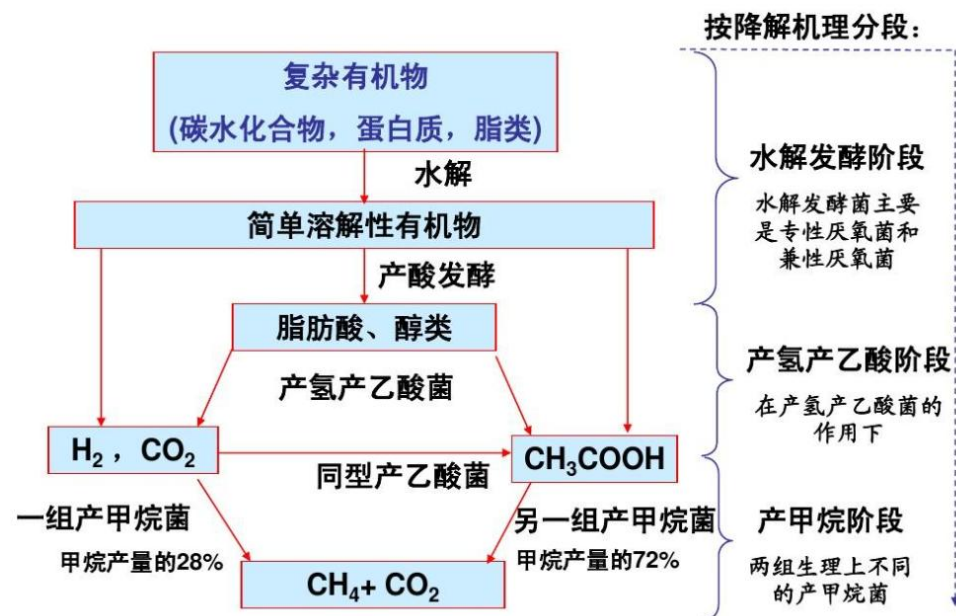


图 1 有机物厌氧消化三阶段理论

大学生是国家未来的希望，他们的思想道德品质、科学文化素养将直接关系到国家未来的发展，通过“课程思政”来进行理想信念教育，让学生获得人生的精神支柱与力量源泉，促进学生健康和全面发展，立志承担起中华民族伟大复兴的时代重任。我国在厌氧生物处理等领域取得的辉煌成绩，体现我国科学家坚持不懈、锐意进取的精神他们坚定不移的理想信念，才能突破技术瓶颈，立足于世界水处理领域。让学生具有坚定的理想信念，弘扬中国精神，提升理论自信、制度自信和文化自信，为圆国家富强、民族振兴和人民幸福的中国梦而不断努力。

通过学习让学生掌握基本的水处理专业技能，在职业技能的形成过程中，教师应当不断完善学生的世界观、价值观和人生观，让学生逐步具备正确的职业道德观、积极向上的职业思想和良好的职业行为习惯，既能做到爱岗、敬业、忠诚、奉献，又能做到正面、乐观、用心、开放、合作等。

将“竞争”、“合作”机制引入课堂，通过学生们之间的合作让学生们知道，只有通力合作才能实现民族的复兴做出贡献；通过组间竞争，让大家知道民族危机感，大学生要有责任和担当，肩负起国家发展的重任，实现国富民强。

	通过学习使学生更加自觉地爱护大自然的水，更加积极地参与水环境保护，从小事做起，从身边做起，为社会主义生态文明建设添砖加瓦。
分析评价	该案例运用了厌氧处理法的发展史，调动了同学们的学习兴趣，使得同学们能更好的理解和弘扬中国精神，该案例结构巧妙，恰到好处的运用了科教兴国、民族振兴等思政元素。
评价者	樊霞柏 教授 商洛学院

案例编号	20054201-024
案例标题	含油废水处理设备之水力旋流器
案例来源	中国知网，百度
内容简介	通过水力旋流器分选过程中涉及的物理、数学学科知识点，激发学生形成科学思维、拓展综合能力的意识。由山东威海海王旋流器公司勇于创新的精神和发展历程，培养学生的创新精神。
关键词	废水处理；课程思政；课程设计；水处理设备
编写时间	2022-12-17
编著者	闫赞、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、工匠精神、创新意识
素材长度	1333
案例正文	水力旋流器在分选过程中涉及到物理、数学学科的知识点，以此为切入点，强调物理等基础学科对资源加工领域的重要作用。帮助学生了解学科交叉的作用及其对科技创新的驱动力，激发学生形成跨界思维、拓展综合能力的意识。 水力旋流器是在回转流中利用离心惯性力进行分级的设备，主体由一个空心圆柱体和一个圆锥体连接而成。圆柱体中心插入一个溢流管，沿切线方向接有给矿管，在圆锥的下部留有沉砂口。矿浆在一定压力下通过给矿管沿切向进入旋流器后，在旋流器内形成回转流，其切向速度在溢流管下口附近达最大值；同时，在后面矿浆的推动下，进入旋流器内的矿浆一面向下运动，一面向中心运动，形成轴向和径向流动速度。而靠近中心的矿浆又沿轴向向上（溢流管）运动，外围矿浆则主要向下（沉砂口）运动。矿浆在旋流器内向下运动的过程中，因流动断面逐渐减小，所以内层矿浆转而向上运动，即矿浆在水力旋流器轴向上的运动是外层向下，内层向上，在任一高度断面上均存在着一个速度方

向的转变点，在该点上矿浆的轴向速度为零。把这些点连接起来即构成的一近似锥形的面，称为零速包络面。细小颗粒离心沉降速度小，被向心的液流推动进入零速包络面，由溢流管排出成为溢流产物。而较粗颗粒则借较大离心力作用，保留在零速包络面外，最后由沉砂口排出，成为沉砂产物。

通过小视频和案例讲解向学生们介绍山东威海海王旋流器公司勇于创新的精神以及如何打造旋流器分离行业的民族品牌，培养学生的创新精神和创新意识。

由于我国近十年重选设备的开发有了突飞猛进的发展，出现了众多新型的重选设备，例如山东威海海王旋流器公司生产的旋流器，以让“分离更高效”为发展理念，通过不断创新与发展，成为亚太地区的旋流器生产基地。通过介绍海王旋流器在行业当中的应用，进一步加深同学们关于旋流器应用方面的知识点（包括：磨矿分级系统、尾矿回收系统、洗砂及细沙回收、工程泥浆的净化、选煤厂技改、选矿厂技改、环保行业系统、自动化控制系统等领域），即通过列举实际案例的教学方法，强化教学内容的同时，使得学生对创新型企业有深入的了解，同时培养学生的创新意识。



图1 威海市海王旋流器

山东威海海王旋流器公司发展历程：

1989 年威海市鲸园聚氨酯厂成立，生产聚氨酯水力旋流器及聚氨酯产品；
1997 年，公司主持修订《聚氨酯水力旋流器》行业标准（DZ/T0194-1997）；
1998 年，公司更名为威海市海王旋流器有限公司，注册资金达 3000 万元；
2002 年起，海王成为中国机械工程学会旋流器分会的秘书长单位；

	2003 年被山东省科学技术厅认定为山东省优秀民营科技企业； 2004 年建立山东省旋流分离工程技术研究中心； 2006 年建立山东省认定企业技术中心； 2009 年建立山东省旋流分离工程技术研究中心； 2012 年主持修订《水力旋流器》行业标准（JB/T 9035- 2015）； 2014 年建立山东省离心分离工程技术研究中心 2016 年海王增加注册资金为 1 亿元。
分析评价	案例通过水力旋流器在分选过程中涉及到物理、数学学科的知识点，帮助学生了解学科交叉作用，并且以山东威海海王旋流器公司勇于创新的精神以及如何打造旋流器分离行业的民族品牌，培养学生的创新精神和创新意识。
评价者	樊雪松 教授 商洛学院

案例编号	20054201-025
案例标题	安全生产大于天，生命第一放心间
案例来源	绍兴市应急管理局官网
内容简介	污水处理厂是生产单位，在构筑物或管道清淤工作中，常发生有毒气体中毒事故。通过讲授浙江省绍兴市 2022 年“11·18”污水处理厂较大中毒窒息事故造成 4 人死亡 2 人受伤的案例，使同学们树立安全意识。
关键词	厌氧生物处理；化学混凝；硫化氢
编写时间	2023-4-28
编著者	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生命安全、爱岗敬业、工匠精神
素材长度	1934
案例正文	在厌氧生物处理及化学混凝章节中授课过程中，引入污水处理厂发生的许多伤亡事故案例，让同学们认识到安全生产，不违规操作的重要性。 2022 年 11 月 18 日 15 时 45 分，位于绍兴市柯桥区马鞍街道的浙江天马实业股份有限公司 18000t/d 废水处理与回用工程发生一起较大中毒窒息事故，造成 4 人死亡，2 人受伤，直接经济损失 824.7 万元。事故调查组认定，绍兴柯桥浙江天马实业股份有限公司“11·18”中毒窒息事故是一起较大生产安全责任事故。 一、事故基本情况 1.事故发生经过。根据监控视频显示，2022 年 11 月 18 日 8 时 18 分，由鑫嘉公司承建的天马公司废水处理工程在调试运维中，作业人员张*鹏(鑫嘉公司)、陈*祥(鑫嘉公司)开始亚铁储存药剂池清理作业，2 人将厌氧池盖打开，并接入水泵、水管等。9 时，2 人开始从厌氧池内抽取污水冲洗药剂池。10 时 17 分，药剂池内污水水位上升，2 人使用污泥泵将药剂池内污水外抽。12 时 52 分，污

泥泵发生故障，张*鹏等人将其拎起修复后继续作业。15时45分，张*鹏发现污泥泵再次发生故障，于是在无保护措施情况下进入药剂池作业，中毒后昏倒。15时48分，陈*祥发现张*鹏昏倒，随即通知他人，然后入内施救，也中毒昏倒。15时50分，另有七名员工赶到现场，其中张昆*(鑫嘉公司)、王*翱(鑫广公司)、张*伟(鑫嘉公司)、张鹏*(鑫嘉公司)4人在未佩戴安全防护装备的情况下依次进入药剂池救援，均中毒昏倒在池内，其余3人继续在池口开展救援。16时03分至16时36分，池内6人陆续被救出。

2.应急处置情况。事故发生后，柯桥区相关部门及人员立即赶赴现场开展应急处置工作。2022年11月18日17时17分，绍兴市接柯桥区报告，浙江天马实业股份有限公司发生一起多人坠入污水池事故，正在组织救援。接报后，绍兴市政府及应急、消防部门相关负责人紧急赶赴现场指挥，并将事故信息同步报送省应急管理厅，省厅也立即派员参与救援处置。事故现场公安、应急管理、消防救援、生态环境、110指挥中心、120急救中心联合开展救援处置，事故发生单位和相关人员也积极配合救援工作。柯桥区委、区政府当晚成立“11·18”事故应急处置指挥部，做好伤员救治、善后处置等工作。

11月18日19时02分，柯桥区续报，现场搜救结束，共6名伤者送往医院全力抢救，事发现场由相关部门开展有毒有害物质监测等工作，防止次生灾害和事故发生。11月18日21时，柯桥区续报，送医院6名人员中，张*鹏、陈*祥、王*翱、张鹏*经抢救无效死亡。2023年1月，伤者张*伟、张昆*经治疗基本康复出院。

二、事故原因

事故调查组通过事故现场勘查、技术鉴定、监控调阅和人员问询等方式，经专家论证，综合分析认定事故直接原因为：鑫嘉(鑫广)公司试运行期间擅自改变技术方案，使用氯化亚铁(含强酸、氨基甲磺酸、环八硫等杂质)替换硫酸亚铁作为污水处理絮凝剂；药剂池清理作业人员违规使用厌氧池污水冲洗亚铁药剂储存池，引起放热反应产生硫化氢；冲洗作业期间，张*鹏违反有限空间安全作业规程，进入亚铁药剂储存池，导致自身中毒窒息昏倒；陈*祥等5人盲目施救，导致事故后果扩大。

根据上海司法鉴定科学研究院检测，4名死者陈*祥、王*翱、张鹏*、张*

鹏血液中硫离子含量分别为 0.4 $\mu\text{g/mL}$ 、3.4 $\mu\text{g/mL}$ 、2.9 $\mu\text{g/mL}$ 、0.27 $\mu\text{g/mL}$ ，达到吸入硫化氢致死浓度 0.11~31.84 $\mu\text{g/mL}$ ，证明死者均因吸入硫化氢中毒死亡。

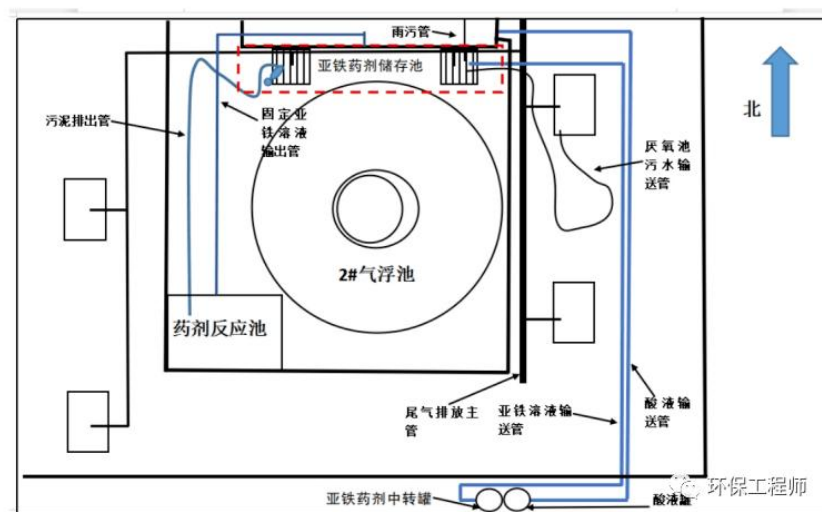


图 1 废水处理池平面布置图

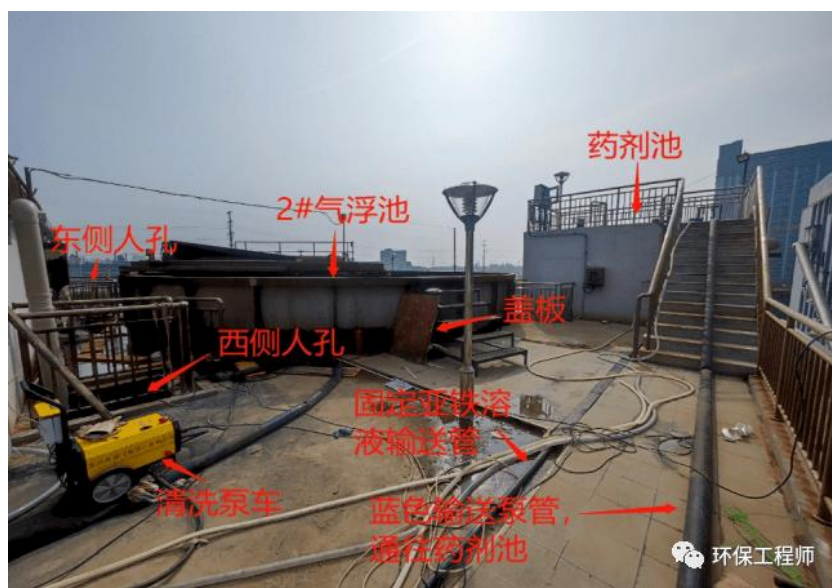


图 2 废水处理池现场图

调查组技术人员对现场厌氧池、亚铁药剂储存池、亚铁药剂中转罐内液体和污泥进行了 pH 检测和采样，pH 值分别为：约 7、<1、<1,即现场厌氧池为中性，亚铁药剂储存池、亚铁药剂中转罐为强酸性。

污水处理厂发生的许多伤亡事故都与硫化氢有关，比如因在各种下水道、集水井(池)、泵站和构筑物内均有出现硫化氢聚集而引起工作人员中毒、甚至死亡。厌氧消化污泥或厌氧处理高浓度有机污水产生的气体被称为沼气，当空气中含有 8.6%~20.8%(以体积计)的沼气时，就可能形成爆炸性的混合气体。因此，

	同学们今后从事废水处理相关工作时，牢固树立“安全第一、预防为主”的思想，在各自岗位上，对安全工作各司其职，各负其责，认真做好安全和安全防范工作，不能存有麻痹侥幸心理，坚决遵守安全规章制度和安全操作规程保护好自己的生命。此外，要掌握正确的急救技能，防患于未然。
分析评价	引入污水处理厂发生的许多伤亡事故案例，让同学们认识到安全生产，不违规操作的重要性，使学生严守安全底线，掌握正确急救技能。
评价者	樊勇柏 教授 商洛学院

案例编号	20054201-026
案例标题	习主席的知青岁月--带领梁家河村民“沼气革命”
案例来源	中国知网、百度
内容简介	引入习近平总书记带领村民开启陕西第一口沼气池的事迹，激发学生的爱国热情。并将厌氧生物处理的专业知识运用到实际问题中去，提高同学们的专业能力。引导学生树立生态文明观，为建设美丽中国而奋斗。
关键词	厌氧生物处理；沼气；教学设计；梁家河
编写时间	2023-2-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	爱国信念、社会责任感、创新思维
素材长度	1335
案例正文	1975年9月20日，中秋节。《延安通讯》头版头条刊登报道《取火记---延川县人民大办沼气见闻》，详细介绍了梁家河村的“沼气革命”。当时，年轻的村支书习近平带领群众建成陕西第一口沼气池，轰动了整个延川县。  图1《延安通讯》刊登《取火记——延川县人民大办沼气见闻》 1969年，不满16岁的习近平来到陕西延川县文安驿公社梁家河大队插队，亲眼看到当地群众不仅口粮严重不足，连煮饭的柴禾也是问题。担任村支书后，他一直在思考解决村民砍柴难、做饭难、照明难的办法。

一天夜里，习近平在《人民日报》上读到一篇介绍四川推广利用沼气的报道，顿时心潮澎湃，不久，延川县委决定派 6 人前往四川“取经”，习近平是其中一员。

回来后，习近平开建沼气池。要把设想变为现实，就得靠劳动、靠实干。《取火记》中写道：“建池需要沙子，可是梁家河没有，习近平同志就带领几个青年到 15 里外的前马沟去挖；建池的水泥运不进沟，他又带头从 15 里外的公社背了回来；没石灰，他们又自己办起烧灰场……”

经过 20 多天紧张施工，沼气池眼看就要大功告成，人们突然发现池子漏水跑气，如果不及时清理水粪就有报废的危险。习近平毫不犹豫，同几个年轻后生连夜用桶往外吊水粪，用清水洗刷池壁，寻找裂纹，进行修补。

劳动出奇迹。1974 年 7 月中旬，沼气池顺利点火，梁家河亮起了陕北高原上的第一盏沼气灯，困扰老百姓多年的烧柴问题也得以解决。



图 2 习近平带领梁家河村民建设了陕西第一口沼气池

沼气是有机物质在厌氧环境中，在一定的温度、湿度、酸碱度的条件下，通过微生物发酵作用，产生的一种可燃气体。

沼气含有多种气体成分，主要成分是甲烷(CH_4)。沼气细菌分解有机物，产生沼气的过程，叫沼气发酵。根据沼气发酵过程中各类细菌的作用，沼气细菌可以分为两大类。第一类细菌叫做分解菌，它的作用是将复杂的有机物分解成简单的有机物和二氧化碳(CO_2)等。它们当中有专门分解纤维素的，叫纤维分解菌；有专门分解蛋白质的，叫蛋白分解菌；有专门分解脂肪的，叫脂肪分解菌；第二类细菌叫含甲烷细菌，通常叫甲烷菌，它的作用是把简单的有机物及二氧化碳氧化或还原成甲烷。因此，有机物变成沼气的过程，就好比工厂里生产一种产品的两道工序：首先是分解细菌将粪便、秸秆、杂草等复杂的有机物加工成半成

	品---结构简单的化合物；再就是在甲烷细菌的作用下，将简单的化合物加工成产品---即生成甲烷。 以身作则，言传身教，习近平常常结合自己在成长路上的切身感受，用亲身经历勉励青年，用实际行动为青年树立榜样。 担任党和国家领导人后，习近平总书记十分关心青年，也多次倡导青年“自找苦吃”。 2013年5月4日，习近平总书记在同各界优秀青年代表座谈时曾说：“无数人生成功的事实表明，青年时代，选择吃苦也就选择了收获，选择奉献也就选择了高尚。青年时期多经历一点摔打、挫折、考验，有利于走好一生的路。” 通过引入习近平总书记带领村民利用秸秆和畜禽粪便开启了陕西第一口沼气池的事迹，激发同学们的爱国热情。并将厌氧生物处理的专业知识运用到实际问题内容中去，提高同学们的专业能力，和政治站位。锻炼学生积极思考，善于发现问题，以及分析问题的能力的同时，引导学生树立生态文明观，深刻领会习近平总书记生态文明思想的丰富内涵，牢固树立“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念，为建设美丽中国而奋斗。
分析评价	该案例从历史的角度，增强同学们的人文情怀。结合党和国家领导人习主席的优秀事迹激励培养同学们发奋图强，吃苦耐劳的优秀品质。案例新颖，将思政元素有效融入课程教学中。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054201-027
案例标题	污水厂的资源回收-“蓝色”磷肥与绿色“混凝剂”
案例来源	原创
内容简介	我国一些城市已经开始实施污泥焚烧，以彻底解决污泥减量以及能量回收问题。这一可持续处理/处置方式，比其它非填埋和农用方式投资更省、运行费用更低、有机能量回收最大。从能源资源综合利用的角度出发出发，培养学生具备资源循环思维和实践能力，以及社会责任感、专业使命和自信心。
关键词	污泥焚烧；课程思政；磷回收；混凝剂
编写时间	2023-4-26
编著者	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态文明思想，没有废物，只有放错地方的资源；循环经济
素材长度	1634
案例正文	在授课过程中,以剩余污泥焚烧灰分和海水浓缩液(卤水)中的元素及化合物的回收为例，引导学生从资源综合利用“减量化、再利用、循环化”的原则出发开展废水治理，树立从源头节约资源，末端废弃物中资源能源再生、回收的生态/经济可持续发展理念，增强学生作为环保人的责任感和社会使命感。 全球能源紧缺已经是迫在眉睫的问题，各方面所需要的能源随着科技的发展时代的进步越来越多。但其实生活中就有很多可以转变成能源的物质，例如一直被我们忽视的污水。那么该怎样把污水转变成为有效能源呢？如图 1 所示，污水转变成能源主要依靠分解污泥中的物质。就像利用污泥填埋垃圾场的时候，有机废物在无氧环境中分解最后可以释放沼气，之前我们从来没有想过对这一部分资源进行收集再利用，但如果我们能及时把这些沼气捕获，那么不仅可以得到有效的资源，还可以防止这些被分解产生的沼气进入大气层从而产生大气污染。污水、污泥的能源化不仅可以解决能源紧张的问题，还可以解决环境污

染的问题。

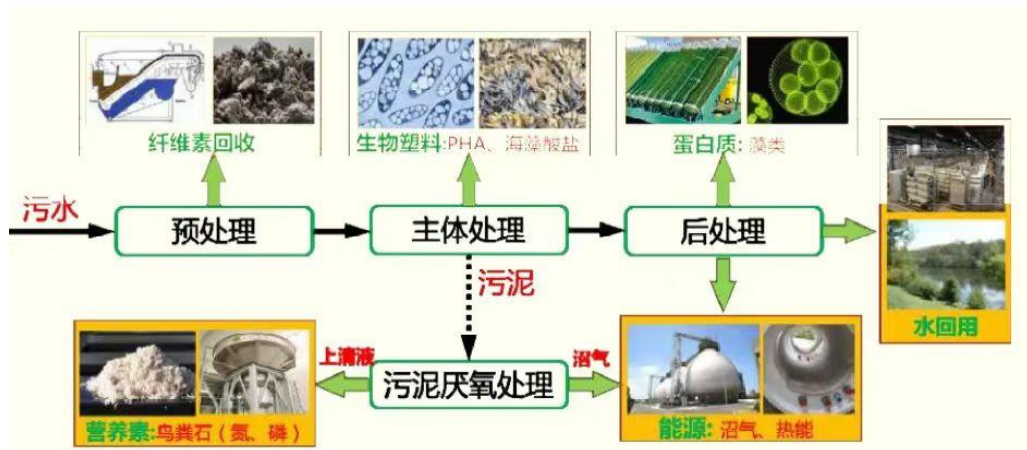


图 1 污水厂的资源回收和能量利用

磷是不可再生的自然资源，而全球普遍存在着陆地磷矿资源日益匮乏与水体环境中磷含量过高而导致水体富营养化这一矛盾。污水处理厂可以采用不同的技术手段回收磷，包括从污泥脱水上清液中、污泥厌氧消化的上清液中以及污泥焚烧的灰烬中。焚烧已被确定为污泥的最终处置方法，污水中 90% 的磷最后进入剩余污泥，焚烧后全部聚集于灰分中，使得灰分磷回收容易工程实现。

另一方面，海水淡化也逐渐成为解决沿海、近海地区缺水问题的有效途径。而海水淡化后的副产品——高盐浓缩液(卤水)因生态问题一般不能回海，这就需要妥善处置。卤水中含有丰富的钠、钙、氯、钾、镁、溴、硫、氯化物、硫酸根等元素与化合物，以及锂、铷、硼、碘、铯、氡等陆地紧缺微量元素，其实是一种可以利用的资源。

在污泥焚烧灰分 P 回收实践中，首先需要从灰分中去除重金属(Cu、Zn、Pb、Cr、Cd、Hg 等)和普通金属(Al、Fe 等)，以获得相对纯净的磷酸盐化合物。与此同时，卤水中存在着大量阴离子(Cl^- 、 SO_4^{2-})值得回收利用。如果将灰分中阳离子(Al^{3+} 、 Fe^{3+})与卤水中阴离子(Cl^- 、 SO_4^{2-})配对结合，有可能生产水处理专用混凝剂/絮凝剂。废物耦合利用则会形成一种新的资源化模式。

“蓝色”磷肥产品与“绿色”絮凝剂的制备流程如图 2 所示。

(1) 通过酸 (HCl) 浸出和金属去除，灰分中约 88.0wt% 的 P 被回收为羟基磷灰石。(2) 有机溶剂 (TBP) 萃取可选择性去除/回收灰分酸浸液中的 Fe^{3+} ，用原始卤水直接反萃取即可获得 FeCl_3 混凝剂。(3) 从灰分中去除 Al^{3+} 并与卤水结合，可合成液态 PAC 混凝剂，其化学结构和混凝性能与商业 PAC 相当。

(4) PAC 混凝剂在除磷和除浊度方面与商业混凝剂几乎相同，而回收的 FeCl_3 混凝剂则表现稍弱。(5) 从污泥灰分中回收磷并与卤水协同生产混凝剂将扩大“蓝色”磷肥和“绿色”混凝剂生产市场。

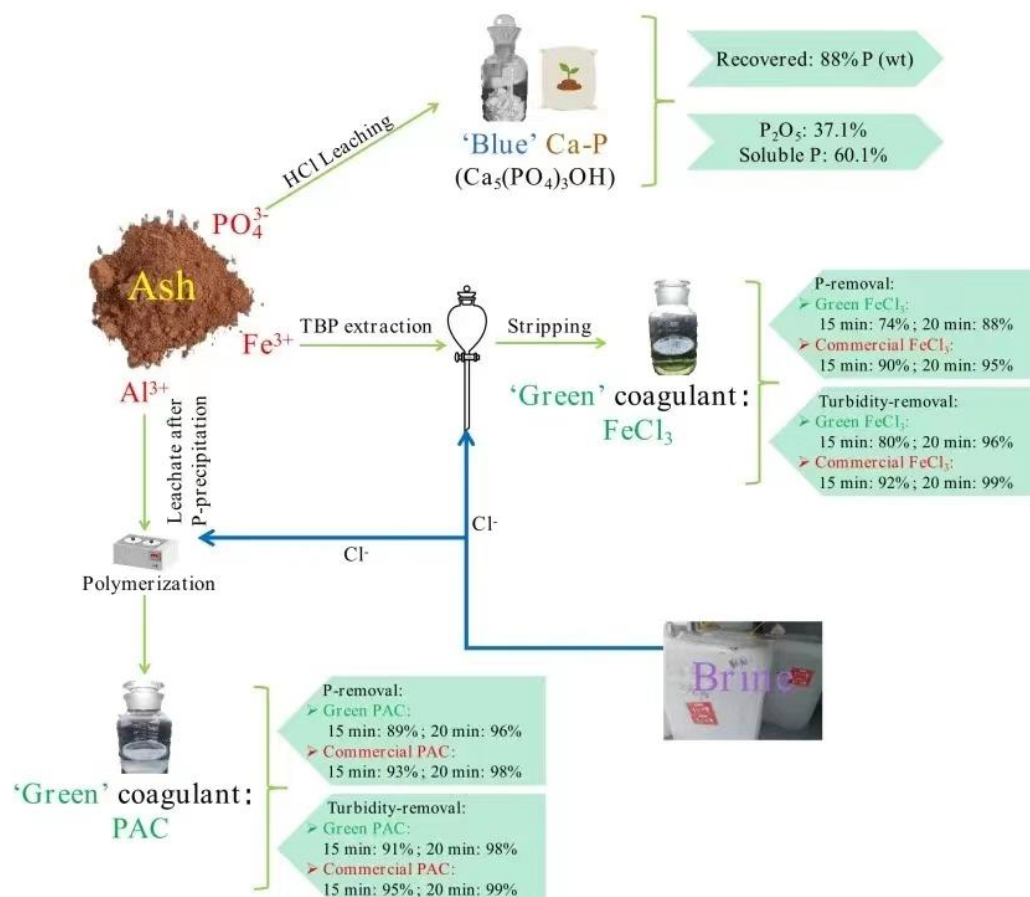


图 2“蓝色”磷肥产品与“绿色”絮凝剂的制备流程

通过从污泥灰分中回收磷并与卤水协同生产磷肥和混凝剂案例的引入，新的方法从环保及经济角度方面考虑，利用污水处理过程中的废弃物，且无污染，低能耗，原理过程如图 2 所示。在教学过程中，融入思政教学，让学生领悟到国家正加快生态文明体制改革，让学生在日常学习和生活中树立低碳、节能的环保意识，同时激励学生敢于探索的创新精神。

分析
评价

案例以剩余污泥焚烧灰分和海水浓缩液(卤水)中的元素及化合物的回收为例，向学生渗透可持续发展理念，增强学生对于“三化”原则的理解，从而培养学生对资源循环利用的意识，鼓励学生积极探索、积极创新。

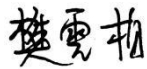
评价
者

樊军柏

教授

商洛学院

案例编号	20054201-028
案例标题	离子交换树脂之父-何炳林院士
案例来源	原创
内容简介	以何炳林院士不怕艰难困苦，不忘初心，勇攀科研高峰的事迹，激发同学们的科研热情，为实现国家高水平科技的自立自强作出自己的贡献。弘扬科学家的精神，传承老一辈科学家的家国情怀，实现科技报国。
关键词	离子交换；课程思政；教学设计；何炳林
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、爱国情怀、创新思维
素材长度	1265
案例正文	 何炳林，1918年8月生于广东番禺，1942年毕业于西南联合大学，1952年获美国印第安纳大学博士学位。1956年2月归国任教于南开大学，期间曾任青岛大学校长。何炳林是我国离子交换树脂工业的开创者，被誉为“离子交换树脂之父”。 1951年底，何炳林在美国印第安纳大学获得博士学位，立即准备返回祖国。当时正值抗美援朝战争，回国计划被美国政府阻止。何炳林的长子何振民追忆说，1954年日内瓦会议前夕，包括何炳林在内的十几位中国留美同学联名致信周恩来总理，强烈要求回国。在周总理的帮助下，经过外交努力，他们满怀报效祖国之心，于1956年2月返回祖国。 回到南开大学，何炳林立即着手组建高分子化学学科，仅仅两年，他成功

	地合成出当时世界上已有的全部主要离子交换树脂品种，包括用于从贫铀矿提取原子弹原料铀的强碱性阴离子交换树脂。1958 年，第二机械工业部资助 400 万元，何炳林在南开大学主持建立我国第一座专门生产离子交换树脂的化工厂，开创了我国离子交换树脂工业。该厂主要产品专供提取国家急需的核燃料铀。 他率领南开大学化工厂把离子交换树脂民用生产技术普及推广到全国，全国所有大的树脂生产企业都到南开大学学习，何炳林公开、无偿地提供技术。我国高分子化学领域大部分技术是引进的，唯有离子交换树脂是自主完成的，高分子所副所长史林启介绍，目前有的外资企业把中国的产品“贴牌”销往国外。 何炳林一生重要的学术思想是理论与实践相结合，基础研究与应用研究并重。他一生写的学术论文至少在 800 篇以上，其应用成果之多，更是学界少见。南开大学化学学院副院长袁直介绍说，1956 年-1960 年间，何炳林在世界上首次制备出大孔型离子交换树脂，为吸附树脂的问世奠定了基础。大孔树脂的发现，增加了离子交换树脂新品种，如水处理必需的弱酸性离子交换树脂，占领了 80%以上的国内市场。氨基磷酸型螯合树脂，用于离子交换膜法制碱，带来了我国氯碱工业的一场革命。弱碱性离子交换树脂，用于电镀废水的处理，解决了我国电镀行业对环境严重危害的难题。随后，何炳林带领的团队又将离子交换树脂的应用扩展到有机工业领域，针对链霉素的提纯研制的弱碱树脂，使我国链霉素的产品质量达到了国际先进水平，并使我国成为世界最主要的链霉素出口国。 何炳林院士以不忘初心、勇攀科研高峰的精神，持续地科学创新探索，催生了高质量原创研究成果。作为科技界的一份子，首先尽自己最大的努力为实现我们国家高水平科技的自立自强，作出自己的贡献、添砖加瓦。其次就是要弘扬科学家的精神，传承老一辈科学家的家国情怀，实现科技报国。
分析评价	案例结合何炳林院士的事迹向学生渗透离子交换树脂课程知识，有助于学生理解。同时通过融入家国情怀这一思政元素，鼓励学生在未来踔厉奋发，为祖国科技建设发展添砖加瓦。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054201-029
案例标题	“臭水沟”向“幸福河”的华丽蜕变
案例来源	原创
内容简介	稳定塘净水过程与天然水体净化过程相似，以黑臭水体如何治理引入，会让学生更加生动理解稳定塘的应用。同时培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，应用以人为本的科学思维开展黑臭水治理。
关键词	稳定塘；课程思政；教学设计；生态环境
编写时间	2023-5-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	团结协作、平等互助、生态文明建设
素材长度	1744
案例正文	图 1 为深圳市坪山河（图片拍摄于 2012 年），这些黑臭水体，不便于整体管网收集，这类污水大部分渗入地下，小部分直接排入河、湖等环境水体，导致水环境恶化。那么，这些水体是如何形成主要污染成分是什么？可以通过哪些技术来处理？  图 1 坪山河旧貌 在授课过程中，以坪山河黑臭水体治理为例，将课程内容与黑臭水体如何

治理联系起来，激发同学们的专业使命感，培养学生应用整体思维分析和理解稳定塘处理体系中微生物、藻类和原生后生动物等要素对污染物的协同降解功能；应用发展的眼光认识和理解黑臭水体的形成；并且树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，应用以人为本的科学思维开展黑臭水治理。

坪山区毗邻港澳，位于深圳市东北部，是粤港澳大湾区向东辐射的重要门户、广深港澳科技创新走廊的重要节点。深圳市五大河流之一的坪山河贯穿坪山区全境，滋养着坪山区 55 万人口。中共中央、国务院在《粤港澳大湾区发展规划纲要》中明确提出，要大力推进生态文明建设，树立绿色发展理念，推动形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式，为居民提供良好生态环境，促进大湾区可持续发展。

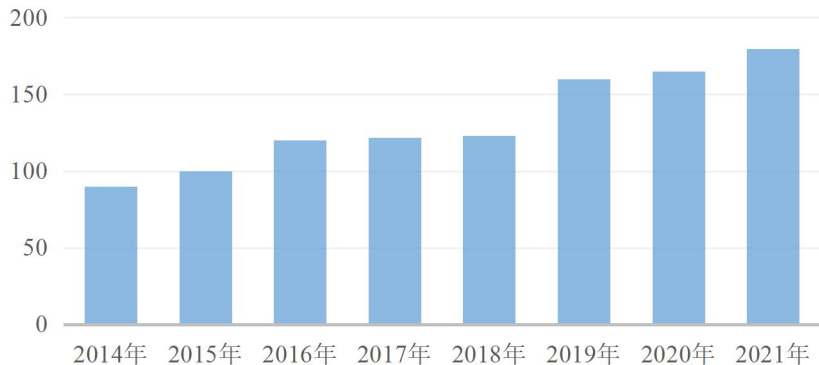
深圳市坪山河水质最差的时候大概是 2003 年、2004 年前后，那时候的坪山河，河水又臭又脏，淤泥很深，从河里打上来的鱼有一股柴油味。如果没下大雨，河水像修车换出来的黑色机油，水呈胶质状。看着门前那曾经清澈见底，现在却逐渐变成臭水沟的坪山河，不少老坪山人显得忧心忡忡。

调查发现，坪山河附近有七成的家庭为了更好地利用空间，在阳台安放洗衣机，或改成厨房、厕所。然而，污水和雨水是单独的两套排放管网，前者必须经过污水处理厂，后者直接排入河道。住宅阳台原本的排水系统大多属于雨水排放管网。改变用途后，导致本应经过污水排放管网的污水，直接从雨水排放管网排入河道。**每天万吨级生活污水未经任何处理源源不断排入河流。**

2016 年，治水提质攻坚战全面打响，坪山积极落实市治水提质工作部署。该工程是全国排名前列以交接断面水质达标为验收标准的大体量、全流域水生态治理工程。项目河道治理全长 20.5 公里，合同要求建成后交接断面水质达到优于地表 IV 类标准，河道防洪标准达到百年一遇。主要建设内容包括河道防洪工程、水质改善工程、生态修复工程、管线改迁工程等。

项目在规划和设计的过程中，引进院士专家团队，摒弃了传统的实现单一水利防洪功能的“大截大排，末端治理”理念，从建设生态海绵智慧型河流角度出发，树立治水提质、生态修复、防洪排涝、景观文化、智慧管理等多重目标，创新提出并采用“精准截污、分散调蓄、分布处理、就近回用”的新设计理念，实现了流域治理理念和技术上的多重创新。

	图 2 坪山河新貌 根据深圳市生态环境局发布的坪山河干流水质数据，坪山河全年平均水质达到Ⅲ类，水质考核排名全市排名前列，被写入坪山区政府工作报告。坪山河干流综合整治及水质提升工程荣获第五届 ELA 国际景观大奖“年度较佳开放空间景观奖”金奖以及 2020-2021 年度第二批国家优质工程奖。 如今的坪山河已成为贯穿坪山的一条“青罗带”，鹭鸟纷飞，鱼翔浅底，已成为深圳市最美的亲水打卡地之一。治水理念、技术和机制的合力创新，恢复了昔日母亲河的生态循环系统。更重要的是，换上新颜的坪山河生态长廊，带来了一个山水相融的城市生活空间，成为粤港澳大湾区的一张崭新的生态“名片”。 人是自然的一部分，人与自然是生命共同体，我们每一个人必须牢固树立敬畏自然、尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。黑臭水体的出现，是人类破坏生态环境的表现，政府，企业，家庭和每一个社会主体都需要对黑臭水体的出现负责。让我们一起践行绿水青山就是金山银山的发展理念，实现人水和谐、城水相融！
分析评价	案例以坪山河黑臭水体治理为例，向学生渗透“绿水青山就是金山银山”理念，培养学生树立正确的价值观。案例新颖，将思政元素有效融入课程教学中。
评价者	樊重柏 教授 商洛学院

案例编号	20054201-030																		
案例标题	海水变甘露—电渗析法实现海水淡化处理																		
案例来源	原创																		
内容简介	利用电渗析法对海水进行的淡化处理，通过理论介绍到实际生活中的应用，会加强学生可持续发展意识，培养学生重视环境保护，珍惜资源的理念，应用可持续发展的责任意识开展污水处理，海水淡化处理。																		
关键词	电渗析；海水淡化；水资源；生态环境																		
编写时间	2023-5-13																		
编著者	徐珊、讲师、化材学院																		
素材形式	文字、图片																		
育人主题	团结协作、资源可持续发展、生态文明建设																		
素材长度	1482																		
案例正文	资源与环境问题是二十一世纪以来人们最关注的问题之一，其中，水资源是各种资源中最不可或缺、无法替代的资源。随着人口总量急剧增长、经济社会快速发展以及气候的骤然变化，全球淡水资源短缺的问题也随之愈演愈烈。因此海水淡化工程是相当重要的。如图 1，是我国近几年海水淡化工程规模情况。  <table border="1"> <caption>图 1：2014 年—2021 年中国海水淡化工程规模（万吨/日）</caption> <thead> <tr> <th>年份</th> <th>规模（万吨/日）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2014年</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>2015年</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2016年</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>2017年</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>2018年</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>2019年</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>2020年</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>2021年</td> <td>180</td> </tr> </tbody> </table> 图 1：2014 年—2021 年中国海水淡化工程规模（万吨/日） 目前海水淡化技术已在 160 多个国家应用。据文献统计，全球 62% 的淡化水用于市政供水，解决了 3 亿多人的饮水问题，其余满足工业、农业、旅游业	年份	规模（万吨/日）	2014年	90	2015年	100	2016年	120	2017年	125	2018年	125	2019年	160	2020年	165	2021年	180
年份	规模（万吨/日）																		
2014年	90																		
2015年	100																		
2016年	120																		
2017年	125																		
2018年	125																		
2019年	160																		
2020年	165																		
2021年	180																		

及军事等方面的需求。如图 2 所示。是我国已建成海水淡化产水用途占比情况。

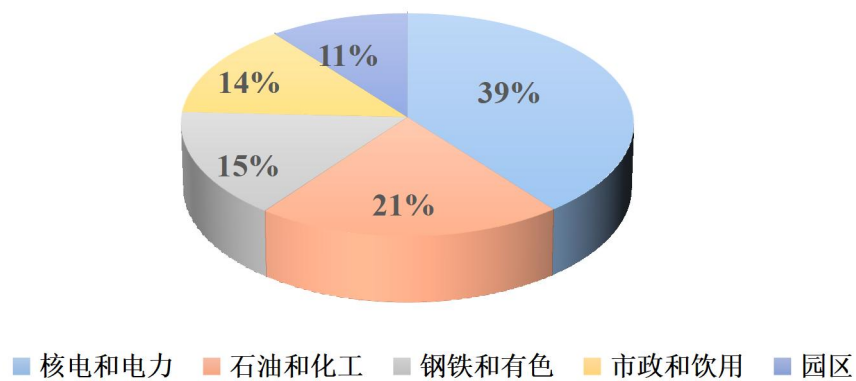


图 2：我国海水淡化产水用途占比

在授课过程中，以海水淡化的重要性开展，将本门课程对海水淡化工程所起的作用联系起来，激发同学们的专业使命感，培养学生应用整体思维分析和理解电渗析法的原理，技术关键以及他的重要作用。电渗析法不仅可以淡化海水，也可以作为水质处理的手段，为污水再利用作出贡献。并且树立节约用水，关注环境的生态文明理念，应用以人为本的科学思维开展水污染的治理。

地球表面 2/3 的面积被水覆盖，但水储量的 97%为海水和苦咸水，这些水是很丰富的。但是，要利用海水必须经过淡化。目前，全世界有一百二十多个国家和地区采用海水或苦咸水淡化技术取得淡水。据统计，海水淡化系统与生产量以每年 10%以上的速度在增加。亚洲国家如日本、新加坡、韩国、印尼与中国等也都积极发展或应用海水淡化做为替代水源，以增加自主水源的数量。

电渗析法的技术关键是新型离子交换膜的研制。离子交换膜是 0.5-1.0mm 厚度的功能性膜片，按其选择透过性区分为正离子交换膜(阳膜)与负离子交换膜(阴膜)。电渗析法是将具有选择透过性的阳膜与阴膜交替排列，组成多个相互独立的隔室海水被淡化，而相邻隔室海水浓缩，淡水与浓缩水得以分离。电渗析法不仅可以淡化海水，也可以作为水质处理的手段，为污水再利用作出贡献。此外，这种方法也越来越多地应用于化工、医药、食品等行业的浓缩、分离与提纯。它的应用十分广泛，是相当重要的一种方法。

淡化后的海水可以用于制造工业用水。一些工业企业需要大量的水适用于生产。然而，这些企业所在的区域水资源有限，特别是地下水资源。因此，淡化后的海水可以满足这些企业的工业用水需求，并减少地下水资源的消耗；淡

	化后的海水可用于住宅供水，目前，全球海水淡化日产量约 3500 万立方米左右，其中 80%用于饮用水，解决了 1 亿多人的供水问题，也供应居民的生活用水和清洁用水；淡化后的海水可以应用于灌溉农田。在一些半干旱或干旱的地区，水的稀缺或不稳定供应常常导致农业生产受挫。而淡化后的海水，一旦处理好，可以作为灌溉农田的水源，以改善当地耕地的供水情况。 图 3：海水淡化处理设备 治水理念、技术和机制的合力创新，解决了 1 亿多人的供水问题，合理利用了海水资源，推进了资源可持续发展。使学生们更加深刻的了解这个技术如何减少水污染和资源浪费。会让学生们更加重视环境保护，珍惜资源，为保障可持续发展做出自己的贡献。
分析评价	案例通过电渗析法对海水进行的淡化处理，培养学生应用整体思维分析和理解电渗析法的原理，加强学生可持续发展意识，让学生树立重视环境保护，珍惜资源的理念。
评价者	樊雲柏 教授 商洛学院

案例编号	20054201-031
案例标题	反渗透法治理含油污水，还长江碧水清波
案例来源	原创
内容简介	从工业废水回用角度对反渗透技术进行分析，并结合工业化实例分析。将理论学习与实际案例相结合，锻炼学生的创造性思维，同时培养学生的理想信念，要使学生明确水是生命之源以及“净水”的重要性。引导学生树立坚定的理想信念，激发学生的专业使命感和责任感。
关键词	反渗透；课程思政；工业废水；生态环境
编写时间	2023-5-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	团结协作、平等互助、生态文明建设
素材长度	1665
案例正文	我国海洋环境不容乐观,海洋污染问题需重视。近岸海域溢油和化学品泄漏等突发性环境污染事故频发,海洋生态安全受到威胁。图 1 为长江流域被石油废弃直排所导致严重污染的景象。  图 1：漂浮在江面上的油污

海洋石油污染不仅影响海洋生物的生长、降低海滨环境的使用价值、破坏海岸设施，还可能影响局部地区的水文气象条件和降低海洋的自净能力。我们急需采取技术来处理污染，还海洋一片生机。 在授课过程中，以长江石油工业废水治理为例，将课程内容与反渗透技术在石化工业废水治理与回用联系起来。激发同学们的专业使命感，使学生对反渗透技术有多角度，更深刻的认知。应用发展的眼光认识和理解反渗透法治理石油工业废水的优点；并且树立尊重自然，保护自然的生态文明理念，应用保护生态环境的责任意识对石油工业废水进行处理。 案例：2020 年 11 月，重庆新兴齿轮有限公司因搬迁新厂，需对其污水处理站中 52.54 吨含油废水进行处理。游走在机械厂和废品回收企业间的“串串”刘某找到新兴公司后勤主管陈某廷，主动承揽含油废水处理工作，然而，在几经询问后，无人愿意收购处置。刘某得知这一情况后，驾驶四辆货车将上述 52.54 吨含油废水转运至重庆市九龙坡区黄桷坪的一个废弃宿舍附近。27 日凌晨，四人用电机泵将一辆车里的含油废水抽出后，倾倒至宿舍附近的一个废弃化粪池里。直至凌晨五时许，共倾倒含油废水 13 吨。殊不知，该废弃化粪池实与长江相连通，几人倾倒的含油废水通过管路均流入了长江之中…… 据九龙坡生态环境局监测，本次污染源入江混匀处石油类超标高达 31.4 倍。此外，该事故发生地下游 2.5 千米处为城市集中式饮用水源长江和尚山水源地取水口，涉及 100 万群众的饮水安全。若非处置及时，将造成严重后果。在环保与利益之间，部分人选择了后者，这种以牺牲环境为代价谋取不正当的利益的行为难逃法律的严惩。 长江是中华民族的母亲河。今年 3 月 1 日起，《中华人民共和国长江保护法》正式施行。要大力推进生态文明建设，树立绿色发展理念，为居民提供良好生态环境。作为生态环境的重要组成部分，长江生态安全的重要性不言而喻。对长江造成污染，不但会影响周边居民的生存环境，危及人民的生命健康，还会影响到周边动植物的生存环境及生物多样性发展。 反渗透技术在我国已推行十余年，1999 年即在锅炉给水中有较好的应用，反渗透的作用是可以去除水中盐分，其原理是通过在半透膜一侧施加大于渗透压的压力，将净水压至产水段，将盐分留在浓水段。由于反渗透膜的膜孔径非
--

	常小,因此能够有效地去除水中的溶解盐类、胶体、微生物、有机物等(去除率高达 97-98%)。 为全面贯彻党的二十大精神,积极落实《水污染防治法》《固体废物污染环境防治法》《“十四五”工业绿色发展规划》《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》等政策法规要求,要加快推进石油石化行业适用技术,实施安全、节能、减排、低碳改造和清洁生产技术装备改造提升,从源头促进工业废水、废物的“资源化”“减量化”,有效提高油气开发及炼化企业环境保护工作水平,实现绿色发展。对油气开发、炼化行业污水处理与回用做出了新的,更好的要求。  图 2: 恢复后的江面 工业含油废水的治理机制和理念,恢复了母亲河的生态循环系统。如今长江流域的面貌焕然一新,碧水清波,林木葱茂,珍稀、特有鱼类重回长江。也让我们知道了生态环境保护的重要性,深入推进了可持续发展战略思想,增强了资源意识,环保意识。
分析评价	案例从工业废水回用角度对反渗透技术进行分析,激发同学们的专业使命感,并培养学生树立尊重自然,保护自然的生态文明理念。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-032
案例标题	饮水思源知史爱党，立志报国不忘初心
案例来源	原创
内容简介	熟悉供水资源质量评价的基本概念、评价的基本理论和方法；掌握饮用水水质标准与评价的相关概念及饮用水处理流程。掌握习总书记“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水十六字方针以及“生态兴则文明兴”的习近平新时代生态文明思想核心理念。
关键词	水质标准与评价；课程思政；生态兴则文明兴；
编写时间	2023-1-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	刻苦钻研、甘于奉献、求知热情、探索精神
素材长度	1329
案例正文	民生为上、治水为要，饮水安全是最基本、最重要的民生问题。新中国成立之初，从 1956 年制定了第一个《生活饮用水卫生标准(试行)》执行 16 项水质指标，至 2006 年最新修订的《生活饮用水卫生标准(GB5749-2006)》执行 106 项水质指标，历经 50 余年 4 次修订，亦是我国水利事业从无到有、社会经济大力发展、国防科技显著进步的一个缩影。在我国进入新发展阶段的今天，新老水问题相互交织，水更成为了影响我国经济社会可持续发展的关键因素，引导学生要坚持人水和谐共生理念，推进水资源集约节约利用，践行“生态兴则文明兴”理念。 以学生为中心，以岗位技能需求为主线，以典型工程案例为载体，以“理论讲授+案例教学+问题探究+实践锻炼”教学方式为主导，做到“教、学、练”一体化教学，提高教学效果。主要教学方法简介如下： (1) 教法

	①讲授法: 讲授水的组成和指标体系、饮用水水质标准的制定原则与评价方法等专业基本知识。 ②案例法: 以沙田水厂为例, 讨论饮用水处理流程的方法、工艺和处理效果, 渗透人水和谐, “生态兴则文明兴”的习近平新时代中国特色社会主义思想核心理念教育。 图 1 城市饮用水处理流程 ③多媒体演示法: 利用文字、图片、视频等方式, 拉近书本与实际的距离, 加深对饮用水处理流程的方法、工艺和处理效果等工程知识的理解。 ④问题探究法: 结合课程内容, 引导学生分析讨论为什么饮用水标准的制定历程与国家经济社会、文明程度及科技进步息息相关? 让学生带着问题去学习本节课程内容, 引发学生的好奇心, 激发学生思考, 加深学生学习的印象, 提高学习效果。 以专业理论知识为基础, 以典型案例为载体, 以应用性和针对性为准则, 发掘专业课程思政的专业知识契合点, 突出“工匠精神”培养、职业素养的训练与培养, 践行生态文明理念, 增强建设“美丽中国”的使命感。 将“红色”精神与“绿色”专业相结合, 以小见大, 增强学生的“知史爱党”社会责任与使命感, 树立“文化自信”, 提高学生对本专业的认同与热爱。
--	---

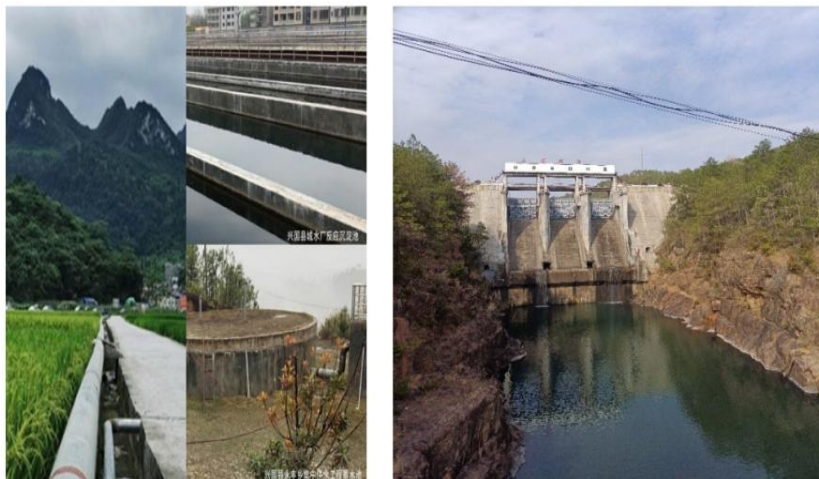


图 2 实地考察商洛市农村饮水安全工程

课堂教学在案例故事中穿插学习专业知识，引导学生在理解知识点的基础上践行“生态兴则文明兴”的生态理念，增强建设“美丽中国”的使命感，培养学生的“工匠精神”和领略水利工作者的社会责任。纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。通过实践锻炼活动，从老区人民“缺水喝”、“有水喝”到“喝好水”的饮水发展过程中去体会党领导人民进行水利建设、创造美好生活的艰辛实践，进一步理解我国国情、民情、党情，感受我国社会主义制度的优越性，将自己的思想意识和专业水平在实践活动中得到升华。同时鼓励学生学习工匠精神、培育创新意识，引导学生开拓专业视野，培育职业精神。

分析评价	案例将“红色”精神与“绿色”专业相结合， 引导学生在理解知识点的基础上践行“生态兴则文明兴”的生态理念，树立“文化自信”，提高学生对本专业的认同与热爱。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-033
案例标题	水复其清的“功臣”--混凝剂
案例来源	原创
内容简介	各种生活污水和工业废水的种类和数量越来越多，对混凝剂需求量日益增加。介绍常州友邦净水材料有限公司的发展历程和混凝剂的制造，以此培养学生的团队协作精神，不因循守旧，具备精益求精、专注创新的大国工匠精神和良好的职业素养，做到有责任、能担当。
关键词	混凝剂；净水材料；高效；
编写时间	2023-4-28
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	团队协作精神、专业使命感、奋斗精神
素材长度	1344
案例正文	混凝过程和混凝剂在水处理工艺中往往居于举足轻重的地位，虽然常作为前处理环节，但它的功能和效果影响到全处理流程和最终水质，而且混凝药剂的费用在运行成本中占有相当的比重。因此，混凝理论的研究和新型混凝剂的开发一直是水处理科技中研究的活跃部分。 常州友邦净水材料有限公司为亚邦集团公司下属企业，生产基地位于集团公司内河西生产区。公司成立于 2001 年，注册资金 1200 万元，主要生产污水水处理药剂，现有职工 80 人。2007 年销售 5000 万，是常州市最大一家污水处理剂生产厂家。公司 2007 年通过 ISO9001：2000 质量管理体系认证及 14000 环境管理体系认证，并授予 AAA 级信用等级企业。当前由于国家加大对工业污染源和城市污水的治理力度，高效水处理剂已成为污水处理前置工艺单元所必须投加的环保产品。水处理环保市场面临着巨大的发展空间和难得的历史发展机遇。公司产品供不应求，部分产品已用于出口。

在授课过程中，通过叙述该公司的发展历程，在学生掌握课程知识的同时，增强学生的责任意识，使学生具有团结合作精神，让学生可以具备优质的职业素养，做到始终秉承严谨认真、努力上进的精神，进一步为社会培养出更多优秀的专业技术型人才。

公司简介：

该公司拥有独立的研发团队，并拥有自主创新专利六十项。2007 年通过 ISO 质量管理体系认证；2008 年通过 ISO1 环境管理体系认证，并被授予 AAA 等级综合信誉企业。同时，公司产品“高效复合混凝剂”被评为江苏省高新技术产品，公司被认定为江苏省民营科技企业。公司拥有得天独厚的原材料优势及技术优势，已成为常武地区较大一家混凝剂生产基地，公司 2011 年生产能力已达液体聚氯化铝（铁）10 万吨，固体 1 万吨，产品投放市场后深受广大新老客户的信赖。产品在周边地区市场占有率达 70%左右。

产品介绍：

本公司提供聚丙烯酰胺（Polyacrylamide）絮凝剂的整个系列。为用户选择提供了广阔的空间，按电性分有：阳离子、阴离子、非离子；按分子量分有：高、中、低等类。

表 1 产品性能指标

型号	外观	含固量	分子量	离子值
阳离子型	白色粉末	≥90	500-1500	10-60
阴离子型	白色粉末	≥90	500-1500	15-25
非离子型	白色粉末	≥90	800-1000	5-10

具体制作过程：

友邦生产的聚丙烯酰胺工艺并不复杂，一般以丙烯腈为主要原料，经过水解制取丙烯酰胺，然后聚合成聚丙烯酰胺。目前，国内采用的聚合工艺主要有两种方法。一种是水溶液聚合，得到的是含量为 7-8%的胶冻状产品。另一种是乳液聚合，得到的是粉状产品。

从该公司新型混凝剂的制造过程中，培养了学生的奋斗精神，要积极地以

	实践的方式解决困难，最终实现既定理想和目标。因此，在大学生艰苦奋斗精神传承教育过程中，也要注重激发大学生奋斗热情，引导他们将个人理想与奋斗精神有机结合，实现自己的人生价值。
分析评价	本案例通过介绍常州友邦净水材料有限公司研究的混凝剂，帮助学生理解，有助于培养学生的奋斗精神和科学思维。让学生做到始终秉承严谨认真、努力上进的精神。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-034
案例标题	弘扬劳动教育，贯彻立德树人
案例来源	原创
内容简介	了解臭氧制备的工艺流程及装置，掌握臭氧发生器的操作方法和臭氧用于水处理的实验方法，加深对臭氧氧化法处理废水机理的理解。培育与践行社会主义核心价值观，进行正确价值引导，贯彻高校教育中“立德树人”的根本任务。
关键词	臭氧制备；课程思政；废水处理；
编写时间	2023-2-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会主义核心价值观、正确价值引导、立德树人
素材长度	1342
案例正文	2018 年教师节的时候，习近平总书记在全国教育大会上强调：要在高校中加强劳动教育，在学生中弘扬劳动精神，引导学生崇尚劳动、尊重劳动，懂得劳动最光荣、劳动最崇高、劳动最伟大、劳动最美丽的道理，通过加强劳动教育、重申劳动价值，培养学生正确的劳动观、价值观、成才观，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。 近年来在高校中出现了部分大学生劳动价值观的异化怪相，如勤奋努力、艰苦奋斗的劳动教育精神的缺乏，不劳而获、不思进取的危险思想萌芽，以及对专业教育的热爱精神不足等。因此，在大学生教育中，融入劳动教育，尤其是结合专业教育进行劳动教育观的树立,不仅可以重新建立艰苦奋斗，无私奉献的正确劳动教育观，也会对专业有更多认同感和参与感。 《废水处理及再生利用》理论课与课程实验联系非常紧密，而且为了将理论课所学知识与课程实验的内容有机融合,课程实验进度安排与理论课进度安排的十分一致。

因此，《废水处理及再生利用》理论课讲解好氧生物处理新工艺一节时，讲述了臭氧处理污水的原理及在污水处理中的应用（图 1），在对其中几种典型的臭氧处理污水的方式时，让学生在课下了解以下两个问题：

- 1. 印染废水的特征是什么样的，能否用臭氧进行污水处理？
- 2. 臭氧对污水进行深度处理时，几种联合应用的方法哪种更适合处理印染废水？

这两个问题强调了课程实验的重点引导学生们在课下自主学习，也将在课程实验课上进行回答。

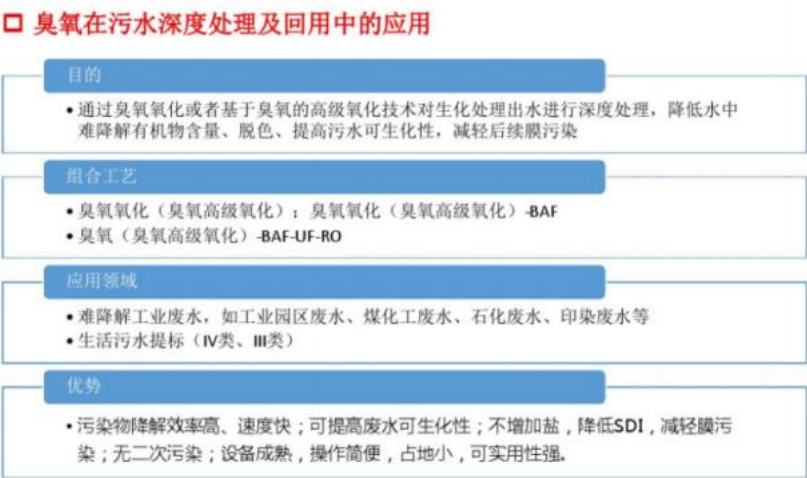


图 1 理论课上臭氧处理污水应用介绍



图 2 学生进行实验

课程实验课上结合案例与视频，学习臭氧处理印染废水的原理及实验步骤；学生实验完成后，向同学们传输知行合一的理念，真正践行科研精神，践行劳动教育观。学生在老师的指导下完成实验，在实验总结阶段，向同学们传输知行合

	一的理念（图2）。 正所谓功夫在戏外，学校里学到的知识和能力，最终是为现实出现的问题以及社会实践服务的。学院师生共同组建了形式多样的环境专题活动及三下乡实践活动。以2022年6月5日举行的世界环境日主题活动为例，我们将环境保护宣传深入到社区和学校，为大家讲述水气固中遇到的典型污染问题及一些初步的防范解决方案,同时我们也做了印染废水处理的简易装置，让大家更直观的感受环境保护的必要性及污染物处理的效果。在实践活动中（图3），通过进行河流、土壤环境监测，让同学们利用所学知识调查当地污染情况并现场进行初步处理。让同学们通过所学知识与社会实践的真正结合,明白学以致用,知行合一的道理，树立更加积极的劳动价值观和专业发展观。  图3 2021年12月赴商洛市桑德污水处理厂实习 教学完成后，总结经验教训，归纳课程思政案例的实施方式，通过不断的归纳总结提高教学质量，更好的达成教学目的。
分析评价	本案例通过介绍臭氧制备的工艺流程及装置，让学生更好的了解臭氧的作用，以此培养学生的进取精神，科研精神。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-035
案例标题	光能驱动，环境净化--光催化去除重金属
案例来源	原创
内容简介	通过对光催化材料在含镉污水处理中的研究应用案例讲解，引导学生深刻理解“绿水青山就是金山银山”的谆谆教导，意识到绿色生态是最大财富的深刻道理，环境就是民生，青山就是美丽，蓝天也是幸福，良好生态环境是最公平的公共产品、最普惠的民生福祉，树立环保意识，自觉以自己的能力和知识去推进环保事业不断前行，践行实现美丽“中国梦”。
关键词	废水处理；课程思政；教学设计；
编写时间	2023-5-15
编著者	于艳、副教授、化材学院
素材形式	文字，图片
育人主题	生态环境保护、家国情怀、工匠精神、创新精神
素材长度	1933
案例正文	光催化是藤岛昭教授在 1967 年的一次试验中，对放入水中的氧化钛单晶进行紫外灯照射，结果发现水被分解成了氧和氢而发现的。通俗意义上讲触媒就是催化剂的意思，光触媒顾名思义就是光催化剂。催化剂是加速化学反应的化学物质，其本身并不参与反应。光催化剂就是在光子的激发下能够起到催化作用的化学物质的统称。 如何解释光催化这个反应呢，其实，从宏观看，可以把它理解成光合作用的逆反应。众所周知，最初的地球环境不适合生物生存，后来光合细菌和植物开始用光合作用，用叶绿素作为催化剂，将无机物转化为有机物。而我们的光催化反应则将这个反应反过来了，即催化剂在光的作用下，将有机物转化成了无机物，这对补完自然界的物质循环过程具有巨大的意义。



图 1 光催化技术的应用

那么，光催化的微观反应是什么样的呢？通俗的说，光催化剂吸收了光的能量以后，就开始变得“兴奋”起来，把自己身上的电子到处乱扔，于是，它抛出的电子和自身空出的“电位”就变成了撕扯有机物大分子的“刀”，而当能量减弱以后，催化剂就需要“歇会”了，它扔出去的电子也全部跑了回来，和空出的电位结合，于是，催化剂在不消耗自己的情况下，发生了氧化还原反应。因此光催化技术作为一种高效、安全的环境友好型环境净化技术，对水体环境中污染物的去除的已得到国际学术界的认可。

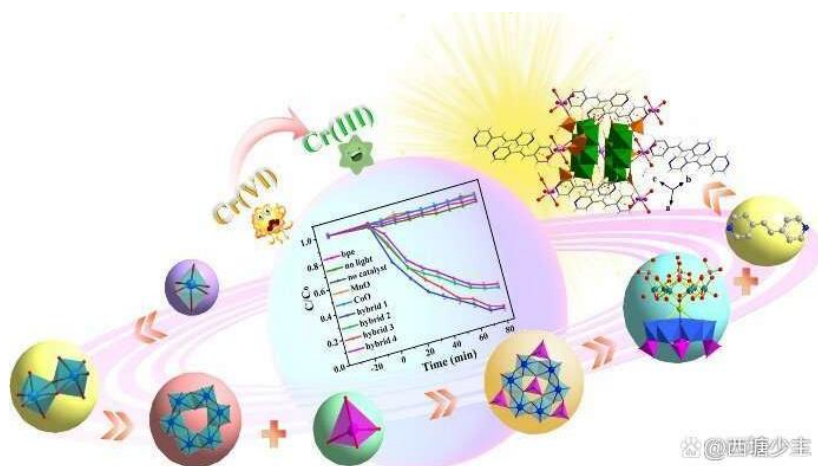


图 2 光催化六价铬还原

废水中发现的有毒重金属对受污染影响的社区具有健康和安全影响。六价铬是工业过程中危险的致癌副产品，已知会导致出生缺陷、严重腹泻，并与肾癌、膀胱癌和肝癌有关。众所周知，它是电影“艾琳·布罗克维奇”中戏剧化的诉讼中心。

六价铬具有高致癌性和致畸性，广泛存在于废水中，很容易进入食物链。光

催化技术是一种有吸引力的解决方案，用于去除废水中的重金属，因为它具有可持续性、成本效益和环保性。研究人员正试图找到从废水中去除六价铬的有效方法。通过沙漏型磷钼酸盐基晶体光催化剂使用可持续的光能，并通过调节沙漏型磷钼酸盐簇中的中心金属离子来制定调节光催化性能的策略。之所以选择这种特殊类型的光催化剂，是因为它具有分子特性和明确的沙漏型结构，使其具有广泛的光吸收能力和降低六价铬水平所必需的能带结构。

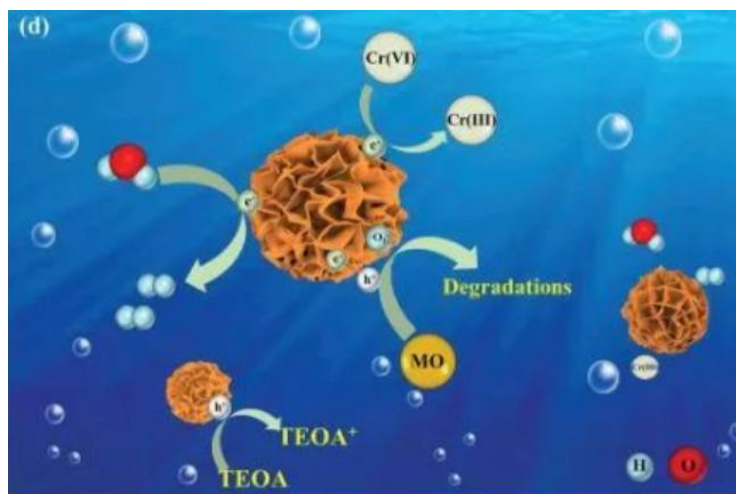


图 3 光催化电子空穴转移机理

此外，研究人员提出了光催化机理来揭示反应过程。光激发产生电子和空穴，电子从价带(VB)迁移到导带(CB)，在 VB 中留下空穴；光生电子从 p 型半导体(高 CB 边缘)转移到 n 型半导体(低 CB 边缘)，并且 n 型半导体中的光生空穴向具有高 VB 边缘的 p 型移动。并且，p-n 同质结中 n 型和 p 型部分之间形成的内部电场很小，这加速了载流子迁移并抑制了电荷复合。最后，光生电子转移到催化剂表面参与氧化还原反应，Cr(VI)被还原为 Cr(III)以及 H₂O 被还原为 H₂。

展望未来，研究人员将专注于改进光催化剂的设计，同时计划如何最好地将这项技术引入现实世界的废水环境。设计有效的光催化剂是解决水中重金属污染的第一步，开发的光催化剂应用于实际的工业废水。我们还将扩大污染水源的处理范围，努力实现所用光触媒材料的实用性。

通过对光催化材料在含镉污水处理中的研究应用案例讲解，引导学生深刻理解“绿水青山就是金山银山”的谆谆教导，意识到绿色生态是最大财富的深刻道理，环境就是民生，青山就是美丽，蓝天也是幸福，良好生态环境是最公平的公共产品、最普惠的民生福祉，树立环保意识，自觉以自己的能力和知识去推进环保事业不断前行，践行实现美丽“中国梦”。

	讲解案例提出的背景意义。结合生态环境对人类的影响，启发学生对环境保护的思考，引导学生树立环保意识，自觉以自己的能力和知识去推进环保事业不断前行。引导学生对光催化处理污染物展开讨论，并提出自己的意见和建议，培养学生的科研意识和科学思维。 同时，讲述光催化去除污染物的缺点和不足之处，让学生意识到环境保护问题的复杂性和保护生态环境的任重道远，启发学生自觉保护生态环境的意识，并以自己的行为去感染和引导更多人保护生态环境，以自己的能力和知识去推进环保事业不断前行。
分析评价	本案例通过介绍光催化材料在含镉污水处理中的研究应用，让学生了解到光催化对环境污染的积极作用，启发和引导学生认识到保护环境的重要性，以此来培养学生的科研意识和科学思维。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-036
案例标题	世间少有美景，良性循环典范
案例来源	原创
内容简介	随着社会的快速发展和环境问题的日益凸显，在浙江湖州的桑基鱼塘系统中，可以看到一种将经济效益与生态效益相结合的可持续农业模式。在讲授该系统时，引入融入习近平生态文明思想，树立学生的生态文明观，使学生更好地理解 and 思考环境保护、可持续发展等重要的思想观念。
关键词	稳定塘；生态文明；可持续发展
编写时间	2023-3-27
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会主义核心价值观、生态文明建设、绿色发展观念
素材长度	1315
案例正文	党的十九大提出“坚持人与自然和谐共生”，要“加快生态文明体制改革，建设美丽中国”。在课程专业知识的讲授中，融入习近平生态文明思想，树立学生的生态文明观。 面对资源紧缺、水环境恶化、土地退化的严峻形势，引导学生必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。目前，中国供水和排水都取得了显著进步，但农村生活污水处理率很低。稳定塘可以实现污水资源化，即将稳定塘出水用于农业灌溉，充分利用污水的水肥资源，同时养殖水生动物和植物，组成多级食物链的生态系统。 纵观中华民族文明发展史，一直存在营养物循环利用的农耕文明，早在2500年前甚至更早时期就有了“人与自然和谐发展的”朴素生态文明思想，在开发利用自然的同时，也对自然生态环境进行了保护。“浙江湖州桑基鱼塘系统”起源于春秋战国时期，逐步演变成为“塘中养鱼、塘基种桑、桑叶喂蚕、蚕沙养鱼、鱼粪肥塘、塘泥壅桑”的循环农业模式，形成了种桑和养鱼相辅相成、桑地

和池塘相连相倚的江南水乡典型桑基鱼塘生态农业景观，并衍生出了丰富多彩的蚕桑文化和鱼文化。这种原生态文明使得营养物、能量和水在人与土地之间建立起一种良性的人工循环，保护了地球上的不可再生资源，也保护了水资源。这种利用自然又保护生态环境的“天、地、人、稼”和谐统一的生态文明观，是需要学生们牢固树立的。



图 1 浙江湖州桑基鱼塘系统航拍图

生态文明建设是中国推进可持续发展的重要战略。浙江湖州的桑基鱼塘系统作为一种生态友好型农业模式，与生态文明建设的目标密切相关。该系统不仅带来了经济效益，还具有显著的生态优势。首先，这种系统通过循环利用养殖鱼类和种植桑树的资源，实现了资源的高效利用。这与马克思主义关于资源合理利用和节约的思想是一致的。其次，通过桑树的根系过滤和净化鱼塘水体，有效改善了水质，减少了污染物的排放，体现了生态环境保护的原则。

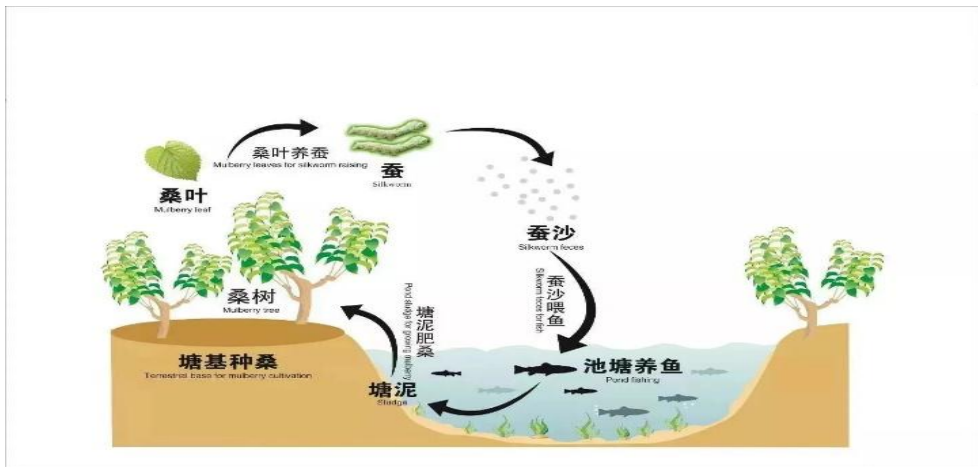
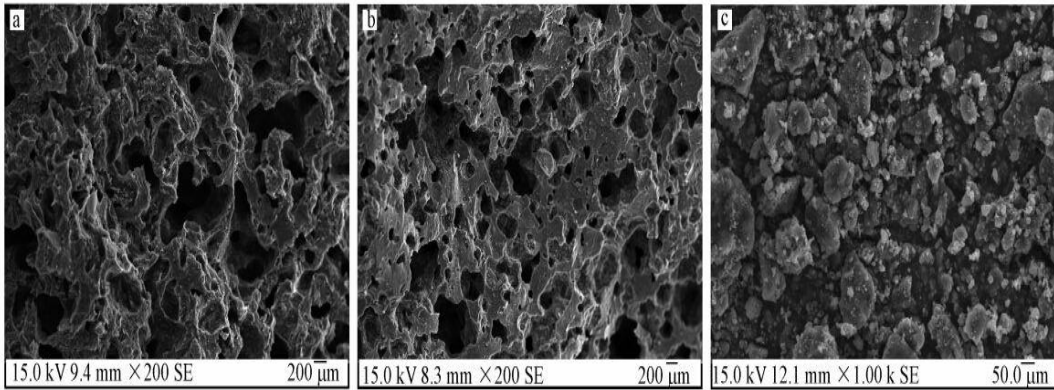


图 2 塘中养鱼、塘基种桑、桑叶喂蚕、蚕沙养鱼、鱼粪肥塘、塘泥壅桑

浙江湖州的桑基鱼塘系统作为一种可持续农业模式，不仅带来经济效益，

	还体现了思政思想中的许多重要观念。以此案例引导学生思考桑基鱼塘系统如何符合生态文明建设的理念，并鼓励学生思考如何在实践中推动生态文明建设的进程。引导学生思考这种农业模式背后的思想观念，如可持续发展、资源共享等。可以帮助学生更好地理解 and 思考环境保护、可持续发展等重要议题。同时，我们也应该鼓励学生在实践中发挥积极的作用，推动可持续农业模式的应用和普及，为建设美丽中国和实现可持续发展目标做出贡献。
分析评价	引入浙江桑基鱼塘系统改善生态环境为例并融入习近平生态文明思想，让学生学习经济效益与生态效益相结合的可持续农业模式，引导学生关注当今社会的环境问题，更好地帮助学生树立生态文明观。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-037
案例标题	工业废水的物理化学处理-活性炭吸附
案例来源	原创
内容简介	掌握吸附法的基本概念、吸附平衡、活性炭的孔道结构及制造过程理解产生吸附的原因、物理吸附和化学吸附的异同点。通过本次内容的学习，强化对学生时代使命感、社会责任感的培养，让学生树立废弃物的资源化利用和绿色发展的理念。
关键词	活性炭吸附法；课程思政；社会责任感；绿色发展
编写时间	2023-1-20
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	时代使命感、社会责任感、资源化利用
素材长度	1598
案例正文	提起活性炭，大家并不陌生，它是一种应用广泛的吸附剂。是一种多孔碳材料，具有高度发达的孔隙结构和巨大的比表面积，吸附能力强，化学稳定性好、机械强度高特点。  图 1 活性炭的 SEM 图 防毒面具可以保护人员呼吸器官、眼睛及面部免受毒剂、生物战剂、细菌武器和放射性灰尘等有毒、有害物质伤害，自第一次世界大战中防毒面具产生后，

世界各国陆续开展了防毒面具的研制工作，防毒面具中的吸附剂就是活性炭，可以看出活性炭在维护世界和平的历史长河中发挥了重要的作用。

图2 防毒面具

2005年的松花江水污染事件（吉林石化分公司双苯厂硝基苯精馏塔发生爆炸，苯类污染物流入了松花江上游）发生后，中国紧急修建活性炭拦截坝治污，并且中国积极向俄罗斯提供多项援助，运送了150吨的活性炭送往俄罗斯，帮助俄罗斯应对污染。松花江水污染事件的有效解决离不开政府及时的采取措施，有效应对突发事件。



图3 松花江跨境水污染图

那么，活性炭具体是如何吸附呢？为什么会吸附？需要同学们掌握吸附、吸附操作、吸附质、吸附剂、吸附过程和解吸过程等概念，吸附可以发生在“气-固”或“液-固”界面上。

固体表面上的原子或者分子受力不均匀，并且固体的分子或者原子是固定的不能移动的。正如液体表面上的分子也是受力不均匀的，但不同的是，液体分子是可以移动的，列举两个贴近生活的实例：**玻璃杯的水位已经超过了杯口却未溢出、荷叶上的水珠是圆形的（图4）**，说明液体表面上的分子也是受力不均匀，存在表面自由能，但是它们可以通过收缩表面降低表面自由能。

然而固体不能通过收缩表面降低表面自由能，但它可利用表面的剩余力，从周围介质捕获其它的物质粒子，使其不平衡力场得到某种程度的补偿，致使表面自由能的降低。



图 4 液体表面自由能-生活实例图

根据力的作用不同分为物理吸附和化学吸附，物理吸附是吸附剂和吸附质之间通过分子间力相互吸引；化学吸附是被吸附的分子和吸附剂表面的原子发生了化学作用。

物理吸附：吸附热小、没有选择性、多分子层吸附、易脱附。总之，物理吸附仅仅是一种物理作用，没有电子转移，没有化学键的生成与破坏，也没有原子重排等。

化学吸附：吸附热大、选择性强、单分子层吸附、不易解吸、吸附需要较高活化能。总之，化学吸附相当于吸附剂表面分子与吸附质分子发生了化学反应，在红外、紫外-可见光谱中会出现新的特征吸收谱带。

延伸：

(1) 同学们平时了解有哪些类型的固体吸附剂？

答：硅胶干燥剂、活性炭包、活性氧化铝、分子筛、大孔吸附树脂

(2) 活性炭的制造：活性炭是由煤或木质原料加工得到的产品，通常一切含碳的物料，如煤、木材、果核、秸秆等都可以加工成黑炭，经活化后制成活性炭。

炭化:把原材料热解成炭渣，隔绝空气条件下进行(接近 700°C)；

活化:炭颗粒暴露于高温活化气体（水蒸气或者 CO 气体）中进行活化 ($800-900^{\circ}\text{C}$) 的，产生新的和扩大原有的孔隙，改善微孔结构，增加活性。

(3) 活性炭原料来源：原料来源有很多，例如木质颗粒炭的原料是木材，木质粉末活性炭的原料是木屑，椰壳活性炭的原料是椰壳，竹炭的原料是毛竹，但是随着目前对活性炭需求量的不断增加，这些原料生产活性炭在数量上和经济性方

	面受到了一定的限制。可以利用农业废弃资源，不仅保护了生态环境，而且变废为宝，推进了农业废弃物的资源化利用。
分析评价	案例以松花江跨境水污染处理过程中运用到的活性炭涉及到的物理知识点，帮助学生掌握吸附法的基本概念，吸附平衡，活性炭的孔道结构及理解产生吸附的原因；培养学生废弃物资源化利用的思想，激发学生形成科学思维意识。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-038
案例标题	污水处理的未来-回归原生文明
案例来源	中国知网
内容简介	从自然水循环入手，概括了人类的出现对水循环过程中水量与水质的影响以及对策。对城市而言，关键是把握未来污水处理的理念与方向；一个中心（可持续）、两个基本点（碳中和与磷回收）将引领集中式污水处理的未来。从这个意义上说，原生文明与可持续处理理念殊途同归。
关键词	自然水循环；可持续；生态文明；课程思政
编写时间	2023-2-30
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	环境保护、节约能源、降低能耗
素材长度	1333
案例正文	在我国即将进入“十三五”发展阶段，俗称“水十条”的《水污染防治行动计划》已由国务院批准，正式发布。按此“计划”规定，全国七大重点流域水质到 2030 年时优良比例总体需达到 75%以上，城市建成区黑臭水体总体要得到消除。无疑，“水十条”的发布必将促进污水处理市场规模空前扩张以及新技术不断涌现并及时应用。处于这种背景之下，国内从媒体、学界、一直到企业几乎全部摩拳擦掌，个个跃跃欲试，以分割即将到来的信息、学术乃至技术/设备这块大“蛋糕”。 解决原生文明下生态而不卫生的问题可以通过粪、尿、水源头相应的分离方式加以解决，通过在卫生洁具或排水系统设计上采用粪尿(黑水) 或者尿液(黄水)、粪便(褐水) 单独收集、分别输送方式而使之与灰水、雨水实现分离、返田，从而达到如图 1 所示既生态又卫生的目的。这种以源头分离为基础的分散式处理方式被称之为“生态卫生(Ecosan)”，为一种生态排水方式，它是德国、瑞典等欧洲国家根据粪尿返田生态原理所设计的分散排水方式。Ecosan 在北京奥运森林公园、

清华大学环保楼、北京小汤山、河北邯郸南界河店村等处已有应用或示范。源分离下的生态卫生核心内容就是强调营养物、能量与水三种物质在人与土地间实现良性循环。

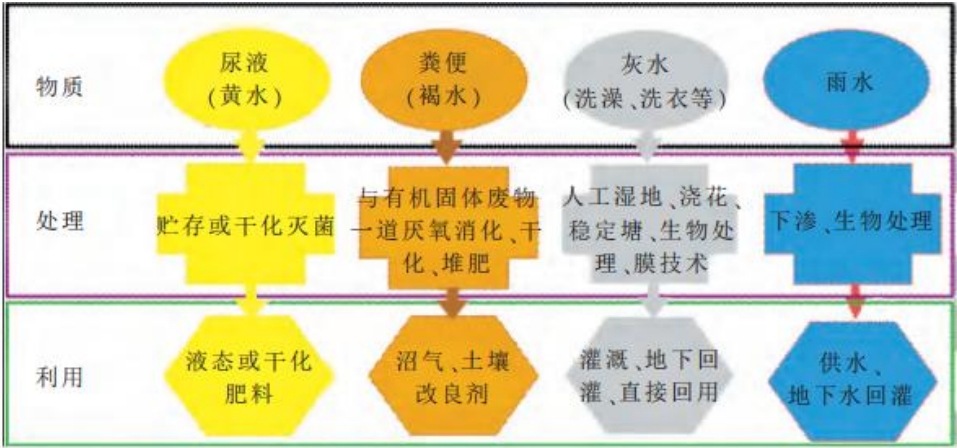


图 1 生态排水源分离后各物质及其处理、利用方法与方向

发展以资源、能源回收为主的可持续污水处理是目前乃至今后很长时间内技术研发的核心。虽然从理论上看污水中可能含有万种潜在物质/元素，但是，最为急迫和现实的当属磷回收。在能源回收方面，除有机能源外,污水所含热量亦不可小觑，它甚至可以产生比 COD 还多的能量,至少可以作为有机能源赤字的补充，使污水处理达到能量自给自足的“碳中和”状态。因此,未来污水处理方向将是一个中心(可持续)、两个基本点(碳中和与磷回收)技术研发始终将沿这一方向推进和应用。

项 目	处理规模/ (m ³ · d ⁻¹)	进水水质/ (mg · L ⁻¹)	工 艺	能源形式	碳中和率* / %
约旦 As Samra 污水厂	267 000	COD:1 449, TN:130	缺氧—好氧活性污泥	水力发电, 污泥厌氧消化	95
法国戛纳 Aquaviva 污水厂	3 667	市政污水	UF + MBR	光伏发电 (PV:4 000 m ²)	100
荷兰 Dokhaven 污水厂	121 000 (旱季流量)	COD: 350, TN: 35, TP:4.8	A/B + SHARON 与 ANAMMOX	污泥厌氧消化	46 (产电,2013 年) ; 115 (产电与产热, 2013 年)
美国 Howard Curren 污水厂	363 400	BOD ₅ : 159, TN: 27, TP:5.1	好氧—好氧—缺氧活性污泥	出水回用; 污泥厌氧消化; 营养物质循环	110
德国 Köhlbrandhöft – Hamburg 污水厂	450 000	市政污水	传统活性污泥 (1955 年); 生物脱氮 (1988 年在 2 km 外 Drandennau 建设)	污泥厌氧消化; 风力发电	80/100 (污泥厌氧消化产电/热); 100 (2 台 2.5 MW 风机弥补, 2011 年)
美国 Sheboygan 污水厂	70 000	BOD ₅ :222, TP:4.9	A/O	外源有机废物与污泥共消化; 设备更新	90 ~ 115
德国 Steinhof 污水厂	60 650	COD: 966; TN: 67; TP:11	A ² /O	污泥厌氧消化; 出水回用; 营养物质循环	> 79
奥地利 Strass 污水厂	27 500	COD: 605, TN: 44, TP:7.5	A/B + ANAMMOX	污泥厌氧消化 (2005 年前); 厨余垃圾与污泥共消化 (2006 年后)	108 (2005 年)、 160 (2013 年)
注: * 碳中和率 = 总回收能量/总消耗能量 × 100%。					

表 1 国外污水处理厂碳中和运行实际案例

	从农耕文明时期对生态循环的直接实践，到工业革命时代对生态的干扰破坏，再到现代文明的今天生态环境遭到严重破坏，人类生活的舒适性得到空前的提升,这一切完全仰仗于人类较其他动物的灵性。事实上，自然不需要人类,而人类却眷恋自然。虽然现在一些人已经开始反思人类自私行为可能导致的严重后果，但是行动总是落后于意识。 在污水处理方面，总是寄希望于通过研发一些“高大上”的技术来为自己解围，殊不知我们祖先创造的原生态文明完全可以解决自己的排泄物与排水问题。这种模式与自然浑然一体，将人类生存所害的营养物、能量与水非常简单和质朴地融入了生态循环，采用的方法虽然显得技术含量低，但非常接地气。
分析评价	案例结合国内外污水处理实例，增强学生们的专业文化自信，向学生渗透可持续发展与资源循环利用理念，培养创新精神，加强青年一代在环境保护方面的主人翁意识。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-039
案例标题	危险化学品泄漏---美国水溶性丙烯酸聚合物溶液泄露事故
案例来源	中国双语日报新闻
内容简介	通过展示化学品泄漏带来的水环境污染事件，引申到习近平总书记在全国生态环境保护大会上的讲话中提出的坚持用最严格制度最严密法治保护生态环境的生态文明思想，使学生领会到深化生态环境监管体制改革的重要性，强化生态保护红线意识，坚守职业道德底线。
关键词	污水的物理化学处理；课程思政；教学设计；
编写时间	2023-4-28
编著者	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态文明、红线意识、职业道德
素材长度	1424
案例正文	在污水的物理化学处理章节中授课过程中，由最近发生的化学品泄露事假引入，介绍常用危险化学品泄漏应急处置方式，展示水污染的危害，让学生深刻领悟“绿水青山就是金山银山”的生态内涵。 据《华盛顿邮报》报道，当地时间 2023 年 2 月 3 日，一列运载有毒化学品的列车在美国俄亥俄州东部发生脱轨，引发大火。由于担心爆炸，俄亥俄州应急部门 6 日对其中 5 车厢的氯乙烯实施了“受控释放”操作。美国有线电视新闻网报道，事故火车所属的运营公司诺福克南方代表列出了泄露的化学品有丙烯酸丁酯、氯乙烯和少量无害润滑油。 丙烯酸丁酯是一种透明无色液体，带有强烈的水果气味，可用于制造塑料和油漆。可以吸入、摄入或通过皮肤吸收。据美国国家职业安全与健康研究所称，它会刺激眼睛、皮肤和肺部，并可能导致呼吸急促。反复接触会导致肺损伤。



图 1 环保工作者在火车脱轨地点附近的溪流中放置拦油栅

氯乙烯是一种有毒易燃气体，排放时车厢燃起大火，现场“毒云漫天”！氯乙烯在国际上都被认定为最危险的化学物质，并且这次是以燃烧的形式挥发的，随着气体燃烧，周围的环境和空气会被污染，燃烧颗粒附着在树林和地面上，对自然界中的生物和人类赖以生存的水源、土地都是极大的危害。氯乙烯作为一种致癌物质，比砒霜的毒性还要强强 900 倍，它燃烧后会生成二噁英，毒性更加剧烈。氯乙烯会导致头晕、嗜睡和头痛，它还与肝癌、脑癌、肺癌和血液癌的风险增加有关。

氯乙烯气体释放，耕地污染，粮食作物和蔬菜的安全性无法保障，在气体燃烧后，有毒气体进入空气中，聚集成雨，将形成酸雨，最后降落在河流和土壤上，形成二次伤害，何况俄亥俄河连通着密西西比河，这将对美洲的水源造成严重的危害

据澳大利亚新闻网 13 日报道，在疏散区域外围的一名农场主表示，其农场中的一些动物已出现咳嗽、腹泻、流泪、无食欲等中毒症状。该农场主说，当地民众一直被告知，空气是安全的，但事实并非如此。

据俄亥俄州地区的居民反映，不少家禽已经死亡，河流中鱼类的尸体也大片漂浮在水面上。



图 2 河流中鱼类死亡

CNN 称,马萨诸塞大学阿姆赫斯特分校环境健康科学副教授理查德·佩尔蒂埃表示,“氯乙烯有一个特殊而重要的风险,因为它含有一堆氯分子,它们会形成一些非常糟糕的燃烧副产品……这些通常毒性很大,而且通常在环境中非常持久。”

俄亥俄州危险材料专家西尔·卡吉亚诺表示,“有很多种可能,我们将在 5 年、10 年、15 年、20 年之后继续关注这件事,并弄清楚后果,‘大批癌症患者可能会出现,你知道,水质可能会变坏’。”

大气、土壤、水环境之间是相互影响、相互联系、相互制约的,让同学们认识到实现人与自然和谐共生的现代化,首先要打好生态环境保护的攻坚战,在获取知识的同时强化职业使命和责任担当,引导学生做生态文明建设的倡导者和实践者。

分析评价	该案例通过美国化学品泄露的事件引导学生养成安全的实验习惯,培养学生建立安全实验思维和规范操作良好习惯,对学生未来学习和工作具有重要意义。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-040
案例标题	“以废治废、变废为宝”-从污水处理厂到火电厂
案例来源	原创
内容简介	河北电科院节水减排技术研究团队探索出的一项新技术——火电厂反渗透浓水与城市污水交互处理技术。这一技术解决了水资源短缺和处理后城市污水无法消纳的双重矛盾，同时减少火电厂反渗透浓水的排放。以此培养学生资源综合利用的绿色、节能的环保意识，激发学生的科研热情，肩负起科技发展、国家富强的重任。
关键词	再生水回用；课程思政；教学设计；反渗透浓水
编写时间	2023-4-28
编著者	马薇、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新精神、奉献精神、团队合作精神、职业素养
素材长度	1449
案例正文	通过对火电厂反渗透浓水与城市污水交互处理技术的发展和应用的介绍，让学生了解各类技术问题不断出现，需要持续不断地进行技术革新和创新，在工程实践中解决重大专业技术问题，实现人生价值，培养强烈的职业责任感、终身的专业追求意识和正确的价值观。 火电厂是用水大户，很多环节都需要用水，如工业冷却水、汽轮机用水等。近年来，国家不断推广火电厂中水（经过处理的城市污水）利用，电厂对中水的需求也越来越大。而中水要成为合格的汽轮机用水，必须经过反渗透设备的净化过滤。反渗透设备过滤中水后形成大量浓水，即工业生产中产生的废水、废液等。浓水总量大，易附着于设备表面，且不易降解。目前火电行业在城市污水再利用中使用的反渗透设备超过 3000 套，年产浓水超过 12 亿吨，这些浓水如果进入大自然就会变成“顽固废水”。国网河北电科院节水减排技术研究团

队探索出的新技术---火电厂反渗透浓水与城市污水交互处理技术，重构水网系统实现废水循环利用，彻底解决了火电厂污废水利用率低、次生废水量多质杂、终端废水治理成本高等难题，实现了火电厂“清洁水源零提取、工业污废水零排放”的目标。该项技术成果先后获得国家发明专利授权和中国专利银奖，已在 17 家火电厂推广应用，让火电厂成为名副其实的污水“处理器”。

位于石家庄市东北部工业区的河北华电石家庄裕华热电有限公司是国家“一五”计划期间 156 项重点建设项目之一，运行着国内最大的循环流化床锅炉群，是国内供热量最大的热电厂之一。该电厂在 2013 年引进了火电厂反渗透浓水与城市污水交互处理技术，创造性地将该电厂城市污水处理、反渗透浓水资源化等系统深度结合，使得该厂生产水源实现城市污水整体替代和次生废水零排放，同时成本也大幅下降，废水处理技术在电厂实际应用场景如图 1 所示。该电厂结合当地风电和光电资源，以综合供电方式进行供电，从而减少其厂碳排放。



图 1 废水处理技术在电厂实际应用场景

该电厂年发电量为 3833.9 万千瓦时，热电厂每年吸纳城市污水超过 1200 万吨，同时实现污废水零排放。以污水处理厂“可再生水资源”中水作为生产用水，污水处理能力达 1700 吨/小时，每年节约石家庄地区新鲜水资源 830 多万吨，节约水费近 4 千万元。从根本上破解了生存困局，大幅度提高了城市污水的重复利用率，为水资源匮乏的石家庄市节水工作做出了突出贡献，在保护生态环

	境的同时，取得了良好的经济效益和社会效益。目前，该项技术成果还在不断深化和推广，未来必将推动城市污水的大规模消纳，有效遏制工业废水污染。 科技引领未来，创新驱动发展，《第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出，推动绿色发展，促进人与自然和谐共生。同学们要持续加大科技攻关，力争为打赢“蓝天、碧水、净土”攻坚战，为实现能源、水资源、绿色发展做出新的更大贡献。
分析评价	该案例通过火电厂与城市污水处理厂交互技术，培养了学生不因循守旧，具备精益求精、专注创新的精神，做到有责任、能担当。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054201-041
案例标题	靠山不费柴，近水不污流
案例来源	会议
内容简介	通过市政污泥各大案例，让学生们了解到“靠山不费柴，近水不污流”的生态理念；要坚持绿色低碳、回收能源资源；处理过程要减污降碳、能源高效开发利用、资源多途径循环利用。
关键词	市政污泥；节能减排；污泥消化；“双碳”目标
编写时间	2023-3-20
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	人本智慧、共建共享、生态文明建设
素材长度	1786
案例正文	长久以来，我国污水处理中一直存在“重水轻泥”的问题，污泥处理设施的建设追不上水处理设施的建设，总体上剩余污泥产量远高于消纳速度，污泥处理处置成为阻碍城镇污水处理领域的短板现象凸显。近几年随着环保督查风暴来袭，城镇污水处理厂污泥问题屡次曝光，不仅给全国的污泥问题揭开了盖子，也得到了国家相关部委和行业高度重视。今年两会，全国人大代表、中冶生态环保集团总工程师程寒飞提交了《关于推进城镇污水处理厂污泥有效处理处置的建议》，建议开展污泥处理处置效果评估，制定污泥处理处置专项规划和行动计划，并拿出政策支持和资金保障污泥资源化利用工作。污泥作为污水处理提质增效的“最后一公里”，已成为污水治理的重中之重。 干化焚烧是一种典型的污泥热处理工艺，其工作原理是脱水污泥经干化后，进入焚烧炉焚烧，炉膛温度一般保持在 850℃以上，烟气停留时间不得小于 2 秒的热处理方式。卢骏营结合上海石洞口、竹园、白龙港市政污泥以

及宁波华清环保固废污泥焚烧案例指出，国内污泥干化焚烧主要运行能耗来自电耗、外加热源、水耗、以及各类药剂消耗（如图 1 所示），高效稳定的干化技术、先进的焚烧技术以及有效的余热回收技术是保证污泥焚烧节能减排的关键。焚烧系统节能的关键在于自持焚烧，自持焚烧对节能减排具有重大意义，污泥前端干化的目的就是为了让焚烧炉可以自持焚烧，如果不能自持焚烧，需要在炉内补充燃料。



图 1 国内污泥干化焚烧主要运行能耗分析

对节能减排技术展望，卢骏营指出污泥热值的提高、降低进污泥干化焚烧系统含水率、污泥干化后载气冷凝余热的回收是实现污泥焚烧节能减排的关键路径（如图 2 所示）。



图 2 节能减排技术的三大措施

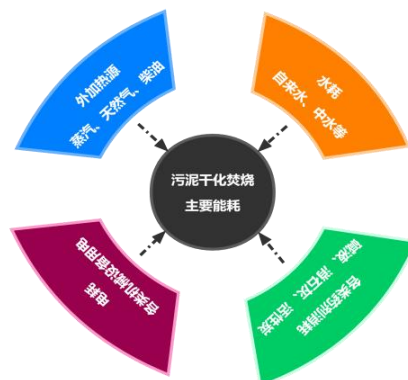


图 1 国内污泥干化焚烧主要运行能耗分析

1. 污泥热值的提高

- 今后随着经济社会的发展和污水处理量的不断增加,污泥热值不断提高,污泥干化焚烧技术的能耗将可以大幅度地降低。

以某建设的项目为例,污泥处理量为800t/d,该干化焚烧系统含水率为80%,以下是不同污泥处理情况的系统能耗情况。

序号	污泥干化量 (M/d)	蒸汽需求 (t/h)
1	8.41	-7.76
2	9.59	-6.48
3	10.62	-5.52
4	11.60	-4.48
5	12.25	-3.36
6	13.13	-3.12
7	14.03	-1.36
8	15.06	-0.8
9	16.07	0.32
10	16.72	1.04
11	17.13	1.44
12	18.10	2.48
13	18.95	3.20
14	20.73	5.20

污泥干化焚烧系统的“三个平衡”

2. 降低污泥干化焚烧系统含水率

- 污泥干化后,影响污泥干化焚烧系统平衡的因素除了自身热值外,还有污泥焚烧系统的含水率。
- 目前国内大部分干化焚烧系统含水率作为系统混合含水率,从这些指标来看,污泥干化后占干化焚烧系统热值的比例,约占85%~90%。
- 以系统混合含水率为基准,系统混合含水率每下降1%,干化系统需要蒸发的水量可以减少1~2%。

以某建设的项目为例,污泥处理量为800t/d,污泥干化焚烧系统12.25M/d,以下是不锈钢系统污泥干化焚烧系统的能耗情况。

序号	污泥干化量 (t/h)	蒸汽需求 (t/h)
1	7	-1.03
2	7.5	-1.61
3	7.6	-6.12
4	7.8	1.28
5	7.9	1.85
6	7.9	3.01
7	8.0	4.72
8	8.0	5.04

3. 污泥干化后烟气冷凝余热的回收

- 据某工程核算,蒸发单位水量的热能约700~750kcal/kg,该部分热量转移到干化蒸发出来的水蒸气中,然后在废气冷凝中被冷凝,从而热量转移到了洗废水中。
- 目前国内部分均采用直接洗水方式,该部分洗水直接排放至污水处理站进行再处理。
- 部分项目采用间接洗水方式,洗水通过换热器将废气冷凝热量循环利用,经过换热器的循环冷却水冷却后排放。

以100t/d处理(含水80%)干化至40%含水率为例,热值计算如下:

干废气输入	废气温度	热效率和净效率
2370~2570kW (100%)	2170~2370kW (95%)	1950~2050kW (85~90%)

将冷却水用于冷凝或空气,水等介质的加热,提高热效率,降低排放,提高热效率。

图2 节能减排技术的三大措施



图 2 节能减排技术的三大措施

威立雅一直是污水处理、污泥处理技术的引领者，其主要工艺包括 ANITA™Mox 厌氧氨氧化、中温厌氧消化+热电联产、Athos™ 湿式氧化、Pyrofluid™ 焚烧、Biomet™ 两相消化、生物脱硫技术 Sulfothane™ 等（如图 3 所示）。



图 3 威立雅的污泥及生物质处理主要工艺

消化、协同消化是“双碳”背景下市政污泥及生物质资源化利用的有效途径，可以使我们实现污水厂能源自给，降低碳足迹的梦想；Sulfothane™ 高效生物脱硫技术，运行维护简便，可有效降低沼气脱硫的运行成本；ANITA™Mox 厌氧氨氧化工艺，脱氮性能好，可减少消化回流液对污水处理线的影响，减低运行成本；Athos™ 湿式厌氧工艺是一种环境友好的、彻底的污泥减量化和无害化处理工艺，这为环境敏感地区的污泥处理处置提供了一种可行的解决方案；Pyrofluid™ 是安全、稳定、可靠、经过验证的市政污泥焚烧工艺，可实现污泥的彻底减量化。

康碧热水解（CambiTHP）专利技术是被国际广泛证实认可的最为可靠有效的热水解工艺技术，康碧热水解技术是用蒸汽对市政污泥和餐厨垃圾进行高级厌氧消化的预处理工艺。康碧热水解是一个连续的工艺过程，基于反应罐并联排列的批次处理的热水解反应，实现高能效运行和低运行成本，同时消除了有机质在处理过程中产生臭气的问题。康碧环境热水解技术已参与到北京排水集团五个污泥处理中心的应用，总规模达到 6000t/d，包括小红门和高碑店污水处理厂改扩建，槐房、高安屯和清河二厂的新建项目。康碧作为全球受信赖的供应商服务于全球各种类型污泥项目，其热水解工艺也是广泛得到市场的认可，有能力服务于国内外各大污泥项目，未来在双碳背景

	下污泥的消化技术会成为一种趋势，协同消化也会有大规模的市场应用潜力，基于北京多个项目经验，康碧也希望可以服务全国更多的污泥项目。 污泥既是污染物也是资源，系统推进污泥无害化、资源化处理，是深入打好污染防治攻坚战，实现减污降碳协同增效，建设美丽中国的重要举措。各行业落实经国务院同意的《关于推进污水资源化利用的指导意见》，提高污泥无害化处理和资源化利用水平，始终坚持《“十四五”城镇污水处理及资源化利用发展规划》提出的经济适用、节能低碳工艺路线，在“双碳”目标下，探索污泥资源化利用技术。
分析评价	该案例通过用干化焚烧和威立雅的各种工艺对污泥进行处理，培养了学生环保意识，还可以教授学生对污水排放采取相应措施，以减少影响环境的污染物，保护环境及人民的健康。
评价者	许佩瑶 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-042
案例标题	碳中和运行的国际先驱-奥地利 Strass 污水处理厂
案例来源	中国知网
内容简介	碳中和运行是未来污水处理的一种国际趋势。通过引入国际上具有先进技术及理念的污水处理厂工艺介绍，增强学生知识面，培养学生创新意识，考察学生对理论知识的掌握情况；引导学生深入思考碳中和与专业的关系，提高他们的专业使命感和社会责任感。
关键词	碳中和；剩余污泥；污水处理厂
编写时间	2023-3-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	专业使命感、创新意识、环保意识、社会责任感
素材长度	2470
案例正文	我国承诺在 2030 年碳达峰、2060 年碳中和，提出“双碳战略”将对污水处理行业工艺路线产生哪些影响？低碳时代的污水处理要走向何方？我们能为实现“双碳”目标做哪些力所能及的工作，引发学生关注与思考。 奥地利作为欧洲发达国家，在能源利用方面一贯强调可持续和低碳减排原则，发展可再生能源和提高能源利用率是其主要能源战略。在污水处理行业，政府同样鼓励回收污水中的可再生能源，以减少对化石能源的依赖和大量排放 CO₂。在此方面，奥地利滑雪圣地斯特拉斯 Strass 污水处理厂规模虽小，但其在能源回收方面的突出表现使之成为全球可持续污水处理标志性示范厂之一。该厂通过回收污水中能量(CH₄)并优化各处理单元运行，早在 2005 年便已实现了碳中和运行目标，其产能/耗能比已高达 1.08，是目前世界上率先实现能量自给自足为数不多的几个污水处理厂之一。 Strass 污水处理厂位于奥地利西南方向因斯布鲁克(Innsbruck) 的东部，坐落在 Achenal 和 Zillertal 山谷附近。该厂服务周边 31 个社区，主要承担居民及

游客生活污水处理。由于污水处理厂所在地是著名的滑雪圣地，故该厂服务人口波动较大,夏季约 60000 人,冬季则高达 250000 人; 污水流量也因此 在 17000 -38000 m³/d 之间波动, 平均为 26500m³ /d。该厂进、出水水质指标如表 1 所示：

表 1：Strass 污水处理厂全年进、出水平均水质

项 目	进水	出水	备注
BOD ₅	291	15	
COD	605	75	
TN(以 N 计)	44	≤13.2	T>12℃
NH ₄ ⁺ - N	26	5	T>12℃
TP(以 P 计)	7.5	1~2	

Strass 污水处理厂主流工艺采用较为传统的 AB 法,以最大限度回收污水中的有机物(COD) ， 其工艺流程如图 1 所示。

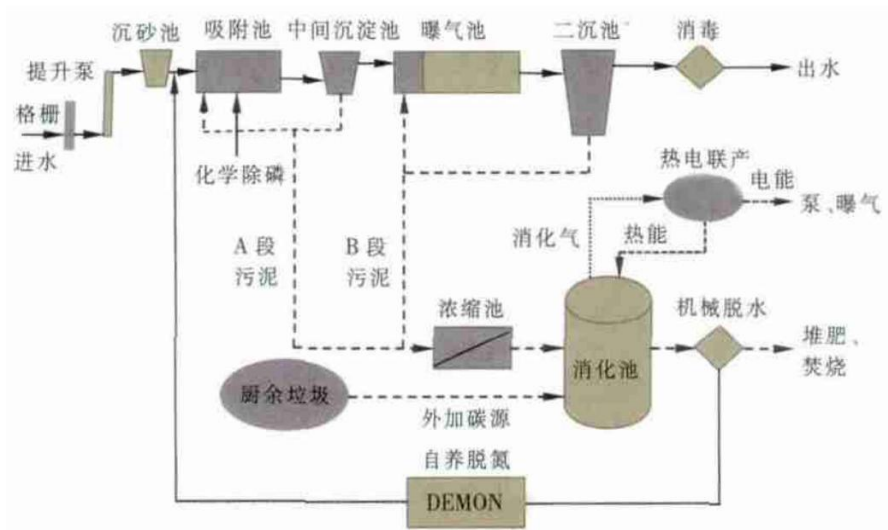


图 1 Strass 污水处理厂工艺流程图

① 预处理单元

污水靠重力自流至污水处理厂，经格栅拦截漂浮物后，用离心泵提升至沉砂池。沉砂池可去除 30% 砂粒形式的 SS，被分离的砂粒以填埋方式处置。

② 生物处理单元

两段式 AB 工艺，即：A 段为吸附;B 段为生物降解。A 段包括吸附池和中间沉淀池。A 段之前不设初沉池，以便充分吸附、转化原污水中的有机物。A 段对污染物的去除主要是通过该段活性强、世代时间短的细菌絮凝、吸附作用和生物合成作用来对水中固态与溶解性有机物进行吸附、转化去除，其中絮凝、吸附起主导作用。在 A 段,氮和磷也会因细菌合成或化学沉淀而明显减少。A 段

水力停留时间为 0.5 h，污泥龄为 12~18 h，使得进水中约 60.7% 的 COD 得以去除，此段产生的剩余污泥量占剩余污泥总量的 81.7%，主要用于后续厌氧消化产 CH₄ 过程。B 段包括曝气池和二沉池。在 B 段曝气池中生长的微生物除菌胶团微生物外，还有相当数量的高级真核微生物，这些微生物世代时间较长，并适宜在有机物含量较低的环境下生存并繁殖，可将进入 B 段的 COD 再消除 87%。加上 A 段去除的 60.7% 的 COD，A、B 两段总共可去除 95.3% 的进水 COD。在 B 段曝气池中，NH₄⁺通过硝化作用被氧化成 NO₃⁻，部分 NO₃⁻通过生物体内 SND(同步反硝化)作用生成 N₂ 被去除。B 段曝气池(V = 10 456 m³) 内混合液中溶解氧(DO)保持 1 --2 mg /L。因需维持曝气池内必要的 DO 含量和缺氧/好氧环境，需对 B 段曝气池实施间歇曝气，所以此处为能量消耗最为集中的单元，占全厂总电能需求的 44.9%。该阶段产生的剩余污泥量占剩余污泥总量的 18.3%，与 A 段剩余污泥一起用于后续厌氧消化产 CH₄ 过程。 ③ 污泥浓缩 为了将 A、B 段产生的剩余污泥应用于厌氧消化过程，首先必须对污泥进行浓缩，以减少剩余污泥的体积。浓缩前混合污泥含水率为 98%-99%，浓缩后为 95%-96%。 ④ 厌氧消化 厌氧消化产 CH₄ 是整个污水处理厂能量回收的核心内容，中间沉淀池与二次沉淀池中产生的剩余污泥经浓缩后引入厌氧消化池。在 35 °C 中温条件下，污泥经厌氧消化产生生物气体(沼气)，其中 CH₄ 含量为 58%-62%。 ⑤ 污泥脱水 经厌氧消化后的消化污泥含水率基本不变，需要进一步降低其含水率，经机械脱水后的污泥含水率一般在 55%-80%。污泥脱水后形成的高消化液被送往 DEMON 工艺进行自养脱氮处理，脱水污泥被用于堆肥或焚烧最终处置。 ⑥ 消化液侧流自养脱氮(DEMON) 工艺 采用生物转盘一步式厌氧氨氧化(DEMON) 工艺(与 CANON 同义术语 [3 自养脱氮。消化液中高浓度 NH₄⁺在生物膜外层实现中温亚硝化，并在其内部完成厌氧氨氧化 ⑦ 热电联产(CHP)

	Strass 污水处理厂消化产生的生物气体以 CHP 热电联产方式加以高效利用(电能转化效率为 40%左右) , 产电量为 2.30 kW·h /m³ 生物气, 余热分别用于消化池加热和建筑采暖, 多余热量经迅速冷却后随出水排出。 ⑧ 脱氮除磷 脱氮除磷分两阶段实施: 第一阶段(2005 年以前) , AB 法+消化液侧流 SB R 法异养脱氮; 第二阶段(2005 年—至今) , AB 法+消化液侧流自养脱氮(DEMON) 。 Strass 污水处理厂采用化学除磷方式, 在 A 段吸附池中投加化学药剂实施化学除磷, 化学药剂为制铝工业免费提供的废弃物--铝酸钠(Sodium Aluminate), 除磷效率达 80%以上, 可以满足出水 TP<2 mg /L 的要求。化学沉淀污泥与活性污泥混合形成的剩余污泥被送往浓缩、消化等单元。 Strass 污水处理厂规模虽小, 但通过主流工艺 AB 法可以获得较多剩余污泥, 与外源厨余垃圾一同实施厌氧共消化所产生的生物气热电联产后完全可以满足其运行能耗(热、电) , 早在 2005 年便实现了“碳中和”运行目标, 成为污水处理碳中和运行的国际先驱。其经验表明, 污水处理规模不在大小, 只要处理工艺选择得当, 便能最大化剩余污泥产量, 使之在厌氧消化中转化为可用能源。这与我国视污泥为负担, 想方设法进行污泥减量的做法截然相反。 能量开源是 Strass 污水处理厂实现碳中和运行的法宝, 特别是利用自身厌氧消化池优势, 实时收集厂外厨余垃圾进行共消化, 不仅解决了厨余垃圾的稳定处理问题, 而且在满足碳中和运行的基础上还可实现向厂外供电、供热, 已成为名副其实的“能源工厂”。以此激励学生在平时学习和日后工作中多学多看多总结。处处留心皆学问! 同时增强学生们的专业使命感, 作为未来的水环境从业者, 有义务对我国污水处理技术做出自己应有的贡献。
分析评价	案例通过介绍国际上具有先进技术及理念的污水处理厂工艺, 培养学生创新意识。结合能源利用战略, 培养学生“可持续发展”和“低碳减排”理念。
评价者	许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-043
案例标题	推动绿色发展，走向海绵城市
案例来源	原创
内容简介	海绵城市是人工湿地的一个典型代表，以海绵城市工程案例引入，会让学生更形象地理解人工湿地在实际生活中的应用。同时培养学生树立节约水资源的生态文明理念，激发学生在生活中开源节流和对水资源循环利用，建立可持续发展理念。
关键词	海绵城市；课程思政；教学设计；水资源回用；循环经济
编写时间	2023-5-17
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	发展循环经济、生态文明建设
素材长度	1771
案例正文	当今中国正面临着水资源短缺，水质污染，洪涝灾害，水生物栖息地丧失等多种水问题。这些水问题综合症是系统性、综合的问题，亟需一个更为综合全面的解决方案。“海绵城市”理论的提出正是立足这一背景。习近平总书记在2013年12月召开的中央城镇化工作会议上发表讲话时谈到的，建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”。到2014年2月，住房和城乡建设部城市建设司在其工作要点中明确提出海绵型城市设想；同年3月，习近平总书记在中央财经领导小组第5次会议上提出新时期治水思路“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期治水战略，同时再次强调“建设海绵家园、海绵城市”。同年12月，财政部、住房和城乡建设部、水利部联合印发了《关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》（财建[2014]838号），组织开展海绵城市建设试点示范工作。海绵城市是指城市在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，是一种以雨水综合管控为出发点，统筹解决城市水安全、

水环境、水生态、水经济、水景观与水文化的复杂体系。

基于生态系统服务、景观安全格局等理论，结合河北省秦皇岛市滨海生态修复城市海绵系统等案例（图 1），详细阐述了“海绵城市”的构建体系，作为一种生态途径，其构建核心在于建立跨尺度的水生态基础设施，以综合解决中国城乡突出的水问题。

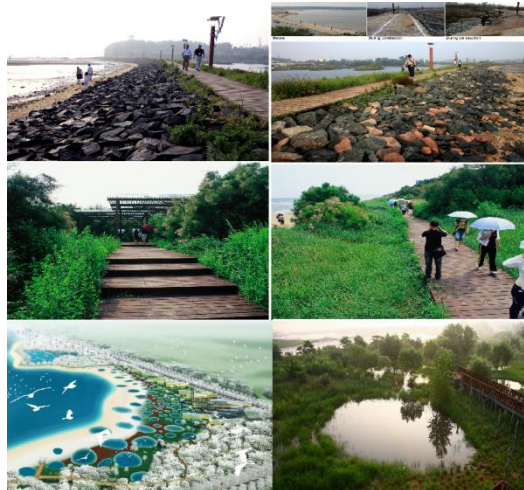


图 1 秦皇岛滨海生态修复城市海绵系统

秦皇岛市位于河北省的东北部，由于受渤海湾与燕山山脉的夹持，使北戴河及其周边地区的滨海平原成为一条狭窄的通道。此项目规划的场地处于我国河北省秦皇岛市北戴河区与海港区之间，为北窄南宽的狭长条形，长达 6.4km，占地 60km²，南起鸽赤路，东至鸽子窝公园、渤海潮汐线，西至滨海大道，北至现状别墅群“海洋花园”南侧。原有场地整体地势相对平坦，靠近外围道路处为植被层，南部为滩涂地、北中部现为海水养殖区。

但是，这片海岸带原有的生态环境遭到了严重的破坏。沙丘被严重地侵略，植被退化，海滩被荒芜，堆满了垃圾。之前的开发建设破坏了海边湿地，使之满目疮痍。那么我们要如何解决这个问题呢？

在授课过程中，以秦皇岛滨海生态修复城市海绵系统为例，将人工湿地的理论内容与海绵城市项目工程联系起来，让同学们认识到保护水环境和节约水资源的重要性，使学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。

本项目利用雨水进行湿地仿生修复。秦皇岛滨海地带的潮汐主要受渤海海峡进入的潮汐影响。秦皇岛海岸保护带在海水和淡水交汇地带，形成湿地生物群落。有规律的潮起潮落，在海边留下许多深浅不一的盐沼地（湿地泡）。来潮时，它们被充满水，并带来小鱼和虾蟹，潮退时，鱼虾被滞留在里面，成为

	鸟类的觅食处。因地制宜的利用场地原有微地形，围绕盐沼地不同生境、不同耐盐度和不同水分要求的植物，为多种鸟类和生物创造了栖息地。场地中大大小小的洼地用来收集雨水，从而让湿地植物和动物群落得以生长。同时，随海潮的涨落，水洼的显现与淹没，验证着海绵城市的良好“弹性”，可以吸水、蓄水、渗水、净水，并将蓄存的水“释放”并加以利用，实现了生态、经济和人文效益。 图 2 海绵城市设计图解 项目在设计过程中，考虑了其他的生态元素，比如，划定鸟类保护区、生态友好型的防波堤和动物栖息岛等，实现与生态环境的协调，从而改变我国原有的城市规划观念，很好地重建自然与人之间的和谐关系；建设海绵城市要求合理利用土地资源，维持良好的水循环，发展循环经济，实现人与自然的和谐相处；运用“景观安全模式”的概念，对水源保护、洪涝调蓄、生态多样性保存、水质量管理等景观要素进行了划分，从而建立起以生态系统为中心的水安全体系，实现了水资源回用，是一种符合自然规律、能提高城市生态环境的设计。
分析评价	以海绵城市工程案例引入，让学生形象地理解人工湿地在实际生活中的应用。同时培养学生树立节约水资源的生态文明理念，建立可持续发展理念。
评价者	许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-044
案例标题	智慧水务-助力污水处理厂节能降耗
案例来源	原创
内容简介	污水处理厂实现自动化、智慧化、信息化、远程监控管理已经成为必然趋势，也顺应国家推广的“智慧环保”理念。将新一代信息技术与水务技术有效结合，实现资源共享、业务协同、智能应用三者有效统一，提高管理效能。加强协同创新，不唯上，不唯书，敢于质疑，培养学生创新精神。
关键词	智慧水务；自动化；节能降耗；污水处理厂
编写时间	2023-2-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	使命意识、创新精神、职业素养
素材长度	1631
案例正文	为提高《废水处理及再生利用》课程设计质量，通过实习和调研时参观并模拟智慧水务平台建设，课上讲解智慧水务改造污水处理厂工艺案例，在保障污水处理系统稳定运营的前提下响应国家提出的节能降耗绿色环保要求，建设智慧水务管理平台逐步成为各污水处理厂信息化建设的重要内容。借助新一代信息化技术及云计算等处理手段，实现污水处理厂管理模式的整体优化与提升，同时达到节能减排的目的。污水处理厂实现自动化、智慧化、信息化、远程监控管理已经成为必然趋势，也顺应国家推广的“智慧环保”理念。 以天津市港区污水处理厂升级改造，污水处理工艺由 A/O 工艺变为两级 A/O+絮凝沉淀+砂滤的深度处理工艺，出水水质由 GB8978-1996《污水综合排放标准》中的二级标准提高到 GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 B 标准，尾水排入渤海湾，改造后设计处理水量为 600m³/天。改造后出水水质指标执行天津市地方标准 DB12/599-2015《城镇污水处理厂污染物排放标准》。

目前污水处理厂采取“预处理+生化+深度处理”三级处理工艺，工艺流程如图 1 所示。预处理包括粗格栅、细格栅、隔油池、调节池；二级处理包括两级 A/O 生化反应池、沉淀池；三级处理包括强化沉淀池、砂滤池和中间水池等。该工艺流程长，设备仪表多，污水系统无法实现实时监控，日常管理产生大量手工报表，如工艺记录表、现场巡检表、化验室报表等，工作量大且容易出现错漏。污水处理系统问题反应滞后、响应不及时导致出水水质不稳定。基于以上问题搭建的智慧水务平台，可提高污水厂在感知、分析、决策、执行环节的智慧化水平，提高污水处理厂运行效率与管理水平，实现过程管理的精准化与精细化，同时实现了节能降耗、稳定运行。

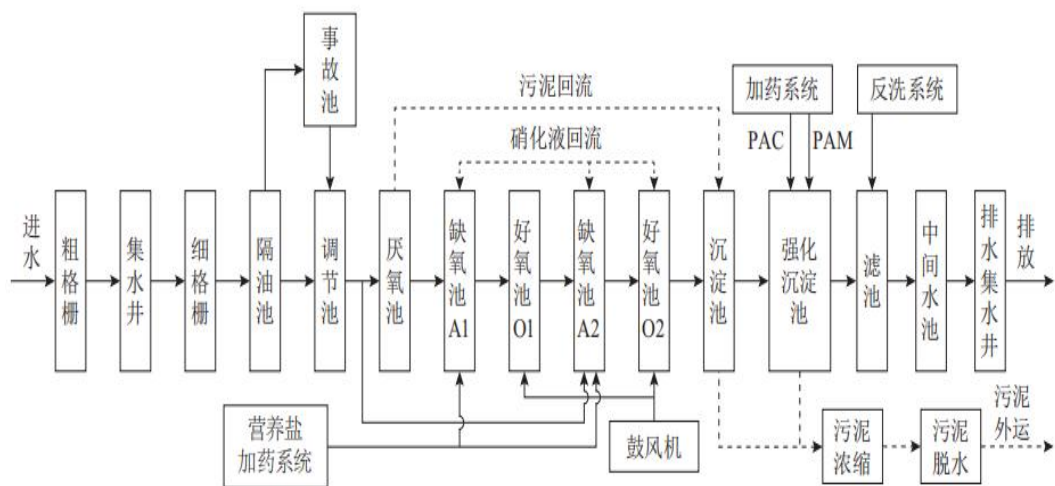


图 1 港区污水厂工艺流程图

通过智慧水务平台的建设，提升污水处理厂的自控水平，自控系统应达到污水处理智能化管控能力，实现对污水系统的远程监控、技术指导、生产调度、数据挖掘、信息发布等功能；使厂区管理由分散转向集中，由粗放型转向精细化和智能化，从而提高整体管理水平、降低运营成本、提高核心竞争力。

污水处理厂智慧化管理是在自动化的基础上，通过对污水水质、水量、水压、及在线仪表的监测，结合物联网、大数据等技术实现实时监控、分析污水系统运行状况，并实时传达到各相应运维部门，实现快速反应、科学决策。智慧化水务平台详细分析每一个工艺单元功能，找出控制的关键点，通过信息化设计，搭建智慧化自控平台。港区污水厂的功能及自控平台如图 2 所示。

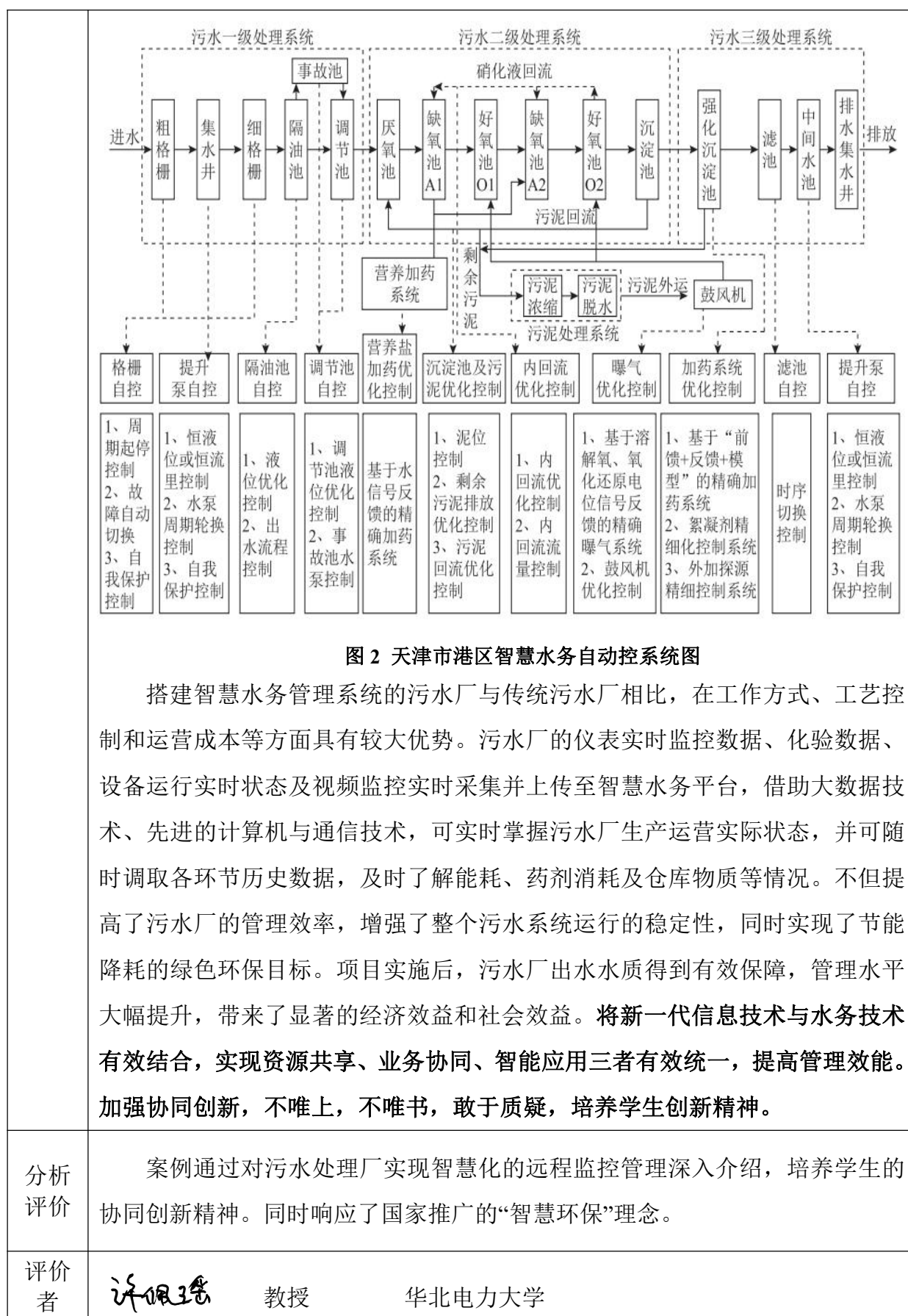


图 2 天津市港区智慧水务自动控系统图

搭建智慧水务管理系统的污水厂与传统污水厂相比，在工作方式、工艺控制和运营成本等方面具有较大优势。污水厂的仪表实时监控数据、化验数据、设备运行实时状态及视频监控实时采集并上传至智慧水务平台，借助大数据技术、先进的计算机与通信技术，可实时掌握污水厂生产运营实际状态，并可随时调取各环节历史数据，及时了解能耗、药剂消耗及仓库物质等情况。不但提高了污水厂的管理效率，增强了整个污水系统运行的稳定性，同时实现了节能降耗的绿色环保目标。项目实施后，污水厂出水水质得到有效保障，管理水平大幅提升，带来了显著的经济效益和社会效益。将新一代信息技术与水务技术有效结合，实现资源共享、业务协同、智能应用三者有效统一，提高管理效能。加强协同创新，不唯上，不唯书，敢于质疑，培养学生创新精神。

分析评价 案例通过对污水处理厂实现智慧化的远程监控管理深入介绍，培养学生的协同创新精神。同时响应了国家推广的“智慧环保”理念。

评价者 许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-045
案例标题	新冠病毒废水处理技术助力打赢疫情防控阻击战
案例来源	原创
内容简介	明确医院污水处理的原则和特点，将专业理论知识与当下社会背景相结合，积极思考，善于发现问题，可以分析问题，运用科学性、创造性思维能够解决问题；培养学生强化意识，提高政治站位；拥有坚定的爱国信念，树立正确的价值取向。
关键词	医院污水；课程思政；教学设计；工艺流程
编写时间	2023-2-15
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	爱国信念、专业理论知识与社会背景相结合、社会责任感
素材长度	1319
案例正文	2020 年春节前夕，一场突如其来的新型冠状病毒感染肺炎疫情来势汹汹，席卷全球。在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，各级党组织和广大党员干部、医务工作者全面落实联防联控措施，构筑起群防群治的严密防线。 在与新冠斗争的战役中，各医疗卫生机构作为防控一线单位，担负攻坚重任的同时不可避免地要排出大量污水，其中含有多种细菌、病毒、化学药剂等污染物质。医院污水不经处理任意排放，易引起水源污染或爆发新一轮传染病，将为疫情防控阻击战的胜利带来极大阻碍。因此，对于携带传染性病毒的医院污水，其监管处理工作显得至关重要。 含有新冠病毒等污染物质的医院污水在收集、输送、排放过程中，可能造成病原体再次传播扩散，采取什么措施可进行有效防控？在医院污水处理过程中，同时会产生废气、污泥等副产物，病原体可能会由污水转移到这些不同介质中造成二次污染，怎样才能保障处理全过程的无害化控制？

通过以上问题的启发式思考，引导学生利用专业知识构建全局意识，完成医院污水的处理工艺设计，切断病菌可能的传播扩散途径，全方位助力打赢疫情防控阻击战。

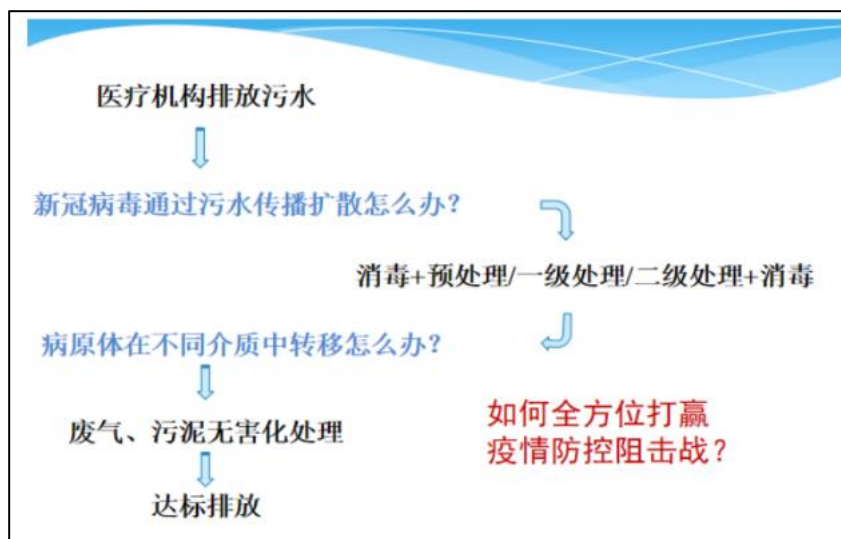


图 1 医院废水处理思路图

疫情相关新闻受万众关注，引导学生充分利用现代信息技术，自主搜索并整理获得医院污水处理信息，并以屏幕分享方式进行线上交流讨论，实现混合式教学。教学过程可提高学生学习的主动性，通过成果共享、互助合作，培养学生思辨能力及分析问题、解决问题的能力。

讲解医院污水的来源、分类，分析医院污水的水质特征，明确医院污水处理的原则和特点。在此基础上，设计医院污水处理的典型工艺流程，并重点阐述其核心单元的工作原理。



图 2 致敬逆行者

课程运用案例取材于 2020 年春节前夕肆虐全球的新型冠状病毒感染肺炎

	疫情，一场没有硝烟的疫情防控攻坚战轰然打响。各级党组织、医护战士牢记使命，敢于担当，危难关头勇当战疫最美逆行者，借此培养学生迎难而上、攻坚克难的勇气。国难当头，全国人民顽强不屈的的抗疫精神激励着当代大学生不忘初心，坚定“苟利国家生死以，岂因福祸趋避之”的爱国主义信心。 纵观全球疫情防控形势，相较于国外疲软应对的状态，中国抗疫采取措施有力、取得效果显著，由此激发出学生“此生无悔入华夏，来世愿在种花家”的民族自豪感。而中国疫情防控工作之所以顺利开展,靠的是中国共产党的正确领导和中国特色社会主义制度的优越性，深度再现制度自信。 每位公民都在为疫情防控贡献力量，众志成城，抗击新冠。作为未来环境从业者，有责任利用专业所学积极探索与实践，进行疫情防控相关科学研究，培养学生追求真理，崇尚科学的求知精神。
分析评价	案例以新型冠状病毒疫情引出医院污水处理，引导学生利用专业知识构建全局意识，介绍疫情中最美逆行者培养学生迎难而上、攻坚克难的勇气和爱国主义信心。
评价者	许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-046
案例标题	苦心孤诣、坚持不懈--浙江大学污泥热能研究团队
案例来源	原创
内容简介	污泥处理，是对污泥进行减量化、稳定化和无害化处理的过程，以浙江大学污泥脱水干化焚烧集成技术为例，让学生们了解到生态理念的核心要素是人的生存与可持续发展，要因地制宜，提升设施效能。
关键	污泥焚烧；稳定化；无害化；生态环境
编写时间	2023-2-20
编著	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	可持续发展、坚持不懈、专业使命感、生态文明建设
素材长度	1649
案例正文	浙江大学热能工程研究所在污泥焚烧技术研究开发方面走在了全国的前列。从 1996 年出口到韩国的第一台污泥焚烧锅炉开始，浙江大学热能工程研究所系统研究了污泥输送、污泥干化、污泥焚烧、污染物控制等污泥焚烧处置的集成技术，形成了完善的技术体系。其所开发的污泥干化焚烧系统由污泥仓和泵、污泥深度脱水单元、热干化系统、污泥焚烧锅炉和烟气净化装置组成。 图 1 污泥深度脱水技术 浙江大学联合相关的设备厂商，开发了污泥深度脱水工艺（如图 1 所示），尽可能采用机械的方法降低水分，减少污泥处置的运行成本；开发了具有自主

知识产权的螺旋回转式污泥干化机（如图 2 所示），通过蒸汽间接换热干化污泥，将污泥半干化后作为燃料进入炉内焚烧。



a. 单轴（圆盘）

b. 双轴

c. 四轴

图 2 不同容量的螺旋回转式干化机

为确保污泥焚烧后不会造成二次污染，在尾气处理方面采取了以下措施：

- （1）采用流化床燃烧方式，实现污染物较低排放；
- （2）采用“3T”技术控制二噁英生成；
- （3）开发了循环悬浮式半干法烟气净化装置。

基于上述开发的关键技术，浙江大学热能工程研究所针对不同条件和不同地区的需求，提出了如下可选方案，并将其应用于实际：

1. 将污泥深度脱水或干化后送入燃煤发电锅炉混烧

通过“深度脱水/干化+燃煤锅炉掺烧”的方式处理污泥。采用深度脱水技术，或利用热电厂 150℃，0.4-0.6MPa 饱和蒸汽将含水率 80-85%左右的湿污泥干化为含水率 60%以下的污泥燃料，掺入燃煤发电锅炉焚烧（如图 3 所示）。



图 3 杭州富阳八一污水处理厂污泥脱水焚烧处理工程

2. 新建污泥干化焚烧集中处置站

在仅需处理污泥的地方，可以新建污泥干化和焚烧处置站（如图 4 所示）。污泥焚烧前首先采用蒸汽进行干化，干化后的污泥进入流化床焚烧炉，焚烧后

产生的蒸汽用于污泥干化。根据污泥热值不需或仅需少许辅助燃料即可实现能量自平衡。如果附近有供热需要，还可适当多产生蒸汽。



图 4 温州污泥干化焚烧系统

3. 将污泥干化后送入垃圾焚烧炉作为垃圾焚烧的辅助燃料

在具有垃圾焚烧炉的地方，可通过“干化+垃圾炉掺烧”的方式处理污泥。采用垃圾焚烧厂蒸汽将含水率 80%左右的湿污泥干化为含水率 50%左右的干化污泥燃料，送入垃圾焚烧炉，作为辅助燃料与垃圾一起进行焚烧发电（如图 5 所示）。



图 5 绍兴市污泥和垃圾焚烧发电工程

4. 将湿污泥直接加入燃煤循环流化床锅炉掺烧

通过直接焚烧的方式处理污泥（如图 6 所示）。采用燃煤循环流化床锅炉直接焚烧含水率 80%左右的湿污泥。



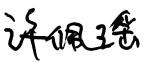
图 6 浙江圣雄制革污泥焚烧工程

为了让学生更好地将课本知识融入到实践之中，学校特别安排我们老师带领学生去参观了商洛市及下属县镇安县云盖寺生活垃圾资源化处理站，其首次在陕西投用由浙江大学所研发的生活垃圾处理设备。目前，镇安县已经建成了 5 个垃圾资源化处理中心，到 2018 年，全面推行垃圾分类资源化处理。据介绍，每 100 吨的餐厨等可腐烂垃圾可生产出 10 吨左右的有机肥，而 100 吨不可腐烂垃圾只生产 1 吨左右的“瓷灰”，据此推算垃圾分类处理后，镇安县每年可从可腐烂垃圾中生产约 1.5 万吨生物有机肥，供当地茶叶、魔芋、牡丹、烤烟、板栗、核桃等主导产业使用，真正把镇安高山农产打造成“高山有机食品”。



图 7 2021 年带领学生赴商洛市镇安县云盖寺生活垃圾资源化处理站参观实习

浙江大学污泥焚烧技术研究团队始终坚持“绿色发展，创新引领”的发展理念，做到因地制宜，提升设施效能，致力于成为国内前列的污泥减量化、稳定化、无害化、资源化的系统解决方案提供商，也让我们了解到在一个专业领域，刻苦钻研，勇于实践，坚持数年，就会成为这个专业的高手，所谓“十年磨一剑”就是这个道理。

分析 评价	案例引入浙江大学污泥热能研究团队介绍污泥脱水干化焚烧集成技术，始终坚持“绿色发展，创新引领”的发展理念。培养学生坚持不懈、刻苦钻研、勇于实践的科研精神。
评价 者	 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-047
案例标题	课后任务-互联网技术，开启智慧环保新征程
案例来源	原创
内容简介	要求学生通过知网、web of science 等数据库结合网络等方式进行大量文献的搜索，了解智慧水务的定义、相关案例以及人工智能技术在水资源保护方面的应用，对比国内外相关案例的优缺点，思考智慧水务面临的机遇与挑战，最终以 ppt 格式汇报，并以图文作业的形式展示提交。训练学生网络搜索、语言表达、思辨能力、总结能力等，通过智慧水务本身的人工智能技术的应用，提高他们的创新能力以及思维开阔能力，并培养社会责任感。
关键词	污水；课程思政；教学设计；智慧水务
编写时间	2023-3-29
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	思辨能力、社会责任感、语言表达能力、开拓创新
素材长度	1351
案例正文	基于商洛学院围绕“以生为本”的工作理念，以思想引领为先导、创新理念为先驱，从培养学生的综合能力角度出发，借助学科的交叉、渗透、融合，提高学生的专业认知能力和新知识的学习能力，通过学生搜索国内外案例，分析其特点，培养学生总结能力和道德素质，从而全面提高学生的综合素质与能力。 新兴信息技术革命正驱动着全球工程教育的深刻变革，知识总量快速增长，知识需求日新月异。政策推动技术创新，借助蓬勃发展的大数据和人工智能，传统水处理行业也迎来了新的发展机遇。污水处理厂实现自动化、智慧化、信息化、远程监控管理已经成为必然趋势，也顺应国家推广的“智慧环保”理念。 结合学生人数的实际情况，进行分工安排，根据内容工作量，合理安排学生进行分工，构建明确的德育体系，对课程任务进行系统设计，教师根据课程

内容优化设计，努力将各个环节与学生的个人发展联系起来，并且将综合素质的培养渗透到每个环节，从而构建完整的课程思维导图。学生积极参与文献搜索、汇总总结等学习环节，针对于学生 ppt 讲解，老师进行内容点评以及 ppt 绘制的建议，从而培养学生的综合素质与能力。

以作业“认识智慧水务”为例(见图 1)，这个作业要求学生通过知网、web of science 等数据库结合网络等方式进行大量文献的搜索，了解智慧水务的定义、相关案例以及人工智能技术在水资源保护方面的应用，对比国内外相关案例的优缺点，思考智慧水务面临的机遇与挑战，最终以 ppt 格式汇报，并以图文作业的形式展示提交。

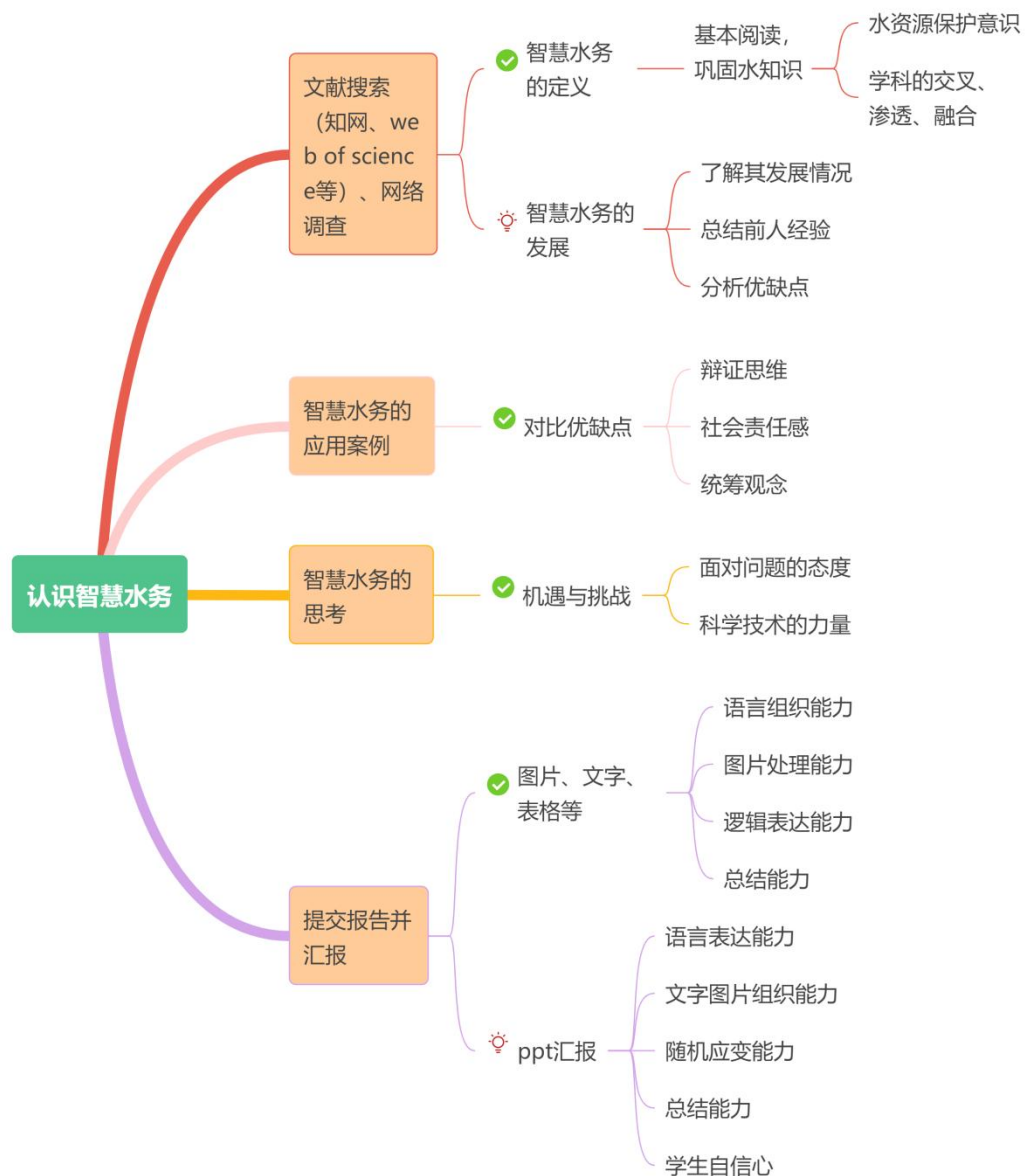
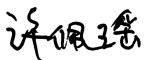


图 1 《认识智慧水务》的思维导图

	本作业的目的主要分为以下几点：一是针对于不同的环节，看似独立，实则存在内在联系，训练学生的分工与合作能力；二是通过搜索智慧水务的文献，巩固水污染以及污水处理厂等专业知识；三是训练学生从大量数据中，搜索自己所需的核心内容，学生本身就借助互联网技术，认识到互联网这一科学技术所带来的便利，智慧水务本身是计算机学科在水污染方面的交叉融入，新技术的融合，训练学生创新能力和开阔学生思维；四是训练学生文献搜索能力、语言组织与表达能力、思辨能力和互联网技术的使用能力；五是通过了解智慧水务的案例，通过对比汇总不同案例，训练学生的总结概括能力，提高学生的家国情怀和社会责任感。通过此课程设计，作业要求就与学生的培养密切相关，学生带着对于新知识的渴望以及热忱去做，受益颇多，个体合作与分工，调动了同学们的积极性和主动性，也促进学生之间的团结合作。
分析评价	案例通过让学生制作并讲解关于智慧水务 ppt，训练学生文献搜索能力、表达能力、思辨能力和互联网技术的使用能力；通过了解智慧水务的案例，通过对比汇总不同案例，训练学生的总结概括能力，提高学生的家国情怀和社会责任感。
评价者	 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-048
案例标题	践行低碳发展，实现“双碳”目标
案例来源	原创
内容简介	污水处理厂对于污水处理有一定效果的同时，也产生了新的问题（温室气体的排放），以碳中和理念为主导，引入污水处理厂温室气体排放问题，让学生统筹认识污水厂所面临的新挑战。同时培养学生树立新的发展理念、全面统筹，保护自然资源，绿色低碳的思维面对新的挑战。
关键词	碳达峰；碳中和；环保使命感；生态环境
编写时间	2023-3-18
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	新发展理念、绿色低碳、全面统筹、科研与教学
素材长度	2588
案例正文	2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布中国力争于 2030 年前实现碳达峰，于 2060 年前实现碳中和。随后，2021 年 3 月，十三届全国人大四次会议就通过了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》，制定了 2030 年碳排放达峰值的行动方案，并为争取 2060 年前实现碳中和提出了具体的措施。 污水处理厂虽然减轻了水污染，但不仅是电能和化学品消耗的大户，会导致资源消耗，而且在污染物降解转化过程中还大量产生和直接排放 CH_4、N_2O 等温室气体，产生环境影响，因此是不可忽视的碳排放源。据报道，废水处理行业消耗全球电力的 3-5%，温室气体的排放量占国家温室气体排放总量的 1-5%。除常规污水处理厂以外的污水处理厂外的污水污泥管理也可能占温室气体排放的 40%。为了为如此大量的温室气体排放制定有效的战略，就必须评估

整个废水处理部门的温室气体排放情况，以便在国家一级更好地了解排放基线，从而制定适当的温室气体减排战略。图 1 是每个省废水和污泥处理过程中三个阶段的温室气体总排放量的分布（Mt CO₂-eq）。总体而言，京津冀地区、长三角、珠江三角洲等众多重要的城市群占温室气体排放量的大部分（59.74%）。其空间分布基本符合我国城市污水处理设施的发展过程。那么，污水行业如何实现碳中和这一重要问题？已经成为社会关注焦点。

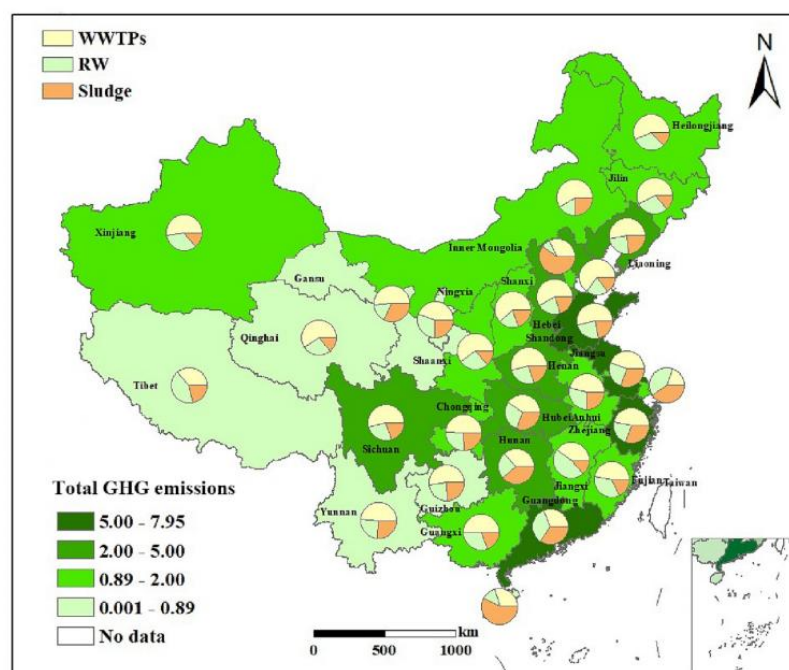


图 1 每个省废水和污泥处理过程中三个阶段的温室气体总排放量的分布（Mt CO₂-eq）

在讲授污水处理厂相关工艺过程中所产生的 CO₂ 等温室气体的环境影响时，引入国家的政策及发展理念（国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[2021 年 9 月 22 日]），不仅让学生意识到，污水处理厂虽然能解决一些环境污染问题，但是特也给人们带来了新的挑战——温室气体的排放，而且，通过对全国的污水处理厂的相关数据，也培养学生用数据说话，贯彻习近平生态文明思想，贯彻新的发展理念。

废水处理过程中的温室气体排放（二氧化碳、甲烷和一氧化二氮）可分为现场/直接排放和场外/间接排放。现场温室气体排放由生物活动硝化产生，如硝化-反硝化、有氧和厌氧消化，而场外温室气体排放由电力和化学品的消耗以及污水处理厂外的外部活动产生，包括污泥运输和处置。据报道，2016 年，上海中 50 个污水处理厂的直接和间接温室气体排放量分别为 0.24 和 0.51 Mt CO₂-eq，

排放强度为 0.268~0.738 kg CO₂-eq/m³ 废水。在较大的空间尺度上，2014 年中国 2019 年污水处理厂的城市甲烷排放量为 292 万吨 CO₂-eq。2016 年全国污水处理行业的温室气体排放量为 3140 Mt CO₂-eq，68%的排放量来自直接一氧化二氮和甲烷。图 2 显示了近 350 个地级市的温室总排放量的空间分布和排放工业的分布。近 20%的排放来自前 1%的国际都市和大都市。234 个城市的排放强度范围为 0.22-1.00 kg CO₂-eq/人/天，其余 63.6%的城市的排放强度低于 22 kg CO₂-eq/人/天，大部分为中国偏远地区未发达城市。

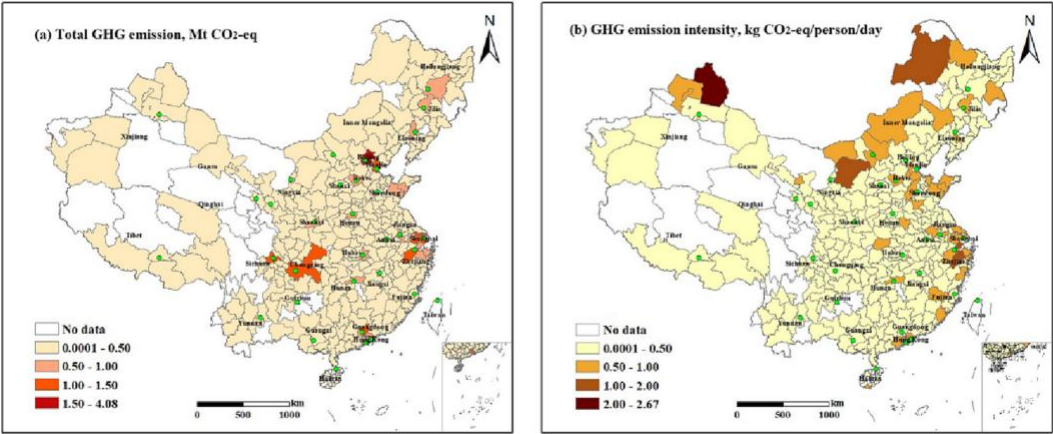


图 2 我国各城市温室气体排放总量(a)和排放强度(b)分布

减少污水处理厂的温室气体排放有助于在中国实现碳中和。但中国仍缺乏针对污水处理厂的高分辨率和时间序列的温室气体排放库存。Wang 等构建了 2006-2019 年不同废水处理工艺、能耗和废水排放的甲烷、一氧化二氮和二氧化碳的污水处理厂级排放清单。目标是开发一个透明的、可验证的和可比的 WWTP 温室气体排放清单，以支持中国污水处理厂减少温室气体排放。排放源包括生物处理过程的现场排放和 WWTP 的能源消耗和排放途径的现场排放。此团队区分了 10 个潜在的途径：直接和间接（从下水道）排入海洋；直接和间接排放到河流、湖泊、水库等。市政污水处理厂；直接排放至污水灌溉农田；直接排放至土地；其他设施（分散的污水处理设施）；集中的工业污水处理厂和其他排放途径。为了考虑不同处理技术的不同排放潜力，其根据 48 种不同的生物、物理、化学和物理化学技术及其组合计算了排放量。从文献中获得了符合中国条件的不同生物处理技术的温室气体排放因子。图 3 为 2006-2019 年中国污水处理设施分级温室气体排放清单建设流程图。只有生物处理工艺才会排放现场温室气体，但物理、化学和物理化学处理技术并不会产生现场温室气体排放。图 4 2006

年-2019 年，中国废水处理（百万吨二氧化碳排放量）和处理废水（十亿立方米）的温室气体排放量。

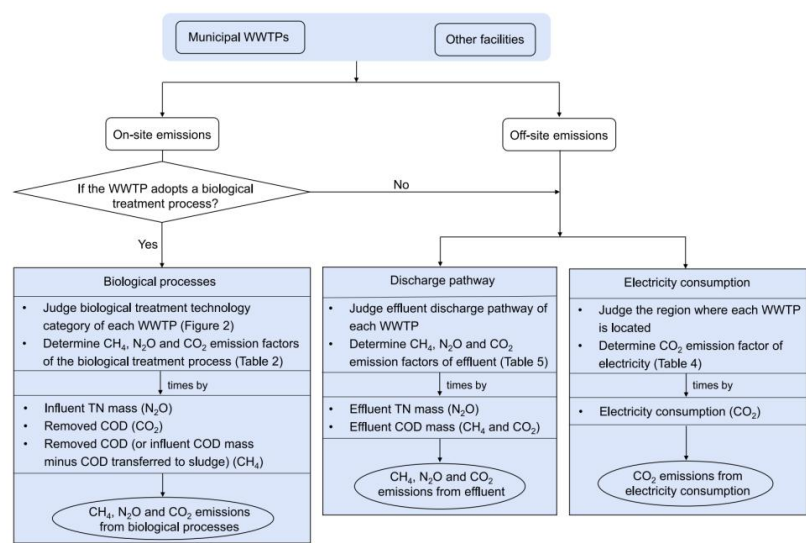


图 3 2006-2019 年中国污水处理设施二甲基温室气体排放清单建设情况一览图

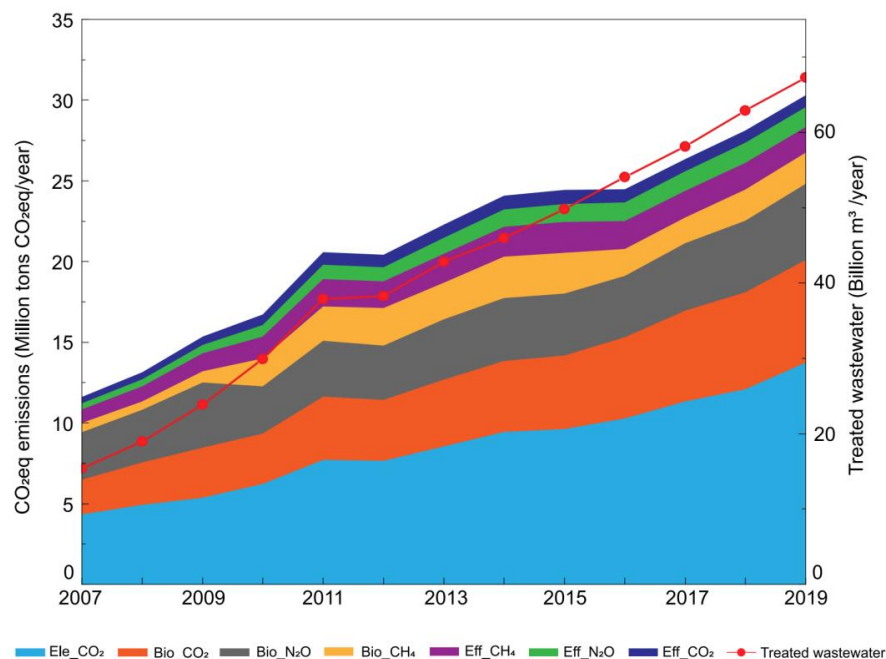


图 4 2006 年-2019 年，中国废水处理（百万吨二氧化碳排放量）和处理废水（十亿立方米）的温室气体排放量。Ele、Bio 和 Eff 表示由用电量、生物处理过程和废气排放产生的温室气体排放

根据碳中和理念，对城镇污水处理厂碳中和运行路线的建议，实现碳中和运行须从以下三个方面来实施（图 5）：

- ①以高负荷活性污泥工艺、化学强化一级处理工艺等“碳捕捉”工艺对有机碳：源具有较高的捕获率和较低的氧化率，可应用于前端“碳源捕集”；
- ②以自养脱氮、反硝化除磷等为代表的低耗处理工艺，可应用于城镇污水

处理厂主流/侧流工艺；

③厌氧消化-共消化-热电联产、热能回收和光伏发电等能源回收技术，可用于电能、热能回收。

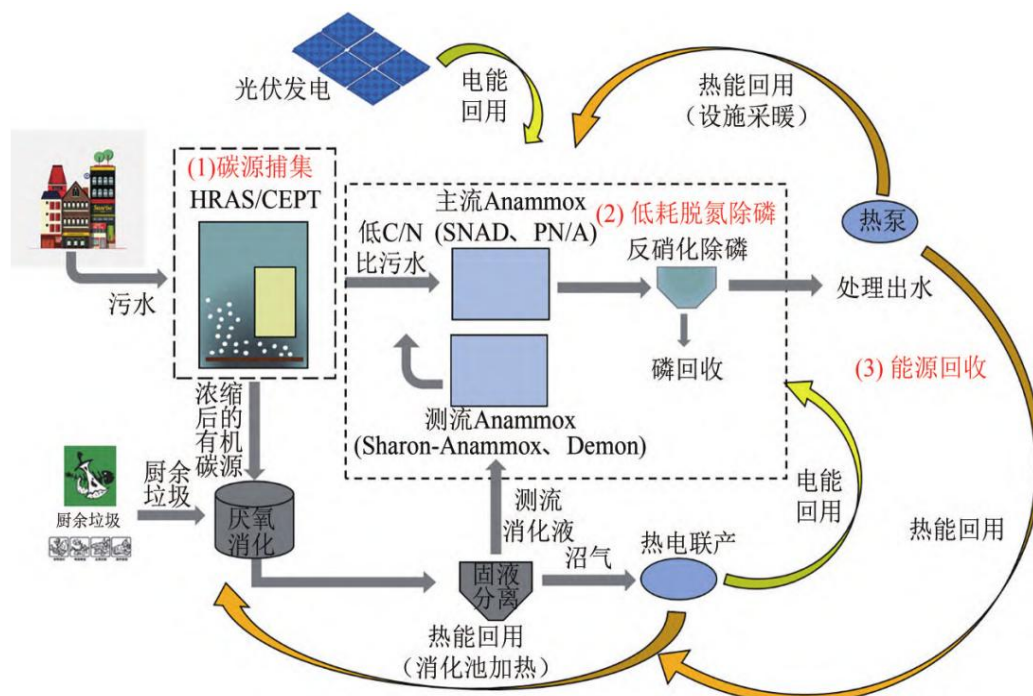


图 5 城镇污水处理厂碳中和运行路线

此研究过程中，考虑到我国污水处理碳中和的现实需求，今后我国污水厂不仅要继续减污，还要同时降碳。因此，很有必要在目前教学方案的基础上融入碳中和理念与实践，通过引入碳中和理念，采用全国、长时期数据的表示方式，促进学生用事实和数据说话，同时培养学生的统筹观念；借用科研文献，以教学带科研，以科研促教学，将科研融入教学，科研的思想、方法有助于培养学生的科研创新能力；贯彻碳中和的环保理念，培养学生的大国环保担当，熟悉实践过程的相关法律法规；通过对污水处理的节能减排和资源化利用，激励学生对促进经济社会可持续发展深入理解，从而实现全社会的碳达峰碳中和的国家战略目标。

分析
评价

案例通过污水处理厂温室气体排放问题向学生传达碳中和的环保理念，培养学生全面统筹、绿色低碳的思维能力，对经济社会可持续发展有更加深入的理解。

评价
者

许佩瑶

教授

华北电力大学

案例编号	20054201-049
案例标题	膜分离技术助力“十三五”防治水污染
案例来源	原创
内容简介	介绍我国在膜技术领域取得的辉煌成绩，进入“十三五”后重视膜技术污水处理，从中展现我国科学家正是有着坚定不移的理想信念，才能一次又一次的突破技术瓶颈，立足于世界水处理领域；鼓励学生努力学习、自主创新；培养学生励志推动我国水处理技术发展的专业使命感。
关键词	膜技术；水处理领域；专业使命感；
编写时间	2023-3-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	自主创新；丰富学识；社会主义建设者；
素材长度	2237
案例正文	我国膜分离技术虽起步较晚，但现已初步建立了较完善的膜工业体系，年产值正以每年 20%左右的增长率快速发展。 膜分离技术因其种类多、低能耗、效率高等特点，已广泛应用于海水淡化、污水处理以及食品、医药等众多领域。反渗透（RO）技术操作简单，脱盐率可达到 99.75%，极大地提高了海水淡化的效率。截至 2017 年，全国产水规模达到 127.2 万 t/d，预计 2020 年全国海水淡化总规模达到 220 万 t/d 以上，海水淡化产业已成为我国海洋经济的重要部分。 在“十三五”期间，国家陆续推出 23 个涉及分离膜的政策专项文件，包括 17 个政策文件和 6 个专项文件，具体内容见表 1、表 2 所列。涉及的领域包括科技创新、水处理、生态环境与节能减排 4 个领域，其中水处理的相关政策文件占比高达 52%，可见我国膜分离技术的应用重点在海水淡化和污水处理上。

表 1“十三五”计划中膜分离产业相关政策

“十三五”计划膜分离产业相关政策	年份
《“十三五”国家科技创新规划》	2016
《石油和化学工业“十三五”科技发展指南》	2016
《全国海洋标准化“十三五”发展规划》	2016
《“十三五”控制温室气体排放工作方案》	2016
《“十三五”水资源消耗总量和强度双控行动方案》	2016
《“十三五”节能环保产业发展规划》	2016
《“十三五”节能减排综合工作方案》	2016
《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	2016
《“十三五”生态环境保护规划》	2016
《节水型社会建设“十三五”规划》	2017
《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》	2017
《能源技术创新“十三五”规划》	2017
《“十三五”材料领域科技创新专项规划》	2017
《“十三五”海洋领域科技创新专项规划》	2017
《全国海水利用“十三五”规划》	2017
《国家环境保护“十三五”环境与健康工作规划》	2017
《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》	2017

表 2 十三五计划膜分离产业相关专项

“十三五”计划膜分离产业相关专项	年份
海洋技术和装备关键国际标准研究	2017
NQI 战略性新兴产业国际标准研究专项	2017
面向规模化应用的膜法海水淡化关键技术及装备开发与示范	2017
水资源高效开发利用	2017
水体污染控制与治理	2019
水专项关键技术成果产业化二次开发与市场化推广研究课题	2019

中国膜分离产业由于基础落后、起步晚，导致发展缓慢的情况，在 2001 年左右得到改善。1995 年国内膜企业数量仅 50 家左右，2001 年后开始呈现快速增长趋势，“十二五”期间增加的膜分离企业数量达到了 332 家，至 2015 年膜分离相关企业进入了高位稳定时期。截至 2018 年，全国与膜分离研究有关的高校研究机构超过 100 家，膜制品生产企业和工程公司近 1300 家，其中年产值在 500 万元左右的中小企业约占膜企业总数的 85%，超过亿元年产值的企业只占 4%。进入“十三五”之后，随着水污染防治力度加大，膜分离产业也随着高速增长，中国已成为全球膜市场增长的主力。

在膜分离领域，国外起步早且发展成熟，尤其是美国和日本以绝对优势领先。而从 1999 年仅占全球膜总产值的 1.7%，到 2012 年 10%以上的占比，中国以全球最快的发展速度占据了国际膜分离市场的一席之地。现如今我国膜分离

	市场已跻身于世界前列，尤其是反渗透膜，与美国、日本一并占据了超过全球57%以上的市场份额。从中展现我国科学家坚持不懈、百折不挠、锐意进取的精神，他们正是有着坚定不移的理想信念，才能一次又一次的突破技术瓶颈，立足于世界水处理领域。让学生具有坚定的理想信念，弘扬中国精神，提升道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，为圆国家富强、民族振兴和人民幸福的中国梦而不断努力。 我国在水处理膜材料、特种分离膜材料和气体分离膜材料这三个领域都取得了很大的进步，技术水平总体上能和国际接轨，解决国内各种工业的需求。但在一些高端应用方面，比如大规模的海水淡化和难度比较大的水处理，一般还依赖国外技术。在一些基础原材料方面，国内技术仍不能满足产业化要求，不同批次产品性能指标有波动，在大规模制备应用方面尚有限制。让学生感受我国科技水平突飞猛进，培养爱国情怀，也让学生感受到我国水处理技术与世界先进水平的差距，鼓励学生自主创新，培养学生励志推动我国水处理技术发展的专业使命感；鼓励学生努力学习、自主创新，突破技术壁垒。 如今的中国乃至全球都面临着资源匮乏、能源短缺、环境污染以及人类动植物的健康问题，这些困难不仅限制了世界经济的可持续发展，更严重的还有可能威胁人类的生存，而先进的膜技术是解决这些难题最经济最绿色最有效的手段之一，因此发展膜技术受到了全世界的重视，发达国家将膜技术列入21世纪优先发展的高新技术。欧美、日本等国家和地区都投入巨资设专项进行开发研究，我国政府也高度重视，从“六五”到“十二五”以及“863”“973”计划，都将膜技术列为重点项目给予大力支持。十三五计划中水处理及环境能源问题也离不开膜技术，在市场需求及产业政策的双重推动下，我国膜技术产业必将会越来越重要，随之而来的挑战也会愈加严峻。
分析评价	案例通过对膜分离技术的介绍，结合科学家坚定不移的理想信念，融入了爱国情怀这一思政元素，培养学生自主创新能力和专业使命感。
评价者	许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-050
案例标题	“为有源头活水来”的城市绿肺--成都活水公园
案例来源	原创
内容简介	通过讲述人工湿地相关知识，并插入湿地成都活水公园为例，深入讲解城市污水处理中运用到人工湿地的好处；以此激发学生的创新能力，锻炼学生分析问题、解决问题的能力，提高专业能力自信和社会使命。同时培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念专业知识和生态文明战略。
关键词	人工湿地；课程思政；教学设计；生态环境
编写时间	2023-4-6
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任感、专业使命感、生态文明建设
素材长度	1636
案例正文	图 1 为成都市活水公园是成都市首个湿地公园，城市污水不便于官网收集，或使用的合流管道老化、淤积严重；老街道狭窄、街道拥堵，铺设市政排污管道极有困难，因此在众多因素考虑下建立了首个人工湿地公园-成都活水公园。那么，什么是城市湿地公园呢？建立人工湿地公园对水污染处理有何益处？  图 1 成都活水公园 以成都湿地活水公园为例，将课程内容与城市污水处理联系起来，让湿地

基础知识更为形象且牢固的传输给同学们，并激发同学们的专业使命感，提高学生的社会责任感，培养学生应用整体思维分析和理解人工湿地中微生物、植物等要素对污染物的降解和对有机物、氮、磷的去除功能；应用发展创新的眼光认识和理解湿地公园的形成；并且树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念。

四川省成都市活水公园,是我国第一座以水为主题的湿地生态展示景观公园,这个城市生态环保公园展示了国际先进的“人工湿地系统处理污水”的过程。其占地 2.4 平方公里的公园,坐落于成都市的护城河——府河上；主要目的是对府河河水进行净化，现在已经能够对雨水和河水同时进行过滤净化。

城市湿地公园是一种独特的公园类型,是都市保留的一块生态“绿肺”,一般建在城市中及其周边,具有一定的自然特性、科学研究和美学价值的湿地生态系统,能够发挥一定科普与教育功能,并在涵养城市水源、保护生物多样性等方面发挥重要作用,集中体现了湿地的生态效益、经济效益和社会效益。

它利用湿地中大型植物及其基质的自然净化能力净化污水,并在此过程中促进了大型植物生长,增加了绿化面积和野生动物栖息地,有利于良性生态环境的建设;它模拟和再现了自然环境中污水是如何由浑变清的全过程,展示了人工湿地系统处理污水的工艺:受污染的无生机的“死水”,经过塘床系统中的各级湿地单元与各种高、低等生物群落共同构成的生态系统后,变成生机勃勃的具有生命活力的“活水”,演示了水与自然界由“浊”变“清”、由“死”变“活”的生命过程,这是一个集现代意识和传统园林于一体的公园,蕴涵了丰富的文化、艺术和生态意义。

在成都活水公园中，从整体来看，被污染的水体通过进入公园的厌氧沉淀池—水流雕塑—厌氧沉淀池—植物水塘—养鱼池—氧化沟—回到府南河，形成一个大的生态水体循环，具体的平面布局图如图 2 所示。每个净水系统，如植物水塘、养鱼塘等在各自的区域和生境中，与其内部的各要素，如水体、微生物、植物等构成了一定的生态循环。活水公园在方方面面都能体现出生态循环原理在生态公园中的应用，这是园林艺术与人工湿地净水工艺相结合的一次成功的尝试。人工湿地系统工艺及与其相结合的城市园林、污水治理、水资源保护等工程将会得到迅速发展，成为促进人与自然持续和谐发展的重要措施之一。

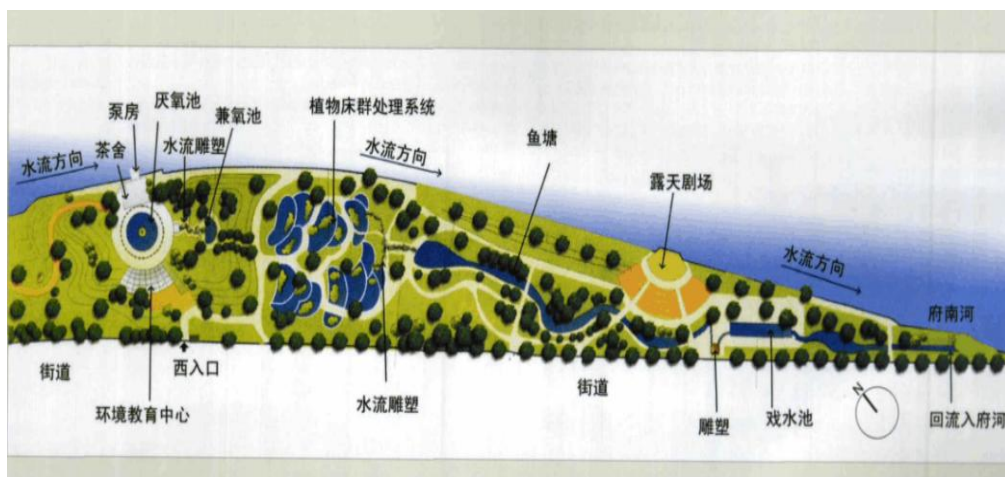


图 2 成都活水公园人工湿地系统平面布局图

通过从知识介绍到实际问题的引入，旨在锻炼学生分析问题、解决问题的能力，运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以人工湿地处理城市污水的实际应用开导激发学生的专业担当和社会使命。将专业知识和生态文明战略及“十四五”环境规划的重要指示精神结合，培养学生树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念专业知识和生态文明战略。

分析
评价

案例以成都湿地活水公园为例向学生渗透“绿水青山就是金山银山”的理念，也让学生了解到人工湿地在生态文明建设中的重要性，激发学生的创新思维和社会使命感。

评价
者

许佩强

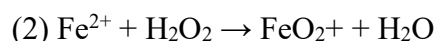
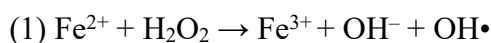
教授

华北电力大学

案例编号	20054201-051
案例标题	解芬顿反应之难题，建水清岸绿之生态
案例来源	原创
内容简介	化学家 Fenton 发现，过氧化氢与二价铁离子的混合溶液具有强氧化性，具有去除难降解废水的高能力的芬顿试剂，但在实际应用芬顿水处理技术遇到了难题。激发同学们的科研热情，在科研道路上坚持不懈，为实现国家高水平科技的自立自强作出自己的贡献；鼓励学生努力学习、自主创新，突破技术壁垒。
关键词	Fenton；强氧化性；科研热情；
编写时间	2023-4-13
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	坚持不懈、专业理论知识与社会背景相结合、创新思维
素材长度	1788
案例正文	高级氧化技术是利用强氧化性的自由基来降解有机污染物的技术，泛指反应过程有大量羟基自由基参与的化学氧化技术。其基础在于运用催化剂、辐射，有时还与氧化剂结合，在反应中产生活性极强的自由基，再通过自由基与污染物之间的加合、取代、电子转移等使污染物全部或接近全部矿质化。常用的高级氧化技术有 TiO_2 光催化、杂多酸光催化、Photo-fenton 反应、Fe^{3+} 光解和酞菁光敏化等。 1893 年,化学家 Fenton 发现，过氧化氢(H_2O_2)与二价铁离子的混合溶液具有强氧化性，可以将当时很多已知的有机化合物如羧酸、醇、酯类氧化为无机态，氧化效果十分显著。 但此后半个多世纪中，这种氧化性试剂却因为氧化性极强没有被太多重视。但进入 20 世纪 70 年代，芬顿试剂在环境化学中找到了它的位置，具有去除难降解有机污染物的高能力的芬顿试剂，在印染废水、含油废水、含酚废水、焦化废水、含硝基苯废水、二苯胺废水等废水处理中体现了很广泛的应用。当芬

顿发现芬顿试剂时，尚不清楚过氧化氢与二价铁离子反应到底生成了什么氧化剂具有如此强的氧化能力。二十多年后，有人假设可能反应中产生了羟基自由基，否则，氧化性不会有如此强。因此，以后人们采用了一个较广泛引用的化学反应方程式来描述芬顿试剂中发生的化学反应：

其包含以下两个过程：



展现科学家坚持不懈、百折不挠、锐意进取的精神，他们正是有着坚定不移的理想信念，在科研道路上保持着坚持不懈的精神，才能发现去除难降解有机污染物的高能力的芬顿试剂，立足于世界水处理领域。让学生具有坚定的理想信念，弘扬中国精神，提升道路自信、理论自信、制度自信和文化自信，为圆国家富强、民族振兴和人民幸福的中国梦而不断努力。

Fenton 氧化法是在酸性条件下， H_2O_2 在 Fe^{2+} 存在下生成强氧化能力的 $\cdot\text{OH}$ ，并引发更多的其它活性氧，实现对有机物的降解，其氧化过程为链式反应。Fenton 氧化法在处理难降解有机污染物时具有独特的优势，利用催化剂、Fenton 试剂、光辐射、或电化学作用，通过 H_2O_2 产生羟基自由基($\cdot\text{OH}$)处理有机物的技术，是重要的高级氧化技术（化学氧化法、电化学氧化法、湿式氧化法、超临界水氧化法和光催化氧化法）之一。图 1 为芬顿反应的原理。

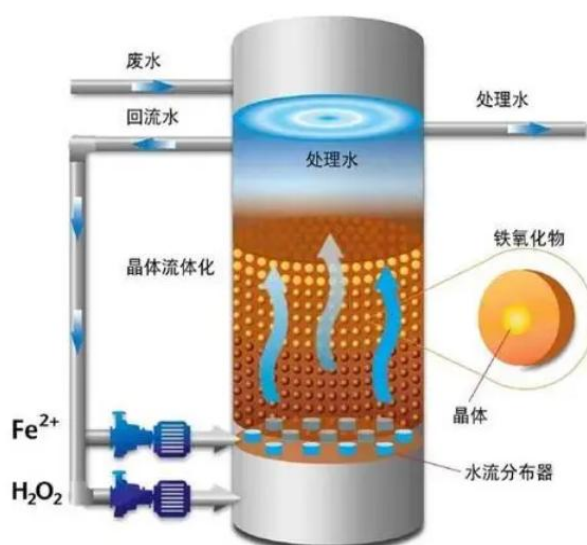


图 1 芬顿反应的原理

	传统芬顿反应以 H_2O_2 作为链传播介质，通过内层电子转移反应介导 $\text{Fe(III)}/\text{Fe(II)}$ 转化，从而持续产生羟基自由基($\text{HO}\cdot$)。然而，Fe(III) 易水解且难还原，导致芬顿氧化工艺存在铁泥产量大、pH 工作区间窄(pH 2.0-3.5)等固有缺陷。此外，$\text{HO}\cdot$ 的高反应活性也使其易与实际水体中大量共存基质反应，极大地降低了对目标污染物的氧化效率、提高了运行成本。因此，如何突破芬顿反应局限、提升对目标污染物的降解选择性对推动芬顿水处理技术的应用升级具有重要意义。 让学生感受到我国芬顿水处理技术还存在难题，如何突破芬顿反应局限、提升对目标污染物的降解选择性，将专业理论知识与当下社会背景相结合，积极思考，善于发现问题，可以分析问题，运用科学性、创造性思维能够解决问题；鼓励学生自主创新，培养学生励志推动我国水处理技术发展的专业使命感。 生态环境部副部长翟青说：强调在“十四五”水环境保护更加注重人水结合，提出了“有河要有水，有水要有鱼，有鱼要有草，下河能游泳”的要求，通过努力让断流的河流逐步恢复生态流量，生态功能遭到破坏的河湖逐步恢复水生动植物，形成良好的生态系统，对群众身边的一些水体，进一步改善水环境质量，满足群众的景观、休闲、垂钓、游泳等亲水要求。 因此如何突破芬顿反应局限、提升对目标污染物的降解选择性对推动芬顿水处理技术的应用对我国完成“十四五”水环境保护具有重要意义，相信我们国家一定可以突破这一难题，让越来越多的河湖能够水清岸绿、鱼翔浅底，成为美丽中国不可或缺的组成部分。
分析评价	案例以化学家芬顿引入，学生不仅可以了解科学家的奋斗史，还可以学习科学家运用科学性、创造性思维解决问题，同时培养学生励志推动我国水处理技术发展的专业使命感。
评价者	许佩强 教授 华北电力大学

案例编号	20054201-052
案例标题	未来污水处理能源自给新途径--碳源捕获
案例来源	中国知网
内容简介	未来污水处理的发展方向朝着营养物、能源及再生水“三厂合一”模式转变。污水处理过程实现“能量平衡”、“碳中和”的运行关键是在前端最大程度上实现对进水中有机碳源的捕获/分离，该技术为国内污水厂“碳中和”运行及未来可持续污水厂及生态再生水厂开发提供借鉴。
关键词	可持续污水厂；碳中和；再生；能量平衡
编写时间	2023-2-17
编著者	徐珊、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	使命意识、创新精神、职业素养
素材长度	1379
案例正文	活性污泥法诞生 100 年以后，人们开始重新梳理污水处理的发展历程，展望下一个百年污水处理技术发展方向，从物质循环、生态伦理学及社会学角度对传统活性污泥技术的发展历程进行思辨，污水处理过程的高能耗及高“碳足迹”是常规活性污泥工艺的技术缺欠，沿用百年的活性污泥法逐渐被一些耦合资源和能源回收的概念路线所取代。 经典污水处理基本工序“预处理 + 活性污泥 + 厌氧消化”在解决环境污染方面，以可持续观点看已经不再是“最优”反而变成一个“次优”解决方案。世界范围内，对“污水”的认知已经从“废物处理”对象转向“资源及能源回收”的载体，一些发达国家、世界范围内领先的环境公司已经制定了面向 2030 年甚至是 2040 年的技术发展路线图，这些技术路线都瞄准了对污水中资源回收、能耗自给与碳中和的未来可持续技术发展路线。 传统的污水处理是通过“以能消能”的方式将污染物矿化或进行污染物转化等，也就是进水中 COD 大部分被好氧转化为 CO₂，一部分以剩余污泥等方式排

除系统，小部分被厌氧消化过程转化为甲烷；未来可持续的污水处理系统，有机碳源的物质流向恰恰与常规模式相反，大部分进水中的 COD 被“截获”而“改道”，直接通过厌氧消化转化为甲烷，只有小部分进行好氧降解(图 1) 。

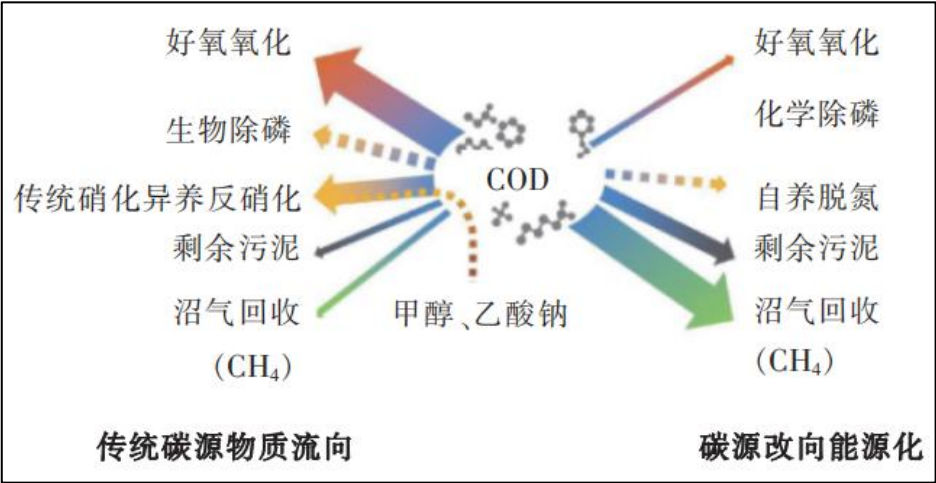


图 1 污水碳源常规处理工艺与能源化回收两种途径下 COD 物质流对比

荷兰、比利时、奥地利的多位学者近几年纷纷提出了基于能量最大化、磷回收及处理过程最低碳排放为基准的“未来新型污水处理厂”、“能量自给污水处理厂”概念构型，概念路线也是采用 A/B 工艺构型(图 2) 。

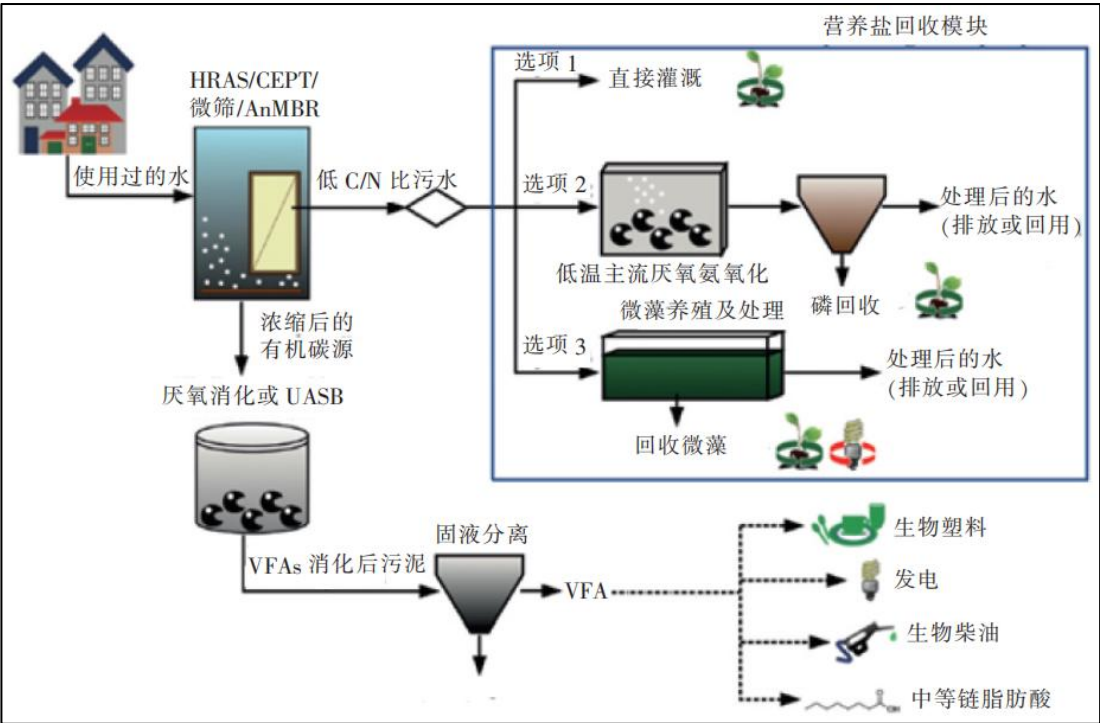
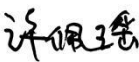


图 2 基于新型 A/B 构型能量/资源耦合回收理念的未来污水处理工艺概念路线

该工艺 A 段采用碳捕获工艺，通过生物絮凝或者 CEPT 等工艺浓缩进水碳源，提取的碳源通过厌氧消化生产甲烷转入能源化 CHP 途径，或者进一步厌氧

	发酵生产生物塑料、生物柴油或者制取其他中等链脂肪酸; B 段工艺采用主流短程亚硝化-厌氧氨氧化(PN/A) 工艺或者“藻菌共生系统”通过微藻的快速生长来吸收氮、磷, 并将微藻用于能源化或者生物肥料的制取, 实现了碳源的能源化、氮及磷资源的回收及闭环利用。 引导学生作为未来环境从业者, 对我国未来污水处理工艺要因地制宜、构建符合国情的未来污水处理发展技术路线图。要认真梳理和反思以往常规污水处理路径存在的不可持续特性, 污水处理过程高耗能并排放大量温室气体, 与此同时, 污水中 COD 蕴含的巨大有机化学能(约 1.5-1.9 kW·h /m³) 远远未被挖掘及利用, 未来污水处理的发展方向是朝着营养物、能源及再生水“三厂合一”模式转变。研究与开发进水碳源转向及污泥增量技术, 对污水中有机碳源实现高效网捕截获、浓缩及分离并转向能源化途径, 是提高能量自给效率、最终实现能量平衡及碳平衡运行的物质基础。
分析评价	这个案例给了学生们未来污水处理的发展方向, 是朝着营养物、能源及再生水“三厂合一”模式转变。该技术为国内污水厂“碳中和”运行及未来可持续污水厂及生态再生水厂开发提供借鉴。学生作为未来环境从业者, 可学习因地制宜, 实事求是。
评价者	 教授 华北电力大学