

商洛学院课程思政案例库

课程名称：固体废弃物处理处置

负 责 人：侯小洁

编著时间：2024 年 6 月

教务处印制

前言

“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”是教育的根本问题，立德树人成效是检验高校一切工作的根本标准。落实立德树人根本任务，必须将价值塑造、知识传授和能力培养三者融为一体。要全面推进课程思政建设，寓价值观引导于知识传授和能力培养之中，帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观，全面提高大学生缘事析理、明辨是非的能力，让学生成为德才兼备、全面发展的人才。

《固体废弃物处理处置》是循环专业的专业主干课，也是一门理论与实践并重，多学科交叉的综合性课程。课程先后入选陕西省一流课程、陕西省课程思政示范课。其主要内容包括：固体废弃物的概述、收集和运输、预处理技术、物化处理技术、生物处理技术、热处理技术、典型固体废物的资源化利用技术、固体废物的最终处理技术等。通过层层递进的教学内容布局，让学生掌握固体废物污染控制和资源化利用技术的基本原理、典型设备和典型工艺，为学生毕业后从事固体废物处理处置工程设计、综合利用研究和技术管理等工作奠定坚实基础。

基于《固体废弃物处理处置》课程的人才培养目标，课程团队系统挖掘和梳理各章节的价值教育引导元素，对课程内容改革和教学方式改革进行反复研讨和实践，编写特色鲜明的课程思政案例，以推动课堂教学方法的创新。案例从生态理念、家国情怀、社会责任、科学思维、文化自信、创新精神、工程伦理、政治认同 8 个维度深度挖掘思政元素，将知识传授、价值塑造和能力培养紧密结合，致力于达到以下教学目标和课程思政目标。

1. 教学目标

(1) 能够将自然科学、工程基础和相关专业知识用于解决复杂的实际问题。

(2) 能够认识到解决固体废弃物污染问题存在多种方案，并能正确表达一个工程问题的解决方案；能识别和判断复杂固体废弃物处理问题的关键环节和参数，具备一定的问题分析能力。

(3) 能够进行相关工程设计，筛选最优解决方案，具备一定工程设计能力。

(4) 能够基于专业理论，根据对象特征，选择合理的技术路线及实验方案，

进行与专业理论相关的基础科学研究，具备一定的科学研究能力。

2.课程思政教学目标

（1）在学习理论知识的同时，了解并认清我国基本国情和固体废弃物处理与处置的发展情况，厚植家国情怀，将个人理想与国家发展相结合，激发学生的专业责任感与使命感，建立对国家环保事业发展的道路认同与政治自信。

（2）引导学生树立安全法治意识和“人与自然和谐共生”的理念，严守职业道德和规范，培养学生的社会责任感。

（3）培养学生热爱科学、实事求是的学风，在学习中感悟科学家刻苦钻研的科学精神，培养学生严谨认真的学习态度与创新精神。

（4）培养学生学有所得、学以致用理念和精益求精、追求卓越的工匠精神，引导学生树立“技术自强 出彩人生”的价值观。

《固体废弃物处理处置》课程紧扣党的二十大报告中提出的“加快发展方式绿色转型”和“深入推进污染防治”要求，紧紧围绕商洛学院“秦岭矿产资源综合利用”的办学特色，将专业课程和思政元素的有机融合，紧抓教师队伍“主力军”、课程建设“主战场”、课堂教学“主渠道”，以“润物细无声”形式浸润学生心灵，在价值传播中凝聚知识底蕴、在知识传播中强调价值引领，让学生通过课程学习，厚植红色基因、拓展全球视野、培养科学思维，传承工匠精神，成长为中国特色社会主义事业的合格建设者和可靠接班人。

案例框架

本课程思政案例库包括 8 个课程育人主题，共 50 个教学案例。

育人主题	案例个数	案例编号
主题 1 生态理念	8	20054203-001、20054203-013、 20054203-014、20054203-026、 20054203-028、20054203-030、 20054203-034、20054203-041、
主题 2 家国情怀	6	20054203-008、20054203-011、 20054203-015、20054203-023、 20054203-032、20054203-036
主题 3 社会责任	6	20054203-002、20054203-006、 20054203-010、20054203-016、 20054203-022、20054203-042
主题 4 科学思维	8	20054203-004、20054203-017、 20054203-019、20054203-025、 20054203-031、20054203-040、 20054203-043、20054203-050
主题 5 文化自信	7	20054203-005、20054203-012、 20054203-029、20054203-033、 20054203-044、20054203-048、 20054203-049
主题 6 创新精神	7	20054203-002、20054203-007、 20054203-027、20054203-039、 20054203-047、20054203-045、 20054203-046
主题 7 工程伦理	5	20054203-020、20054203-021、 20054203-024、20054203-035、 20054203-038
主题 8 政治认同	3	20054203-009、20054203-018、 20054203-037

目 录

1.从污染源到资源库——垃圾华丽转身好氧发酵堆肥.....	1
2.垃圾也有家，不要走错门.....	6
3.玻璃基高性能透水砖——用于海绵城市建设的新型路面铺装材料.....	11
4.点石成金：从腐朽煤矸石到神奇新材料的绿色转身.....	18
5.流传千年的颜色，《千里江山图》中的矿物密码.....	22
6.引导村民正确认识卫生填埋场，让环保工作更有温度.....	27
7.“矿石漆材”——钼尾矿气凝胶保温真石漆涂料.....	31
8.“炼金师”彭金辉：梦起云滇 功不唐捐.....	38
9.“世纪之毒”——二噁英的罪与恶.....	43
10.开展尾矿利用 做好秦岭卫士——陕西省尾矿资源综合利用重点实验室.....	47
11.“核”力奋进 退役治理 守护国家安全.....	52
12.我国古代的“焚烧烟气处理黑科技”——长信宫灯.....	58
13.“吃干榨尽”一根甘蔗，助推循环经济发展.....	63
14.热解，让废塑料“浴火涅槃”.....	66
15.矢志创新 攻坚克难 实现热解气化技术国际领跑——陈冠益教授.....	69
16.医疗废物都去哪儿了？.....	73
17.可生物降解是塑料产品的“万能牌”吗？.....	77
18.固体废物污染控制.....	81
19.荷叶效应的启示——固体废物的浮选法.....	84
20.儿童血铅超标事件——可怕的化工废渣.....	88
21.新固废法实施后，哪些“红线”不能碰？.....	92
22.从垃圾填埋场到生态公园——论填埋场设计的重要性.....	95
23.梁家河村的“沼气革命”.....	100
24.垃圾焚烧的利与弊，关键看烟气如何治理.....	104
25.退役潮来啦，动力锂电池怎么回收？.....	109

26.化腐朽为神奇——好氧堆肥技术.....	113
27.“循环农业礼涑模式”——农业废弃物生物高效处理及资源化利用配套技术.....	118
28.从垃圾堆里跑出来的“新事物”——垃圾填埋气.....	124
29.传承造纸术，探索再生纸的奥秘.....	129
30.无废城市：城市发展中的绿色奇迹.....	134
31.“塑战速决”——科特迪瓦的塑料垃圾回收利用.....	140
32.固废打印 3D 雪花，冬奥花坛展示风采.....	145
33.从“家里有矿”到“点石成金”，我国浮选机 40 年的研发奋斗史.....	148
34.“节能降碳利器”生物质能.....	154
35.规范处置固体废物有多重要？.....	160
36.康恒环境，讲好固废管理中国故事.....	165
37.“金手套”入境案：洋垃圾背后的警示.....	168
38.警钟长鸣，安全第一，生命至上.....	171
39.数字赋能，打造危废管理智能云平台.....	177
40.变尾为宝——尾矿中有价元素回收工艺.....	181
41.“小蚯蚓”的“大作用”——生活垃圾的蚯蚓处理技术.....	185
42.变废为宝来发电，改善环境又增收——焚烧发电之农林废物热值的测定... ..	188
43.探秘全球第一个全自动垃圾分选厂.....	191
44.破碎机的进化史.....	195
45.钢渣做成“绿色公寓”为鱼儿安新家.....	201
46.磷危机下污泥中磷的回收.....	205
47.光能驱动，环境净化——光催化去除重金属.....	208
48.苦心孤诣、坚持不懈--浙江大学污泥热能研究团队.....	212
49.绿色发展赋能乡村振兴，全国乡村振兴风云人物——中国工程院院士陈勇.....	216
50.智能料场数字化技术加速含铁尘泥“点石成金”.....	221

案例编号	20054203-001
案例标题	从污染源到资源库——垃圾华丽转身好氧发酵堆肥
案例来源	团队原创
内容简介	通过对典型固废好氧堆肥工艺和堆肥案例的分析，让学生能够阐明创新、协调、绿色、开放的发展理念，将绿色发展理念内化为学生世界观的基本组成部分；增强生态文明建设的战略定力，形成勤俭节约、保护自然的优秀品质。
关键词	好氧堆肥；堆肥工艺
编写时间	2024-02-15
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	绿色发展理念、生态文明建设、环保意识
素材长度	1628
案例正文	固废的高效生物处理技术可以有效克服填埋和焚烧处理导致的占地面积大、处理效率低、处理费用昂贵、环境污染严重的问题。好氧堆肥是固废生物处理的重要方法，对于固废的减量化、无害化、资源化和稳定化非常重要。堆肥的最终目的是将有机组分为主的固体废物腐熟分解成为作物可利用状态的养分和腐殖物质。 教学整体设计如下：在课前，通过在线上直接发布授课教案，让学生们结合教材内容进行自我学习，同时针对典型教学案例的相关资料，如图片、视频、社会舆论反应，让学生完成线上自学测试并开展线上讨论，教师根据线上数据反馈可以迅速了解学生的掌握水平和思想动态。在课堂，教师根据前期分析结果发布形式可多样的教学活动（包括投票、抢答、头脑风暴、翻转课堂等），如堆肥原料可以选择哪些，同化作用和异化作用分别指什么，堆肥是如何杀菌消毒的，主要考察学生们对于堆肥科学原理、堆肥过程和高效堆肥工艺的掌握程度。一方面可以帮助学生快速理解和掌握重难点内容；另一方面可以使学生

能够发现实际问题、解释具体过程、建立工程思维；与此同时，学生能够养成聆听他人、安全生产、服务奉献社会的情感。根据现有认知水平、主观态度将学生进行分组，学生针对选定方向和课题进行探索式研究，在此过程中能够巩固理论知识点，增强规划环节、使用现代工具、解决给定难题的能力，树立团结分工协作、接纳不同观点、展示成果的意识。在课后，学生完成对应的习题作业，并在线上讨论区进行二次讨论，从而达到知识目标、能力目标和情感目标的高度达成，教师也可以通过反思过程提高教学设计能力和教学水平。

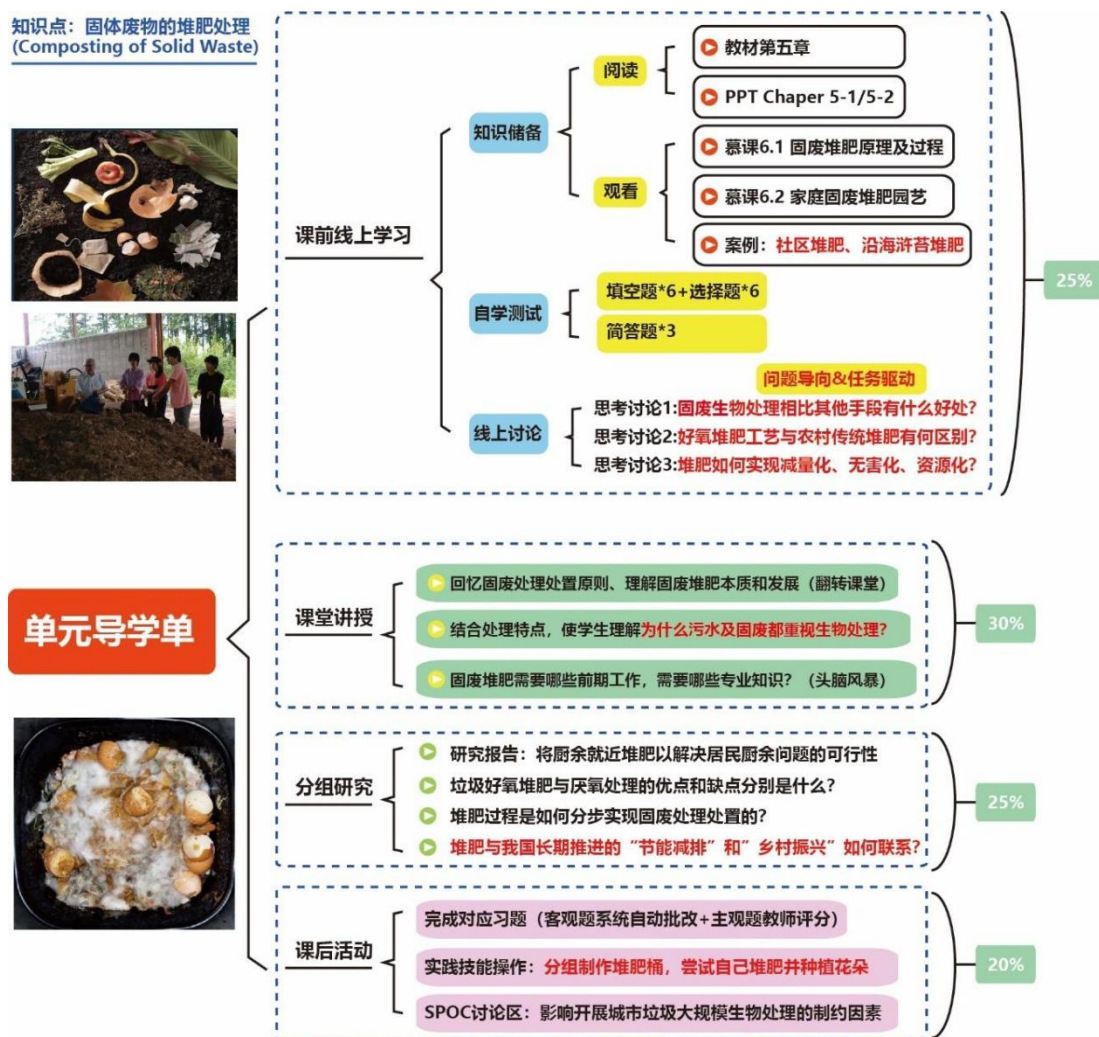


图1 整体教学设计图

针对“我国城市垃圾处理和农业生产现状”这两个问题，让学生阅读和观看相关资料。一方面，大城市面临垃圾围城的现象、固废的焚烧和填埋处理会大幅度侵占农用地并造成土壤污染、影响农业生产；另一方面，堆肥作为一种经济有效、环境友好的技术手段，通过生物强化将固废中的有机质转变为富含多种功能基团的大分子胡敏酸类的产品，可修复和改善土壤质量，将垃圾中的

有效资源最大程度循环固定于土壤中，有效解决我国耕地超负荷种植、有机质持续下降等矛盾。引导学生正确看待人类与自然的关系，建立尊重自然、保护自然的意识，培养绿色发展理念和生态文明建设意识，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。



图2 可怕的垃圾围城

针对“社区堆肥和后续利用”这一典型案例，让同学理解堆肥是怎么样发生的、一个高效的堆肥应该如何开展、居民如何就近利用材料开展堆肥，结合课本理论知识使学生掌握堆肥基本过程和堆肥工艺，能准确地说出在不同阶段发挥作用的主要微生物单元和物质能量变化，从而使学生明白“堆肥原料本质上是摆错位置的垃圾、科学高效的好氧堆肥可以有效地提高生态环境质量”，从环境保护角度树立日常生活中全方位节能减排的思维观念，结合具体反应过程使学生明白相关政策法规确定堆肥技术规范 and 效果评价指标的依据。尤其是，我国大量人口的共同消费导致了垃圾过载。在中国城市生活垃圾中，以“湿垃圾/厨余垃圾”命名的这类垃圾，占比超过一半；相较于干垃圾，厨余垃圾还以收集难、转运贵、处理设施还未跟上等问题，凸显了处理难度；在中国各个城市逐步开展的生活垃圾分类，能分离出更多的厨余垃圾，从而催生更多的厨余垃圾处理厂，是一个显而易见的良性趋势。引导同学们思考：结合本节学习知识，城市居民或社区能用什么方法帮助城市湿垃圾减量，降低城市的垃圾处理负担呢？



REFUSE what you do not need
拒绝你不需要的物品，避免垃圾的产生

REDUCE what you need
减少你需要的物品

REUSE what you have/consume
重复利用，物尽其用，让闲置物品再次利用

REPAIR what you can't reuse
维修保养，延长物品的使用寿命，而不只是回收处理它们

RECYCLE what you can't refuse, reduce, reuse or repair
回收利用那些不能拒绝，减少，再用或修理的物品

ROT what remains
堆肥降解那些不能再用，修理，回收的物品



图3 社区堆肥和后续利用相关资料

当前国家提倡垃圾分类以及环保生活,自制堆肥桶不仅可以为花草蔬菜养殖培养合适的营养土,而且还能减少宿舍或家庭垃圾的产出。针对居民社区堆肥和目前网络推广较多的波卡西堆肥法,引导同学们分组开展实践操作,包括自主制作堆肥桶、选择堆肥原料、添加堆肥菌剂、种植绿植或蔬菜等,从而提高他们分析问题和解决问题的能力,并从劳动教育角度对学生进行育人设计,帮助学生形成勤俭节约、保护自然的优秀品质。





图 4 堆肥桶的自制方法

分析
评价

通过介绍垃圾处理方式和堆肥方法，在学生掌握基础知识和基本技能的同时，引导学生正确看待人类与自然的关系，建立尊重自然、保护自然的意识，培养绿色发展理念和生态文明建设意识，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。案例典型、详实，可操作性强。

评价者

曹建斌

教授 华中师范大学

案例编号	20054203-002
案例标题	垃圾也有家，不要走错门
案例来源	团队原创
内容简介	以城市生活垃圾分类处理为载体，引入“社会责任”思政教育。通过案例分析、启发引导和动手实践，鼓励学生积极参与生活垃圾分类。自觉成为生活垃圾分类的参与者、践行者、推动者。
关键词	拉夫运河污染事件；垃圾分类的意义；垃圾分类方法
编写时间	2024-2-20
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	社会责任、专业认同感、专业自豪感
素材长度	2235
案例正文	垃圾分类是对垃圾收集处置传统方式的改革，是对垃圾进行有效处置的一种科学管理方法。如何通过垃圾分类管理，最大限度地实现垃圾资源利用，减少垃圾处置量，改善生存环境质量，是当前世界各国共同关注的迫切问题之一。 我国自 2019 年起在全国地级及以上城市全面启动生活垃圾分类工作，到 2020 年底，46 个重点城市基本建成垃圾分类处理系统。到 2022 年，各地级城市至少有 1 个区实现生活垃圾分类全覆盖，其他各区至少有 1 个街道基本建成生活垃圾分类示范。2025 年底前全国地级及以上城市将基本建成垃圾分类处理系统。目前，虽然我国垃圾分类正处在起步阶段，但是可以看到，越来越多的人开始关注垃圾分类，越来越多的家庭参与到垃圾分类中，他们通过自己的行动，带动周围更多的人加入垃圾分类行列，节约资源，变废为宝，改善环境。 以“1978 年美国“Love Canal”（拉夫运河）污染事件”视频导入课程。该事件具体如下：在美国，离尼亚加拉瀑布不远，有一条意为“爱之河”的拉夫运河（Love Canal）。在一段时间里，这条河带给人们的不是“爱”，而是病痛和死亡。1947

年到 1952 年之间，当地一家名为“福卡”的化学工业公司把含二恶英和苯等 82 种致癌物质、共 21800 多吨重的工业垃圾倾倒在拉夫运河中。运河被填埋后，这一带便成了一片广阔的土地，此地又被公司廉价转卖给了市教育委员会。市教委在此建起了小学和住宅。每逢降雨，这里便污水横溢，恶臭扑鼻。后来，周围地区不断出现孕妇流产和死胎事件。1980 年，卡特总统宣布该地区处于紧急状态，800 个家庭被迫疏散。



图 1 拉夫运河事件中的受害儿童和警示牌

由该事件引发学生思考，垃圾随意堆放会产生哪些危害？（1）垃圾露天堆放大量氨、硫化物等有害气体释放，严重污染了大气和城市的生活环境；（2）严重污染水体和土壤。垃圾不但含有病原微生物，在堆放腐败过程中还会产生大量的酸性和碱性有机污染物，并会将垃圾中的重金属溶解出来，形成渗滤液造成地表水、地下水和土壤的严重污染。（3）生物性污染。垃圾中有许多致病微生物，还容易滋生蚊、蝇、蟑螂等，危害人体健康。（4）侵占大量土地。据我国卫生协会统计，我国每年产生的垃圾达 10 亿吨，占地面积更是达到上百万亩土地，由于垃圾分解速度远远大于垃圾生产的速度，许多垃圾填满场都在面临因垃圾堆放过高而关闭的状况。垃圾在自然界停留的时间很长，例如：烟头、羊毛织物为 1—5 年；橘子皮为 2 年；易拉罐 80—100 为年；塑料 100—200 为年；玻璃 1000 为年。（5）垃圾爆炸事故不断发生。随着城市有机物含量的提高和由露天分散堆放变为集中堆存，只采用简单覆盖易造成产生甲烷气体的厌氧环境，易燃易爆。因此，必须要采用一定的方法和技术处理这些垃圾，减少对环境的污染和危害。对垃圾进行分类再回收利用就是一种非常有效的方式，既能解决垃圾堆放带来的一系列环境污染问题，又能变废为宝为我们所用，激

发学生的专业认同感和自豪感，让学生自觉建立环保意识和可持续发展思想。



图2 垃圾分类的意义

给学生讲解生活垃圾分类相关知识。生活垃圾可以分为可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾，对应垃圾容器的颜色为蓝色垃圾桶、绿色垃圾桶、红色垃圾桶和灰色垃圾桶。让学生对常见的生活垃圾卡面图进行手动分类，对于分类中出现的错误进行纠正，讲解垃圾分类“四步骤”法，强调分类中的注意事项。



图3 垃圾容器的分类标识

第一步：判断垃圾是不是有毒有害。有害垃圾：会对人体健康或自然环境造成直接或潜在危害，分类投放后将交由专业的处置单位进行无害化处理。日常生活中常见的有害垃圾并不多，记住口诀：“汞灯药（汞、灯、药）池漆（池、漆）”。汞：即含汞（水银）的温度计、血压计等等；灯：即灯管，比如荧光灯管；药：即药品及其内包装；池：即电池，除了碱性电池、锂电池等以外，多数电池一般都是有害垃圾，会含有或产生铅、汞、镉等有毒有害重金属元素和物质；漆：即油漆等易挥发的有害溶剂，比如油漆桶、指甲油。



图 4 有害垃圾的定义和分类

第二步，是不是可回收物。可回收物是适宜回收、可循环利用的生活废弃物有方便记忆的口诀：“纸塑玻金衣”。纸：即废纸，且一般有一定的硬度，比如打印纸、信封，而纸巾、湿纸巾、纸质餐饮具，无论使用过与否，都没有回收价值；塑：即干净的塑料制品，比如清洗过的饮料瓶、泡沫塑料等，而用餐后带有油污残渣的一次性塑料餐具或污染的塑料袋，没有回收价值；玻：即“纯粹”的玻璃制品，而玻璃和涂层组成的镜子，是复合型产品，不属于可回收物；金：即金属制品；衣：即废织物，但不包括毛巾、内衣、丝袜等，由于用途特殊等原因，它们没有回收价值。



图 5 可回收垃圾的定义和分类

第三步：是不是易腐烂发酵发臭。厨余垃圾：是指以有机质为主要成分，具有易腐烂发酵发臭等特点的生活垃圾。分类投放后，将交由专业的处置单位“堆肥”、发电、提取生产可用物质或无害化处理，绝大多数食物都是厨余垃圾。只要记住以下这些不是厨余垃圾就能准确分类：竹制品、大骨头、硬贝壳、椰子壳、榴莲壳、核桃壳、甘蔗皮、玉米衣、粽叶、硬果核等。



图 6 厨余垃圾的定义和分类

第四步：剩下的都是其他垃圾。其他垃圾：指除有害垃圾、可回收物、厨余垃圾以外的其他生活废弃物，大多数家用卫生品以及复合型的。由多种材质、部件组成却难以拆解的产品，比如打火机、笔、伞等。



图 7 其他垃圾的定义和分类

通过案例分析、启发引导和动手实践，让学生充分认识到垃圾分类关系人类生活环境和身心健康，关系关系节能减排和资源再利用。鼓励学生积极参与生活垃圾分类，自觉向公众普及垃圾分类知识及法律法规，努力成为生活垃圾分类的参与者、践行者、推动者。

分析评价	通过垃圾分类和回收的思政案例，使学生树立建立环保意识和可持续发展思想，掌握垃圾分类回收的基本方法。以城市生活垃圾分类处理为载体，引入“社会责任”思政教育。学生通过案例学习和动手实践，认识到环境污染的紧迫性和垃圾分类回收的必要性，自觉加入并鼓励民众参与到生活垃圾分类的活动中。
评价者	曹建斌 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-003
案例标题	玻璃基高性能透水砖——用于海绵城市建设的新型路面铺装材料
案例来源	团队原创
内容简介	在授课过程中，引入化材学院王之宇副教授用废旧玻璃研发玻璃透水砖并实现成果转化的案例，激发学生的专业自豪感和自信心，培养科学精神。激励学生不断实践创新，将所学专业知识转化为社会生产力。
关键词	废旧玻璃；透水砖；海绵城市
编写时间	2024-4-20
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新精神、科学思维、理论联系实际
素材长度	2617
案例正文	现代城市的地表已经逐步被建筑物和混凝土等阻水材料所覆盖，从而形成了生态学上的“人造沙漠”。“海绵城市”建设的重点是构建“低影响开发雨水系统”，强调通过源头分散的小型控制设施，维持和保护场地自然水文功能，有效缓解城市不透水面积增加造成的洪峰流量增加、径流系数增大、面源污染负荷加重等有关城市的生态环境问题。 2013年12月12日，习近平总书记在《中央城镇化工作会议》的讲话中强调：“提升城市排水系统时要优先考虑把有限的雨水留下来，优先考虑更多利用自然力量排水，建设自然存积、自然渗透、自然净化的海绵城市”。 透水砖作为建设海绵城市的核心部件之一，受重视程度越来越高。目前市售透水砖多使用石子、砂子、水泥等材料混合后固结成型，透水性和强度不能满足实际需求，使透水砖难以大范围推广应用，影响到“海绵城市”建设进程。 基于此痛点，化材学院王之宇副教授指导学生组建研发团队，采用废旧玻璃制备了一款透水率高、力学性能强、抗冻性好、美观、颜色丰富、产品种类多样、生产成本低、能够大范围推广使用的新型透水砖，填补市场空白。



图 1 传统透水砖透水性和强度存在矛盾 图 2 仅 1 年的普通透水砖路面

1.核心技术

(1) 常压烧结工艺

对基础玻璃进行研磨并筛分，按照粒度大小分类。将不同粒度的基础玻璃分别装入方形耐高温模具中，基础玻璃铺装厚度为 40mm，表面摊铺平整并压实。然后将耐火模具置于加热炉中按照一定升温速率加热至一定温度，保温，然后随炉冷却。当玻璃颗粒的粒径为 0.7~2.5mm 或 2.5~15mm 时，将耐火模具置于加热炉中以 3°C/min 的速率将加热炉从 25°C 升温至 720~910°C，加热炉的温度达到最高温度后保温 1h；当玻璃颗粒的粒径为 0.08~0.63mm 时，将耐火模具置于加热炉中，以 3°C/min 的速率将加热炉从 25°C 升温至 680~870°C，加热炉的温度达到最高温度后保温 1h；脱去耐火模具，得到抗压强度为 30~40MPa、透水系数为 1~8mm/s 的玻璃透水砖。

(2) 热压烧结工艺

对基础玻璃进行研磨并筛分，筛选出粒度分布 3~1.6mm 的基础玻璃。将基础玻璃装入方形耐高温模具中，铺装厚度为 60mm。对铺装好的玻璃颗粒上表面均匀施加恒定荷载，将施加有恒定荷载的玻璃颗粒连同耐火模具置于加热炉中。玻璃颗粒的粒径为 0.7~2.5mm 或 2.5~20mm 时，施加荷载为 4~5MPa，设置烧结温度为以 3°C/min 的速率升温至 650~750°C，保温 0.5h；玻璃颗粒的粒径为 0.08~0.63mm 时，施加荷载为 2~3MPa，设置烧结温度为以 3°C/min 的速率升温至 600~700°C，保温 0.5h；烧结完成后，冷却、脱去耐火模具。

(3) 高温染色工艺

玻璃透水砖在没有染色的情况下，其外观颜色取决于所用废玻璃的颜色，可控性差，应用场景收到限制，因此研发出适用于玻璃透水砖的高温染色技术十分必要。玻璃透水砖的材质比较特殊，传统砖体及陶瓷染色技术不能直接应用。团队经过反复研究试验，已经研发出适合玻璃透水砖的特殊配方染料(图 3)，

掌握了包括上色技术、染色温度、染料加入时机等全部工艺（图 4）。



图 3 团队自主研发的专用染料



图 4 烧制中的染色透水砖

2.技术难点及解决办法

作为一种新产品，在研发过程中遇到了很多技术问题：

（1）烧制温度区间难以确定。玻璃的软化温度范围较大，但要使玻璃在相互胶结的同时具备透水性需要将温度控制在十分精准的区间内，因为没有相关文献资料可循，因此烧制温度经过较为长期的系统试验最终得以成功。同时对保温时间、升温速率等工艺参数都做了详细分析，设计一套完整成熟的玻璃透水砖烧制工艺。

（2）没有现成的模具可供使用。玻璃透水砖成型机理较为新颖特殊，没有专门为之设计的生产模具。经课题组自主设计研发，制作出了适用于玻璃透水砖制备的专用模具，在此过程中获实用新型专利 2 件。

（3）没有类似的染色工艺可供参考。由于玻璃透水砖特殊材质，传统砖体或者陶瓷染色技术不能直接应用，团队经过反复研究试验，针对染色问题研发出了特殊配方的颜料和上色工艺。

3.产品外观及技术优势

（1）产品外观

见图 5、图 6、图 7。

（2）技术优势

生产过程无需添加任何其它材料和添加剂，原料成本低，有效提高了废旧啤酒瓶的循环利用率；制备方法生产工艺简单，烧制温度低，能耗小、成本低，

能够广泛使用；玻璃透水砖表面为磨砂状，具有漂亮的外观，密度小，耐磨性好，透水性表现优异，抗压强度可以达到 45~60MPa，透水系数达到 1.6~3.0mm/s；可以用做步行街、住宅小区等建筑场所的路面砖，不仅美观，而且能有效防止路面积水（图 8）。



图 5 玻璃透水砖样品



图 6 透水效果图



图 7 透水砖铺设模型



图 8 技术优势

4.玻璃透水砖的性能

（1）通过常压烧结的透水砖样品性能进行分析可以得出：以废玻璃为原料制备的玻璃透水砖，可以同时具备较好的力学性能和的较大的透水系数，各项性能均满足行业标准要求，克服了传统透水砖力学性能和透水性能难以兼顾这一缺点。产品性能及形貌见图 9-图 12。

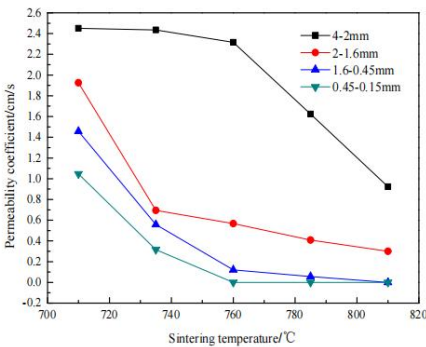


图 9 玻璃透水砖透水系数曲线图

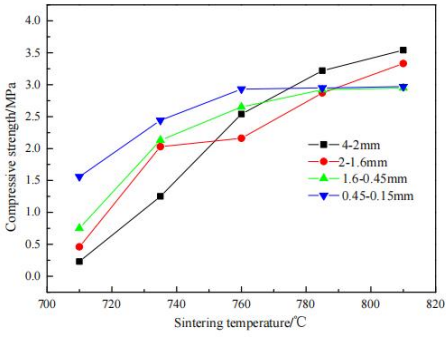


图 10 玻璃透水砖抗压强度曲线图

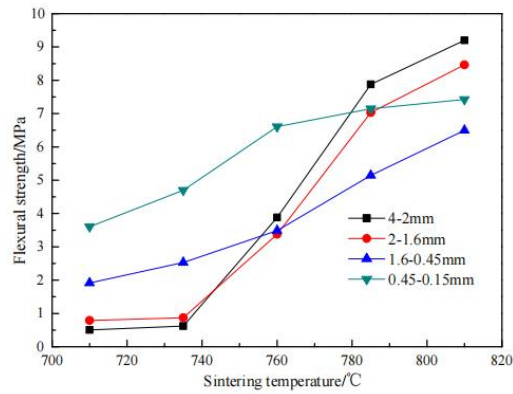


图 11 玻璃透水砖抗折强度曲线图

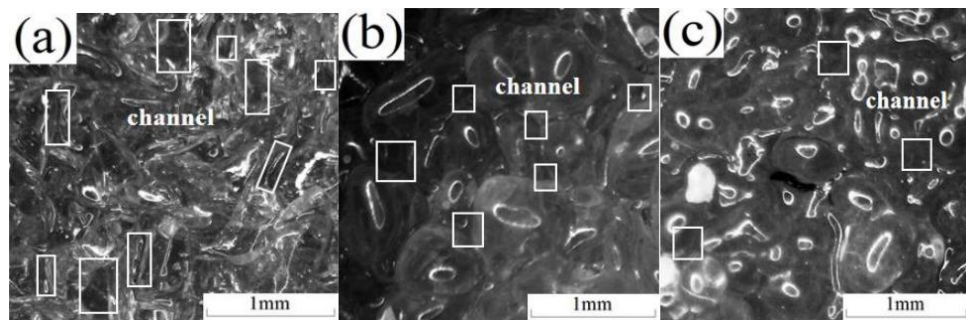


图 12 常压烧结的样品形貌

(2) 热压烧结法

通过常压烧结的透水砖样品性能进行分析可以得出：采用热压烧结法制备玻璃透水砖，可以进一步降低烧结温度，减少生产成本，透水砖的力学性能更好，表面平整规则，但透水系数较常法有所降低。因此该工艺下的产品适合于对力学性能要求更高，而对透水性没有过高需求的场所使用。产品性能及形貌见图 13-图 16。

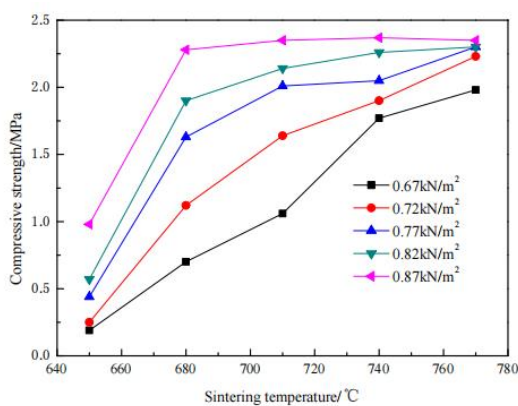


图 13 玻璃透水砖抗压强度曲线图

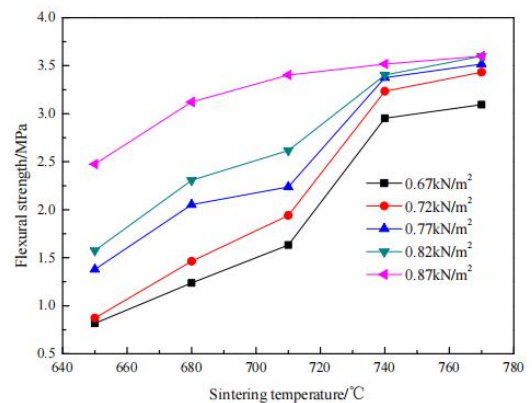


图 14 玻璃透水砖抗折强度曲线图

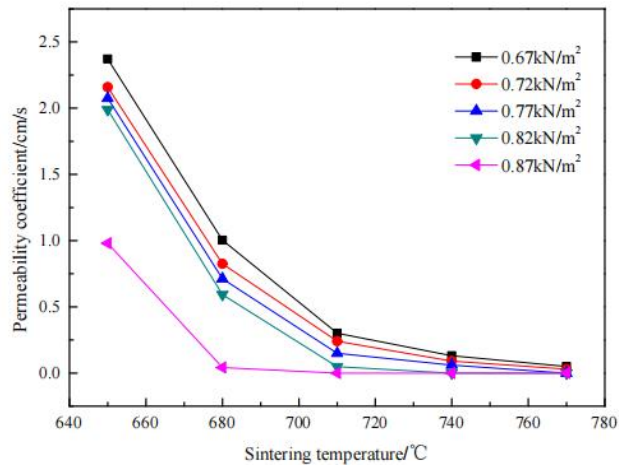


图 15 玻璃透水砖透水系数曲线图

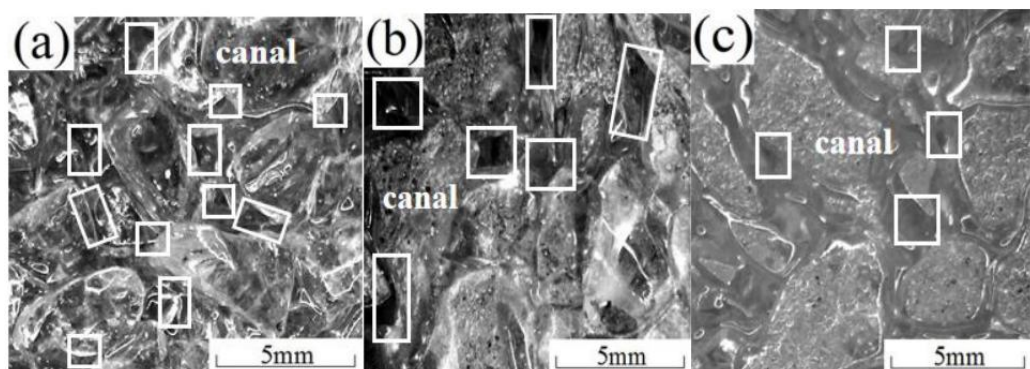


图 16 热压烧结的样品形貌

5. 本产品与现有同类产品的比较

本产品与现有同类产品的比较见表 1。本产品在透水系数和抗压强度方面有绝对优势。虽然生产成本高于混凝土透水砖，但附加值更高，利润率更大。

表 1 本产品与现有同类产品比较

类别	玻璃透水砖 (本产品)	陶瓷透水砖 (景德镇合元陶瓷有限公司)	混凝土透水砖 (贵阳金阳云峰建材厂)	行业标准
原料	废玻璃	陶瓷、粘土	水泥、碎石等	-
透水系数 (mm/s)	3.0 (优)	1.2 (中)	0.1~0.25 (差)	0.2
抗压强度 (MPa)	60 (优)	45 (中)	30 (差)	30
生产成本 (元/m²)	19 (中)	25 (差)	11 (优)	-
市场售价(元)	45 (优)	45 (优)	20 (差)	-
利润率	136% (优)	80% (差)	81% (中)	-
使用寿命	5 (优)	4 (中)	2 (差)	-

依托玻璃透水砖核心技术,王之宇副教授获陕西省科技工作者创新创业大赛三等奖 1 项、“商洛市科技工作者创新争先成果二等奖 1 项。指导学生团队获“互联网+”大赛国家级铜奖。目前,玻璃透水砖在行业内已经打出了知名度,先后

有多名专家、企业家前来交流，寻求合作。该技术已经在陕西博泽商贸有限公司完成转化，目前已建成示范生产线，累计公司增加销利润 300 余万元。



图 17 部分获奖证书

在授课过程中，引入化材学院王之宇副教授用废旧玻璃研发玻璃透水砖并实现成果转化的案例，让学生了解学院在固体废物回收方面取得的成果，激发学生的专业自豪感和自信心，培养科学精神。让学生了解创新的目的在于应用，科技创新成果只有应用到社会生产中，才能促进产业转型发展，发挥出自身价值。激励学生主动学习、主动探索、主动实践，不断提高自身的实践创新能力，同时，将理论与实际应用相联系，学好专业知识并将其转化为社会生产力。

分析
评价

案例选择、引用正确，符合专业教育要求，案例教学内容能与教学内容相融合，有一定的深度与广度，有思政价值引领。

评价者

曹建薇 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-004
案例标题	点石成金：从腐朽煤矸石到神奇新材料的绿色转身
案例来源	团队原创
内容简介	介绍我国煤炭开采利用现状，让学生深刻认识煤矸石资源化利用的迫切性，引导学生努力学习专业知识，为我国环保事业发展做出应有贡献；介绍煤矸石综合利用方法，提升学生的专业自信心和自豪感，增强建设美丽中国的社会责任感。
关键词	煤炭；煤矸石；综合利用
编写时间	2023-3-2
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、装置模型
育人主题	社会责任、专业自信心、专业自豪感
素材长度	1535
案例正文	煤炭作为我国的主要能源，其地位和作用是不可忽视的。在我国能源消费结构中，煤炭的消费量一直占据着相当大的比重。由于我国是一个富煤、少气、缺油的能源结构，煤炭资源的储量相对较为丰富，这使得煤炭成为我国能源供应的主要来源之一。煤炭作为能源供应的主要来源，具有许多优势。煤炭作为固体能源，其储存和运输相对较为方便，成本较低。煤炭可以适应大规模、高效率的能源生产需求，对于我国这样的大国来说，能够满足其工业化和城市化进程中的能源需求。煤炭的价格相对较为稳定，也使得煤炭具有较好的经济性。 虽然我国煤炭资源丰富，但人均占有量低。煤炭资源的地理分布极不平衡。加上近年来我国国民经济持续快速发展，电力、冶金、建材、化工等行业的高速发展导致了对煤炭需求的大幅度增加，消费逐年递增。煤的大量开采、加工和利用，产生了大量的煤矸石、粉煤灰和锅炉渣等，它们在工业固体废物中占有很大的比重，能够引起严重的环境问题。

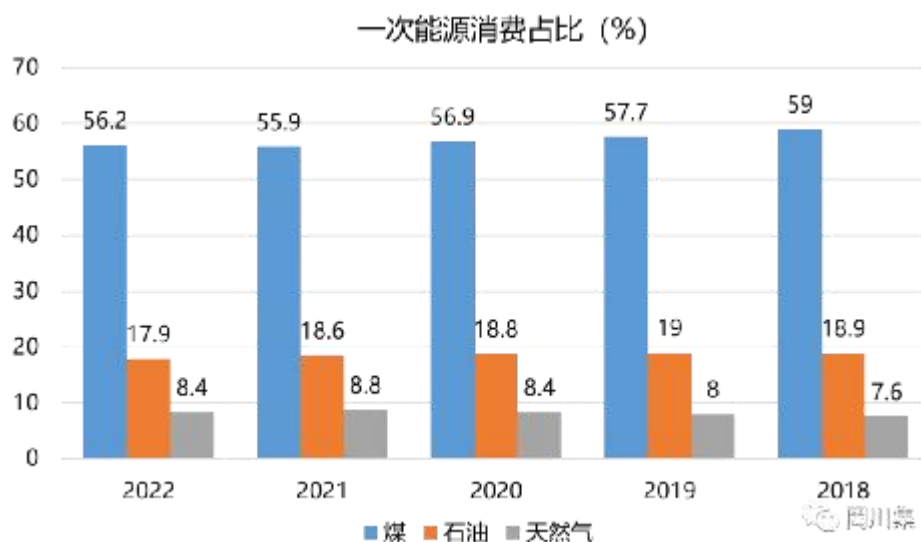


图 1 我国一次能源消费占比

据统计，全球煤炭储量为 1.06 万亿吨左右，按照现在的开采数量可供开采 132 年。煤炭在我国的主要分布在山西、陕西、内蒙古和新疆地区。但是我国中原地区和南方地区对煤炭的需求量很大，长期需要以“北煤南运，西煤东运”的方式进行长距离供应。我国虽然煤炭资源相对丰富，但我国是世界上煤消耗量最大的国家，使得我国煤炭的储采比较低，可开采的时间只有几十年。通过介绍煤炭在我国能源结构中的重要地位，让学生深刻认识固废资源化利用的迫切性和必要性，引导学生认真学习专业知识，掌握煤系固体废物的资源化利用技术，同时积极开发新能源，自觉为新时代中国特色社会主义环境保护建设做出应有贡献。

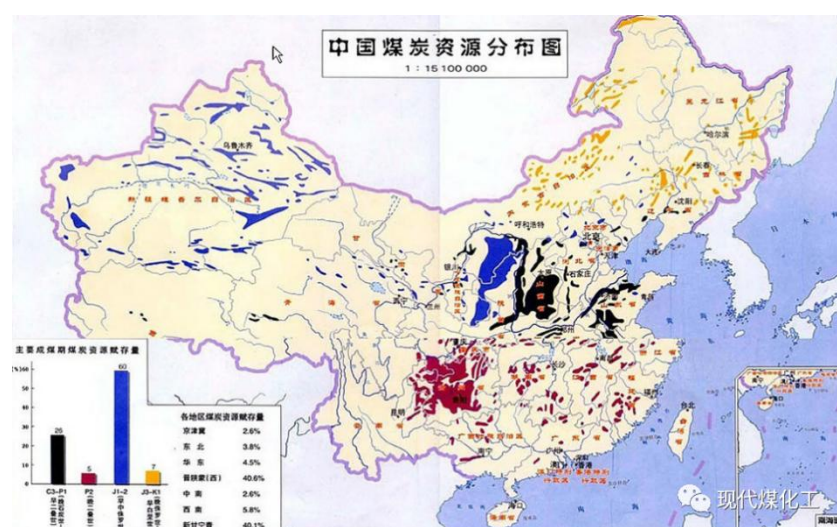


图 2 中国煤炭资源分布图

煤矸石是采煤过程和洗煤过程中排出的固体废物，是一种在成煤过程中与

煤层伴生的含碳量较低、比煤坚硬的黑灰色岩石，约占我国工业废渣年排放总量的 1/4，它一般每采 1t 原煤排矸石 0.2t。据统计，煤矸石每年以 $0.8 \times 10^8 \sim 1.0 \times 10^8 \text{t}$ 的速度增加。因此，煤矸石是一类数量较大的固体废物。煤矸石一般采用露天堆放，很多煤矸石山在常温环境下会发生自燃，释放出大量 NO_x 、 SO_2 等气体，不仅污染了空气，还影响了居民的正常生活和身体健康。此外，煤矸石经风化后，锰、铬、硒、镍、砷等多种微量元素会散布到环境中，进而污染环境和地下水，对周边生态系统造成严重破坏。煤矸石里含有 C 和 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 SO_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 P_2O_5 等氧化物，以及一些微量的稀有金属元素，如钛、钒、钴、镓等，有很多综合利用途径。如：煤矸石综合利用发电，生产砖、砌块、烧结瓦、陶粒、水泥等建筑材料，生产土壤改良剂，还可以合成塞隆，生产硅酸铝耐火纤维和高铝纤维、生产造纸填料、4A 沸石分子筛等新型环保材料。

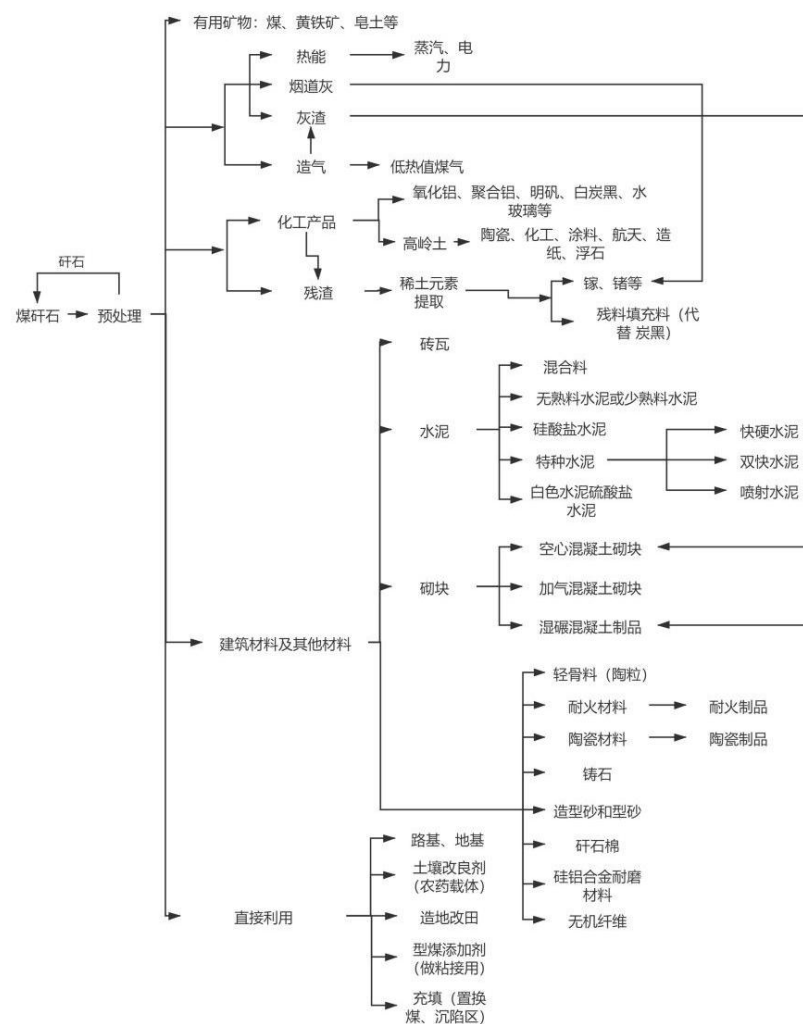


图3 煤矸石的综合利用途径

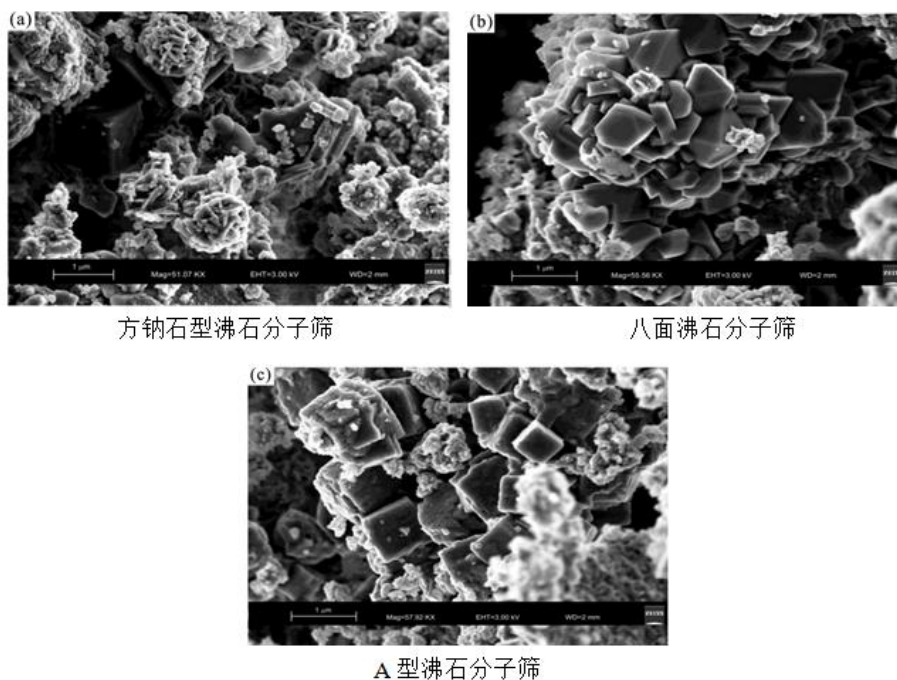


图 4 煤矸石合成的沸石分子筛的 SEM 图像

播放学习视频：内蒙古日盛可再生资源有限公司成功研发出世界上第一条以煤矸石为原料生产洗衣粉助剂 4A 沸石的生产线，其 4A 沸石产品占据了国内市场份额的半壁江山，还远销到国外。在内蒙古日盛可再生资源有限公司占地 450 亩厂区的各条生产线上，煤矸石、粉煤灰、铝灰及电石渣等废弃资源经过活化，进入回转窑，一系列工艺流程后，变成了 4A 沸石、分子筛、无机阻燃剂、PVC 热稳定剂、高白填料氢氧化铝、聚氯化铝等高效低耗合成铝硅系列新材料产品。随着国家洗涤助剂禁磷政策的实施，洗涤剂制造商一直都试图寻找安全、有效、经济的磷酸盐替代品。据悉，该生产线达到了年产 4A 沸石等系列产品 35 万吨的规模，年总销售收入将达到 10 亿元。可实现年消纳 30 万吨煤矸石、16 万吨电石渣、10 万吨铝灰等废弃资源，将更加有力助推当地生态环境保护。

通过介绍煤矸石的资源化利用新技术和新方法，提升学生的专业自信心和自豪感，增强建设美丽中国的社会责任感，激发学生的学习热情，引导学生积极投身固废资源化利用事业，在平凡岗位贡献力量。

分析
评价

煤矸石的综合回收利用有助于缓解因煤炭带来的能源危机。在学习煤矸石综合利用技术的同时，融入社会责任、专业自信心、专业自豪感的思政元素，有利于引导学生积极投身固废资源化利用事业，为可持续发展贡献力量。

评价者

曹建斌 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-005
案例标题	流传千年的颜色，《千里江山图》中的矿物密码
案例来源	团队原创
内容简介	学习硫酸渣制备铁黄和铁红的原理和工艺，培养工程思维，让学生充分理解物尽其用的意义与价值。引入《千里江山图》近千年不褪色的案例，揭示矿物制备颜料的优势，增强文化自信，培养科学精神和实践创新能力。
关键词	硫酸渣；铁黄；铁红；《千里江山图》
编写时间	2024-5-21
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	工程思维、文化自信、科学精神、实践创新能力
素材长度	2066
案例正文	硫酸渣是硫酸生产过程中硫铁矿石（黄铁矿等含硫铁矿物）等原料氧化焙烧脱硫后产出的粉末状固体残渣。硫酸渣的排放量与所用原料的品位有关。硫铁矿原料含硫量越高，硫酸渣排放量越低。当硫铁矿含硫 25~35%时，生产每吨硫酸约产生 0.7~1 吨硫酸渣。 因为含有硫铁矿物，所以硫酸渣可以回收有色金属和炼铁原料，还可以生产铁黄、铁红等颜料。 硫酸渣生产铁黄。用于制备铁黄的硫酸渣一般采用高品位硫铁矿制酸后所得的硫酸渣。铁黄又称氧化铁黄；化学表达式：$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$，其主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$，也可写成 $2\text{Fe}(\text{OH})_3$，黄色粉末，从柠檬黄到橙黄都有，广泛用于建筑、涂料、橡胶、塑料、文教用品等工业。其着色力几乎与铅铬黄相等。铁黄的耐光、耐大气影响、耐污浊气体以及耐碱性都非常强，但耐酸性较差，特别是易被浓热的强酸溶解。铁黄加热时脱水变色，逐渐形成氧化铁红。

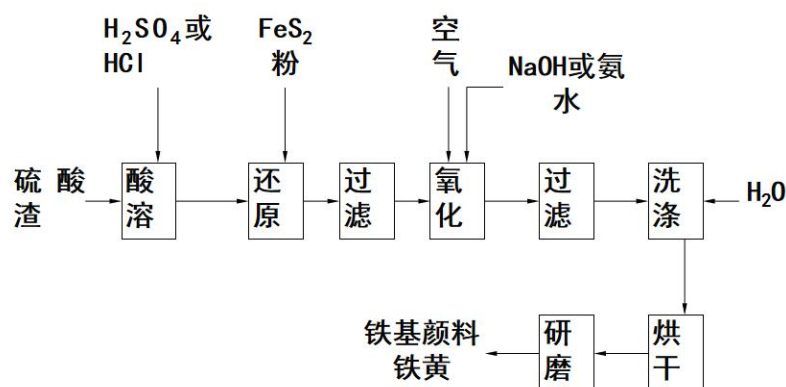
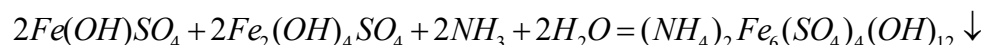
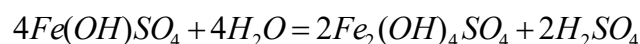
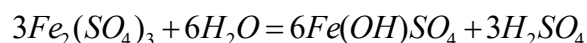


图 1 硫酸渣制备铁黄制备工艺流程

铁红是一种人们熟悉的铁基颜料，别名烧褐铁矿、烧赭石、铁丹、铁粉、红粉、威尼斯红（主要成分为三氧化二铁）、三氧化二铁等。化学式 Fe_2O_3 。市场需求量大，尤其是高档次的氧化铁红。较低档次的氧化铁红产品可将高品位的硫酸烧渣二次强氧化煅烧后，经超细粉磨后直接获得。

在硫酸渣中加入硫酸，使渣中铁的在强酸性条件下溶解生成 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 FeSO_4 而进入溶液。为了调整铁盐浓度，有时加入轧钢铁皮对溶液进行适当处理。溶液中 Fe^{2+} 结晶析出能力较差，而 Fe^{3+} 较易从溶液中结晶析出，因此，需将 Fe^{2+} 氧化 Fe^{3+} 成再进行分离。常用的氧化剂有 H_2O_2 和空气。用氨水调节溶液 pH 约 1.5，得到铵黄铁矾晶体，反应式如下：



铵黄铁矾晶体在水中溶解显强酸性，加入氨水调节溶液 pH 为 5-5.5，产生红色沉淀的粉末，烘干后磨细，得到高档氧化铁红产品。

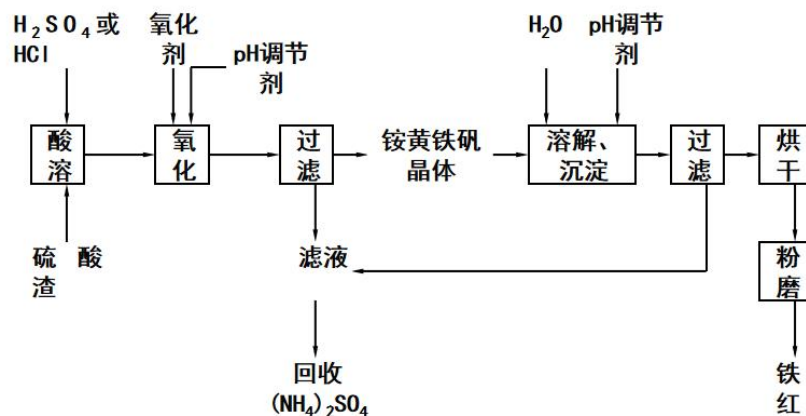


图 2 硫酸渣制备铁红工艺流程示意图

学习化工渣——硫酸渣制备铁黄、铁红两种颜料的原理和工艺流程，激发学生的学习兴趣 and 工程思维，让学生充分理解物尽其用的意义与价值，不断探索固体废物资源化利用新途径、新技术和新工艺。

不仅仅是硫铁矿，自然界中有很多矿物都可以用来做颜料。把天然矿物制成颜料要经历怎样过程？矿物颜料又是怎么保持色彩艳丽不褪色的呢？以《千里江山图》为例，细说它千年之美的秘密。

《千里江山图》诞于北宋徽宗年间，是一位天才少年王希孟在 18 岁时所画。全卷画长 11.91 米，整幅画气象磅礴，吞吐山河，简直是宋代的国家形象纪录片。是绿青山水画史上具有里程碑意义的一件作品。那青绿山水所用的颜色源自矿物质石青、石绿，900 多年过去了，除了绢色稍微变暗，偶尔重的地方有少量颜料脱落，整体依然保持着非常鲜亮的颜色。



图 3 《千里江山图》（局部）

石绿。国画颜料中的“石绿”指的是孔雀石（或硅孔雀石）。这是一种在铜矿中常见的矿石之一，以华丽的类似孔雀尾羽的青绿色花纹著称。孔雀石是含铜的碳酸盐矿物，化学成分为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ ， CuO 71.95%， CO_2 19.90%， H_2O 8.15%。属单斜晶系。晶体形态常呈柱状或针状，十分稀少，通常呈隐晶钟乳状、块状、皮壳状、结核状和纤维状集合体。有绿、孔雀绿、暗绿色等。常有纹带，丝绢光泽或玻璃光泽，似透明至不透明。折光率 1.66—1.91，双折射率 0.25，多色性为无色—黄绿—暗绿。硬度 3.5—4.5，密度 3.54—4.1 g/cm³，性脆，易溶解。

孔雀石的主要成分为碱式碳酸铜，颜色为翠绿、草绿、暗绿不等，硬度较低适宜研磨成色粉。由于石绿的曲折率极低，并且稳定性极好，具有发色鲜艳，保存持久的特性，在世界上得到广泛使用。欧洲大教堂里的彩色玻璃图化，经常会使用孔雀石做绿色颜料。我国的著名国画《千里江山图》中大量使用了石绿。



图 4 石绿色卡和孔雀石

石青。青取之于蓝，而青于蓝。石青的原料是蓝铜矿，因为其饱和度没有群青这么高，和其他颜色混合容易变成绿色。蓝铜矿是含铜的碳酸盐矿物。产于铜矿床氧化带、铁帽及近矿围岩的裂隙中。其形成一般稍晚于孔雀石，但有时也被孔雀石所交代。蓝铜矿因风化作用，使 CO_2 减少，含水量增加易转变为孔雀石，以至孔雀石依蓝铜矿呈假。属单斜晶系，十分稀少，通常呈隐晶钟乳状、块状、皮壳状、结核状和纤维状集合体。具同心层状、纤维放射状结构。有绿、孔雀绿、暗绿色等。常有纹带，丝绢光泽或玻璃光泽，似透明至不透明。折光率 1.730—1.836，双折射率 0.106，多色性为无色—黄绿—暗绿。性脆，贝壳状至参差状断口。遇盐酸起反应，并且容易溶解。粉末用于制作天然蓝色颜料。其制作方法如图 6 所示。

经过以上的过程颜色已成为细粉末就可放如乳钵进行研磨，速度不可过快，要稳健有力，慢慢颜色会出现结饼的现象，这时就要加水研磨了，研一段时间后可兑入轻胶水再研，要注意的是研磨的方向要从始至终保持一个方向，切忌忽左忽右，下一步叫水飞法；将备好的热胶水兑入乳钵内用手指搅匀沉淀，然后倒入另一碗中。留下渣子再进行研磨，倒出的第一碗沉淀后再到出第二碗。第一碗内沉淀者色深，为头青。依次可漂出头、二、三、四、五种青注意的是

每分漂一次后都要如前次一样加水沉淀，以防颜色不清。



图 5 蓝铜矿

图 6 石青的制作方法

以《千里江山图》近千年仍然不褪色为例，让学生了解矿物颜料的优良性能和我国古人的聪明智慧，培养学生的文化自信和民族自豪感，深刻理解实践出真知，科技来源于生活，引导学生善于发现生活中存在的科学问题，不断增强实践创新能力。

分析
评价

案例知识点清楚，具有清晰的逻辑结构。案例内容有明确的思政元素和育人目标，教学内容融入案例之中，能突出育人内涵。

评价者

曹建斌 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-006
案例标题	引导村民正确认识卫生填埋场，让环保工作更有温度
案例来源	团队原创
内容简介	引入东莞市某镇建设卫生填埋场的案例，引导学生向群众正确宣传相关环保理念的观念，在群众不了解相关技术或受谣言影响的情况下，切实解决群众的疑惑，以多种方式保障群众权益，使环保工作能切实解决环境问题，改善人居环境，真正做到以人为本。
关键词	卫生填埋场；环境污染；环境监测
编写时间	2023-2-23
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	社会责任、群众路线、以人为本
素材长度	1000
案例正文	固体废物的土地填埋在现阶段仍然是我国较为主要的固体废物处置技术，安全卫生填埋场的选址是卫生土地填埋场全面规划的第一步，需综合考虑地形、土壤、水文、运输等多种要素。但是群众因为不了解相关技术或受到谣言影响，有时会对在周边建造安全卫生填埋场有不满的情绪，而解决这样的问题不仅需要从业人员在技术上秉持严谨负责的态度，保证安全卫生填埋场的安全运行，尽可能降低对周边环境的影响，还需要不急不躁地向群众深入浅出地宣传相关技术和理念，真正做到以人为本，最大限度保障周边群众的权益，让群众切实认为环境保护是一件利国利民的事。 2017年11月24日，为进一步消除东莞市某镇群众的顾虑，顺利完成卫生填埋场项目前期环评和征地工作，加快推动项目落地建设，该镇领导班子全体成员以“签字画押”的形式表决心、兑承诺，承诺科学安全建设和监管卫生填埋场，确保当地生态安全。同时承诺项目落地之后，落实收益分配、环境监测、民生工程相关事宜，切实保障群众各项权益。



图 1 镇政府召开入户宣传培训会



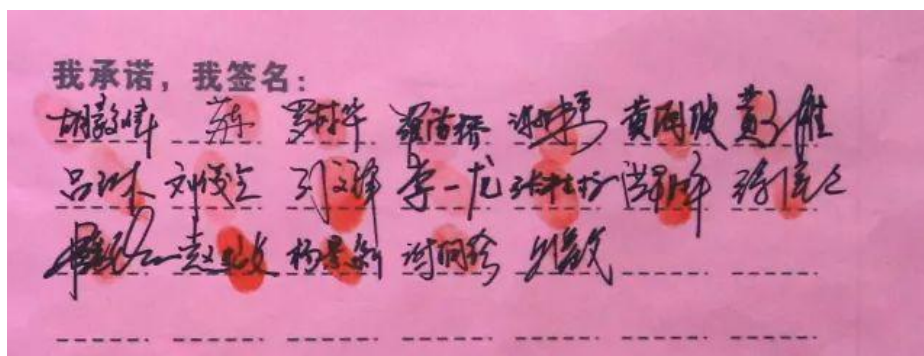


图2 镇政府工作人员签署承诺书

从确定选址后的数月，全镇党员干部以及当地社会贤达，积极宣传，讲科学、讲发展、讲大局、讲收益，相信环保科学，切实做好群众解释工作。经过前期大量的宣传讲解，以及多次赴莞惠深三地环保项目进行考察，大部分群众都表示理解和支持市委、市政府的部署，并开始逐步接受卫生填埋场建设。目前，填埋场一期工程已经全部建设完成，高效投产运营。A库区自2018年6月1日到2019年1月10日，已经依法安全填埋飞灰螯合物约14万吨。项目已进行多次环境常规因子检测与二噁英浓度检测，与基础监测相比，各项指标没有变化。也就是说，该项目没有对周边环境产生污染。如今，该项目得到广大群众的认同和支持。



图3 东莞市东南部卫生填埋场一期工程高效投产运营



图 4 填埋场 A 库区依法安全填埋飞灰螯合物

通过案例分析法，引入东莞市某镇卫生填埋场的案例，引导学生认识到从事环保领域工作需要善于“接地气”。环保事业是与国计民生紧密联系在一起的大事。安全卫生填埋场的建设与周边群众的生产生活切实相关，环保工作是为了给群众提供良好的生活环境，是为了实现可持续发展。环境就是民生，人民群众对美好生活的需求就是我们的奋斗目标。环保从业者应当保持以人为本的精神，积极宣传环保理念，让更多人参与环保、监督环保，环保工作应当走群众路线，坚持环保为民，服务群众，真正在工作中提高群众意识，环保是为了群众，环保也需要群众。

分析
评价

采用案例法，介绍东莞某垃圾填埋场，引导学生认识到从事环保领域工作要“接地气”，坚持以人为本，走群众路线，坚持环保为民，服务群众。课程思政点切入巧妙，润物无声，达到了课程育人的目的。

评价者

曹建斌 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-007
案例标题	“矿石漆材”——钼尾矿气凝胶保温真石漆涂料
案例来源	团队原创
内容简介	在讲解矿业固废的综合利用技术时，以化材学院“利用钼尾矿制备保温真石漆涂料”的优秀研究成果为案例，激发学生的专业自豪感，培养科学思维，激励学生将专业知识用于生产实际，解决目前各类固体废物的综合利用难题。
关键词	钼尾矿；保温真石漆
编写时间	2024-4-20
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、专业自豪感、理论联系实际
素材长度	2986
案例正文	保温真石漆是在真石漆的配方中加入保温功能填料，经科学方法研制得到的新型建筑涂装材料，兼具装饰和保温功能。但目前其原料之一砂石供应紧缺，价格居高不下，导致真石漆的制造成本增加。 化材学院李建涛博士组建科研团队，基于商洛市洛南县大量堆存的钼尾矿，以钼尾矿和钼矿废石机制砂为骨料制备保温真石漆，有效解决了现有技术中存在的真石漆制备原料中骨料供应短缺、价格昂贵以及骨料易脱落的问题。核心技术及产品如下。 1.碱提钼尾矿中石英制备 SiO_2 气凝胶 图 1 和图 2 是以尾矿制备气凝胶的流程和示意图，如图所示，将尾矿经水洗，烘干，研磨，过 325 目筛，置于马弗炉中煅烧，取出破碎，研磨，过筛，按一定比例加入烧碱溶液，水浴 80°C 搅拌溶解 6 h，抽滤；滤液调节至适当的浓度，调节 pH，搅拌，溶胶-凝胶反应，50°C 凝胶化反应 6 h，用已制得的硅溶胶浸泡，室温老化 5 d，得到水凝胶，滤掉水分；然后用无水乙醇浸泡 5 h，重复浸泡三次，再用己烷浸泡 5

h, 重复浸泡三次; 溶剂替换后的烷凝胶再经常压梯度干燥得二氧化硅气凝胶。

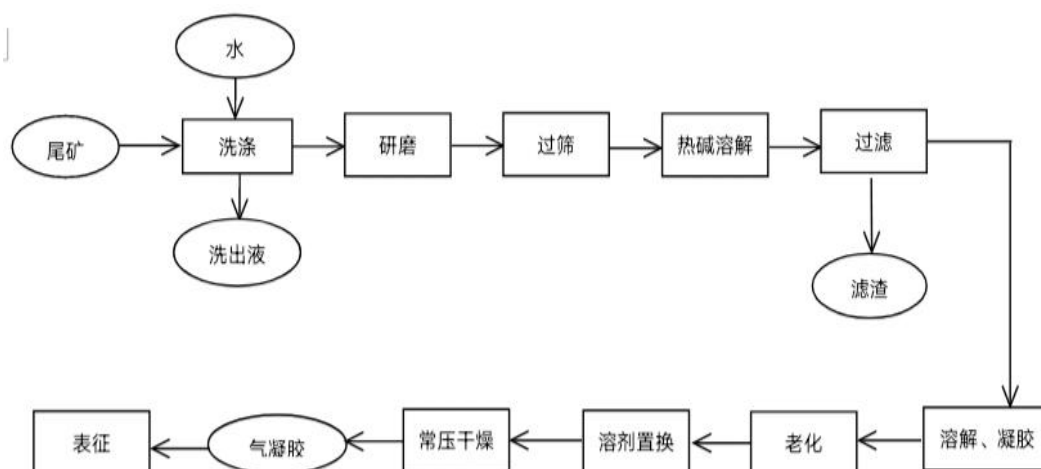


图 1 SiO₂ 制备流程图

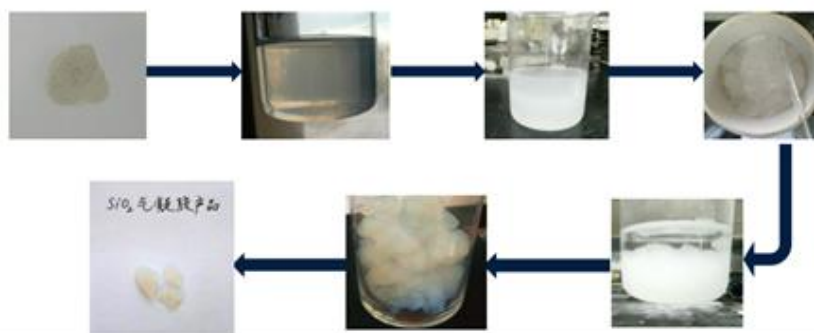


图 2 SiO₂ 制备流程示意图

2. 钼尾矿保温真石漆生产技术

(1) 真石漆配方

①真石漆配方：各组分量（以质量份计）：苯丙乳液 290-320、钼矿废石机制砂（10-20 目）70-90、钼矿废石机制砂（20-40 目）60-80、钼尾矿 230-260、钼矿废石机制砂（<40 目）45-53、海泡石 90-110、空心玻珠 70-90、硅酸铝纤维 35-42、二氧化硅气凝胶 3-6、羟甲基纤维素 5-12、去离子水 130-155、分散剂 1.5-2.3、消泡剂 2.5-3.6、成膜助剂 15-22、增稠剂 1.7-2.3、防冻剂 1.3-2.2、防霉剂 0.6-1.2、氨水 0.7-1.5。

②底层涂料配方：各组分量（以质量份计）：纯丙乳液 55-70、去离子水 32-40、防霉剂 0.1-0.3、防腐剂 0.2-0.5、成膜助剂 1.2-1.5、流平剂 0.5-0.9。

③罩面涂料配方：各组分量（以质量份计）：纳米硅溶胶（30wt%）20-28、硅丙微乳液 43-50、去离子水 25-30、防腐剂 0.2-0.5、流平剂 0.6-1.1、抗紫外线剂

0.1-0.4、己二醇丁醚 0.8-1.3。

(2) 保温真石漆的生产流程图

保温真石漆的制备工艺流程见图 3。

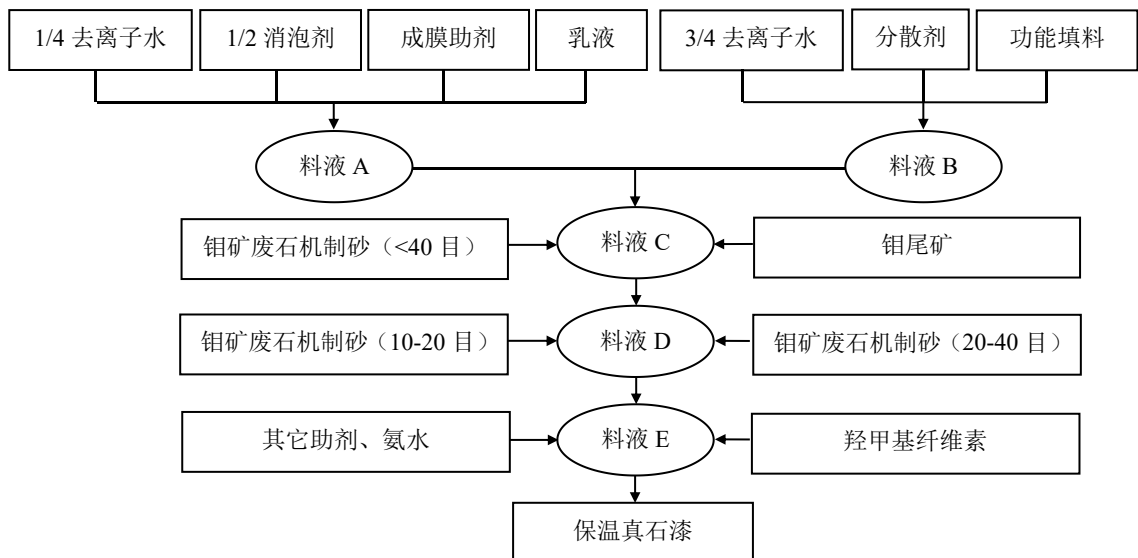


图 3 保温真石漆的制备工艺

3. 钼尾矿保温真石漆技术难点及解决措施

保温真石漆生产过程中存在一系列的技术难点，归纳为三个方面，见图 4。

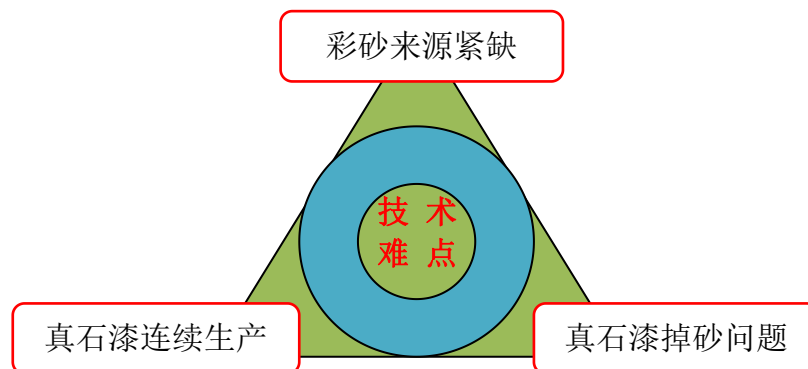


图 4 技术难点

(1) 彩砂来源紧缺。真石漆所用粗细彩砂骨料主要来自各种显色矿石，经破碎、研磨、筛分等工序获得。由于目前国家对各类矿山的准入管控和严格的环保要求，增加了真石漆的生产成本。以钼尾矿和钼矿废石机制砂为粗细骨料的来源，可直接生产深色系真石漆产品；同时研究利用尾矿和废石机制砂生产真石漆烧结彩砂的技术，取得了成功。从根本上解决了真石漆彩砂来源有限和运输费用高的问题，可大大降低真石漆的生活成本。

① 烧结砂与天然彩砂的对别分析

天然砂，是由花岗岩、大理石等矿石粉碎加工而成，作为真石漆的原料。天然砂最大的缺陷就是天然砂含有大量的钙成份，耐酸性非常差，后期经过雨淋(酸雨)很容易发生氧化作用，出现快速粉化和褪色、发花现象。

烧结砂，又叫高温烧结彩砂，是采用优质无钙质砂作为基础原料，进行高温煅烧处理(表层釉面陶瓷烧结处理)，经过这两道工序后，砂子的物力性能和化学性能都得到了很大提升，真正的做到耐老化，耐酸雨，不变色的性能特点。

②颜色等级区别

天然砂因为是开采、粉碎后直接使用，虽然经过分级处理，但是砂子的颜色很难做到均匀一致，始终含有杂色颗粒，同时天然砂的颜色看上去比较暗淡无光，调制一些特殊石头，颜色很难充分表现。

烧结砂真石漆，其砂子经过釉面陶瓷烧结处理后，颜色均匀一致，不存在任何杂质，而且色彩明快、有光泽，调制任何颜色的砂均能充分的表现，如图 5。



图 5 真石漆施工效果

(2) 真石漆的连续生产问题。目前企业生产真石漆采用的均为间歇式卧式真石漆搅拌机，不能实现连续生产，自动化程度低，效率较低。本项目自行设计的真石漆连续生产装置，可以大大提高真石漆的生产效率。示意图见图 6。

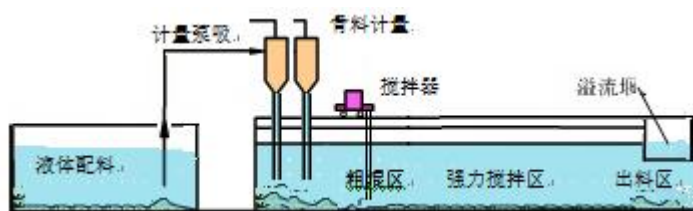


图 6 真石漆连续生产装置示意图

(3) 真石漆涂层的掉砂问题。目前天然砂骨料真石漆的涂装过程中，在正常的喷涂压力下往往会出现掉砂太多的问题，给施工方带来诸多难题，使客户得不到满意的涂装效果。本技术采用钼尾矿和钼矿废石制备粗细骨料，彩砂在组成和化学成分上相近，根据“相似相容，同性相吸”的客观规律，再结合合理级配，科学配

方，使得真石漆涂层牢固的结合在一起，从根本上解决了真石漆涂层的掉砂问题。从而解决了长期困扰施工方和客户的难题。

4.钼尾矿保温真石漆的技术优势

以钼尾矿及钼矿废石为粗细骨料制备保温真石漆技术，原料来自废物再利用，成本低、投资少，清洁环保，工艺简单等优势突出，见图 7。



图 7 技术优势

5.复合型外墙保温涂料生产技术

(1) 涂料配方

①面层涂料基本配方：硅丙乳液 41.00 g，金红石型钛白粉 16~20 g，空心玻珠 11~16 g，红外粉 6~9g，钼尾矿粉 12~18g，硅酸铝纤维 6~10 g，分散剂 0.3 g，消泡剂 0.2 g，润湿剂 0.4 g，增稠剂 0.35 g，成膜助剂 0.5 g，去离子水适量。

②底层涂料基本配方：纯丙乳液 43.00 g，二氧化硅气凝胶浆料 15~21 g，空心玻珠 12~18 g，云母粉 9.00 g，钼尾矿粉 8~12 g，硅酸铝纤维 5~9 g，分散剂 0.25 g，消泡剂 0.15 g，润湿剂 0.3 g，增稠剂 0.2 g，成膜助剂 0.4 g，去离子水适量。

5.反射隔热涂料生产技术

(1) 反射隔热涂料配方

苯丙乳液 35~50 g，金红石型钛白粉 10~18 g，空心玻珠 11~16 g，气凝胶浆料 9~15 g，钼尾矿粉 8~13 g，云母粉 6~10 g，硅酸铝纤维 5~9 g，分散剂 0.3~0.7 g，消泡剂 0.2~0.5 g，润湿剂 0.2~0.6 g，增稠剂 0.3~0.5 g，成膜助剂 0.4~0.8 g，去离子水适量。

(2) 生产工艺流程

反射隔热涂料制备工艺见图 8。

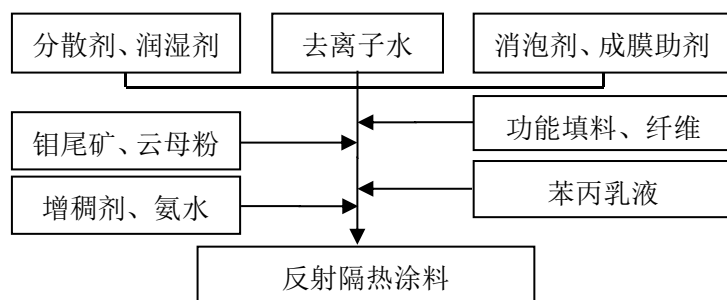


图 8 反射隔热涂料制备工艺流程

(3) 产品形貌

图 9 为所制反射隔热涂料涂层表观形貌及保温性能测试用浇筑试件。

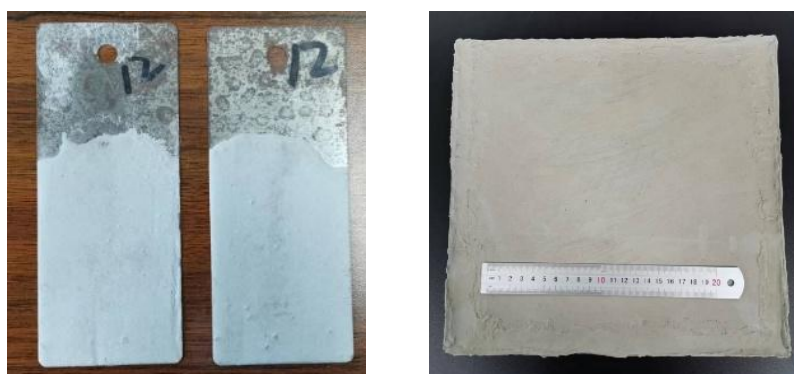


图 9 反射隔热涂料涂层及保温性能试件

6.真石漆烧结砂生产技术

烧结彩砂是一种以矿物颗粒(砂子)为原料，加入无机颜料和特殊涂层，经过高温烧结制备。烧结彩砂的工艺方法，由搅拌、预热、煅烧和冷却四个步骤组成，其特征在于：在预热和煅烧步骤中用热风炉提供的热风对搅拌好的物料在预热滚筒和煅烧滚筒内进行预热、煅烧。

生产配方及工艺过程如下钼尾矿陶瓷涂层烧结彩砂，骨料为钼尾矿砂或钼尾矿机制砂，其外包裹有彩色陶瓷涂层，涂层由颜料和粘结剂组成，特征是粘结剂为磷酸二氢铝；原料质量比为：砂粒 1000 份，粘结剂 7~20 份，颜料 3~20 份。其制备方法：磷酸 100 份，氢氧化铝 5~20 份，水 8~25 份混合搅拌反应，冷却制成粘结剂：玄武岩石料粉碎成 8~40 目的砂粒；砂粒 1000 份，粘结剂 7~20 份，颜料 3~20 份搅拌均匀，烧结。温度 300~900 度；烧结后冷却，得到产品。本产品粘结剂固化温度低，烧结牢固；工艺简易，能量消耗量明显减少，降低了成本；消除了现有技术中产品表面粗糙、色差大、色彩不均匀和产品“出白头”缺陷等现象。优化方案加入助溶剂进一步降低了烧结温。

	钼尾矿及废石的气凝胶保温真石漆涂料的研发，有效解决了目前市场上真石漆存在的砂石骨料短缺且易脱落的问题，大大降低了生产成本。依托该产品，研发团队授权国家发明专利 2 件，实用新型专利 3 件。并与杨峪河东方水泥预制厂进行了根植地方项目合作。获“互联网+”大赛省级银奖。目前，团队欲以 51% 的技术入股，与相关合作方共同成立陕西晶鑫华彩建材科技有限公司，解决钼尾矿大宗利用问题，延长产业链，做好秦岭卫士，助力乡村振兴。 在讲解矿业固废的综合利用技术时，以化材学院“利用钼尾矿制备保温真石漆涂料”的优秀研究成果为案例，激发学生的专业自豪感和自信心，培养科学思维，激励学生认真学习专业知识，积极参与学院教师的科研项目，将专业知识用于生产实际，解决目前各类固体废物的综合利用难题，开展生态环境保护，助力我国乡村振兴。
分析评价	案例知识点清楚，具有清晰的逻辑结构。案例内容有明确的思政元素和育人目标，教学内容融入案例之中，能突出育人内涵。
评价者	 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-008
案例标题	“炼金师”彭金辉：梦起云滇 功不唐捐
案例来源	团队原创
内容简介	介绍冶金固废的来源及常见的冶金废渣的利用方法，引出彭金辉院士学成归国，扎根边疆，立足云南，在冶金领域埋头苦干的先进事迹，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	冶金固废；综合利用
编写时间	2024-2-25
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	家国情怀、工匠精神、职业价值观
素材长度	2789
案例正文	我国是冶金大国，2019 年我国钢铁产量 9.96 亿吨位居全球第一，占世界钢铁产量的 53.31%。但在钢铁或有色金属冶炼过程，将必不可免的产生多种固体废弃物，简称冶金固废。冶金固废根据固废产生环节和成分可以分为炉渣、铁合金渣、钢渣、有色金属冶金渣与尘泥、赤泥等。 1.冶金固废分类 （1）高炉渣：在炼铁过程中，氧化铁在高温下还原成金属铁，铁矿石中的二氧化硅、氧化铝等杂质与石灰等反应生成以硅酸盐和硅铝酸盐为主要成分的熔融物。矿渣是钢铁冶金工业生产中排放量最大的一种固体废弃物，其排放量与入炉矿石的品味及冶炼制度有直接关系。 （2）钢渣：钢渣是转炉、电炉、精炼炉在熔炼过程中排出的，由金属原料中的杂质与助熔剂、炉衬形成的渣，以硅酸盐、铁酸盐为主要成分。 （3）含铁尘泥：随着煤气气流或氧化后随烟气排出冶炼设备形成的，一般铁或金属元素含量较高，可分为转炉污泥、高炉瓦斯灰、炼铁除尘灰、煤气除尘灰等。

(4) 赤泥：制铝工业提取氧化铝时排出的工业固体废弃物，因含氧化铁量大，外观与赤色泥土相似，大约每生产 1 吨氧化铝要排放 1.0~1.8 吨赤泥。

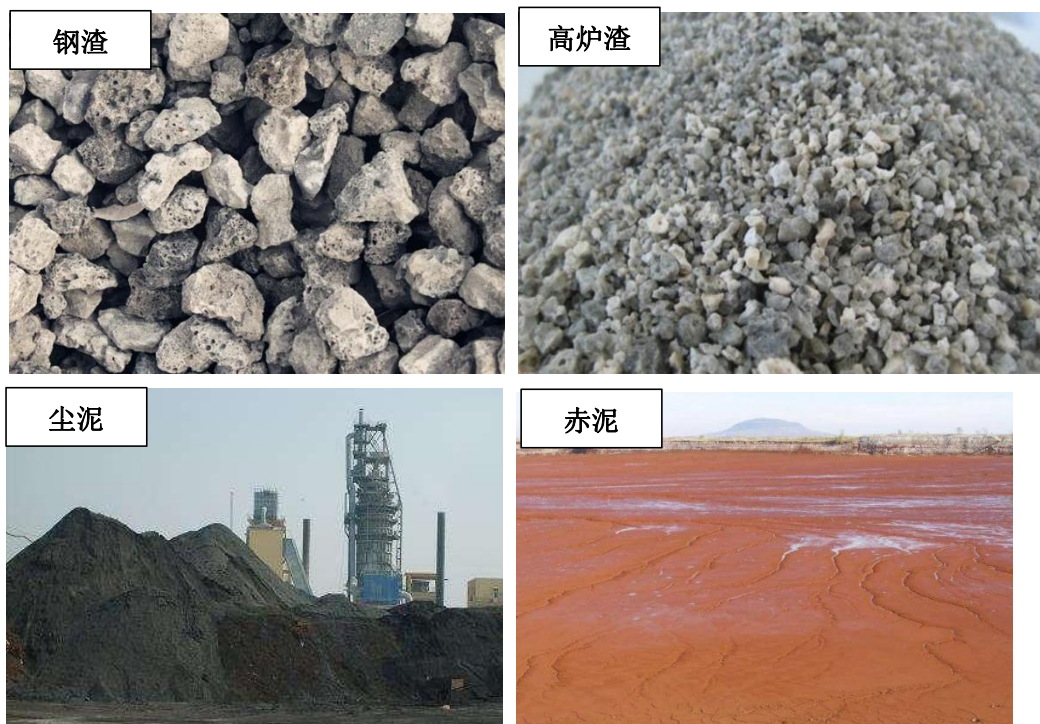


图 1 几种典型冶金固废

2.冶金固废的综合利用途径

我国冶金废弃物的治理分为三个阶段：第一阶段采用最简单也是最原始的方式，将废渣直接掩埋；第二阶段的治理方式过渡到粗放型，也就是对废渣实施初步的再利用；第三阶段属于优化治理方式，将冶金固废进行整体回收，大力开发和综合利用资源。近年来，我国冶金固废被大量应用于公路建设、建筑行业和建材行业，综合利用可达 60%左右。

(1) 金属回收

冶金固废中含有多多种其他金属，往往可提取金、银、钴、锑、钨、铂等，有的含量可达到甚至超过工业矿床的品位，有些回收的稀有贵重金属的价值甚至超过主金属的价值。如将铜渣收集到回收室，经氧化熔烧，再通过还原方法处理技术可回收铜粒；赤泥中有 10%-45%的铁，可回收大量的铁得到高品位炼铁精料，还能从中提取铝、钛、钒、铬、锰及多种稀土元素和微量放射性元素。

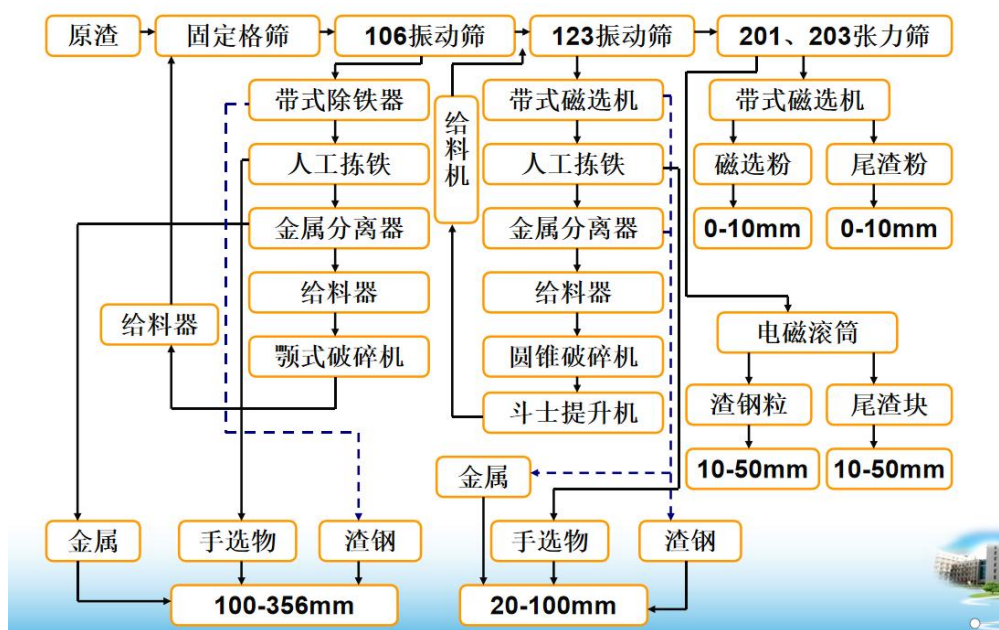


图2 钢渣选铁工艺

(2) 建材化利用

建材行业在处置冶金固废方面具有十分重要的作用。一方面，钢渣通过磨细激发活性，替代水泥用于混凝土建筑工程，可降低混凝土水化热而产生的裂缝，提高混凝土的后期强度以及耐磨、抗冻和耐腐蚀性能，这种钢渣水泥是行业中研究的热点；另一方面，矿渣作为水泥混合材和混凝土掺合料的应用技术已经非常成熟，而且应用广泛，也是重要的综合利用方向；还有，赤泥物理成分与粘土相似，因此赤泥是粘土的良好替代品，利用赤泥为主要原料可生产多种砖，如免蒸烧砖、粉煤灰砖、装饰砖、陶瓷釉面砖等；最后，矿渣制备微晶玻璃、岩棉等技术也越来越成熟，冶金固废也走出了“一无是处”的尴尬，迈向“浑身是宝”的新征程。

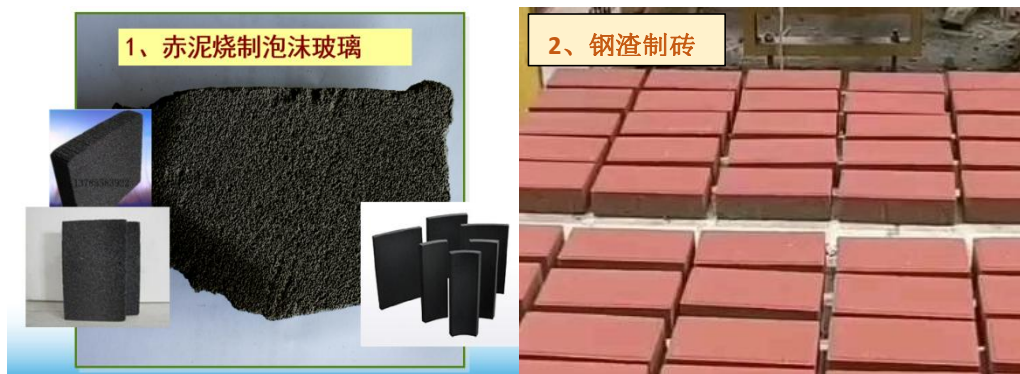


图3 冶金固废制备建筑材料

(3) 道路工程

矿渣破碎形成的混合矿渣是一种优异的修筑道路基层和垫层的材料，具有平整度好、蓄水、隔温等特点。

(4) 陶瓷行业

利用冶金渣制备陶瓷是一条大宗高值的资源化利用途径。冶金渣中的惰性组分、重金属、游离氧化钙或碱金属等可转变为陶瓷中的有益组分，使陶瓷具有力学性能优异、抗磨、耐腐蚀、固结重金属等优良特性。当前我国已经具有利用工业固废制备陶瓷材料的技术实力，且该技术具有明显的优势。

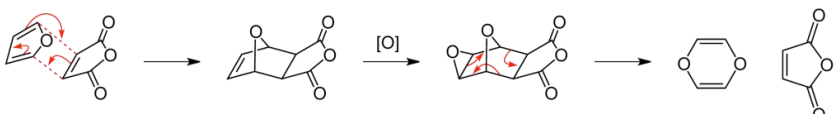
(5) 环保行业

研究表明，钢渣具有化学沉淀和吸附作用。在钢渣处理废水研究中，铬的去除率达到 99%，锌的去除率达 98%以上，汞的去除率达到 90.6%等等；另外，赤泥因其物化特性被认为是吸附剂与混凝剂的良好混合体，被广泛用于研究处理水中污染物例如重金属离子、有机物和 NO_x、SO_x、H₂S 等酸性气体。

我国对冶金固废的综合利用开展了大量的工作，取得了诸多成绩，但实现冶金固废的综合利用，绝不仅仅局限于以上行业。冶金固废的处理与利用涉及到多个交叉学科领域，还需要更多领域的专家、企业参与其中。

由此引出“炼金师”——中国工程院院士、中国微波冶金专家彭金辉的先进事迹。1981 年秋，17 岁的彝家小伙彭金辉从家乡普洱启程，只身赴昆明求学。踏入昆明工学院，选择有色金属冶金专业，他没有半点迟疑。理论课本堆积如山，实验室里挥汗如雨，求索新知一点也不轻松。而彭金辉从未放弃。他本硕博连读一气呵成，不忘初心，变身冶金行家里手。读博期间，他投身微波冶金新技术，对传统冶金高能耗、污染重“耿耿于怀”。于是，他昼夜不息，伏案攻坚克难，终于迎来一次惊喜的发现——微波加热可短时间迅速将矿物加热至高温。彭金辉说，利用微波优势，传统冶金工艺将得到优化，且高效、节能、环保。但冶金技术创新并非朝夕之功。为磨炼技艺，博士毕业两年后，他先后赴英德深造，主攻“材料合成与加工微波应用”。身在他乡，心念故土。彭金辉深知祖国培养自己的殷殷期望，肩上的责任沉甸甸。他潜精积思，与世界顶尖专家不断学习、切磋。一晃就是六年，他先后入列德国卡尔斯鲁尔研究中心和英国布鲁奈尔大学博士后，借天赋与汗水，圈业界一席之地。而国际荣誉和掌声，海外平台和待遇，这些让许多人舍不下的东西，在彭金辉心里却不成眷恋。也许只有在故土，才有雄鹰翱翔的蓝天。对彭金辉来说，回国施展拳

	脚、造福家乡父老的心思，从来都装得满满的。学成归国，山河如旧。进入 21 世纪，国内战略性新兴产业寻找低能耗、高资源利用率和高产品附加值的发展路子，冶金行业也不例外。于是，他重返梦想启程的地方，扎根边疆，立足云南，在冶金领域埋头苦干。那时，母校更名昆明理工大学，正踏上一段崭新的征程。彭金辉马不停蹄组建团队，发展微波冶金应用基础理论，攻克工程化难题，谋划万吨级成套装备自主创新。多年来，彭金辉领衔的科研团队新技术、新产品层出不穷。团队所开发高强度、耐热和超低温等系列产品，应用于西气东输等国家重大工程，达到国际领先水平。而高温工业炉腔材料制备技术，透波、力学和热学性能良好，易加工、价格低、寿命长，提升了冶金、化工、能源行业装备水平。彭金辉有时被称作“炼金师”。有人评价彭金辉开发和推广的技术成果，是以高新技术改造传统产业的典范，引领着我国微波冶金装备产业化发展。赞誉之外，他一心分享技术红利，陆续组建适应发展需求的国家级、省部级科研平台，锤炼一流科研团队，推动区域科技和产业发展。此外，在国际合作和技术输出方面，彭金辉面向全球，提供国际技术服务，开展国际交流，深化研究能力。他是英国拉夫堡大学、德国卡尔斯鲁厄研究中心等科研院所的常客，还与美国、德国、加拿大等国院士合作，建立了科技部国际联合研究中心。多国知名院校专家慕名而来，与他携手打造国际基地，研讨工程应用。如今，年过半百的他不是在实验室，便是在出差路上，没时间照顾家庭，心中不安却无可奈何。每当有人赋予华丽的评价，彭金辉的回应总不复杂：“任重道远。” 以彭金生院士的先进事迹为例，大力弘扬科学家精神，培养精益求精的大国工匠精神和顽强拼搏永攀高峰的优良品质，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定学生积极投身国家战略和循环经济发展的信心和决心。
分析评价	介绍冶金废渣的综合利用方法时，引出彭金辉院士的先进事迹，培养学生的工匠精神和专业使命担当，达到了育人的目的。
评价者	 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-009
案例标题	“世纪之毒”——二噁英的罪与恶
案例来源	团队原创
内容简介	在学习垃圾焚烧烟气污染控制时，引入越南战争“橙剂”事件，让学生了解二噁英物质的危害，引导学生自觉热爱和平，反对战争。拓展我国为世界谋和平的大国担当，激发学生的政治认同。学习垃圾焚烧中二噁英物质的控制措施，培养学生的工匠精神和工程伦理素养。
关键词	垃圾焚烧处理；“橙剂”事件；二噁英
编写时间	2024-4-26
编著者	侯小洁、讲师、化材
素材形式	文字、图片
育人主题	工程伦理、珍爱和平、政治认同、工匠精神
素材长度	1879
案例正文	焚烧炉烟气是固体废物焚烧炉系统的主要污染源。焚烧炉烟气含有大量颗粒状污染物质和气态污染物质。 二噁英类物质是焚烧烟气中已知毒性最大的物质之一。二噁英类物质主要有两类：第一类是氯苯并二噁英，有 75 种化合物，其中毒性最大的是 2, 3, 7, 8-四氯二苯并二噁英；第二类是二苯呋喃类物质，共有 135 种物质。在生活垃圾焚烧过程中，特定条件下有可能生成一噁英类物质，对大气环境造成污染。人类短期接触高剂量的二噁英，可能导致皮肤损害，如氯痤疮和皮肤色斑，还可能改变肝脏功能。长期接触则会牵涉到免疫系统、发育中的神经系统、内分泌系统以及生殖功能的损害。  图 1 二噁英的产生

1961 年至 1971 年的越南战争期间，美国空军用飞机向越南丛林中喷洒了 7600 万升落叶型除草剂，清除了遮天蔽日的树木，还有越南的水稻和其它农作物。他们所喷洒的除草剂中，60% 是一种被称为“橙剂”的落叶剂。橙剂是一种农药，为 2, 4-D 和 2, 4, 5-T 两种有机氯农药的混合物，另外其中还含有 10ppm（百万分之十）的二噁英杂质。

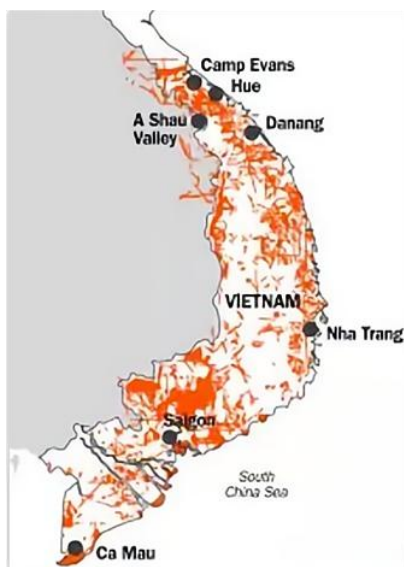


图 2 越南战争中美国喷洒“橙剂”的位置

由于橙剂的大量使用，美国士兵和广大越南军民均暴露于高浓度的橙剂之中。美国、澳大利亚和越南都做过大量流行病学调查。美国果中调查喷洒橙剂的越战飞行员，约 1000 人，并与未接触橙剂的老兵相对照结果显示：这些飞行员的精液质量比正常人要差，他们的妻子所生男孩较多。他们的妻子小产发生率明显增加，新生儿缺陷发生率较高，不足一岁的婴儿死亡率较高。调查人员找到一些有生理缺陷的孩子，他们神经管异常，面部开裂，惊异地发现他们的父亲都是在越南战争中服过役的大兵。还发现：他们的妻子的流产发生率是正常人的两倍，即正常人是 8.5%，而她们则高达 16%。

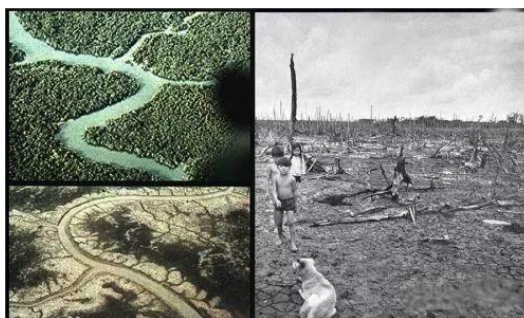


图 3 “橙剂”喷洒后地面的污染情况

越南的情况就更为悲惨了。调查者走访了 7924 个越南老兵和 7364 个非越南老兵。越南老兵讲了一个又一个橙剂对他们自身生殖效应的有害影响实例，一个又一个对他们子女健康危害的事例，对孩子们的影响比对越南老兵本人更为严重。不幸的是，由于当地医疗条件的落后，医院病人病例和新生儿健康记录不全，有的婴儿是在家里接生的，没有记录可查，支持橙剂对越南老兵及其子女健康的有害影响的数据因此显得空乏。现在，战争虽然结束了，但是二噁英带来的危害还在继续，战争的悲剧还没停止，越战发生于 20 世纪 60 年代，然而 50 多年后今天，仍有许多越南新生儿仍无法逃脱畸形的厄运。

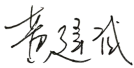


图 4 受害的越南后代

拓展知识：2021 年 7 月 1 日，习近平总书记在庆祝中国共产党成立 100 周年大会上指出，以史为鉴、开创未来，必须不断推动构建人类命运共同体。为中国人民谋幸福、为中华民族谋复兴、为人类谋和平与发展——中国共产党人的天下情怀历久弥坚。在百年接续奋斗中，中国共产党在团结带领全国各族人民实现中国自身发展的同时，不断为解决人类问题贡献中国智慧、中国方案、中国力量，为人类文明和进步事业作出卓越贡献：构建新型国际关系，做世界和平的建设者；以自身发展为世界提供机遇，做全球发展的贡献者；坚持真正的多边主义，做国际秩序的维护者。

列举越南战争期间，美国大规模使用化学物质“橙剂”，对当地生态环境和人口健康带来了巨大危害的案例，引导学生要热爱和平、反对战争。向学生拓展习近平总书记“构建人类命运共同体”的重要倡议，以及中国共产党党为人类谋和平和发展的大党担当，激发学生的政治认同、家国情怀和文化自信。

二噁英类物质生成的机理非常复杂，但就生活垃圾焚烧而言，二噁英类物质生成的可能途径主要有三种：第一种是在生活垃圾中可能含有微量二噁英类物质或其前驱体物质，当焚烧不完全时这些物质会进入焚烧烟气；第二种是在垃圾焚烧过程

	中，一些二噁英类物质的前驱体物质等可能会反应生成二噁英类物质，在焚烧不完全时进入烟气；第三种可能的途径就是炉外生成二噁英类物质，即二噁英类物质前驱体物质和分解的二噁英类物质的化合物，在适当温度(300~500℃)和催化剂(如烟尘中的铜等过渡金属物质)存在的条件下，可能会重新反应合成二噁英类物质。 根据二噁英类物质生成的机理和可能途径，通常控制二噁英类物质可采用以下三个措施：一是严格控制焚烧炉燃烧室温度和固体废物、烟气的停留时间确保固体废物及烟气中有机气体，包括二噁英类物质前驱体的有效焚毁率；二是减少烟气在200~500℃温度段的停留时间，以避免或减少二噁英类物质的炉外生成；三是对烟气进行有效的净化处理，以去除可能存在的微量二噁英类物质如利用活性炭或多孔性吸附剂等净化去除二噁英类物质。 学习生活垃圾焚烧中二噁英物质的生成途径和控制措施，培养学生的工匠精神和工程伦理素养，引导学生在生产过程中严格遵守工程操作规范和行业标准，从源头上减少二噁英的产生。
分析评价	讲授焚烧烟气控制时，引入越南战争中的“橙剂”事件和我国为世界谋和平的大国担当，思政元素包含珍爱和平、政治认同、工匠精神、工程伦理等，切入点选择巧妙，思政教育效果明显。
评价者	 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-010
案例标题	开展尾矿利用 做好秦岭卫士—陕西省尾矿资源综合利用重点实验室
案例来源	团队原创
内容简介	引入陕西省尾矿资源综合利用重点实验室在尾矿资源化利用和库区生态修复方面的研究成果，激发学生的专业认同感和自豪感，让学生自觉将专业理论知识与社会背景相结合，在掌握尾矿综合利用技术的同时，树立正确的职业道德观和就业观，提高学生的社会责任感。
关键词	尾矿；综合利用；生态修复
编写时间	2024-3-14
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、身边实例
育人主题	社会责任感、专业认同感、职业道德观
素材长度	2026
案例正文	尾矿通常是指矿山选矿后，在当时条件下不宜再分选回收的矿山固体废弃物。秦岭陕西段现有尾矿库近 300 座，仅商洛市有 134 座，占到全省的 47%。尾矿废渣的大量堆存不仅污染环境、占用土地，而且还带来了很多安全隐患和社会问题。然而，尾矿又是一种具有很大开发利用价值的二次资源，从人类社会发 展所面临的非再生资源的枯竭和环境逐步恶化的大趋势看，尾矿的资源化具有战略性的重要意义。 2020 年 4 月，习近平总书记来陕西考察时，实地察看秦岭生态保护工作。他强调，秦岭和合南北、泽被天下，是我国的中央水塔，是中华民族的祖脉和中华文化的重要象征。保护好秦岭生态环境，对确保中华民族长盛不衰、实现“两个一百年”奋斗目标、实现可持续发展具有十分重大而深远的意义。 在授课过程中，以依托我校建设的陕西省尾矿资源综合利用重点实验室，将课程内容与尾矿综合利用联系起来，激发同学们的专业使命感，培养学生应用工程思维分析和理解尾矿综合利用工艺，学以致用，自主根据尾矿的特点设

计回收利用工艺流程；培养学生用发展的眼光认识和理解尾矿的产生；引导树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，用以人为本、生态优先的科学思维开展尾矿库的治理。



图 1 陕西省尾矿资源综合利用重点实验室

商洛学院作为商洛市唯一一所全日制本科院校，坚持“立足商洛，面向地方，服务基层”的办学定位。学校聚焦“南水北调”国家生态工程和秦岭生态环境保护的国家战略，在省市政府的支持下，2011 年开始建设陕西省尾矿资源综合利用重点实验室。实验室聚焦秦岭生态环境保护，立足于大量堆存的尾矿资源和科技需求，开展有价值元素综合回收利用机理及技术研究、新型环保建筑材料制备技术及机理研究、矿冶废弃物无害化处理与库区生态修复研究，着力解决秦岭尾矿废渣大量堆存带来的系列问题，为区域经济社会发展和秦岭生态环境保护做出了重要贡献。

针对秦岭区域大量堆存的尾矿，实验室经过多年科研攻关，率先提出了“矿物分离热力学”概念和方法，构建了秦岭地区战略矿物清洁高效分离体系，使钛、钨等有价值元素回收率提高 10% 以上；对 2 大类 8 种尾矿基建材进行关键技术革新，与企业共建生产线 10 条，研发的高固废掺量低碳水泥、全固废胶凝材料 2 项技术入选国家相关实施方案和建设指南。参与制定团体和地方标准 7 项，授权发明专利 46 件。年均消解尾矿 500 余万吨，实现尾矿库区复垦 1600 余亩，产生综合经济效益数亿元。



图 2 实验室获多项科学技术奖

(1) 有价元素综合回收利用机理及技术研究方向

钛产业的可持续发展连续被列入陕西省“十二五”、“十三五”、“十四五”科学和技术发展规划的“重点领域技术创新链”清单之中。陕西省钛原料主要为金红石矿，商洛地区金红石储量占陕西省的 90% 以上。而我省金红石原矿品位低、嵌布粒度细、组成复杂，导致当前占我国金红石资源绝大部分的原生金红石的选矿回收工艺尚未取得突破性进展。

为解决这一难题，实验室研究人员以绿色高效浮选药剂的研发为突破点，系统研究了不同结构捕收剂及捕收剂之间的协同效应对金红石浮选指标的影响，并以药剂与矿物作用的热力学特性为切入点摸清了不同捕收剂之间的构效关系，开发了几种具有工业应用价值的组合药剂体系。率先提出了“矿物分离热力学”概念和方法，构建了秦岭地区战略矿物清洁高效分离体系，使钛、钨等有价元素回收率提高 10% 以上；



图 3 金红石浮选技术相关发明专利

（2）新型环保建筑材料制备技术及机理研究方向

实验室研究人员结合商洛市丰富的尾矿废渣资源开展技术攻关，以“粒度分布-活性-粉磨成本”三重协同优化为技术核心，开发出利用尾矿制备新型绿色环保建筑材料的关键技术，尾矿废渣综合利用率达 70%以上。还开发出尾矿保温泡沫陶瓷材料、尾矿基轻质高强陶粒等新型绿色环保建筑保温材料的新工艺。对 2 大类 8 种尾矿基建材进行关键技术革新，与企业共建生产线 10 条，研发的高固废掺量低碳水泥、全固废胶凝材料 2 项技术入选国家相关实施方案和建设指南。参与制定团体和地方标准 2 项，授权发明专利 5 件。年均消解尾矿 500 余万吨，实现尾矿库区复垦 1600 余亩，产生综合经济效益数亿元。与陕钢集团合作共建菱铁尾矿综合利用示范生产线，成为矿业行业全产业链绿色发展范式。

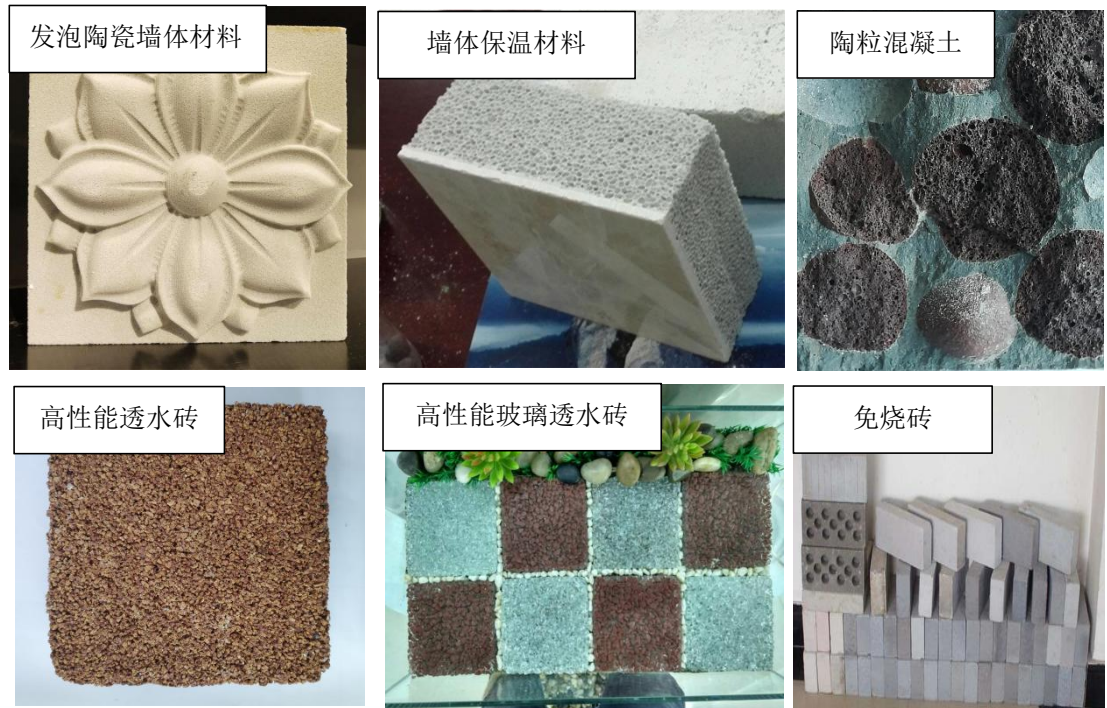


图 4 尾矿基新型建筑材料

（3）矿冶废弃物无害化处理与库区生态修复研究

针对矿冶废弃物无害化处理及库区生态修复研究过程中对工业催化材料、吸附材料等的需求，构建灵敏型多功能材料，以荧光、显色、吸附等方式应用于尾矿库区水源地重金属离子快速检测及高效处理。开发了系列重金属离子钝化剂，其中控制 Pb/Hg/Cd 的浓度可达到 90%以上；开发了一系列新型高效光催化剂，可降解尾矿废水和大气环境中的污染物。自主研发生态修复材料，其制备技术在陕钢集团转化，建成年产 3000 吨土壤改良剂生产线。

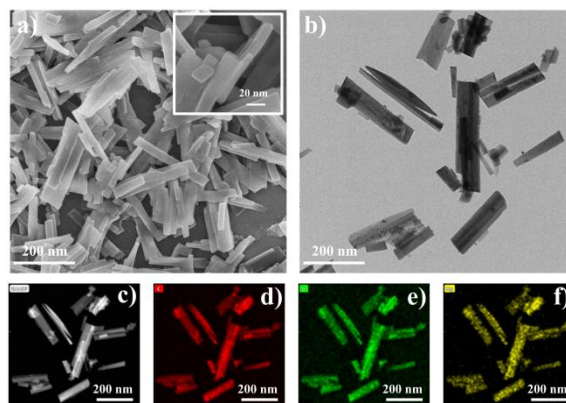
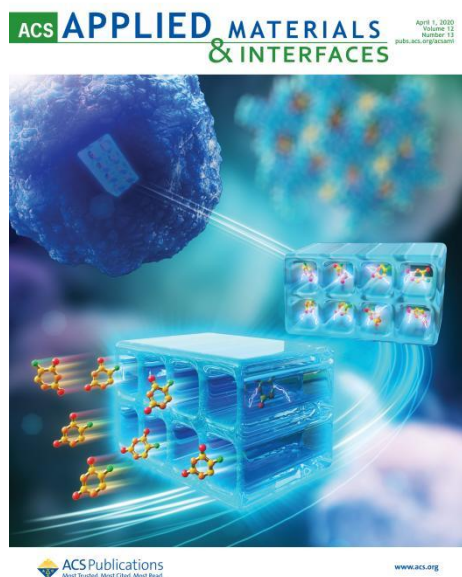


图 5 MOF 材料光催化降解选矿废水

将专业知识与实际问题相结合，提高学生分析问题、解决问题的能力。引导学生运用专业知识客观分析、解释身边的实际问题，以尾矿的资源化利用激发学生的专业担当和社会责任感，让学生树立正确的就业观，积极投身地方产业服务地方经济发展。

分析
评价

引入学生身边的科研实例，可有效激发学生的专业自豪感，使其树立正确的职业道德观和就业观，育人效果良好。

评价者

曹建斌 教授 华中师范大学

案例编号	20054203-011
案例标题	“核”力奋进 退役治理 守护国家安全
案例来源	团队原创
内容简介	引入中核集团八二一厂建成国内首个中低放废液桶外搅拌水泥固化工程及“5·12”地震时八二一厂水泥固化青年突击队的案例，展示核工业人以身报国精神与对党和国家最深沉的爱，激发学生的爱国主义热情和文化自信，培养学生的拼搏精神和大局意识。
关键词	固化方法和技术；固化工艺
编写时间	2024-2-28
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、工艺流程
育人主题	家国情怀、工程思维、拼搏精神、大局意识
素材长度	1628
案例正文	固化技术是在固体废物中加入固化基质，将有害固体废物固定或包含在惰性固化基质中的无害化处理工艺。处理后的固化产品具有良好的抗渗性、力学性能、抗浸出性、抗干燥性和抗冻性。固化处理的方法众多，各种方法特点鲜明。根据固化基材及固化过程，目前常用的固化处理方法主要包括：水泥固化、石灰固化、沥青固化、塑性材料固化、有机聚合物固化、自胶结固化、玻璃固化等。向学生讲解固化工艺流程，培养学生的工程思维和工艺设计能力。 图 1 电镀污泥水泥固化处理工艺流程图

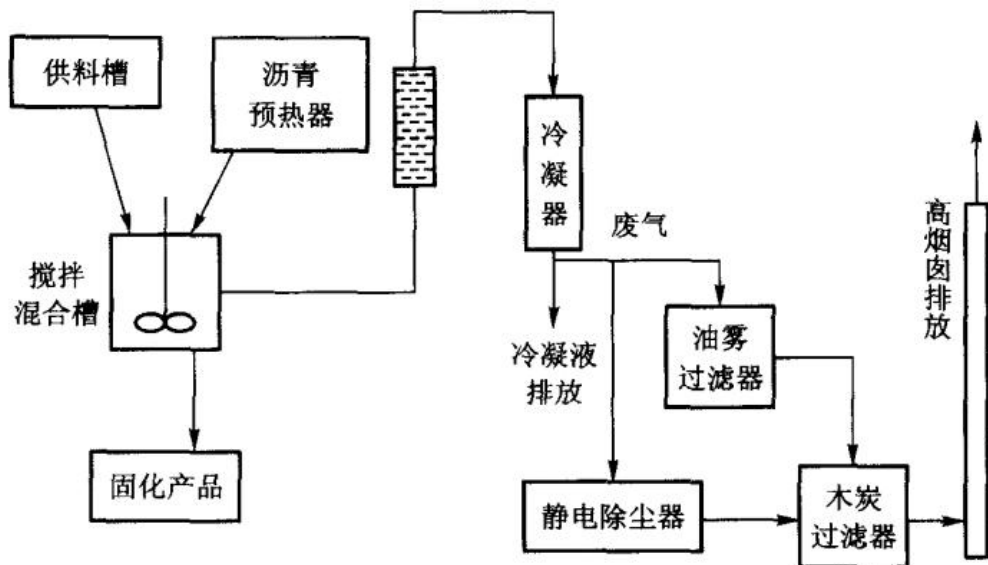


图 2 高温熔化混合蒸发沥青固化流程

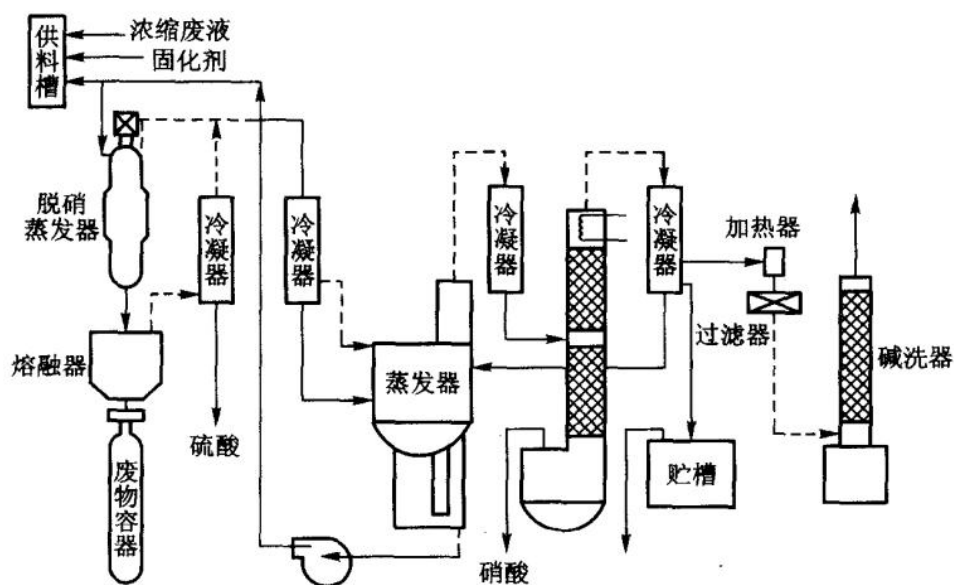


图 3 磷酸盐玻璃固化工序流程

固化技术首先是从处理放射性废物发展起来的。欧洲、日本已应用多年，近年来，美国也很重视该技术的研发。我国在放射性废物的固化处理方面已做了大量的工作，并已进入工业化应用阶段。今天，固化技术已应用于处理多种有毒有害废物，如电镀污泥、砷渣、汞渣、氰渣、铬渣和镉渣等，而这与祖国一代代核工业人的努力是分不开的。

以视频的形式引入案例。在四川盆地龙门山脉的最北端，水光山色间掩藏着一处跨越了半个世纪的核工业秘境——八二一厂。在这片土地上，数代核工

业人用青春和生命，守初心、担使命，坚守强核强国的梦想。50年前，新中国面临着严峻的武力威胁和核讹诈，我国唯一的核燃料生产基地与沿海地区极可能受到核打击，加强战略核力量建设，成为举国上下的头等大事。1969年5月30日，周恩来签发了在四川广元抢建八二一工程的联合通知。数以万计抢建大军，义无反顾地从大江南北迅速汇集到川北深山，展开了战天斗地、无私奉献的风云壮举。老一辈核工业人在物质匮乏的年代里，克服各种困难，投身到边设计、边施工、边生产的抢建工作中，对反应堆本体结构、水力运输系统、回路系统等做了200多项优化革新，并开创性地将计算机系统应用于反应堆成群功率检测系统。八二一厂的工作人员仅用了50个月就建成了第二套原子反应堆，向国家交付了合格的军用核材料，创造了奇迹。

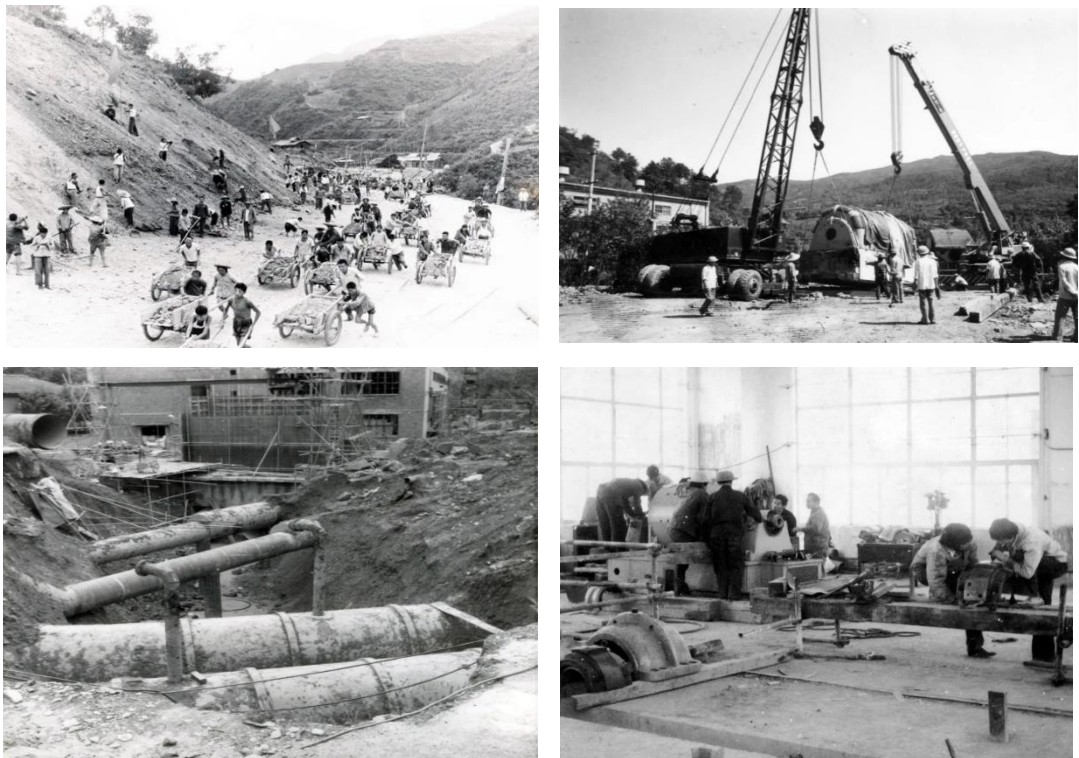


图4 八二一厂开建情况

20世纪80年代。面对世界进入了和平与发展时代的新形势，1987年8月，国务院决定八二一厂“停产军品、转产民品”。八二一人理解并服从党和国家的重大战略决策，遵照国家“坚持安全发展、创新发展”的要求，以消除老旧核设施、历史遗留放射性废物风险为使命，面对核设施退役治理领域的世界性难题，迎难而上，通过11年奋进，八二一厂建成了国内最齐全的放射性废物处理体系：建成国内首个中低放废液桶外搅拌水泥固化工程、首个高放废液玻璃固化工程

和首个有机废液热解焚烧治理工程，有效确保了国家核安全。



图 5 废液水泥固化处理设施



图 6 废液水泥玻璃固化处理设施

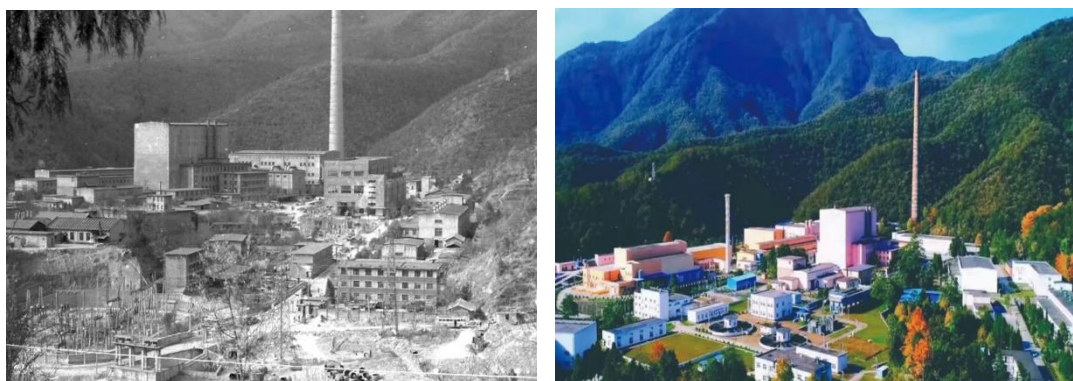


图 7 八二一厂 50 年前后对比

2008 年 5 月 12 日，百年不遇的汶川特大地震突然袭来，刹那间地动山摇，八二一厂的水电气和通信瞬间全部中断，强烈的冲击波将生活区房屋“搓骨断

筋”，厂区建构筑物受到不同程度的损坏，核安全保障功能严重下降。冒着余震危险，第一批职工进入核设施进行排查，一个个触目惊心的险情不容懈怠，企业迅速组织力量控制和消除安全隐患，抢险人员带着一顶安全帽，毅然冲进危机四伏的厂房，抢修线路、风机，排除险情.....在地震后的 25 小时恢复供电，50 小时恢复供水，确保了核安全受控。不断袭来的余震让灾情更显危急。如果一旦废液贮罐泄露，损失不可估量。在最危急的时刻，百名职工自告奋勇组成了“敢死队”，驻扎在离废液罐不远的板房里，一旦发现容器破裂泄露，随时准备用身体扛起快干水泥倒在废液罐里，就地固化。要知道，这会让他们的身体收到远超于人体能承受的剂量辐射范围，对身体健康的损害难以估量。但在国家和人民的安危面前，他们早已将个人安危置之度外。



图 8 党建引领 打造攻坚先锋队

	通过案例分析法，引入中核集团八二一厂案例，讲述一代代核工业人的故事，他们守护着绿水青山，用青春和热血实践着对祖国和人民的诺言。通过介绍案例，激发学生的爱国主义热情，强化学生的国家归属感，培养学生的大局意识，鼓舞学生将自己的青春挥洒到祖国最需要的地方，将自己的热情融入祖国最需要的事业中。
分析评价	通过介绍中核集团八一二厂的事迹，激发学生的爱国主义热情，强化国家归属感，鼓励学生树立远大志向，为祖国和人民贡献青春和力量。思政点切入巧妙，润物无声，达到了育人的目的。
评价者	田永生 教授 商洛学院

案例编号	20054203-012
案例标题	我国古代的“焚烧烟气处理黑科技”——长信宫灯
案例来源	团队原创
内容简介	垃圾焚烧炉烟气中含有大量污染物，必须要采取一定的防治措施。列举我国古代先进的焚烧烟气处理设备“长信宫灯”，增强学生的文化自信和民族自豪感。学习焚烧烟气污染处理技术，让学生树立起人和自然和谐共存的观点，激发学生的专业责任感。
关键词	垃圾焚烧烟气；“长信宫灯”；污染处理技术
编写时间	2024-4-28
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	文化自信、民族自豪、人与自然和谐共存、专业责任感
素材长度	1763
案例正文	焚烧炉烟气和残渣是固体废物焚烧处理的最主要污染物，焚烧炉烟气由颗粒污染物和气态污染物组成。颗粒污染物主要是由于燃烧气体带出的颗粒物和不完全燃烧形成的灰分颗粒,包括粉尘和烟雾；粉尘是悬浮于气体介质中的微小固体颗粒、黑烟颗粒等,粒径多为 1-200mm；烟雾是指粒径为 0.01-1μm 的气溶胶。吸入的细小粉尘会深入人体肺部,引起各种肺部疾病，尤其是具有很大表面积和吸附活性的黑烟颗粒、微细颗粒等,其上吸附苯并芘等高毒性、强致癌物质，对人体健康具有很大危害性。 其实我国古人在很早之前就有处理焚烧烟气的意识了。1968 年，考古学者在一位汉代诸侯夫人的墓葬中发现这盏“长信宫灯”，根据铭文记载，这盏宫灯诞生于汉文帝统治后期，西汉都城长安的一个皇家工场里，长信宫灯准确来说是一个先进的“环保”设备。据河北博物院研究馆员范德伟介绍，西汉时期没有蜡烛，都是点灯烛，主要成分是动植物油脂，缺点是在燃烧时烟尘较大，往往

使室内空气污浊、气味刺鼻。其环保之处在于，宫女右臂宽大的袖口，藏着一个排烟通道，宫女一手执灯，另一手实为导烟管，它的一端连接灯盘，另一端连接宫女中空的身体，点燃后产生的烟气烟灰在热力推动作用下，沿着袖管进入并存储在灯体内，直到落入宫女身体底部，同时在宫灯的底座部分还放置了水盘用以净化废烟气，通过三个阶段“燃烧—导入—吸收”形成一个完整的单向循环，最大程度地避免了空气污染。在此列举我国古代先进的焚烧烟气处理设备“长信宫灯”，让学生感受我国民族文化的博大精深，增强文化自信和民族自豪感，让学生主动传承我国优秀文化。



图 1 “中华第一灯”长信宫灯

焚烧炉烟气的气态污染物种类很多，如 SO_x 、 CO_x 、 NO_x 、 HCl 、 HF 、二噁英类物质等。其中， SO_x 主要来源于废纸和厨余垃圾， HCl 主要来源于废塑料。烟气中一部分 NO_x 主要来源于空气中的，另一部分 NO_x 主要来源于厨余垃圾。而二噁英类物质，可能来源于固体废物中的废塑料、废药品等，或由其前驱体物质在焚烧炉内焚烧过程中生成，也可能在特定条件下于炉外生成。对于焚烧炉烟气中的不同污染物，采用不同的污染物处理技术。

1. 颗粒物控制技术

目前，常用的颗粒物处理方法有袋式除尘器和静电除尘器两种。

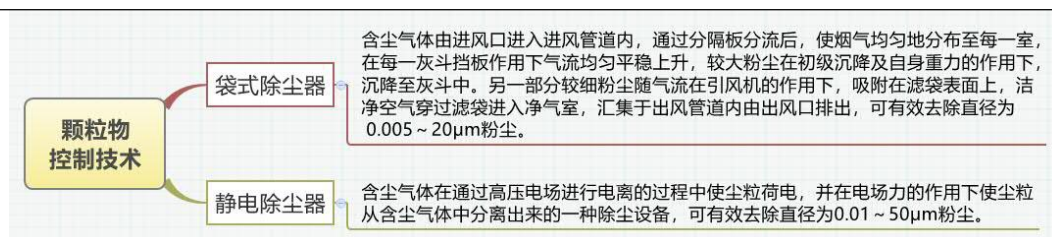


图2 垃圾焚烧烟气的颗粒物控制技术

(1) 袋式除尘器

优点：除尘效率高、设备占地小，不受粉尘比电阻和负荷影响，运行、故障及异常诊断均可采用自动化监控管理，操作管理较简便。

缺点：对设备材料尤其是滤袋材料要求比较高，滤袋寿命较短，运行操作要求也较高。

(2) 静电除尘器

优点：设备制造成本与运行费用较低，使用寿命长。

缺点：易产生二噁英类。

2.氮氧化物控制技术

目前，我省应用广泛的氮氧化物控制技术主要包括选择性催化还原技术(SCR)、选择性非催化还原技术(SNCR)、SNCR+SCR 技术。

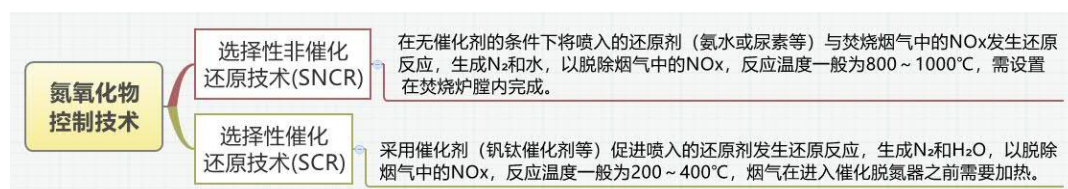


图3 垃圾焚烧烟气的氮氧化物控制技术

(1) 选择性催化还原技术(SCR)

优点：脱硝效率高，达到 90%以上。

缺点：需要烟气再加热器和催化剂反应塔，占地面积较大，投资和运行成本高。

(2) 选择性非催化还原技术(SNCR)

优点：建设周期短，占地面积较小，投资和运行成本低。

缺点：脱硝效率较低，为 40~60%。

3.酸性气体控制技术

焚烧过程产生的酸性气体的净化方法主要有干法、半干法和湿法，部分焚

烧企业为达到更好的脱酸效果，选择将三种方法组合使用。

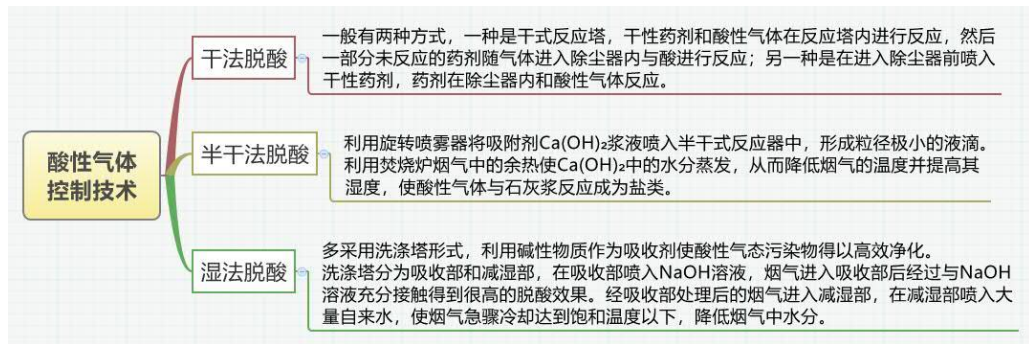


图 4 垃圾焚烧烟气的酸性气体控制技术

（1）干法脱酸

优点：工艺流程简单、系统设备少、易于维护、布置紧凑、雾化效果良好、流量控制范围大、节省占地及引风机的耗电量。

缺点：药剂使用量偏大，除酸效率相对湿法和半干法较低。

（2）半干法脱酸

优点：设备成本低、运转成本低、净化效率高、维护简单，无需对反应产物进行二次处理，可适用于不同的炉型。

缺点：对自控水平和喷嘴的要求高。

（3）湿法脱酸

优点：装置性能高、造价低、设备结构简单、维修方便和节约能源。

缺点：需要对液态反应生成物做进一步处理，工艺流程较复杂。需要配置再加热装置，成套设备占地面积大，投资和运行费用较高。

4.重金属控制技术

烟气中重金属主要以气态或吸附态形式存在。使用活性炭吸附+布袋除尘器的技术去除效率高，可达到 90%左右。

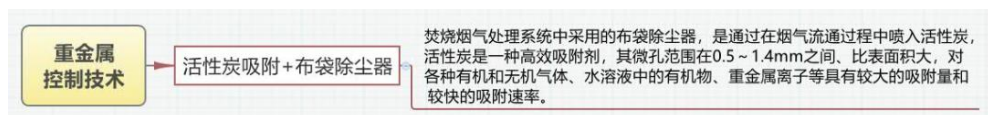
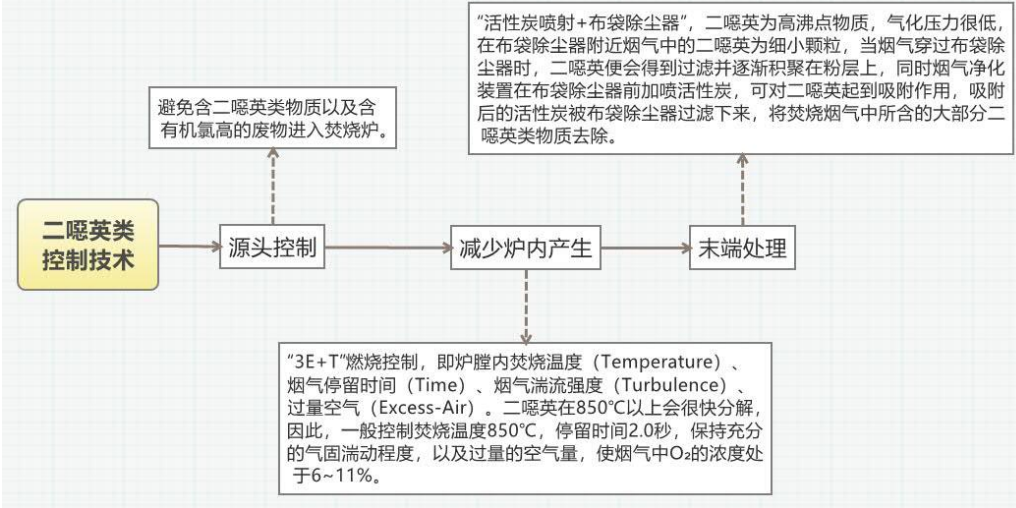


图 5 垃圾焚烧烟气的重金属控制技术

5.二噁英类控制技术

控制烟气中二噁英类的排放，可从源头控制、减少炉内生成、末端处理等方面着手。

	 “活性炭喷射+布袋除尘器”，二噁英为高沸点物质，气化压力很低，在布袋除尘器附近烟气中的二噁英为细小颗粒，当烟气穿过布袋除尘器时，二噁英便会得到过滤并逐渐积聚在粉层上，同时烟气净化装置在布袋除尘器前加喷活性炭，可对二噁英起到吸附作用，吸附后的活性炭被布袋除尘器过滤下来，将焚烧烟气中所含的大部分二噁英类物质去除。 避免含二噁英类物质以及含有机氯高的废物进入焚烧炉。 二噁英类控制技术 源头控制 减少炉内产生 末端处理 “3E+T”燃烧控制，即炉膛内焚烧温度 (Temperature)、烟气停留时间 (Time)、烟气湍流强度 (Turbulence)、过量空气 (Excess-Air)。二噁英在850°C以上会很快分解，因此，一般控制焚烧温度850°C，停留时间2.0秒，保持充分的气固湍动程度，以及过量的空气量，使烟气中O₂的浓度处于6~11%。
分析评价	学习垃圾焚烧炉烟气中污染物的防治技术，帮助学生了解焚烧烟气的组成，产生原因，使学生在掌握知识的基础上，了解焚烧烟气对环境危害的严重性，让学生树立起人和自然和谐共存的观点，同时承担起保护环境的历史重任。
评价者	田永生 教授 商洛学院

案例编号	20054203-013
案例标题	“吃干榨尽”一根甘蔗，助推循环经济发展
案例来源	团队原创
内容简介	讲解贵港国家生态工业园区围绕制糖及副产品和废物的综合利用的典型案例分析，引导学生辩证地看待固体废物“资源”和“废物”的相对性，帮助学生理解绿色发展理念的内涵和循环经济理念，自觉树立起资源循环利用的意识。
关键词	固体废物；相对性；循环经济
编写时间	2024-3-3
编著者	刘璇、副教授、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	生态理念、绿色发展、循环经济
素材长度	1486
案例正文	由知识点“固体废物‘资源’和‘废物’的相对性”引入“生态理念”的思政教育。固体废物是在某一时间和地点丧失原有价值甚至未丧失利用价值而被丢弃的物质。因此，此处的“废”具有明显的时间和空间特征。固体废物具有鲜明的时间和空间特征，是在错误时间放在错误地点的资源。从时间方面讲，它仅仅是在目前的科学技术和经济条件下无法加以利用的资源，但随着时间的推移，科学技术的发展以及人们的要求变化，今天的废物可能成为明天的资源。从空间角度看，废物仅仅相对于某一过程或某一方面没有使用价值，而并非在一切过程或一切方面都没有使用价值。一种过程的废物，往往可以成为另一种过程的原料。采用案例教学法及视频展示法，以视频形式介绍贵港国家生态工业（制糖）示范园区生态工业链的发展历史，引导学生快速直观理解案例的技术特点和亮点。



图 1 固体废物“资源”和“废物”的相对性

贵糖前身是广西贵县糖厂，1953 年 12 月开始筹建，1956 年建成投产，是国家“一五”计划重点建设工程之一，也是新中国最早的甘蔗制糖企业。20 世纪 50 年代的贵县糖厂主要由制炼、压榨、动力、酒精 4 个车间组成，生产中产生的废糖蜜、甘蔗渣分别由酒精车间进行糖蜜发酵生产食用酒精，而动力车间利用甘蔗渣替代原煤作锅炉燃料，开创了甘蔗制糖工业综合利用的先例，打造出甘蔗—制糖—废糖蜜—制酒精的第一条生态工业链。到了 20 世纪 60 年代，企业积极开展甘蔗渣造纸技术研究，并将成果转化为生产力，采用甘蔗渣造纸，成为甘蔗渣草类浆造纸技术开发研究与产业化应用的先行者，打造出甘蔗—制糖—蔗渣—造纸的第二条生态工业链。

是 20 世纪 70 年代，贵糖的朴素清洁生产思想逐步萌芽，在成功开展废糖蜜、甘蔗渣工业综合利用的基础上，开展了造纸综合利用技术研究，成功开发了国内第一套草类浆造纸黑液碱回收系统，实现了造纸制浆用碱再生利用，有效解决了造纸黑液污染的问题，将生态工业链拓展为甘蔗—制糖—蔗渣—造纸—制浆黑液—碱回收。

20 世纪 80 年代中期，为解决制糖滤泥、酒精废液污染，贵糖先后与当时的轻工业部甘蔗科学研究所、南京水利科学研究所合作，开展酒精废液制减水剂、有机复混肥、制糖滤泥生产高标号水泥中试研究，取得较大进展。同时，贵糖还将酒精生产发酵产生的工艺废气——二氧化碳应用于轻质碳酸钙生产，实现了二氧化碳废气资源化利用，有效减少了温室气体排放。

全从 20 世纪 90 年代跨入新世纪，贵糖对企业主要污染源酒精废液、造纸中段废水、纸机白水等污染物进行资源化利用技术进行研究与开发攻关，形成了一批副线生态工业链。

截至 2000 年创建国家生态工业示范园区前，贵糖已自发形成了以甘蔗制糖

为核心的两条主线的生态工业链，即甘蔗—制糖—废糖蜜制酒精—酒精废液制复混肥、甘蔗—制糖—蔗渣造纸—制浆黑液碱回收。此外，贵糖还形成了制糖滤泥—制水泥，造纸中段废水—锅炉除尘、脱硫、冲灰，碱回收白泥-制轻质碳酸钙等副线工业生态链。

当生态与工业挂钩，将彰显出怎样的示范魅力？22年间，贵糖围绕制糖及副产品和废物的综合利用，在原有的两条生态工业链基础上，又拓展构建起废水循环利用、热电联产、固废再生利用等23条生态工业链，将与制糖工业共生体系的循环性、多样性、增效性发挥得淋漓尽致。

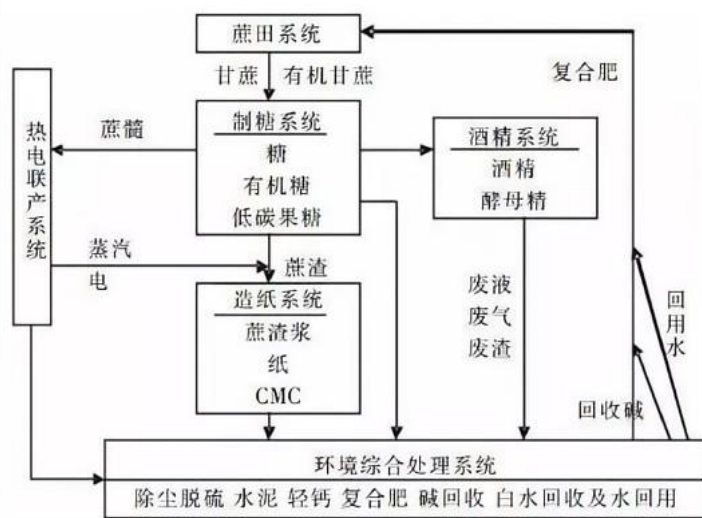


图2 广西贵港国家生态工业园循环模式

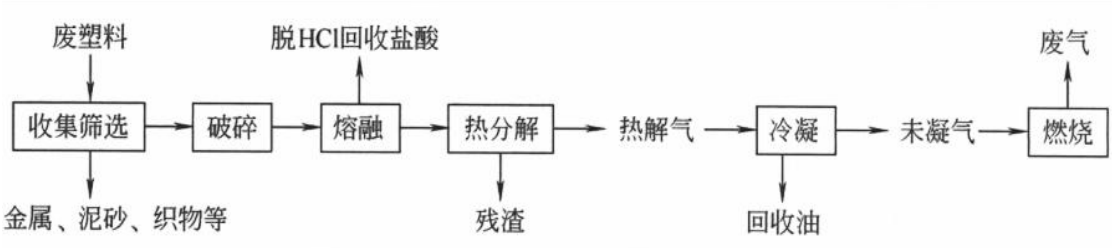
通过对案例的分析，使学生在深刻理解固体废物“资源”和“废物”的相对性。由于能源和资源的短缺，固体废物的资源属性就显得尤为重要。借此引导学生要辩证地看待问题。以实例为参考，让学生进一步体会清洁生产和物质循环利用过程既实现了固体废物的减量化，又降低了成本，有助于学生理解绿色发展理念的内涵和循环经济理念，自觉树立起节约资源和循环利用的意识。

分析
评价

案例通过分析贵港工业园区围绕制糖及副产品和废物的综合利用的技术工艺，引导学生辩证地看待固体废物“资源”和“废物”的相对性，使学生理解绿色发展理念的内涵并树立循环经济理念。案例详尽、充实，有具体的实施过程和操作路线，给学生在固废利用方面带来真实的体验并领会到课程学习的重要性。

评价者

周生 教授 商洛学院

案例编号	20054203-014
案例标题	热解，让废塑料“浴火涅槃”
案例来源	团队原创
内容简介	通过引入某处理能力为 500t/a 废塑料油化装置系统的案例，采用案例分析法及问题引导法，引导学生掌握基本的塑料热解工艺和技术过程，强化学生的工程思维，并引导学生树立“人与自然和谐共生”的生态观和“绿水青山就是金山银山”的绿色发展观。
关键词	废塑料；热解；二步法热解工艺流程
编写时间	2024-3-5
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、工艺流程图、热解设备
育人主题	生态理念、文化自信、工程思维
素材长度	1369
案例正文	我国是一个处于快速发展中的国家，同时也是塑料生产和消费大国，2023 年中国产生的废塑料约为 6450 万吨。解决塑料污染难题的有效方法就是回收再利用，形成塑料循环应用体系，使废旧塑料得到再利用，重复发挥塑料自身价值。常用的废塑料回收利用方法包括再生造粒、焚烧和热解技术等，其中热解技术可回收燃料油、可燃气与固态燃料，实现工业连续化运作，无二次污染，是现今较为提倡的处理技术。  <pre> graph LR A[废塑料] --> B[收集筛选] B --> C[破碎] C --> D[熔融] D --> E[热分解] E --> F[热解气] F --> G[冷凝] G --> H[未凝气] H --> I[燃烧] B --> J[金属、泥砂、织物等] D --> K[脱HCl回收盐酸] E --> L[残渣] G --> M[回收油] I --> N[废气] </pre> 图 1 废塑料热解的一般工艺流程

目前，废塑料热解油化技术较多，如应日本三菱重工分解槽法热解废塑料热解技术、美国流化床加热管式蒸馏法热解废塑料工艺、日本日棉公司催化热解技术等。我国使用较多、效果较好的工艺是我国自主研发的将热分解与催化裂解相结合的三步热解工艺。该工艺可有效降低塑料黏度，分离杂质，并对热解气体进行催化裂解与重整，提高产品质量。**激发学生的爱国热情和文化自信，增加学生的专业自豪感。**图 2 所示为上海市环境工程设计科学研究院开发的三步法热解工艺。

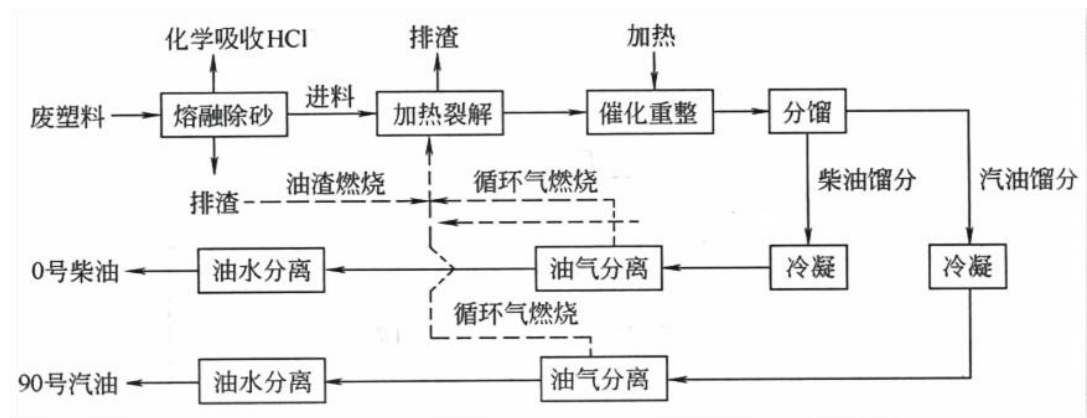


图 2 上海市环境工程设计科学研究院开发的三步法热解工艺

废塑料收集后，不需清洗，简单去除砂石、金属等大块杂质后，由进料口倒入熔融釜在常压及 220~250℃ 的温度下熔融。在熔融釜内周期性的搅拌和静置塑料熔融液。静置时由釜底螺旋输出机排出底层杂质，以保证后续设备正常运行。带有熔融物的杂质加入加热炉中作为助燃料烧掉。关闭熔融釜加料口，开启电动球阀和螺旋进料机，熔融釜中的塑料熔融物自流进入裂解反应釜。裂解反应釜温度控制在 400℃ 以上，在搅拌状态下进行塑料的热裂解反应，搅拌速度 50~500r/min。裂解油气的出口处设有滤清筒拦截沸点较低的杂质。热解反应一个生产周期后，停止进料，开启釜侧壁刮渣器，利用釜体下部螺旋输出机排渣。这样可有效防止反应釜结焦板结。热裂解产生的油气进入固定床催化塔二次催化裂解，催化裂解温度在 300℃ 以上，设置两个催化塔一用一备，轮流再生，交替使用。反应一定时间后，分馏塔底部会积存少量重油，开启底阀，将重油泵入裂解反应釜重新分解。柴油和汽油经过管壳式冷凝器冷凝、油气分离器和油水分离器分离后，得到纯净的 90 号汽油和 0 号柴油。分离出的气体进入加热炉作为燃料使用。



图 3 废塑料热解设备

经历干燥、熔融及热解等系列工艺过程后，废塑料回收转化成了可再利用的可燃气体（可用于加热供能）与汽油、煤油和柴油等燃料油，大力推动了绿色循环低碳发展。通过对工艺流程进行详细讲解，强化学生对于热解工艺的了解，培养学生的工程思维和工艺设计能力。

结合所学知识，对比再生造粒和焚烧技术，总结热解技术的优势。废弃的塑料中存在大量劣质无法用于再生造粒的物质，造成再生造粒的过程中浪费大量的水资源。废塑料焚烧处理过程中会产生大量有毒有害的物质，这些物质的直接排放，会严重破坏人类的居住环境和身体健康。综上，填埋、再生造粒和焚烧均无法实现废塑料循环利用的无害化和可持续性。而废塑料热解油化技术转化率可高达 80%，且固体废渣能够进行无害化处理，整个过程不产生二噁英，无二次污染。因此，热解技术是废塑料回收利用最理想、最有发展潜力的方法。

通过案例分析及技术比较，引导学生认识到塑料热解技术的环境优势，而我国作为塑料产和费大国，塑料热解技术的发展对于改善和解决白色污染问题 and 建设“天蓝、地绿、水清”的美丽家园具有很大意义，从而引导学生树立“人与自然和谐共生”的生态观和“绿水青山就是金山银山”的绿色发展观。

分析
评价

介绍废塑料油化装置系统，引导学生树立“人与自然和谐共生”的生态观和绿色发展观。思政点切入巧妙，润物无声，达到了育人的目的。

评价者

周生 教授 商洛学院

案例编号	20054203-015
案例标题	矢志创新 攻坚克难 实现热解气化技术国际领跑——陈冠益教授
案例来源	团队原创
内容简介	探索科学，传承责任，助力固废资源化利用。陈冠益教授的科研精神是所有人的榜样，他勇于创新、不断探索，在固废生物质气化技术领域做出了卓越贡献。以陈冠益教授为榜样，激发学生的家国情怀、社会责任感和科学精神，用知识和技能守护环境，为可持续发展贡献力量。
关键词	固体废物；生物质；气化技术
编写时间	2024-3-6
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	家国情怀、社会责任感、科学精神
素材长度	1767
案例正文	陈冠益是天津商业大学副校长、长江学者特聘教授、再生资源产业技术创新战略联盟专家委员会委员，专注于固体废物生物质气化技术的研究工作。一直以来，陈教授深入学习贯彻习近平生态文明思想，自觉践行新发展理念，面向国家和社会重大需求，聚焦废弃物生物质出路问题，以清洁处置与高效利用为突破，矢志创新热解气化技术，攻坚克难工程探索与应用，推动我国废弃物处理技术模式的变革，带动热解气化处理技术的快速发展与国际领跑，为美丽中国建设贡献具体方案，展现出了一名科技工作者敢为人先、勇于创新、自强不息的精神品质。 在我国固废环境领域，垃圾、秸秆、药渣等废弃物生物质出路问题一直被认为是“卡脖子”的瓶颈问题。陈冠益教授瞄准该领域问题，以热解气化技术为主线，通过艰苦卓越的学科交叉创新，取得前瞻性、关键性技术突破，解决了焦油在线监测及焦油污染控制的国际难题，打破了燃气效率的天花板，跨越了

热解气化法（热化学法）与厌氧发酵法（生物法）之间的鸿沟，突破了污染控制-能量利用-资源循环之间的瓶颈效应，实现了废弃物的清洁处置与高效利用，为促进我国废弃物处置技术模式的变革、推动热解气化处理技术从跟跑到领跑做出重要贡献，同时在西藏进行艰苦的研究与应用探索。



图 1 陈冠益赴企业开展技术攻关

在生物质热解气化技术的路径设计、机理揭示上，取得原创性成果。率先建立生物质全组分热解气化多联产的技术路径，探究其能量输配理论与调控方法；国内外首次提出基于热解气化技术的反向设计理念与方法，开拓丰富了生物质热解气化理论和方法研究体系；独辟蹊径构建微生物厌氧消化预处理耦合热解气化的新技术方法。在生物质热解气化技术的开发验证与工程化上，取得**创新性突破**。系统研究生物质全组分热解气化多联产技术，综合效益提高>25%；发明热解气化焦油在线快速监测方法与仪器，工业应用属于国际首套；发明基于反向设计方法的生物质热解气化装置，带动装备的变革性突破；国际上率先对热解气化污染物排放与控制进行了系统研究。在生物质热解气化技术的应用探索与推广上，取得**突出性进展**。率先将热解气化技术拓展到大量棘手的沼气沼渣处理上；开拓热解气化技术应用于废轮胎、污泥、油泥的处理。据统计，相关企业提供的财务证明区间的经济效益超百亿元。在生物质热解气化技术的国际输出上，做出重要贡献。生物质热解气化技术被输出至澳大利亚、泰国、印尼、埃及、保加利亚等国，服务我国的国际竞争与外交，也取得显著的经济效应。**2020 年疫情突发后**，及时提出利用热解气化技术处理医疗垃圾，在湖北十堰、孝感进行应用，为疫情防控做出重要贡献。

一个值得关注的案例是陈教授提出的微生物厌氧消化预处理耦合热解气化的新技术。在结合生物质特性和快速热解装置基础上，将流化床半焦气化和生物质临氢热解技术耦合，以循环流化床分级热解气化技术为核心，将原料进行临氢热解，提高甲烷含量，进而提高燃气热值，不产生废水、焦油、飞灰等污染，合理利用钾、镁、硅资源，实现生物质能的高效综合利用。其技术原理包括：临氢热解技术、半焦气化技术、燃气净化技术，整个过程无二次污染、无废气排放、无二噁英生成。

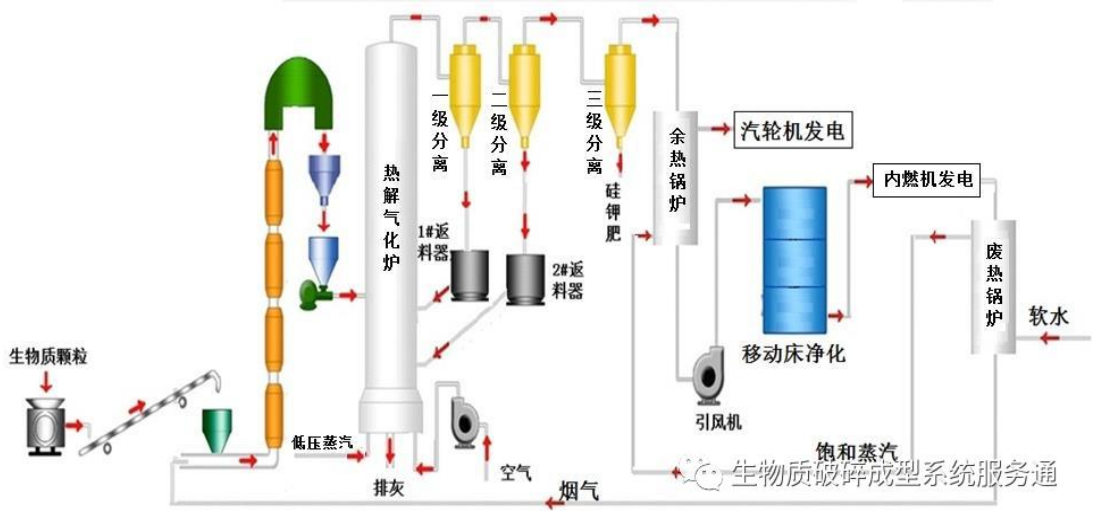


图2 生物质热解气化发电工艺流程图（空气气化）

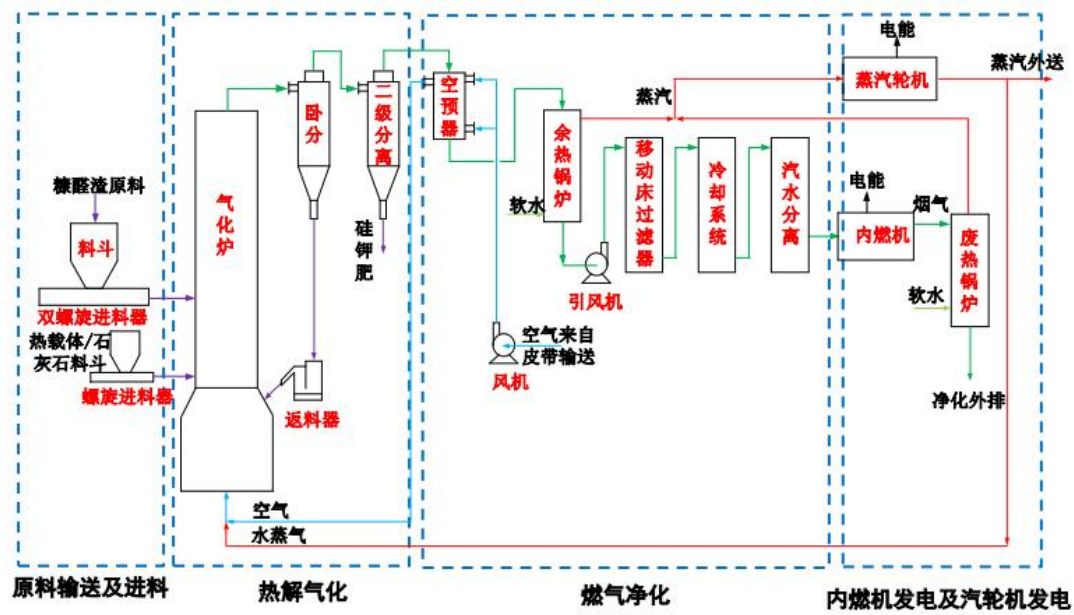
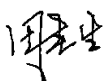


图3 生物质热解气化发电工艺流程图（富氧气化）

	陈教授提出的新技术，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。他将生物质热解和厌氧消化同时纳入设计方案，极大地提高了生物质气化的效率和燃气的热值，有效降低了污染物的产生。不仅仅实现了废物的资源化利用，还有效解决了利用过程中的环境污染问题。能有效解决我国固体废物尤其是农林固体废物等生物质的出路问题。对我国固体废物资源化利用具有重要的意义。 作为一名教育工作者，陈冠益教授还全身心投入到科研教学中，用科研成果反哺教学。他对学生的培养亲力亲为，指导本科生、研究生科研创新竭尽全力，每周与学生进行单独的专题研讨和团队研讨。指导学生获创新创业大赛天津市金奖、挑战杯天津市一等奖和特等奖，国际大学生创新大赛日本、新加坡比赛获奖，全国可再生能源大学生竞赛特等奖、首届环境青年说的唯一金奖等。 作为一位杰出的科学家和教育者，陈冠益教授通过他的科研和教学工作，为我国固废资源化利用事业做出了杰出贡献，同时也培养了学生们的社会责任感、科学精神和专业自豪感，引导学生积极投身国家环境保护事业，为人类可持续发展贡献力量。
分析评价	引入在固废生物质气化技术领域做出了卓越贡献的陈冠益教授的先进事迹，激发学生的社会责任感、科学精神和专业自豪感。思政点切入巧妙，达到了育人的目的。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-016
案例标题	医疗废物都去哪儿了？
案例来源	团队原创
内容简介	通过案例剖析和启发引导，让学生理解医疗废物的概念和处理处置方法。通过讲述疫情防控期间工作人员的默默奉献，让学生理解什么是责任和爱国奉献；介绍中国政府在疫情暴发后的积极表现，使学生更深刻认识到党中央决策的正确性和中国特色社会主义制度的优越性；通过讲解医疗废物的焚烧处理技术让学生树立环保意识和社会责任感，自觉做好医疗废物的分类收集。
关键词	医疗废物；疫情防控；焚烧技术
编写时间	2024-3-7
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	社会责任、政治认同、家国情怀
素材长度	1334
案例正文	固体废物按照污染特性可将固体废物分为一般固体废物、危险废物以及放射性固体废物。医疗废物，是指医疗卫生机构在医疗、预防、保健以及其他相关活动中产生的具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性的废物，属于危险废物。医疗废物共分五类，列入《国家危险废物名录》。医疗废物中可能含有大量病原微生物和有害化学物质，甚至会有放射性和损伤性物质，因此医疗废物是引起疾病传播或相关公共卫生问题的重要危险性因素。 图1 带警告语的警示标志

以新冠肺炎疫情防控期间产生的大量医疗废物的处理处置为例，引发学生思考。如，疫情防控期间使用的防护服、护目镜等废弃物又去了哪里？医疗废物的处理和普通垃圾的处理是否一样？实际上，新冠肺炎疫情暴发后，除了医护人员用过的口罩、一次性手套、防护服等，病人接触过的生活垃圾、床褥甚至呕吐物等都被归为医疗废物，属于危险废物。疫情期间的卫生工作者、科学研究人员、建筑施工人员、环保技术人员每天会直接和这些医疗废物接触，冒着被感染的风险，在没有硝烟的抗“疫”战场上，舍小家、顾大家，不畏艰险、冲锋在前，夜以继日地贡献力量、奉献爱心，这样的爱国精神和责任担当，值得我们每一个人学习。

加强疫情防控期间医疗废物的分类收集、安全暂存、及时运输和无害处置，是保障疫情防控效果的重要工作。列举案例：疫情发生前，武汉的医疗废物生产量约为每天 40 吨。疫情发生后，武汉作为疫情中心，最高峰时每天有 240 多吨医疗废物。在党中央的正确指挥下，武汉市迅速得到全国各方力量的支援，武汉市的医废处理能力从疫情前的 50 吨/天提高到了 265.6 吨/天。其中，仅火神山医院就配备了 3 台焚烧炉和 32 台移动式医废处置设备，处置能力可达 49 吨/天，占武汉整体的近五分之一。案例充分体现了中国政府在疫情暴发后的优秀表现，使学生更深刻认识到党中央决策的正确性和中国特色社会主义制度的优越性，激发学生的爱国情感。

向学生介绍医疗废物处理技术及工艺流程。主要包括焚烧技术、高温蒸汽处理技术、微波灭菌处理技术、电子辐射消毒技术、高压臭氧技术等。焚烧技术的基本原理是在焚烧过程中使有毒有害物质在高温下氧化、热解而被破坏。虽然焚烧会造成一定空气污染且运行成本较高，但是由于其有普适性以及便于大规模操作等众多优点，现如今仍然被视为医疗废弃物最基本、最有效的处理方法，且应用十分广泛。常见医疗废弃物焚烧技术有以下三种。（1）热解焚烧技术：该技术原理是将医疗废弃物在高温缺氧的条件下产生可燃性气体，然后热解气在二燃室的高温下燃烬，最终转化为高温烟气和中性灰渣。（2）回转窑焚烧技术：该技术使用的是一种特制的回转窑焚烧炉，它是危废焚烧生产线中的主要设备，可同时处理固废和废液，且几乎适用于所有可焚烧处置的废液，具有设备投资小、运行成本较低的优点。（3）等离子体焚烧技术：该技术的核

心在于通过等离子体传递能量，使废弃物快速分解成原子，消灭大分子中间产物，其产生的气体多数可燃，送至二次燃烧室进行完全燃烧，然后经过简单尾部净化后排入大气。通过对焚烧技术的学习，让学生意识到虽然医疗废物是危险废物，但也要物尽其用，因此焚烧技术也要遵循“减量化、资源化、无害化”的原则，让学生树立环保意识和社会责任感，自觉配合医院做好医疗废物的分类收集。

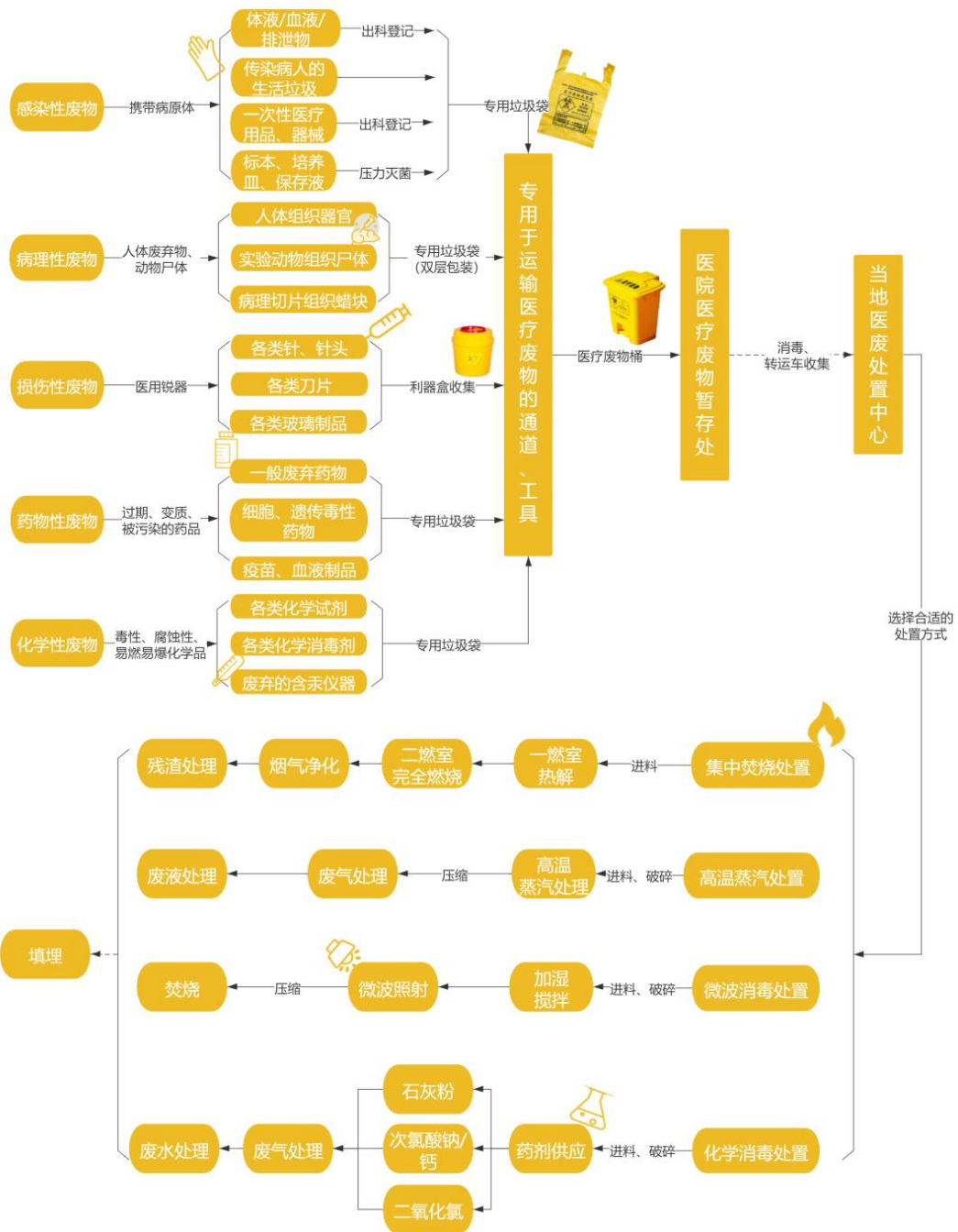
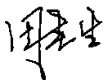


图 2 医疗废物的焚烧处理流程

分析评价	以新冠疫情爆发期间产生大量的医疗废弃物为线索，介绍医疗废物回收的重要意义和主要回收方法。该案例充分体现了中国政府在疫情暴发后的优秀表现，使学生更深刻认识到党中央决策的正确性和中国特色社会主义制度的优越性，激发学生的爱国情感。在医疗废物回收方面要做到物尽其用，因此焚烧技术也要遵循“减量化、资源化、无害化”的原则，让学生树立环保意识和社会责任感，自觉配合医院做好医疗废物的分类收集。案例详实、分析透彻且可操作性强。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-017																																										
案例标题	可生物降解是塑料产品的“万能牌”吗？																																										
案例来源	团队原创																																										
内容简介	通过引入可降解生物塑料的案例，引导学生对于降解塑料课题进行分组探讨并展示结果，使学生在主动获得知识的过程中，探讨可降解生物塑料的优缺点及推广应用存在问题，培养学生严谨理性、批判质疑的科学意识。																																										
关键词	生物塑料；可降解																																										
编写时间	2024-2-26																																										
编著者	侯小洁、讲师、化材学院																																										
素材形式	文字、图片、视频																																										
育人主题	科学素养																																										
素材长度	1407																																										
案例正文	采用案例教学法，引入可降解生物塑料案例。在刚刚闭幕的 2024 年全国两会上，生态文明建设相关的话题频繁出现。塑料污染治理作为生态文明建设中的重要组成，也受到了各方关注。相关媒体发起的生态环保热词投票中，“无废城市”、“海洋微塑料”等与塑料污染治理相关的词条名列前茅。 提及次数 历年政府工作报告中的塑料污染治理关键词 <table><thead><tr><th>年份</th><th>绿色</th><th>环保</th><th>生态环境</th><th>新污染物</th><th>低碳</th></tr></thead><tbody><tr><td>2019</td><td>9</td><td>6</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2020</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>2021</td><td>6</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>2022</td><td>6</td><td>5</td><td>6</td><td>1</td><td>4</td></tr><tr><td>2023</td><td>8</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>2024</td><td>14</td><td>3</td><td>7</td><td>1</td><td>5</td></tr></tbody></table> 图 1 历年政府工作报告中塑料污染治理关键词	年份	绿色	环保	生态环境	新污染物	低碳	2019	9	6	3	0	0	2020	0	1	2	0	0	2021	6	3	5	0	1	2022	6	5	6	1	4	2023	8	3	5	1	2	2024	14	3	7	1	5
年份	绿色	环保	生态环境	新污染物	低碳																																						
2019	9	6	3	0	0																																						
2020	0	1	2	0	0																																						
2021	6	3	5	0	1																																						
2022	6	5	6	1	4																																						
2023	8	3	5	1	2																																						
2024	14	3	7	1	5																																						

可降解塑料作为一种环境友好型产品，在相关政策的引导下有一定的发展前景，但目前推广度还不够高。2020 年以来，国家发改委、生态环境部等多部委针对塑料污染治理工作连续出台了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》

《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》等多个政策文件，对一次性不可降解塑料的禁止或限制提出了明确的时间表，要求从 2020 年到 2025 年底，全国范围内逐步停止使用不可降解塑料袋，地级以上城市餐饮外卖领域不可降解一次性塑料餐具消耗强度下降 30%，2025 年全国塑料污染得到有效控制，并要求各级地方人民政府结合本地实际，制定具体实施办法，细化政策措施。

可降解生物塑料是指一类其制品的各项性能可满足使用要求，在保存期内性能不变，而使用后在自然环境条件下能降解成对环境无害的物质的塑料。因此，也被称为可环境降解塑料。可降解生物塑料具有与同类普通塑料相当或相近的应用性能和卫生性能，在完成使用功能后，能在自然环境条件下较快降解，成为易被环境利用的碎片或碎末，最终回归自然且降解过程中产生和降解后残留的物质对环境无害或无潜在危害。



图 2 生物塑料降解方式

观看视频：4 月 11 日，由日本神户大学等组成的研究团队 4 月 10 日在美国学术期刊上表示，成功开发并实现了一种坚固、易加工，并且兼具在海水中也能迅速降解性质的生物塑料的大量生产。此生物塑料是一种新材料的“聚乳酸”。聚乳酸通常使用由甘蔗及玉米等淀粉制成的乳酸来制作。研究团队通过基

因重组技术实现了聚乳酸的大量生产，这在全球范围内尚属首次。本次成功开发的生物塑料可进行量产，进一步完善了产业链的发展。生物降解塑料产业链的上游为原材料的生产，按照原料来源分类，原材料大致分为生物基塑料和石油基塑料。其中，生物基塑料(如淀粉基塑料、PLA、PHA 等)的基本原料是可再生的天然生物质资源如淀粉(如玉米、土豆等)、植物秸秆、甲壳素等，石油基塑料(如 PBAT、PCL、PBS、PGA 等)则是以石化产品为单体形成的;生物可降解塑料产业链的中游为可降解塑料制品的生产;产业链下游为生物可降解塑料的应用，涉及领域包括包装、电子、汽车&运输、消费品、纺织、农业、涂料、3D 打印、现代医药、建筑&建造等。



图3 生物降解塑料产业结构

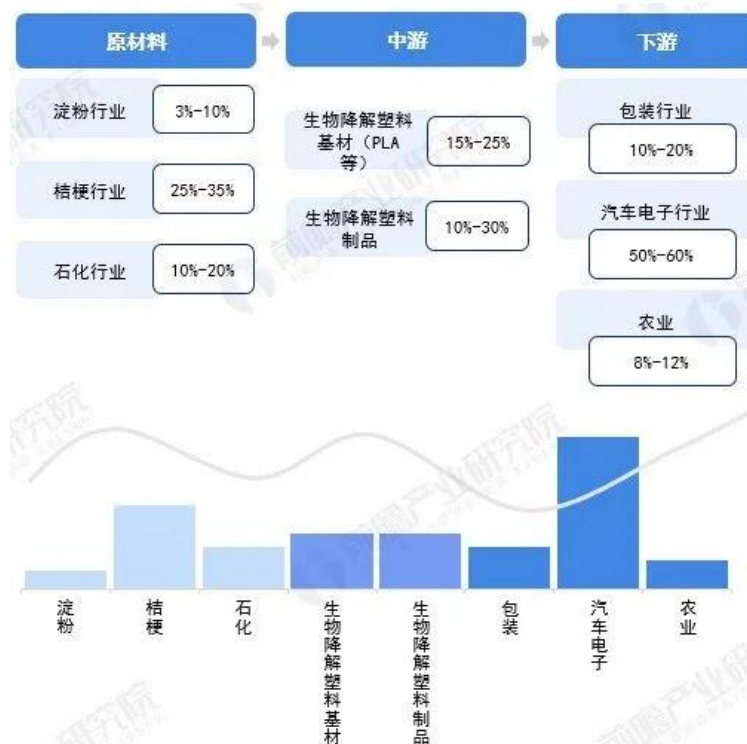
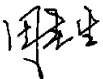


图4 中国生物降解塑料产业价值链分布(单位:%)

	虽然可降解生物塑料研究取得了新突破，但相关产业的发展目前尚有较多不确定性，如政策风险、产业竞争力风险和效果风险等，要实现可降解生物塑料的大面积推广应用还面临很多困难。 采用团队合作法及问题引导法，组织学生分组查阅可降解生物塑料相关内容，并布置相关思考题，如“请分析降解塑料进一步发展的优势和不足是什么？”“请谈谈你认为的有利于加快降解塑料推广的对策有哪些？”“请谈谈降解塑料在中国市场的发展前景是否乐观？如要进一步推广，需从哪些方面进行优化？”等，并在后续课堂上进行展示，以翻转课堂的方式锻炼学生的表达能力。引导学生分组查阅，合作整合，培养学生严谨理性的素养和批判质疑的精神，能在大量复杂信息中通过自主思考判断，得出相关结论及观点的能力，同时培养学生快速学习新知识的能力，促进对学生科学素养的培育。
分析评价	通过分析可降解塑料的视频案例，引导学生对于可降解塑料课题进行学习和探讨。使学生在主动获得知识的过程中，掌握可降解生物塑料的优缺点及推广应用存在问题，培养学生自主学习的能力和批判质疑的科学精神。
评价者	 教授 商洛学院

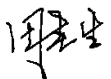
案例编号	20054203-018																
案例标题	固体废物污染控制																
案例来源	团队原创																
内容简介	从固体废物污染控制切入，对陕西省“十三五”以来，治废领域取得的成绩进行介绍，引导学生认识到在党和国家领导下，治废领域取得了极大突破。介绍陕西省“十四五”期间治废领域重大工程，鼓励学生投身社会主义生态文明建设。																
关键词	固体废物；污染控制；固废治理																
编写时间	2024-3-10																
编著者	刘璇、副教授、化材学院																
素材形式	文字、图片、视频																
育人主题	政治认同、家国情怀																
素材长度	1227																
案例正文	由知识点“固体废物污染控制”引入“政治认同”的思政教育。固体废物污染控制需从两个方面入手，一是减少固体废物的排放量，二是防范固体废物污染。 《陕西省生态环境保护“十四五”规划》指出，陕西省在“十三五”期间，始终坚持以习近平生态文明思想为指导，深入学习贯彻习近平总书记来陕考察重要讲话精神，牢固树立“绿水青山就是金山银山”理念，突出抓好秦岭和黄河流域生态保护，采取的各项措施在固体废物污染控制领域取得显著成效。 陕西省人民政府 www.shaanxi.gov.cn <table><tr><td>【索引号】</td><td>116100000160002917/2021-00764</td><td>【主题分类】</td><td>环境监测、保护与治理</td></tr><tr><td>【发布机构】</td><td>省政府办公厅</td><td>【成文日期】</td><td>2021-09-18</td></tr><tr><td>【效力状态】</td><td>有效</td><td>【文号】</td><td>陕政办发〔2021〕25号</td></tr><tr><td>【名称】</td><td colspan="3">陕西省人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知</td></tr></table> 陕西省人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知 图 1 陕西省政府印发《陕西省生态环境保护“十四五”规划》 2023 年 12 月 27 日，陕西省生态环境厅举行新闻发布会介绍全省固体废物	【索引号】	116100000160002917/2021-00764	【主题分类】	环境监测、保护与治理	【发布机构】	省政府办公厅	【成文日期】	2021-09-18	【效力状态】	有效	【文号】	陕政办发〔2021〕25号	【名称】	陕西省人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知		
【索引号】	116100000160002917/2021-00764	【主题分类】	环境监测、保护与治理														
【发布机构】	省政府办公厅	【成文日期】	2021-09-18														
【效力状态】	有效	【文号】	陕政办发〔2021〕25号														
【名称】	陕西省人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知																

与化学品环境管理工作有关情况。陕西省以固体废物环境管理、“无废城市”建设、尾矿库污染防治、新污染物治理等为重点，牢牢守住“一废一库一品一重”生态环境风险底线，固体废物与化学品环境监管能力有了新提升。随着“无废城市”建设稳步推进，目前陕西省已建立“十四五”时期“无废城市”建设联席会议制度，陕西省“无废城市”建设专家库，统筹推进全省“无废城市”建设工作。西安、咸阳、神木市已印发方案，大力推进 2023 年“无废城市”建设任务落地落实。通过协调省级相关部门推动重点行业工业固废源头减量，农业固废源头减量和综合利用，建筑垃圾综合利用和无害化处置，陕西省严厉打击非法排放、倾倒、收集、贮存、转移、利用或处置危险废物等环境违法犯罪行为，使危险废物环境风险得到了有效管控。



图 2 陕西省固体废物与化学品环境管理工作新闻发布会

但是，现今陕西省固体废物处置能力仍有不足，工业固体废物资源化利用水平有待提升，生活垃圾和建筑垃圾处理能力不平衡，处置水平有待提升。针对现有问题，应聚焦闭环管理，建设全域无废城市，着力推进固体废物源头减量化；加强固体废物分类收集；拓宽固体废物资源化利用渠道；提升固体废物末端处置能力；健全固体废物闭环式监管体系。积极推进落实治废领域重大工程，包括：①完成全域“无废城市”建设。覆盖工业、生活、建筑、农业、医疗等五大类固体废物，打通产生、贮存、转运、利用、处置五个环节，率先完成全省域“无废城市”建设。②固体废物分类收集网络建设。开展生活垃圾转运站建设和升级改造，推进固体废物回收站点、分拣中心和集散交易市场建设；推进小微产废企业及实验室等固体废物集中统一收运体系建设等。③固体废物处

	置和综合利用设施建设。开展危险废物、一般工业固体废物、生活垃圾、建筑垃圾、农业废弃物等固体废物处置和综合利用设施建设，实现处置能力与固废产生量相匹配。④危险废物利用处置行业提升改造。制定相关工作标准，明确危险废物利用处置行业提升改造工作要求，促进行业健康发展。 采用案例教学法，通过对陕西省“十三五”以来，治废领域重大突破的介绍，深化学生对党中央、国务院关于生态文明建设和生态环境保护的决策部署的强烈认同。进一步指出陕西省固体废物处置领域存在的问题，介绍“十四五”期间的战略布局和重点任务，鼓励学生在党和国家方针政策的引导下，积极投身社会主义生态文明建设。
分析评价	案例通过以《陕西省生态环境保护“十四五”规划》为学习资料，指出陕西省在“十三五”期间，始终坚持以习近平生态文明思想为指导，深入学习贯彻习近平总书记来陕考察重要讲话精神，牢固树立“绿水青山就是金山银山”理念，由知识点“固体废物污染控制”引入“政治认同”的思政教育。案例真实确凿，有助于强化学生对固废利用重要性的认识。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-019
案例标题	荷叶效应的启示——固体废物的浮选法
案例来源	团队原创
内容简介	以自然界中存在的超疏水材料为例，引出浮选法，讲授浮选法的原理。激发学生的学习兴趣，培养科学思维，提升学生对人与自然和谐共处的理解。鼓励学生用好生活中的“捕收剂”，帮助自己不断调整、修正，培养优秀人格。
关键词	超疏水材料；浮选法；捕收剂
编写时间	2024-5-10
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、人与自然和谐共处、人文情怀、人格塑造
素材长度	1138
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固体废物分选、污染物催化降解等领域的发展。 列举超疏水材料——荷叶。“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。

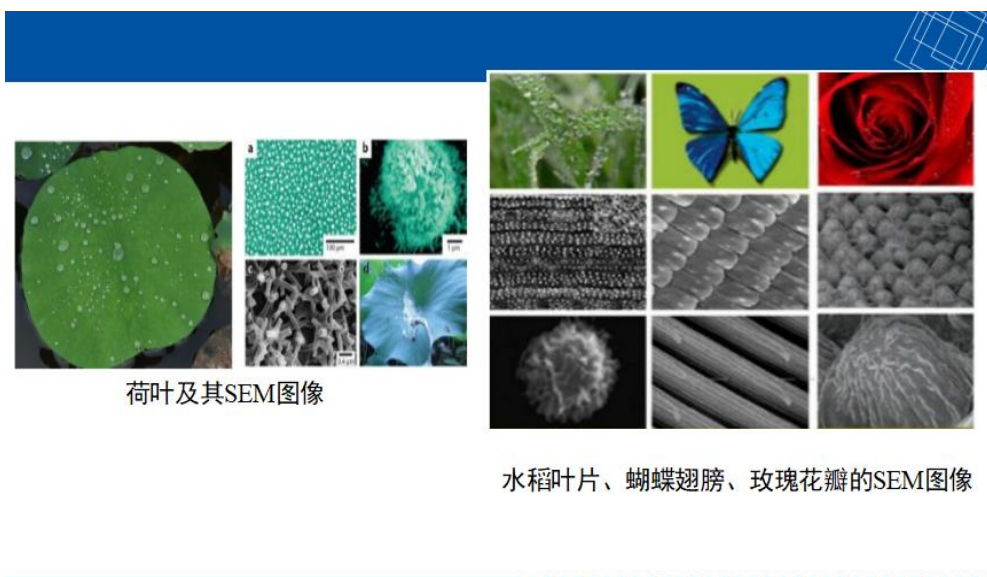


图 1 自然界中的疏水材料

在授课过程中，从生活中常见的自然现象出发，结合古代诗词，引出先进材料，激发同学们的文化自信，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。

浮选是固体废物的资源化利用中一种常用方法。是根据不同物质被水润湿程度的差异而对其进行分离的过程。物质被水润湿的程度，就是物质的润湿性。许多无机废物极易被水润湿，而有机废物则不易被水润湿。易被水润湿的物质，称为亲水性物质；不易被水润湿的物质，称为疏水性物质。

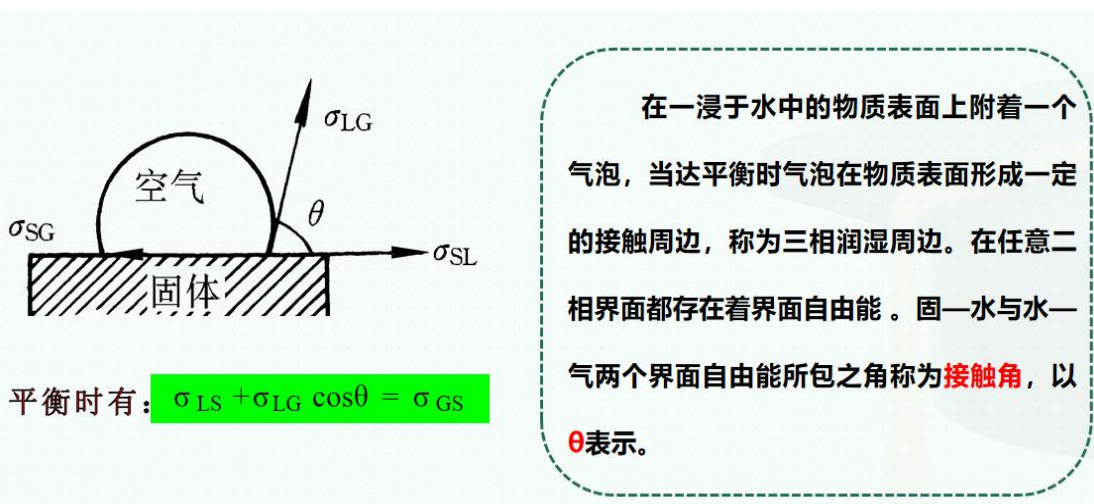


图 2 接触角

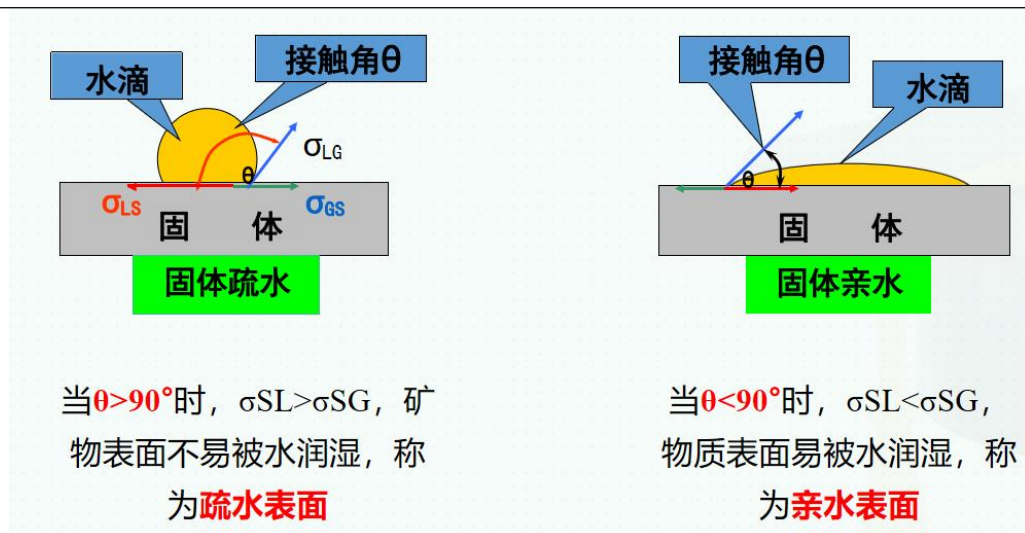


图 3 亲水固体和疏水固体

浮选的原理：物质的天然可浮性差异均较小，仅利用它们的天然可浮性差异进行分选，分选效率很低。浮选法在固体废物与水调成的料浆中加入捕收剂，通过捕收剂的作用来改变固体废物表面的亲水性或疏水性，扩大不同组分可浮性的差异，再通入空气形成无数细小气泡，使目的颗粒黏附在气泡上并随气泡上浮于料浆表面成为泡沫层后刮出，成为泡沫产品，不上浮的颗粒留在料浆内，通过适当处理后废弃。

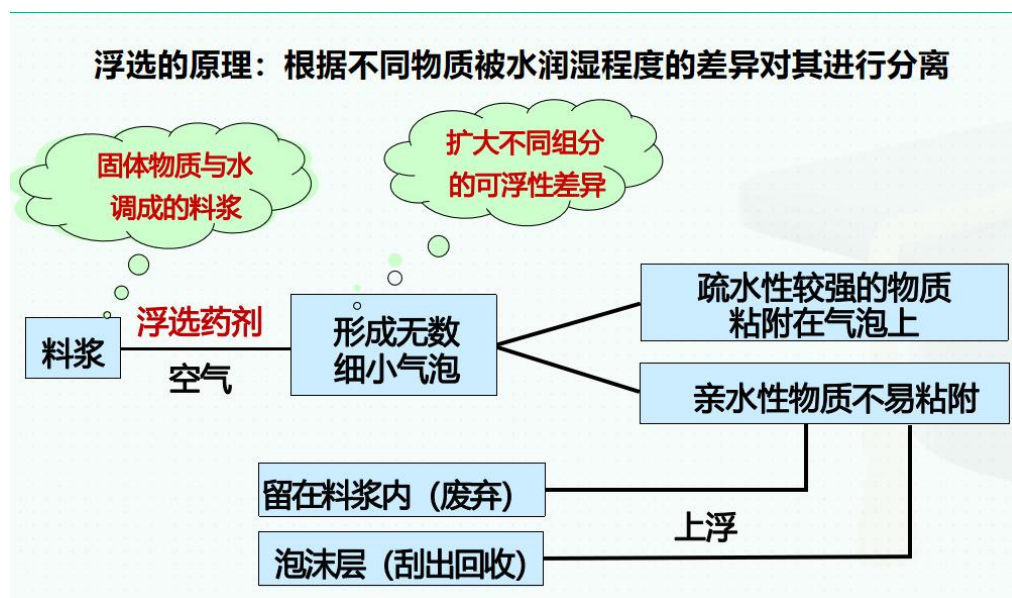
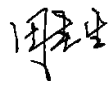


图 4 固体废物浮选的原理

其实生活中存在着很多“捕收剂”，如一个温暖的集体、一位优秀的老师、一位善解人意的朋友、一碗“滋润心灵”的“鸡汤”、一次陪伴和倾听、一次赞赏和激励……引导学生要善于利用这些捕收剂，帮助自己不断进行自我调整、自我修

	正、自我完善，培养优秀人格，健康成长成才。 在授课过程中，从生活中的自然现象——荷叶效应出发，引出浮选法，讲授浮选法的原理。激发学生的学习兴趣和科学思维，培养学生尊重自然、感恩自然、学习自然、敬畏自然的优秀品格，提高学生对人与自然和谐共处的理解。鼓励学生用好生活中的“捕收剂”，帮助自己不断调整、修正，培养优秀人格。
分析评价	该案例在讲解浮选原理时，引出超疏水现象——荷叶效应，培养科学思维。鼓励学生用好生活中的“捕收剂”，培养优秀人格。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人的目的。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-020
案例标题	儿童血铅超标事件——可怕的化工废渣
案例来源	团队原创
内容简介	通过讲解湖南省某县儿童血铅超标事件，让学生明确污化工企业在处理废弃物时应当遵守的工程职业道德和规范，讲授化工废渣的定义、分类、对环境的危害以及污染防治措施，激发学生的科学思维；让学生思考含铅废渣的处理处置和资源化利用途径，帮助学生建立工程思维，学会用所学知识解决生产中的固废处理处置问题。
关键词	儿童血铅超标事件；化工废渣
编写时间	2024-3-12
编著者	刘恒、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	工程伦理、专业认同感、工程思维
素材长度	1514
案例正文	以 2014 年湖南省某县 300 多名儿童血铅超标事件为例,进行思政教学。2014 年 6 月, 湖南衡东大浦镇 300 余名儿童在不同程度上出现血铅含量超标情况。住的离化工厂越近的孩子, 血铅超标越严重。而且, 血铅超标的孩子有着相似的反应, 例如, 肚子痛、头晕、乏力、记忆力减退等。2014 年 6 月 14 日, 央视新闻曝光了这起由违规排放导致的儿童血铅超标事件。从地方疾病预防控制中心的检查中发现是化工厂将废水和废渣随意排放, 造成附近耕地土壤中淤泥铅、锌、镉、砷含量严重超标, 其中铅含量超标 60 多倍。(我国国家血铅诊断标准: 正常血铅水平为 0-99 微克/升; 100-199 微克/升, 为高铅血症; 等于或高于 200 微克/升, 为铅中毒。) 铅是重金属污染中毒性较大的一种, 如果长期摄入, 将会沉淀积累在血液中很难排出, 危害人体神经和造血系统, 严重的甚至损害肾脏器。检测, 受害的 315 名儿童中, 血铅超标 82 人, 轻度中毒 8 人, 中度中毒 2 人, 属于较大环境污染问题。



图 1 央视报道儿童血铅超标案

该事件的元凶为当地的一家颜料化工有限公司，事件发生后该企业被迅速关闭，相关责任人受到了从检查到撤职等不同程度的处分，并被处罚款。不仅如此，该县环保局分管环境监察工作的副局长、县环保局该企业所在工业园区环保分局局长、县环保局监察大队大队长被停止职务，县分管环保工作的副县长对此负有主要领导责任，给予行政记过处分。由此案例，引导学生理解，因企业对生产经营活动中产生的重金属及其他污染物未作处理或者处理不当而引起土壤的，企业就是责任主体。在归责原则上，导致土壤污染的行为人必须承担责任，相关党政领导也要承担连带责任。为保障耕地土壤环境安全，可以通过增加土壤重金属污染刑事法律责任、健全行政法律责任等方式建立完整的法律责任追究制度。让学生认识到，在未来的工作岗位上，应当在生产全过程中始终遵从工程伦理，即对生产过程中产生的废弃物尽可能做到无害化排放与最小量化排放，避免对土壤等环境介质造成污染。

案例中讲到的化工废渣是指化学工业生产过程中产生的固体和泥浆状废物，包括化工生产过程中产生的不合格的产品、不能出售的副产品、反应釜底料、滤饼渣、废催化剂等。常见的化工废渣见表 1 所示。

表 1 常见化工废渣的主要来源和污染物类型

生产类型及产品	主要来源	主要污染物
无机盐行业 重铬酸钾 氰化钠 黄磷	氧化焙烧法 氰钠法 电炉法	铬渣 氰渣 电炉炉渣、富磷泥
氯碱工业 烧碱 聚氯乙烯	水银法、隔膜法 电石乙炔法	含汞盐泥、盐泥、汞膏、废石棉隔膜、电石渣泥、废电石渣
磷肥工业 黄磷 磷酸	电炉法 湿法	电炉炉渣、泥磷 磷石膏
氮肥工业 合成氨	煤造气	炉渣、废催化剂、铜泥、氧化炉灰
纯碱工业 纯碱	氨碱法	蒸馏废液、岩泥、苛化泥
硫酸工业 硫酸	硫铁矿制酸	硫铁矿烧渣、水洗净化污泥、废催化剂
有机原料及合成材料 季戊四醇 环氧乙烷 聚甲醛 聚四氟乙烯 聚丁橡胶 钛白粉	低温缩合法 乙烯氯化(钙法) 聚合法 高温裂解法 电石乙炔法 硫酸法	高浓度废母液 皂化废渣 稀醛液 蒸馏高沸残液 电石渣 废硫酸亚铁
染料工业 还原艳绿 FFB 双倍硫化氧	苯绕萘酮缩合法 二硝基氯苯法	废硫酸 氧化滤液
化学矿山 硫铁矿	选矿	尾矿

按化学性质可将化工废渣分为有机废渣和无机废渣，按对人体和环境的危害状况可将化工废渣分为一般工业废渣和危险废渣。化学工业行业多，品种多，所以化工废渣的污染面广，治理难度较大。化工废渣主分类如图 2。

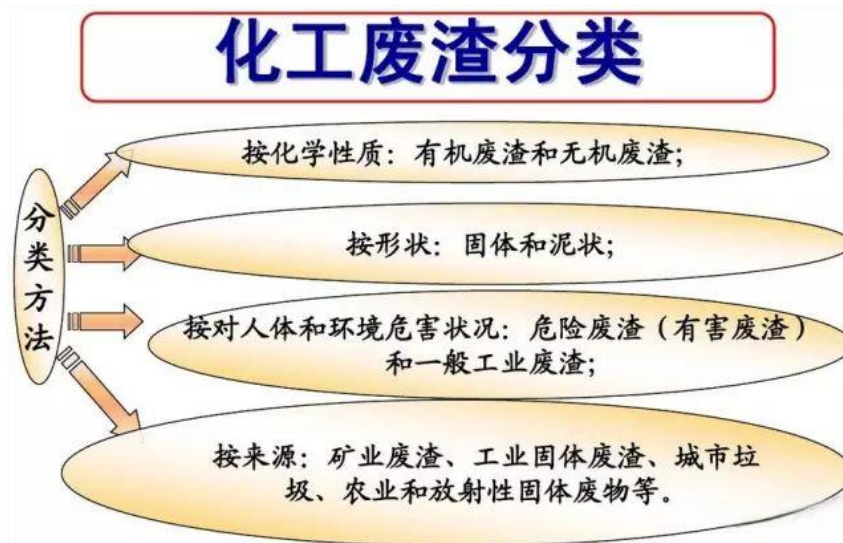
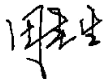


图 2 化工废渣的分类

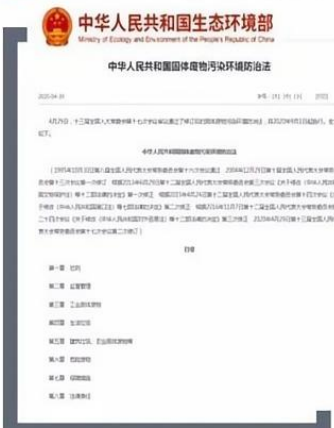
化工废渣对环境的危害。（1）直接污染土壤。存放废渣占用场地，在风化作用下到处流散既会使土壤受到污染，又会导致农作物受到影响。土壤受到污染很难得到恢复，甚至变为不毛之地；（2）间接污染水域。废渣通过人为投入、被风吹入、雨水带入等途径进入地面水或渗入地下水，而对水域产生污染，破坏水质；（3）间接污染大气。在一定温度下，由于水分的作用会使废渣中某些

	有机物发生分解，产生有害气体扩散到大气中，造成大气污染。如重油渣及沥青块，在自然条件下产生的多环芳香烃气体是致癌物质。 废渣的防治措施。（1）改革化工生产工艺，更新设备，改进操作方式，采用无废或低废方式，尽可能把污染消除在生产过程；（2）采用蒸馏结晶、萃取、吸附、养化等方法将废物转化为有用产品，加以综合利用；（3）固废无害化技术，如固废通过焚烧、热解、化学氧化等方式，改变其中有害物质的性质，使其转化为无毒无害物质。 具体的化工废渣处理可能不尽相同，但都应当遵循“先防后治、资源利用、无害处理”的原则，尽可能避免化工废渣对环境产生危害。给学生布置思考题：含铅化工废渣应该如何处理和资源化利用？由此，激发学生的科学思维，帮助学生建立工程思维，学会用所学知识解决生产中的固废处理处置问题。
分析评价	该案例通过湖南省某县儿童血铅超标事件，让学生明确污化工企业在处理废弃物时应当遵守的工程职业道德和规范。在生产全过程中始终遵从工程伦理，即对生产过程中产生的废弃物尽可能做到无害化排放与最小量化排放，避免对土壤等环境造成污染。激发学生的专业认同感，帮助学生建立工程思维，学会用所学知识解决生产中的固废处理处置问题。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-021
案例标题	新固废法实施后，哪些“红线”不能碰？
案例来源	团队原创
内容简介	学习固体废物的管理体系相关内容和法律法规，介绍新固废法的章节、条例、新增条文等内容，理解新固废法的在监管、惩处和打击方面的三个“最”，向学生传递法治意识在从业过程中的重要作用，培养工程伦理和法治意识。
关键词	固体废物管理；新固废法
编写时间	2024-3-13
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	工程伦理、法治意识
素材长度	1017
案例正文	我国固体废物管理主要涉及相关管理法规、各项管理制度和管理标准等。相较于水和气，我国固体废物管理起步较晚。随着社会经济的发展和科学技术的进步，我国固体废物的产量不断增加，构成更为复杂，这也对固体废物管理体系提出了更高的要求。 2020年4月29日十三届全国人大常委会第十七次会议审议通过了修订后的《固体废物污染环境防治法》。2020年9月1日起，《固体废物污染环境防治法》（简称新固废法）正式施行，它也被称为“最严格制度最严密法治保护生态环境”的法律制度。新固废法的特点可以总结成三个“最”：最严格的制度、最严密的监管、最严厉的打击。新固废法共设9章126条，新增条文41条，其继续强化政府及其有关部门监督管理责任，明确目标责任制、信用记录、联防联控、全过程监控和信息化追溯等制度，明确国家逐步实现固体废物零进口。新固废法在体例上还有一个非常明显的变化，即将工业固体废物、生活垃圾、危险废物分别单独成章。完善了对工业固体废物、农业固体废物、生活垃圾、建筑垃

圾、危险废物等的污染防治制度。特别针对抗击新冠肺炎疫情过程中产生的医疗废物，提出了与时俱进的管理制度。针对固废管理新形势，增加“建筑垃圾、农业固体废物等”一章，其中明确了国家建立电器电子、铅蓄电池、车用动力电池等产品的生产者责任延伸制度，加强过度包装、一次性塑料制品的污染治理，明确污泥处理、建筑垃圾、实验室固体废物管理等基本要求。另外在对环境违法行为实行严惩重罚的理念下，新固废法严格法律责任，提高罚款额度，例如新固废法中可针对4项违法行为最高处500万元罚款（第一百零八条、第一百一十四条、第一百一十五条和第一百一十六条），并且增加了按日连续处罚、行政拘留、查封扣押等规定。

2020年4月29日
 2020年4月29日，十三届全国人大常委会第十七次会议表决通过《固体废物污染环境防治法》。当天，国家主席签署第43号主席令，将于2020年9月1日起施行。



中华人民共和国生态环境部
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China

中华人民共和国固体废物污染环境防治法

2020年4月29日 第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议通过

主席令 第四十三号

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》已由第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议于2020年4月29日通过，现予公布，自2020年9月1日起施行。

生态环境部部长 黄润秋

2020年4月29日

- 从6章91条共11434字，修改到9章126条共18526字；
- **突出问题导向，回应公众期待，满足实践需求，健全长效机制，制度规范可行；**
- 增加了建筑垃圾、农业固体垃圾和保障措施等专章，完善了对工业固体废物、农业固体废物、生活垃圾、建筑垃圾、危险废物等的污染防治制度，特别是针对当前抗击新冠肺炎疫情过程中产生的医疗废物，提出了与时俱进的管理制度。

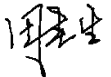
图1 《固体废物污染环境防治法》颁布

明确两项原则

旧《固废法》（2016年修订）	新《固废法》（2020年修订）
第三条 国家对固体废物污染环境的防治，实行减少固体废物的产生量和危害性、充分合理利用固体废物和无害化处置固体废物的原则，促进清洁生产和循环经济发展。 国家采取有利于固体废物综合利用活动的经济、技术政策和措施，对固体废物实行充分回收和合理利用。 国家鼓励、支持采取有利于环境保护的集中处置固体废物的措施，促进固体废物污染环境防治产业发展。	第三条 国家推行绿色发展方式，促进清洁生产和循环经济发展。 国家倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，引导公众积极参与固体废物污染环境防治。
第四条 县级以上人民政府应当将固体废物污染环境防治工作纳入国民经济和社会发展规划，并采取有利于固体废物污染环境防治的经济、技术政策和措施。 国务院有关部门、县级以上地方人民政府及其有关部门组织编制城乡建设、土地利用、区域开发、产业发展等规划，应当统筹考虑减少固体废物的产生量和危害性、促进固体废物的综合利用和无害化处置。	第四条 固体废物污染环境防治坚持减量化、资源化和无害化的原则。 任何单位和个人都应当采取措施，减少固体废物的产生量，促进固体废物的综合利用，降低固体废物的危害性。


减量化、资源化、无害化

图2 新固废法明确“三化”原则

	明确两项原则 10 <table border="1"> <thead> <tr> <th>旧《固废法》（2016年修订）</th><th>新《固废法》（2020年修订）</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 第五条 国家对固体废物污染环境防治实行污染者依法负责的原则。 产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任。 </td><td> 第五条 固体废物污染环境防治坚持污染担责的原则。 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染，对所造成的环境污染依法承担责任。 </td></tr> </tbody> </table>  污染担责原则	旧《固废法》（2016年修订）	新《固废法》（2020年修订）	第五条 国家对固体废物污染环境防治实行污染者依法负责的原则。 产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任。	第五条 固体废物污染环境防治坚持污染担责的原则。 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染，对所造成的环境污染依法承担责任。
旧《固废法》（2016年修订）	新《固废法》（2020年修订）				
第五条 国家对固体废物污染环境防治实行污染者依法负责的原则。 产品的生产者、销售者、进口者、使用者对其产生的固体废物依法承担污染防治责任。	第五条 固体废物污染环境防治坚持污染担责的原则。 产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染，对所造成的环境污染依法承担责任。				
	图 3 新固废法明确明确污染担责原则 采用案例分析法及启发引导法，通过对我国固废管理体系的发展历程及特点分析，突出环保产业是政策法律引导型产业，环保产业区别于其他产业的一个突出的特点是环境政策与环境标准、环境法律法规是环保产业发展的重要推动因素，环保政策法律是环保产业发展的基础，引导学生认识相关法律法规及行业规范对环保行业整体发展的重要意义。随后引入对新固废法的分析，简述新固废法的三个“最”，引导学生体会国家对于固体废物处理处置的关注及重视，培养学生的法治意识，使学生认识到违反相关法律及行业规范将会受到严厉的处罚，使学生领会在日后从业过程中，应时刻遵守工程伦理和相关法律法规。				
分析评价	学习固体废物的管理体系相关内容和法律法规，培养学生的法治意识，达到了育人的目的。				
评价者	 教授 商洛学院				

案例编号	20054203-022
案例标题	从垃圾填埋场到生态公园——论填埋场设计的重要性
案例来源	团队原创
内容简介	引入杭州天子岭垃圾填埋场为大中小學生以及社会各界人士提供近距离观察了解垃圾填埋场运作的机会，并对相关知识进行生动宣传介绍的案例，引导学生认识到循环专业赋予我们的公益使命，鼓励学生加入公益活动，宣传环保，勇担社会责任，以专业知识助力社会实践。
关键词	垃圾填埋场；填埋场封场系统
编写时间	2024-2-27
编著者	刘恒、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、工程结构
育人主题	社会责任、专业认同
素材长度	1251
案例正文	无论对固体废物采用何种减量化和资源化处理方法，如焚烧、热解、堆肥等处理后，剩余下来的无再利用价值的残渣，都需要对其进行最终处置。固体废物处置的基本方法是通过多重屏障（如天然屏障或人工屏障）实现有害物质同生物圈的隔离。概括说来，固体废物的处置可分为海洋处置和陆地处置两大类。陆地处置是根据废物的种类及其处置底层位置（地上、地表、地下和深底层），可分为土地耕作、工程库或贮留池贮存、土地填埋（卫生土地填埋和安全土地填埋）浅地层埋藏以及深井灌注处置等。土地填埋处置具有工艺简单、成本较低、适于处理多种类型固体废物的优点。目前，土地填埋处置已经成为固体废物最终处置的主要方法之一。安全卫生填埋场的合理设计、安全施工和完善管理对保护周边环境和保障人民群众的生命财产安全具有重要意义。 当填埋场的填埋容量用尽、运行终止后，需要对填埋场做终场防渗（覆盖）系统。即对整个填埋场进行最终覆盖，其主要功能是：削减渗滤液的产生量，控

制填埋场气体从填埋场上部无序释放，避免废物的扩散，抑制病原菌的繁殖以及提供一个可供景观美化和填埋土地再用的表面等。

固体废物处理与处置 Treatment and Disposal of Solid Waste

5

填埋场的封场

终场覆盖系统结构

土地恢复层(表层)

密封工程系统

保护层
排水层
防渗层(包括底土层)
排气层

排水层: 只有当通过保护层入渗的水量(来自雨水、融化雪水、地表水、渗滤液回灌等)较多或者对防渗层的渗透压力较大时才是必要的。
排气层: 只有当填埋废物降解产生较大量填埋场气体时才需要。

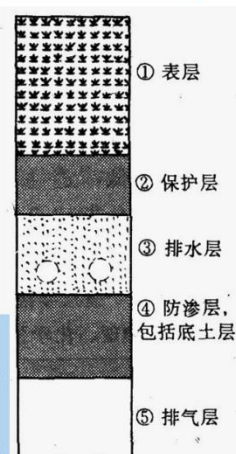


图1 垃圾填埋场的封场系统结构



封场前



封场后

图2 广州大田山垃圾填埋场封场前后对比

2011年3月18日推出中国首条垃圾处理首中末一体环境教育旅游线“跟着垃圾去旅游”以来，累计共接待省内外各界人士8万余人，2000余批次，四度蝉联杭州市民体验日“金城标奖”，荣获国际固废协会协会（ISWA）2014年度沟通宣传大奖，2014年获四部委授牌为“国家循环经济教育与示范基地”等荣誉。通过“跟着垃圾去旅游”的方式开展环保教育，已获得社会高度认可、关注与共鸣，市民响应需求量呈增长态势，为更好的将“跟着垃圾去旅游”的活动可持续高标准体验

好，集团决定将“跟着垃圾去旅游”升级为“杭州天子岭生态教育体验公园”，推出三个体验类服务项目：精品体验、深度体验、特制体验，参观点位包括厨余厂、沼气发电厂、污水厂三个生产区域，生态公园、教育基地及新以及老八景。通过公园开放服务，让公开促发展，将“生产、生活、生态”三生打通，让更多的百姓了解垃圾治理的紧迫性、严峻性，倡导心灵环保，垃圾分类从自己做起，共同面对垃圾围城问题，进一步推动政府倡导的“三化四分”工作，从而形成社会关心、市民了解、政府重视的良好局面。2019年，这个全国首座建在垃圾填埋场上的公园成功获评“杭州社会资源国际旅游示范访问点”。



图3 杭州天子岭生态教育体验公园“为绿而生 为绿而行”宣传标语



图4 公园内“清洁每一日 健康每一天”文化墙



图 5 公园下垃圾填埋场的甲烷气体收集管道



图 6 污泥堆积场改造的生态湖



图 7 废旧习惯拼接成的梵高作品“星空”



图 8 报废设备拼成的“清洁勇士”模型

通过案例教学法及视频介绍法，引入天子岭垃圾填埋场的案例，通过介绍园区为民众提供的公益参观、讲解及体验的服务，引导学生认识到环境专业所赋予从业个体或企业的公益使命。生态环境保护是功在当代、利在千秋的事业。引导学生认识到环保企业应当自觉承担社会责任，而环保从业者也当以最大热情积极参与公益宣传活动，真正做到以专业知识助力国家环保事业。

分析
评价

引入杭州天子岭垃圾填埋场面向大众开放的案例，引导学生投身公益，宣传环保。思政点切入自然，润物无声，达到了育人目的。

评价者

王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-023
案例标题	梁家河村的“沼气革命”
案例来源	团队原创
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，激发学生的家国情怀。并将农业固废厌氧消化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；梁家河
编写时间	2024-3-21
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	家国情怀、社会责任感、创新思维
素材长度	1393
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，产生的甲烷等可燃气体。生活垃圾里含有很多有机质，尤其是厨余垃圾和各种农业废弃物。采用厌氧消化技术处理有机质含量高的生活垃圾，既能有效解决垃圾堆存带来的污染问题，又能产出清洁可燃气体——甲烷，是一种环保无污染的垃圾处理方式。

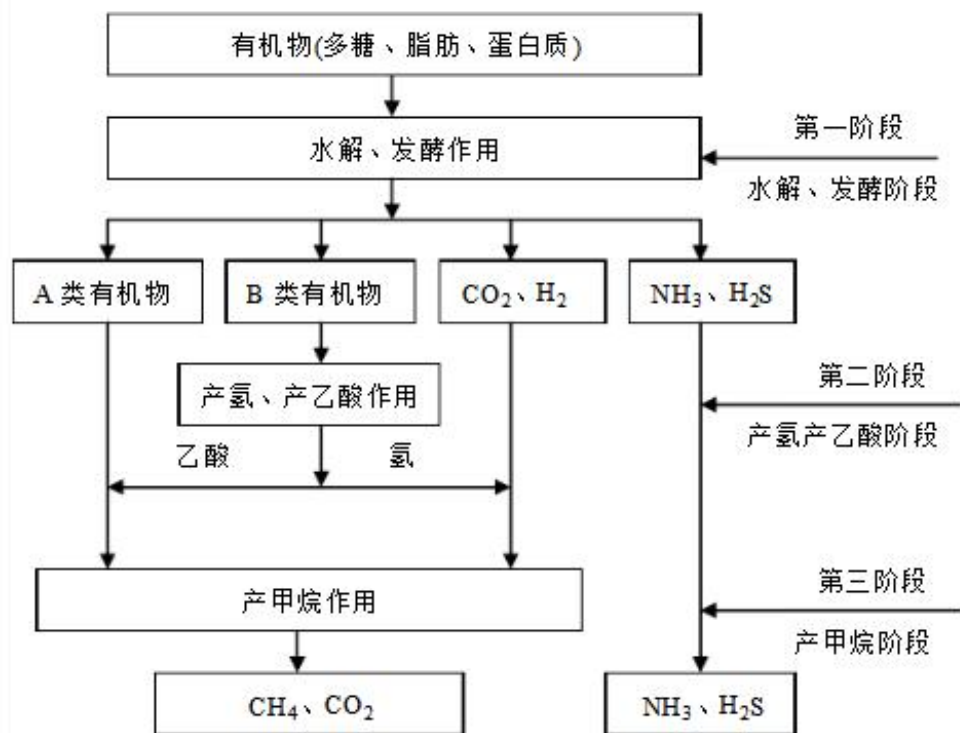


图 3 生活垃圾厌氧消化三阶段理论

在隔绝与空气接触的条件下，一些兼性菌、厌氧菌和专性厌氧菌对垃圾中的有机物进行生化降解，生成甲烷和二氧化碳等气体的方法称为厌氧生化处理法或厌氧消化法。按照厌氧消化三阶段理论，厌氧消化过程分为水解阶段、产乙酸产氢阶段、产甲烷阶段三部分。

第一阶段(水解、发酵阶段)：

在水解发酵菌（主要是专性厌氧菌和兼性厌氧菌）作用下复杂有机物进行水解和发酵阶段；

第二阶段(产氢、产乙酸阶段)：

由一类专门的细菌（产氢、产乙酸菌），将丙酸、丁酸等脂肪酸和乙醇等转化成乙酸、 H_2 和 CO_2 ；

第三阶段(产甲烷阶段)：

产甲烷细菌利用乙酸、 H_2 和 CO_2 产生 CH_4 。

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。并将生活垃圾厌氧消化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，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	本案例详细介绍了陕西第一口沼气池的开启之路，有助于分析有机物质在厌氧条件下的发酵过程，激发学生的文化自信和学好专业知识的使命感，从而增强固废方向专业知识学习的自信。案例具有一定的可推广性。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-024
案例标题	垃圾焚烧的利与弊，关键看烟气如何治理
案例来源	团队原创
内容简介	引入武汉某地垃圾焚烧厂污染事件，通过案例分析，引导学生认识到存在违法违规行为的垃圾焚烧厂会对周边居民的生命财产造成巨大威胁，在日后从业过程中遵从保护环境、善待自然、尊重生命等环境道德规范，谨慎分析环境影响，保障公共安全和环境安全。
关键词	垃圾焚烧；焚烧烟气；大气污染
编写时间	2024-3-18
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频、设备装置
育人主题	工程伦理、学用结合、社会责任
素材长度	1835
案例正文	垃圾焚烧是将生活垃圾置于高温焚烧炉中发生热分解、燃烧、熔融等反应，使其成为残渣或熔融为固体物质的过程。垃圾焚烧优点十分明显，首先，焚烧过程产生的热量可以用于发电和供暖，残渣可用于制砖和水泥，较好地实现垃圾的资源化利用。其次，垃圾焚烧能快速实现垃圾减量，焚烧后垃圾体积一般可以减少 90%以上，重量减少 80%至 85%。这对节约填埋、堆放土地意义重大。  图 1 生活垃圾焚烧炉

尽管垃圾焚烧处理为我国城市生活垃圾处理做出了巨大贡献,但不可否认,现实中一些垃圾焚烧厂受限于资金、技术等因素,在运行过程中还存在重垃圾焚烧减量、轻污染处理与净化现象,导致不少有毒有害物质被排放到周边环境 中,形成了较为严重的二次污染。

采用案例分析法,播放武汉某地垃圾焚烧场污染事件视频。武汉某地有一家垃圾焚烧厂,周边是人口密集地和重要水源地。距离这家焚烧厂 800 米内,全是大型居民社区,常住人口约 3 万人,还有正在开发的新楼盘。直线距离约为 600 米,有一个地铁出口。与当地饮用水源地的汉江取水口的距离分别为 1200 米和 1900 米。由于焚烧厂建在地势较高的锅顶山山腰,加上高 50 米以上的排气筒,其产生的大量燃烧飞灰(含有重金属和二恶英)的落地范围将远远超过 800 米。附近居民纷纷叫苦不迭:“气味很难闻,就像臭脚丫的味道”“眼睛辣得疼”“一年四季都不敢开窗户”“不敢深呼吸,鼻子里全是黑色的灰”。此外,焚烧厂对厂区东北方向的汉口宗关水厂和汉阳琴断口水厂也造成了不利影响。这两家自来水厂承担着几百万人的生活及生产供水任务。



图 2 垃圾焚烧厂被居民区包围



图3 垃圾焚烧现场——烟雾直接飘进居民区



图4 居民家中的黑灰

让学生结合所学内容，分组讨论，该焚烧厂排出的燃烧废气中可能含有哪些污染物。培养学生理论联系实际、学用结合以及分析问题和解决问题的能力。学生讨论完后，引导学生进行总结。生活垃圾焚烧容易产生以下四类有害物质。

第一，酸性气体。垃圾焚烧过程中，一些硫化物会与氧气发生反应形成二氧化硫，氮化物会分解或与氧气发生高温氧化反应形成氮氧化合物。含氟塑料

燃烧时会形成氟化氢，垃圾中的有机氯化物（如PVC塑料、橡胶、皮革等）和无机氯化物（氯化钠、氯化镁）等在高温环境下也会分解或与其他物质（如水、氧气、硫化物等）反应生成氯化氢。酸性气体溶于水后通过降雨的形式落到地面，会对建筑物和动植物产生危害，与人体接触后更是直接腐蚀人体表皮和呼吸系统黏膜，对人体健康造成严重威胁。



图5 焚烧废气中的酸性气体形成酸雨

第二，微量有机化合物。生活垃圾的中氯、碳水化合物等在特殊温度和触媒作用下会生成微量有机化合物，包括多环芳烃、多氯联苯、甲醛、二噁英及呋喃等有机污染物。垃圾焚烧是二噁英的主要来源，它贡献了全球10%到40%的二噁英排放。二噁英具有急性致死毒性，是国际组织认定的一级致癌物。人体一旦过量接触二噁英后，皮肤、肝脏、生殖系统、内分泌系统、免疫系统、心血管系统、呼吸系统、等机体会出现严重毒性反应。

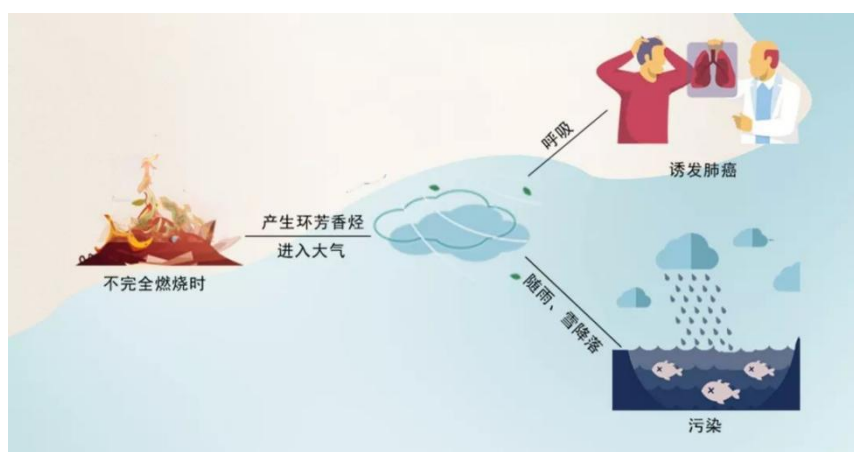


图6 有机垃圾不完全燃烧产生的多环芳烃

第三，重金属。垃圾焚烧产生的金属化合物主要由金属氧化物和盐类组成，金属元素主要来源于油漆、电池、化学溶剂、油墨、灯管、化学溶剂等，这些

	物质中一般都含有微量的汞、铅、铬等重金属元素。这些重金属元素在高温下并不会被破坏，而会随着烟气进入空气、土壤、水体，最终通过食物链传递在人体内富集，危害人体脏器官功能并引发癌变。 图 7 重金属对人体的危害 第四，焚烧飞灰。生活垃圾在 1500℃ 的高温焚烧过程中，会在烟气净化系统、烟囱底部以及烟道中残留大量细微的固体颗粒，这些固体颗粒就是“焚烧飞灰”。焚烧飞灰是多种有毒元素（可溶性重金属、二噁英等）的集合。焚烧飞灰如果得不到有效收集，就会在焚烧厂周边的水体、土壤和大气中不断积累，其携带的重金属、二噁英等有毒有害物质会进入周边居民体内，影响人体健康。 2013 年 6 月，该垃圾焚烧厂的废气排放行为了引起市民和周边居民的强烈不满，市民在武汉市发展和改革委员会进行了投诉。同年 7 月，湖北省环保厅环境违法监察通报显示，这家垃圾焚烧厂存在未经环评验收擅自生产、治污设施未落实、擅自处置垃圾滤液、防护距离内居民未搬迁等严重违法问题。责令该厂立即停产整改，未经批准不得生产，这家生活垃圾焚烧厂被彻底叫停。 通过解析案例，向学生渗透在环保项目设计和运行过程中从业者都应当严格遵守相关法律法规和行业标准理念，培养学生工程师工程伦理素养，让学生认识到在设计过程中，应该合理平衡协调各因素的影响，在项目设计施工过程中要互相配合，履职尽责，始终牢记生产安全、公共安全。
分析评价	该案例以垃圾焚烧厂污染事件引入主题，激发学生保护环境的责任感。通过垃圾焚烧过程中产生的有害物质的讨论与讲授，了解固废处理处置不当产生的严重环境问题，引导学生关注社会和环境问题，培养并树立其保护环境和生态文明理念。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-025
案例标题	退役潮来啦，动力锂电池怎么回收？
案例来源	团队原创
内容简介	通过讲解新能源汽车上退役电池的拆解分选和回收利用工艺，让学生建立科学思维，掌握电池资源化利用工艺，学会用专业知识解决实际问题。同时，帮助学生树立可持续发展理念，养成保护环境节约资源的好习惯。
关键词	废弃电池；拆解分选工艺；回收利用工艺
编写时间	2024-3-19
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、可持续发展理念、保护环境、节约资源
素材长度	1784
案例正文	从新能源汽车上退役的动力电池，能量残余仍在 70%以上，经挑选、测试等环节之后，可进一步应用在储能、分布式光伏发电、家庭用电、低速电动车等诸多领域，体现出巨大的再利用价值。之后再进一步报废，从废旧电池中提取钴、镍、锰、锂、铁和铝等金属，锂离子动力电池回收所创造的回收市场规模在 2020 年突破 100 亿，到 2023 年达到 250 亿。 大量的锂电池将要报废，回收工作势在必行，为推进动力电池回收工作有序进行，2017 年初，国务院办公厅印发《生产者责任延伸制度推行方案》，指出电动汽车及动力电池生产企业应负责建立废旧回收网络。2021 年工信部等四部门联合发布《汽车产品生产者责任延伸试点实施方案》，为贯彻落实《国务院办公厅关于印发生产者责任延伸制度推行方案的通知》，要求进一步探索建立易推广、可复制的汽车产品生产者责任延伸制度实施模式，提升资源综合利用水平。此后，国家标准委又发布了《车用动力电池回收利用拆解规范》，《电动汽车用动力蓄电池产品规格尺寸》，《汽车动力蓄电池编码规则》，《车用

动力电池回收利用余能检测》等国家标准，使动力电池回收向前迈进一大步。

根据目前的技术和 market 分析，废旧锂离子电池的回收处理可分为两个步骤：电池的拆解分选和电池材料的回收再利用过程。以三元动力电池的回收为例，探究废旧电池的拆解分选技术和回收利用技术。

1.拆解分选技术

目前常用的三元电池作为动力电池单体如 18650 型，具有容量小、质量轻和体积小的特点。常规的 18650 型等型号的锂离子电池，目前已经有成熟的回收技术，可实现大规模回收处理，工艺流程依次为放电、高温热解、机械破碎、粒径分选、密度分选及电磁分选等，如图 1 所示。

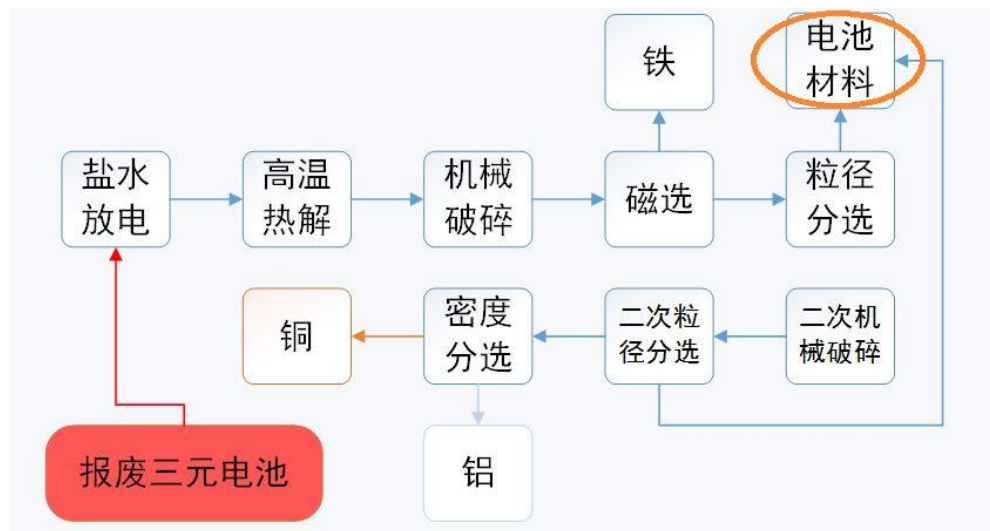


图 1 废旧三元电池回收处理工艺流程

2.回收利用技术

三元材料中含有镍钴等有价金属，且含量高于原矿，因此，相关的再生利用回收镍钴技术和市场已成熟。国内对于三元电池材料回收再利用的主要研究方法有：无机酸溶解-萃取回收法，无机酸溶解-除杂-共沉回收法，生物冶金回收法，有机酸浸取三元材料回收法。

①无机酸溶解-萃取回收法

无机酸溶解-萃取回收废旧三元材料中的镍钴元素技术，已经成熟地应用在三元材料回收再利用领域，可实现 98% 镍钴的回收。一般采用二-(2-乙基己基)磷酸脂(P_2O_4)和 2-乙基己基磷酸单 2-乙基己基酯(P_5O_7)萃取，最终得到镍钴的高价值产品，如 Co_3O_4 、 $NiSO_4$ 和 $CoCl_2$ 等，其中镍钴硫酸盐可作为制备三元前驱

体的原料。



图 2 无机酸溶解-萃取回收工艺

②无机酸溶解-除杂-共沉回收法

对废旧三元材料酸溶后的溶液除杂，得到镍钴锰硫酸盐的混合溶液，然后在碱性条件下共沉淀，制备三元材料前驱体，最后与 Li_2CO_3 高温烧结，得到再生的三元正极材料。该过程对镍、钴和锰的回收率可达 98.5%，再生得到的三元材料首次可逆充放电效率达 88% 以上。



图 3 无机酸溶解-除杂-共沉淀回收工艺

③生物冶金回收法

目前成熟的湿法冶金，一般采用强酸对废电池材料进行酸浸，但后期环境处理压力较大，因此，人们研究了更环保的生物冶金技术，微生物浸出技术是一种利用微生物自身的生命活动直接从矿石中提取有价金属元素的方法，其大致工艺为：酸性条件下将含有电池材料的固体作为微生物的培养基，经过微生物的耐受和富集，得到浸出的含金属溶液。该方法虽然浸出率相对较湿法冶金偏低，但操作简单、成本较低。如：利用嗜酸氧化亚铁硫杆菌对废旧锂离子电池正极材料中的金属进行浸出。将粉碎后粒径小于 $150\mu\text{m}$ 的含钴正极材料与培养好的细菌在 H_2SO_4 溶液中混合，加入 Fe^{2+} 进行催化，测试 Fe^{2+} 浓度、pH 值和固液比对金属溶出率的影响。当 Fe^{2+} 浓度为 3g/L、pH 值为 2.5 及固液比为 5g:1L 时，钴、锂的浸出率最高，分别约为 70% 和 80%。

④有机酸浸取三元材料回收法

为了寻找低污染的电池材料回收方法，有研究人员研究了有机酸葡萄糖酸

	代替无机酸对三元电池材料的浸出过程，当葡萄糖酸的浓度 1mol/L，还原剂体积比用量为 1%，固液比为 30g:1L 时，70℃水浴 80min 可实现 90%以上镍、钴及锰金属的浸出，95%以上锂的浸出。该有机酸的浸出时间、浸出率与无机酸相当，绿色环保、浸出效率高，但原料成本较高。 图 4 嗜酸氧化亚铁硫杆菌落形态及 SEM 照片（右） 随着新能源汽车的快速普及，有大量的锂电池将要报废。面对电池报废所带来的环境污染和资源浪费，回收工作迫在眉睫、势在必行。学习新能源汽车废旧电池的拆解分选技术和回收利用工艺，使学生们建立科学思维，学会用专业知识解决生活中的固废利用问题，同时让学生们更加重视环境保护，珍惜资源，养成节约、环保、低碳的生活习惯，为可持续发展贡献力量。
分析评价	该案例从新能源汽车中报废的锂电池导入三元电池回收利用技术，介绍回收处理工艺与 4 种重要的回收利用技术，同时分析评价回收技术的优缺点。注重提升学生的科学探索精神，培养学生建立工程思维。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-026
案例标题	化腐朽为神奇——好氧堆肥技术
案例来源	团队原创
内容简介	通过学习我国古代的堆肥技术，增加学生的文化自信。学习堆肥工艺的发展情况，让学生认识到科技是要不断进步和发展的，培养学生的实践创新精神，让学生树立终身学习的理念，推动现有技术不断发展。
关键词	好氧堆肥； 有价元素回收
编写时间	2024-4-26
编著者	侯小洁、讲师、化材
素材形式	文字、图片
育人主题	生态理念、创新精神、可持续发展理念
素材长度	1634
案例正文	固体废物的好氧堆肥处理是指在人工控制的条件下，依靠自然界中广泛分布的细菌、放线菌、真菌等微生物，人为地促进可生物降解的有机物向稳定的腐殖质转化的微生物学过程。好氧堆肥产生的肥料是绿色无污染的生态有机肥，生态有机肥营养元素齐全，且能够改善土壤理化性质，增强土壤保水、保肥、供肥的能力。 肥料是植物的粮食，是农作物生长所必需的营养物质，给农田施肥是提高产量、夺取丰收的重要条件。我国古代特别重视对废弃物的利用，凡可以利用的农林废弃物差不多都被用来作肥料。 1.古代的堆肥技术 根据资料记载，春秋战国、秦汉时期已经使用畜粪和农业废弃物做肥料。北魏公元 630-640 年，贾思勰《齐民要术》记载，“凡人家秋收治田后，场上所有草、谷等，并须收贮一处，每日布牛脚下，三寸厚，每平坦收聚堆积之，还

依前布之，经宿即堆聚，计经冬一具牛，踏成三十车。”这是一种将垫圈同积肥相结合的堆制法。当时称为踏粪法，而这是我国最早的堆肥法。



图 1 北魏综合性农学著作《齐民要术》

公元 1149 年，《陈敷农书》善其根苗篇则描述了好氧堆肥的过程及特点，是我国最早对堆肥的科学记载：“于始春又再耕耙转，以粪壅之，若用麻枯尤善。但麻枯难使，须细杵碎，和火器窖罨，如作曲样；侯其发热，生鼠毛，即摊开中间热者置四旁，收敛四旁冷者置中间，又堆窖罨；如此三四次，直待不发热，乃可用，不然即烧杀物矣。”

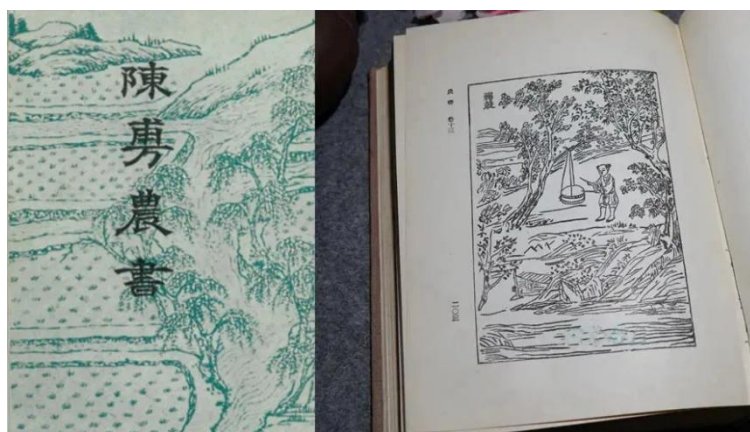


图 2 宋代农书《陈敷农书》

通过了解我国古代的堆肥技术，增加学生的民族自豪感和文化自信，引导学生传承民族文化，激发学生的奋进之力。

2.堆肥工艺的发展

（1）简易堆肥工艺

由畜禽粪便、垫料、剩余饲料、杂草、落叶、秸秆、草木灰等混合堆积起来，经过一段时间的好氧发酵，这些物质会发生显著变化，体积减小、颜色变深并转变为蓬松状，最终施入土壤能显著提高农作物的产量和品质。



图 3 简易堆肥工艺

（2）翻抛堆肥工艺

初期的堆肥生产依靠人力完成，后来逐渐发展出替代人力的机械设备和发酵剂。其中德国巴克斯公司率先研制出的翻抛机设备，极大地提高了堆肥处理效率和产量。随后这种设备在全球范围内得到广泛应用。我国自上世纪末引进了第一台翻抛机，用于猪粪堆肥处理，进入本世纪后，翻抛机在国内有机肥产业中扮演了核心角色。常见的翻抛机类型包括槽式翻抛机、链板式翻抛机和轮盘式翻抛机，它们分别适应不同的堆肥场景，但在解决堆肥过程中的臭味问题、缩短制程时间、提高产能和经济效益等方面仍有局限性。



图 4 翻抛堆肥工艺

（3）有机肥立式发酵工艺

采用发酵罐进行堆肥。堆肥发酵罐起源于 19 世纪 70 年代德国微生物学家 Schulze 的实验室工作，20 世纪 60 年代开始应用于有机肥工业生产。相比于自然环境下发酵的翻抛机工艺，发酵罐能够在人为控制的密闭环境中，通过供应氧气、持续搅拌、添加发酵剂等方式创造更为理想的发酵条件。大幅缩短了发酵时间，减少了异味和占地面积，但由于高昂的成本、较小的处理能力和质量问题，其在实际应用中并未取得预期的经济效益和社会认可。



图 5 有机肥立式发酵罐

3.污泥生物改性膜法发酵工艺

污泥生物改性膜法发酵技术发酵周期短、发酵过程无臭味、绿色环保无污染，能够将含水率 80%污泥，发酵成符合国家技术指标的有机肥原料、园林绿化种植土等，兼具经济效益和生态效益。采用生物絮凝剂，基于高分子选择透过性膜及智能化曝气系统，建立安全而现代化的生物处理系统，采用高温发酵联动技术，通过高压气体交换供氧，高分子选择透过性生物膜保温除臭，可实现污泥高效、环保、安全、低成本无害化处理及资源化利用。其中用到的生物絮凝剂是利用微生物技术提取植物蛋白、动物蛋白等纯生物原材料，生物替代化学实现泥水分离、污泥改性，提高污泥的孔隙率，更利于污泥发酵干化，缩减污泥发酵周期。



图 6 污泥生物改性膜法发酵技术

学习堆肥工艺的发展情况，让学生思考科技进步对于人力的解放，培养学生的科学素养。同时，引导学生认识科技是要不断进步和发展的，培养学生的实践创新精神，让学生树立终身学习的理念，探索未知，勇攀科学高峰，在实践中总结凝练相关技术要求，不断改进和丰富已有技术框架。

分析
评价

在讲授堆肥工艺发展历程时，引入专业自豪感、文化自信、科学发展观等思政元素，切入点选择巧妙，思政教育效果明显。

评价者

王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-027
案例标题	“循环农业礼涑模式”——农业废弃物生物高效处理及资源化利用配套技术
案例来源	团队原创
内容简介	通过讲解“循环农业礼涑模式”的案例，培养学生正确的生态价值观，让学生体会到良好的生态环境是最普惠的民生福祉。提高学生理论联系实际的能力，让学生用所学知识探索畜禽养殖废弃物资源化利用新途径和新模式，推动农业生产与环境保护和谐发展。
关键词	农业固废；高效处理；循环农业
编写时间	2024-3-20
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态理念、理论联系实际能力、社会责任
素材长度	2400
案例正文	2023年1月2日，中共中央国务院发布《关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》。意见指出：加快农业投入品减量增效技术推广应用，推进水肥一体化，建立健全秸秆、农膜、农药包装废弃物、畜禽粪污等农业废弃物收集利用处理体系。推进农业绿色发展先行区和观测试验基地建设。 九江礼涑农业集团以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真践行习近平生态文明思想，深入贯彻落实党中央、国务院及省市农业主管部门关于推进农业绿色发展部署要求，坚持生产生态协调发展，积极探索农业绿色发展畜禽养殖废弃物资源化利用机制，通过生态产业化手段实现农业生产与环境保护和谐统一，集成了农业废弃物生物高效处理及资源化利用配套技术，入选2024年度江西省农业主推技术，形成可复制可推广的“循环农业礼涑模式”。 循环农业礼涑模式：循环农业礼涑模式是指以处理养殖废弃物和农作物秸秆等农业废弃物为基础，将废弃物转化为可还田利用的肥料，并指导种植户科

学施肥和增施有机肥，推动耕地保护和绿色种植，再对农产品进行加工销售，提升农产品价值，实现种养结合、农牧循环，农民增收、企业增利和农业绿色高质量发展。



图 1 循环农业礼涑模式的框架

循环农业礼涑模式主要做法如下：

1.以就地就近处理为主，灵活采用相对集中方式

依托自有动物粪便智能堆肥发酵处理器和系列专用微生物发酵剂产品和技术，采取在养殖场就地处理为主，粪污经过干湿分离后，废水经过厌氧发酵后进入沼液暂存池；干粪结合农作物秸秆等辅料，利用专业设备和发酵剂，就地进行堆沤发酵，即污水就地转化为可灌溉的沼液，粪便就地转化为可还田的粪肥。在养殖规模较小且较集中的区域，也可采用相对集中方式。

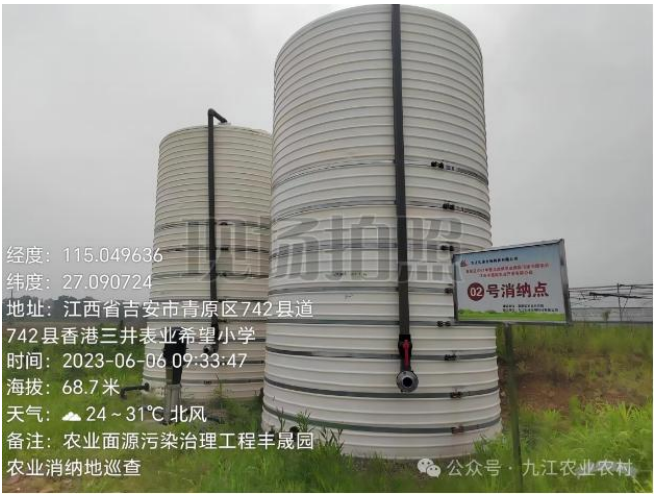


图 2 畜禽养殖废弃物资源化利用畜禽养殖废弃物沼液田间消纳存储罐

2.以就地就近消纳为主，兜底进行集中深加工和统筹销售

以就近原则，在田间建立沼液消纳基地，礼涑购置沼液运输车进行沼液转运；粪肥以就近原则，周边种植户消纳为主，确实消纳不完，由礼涑兜底回收，进行深加工成商品有机肥，利用礼涑有机肥销售渠道进行统筹销售。

3.以县为单位，以“1+N+2n”方式整县推进

以县为单位整县推进畜禽粪污和农作物秸秆等农业废弃物就地处理，就近利用，基本实现本县畜禽粪污经转化处理后回用到本县种植业，推动种养结合、农牧循环和农业绿色高质量发展。依托技术和产业链优势，采取“1+N+2n”模式落实。即：“1”：以县为单位，建立“1”个运营中心，负责技术和统筹工作。“N”：根据各县养殖、种植分布情况，将全县划分为“N”个区域，建立“N”个中转服务站，负责指导区域内 n 个养殖场畜禽粪污处理和 n 个种植户科学施肥。“n”：指导 n 个养殖场采取就地自然堆肥、就地简易设备堆肥、就地成套设备堆肥和异地成套设备堆肥四种方式，实现粪污全量化无害化处理和肥料化转化。“n”：指导 n 个种植户增施粪肥，减少化肥施用，同时做到科学施肥，实现粪污减排、化肥减量、土壤增肥、作物增产、农民增收、农业增效和乡村增绿“两减五增”良好效果。



图 3 九江礼涑农业集团循环农业礼涑模式“1+N+2n”示意图

4.以工程建设+专业运营相结合原则实施畜禽粪污资源化利用整县推进等

项目

畜禽粪污资源化利用整县推进和重点流域农业面源污染治理等项目重点在农业废弃物的处理和资源化利用，难点在工程建设完成后的可持续运营。礼涑模式采取工程建设+专业运营相结合的原则实施畜禽粪污资源化利用整县推进等项目，即工程建设完成后承担项目后续运营工作，包括对全县畜禽粪污、农作物秸秆、菌棒等进行资源化利用，即进行秸秆收储、预处理并配送至各养殖场作为发酵辅料；对在养殖场经过发酵处理后的粪肥半成品进行回收，对菌棒等进行回收预处理，粪肥半成品和预处理后的菌棒进行深加工，并对深加工所得有机肥料成品进行销售经营等活动；协助养殖场对经过处理后沼液进行转运和消纳。通过工程建设+专业运营相结合原则，保障了畜禽粪污、农作物秸秆和菌棒等农业废弃物得到可持续治理和利用，从根本上较好治理了农业面源污染问题。



图 4 农业废弃物资源化利用相关设备

5.以生态产业化手段解决畜牧产业生态化问题

农业生产一定程度上与自然、生态相矛盾，畜禽养殖过程必然产生大量粪

污，种植过程需要使用化肥、农药和农膜等投入品，必然产生农作物秸秆等废弃物。畜禽粪污、农作物秸秆等农业废弃物未进行合理处置和利用，将造成水体、大气和生物等污染；化肥、农药等投入品过量使用将造成土壤酸化、板结和环境污染等问题。且由于种养时空的分离，农业废弃物的处理需要不低的成本，尤其在种植养殖业效益低迷时期，常常成为制约农业废物处理利用的痛点，也给农业监管带来压力。为此，礼涑模式统筹处理畜禽粪污、农作物秸秆和菌棒等农业废弃物，依托技术和产业链优势，形成了农业废弃物处理—有机肥-种植-农产品加工销售的循环农业产业链，将农业废弃物处理这一本身需要花费大量成本的难题转化成了生态产业，不仅实现了企业盈利的废弃物处理自身造血机制，还可带动农业绿色发展，用生态产业化的手段从根本上解决了农业产业的生态化问题。



图 5 畜禽养殖废弃物资源化利用有机肥施用到附近农田

九江礼涑农业集团依托院士工作站等技术支撑，研发了专利设备和发酵剂，以就近就地处理消纳为主，同时指导种植户科学施肥和增施有机肥，对农产品进行加工和销售，形成了循环农业产业链，实现了畜禽粪污资源化利用的易落地、可持续，推动了农业生产与环境保护和谐统一，促进了农业绿色健康高质量发展。

通过讲解“循环农业礼涑模式”的案例，培养学生正确的生态价值观，让学生体会到良好的生态环境是最普惠的民生福祉。该模式在生产过程做到了废弃物的减量化排放、甚至是零排放和资源再利用，大幅降低农药、兽药、化肥及

	煤炭等不可再生能源的使用量，从而形成清洁生产、低投入、低消耗、低排放和高效率的生产格局，成为全国联农带农典典范，可有效激发学生的专业认同感和自豪感，让学生用所学知识解决实际问题，为农业生产与环境保护的和谐发展贡献专业力量。
分析评价	本案例从“循环农业礼涑模式”建设入手，引入课程重点，即以处理养殖废弃物和农作物秸秆等农业废弃物为基础，将废弃物转化为可还田利用的肥料，感受清洁生产格局对人们生活的推动作用。案例具有一定的可推广性。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-028
案例标题	从垃圾堆里跑出来的“新事物”——垃圾填埋气
案例来源	团队原创
内容简介	学习垃圾填埋场填埋气体的污染防治和回收利用技术，使学生树立预防污染的生态理念，自觉保护生态环境。通过分组讨论和设计工艺，培养学生的团队精神和工匠精神，激发学生开展科学研究工作推动科技进步的斗志。
关键词	垃圾填埋场；填埋气；回收利用
编写时间	2024-4-28
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态理念、工匠精神、团队协作
素材长度	2025
案例正文	2022 年 4 月，印度发生了最为严重的一次甲烷泄露事件。新德里长达数英里、高达 60 米的“垃圾山”上，甲烷排放速度达到每小时 434 吨，这相当于 6800 万辆汽油车同时运行产生的污染量。 提问学生，填埋气里都有什么？会对环境产生哪些危害？让学生结合生活垃圾的厌氧消化处理知识进行归纳，培养学生学以致用，分析问题、解决问题的能力。 1.填埋气的组成 在垃圾填埋场中，生活垃圾中所含的有机物在微生物作用下会降解产生填埋气。填埋气主要由 CH_4、CO_2、N_2、O_2 硫化物、NH_3、H_2、CO 及其他微量化合物组成。通常甲烷体积分数为 45-60%，CO_2 为 40-50%。 2.填埋气的泄危害 (1) 产生温室效应 二氧化碳是一种温室气体，而甲烷的温室危害比二氧化碳更大，其温室效

应是等质量二氧化碳的 21 倍。有人估计全球每年向大气排放的甲烷量为 $20 \sim 70 \times 10^6 \text{t}$ ，而填埋气被认为是大气中甲烷主要来源之一。

(2) 爆炸危险

甲烷是一种易燃易爆的气体，其爆炸极限为 $5\% \sim 15\%$ ，垃圾中产生的甲烷如不能及时的排出，就会越积累越多，最后会在自身压力和垃圾堆体压力的双重压力下发生爆炸，使垃圾堆体坍塌，甚至危及填埋场周围居民的生命财产安全。有时甲烷从垃圾堆中泄露出来，与空气接触，当遇到明火时也会发生爆炸。

(3) 污染地下水

填埋气在压力的作用下迁移，可能透过垃圾层、土壤层进入地下水中，其中的二氧化碳溶解于地下水，造成地下水 pH 值下降，导致周围岩层的更多的盐类溶入地下水，使地下水含盐量过高，影响其用途。

(4) 破坏地表植被

填埋气进入土壤后，会充满土壤缝隙，使植物根系处于缺氧状态，导致植物生长不良甚至死亡。

(5) 影响人体健康和环境质量

填埋气中含有的其它气体有的有臭味(如硫化氢、硫醇等)，且含有对人体有害(如苯、甲苯等)，这些气体的任意排放会对环境和人体健康造成危害，并影响周边居住居民的生活质量。

让学生结合所学知识，分组讨论填埋气的回收利用途径，并合理设计工艺流程。

填埋气的综合利用途径如下：

(1) 发电

填埋气发电是比较成熟的能源回收方式，所发电力可以并入当地电网，不受当地用户条件的限制。由于填埋气中 CH_4 含量一般在 50% 以上，属中等热值燃气，只需经过脱水、脱硫等预处理便可送至锅炉或内燃机燃烧进行发电和供热。一般来说，垃圾填埋量在 $100 \times 10^4 \text{t}$ 以上、占地面积 10hm^2 以上、填埋高度 10m 以上的填埋场利用填埋气发电具有较好的投资回报率。

我国杭州天子岭、广州大田山和南京水阁垃圾填埋场已经建成了填埋气发电示范工程。杭州天子岭垃圾填埋场占地 $16 \times 10 \text{m}^2$ ，设计填埋能力为 $600 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

该工程由加拿大设计，利用燃气轮机来发电，装机总容量为 1520kW 采取 24h 连续运行方式，运行时间占全年时间的 95%，年发电量可达 $1270 \times 10^4 \text{kW} \cdot \text{h}$ 。杭州天子岭的填埋气预处理技术单元主要是冷凝过滤，系统工艺如图 1 所示。

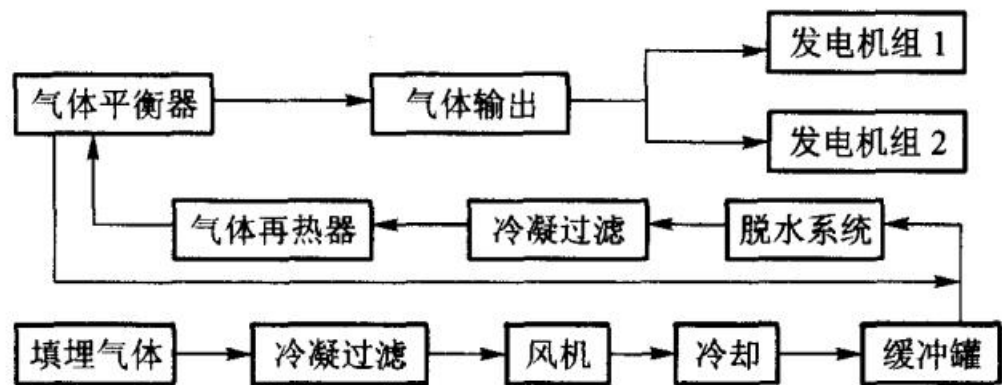


图 1 杭州天子岭的填埋气预处理与利用

(2) 作为汽车燃料

填埋气与天然气的微量组分含量相近，只是填埋气中含有大量的 CO_2 ，从填埋气净化技术的角度来看，通过对填埋气进行预处理后，可以保证填埋气组分可以达到天然气的品质。当处理后的填埋气达到《车用压缩天然气》GB18047-2000 标准(表 1)后，就可以作为双燃料汽车的气体燃料。由于其生产成本低，相对于市场销售的燃油和 CNG 具有明显的竞争优势。此外，在国内已经推广车用 CNG 的城市，其加气系统的主流正在向子母站系统发展，这一点也为填埋气产品进入汽车燃料市场创造了条件。

表 1 汽车用压缩天然气技术要求

项 目	指 标	实 验 方 法
高位发热量/ $(\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3})$	> 31.4	GB/T 11062
H_2S 含量/ $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	< 20	GB/T 11060.1 或 GB/T 11060.2
总硫(以 S 计)含量/ $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	< 270	GB/T 11061
CO_2 含量(体积分数)/%	< 3.0	SY/T 7506
水露点/ $^{\circ}\text{C}$	低于最高操作压力下 最低环境温度 5°C	SY/T 7507(计算确定)

作为汽车燃料时，首先将填埋气除湿、脱除硫化物和微量物质后，再分离 CO_2 ，将 CH_4 的浓度提高到 85% 以上，再经二级压缩冷凝后利用活性炭吸附处理，最后利用膜分离后得到汽车燃料气，其填埋气的预处理和利用工艺流程见图 2。

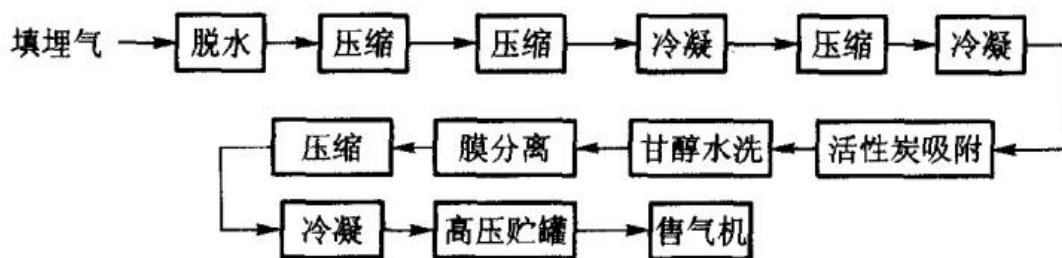


图2 填埋气预处理和利用工艺流程

(3) 作为城市民用燃气

城市燃气是由若干种气体组成的混合气体，其中主要组分是一些可燃气体如 CH_4 等烃类、 H_2 和 CO ，另外也含一些不可燃的气体组分，如 CO_2 、 N_2 和 O_2 等。其中天然气作为民用燃气的技术要求见表2。填埋气经过除湿、除 H_2S 并分离出 CO_2 后，可并民用燃气系统。

表2 天然气用作民用燃气的技术要求

项 目	一类	二类	三类
高位发热量/ $(\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3})$	>31.4		
总硫(以 S 计)/ $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	≤ 100	≤ 200	≤ 460
H_2S / $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	≤ 6	≤ 20	≤ 460
CO_2 (体积分数)/%	≤ 3.0		—
水露点/ $^{\circ}\text{C}$	在天然气交接点的压力和温度条件下,天然气的水露点应比最低环境温度低 5°C		

(4) 作为燃料电池的燃料

填埋气作为燃料电池燃料的处理工艺流程如图3所示。填埋气经过脱除硫化物和干燥处理后，分离出 CO_2 ，提高 CH_4 浓度，再经低温冷凝后用活性炭吸附处理，脱氧后产出氢气，作为燃料电池的燃料，工艺流程如图3所示。

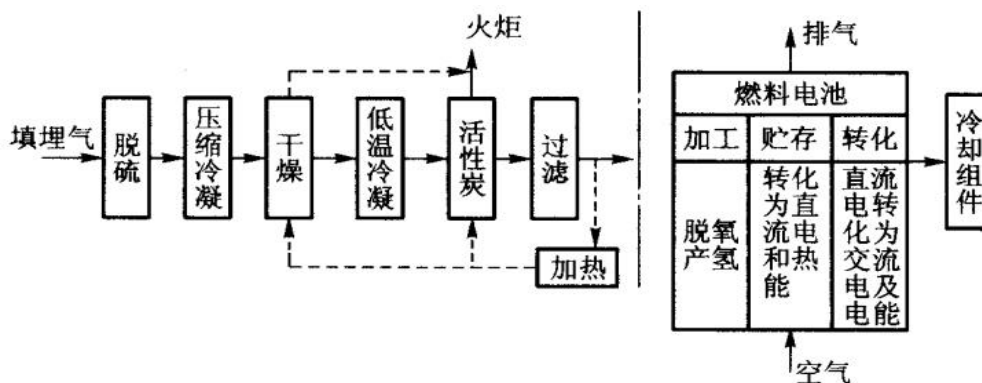


图3 填埋气作为燃料电池燃料的处理工艺流程

燃料电池是一种将化学能直接转换为电能的发电装置，它所用的“燃料”并

	不燃烧，而是通过氧化还原反应直接产生电能。其优点主要是能量转换效率高、污染小、噪声低。燃料电池既可以独立单元发电，也可以串联或并联组成大型发电站，可以根据需要安装在指定地点。 通过讲解垃圾填埋场填埋气体的污染防治和回收利用技术，使学生形成在开展固废处理处置的同时也要防治二次污染并有效消除的意识，养成良好的预防污染的生态理念，并在今后的工作中自觉保护生态环境。通过分组讨论和设计工艺，培养学生的团队精神，让学生体会团队协作的重要性的优势。同时，培养学生的学习兴趣，提升学生的工程思维和知识应用能力，激发学生从事科学研究工作推动科技进步的斗志。
分析评价	通过严重的甲烷泄露事件案例，介绍填埋气的组成、危害和利用途径，培养学生归纳总结思维，并激发学生在团队协作中提升专业知识运用能力，学以致用，学有所成，立足于实际服务国家填埋气资源化利用，实现个人价值。
评价者	王連芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-029
案例标题	传承造纸术，探索再生纸的奥秘
案例来源	团队原创
内容简介	通过讲述造古代造纸术和现代废纸回收工艺流程，引起学生对于“中国力量”的情感共鸣，增加学生的文化自信，培养学生的大国工匠精神。采用提问法和分组讨论法，提高学生的分析总结能力，让学生有兴趣了解更多固废回收利用知识，助力资源的回收利用。
关键词	造纸术；废纸回收工艺；再生纸
编写时间	2024-4-18
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	文化自信、工匠精神、专业能力提升
素材长度	2096
案例正文	纸是中国古代“四大发明”之一，极大地推动了人类文明的进步。但是谁能想到纸的前身居然是树皮、麻头、破布以及渔网呢？蔡伦造纸，变废为宝，在人类文明史上留下了浓墨重彩的一笔。 造纸术是中国四大发明之一，中国在西汉时期已有了造纸术。东汉元兴元年时，蔡伦进一步改良了造纸术，距今约有 2000 年的历史。 蔡伦用树皮、麻头及敝布、鱼网等原料，经过挫、捣、炒、烘等工艺制造的纸，这便是现代“纸”的渊源。这种造纸的原料容易找到，又很便宜，纸的质量也有所提高，逐渐被人们普遍使用。为纪念蔡伦的功绩，后人把这种纸叫作“蔡侯纸”。伦改进的造纸术，形成了一套较为定型的造纸工艺流程，其过程大致可归纳为 4 个步骤： 1.分离：用沤浸或蒸煮的方法让原料在碱液中脱胶，并分散成纤维状；

2.打浆：用切割和捶捣的方法切断纤维，并使纤维帚化，而成为纸浆；

3.抄造：把纸浆渗水制成浆液，然后用捞纸器（篾席）捞浆，使纸浆在捞纸器上交织成薄片状的湿纸；

4.干燥：把湿纸晒干或晾干，揭下就成为纸张。

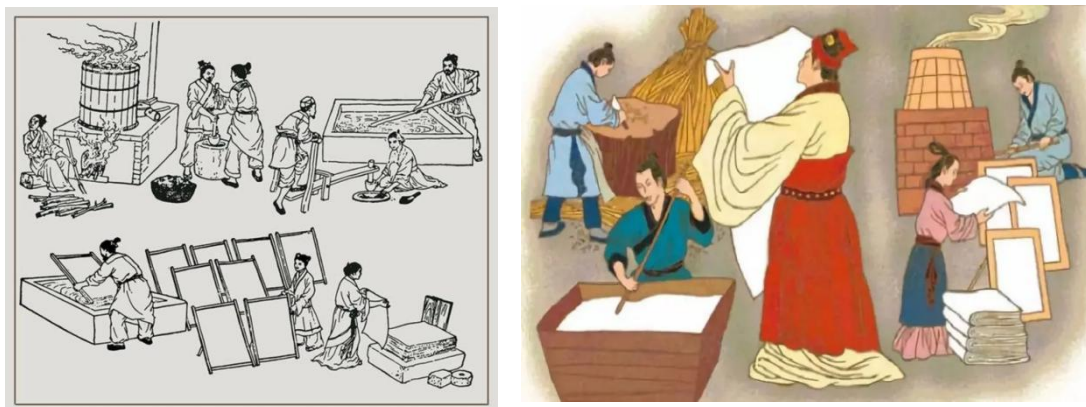


图 1 我国古代造纸的工艺流程

汉代以后，虽然工艺不断完善和成熟，但造纸工艺流程的四个步骤基本上没有变化。即使在现代，在湿法造纸生产中，其生产工艺与中国古代造纸法仍没有根本区别。在造纸原料方面，魏晋南北朝时已经开始利用桑皮、藤皮造纸。到了隋朝、五代时期，竹、檀皮、麦杆、稻杆等也都已作为造纸原料，先后被利用，从而为造纸业的发展提供了丰富而充足的原料来源。到了近代，西方发明了以木材为原料的机制纸来提高纸张的种类和生产效率。相比之下，手工纸的使用量逐渐缩小，目前已基本退出了日常书写、印刷等领域。但造纸术的发明和推广，对于世界科学、文化的传播产生深刻的影响，对于社会的进步和发展起着重大作用。

通过了解造纸术的工艺流程，引发学生思考：现代技术是怎样把废纸变成新纸的呢？再生纸对人体有害吗？所有废纸都可以回收再造吗？

给学生讲解“废纸再生造纸”的工艺流程。

1.废纸的分选

废物回收站是废纸供应链中的第一个环节。收废纸的工人收了废纸，出售到废品收购站。废品收购站会根据不同废纸的材料价格等分类打包，打包之后的废纸会被出售到造纸制浆厂。

2.造纸厂制浆

（1）碎浆。碎浆的目的是为了疏解回收废纸的纤维和打散废纸浆中的纸片，

促进油墨和其他污染物与纤维的分离,使油墨颗粒能分裂成理想的颗粒大小以便于在下道工序将其去除。与此同时,污染物颗粒应尽可能保持原状以便于在随后的筛选和除渣中除去。

(2) 筛选。筛选是碎浆之后的第二道工序,废纸中杂质无所不有只要杂质三维大小超过筛孔或筛缝的宽度,就很容易在筛选时被筛出。废纸制浆中筛选分为杂质筛选和分级筛两种。

(3) 除渣。除渣器通常安装在碎浆机除杂质机的后面用以去除金属、砂砾、玻璃等重杂质;端部直径小于 100 mm 的小型除渣器是用于低浓除渣,即可除去重杂质也可除去轻杂质。废纸中密度或者相对密度大于水(金属、玻璃、砂等)或小于水(泡沫、塑料)的杂质可用除渣器去除。

(4) 分散与搓揉。分散和搓揉主要的作用是①使废杂质的颗粒变小;②促进油墨与纤维的分离;③使纸浆均匀化;④应用于漂白,分散设备可用来作为漂白工序中的热预处理,化学品的混合以及漂白反应器之用;⑤消除微生物的污染;⑥改善纤维的特性。

(4) 漂白。漂白过程是向纸浆加入漂白剂,使纸浆中的纤维在发生化学反应时脱去带有发色物质的木素或改变木素发色基团的过程,从而获得具有一定白度和适当的物理及化学性能的纸浆。



图 2 废纸的制浆

3.造纸机造纸

废纸原料经常被回收多次,质量不稳定。因此,造纸机会将废纸浆与原纤维混合以生产高质量的纸。这些废纸将被制成复印纸、箱纸板原纸等。再次,用作低端纸张的原料。



图 3 造纸机设备图

4. 纸品加工

加工厂将根据最终用途购买原纸进行加工。这些纸将通过不同的加工方法加工成纸箱和包装，供日常使用，如印刷、涂膜、涂膜、烫金、模切、糊盒等。



图 4 纸品的加工

让学生分组查阅资料回答再生纸是否有害、是否所有废纸都可以回收再造的问题。

再生纸是一种以废纸为原料，经过分选、净化、打浆、抄造等十几道工序生

	产出来的纸张，它并不影响办公、学习的正常使用，并且有利于保护视力健康。在全世界日益提倡环保思想的今天，使用再生纸是一个深得人心的举措。 并不是所有的纸都可以回收再造，以下纸类是不可回收的。借此提醒学生多了解垃圾分类知识，在垃圾投放时自觉将不可回收的纸类与可回收的分开。 1.被污染的纸张卫生纸、餐巾纸、纸尿裤、浸入油渍的食品包装纸盒等。它们沾有的污渍太复杂，会导致再生处理难度加大。 2.经防水处理的纸张如纸杯、饮料杯、方便面杯等。因为它们的表面附上了一层塑料薄膜，回收处理的时候不易与纸分离。 3.成分复杂的纸张照片、明信片、复写纸、收据单、便笺纸、玻璃纸等。 通过讲述造纸术的案例，引起学生对于“中国力量”的情感共鸣，进一步坚定自信、增强自觉和实现自强，增加文化自信。讲解废纸回收再造纸的工艺流程，激发学生的学习兴趣，培养学生的工匠精神，让学生学会用专业知识解决实际问题。采用提问法和分组讨论法提高了学生的参与度，让学生提升凝练总结和团队合作能力。了解不能回收利用的纸类有哪些，有助于学生正确开展垃圾分类，助力资源的回收利用。
分析评价	本案例详细介绍了我国造纸行业从古代四大发明造纸术到现代“废纸再生造纸”的发展，讲授了两类造纸技术的工艺流程。有助于激发学生的文化自信和学好专业知识的使命感，从而增强掌握固废处理专业知识信心。案例具有一定的可推广性。
评价者	王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-030
案例标题	无废城市：城市发展中的绿色奇迹
案例来源	团队原创
内容简介	学习什么是无废城市，了解我国“无废城市”理念的发展历程和典型案例，让学生建立人与自然和谐共生的生态文明观，激发学生的专业使命感，培养科学素养，激励学生发挥自身专业优势，助力我国无废城市建设。
关键词	无废城市；固废管理；可持续发展模式
编写时间	2024-3-17
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	生态理念、专业使命感、科学素养
素材长度	2744
案例正文	固体废物也是放错地方的资源，如何进一步加强废物资源化利用及减少废物的产生，形成固废管理的可持续发展模式，为人民创造宜居的生活环境，同时应对全球气候变化，将是值得持续深刻思考的问题。 在此背景下，“无废城市”作为一种先进的城市管理理念，在全球流行起来。“无废城市”建设与“双碳”目标一样，都是中国推进生态文明建设和实现美丽中国的重要内容，前两者与后者的目标和路径是相辅相成、有机统一的。 对于“无废”的定义，目前暂无统一说法，最广为传播并引用的是零废弃国际联盟的定义，即“通过负责任地生产、消费、回收，使得所有废弃物被重新利用，没有废弃物被焚烧、填埋、丢弃至露天垃圾场及海洋，从而不威胁环境和人类健康”。通俗且极端地讲，无废城市追求的是三个无或三个零，即无(零)丢弃、无(零)填埋、无(零)焚烧。这显然是一个复杂的系统工程、一个艰难的世纪工程。 2017 年中国工程院杜祥琬等多位院士共同向国务院提呈《关于通过“无

“无废城市”试点推动固体废物资源化利用，建设“无废社会”的建议》“无废城市”和“无废社会”在我国首次提出。基于对中国现实国情的深刻思考，2018 年 12 月底，国务院办公厅印发的《“无废城市”建设试点工作方案》中提出，“无废城市”是以创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念为引领，通过推动形成绿色发展方式和生活方式，持续推进固体废物源头减量和资源化利用，最大限度减少填埋量，将固体废物环境影响降至最低的城市发展模式，是一种先进的城市管理理念。

“无废城市”建设的远景目标是最终实现整个城市固体废物产生量最小、资源化利用充分和处置安全。如果聚焦固废的填埋和焚烧两大要素，我们可以将“无废城市”的推进过程概括为：逐步从“多填埋、少焚烧”到“少填埋、多焚烧”再到“少填埋、少焚烧”，并向“零填埋、零焚烧”终极目标无限趋近，这可能就是我国“无废城市”建设的路线图，如下图所示。

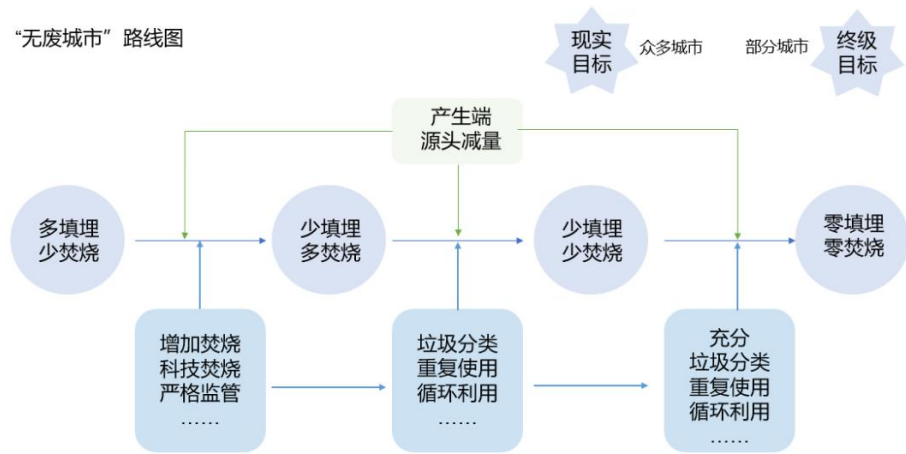


图 1 我国“无废城市”建设路线图

2022 年 1 月 14 日，海南三亚印发了《三亚市“无废城市”建设实施方案（2021—2025 年）》，力争到 2025 年形成中国领先、国际知名的固体废物综合管理体系。这是中国第一个印发“无废城市”建设实施方案的城市。2019 年三亚作为中国首批“无废城市”建设试点城市之一，不断创新举措，持续推进固体废物源头减量和资源化利用，较大限度减少填埋量，降低固体废物环境影响，倡导全社会共同参与推动绿色发展，推动现代化热带滨海城市、国家生态文明建设示范市和宜居宜业民生幸福城市建设，在试点工作上取得了积极成效，并被生态环境部推选为经典案例。

目前，三亚建设了循环经济产业园，显著提升了固体废物污染防治能力，

并重点营造了以旅游行业为引领的“无废”文化氛围，创建三批共 38 家“无废酒店”和 13 个“无废景区”。塑料污染综合治理、旅游行业“无废”理念传播、循环经济产业园建设、医疗废物全过程管理 4 个模式被生态环境部推选为可复制、可推广的典型案例。



图 2 三亚循环经济产业园规划图



图 3 三亚无废城市宣传活动

垃圾变废为能。近年来，三亚通过政府、企业、公众协同共治，统筹推进固体废物“减量化、资源化、无害化”。在固体废物中，生活垃圾与百姓最密切

相关。那三亚市民游客在生活中产生的垃圾，最终去了哪里？在三亚市循环经济产业园的垃圾焚烧发电厂里一个巨大的、封闭的垃圾仓内，有一座垃圾山。玻璃相隔的操控室内，当工作人员按下按钮，一个大型的机械抓手落下，将已发酵 5 天至 7 天的垃圾一点点抓取分堆，放进焚烧炉里。据了解，垃圾抓斗一次能够抓起 10 吨左右的垃圾，然后进入焚烧炉焚烧产生热能，再转化为电能，实现了垃圾能源化的转变。三亚市垃圾焚烧发电厂的总处理规模为每日 2850 吨，年发电量约为 3.75 亿千瓦时，平均 1 吨垃圾可以发电 340 千瓦时至 350 千瓦时，基本能满足一个家庭 1 个月的用电需求。三亚市循环经济产业园区是建设“无废城市”的重要保障项目。除了垃圾焚烧发电厂外，这里还有餐厨废弃物处理厂、医疗废弃物处理中心、建筑废弃物综合利用厂等项目。据介绍，三亚市生活垃圾焚烧发电厂可为餐厨垃圾、医疗废弃物、渗滤液处理以及将来的布草洗涤等项目提供绿色电能和高品质蒸汽，为项目之间协同耦合处理创造必要条件，最终实现生活垃圾、餐厨、医废、渗滤液等各类废弃物减量化。

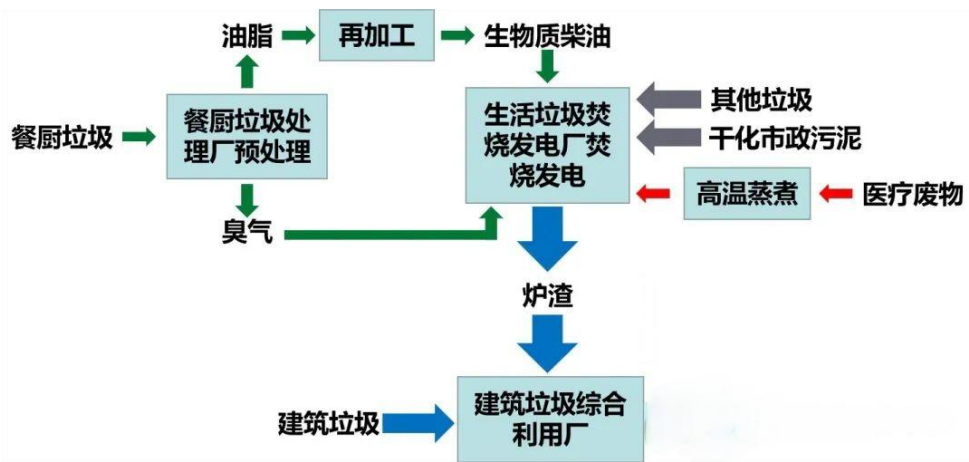


图 4 三亚市固体废物协同共治示意图

无废旅游新时尚。与其他酒店的卡片式房卡不同，游客在入住三亚 1hotel 海棠湾阳光壹酒店时将拿到一张比硬币大一点的圆形木质房卡。工作人员介绍，这是用废木料制作而成，节省了纸质卡套，住客也将通过房号获得入住信息。作为一座旅游城市，三亚正通过“无废酒店”“无废景区”等“细胞工程”建设，打造“无废城市”窗口和样板。经过评定，三亚 1hotel 海棠湾阳光壹酒店、三亚银泰阳光度假酒店等 38 家酒店被评定为“无废酒店”；三亚鹿回头风景区、蜈支洲岛游览区等 13 家景区被评定为“无废景区”。自三亚启动“无废城市”创建工作以来，制定了《三亚市“无废城市”建设试点工作制度》《三亚市“无废城市”建设试点宣

传方案》，制定并发布“无废酒店”“无废旅游景区”“无废机场”“无废岛屿”实施细则，通过先行试点，系统总结经验做法，形成可复制、可推广的“无废城市”建设示范模式，为推动建设“无废社会”奠定良好基础。

禁塑工作见长效。2020 年 12 月，海南在全国率先发布禁塑令，三亚结合“无废城市”建设积极推进“禁塑”工作，以“零容忍”态度对销售、运输、储存和使用一次性不可降解塑料制品等违法行为依法进行查处，斩断一次性不可降解塑料制品流入市场的通道。近日，三亚市市场监督管理局联合市禁塑办、市综合行政执法局等单位，根据群众提供的线索，对茂月村一处三层民宅展开突击检查，现场查获一次性不可降解塑料制品 4000 余箱，切断不可降解塑料制品传播链条，推进“禁塑”工作有效开展。此外，三亚还强化开展各区禁塑办日常执法检查及各行业监管部门间协同执法检查，严厉打击各市场主体及周边商贩违法违规行，深入推进禁塑专项整治活动。据统计，截至 2023 年 9 月 1 日，该市共出动 9980 人次，检查各类主体 19390 家次，立案查处 41 家，扣押违禁塑料制品约 0.74848 吨，办结案件 20 宗，处罚款共计 18.14 万元。该市积极探索禁塑工作新模式，选出 9 个行业 18 家单位作为禁塑示范场所进行建设，现已完成了机关单位、景区、国有企业、农贸市场、酒店、医院 6 个行业，13 个场所的禁塑示范场所建设。通过以点带面的形式，向各类型场所展示禁塑示范场所工作成效和禁塑经验，树立各类型场所禁塑工作学习目标，从而推动三亚市禁塑工作进步。



图 5 海南禁塑论坛



图 6 三亚环保设施向公众对外开放

无废城市的建设，让学生深刻认识到人与自然和谐共生对现代社会发展的重要性，激发学生的专业使命感，培养学生的科学素养和生态安全观，让学生更有动力认真学习专业知识，发挥专业优势，助力我国无废城市建设，真正做到“山川有我，碧水蓝天”。

分析
评价

讲授我国“无废城市”理念的发展历程和典型案例，激发学生的专业使命感，培养科学素养，达到了育人的目的。

评价者

王连芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-031
案例标题	“塑战速决”——科特迪瓦的塑料垃圾回收利用
案例来源	团队原创
内容简介	以非洲科特迪瓦塑料砖为例，让学生了解废塑料的危害、综合利用途径及工艺流程等知识，激发学生的专业使命感，让学生认识到要善于用所学的专业知识解决身边存在的固废污染及回收问题，培养学生实证求真、实践创新的科学思维。
关键词	塑料垃圾；污染情况；回收利用
编写时间	2024-4-28
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、实证求真、实践创新
素材长度	2237
案例正文	给学生展示几张照片。这是位于西非科特迪瓦的贫困学生教室，殊不知，这些教室其实都是用曾经被丢弃的塑料垃圾制成的。再看这根坚硬的黑色横梁，也是由被丢弃的塑料瓶，塑料袋等废旧物品所制造而成的，并最终成为了当地建筑工人手里用来砌墙的环保砖头。这一操作，是不是瞬间颠覆了我们对废旧塑料的认知，他们是如何将塑料垃圾变废为宝的呢？  图1 用废塑料建造的科特迪瓦贫困学生教室



图 2 废塑料制备的砖头

在授课过程中，以非洲科特迪瓦塑料砖为例，将课程内容与科特迪瓦如何具体处理废旧塑料的措施相结合起来，使学生了废塑料的危害、综合利用途径及工艺流程等知识，引导学生树立环保意识、坚定环保信念，用专业知识开展资源回收利用。

自上世纪 50 年代人类开始大规模生产塑料以来，至今已生产出了约 83 亿吨的塑料，其中有 63 亿吨的塑料沦为了垃圾，预计到 2050 年时，塑料垃圾的总数量将增加至 120 亿吨。但这些塑料垃圾中，却只有不到 10% 被回收利用，剩下的塑料垃圾至少需要数百年才能被分解。塑料垃圾的最终归宿在哪里？垃圾场，河流，湖泊还是海洋？根据联合国环境规划署的估计，每年还有 1900 万到 2300 万吨塑料垃圾，最终进入湖泊、河流和海洋，影响空气，水质，导致动物误食而亡。更让人细思恐极的是，如今地球上的每一个公民其实都在吸入微塑料（直径 5 毫米的微小塑料颗粒），据估计每人每年至少会吸入超 5 万个微塑料颗粒。但是在科特迪瓦，他们却为塑料垃圾找到了另一条出路，将垃圾转化为建造房屋的一砖一瓦。



图 2 塑料垃圾污染环境

阿比让，作为科特迪瓦最大的城市和经济首都，有 600 多万人口，也是世

界第三大法语城市（讲法语人口）。但阿比让却面临着严重的垃圾问题，尤其是塑料垃圾问题。据悉，单单是阿比让这一个城市，每天就能产生约 280 吨的塑料垃圾，但其中仅仅只有 5% 会被回收，其余垃圾则会被填埋。长此以往，塑料垃圾已经严重污染了当地的环境，空气，土壤，水质皆遭受污染。在阿比让，有 60% 的儿童出现疟疾、腹泻和肺炎等疾病，也几乎都是由于长期的垃圾管理不善所造成的。这可把科特迪瓦政府愁坏了，他们开始推出一系列垃圾回收计划，鼓励民间组织，企业和市民参与到垃圾分类与回收的活动中去。并从 2014 年开始，禁用塑料袋，提倡使用可循环利用的包装袋。



图 3 阿比让街头的废塑料回收箱

除了常规的垃圾回收方式外，还有一项极具创意性和有效性的塑料变废为宝的计划也在这里展开。来自哥伦比亚的 **Conceptos Plasticos** 公司与联合国儿童基金会（UNICEF）合作，在科特迪瓦设立起了一家特殊的工厂。而这家工厂的主要工作就是将塑料垃圾转化为一种新型的环保建筑材料：一种塑料砖。在工厂内有着堆积如山的塑料瓶，废弃塑料袋，以及一些已经被搅碎的塑料碎片，但它们即将在这里实现“华丽蜕变”。



图 4 废塑料做的塑料砖

制作塑料砖的整个步骤其实并不复杂：

第一，分选。要先将收集而来的塑料垃圾进行分类，以便后续的处理。

第二，除杂。对塑料垃圾进行简单的处理，以去除其中的一些杂质，因为这些杂质可能会影响砖的强度和质量。

第三，熔融和压缩阶段。将处理好的塑料垃圾放入熔炉与沙子混合并加热，生成一种类似泥浆的物质，然后再利用熔体挤出机等，将其压缩成所需要的方形砖块。

第四，切割和整形。等到砖块冷却后，再对其进行切割和整形，以达到符合使用要求的地步。



图 5 塑料砖的切割和整形

据悉，这种用塑料生产而成的砖头十分耐用，因为塑料本身是纤维状的，再加上独特的生产工艺，也阻止了空气出现在砖块内部。同时，它比传统砖块更轻，成本更低，也同时具备防火、防水、隔音和防风等性能，关键是使用寿命也很长。在使用时，采用类似乐高积木那样的组装方式，大大提升了住宅、教室等建筑的建造速度。通过这种方式，除了能将塑料垃圾变废为宝以外，还能创造了 100 多个直接和间接的就业机会。据估计，该工厂每年将能回收大约 9600 吨塑料垃圾，很多当地的贫困妇女都能通过回收垃圾这样工作，为自己创造收入来源。但生产出来的塑料砖，在当地还发挥出了更多大的作用，那就是让贫困儿童终于有了宽敞舒适的教室。据联合国儿童基金会（UNICEF）称，为了满足科特迪瓦日益增长的学生教育需求，该国预计需要建造大约 15000 个教室。联合国儿童基金会通过与 Conceptos Plasticos 公司的合作，在 2021 年之前，就已经在阿比让建造了有 500 间教室，满足了约 25000 名贫困儿童的教育需求。而这些儿童中的大部分人，其实都是第一次在如此崭新整洁的教室中上

	课。关键是，这些教室几乎都是由该公司生产的塑料砖所建造而成的。如今，阿比让的垃圾正变得越来越少，教室越来越多。在未来，这种塑料砖还将被推广到世界其他国家和地区，与此同时，Conceptos Plasticos 公司也正在尝试打入经济适用房市场，力求研发出一种能够取代标准建筑材料的砖块。 值得一提的是，联合国以塑料污染解决方案为主题的 2023 年世界环境日活动，也将于今年 6 月 5 日在科特迪瓦举办，或许这也是对当地人民在解决塑料垃圾危机问题上，给出的最好褒奖吧。不过，这种将塑料垃圾转化为建筑材料创新思路，并非只有阿比让。与之类似的，还有还有位于南非东开普省库加市的“塑料公路”，以及巴拿马科隆岛的“塑料瓶村”。这里的建筑物，几乎全部由回收的废弃塑料瓶所建造而成，成为了当地一道别样的风景线。  图 6 科特迪瓦的塑料建筑 让学生组建团队完成思考题：我国废塑料的产量和存量情况，目前主要采用哪些方法对废塑料进行回收利用，还可以采用哪些方法回收？培养学生的团队合作意识，激发学生的专业使命感和责任感，让学生认识到要善于用所学的专业知识解决身边存在的固废污染及回收问题，培养学生严谨理性、实证求真、实践创新的科学素养。
分析评价	本案例从塑料砖制备入手，引入课程重点，即各废弃塑料的危害、综合利用途径及工艺流程，然后拓展到塑料建筑物、公路以及乡村，感受现代科学技术对工业和人们生活的推动作用。案例具有一定的可推广性。
评价者	王建芳 教授 商洛学院

案例编号	20054203-032
案例标题	固废打印 3D 雪花，冬奥花坛展示风采
案例来源	团队原创
内容简介	北京冬奥会上固废打印 3D 雪花的成功研发是全体工作人员攻坚克难、奋力拼搏的结果，彰显了我国完成碳达峰、碳中和目标的信心和决心。由此培养学生的专业自豪感和团队合作精神，激发学生科技报国的决心。
关键词	固体废物；3D 打印；北京冬奥会
编写时间	2024-5-10
编著者	刘璇、副教授、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	家国情怀、团队合作、科技报国
素材长度	1429
案例正文	2022 年北京冬季奥运会于 2022 年 2 月 4 日至 2022 年 2 月 20 日在我国北京市和河北省张家口市联合举行。这是中国历史上第一次举办冬季奥运会。 长安街沿线的冬奥主题花坛里，漂亮的 3D 雪花不但科技感满满，还蕴含着“零碳”的深意：原本不起眼的建筑垃圾等城市固废，通过 3D 打印变身雪花。  图 1 北京冬季奥运主题花园里的固废打印 3D 雪花

这是一座顶高 9.1 米的大花坛，主景是冬奥会和冬残奥会会徽。散落地上的蓝白两色“雪花”格外惹眼。一朵朵“雪花”承载着现代科技与零碳环保理念。“这些‘雪花’的原料是城市固废，经过多道复杂工序后，通过 3D 打印技术制作出来。”雪花雕塑的出品方、中碳春田（北京）能源科技有限公司董事长贾长春说。为了助力“零碳”冬奥，中碳春田研发制作了园林小品，把无用的垃圾变成轻盈美丽的“雪花”。其使用的 3D 打印固废技术，具有省模板、省材料、省人工、省垃圾外运的优势。



图 2 固废打印 3D 雪花近景

把城市固废做成 3D 打印艺术产品，这样的任务前所未有，研发中没有先例可循。再加上时间紧、任务重，冬天生产又尤其困难，设计和制作人员攻克了一道道难关。制作过程工序比较繁琐。先对固废成分进行分析，去除有害物质，将能用的部分筛出来粉碎成末，再根据其特点和要 3D 打印的物品匹配。比如这次的园林小品“雪花”，比较适合用碎石砖块等建筑垃圾制作。匹配后，要将黏合剂加入固废粉末中，“喂”给机器人。为了做出仿真雪花表面凹凸不平的颗粒感，光是设计建模就进行了很多次修改和试验。最大的一片雪花直径达 1.7 米，在设计、打印中要考虑厚度、宽度、仿实和坚固性，还要考虑 3D 打印出来的产品能够承载暗藏管线和加强筋。出品方在设计、打印、组装和运输各个环节都成立了专门团队，责任到人。“以运输为例，‘雪花’并非组装式产品，而要像一块蛋糕一样整体运到北京。”贾长春介绍，它体型大而薄，上千公里的运输中要时刻小心翼翼。长安街沿线花坛的展示结束后，“雪花”已被回收，再次进行循环利用。

城市固废是指已失去原来的使用价值，或虽未失去使用价值但被放弃的物

	质，包括城市生活垃圾、城市建筑垃圾、一般工业固体废物等等，其种类繁多、成分复杂且数量很大，是当前环境污染的主要来源之一。以城市建筑垃圾为例，近几十年中国城市建设高速发展引发的大拆快建潮，带来堆积如山的城市建筑垃圾，光是运输、填埋这些建筑垃圾就要消耗极大的能源和土地资源，如何处理城市固废是每个城市都面临的棘手问题。 3D 打印作为一种前沿技术在很多领域已经得到了广泛应用，但 3D 打印固废技术在冬奥会得到循环再利用还是首次。据中碳春田（北京）能源科技有限公司（以下简称中碳能源科技）董事长贾长春介绍，3D 打印固废技术将城市建筑拆迁物、矿渣、钢渣等固体废弃物经过筛分、粉碎并加入黏合剂等材料，利用 3D 打印技术就可制造出城市建筑砌块砖、步道砖、园林小品、城市雕塑和交通设施等，让城市固废变废为宝，实现了循环再利用，降低了碳排放。与传统制造工艺相比，3D 打印固废技术省模板、省材料、省人工、省垃圾外运，100%的固废资源的再循环利用，符合绿色低碳理念，有助于建设低碳智慧型城市和绿色乡村。 通过列举案例，让学生了解 3D 打印等新技术为固体废物赋予的“新价值”，让学生要与时俱进，不断接受新事物，学习新事物。“雪花”的成功研发和安全运送，离不开工作人员的团结协作和众志成城，由此培养学生的团队合作精神。案例还彰显了我国走可持续发展道路，完成碳达峰、碳中和目标的信心和决心。由此增加学生的专业自豪感，激发学生立志从事科学研究推动科技进步的家国情怀。
分析评价	本案例通过引入 3D 打印，引起学生的学习兴趣，介绍城市固废做成 3D 打印艺术产品的难点，同时彰显中国的高科技技术，增强学生文化自信，激发其科技兴国、科技强国、科技报国的责任感与使命感。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-033
案例标题	从“家里有矿”到“点石成金”，我国浮选机 40 年的研发奋斗史
案例来源	团队原创
内容简介	讲述我国浮选机“40 年赶超国外 100 年”的研发奋斗史，培养学生的文化自信，激发他们立志从事科学研究工作推动科技进步的家国情怀。引导学生自觉传承中国科研人敢于拼搏、奋勇争先的优良作风。
关键词	浮选机；研发史
编写时间	2024-4-28
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	文化自信、家国情怀、拼搏精神
素材长度	2495
案例正文	浮选设备是浮选工艺最主要的支撑，直接制约矿产综合利用水平。经过几十年的时间，我国中央企业攻坚克难，实现中国浮选装备从无到有、从弱到强的历史跨越，从更适合“中国矿”体质到呵护“世界矿山”的绿色发展历程。 1.首次自主改进，诞生于新中国工业化奠基礼 “一五”计划期间，作为“共和国长子”“中国钢铁工业摇篮”的鞍山钢铁为全国各地建设输送了大量钢铁制品。炼钢成型后，却发现冶炼出的钢铁，无论如何也达不到国家所需的品质标准。经地质学家勘探发现，我国矿产资源存在着贫细杂的特点，也就是矿物含量低、杂质多，矿产资源品质较差。要解决这个问题，依赖于一个矿物富集的专用机器——浮选机。20 世纪 50 年代，我国从苏联引进浮选机，但来到中国后，适应苏联丰盈矿产的浮选机，却无法保证国产矿物的性质。因此，自主研发一台适合“国产矿”的浮选装备势在必行。中国科研人员经过 800 多个日夜，创新浮选机各个结构，改变操作参数，诞生了我国首批自主改进的浮选装备。别看这台设备个头不大，在浮选装备里却是“元老”

级别。从 1956 年到 1998 年，我国浮选设备从最初的 2.8 立方米扩大到 38 立方米，研制过程的实验数据大部分是在这台小小的浮选机上获取的，可以说这台浮选机是我国浮选设备的“长江之源”。1958 年，中国自主改进的第一批浮选机进入鞍钢选矿厂，帮助鞍钢在“一五”计划期间产出基础建设所需的钢材。我国浮选装备自主化逐渐拉开序幕。



图 1 1953 年鞍山钢铁



图 2 从苏联引进的 A 型浮选机

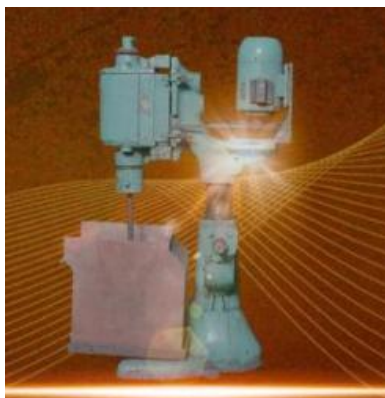


图 3 矿冶科技集团自主改进的小型浮选机

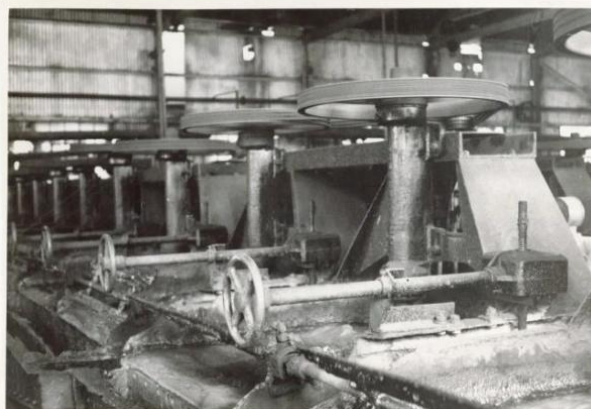


图 4 矿冶科技集团自主改进的小型浮选机

2.首次大型化成功，打破国外大型浮选设备垄断

上个世纪八十年代开始，我国城镇化进程加快，矿产资源需求不断增加，国内选矿生产线处理规模不断提升，大型浮选技术与设备成为支撑整个行业发展的必需品。不同于国外十多年大型浮选机的技术积累与工业应用，当时，我国应用最大浮选机容积仅为 38 立方米，与同期国外单槽 160 立方米的浮选机相比存在较大差距。关键技术与设备的垄断导致浮选机在国内产品价格高昂，大幅增加企业投资费用，矿山企业的发展也受到严重制约。与国外成熟的浮选机研发技术和设备制造经验相比，这无异于是刚会走路的小娃娃和成年人比赛跑步。但大型浮选机必须研发出来，否则中国制造业就永远没有话语权。1999 年，金川镍铜矿选矿生产线处理规模提升到 6000 吨/天，需要配备 50 立方米的浮选机。2000 年，“浮选机大型化关键技术研究及工业应用”科研项目正式立项。国外厂商听闻项目立项的消息，立刻将产品的中国报价降低了四分之一。这无异于给本就不富裕的科研试验“雪上加霜”。浮选机大型化研究面临巨大压力。作为大型工业设备，浮选机难在开展工业试验，一套设备试验下来至少要花掉上千万元。为缩短试验时间，节约成本，工业试验就露天做，不分四季地做，白天黑夜地做。团队所有人扎根在大西北现场，跨过了一整个大西北风雪交加的冬季，收集到各矿物性质因设备尺寸放大后气、固、液物理化学结合的运行数据，一步步优化设备内部机械结构，以适应不同矿物性质的特殊水力环境。50 立方米浮选机在无数次现场工业试验中获得圆满成功。

2005 年，以金川公司扩建 14000 吨/天项目为契机，160 立方米浮选机研制成功，彻底改变了大型选矿设备被发达国家垄断的局面，标志着我国大型选矿

设备的研究开发跻身国际先进行列，极大提高我国大型浮选设备在国际市场竞争力。2008 年，以江西铜业德兴铜矿扩建 90000 吨/天项目为契机，我国又成功开发 200 立方米浮选机，顺利跨入拥有特大型浮选装备国家之列。**2008 年 11 月，当时世界上最大的 320 立方米浮选机屹立在德兴铜矿大山选矿厂。**仅 3 个月的时间，完成了大型浮选机图纸设计、试验方案确认和设备制造几大环节，与国外容积相当的浮选机相比，粗粒矿物回收率提高 2-3 个百分点，单位容积装机功率降低 12%，实际功耗降低 13.79%。中国浮选机实现新的飞跃。



图 5 矿冶科技集团自主研发的 50 立方米浮选机



图 6 矿冶科技集团自主研发的 160 立方米浮选机



图 7 矿冶科技集团自主研发的 200 立方米浮选机



图 8 矿冶科技集团自主研发的 320 立方米浮选机

3.首次容积世界第一，领跑国际超大型浮选装备

众所周知，我国金属矿产资源人均占有量少、整体禀赋差、开发难度大。随着全球资源竞争进一步加剧，全球范围内对大宗矿产的争夺正逐渐演变为对关键矿产资源的控制。随着矿产资源开发利用程度日益增强，需浮选处理的矿石中 useful 成分含量越来越低、侵染粒度越来越细，成分越来越复杂难选。据不完全统计，目前，全球约有 20 多万台套、中国约有 5 万多台套小型浮选设备在运行，功耗大、效率低，亟需进行智能化和大型化升级。**2018 年 9 月，680 立方米超大型浮选机工业试验项目圆满完成规定的设备性能验证及生产指标提升任务，标志着我国成为世界上拥有 600 立方米以上超大型浮选机技术的三个国家之一**，为我国绿色矿山、智能化矿山的建设以及节能减排树立新标杆，实现在新矿业形势下我国与国际巨头同台竞争，保障我国矿业安全和健康持续发展，也为我国走出去战略奠定技术实力。**680 立方米浮选机作为当前世界上超大规模的浮选机，单机处理能力在每天 2 万-8 万吨，处理量和处理效率大幅提高。680 立方米浮选机的智能体现在其“大脑”，集成所有的检测和控制于一台大容量、多线程、高性能的 PLC 工业控制器中，可做到 24 小时无人值守运行和 1000 公里以上远程数据实时传输。矿业是经济发展的基础，资源安全是总体国家安全的压舱石。生产工艺和设备是满足国家经济增长对矿业需求的关键，关乎国家经济和国防安全。**



图9 矿冶科技集团自主研发的680立方米浮选机

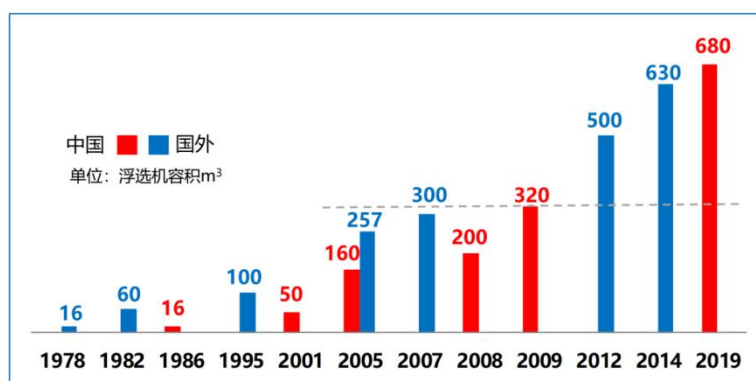


图10 1978年以来国内外浮选机容量对比图

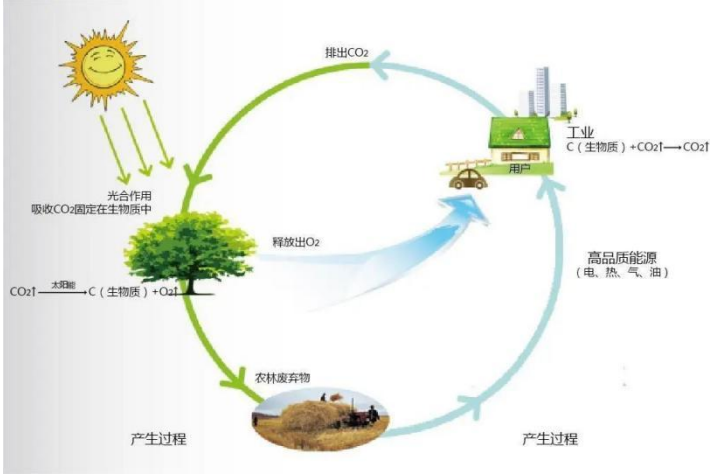
从1953年到今天，中国浮选之路已经有70年之久。通过我国科研人员的励精图治和奋力拼搏，让中国浮选机用40年赶超国外一百年发展。如今，中国浮选设备已出口到南非、澳大利亚等48个国家，服务一批中资企业“走出去”，为“一带一路”的建设提供了强有力支撑，不断提高核心竞争力和增强核心功能，为融入国际经济体制环境和技术发展贡献中国智慧。由此培养学生的文化自信，激发他们立志从事科学研究工作推动科技进步的家国情怀。引导学生要传承老一辈科研人员和工程技术人员吃苦耐劳、奋勇拼搏、精诚团结的优良作风，培养能吃苦、肯钻研、不服输、不言弃的拼劲和韧劲。

分析
评价

本案例以我国浮选装备的发展历程为融入点，介绍浮选机容积变化趋势，巧妙地将“继承创新、发现规律”、“勇于探索、不畏困难”这些思政要点融入到该章节主体教学内容中。

评价者

 教授 商洛学院

案例编号	20054203-034
案例标题	“节能降碳利器”生物质能
案例来源	团队原创
内容简介	学习生物质能的利用技术，引导学生树立“山水田林湖草是生命共同体”的整体系统观，鼓励学生在党和国家方针政策的引导下，积极投身社会主义生态文明建设，感恩自然、敬畏自然、保护自然，参与环境保护、助力资源回收。
关键词	生物质能；现代化利用技术；大宗化利用
编写时间	2024-4-17
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	生态理念、整体系统观、政治认同
素材长度	2552
案例正文	生物质是地球上广泛存在的物质，它包括所有动物、植物和微生物，以及由这些有生命物质派生、排泄和代谢的许多有机质。与化石能源不同，他们来自新近生存过的生物，这些生物质可以通过直接燃烧来获取能量，也可以转化为生物质燃料。  图 1 生物质能的产生过程

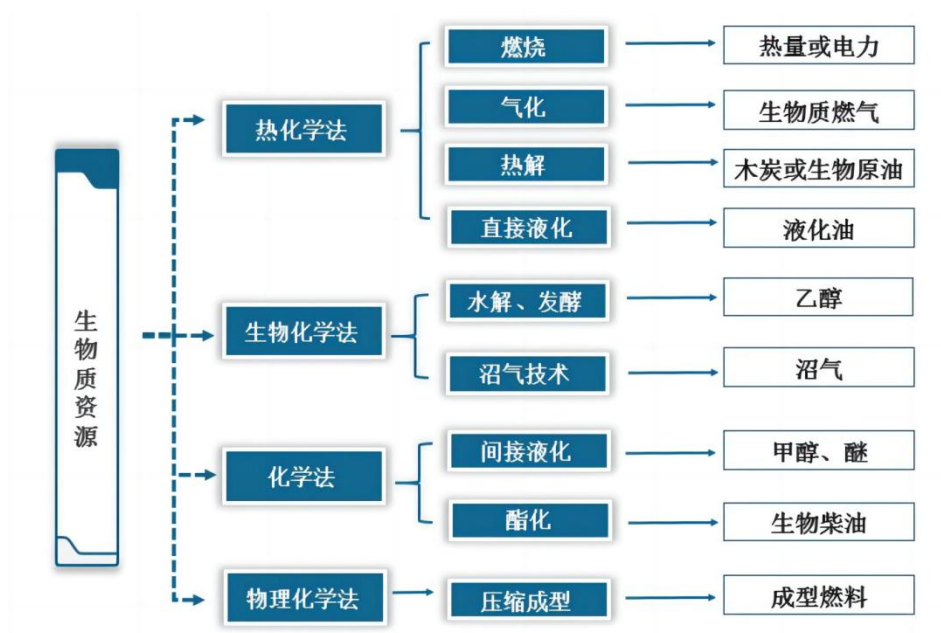


图 2 生物质能综合利用方法

生物质能来源于自然，是非常难得的清洁能源，而且取之不尽，用之不竭，是大自然给予人类最好的馈赠。通过学习“生物质能的综合利用技术”，引导学生树立生态兴则文明兴，生态衰则文明衰，“人与自然和谐共生”的生态观，以及“山水田林湖草人是生命共同体”的整体系统观。

我国是一个农业大国，生物质资源十分丰富，对生物质能源利用极为重视，已连续在四个五年计划中将生物质能利用技术的研究与应用列为重点科技攻关项目，开展了生物质能利用新技术的研究与开发，取得了较大的进展。由此，鼓励学生在党和国家方针政策的引导下，积极投身社会主义生态文明建设和美丽中国伟大实践中。

1. 生物质燃料的特性

(1) 含碳量少，生物质燃料的含碳量最高不会超过 50%，相当于褐煤的含碳量。特别是固定碳的含量明显比较煤少，所以该燃料燃烧的时间短，而且能量密度比较低。

(2) 挥发分多，该燃料中的碳多数和氢结合成分子量较低的碳氢化合物，遇热易分解析出挥发物，挥发分里所含能量占其所有能量的一半以上，若燃烧不充分会产生黑烟污染环境。

(3) 含氧量多使得生物质易燃，且不需要太多的氧气供应。

(4) 生物质燃料密度小，比较容易燃烧尽，灰渣中残留的碳少，但对燃料

的运输不利。

与煤的燃烧类似，生物质燃料的燃烧过程可以分为：预热、干燥、挥发份析出和焦炭燃烧四个阶段。在 250℃时热分解开始，在 325℃时挥发分可以析出近 80%。

2. 生物质能现代化利用技术

随着人类的进步和社会的发展，人们对能源的需求数量越来越多，品位越来越高，对生物质能的利用也改变了传统的直接燃烧方式，先将其转化为高品位能源，然后再进行利用。

(1) 气化技术

生物质气化是生物质热化学转换的一种技术，是在不完全燃烧条件下，将原料加热，使较高分子量的有机碳氢化合物链裂解，变成低分子量的 CO、H₂、CH₄ 等可燃气体，在转换过程中要加气化剂。

目前气化技术是生物质热化学转化技术中最具实用性的一种。气化反应过程同时包括固体燃料的干燥、热分解反应、还原反应和氧化反应。秸秆、稻壳、柴草等农业废弃物气化利用热值高。据测算，直接燃烧只能利用其热值的 20%，这不但造成了资源的极大浪费，而且焚烧的烟雾也对大气环境造成了严重污染；若将其放到气化炉灶内燃烧，则可使热值的利用率提高到 80%以上，机械统一控制空气的供给量，可使燃烧充分，烟尘排放量少，残余的灰烬也很少(小于 7%)，比一般农家直接燃烧热值利用率可提高 60%以上。

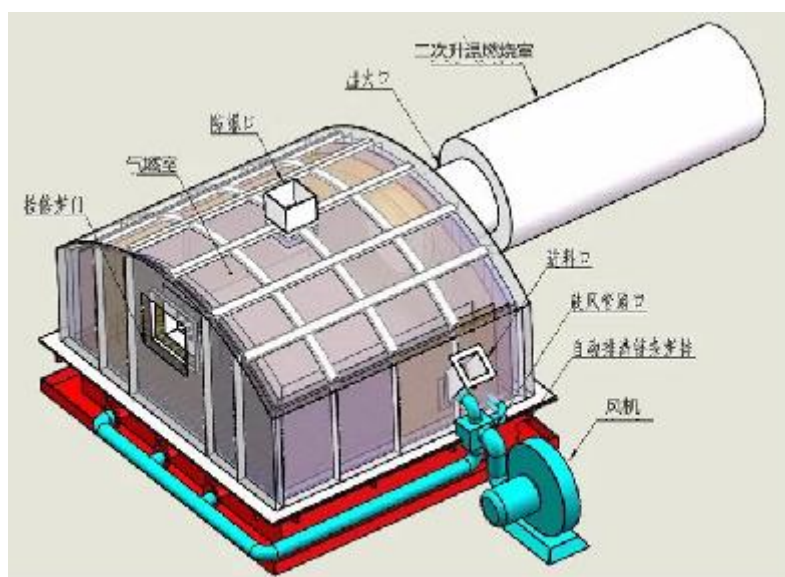


图 2 基于二次燃烧的高效生物质气化设备

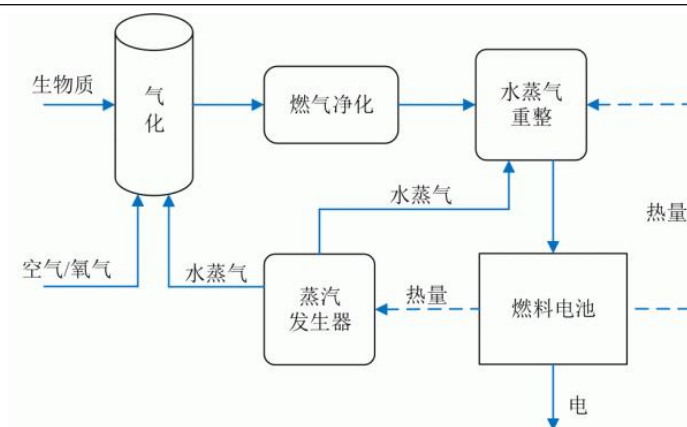


图 3 生物质气化发电技术-SOFC 一体化发电系统

(2) 生物质干馏制气技术

生物质干馏技术以其燃气热值高、产能大等优势，成为生物质能利用的一个重要方向。生物秸秆经破碎后连续装入干馏炉顶，靠输料机挤压和秸秆自重落入干馏室内，实现连续干馏制气过程。干馏炉为立式箱形结构，外热式。干馏炉由干馏室和燃烧室组成，干馏室两侧各有一个燃烧室，燃烧室又分为加热段和空气预热段。采用干馏方法生产的生物质燃气符合城市燃气质量要求，可用于发电或作为城市燃气气源。以上两种制气方法，若应用压缩成型后的生物质燃料为原料，其转化效率要远远高于秸秆等生物质原料直接粉碎后应用的效率，产气热值也会大大提供高。

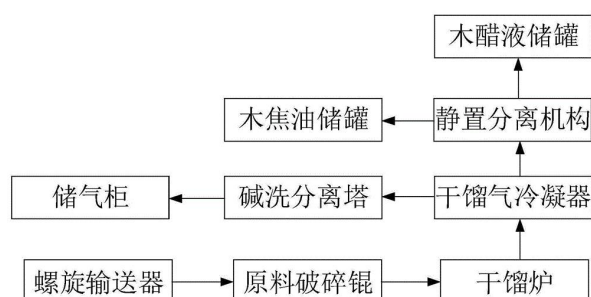


图 3 生物质干馏制气工艺流程



图 4 生物质干馏炉

(3) 生物质压缩成型技术

生物质燃料在直接燃烧时存在挥发分逸出过快、空气供给难以控制等问题。这些问题在一般的炉灶中不易解决，村民使用时也控制不好。为了改善此类问题，将分布散、形体轻、储运困难、使用不便的生物质燃料压缩成型后使用，能提高燃料的热值，改善燃烧性能，此项技术称为生物质压缩成型技术。农村以秸秆、稻壳等为主的生物质资源丰富，在收集过程中尽可能减少夹带泥土，防止燃烧时结渣，条件允许宜采用机械化收集。压缩成型过程中的加热一方面可以是原料中含的木质素软化，起到粘结的作用；另一方面还可以使原料本身变软，容易压缩。或者加入粘结剂，例如加入 10%—20% 的煤粉或炭粉可以达到增加压块热值的作用，再者加入粘结剂可增加粘结力便于成型。保型是在生物质成型后的一段套筒内进行的，其内径略大于压缩成型的最小部位直径，以便使已成型的物料消除部分应力，随着温度的降低固定形状。生物质压缩成型燃料可广泛应用于各种类型的家庭取暖炉、热水锅炉、热风炉和小型发电设备，是煤料的一种很好的替代品。

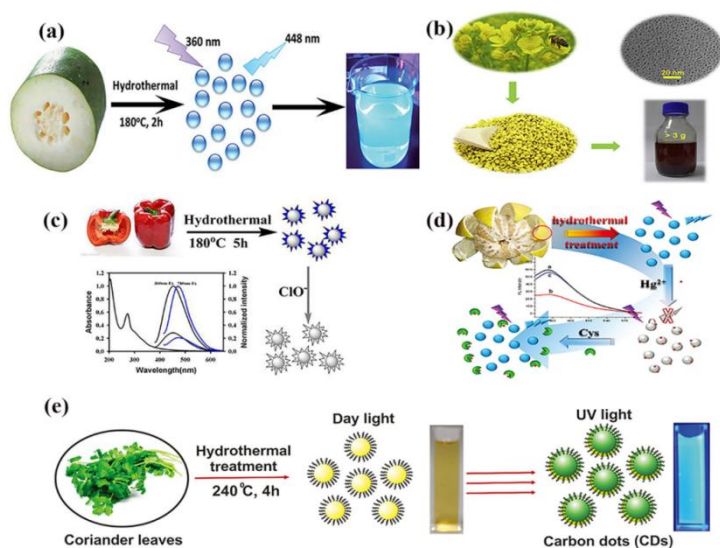


图 5 生物质的压缩

让学生在达成理解生物质能的现代化利用技术的基础上，通过学习相关原理和工艺流程，培养学生的科学思维能力和工艺设计能力。

3. 生物质大宗利用方向

(1) 生产沼气

生物质汽化 将固体生物质转化为气体燃料，称为生物质汽化。其基本原理是含碳物质在不充分氧化（燃烧）的情况下，会产生出可燃的一氧化碳气体，

	即煤气。制造煤气的设备称为汽化炉，人们故意不给足氧气，让含碳物质在没有足够空气的情况下燃烧，“焖”出一氧化碳来。 (2) 生产液化燃料 将固体生物质转化为液体燃料，称为生物质液化。它包括间接液化和直接液化两种。间接液化是指通过微生物作用或化学合成方法生成液体燃料，如乙醇（酒精）、甲醇；直接液化则是采用机械方法，用压榨或提取等工艺获得可燃烧的油品，如棉籽油等植物油，经提炼成为可替代柴油的燃料。 (3) 热分解 这是一项很有潜力的技术，用于制取人造石油。一些生物质通过热分解，可制取生物油、生物炭和可燃烧气体，使生物质得到充分利用。 (4) 建设能源农场 即建立以获取能源为目的的生物质生产基地，以能源农场的形式大规模培育生物质，并加工成可利用的能源。要对土地进行合理规划，尽可能利用山地、非耕荒地和水域，选择适合当地生长条件的生物质品种进行培育、繁殖，以获得足够数量的高产能植物。在海洋、江河，要充分利用海藻和水生物提取能源，建立海洋能源农场或江河能源农场。同时，将基因工程等现代生物技术广泛应用于能源农场中，以提高能源转化率。 学习生物质能未来的大宗利用方向，激发学生的专业使命感和学习兴趣，培养学生的科学思维，树立和践行“不负绿水青山，方得金山银山”的生态理念，感恩自然、敬畏自然、保护自然，参与环境保护、助力资源回收。
分析评价	该案例以自然界广泛存在的生物质导入生物质燃料的特性在生物质利用领域中的重要性，介绍生物质能现代化利用技术和生物质大宗利用方向，注重提升学生的科学探索精神，培养“传承、创新”的辩证统一思维。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-035
案例标题	规范处置固体废物有多重要？
案例来源	团队原创
内容简介	通过列举浙江省衢州市绿色产业集聚区大量固体废物违法堆存污染环境的案例，让学生深刻认识到固体废物管理的重要性，激发学生的专业责任感，引导学生恪守专业伦理，努力提升固体废物污染环境防治工作水平。
关键词	固废非法堆存；环境污染；固废管理
编写时间	2024-3-17
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	工程伦理、专业责任感
素材长度	1886
案例正文	2020 年 9 月 9 日至 13 日，中央第三生态环境保护督察组下沉督察发现，浙江省衢州市绿色产业集聚区大量固体废物违法堆存，污染地下水，问题长期得不到解决。  图 1 固废堆放区域卫星图

衢州绿色产业集聚区成立于 2011 年，是浙江省重点打造的 15 个省级产业集聚区之一，定位于打造浙江绿色发展示范区。园区以氟化工、硅化工、金属制品业、特色石化材料、新材料等产业为主导，生物化工、环保产业等新兴产业同步发展。但该区在长期的生产过程中，违背了“环保低碳、绿色发展”的原则，固体废物堆场污染整治工作不彻底，污水处理厂长期超标排放等诸多环境污染问题。绿色产业集聚区内伟龙化学工业有限公司厂区内原露天堆放约 110 万吨钢渣，场地淋溶液呈强碱性，地下水受到污染。媒体曝光后，虽然清运处理了钢渣，但集聚区管委会未对地下水污染状况进行全面调查、未制定全面整治方案，仅对部分区域进行了注酸中和，堆场污染问题未能彻底解决。2017 年，浙江省第一轮中央生态环境保护督察期间，群众投诉伟龙化学工业有限公司原钢渣堆场仍有强碱性淋溶液直排。集聚区管委会后续整改工作不彻底，对原注酸中和区域实施了防渗工程和淋溶液收集处理措施，但没有对其余污染区域进行全面整治，即上报衢州市完成整改并销号。此次督察发现，在该区域还违法堆存大量固体废物。约 2.3 万立方米电石渣堆存场地内无有效“三防”措施，淋溶液长期渗排、直排，污染地下水。在该区域采样监测显示，淋溶液和地下水均呈强碱性。



图 2 固废堆场现状

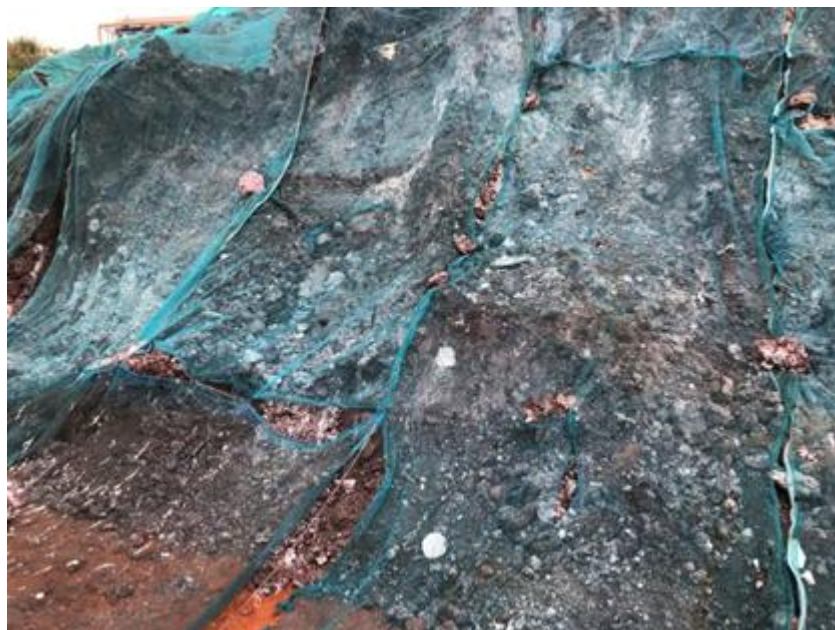


图 3 电石渣堆场表层



图 4 固废随意堆放引起水体污染

衢州绿色产业集聚区管委会没有严格践行绿色发展理念，对固体废物污染排查整治不到位，导致环境污染问题长期未能彻底解决。衢州市生态环境部门未坚持以生态环境高水平保护推动经济高质量发展，对企业违法排污没有严格监管。

比起随波逐流的液态废物，四处乱窜的气态废物，固体废物既不流也不窜，但固体废物从产生、贮存、转移、利用、处置等全过程均存在污染环境的风险，一但管理不严，就会引发污染事故，所以对固体废物进行全过程管理很有必要。

固体废物全过程管理是指在固体废物的产生、收集、贮存、运输、利用、处置等全过程的各个环节进行监管，制定明晰的固体废物管理策略和适合实际情况的固体废物处理处置技术路线，防止固体废物对环境产生一次污染和二次污染。要知道固体废物的来源那可是非常广泛，种类也是非常多的，其中包括医疗废物在内的危险废物对环境的危害极大，只有通过实施全过程管理，才能避免或减少固体废物从产生到处置全生命周期对环境的负面影响。

固体废物全过程管理的目标就是实现固体废物的减量化、资源化、无害化。

减量化是指在工业生产领域可以通过实施清洁生产，开展产品生态设计等活动，从源头尽量减少固体废物产生量，在社会生活领域可以通过改变生活习惯和消费模式实现。比如上街购物多用环保布袋，尽量少买过度包装的商品等。资源化就是将固体废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用。其中再利用是指将固体废物修复、翻新，再制造后继续作为产品使用，或者将固体废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用。无害化是指在固体废物的收集、运输、储存、处理、处置的全过程中减少，甚至避免对环境和人体健康造成不利影响。

固体废物污染环境防治是生态环境保护的一个重要领域。习近平总书记高度重视固体废物污染环境防治工作，多次做出重要部署和指示批示。2020年4月审议通过的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（以下简称固废法），是依法推动打赢打好污染防治攻坚战的实际行动，是坚持和完善生态文明制度体系的重要举措，是在固体废物领域践行习近平生态文明思想结出的一枚硕果。新固废法坚持科学立法，明确了固废管理的法律原则，从固体废物污染环境防治应遵循的客观规律出发，提出固体废物污染环境防治坚持减量化、资源化和无害化原则，强化减量化和资源化的约束性规定，突出固体废物污染防治的无害化底线要求和全过程要求。坚持污染担责原则，明确指出“产生、收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人”是固体废物污染环境防治的义务主体，严格界定各义务主体的法律责任。坚持全过程管理原则，通过强化过程监管和信息化监控的要求，更加突出地体现了全过程管理思想，进一步将全过程管理原则由原来的危险废物领域扩张至工业固体废物、建筑垃圾等领域。

通过案例，让学生深刻认识到固体废物管理的重要性，激发学生的专业责

	任感，引导学生在以后的工作中，要恪守专业伦理，努力提升固体废物污染防治工作水平。同时，自觉加大宣传力度，把固体废物污染防治法相关知识学习好、宣传好、实施好，推动全民增强节约意识、环保意识、生态意识和法治意识！
分析评价	引入固体废物违法堆存污染环境实例，让学生深刻认识到固体废物管理的重要性，引导学生恪守专业伦理。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、价值引领的目标，达到了课程育人的目的。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-036
案例标题	康恒环境，讲好固废管理中国故事
案例来源	团队原创
内容简介	讲述上海康恒环境股份有限公司致力于固废管理技术，达到全球领先水平的案例。激发学生的家国情怀和文化自信，让学生树立科技报国、科技强国的远大理想，奋勇拼搏、精益求精，为实现中华民族伟大复兴而努力奋斗。
关键词	固废管理技术；减碳
编写时间	2024-3-17
编著者	刘恒、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	家国情怀、文化自信、科技报国、工匠精神
素材长度	1101
案例正文	在全球环保意识日益增强的今天，固废管理已成为世界各国关注的重点问题。作为全球领先的环境综合服务提供者，上海康恒环境股份有限公司凭借深厚的技术积累和创新能力，正在将中国固废管理推向世界舞台，为全球环境保护贡献中国智慧和力量。 图 1 康恒环境先进的固废管理系统 上世纪 50-60 年代起，欧洲、日本等地区率先发展更为科学的垃圾焚烧。相较传统填埋方式，垃圾焚烧不仅可以极大程度减轻环境污染，更可大大减少碳排放。以康恒环境为代表，从炉排技术改良到全厂技术落地、从炉排大型化、

	高效发电、近零排放烟气净化技术到减碳、负碳技术，中国企业贡献了一系列更符合广大发展中国家的固废管理技术，让“减碳”乃至“负碳”的废弃物清洁能源成为现实。 如何解决垃圾处理的邻避问题，一直是行业的普遍痛点。康恒环境将 ESG 理念充分融入“去工业化”建筑设计，坚持“与自然和谐共生”，改变垃圾处理“脏、乱、差”的传统印象，并屡屡斩获国内外可持续设计大奖，为全球固废管理塑造标杆。除三次荣获中国建设工程质量最高荣誉之一“鲁班奖”之外，康恒环境项目还先后荣获美国 IDA 国际设计奖、法国 DNA 设计大奖、英国 OPAL 伦敦杰出地产大奖、美国 A+ Awards-、意大利 A’Design Award 等国际大奖，其中柳州项目更于 2023 年荣获 BLT Built Design Awards 建造设计奖工业建筑类优胜奖，成为全球首个获得该奖项的垃圾焚烧发电项目。一座座花园式垃圾焚烧发电厂，便是中国固废管理先进理念的最佳注解。  图 2 康恒环境斩获多项国际大奖 康恒环境也在积极推动国际间技术交流与中国环保文化的输出。通过参与国际会议、展览以及合作项目，康恒不断向世界展示中国在环保领域的成就和实力。让“固废管理”成为中国产业出海的靓丽新名片。 环保从不只是一个口号，除了政府与企业，更需要大众的践行与参与。康恒环境将“无废的城市 有爱的你”零废弃宣导公益活动带到海外，与当地公益机构组织一起，普及零废弃理念，共建可持续发展的美好未来。
--	---

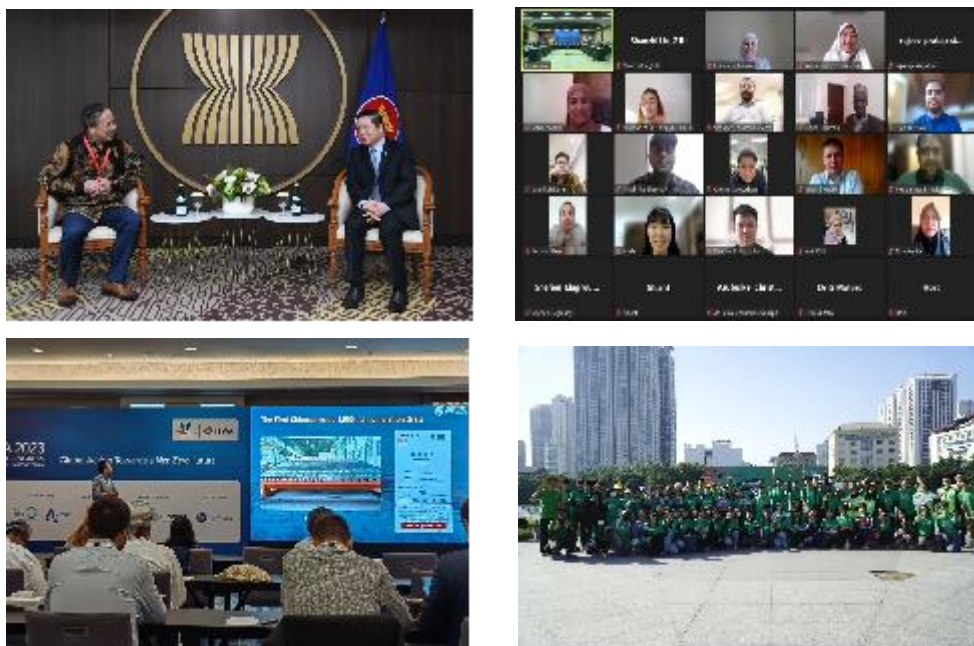


图 3 康恒环境业务走向海外

21 世纪起，经过近 20 年的努力，中国垃圾焚烧处理规模已经超过欧美日之和，中国的垃圾处理技术也正朝着高效利用、清洁环保、数字智能化的方向发展，已基本实现技术的超越。

中国品牌，世界共享。康恒环境是中国品牌走向世界的缩影，也是中国为全球环境治理贡献力量的见证。通过持续的技术创新和国际合作，康恒环境不仅在讲述一个关于固废管理的中国故事，更展现着一个责任大国的全球视野和担当。

上海康恒环境股份有限公司致力于固废管理技术提升，成为我国固废管理领域的领航者，为全球环境保护贡献了中国智慧和力量。案例有利于激发学生的家国情怀，让学生树立科技报国、科技强国的远大理想，有利于培养学生精益求精的工匠精神，使学生勇担实现中华民族伟大复兴的历史重任。

分析
评价

案例通过介绍康恒环境有限公司的固废管理技术发展历程，感受中国企业与中国品牌在世界节能减排，低碳负碳环境可持续发展战略中做出的杰出贡献，培养学生矢志不渝的科研精神和爱国精神。

评价者

 教授 商洛学院

案例编号	20054203-037
案例标题	“金手套”入境案：洋垃圾背后的警示
案例来源	团队原创
内容简介	通过“金手套”入境案，向学生表明我国禁止洋垃圾入境的强烈态度，让学生感受我生态环境保护制度屏障的森严与庄重，增强学生对国家的自豪感和认同，引导学生提高环保意识，拒绝洋垃圾，携手守护美丽家园。
关键词	洋垃圾；非法入境；全面禁止
编写时间	2024-3-17
编著者	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	政治认同、家国情怀、环保意识
素材长度	1375
案例正文	5月17日，海口美兰机场海关关员在例行检查中，发现一名旅客的行李图像异常。这位旅客在通关时选择了“无申报通道”，看似轻松自如，但实则暗藏玄机。海关关员凭借丰富的经验，决定对该行李进行开箱查验。 开箱的瞬间，一股异样的气息扑面而来。原来，这箱看似普通的行李中，竟然装着一箱已经使用过的旧手套。而更加令人惊讶的是，这些手套上竟然残留着金粉、银粉等贵重金属物质。经称重，这批手套重达18.151千克，相当于一个小型金矿的储量。面对海关的询问，该旅客终于露出了马脚。他声称这批手套的入境目的是为了提炼金、银等贵重金属。然而，这一说法显然站不住脚。经过专业机构的鉴定，这批手套被确认为洋垃圾，随即被移交至有关部门进行进一步处理。 洋垃圾入境：危害不容小觑。洋垃圾，这个看似遥远的词汇，实则与我们的生活息息相关。它是指通过非法渠道进口的固体废物，包括废弃的电子产品、塑料制品、纺织品等。这些垃圾不仅污染环境，还严重威胁着人们的健康和安

全。以这次查获的“金手套”为例，这些手套在入境前已经被使用过，上面残留着各种细菌和病毒。如果流入市场，将会对消费者的健康造成极大的威胁。此外，这些手套上的贵重金属物质也可能被不法分子利用，进行非法提炼和加工，对环境造成更大的破坏。更为严重的是，洋垃圾的入境还会对我国的生态环境造成长期的影响。这些垃圾往往难以降解，会在环境中长期存在，对土壤、水源和空气造成污染。同时，洋垃圾的处理也需要耗费大量的资源和能源，给我国的环保事业带来沉重的负担。本案例中海口海关作为我国重要的口岸之一，始终坚守在国门一线，守护着国家的安全和人民的健康。在这次案件中，海口海关关员凭借敏锐的洞察力和专业的技能，成功查获了这批洋垃圾手套，为我国环保事业贡献了一份力量。



图 1 海关检查出非法“金手套”

2017 年 7 月，我国政府宣布，为了解决国内的污染问题，2018 年 1 月起全面禁止从国外进口 24 种洋垃圾。此后，生态环境部、商务部、国家发改委、海关总署联合发布《关于全面禁止进口固体废物有关事项的公告》，从 2021 年 1 月 1 日起我国全面禁止以任何方式进口固体废物，禁止我国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置。这一政策的出台，标志着我国对洋垃圾说“不”的决心和力度。禁止洋垃圾入境、推进固体废物进口管理制度改革，是中国政府贯彻落实新发展理念、着力改善生态环境质量、保障国家生态安全和人民群众健康的一个重大举措，这也是中国政府根据国际法所享有的权利，得到广大中国人民的坚决支持。



图 2 我国《关于全面禁止进口固体废物有关事项的公告》

我国禁止洋垃圾入境的强烈态度，切实让学生感受我国建立起的生态环境保护制度屏障的森严与庄重，增强学生对国家的自豪感和认同，也侧面说明了加强固体废物回收利用管理，发展循环经济，改善环境质量，维护国家生态环境安全和人民群众身体健康的重要性，帮助学生理解习近平提出的“既要金山银山，又要绿水青山”这一生态理念。由洋垃圾竞争案例唤醒学生在国际竞争大环境中维护国家利益的意识，培养学生的家国情怀。

通过案例呼吁学生共同努力，携手守护美丽家园。洋垃圾入境的危害不容小觑，每个人都应该为此付出努力。首先，要提高环保意识，拒绝购买和使用洋垃圾制品。其次，加强对洋垃圾入境的监督和举报力度，一旦发现可疑情况，要及时向有关部门反映。最后，我们要积极参与环保活动，为我国的环保事业贡献自己的一份力量。

分析
评价

引入“金手套”入境案，向学生表明我国禁止洋垃圾入境的强烈态度，增加政治认同。引导学生提高环保意识，拒绝洋垃圾。课程思政点切入自然，润物无声，实现了知识传授、能力培养与价值塑造相统一，达到了课程育人目的。

评价者

教授 商洛学院

案例编号	20054203-038
案例标题	警钟长鸣，安全第一，生命至上
案例来源	团队原创
内容简介	列举泰州明锋资源再生科技有限公司“12·22”爆燃事故，引导学生在今后从事固废处理和综合利用相关工作时，牢固树立“安全第一、预防为主”的意识，履行岗位职责，培养工程伦理素养，做好安全防范工作，规范操作，杜绝安全事故的发生。
关键词	固体废物；燃爆事故
编写时间	2024-4-28
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	工程伦理、责任意识、工匠精神
素材长度	2985
案例正文	在绪论部分讲授“固体废物管理”章节的授课过程中，引入固废废物治理设施生产安全事故案例，让同学们认识到安全责任大于天，在生产过程中尤其是固废处理中要牢固树立责任意识，遵守岗位职责，规范操作，切勿玩忽职守。 2020年12月22日凌晨1时50分许，兴化市泰州明锋资源再生科技有限公司发生一起爆燃事故，造成3人死亡，1人受伤，直接经济损失约773万元。 一、基本情况 （一）事发车间概况 明锋公司主要设有烘干车间、烧结车间、熔炼车间、危废仓库。其生产工艺流程为：酸洗污泥→烘干窑→回转窑→熔炼电炉→再生镍铁合金。发生事故的熔炼车间工艺楼共5层，一楼安装一台规格型号为25500KVA的熔炼炉，炉壳直径12.8米，炉膛直径10.6米，高5米（容积400方）。主要利用电极棒加温熔炼经过烘干烧结后的酸洗污泥颗粒，产生再生镍铁合金和炉渣。熔炼炉东

侧、北侧分别设有出液态合金口和出渣口；二楼为控制操作层，设有手动放料装置和控制室，控制室内设休息长椅；三楼设置 3 台变压器；四楼设有 13 个料仓，每个料仓容量约 1 吨；五楼设有电极糊加料口。（车间分布见图 1）

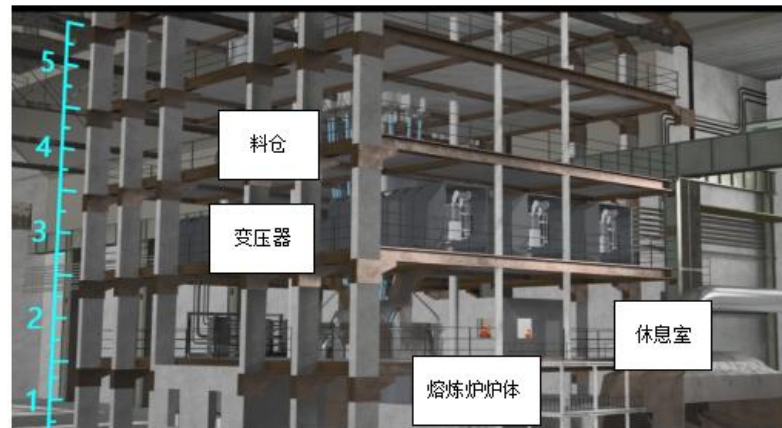


图 1 熔炼车间楼层分布图

（二）事故勘验情况

1. 监控显示：2020 年 12 月 22 日凌晨 1 时 50 分左右，明锋公司熔炼炉炉底、炉门和电极口涌出大量浓烟，炉门串出的烟气中有火苗，炉底周边区域逐步出现液态合金和炉渣，随后发生爆炸。

2. 炉门观察：从熔炼炉上方平台的炉门观察，可以看到炉内上方四分之三部位，该部位未发现爆炸痕迹，仅存在高温液态合金和炉渣从炉门喷溅现象。

3. 炉外勘验：熔炼炉炉底工字槽钢有不同程度的塑性变形，特别是西南方位工字槽钢弯曲变形严重，炉底出现下沉，被合金钢水侵蚀烧穿，炉内液态合金和炉渣从炉底流出，炉南侧有下水道和窖井坑两处积水部位，炉北侧渣口上方平台坍塌。（见图 2）



图 2 熔炼炉炉底

二、事故发生经过及应急处置情况

（一）事故发生经过

2020年12月22日凌晨1时50分左右，明锋公司熔炼车间二楼炉台作业人员戴某某正进行加料操作，炉长徐某某、小班长包某某和配电工韩某某在二楼控制室内休息。控制室熔炼炉电极B相和C相电流出现较大波动，熔炼炉炉底发生穿炉漏钢，流淌出的液态合金和炉渣遇南侧下水道和窖井坑内积水发生爆炸并引发燃烧。（见图3）

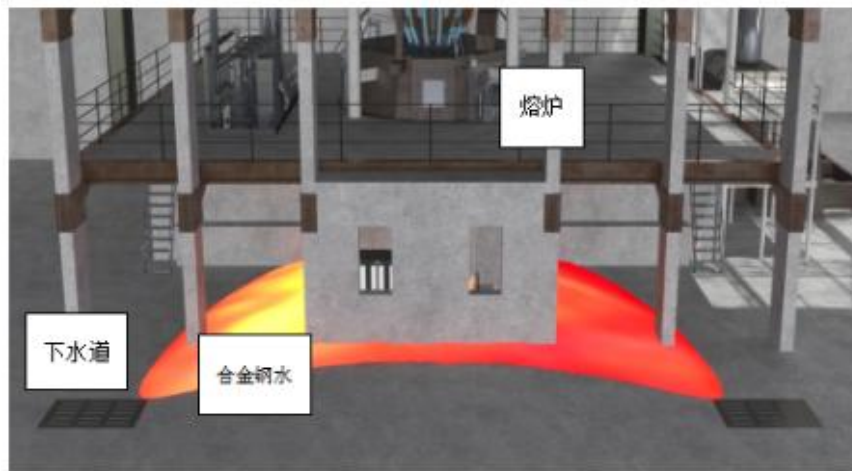


图3 事故发生过程演示图

（二）应急处置情况

2时15分左右，消防部门赶到事故现场组织火灾扑救，5时30分左右，熔炼车间明火基本扑灭。期间3时20分左右，戴某某被救出，身体部分皮肤被烧伤，立即被送至兴化市人民医院救治；继续搜救中，救援人员在二楼控制室内发现徐某某、包某某、韩某某3人，立即送往戴南镇人民医院抢救，3人经抢救无效死亡。

三、人员伤亡及直接经济损失情况

事故造成3人死亡、1人受伤，造成直接经济损失约773万元人民币。

四、事故原因和性质

（一）直接原因

熔炼炉炉底耐火材料因长期受到高温电弧辐射以及液态合金侵蚀，在极心圆区域形成薄弱地带，存在炉衬侵蚀、炉底下沉、炉底温度升高等异常现象，最终导致高温液态合金和炉渣从炉底中间部位穿炉泄漏，高温液态合金和炉渣

流入熔炼炉南侧下水道和窖井坑，遇水发生爆炸，导致火灾蔓延。

（二）间接原因

1. 隐患排查治理不到位。企业未按照《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》(安全监管总局令第16号)认真开展企业隐患排查治理，未将熔炼炉南侧下水道和窖井坑作为隐患进行整改。2019年12月，企业熔炼炉控制室线路着火，造成2人烧伤，未组织人员开展针对性隐患排查，未能查明事故原因，未采取有效措施消除隐患。

2. 未按要求配备安全管理人员。企业有职工约120人，虽设立了安全科，但科长2020年7月份离职后，一直未重新配备，仅配备了2名兼职安全员，其中1名兼职安全员直至2020年12月事故发生前才通过安全管理人员考试，另一人未持证。企业安全管理水平较低，无法保障安全生产。

3. 规章制度和操作规程不完善。企业虽制定了熔炼岗位安全操作规程，但未修订熔炼岗位现场处置方案。未制定炉龄判定标准，未按《铁合金工艺及设备设计规范》（GB50735-2011）在炉底设置不少于3个温度测量点，实际炉体判废仅凭个人经验。

4. 企业专项整治任务不落实。企业主要负责人对危险废物处置专项整治行动要求不知晓，仅委托中介服务机构编制企业专项整治方案，未按《茅山镇危险废物处置专项整治实施方案》（茅安委〔2020〕2号）要求开展隐患排查治理并上报自查自改报告。

（三）事故性质

兴化市泰州明锋资源再生科技有限公司“12·22”爆燃事故是一起较大生产安全责任事故。

五、事故责任的认定以及处理

（一）事故责任人及处理

1. 徐某某，炉长、熔炼车间负责人，未有效组织开展隐患排查治理工作，缺少对熔炼炉炉衬日常检查，仅依靠测温枪对装置底部简单测温，未能掌握炉体的侵蚀情况，对事故的发生负有责任，鉴于其在事故中死亡，建议不予追究责任。

2. 赵某某，企业生产负责人，负责企业技术和生产工作，作为企业生产安

全负责人，对生产工艺了解不深，对熔炼炉的风险认知不足，对安全生产专项整治要求不清楚，未制定筑炉规程和判废标准，未有效开展隐患排查治理工作，对事故发生负有直接责任，追究其刑事责任。

3. 徐某某，法定代表人、总经理，企业生产工艺改变，未组织重新修订本单位安全生产规章制度和操作规程；未有效组织开展本单位隐患排查治理工作，未将熔炼炉南侧水沟作为隐患落实整改；未履行主要负责人安全管理职责，违反《安全生产法》第十八条规定，最终造成人员伤亡，对事故发生负有主要领导责任，追究其刑事责任。

（二）事故责任单位及处理

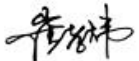
明锋公司未按要求配备专职安全管理人员，未有效开展安全生产专项整治工作，未及时修订熔炼车间安全操作规程，未制定筑炉规程和判废标准，未针对熔炼岗位制定专门的应急处置措施。明锋公司对事故的发生负有责任，处以罚款。

（三）其他处理

1. 原茅山镇政府（现戴南镇）属地监管责任落实不力，安全生产和环境保护监管人员配备不足，安全监管人员配备与《市政府关于进一步加强全市乡镇（街道）安监机构能力建设的意见》（泰政办发〔2017〕131号）规定有较大差距。安全生产专项整治不深入，对危废固废企业的安全监管职责混乱，未按照《茅山镇深入开展安全生产专项整治行动实施方案》（茅委发〔2019〕125号）开展危废固废企业隐患排查治理，对企业安全监管职责不清、人员不足、检查不深入等问题未予以重视和解决，责成原茅山镇（现戴南镇）政府向兴化市委市政府作出书面检查。

2. 兴化市政府未按照《兴化市深入开展安全生产专项整治行动实施方案》（兴委办发〔2019〕162号）和《兴化市危险废物处置专项整治实施方案》要求对危险废物开展全过程、全生命周期监管。未有效开展危废处置企业专项整治隐患排查治理，未形成生态环境和应急管理部门联动工作机制，对危险废物综合利用企业处置过程安全监管存在“盲区”，责成兴化市政府向泰州市委市政府作出书面检查。

3. 对在事故调查过程中发现的地方党委政府及有关部门的3名公职人员履

	职方面的问题线索及相关资料，移交纪委监委调查处理。 固废处理中，很多设备都是高温或者高压设备，存在很大的安全隐患，如果不能及时对设备进行安全检查，或者不规范操作都会导致不安全事故的发生。因此，同学们今后从事固废处理相关工作时，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 and 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，保护好自己的生命安全。此外，要掌握正确的急救技能，以备不时之需。
分析评价	奥斯特洛夫斯基曾说：“人，最宝贵的东西是生命。生命属于人只有一次。”生命，是自然会给人类去雕琢的宝石。强调实验室发生安全事故对单位和人员产生的消极影响。培养学生树立“实验室安全是每一个人的责任”和“实验室无小事，安全事关大局”的安全意识。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-039
案例标题	数字赋能，打造危废管理智能云平台
案例来源	团队原创
内容简介	数字化转型给危废行业注入了新的能量。通过介绍多功能的危废智能管理云平台，让学生了解固废管理系统发展前沿，思考科技进步对人力的解放，鼓励学生要与时俱进，结合大数据、物联网、云计算等新兴产业，学会用先进的技术手段解决专业发展过程中遇到的问题。
关键词	危险废物；智能管理系统；大数据；物联网
编写时间	2024-3-17
编著者	刘恒、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新精神、社会责任
素材长度	1377
案例正文	近年来，国家对于危废行业的监管力度不断加强，相继出台相关法律法规，要求各单位需持续推进危废管理信息化工作，进一步强化国家信息系统对接与应用；明确应用智能视频监控、电子标签、智能磅秤等手段进行危险废物管理。 2023 年 11 月，生态环境部发布了《关于进一步加强危险废物规范化环境管理有关工作的通知》（环办固体[2023]17 号），要求各级环保部门要深化危险废物规范化环境管理评估（以下简称规范化评估），强化危险废物全过程信息化环境管理，严密防控危险废物环境风险，全面统一危险废物电子标签标志二维码。2024 年 1 月 1 日起，危险废物环境重点监管单位应通过国家固废系统生成并领取危险废物电子标签标志二维码；按国家关于制定危险废物电子管理台账的要求，建立与国家固废系统实时对接的电子管理台账。这给产废企业和危废处置企业的信息化和数字化管理提出了更高要求。 华新中南（武汉）环保科技有限公司针对当前企业在危废管理困境和未来政策执行上的痛点，开发出包含危废标签生成、台账管理、智能预警、数据分

析、多层级管理和全流程追溯等多功能的危废智能管理云平台——“慧链智达”系统。能够满足产废单位、处置（收集）单位、园区管理单位、政府监管单位多方需求，同时可根据企业实际管理需求，提供从软件定制到硬件配置的一体化特色解决方案，切实帮助企业提升危废信息化管理水平。



图 1 多功能的危废智能管理云平台模块配置

1.一码溯源，一键生成危废二维码

不需要在政府平台、企业危废台账、处置单位危废填报系统等多个平台和系统中来回切换，使用“慧链智达”系统，只需在手机上进行简单的点击操作，就能完成危废信息填写，自动生成可一键打印的危废二维码。危废二维码像人的身份证一样，是危废的唯一标识，通过扫描二维码可以查询这批危险废物从产生、转移到处置的全部信息。不仅提高了企业危废管理者的工作效率，也方便了企业对危废的处理和管理。

2.即时互通，省厅数据实时同步

“慧链智达”系统已于 2023 年 12 月实现与湖北省危险废物监管物联网系统的对接。废物登记完成后，在“慧链智达”系统中会自动生成管理台账并同步到省平台，产废企业无需在省平台重复录入数据。同时，“慧链智达”系统能够自动获取省平台生成的二维码及数字识别码，实现自动打印。危废基础信息、生

产设备管理、贮存设备等信息均可同步省平台，还可以在手机上随时查看废物信息，极大简化了企业的日常危废管理工作。

图 2 一键生成的危废二维码

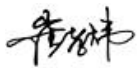


图 3 危废入库系统流程

3.定制服务，满足各行业危废管理需求

针对一些特殊行业和需求，“慧链智达”系统可以实现定制化开发，打通危废数据流转全过程，实现危废的全生命周期管理，帮助企业提升管理水平，助力环保监管。目前，“慧链智达”系统已通过定制化服务帮助武汉大学、汽修企业等诸多客户实现了危废全流程智能化管理。

危废行业正迈向数字化时代，通过大数据和物联网技术，企业能更加准确详细地了解自身危废产生、收集和处理等信息，提升危废管理各环节的经营管

	理效率，进行科学决策。数字化转型给危废行业注入了新的能量，为企业、行业的危废减量、危废安全、危废资源化提供赋能支持。 通过列举案例，让学生了解固废管理系统发展前沿，了解大数据和物联网技术为固废智能化管理带来的新机遇，思考科技进步对于人力的解放，培养学生的科学素养和社会责任感，鼓励学生要不断接受新事物、尝试新事物，学会用先进的技术手段解决专业发展过程中遇到的问题。
分析评价	介绍危废智能管理云平台，让学生学会与时俱进，用先进的技术手段解决现实。思政点切入自然，育人效果良好。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-040
案例标题	变尾为宝——尾矿中有价元素回收工艺
案例来源	团队原创
内容简介	学习尾矿中有价元素的回收，让学生意识到尾矿资源回收利用对于缓解资源和能源危机的重要性，增强学生作为“循环人”的责任感和社会使命感，激励学生积极参与到尾矿综合利用研究中来，努力解决技术瓶颈问题，为秦岭生态环境保护贡献智慧和力量。
关键词	尾矿；有价元素回收
编写时间	2024-4-26
编著者	侯小洁、讲师、化材
素材形式	文字、图片
育人主题	科学思维、可持续发展理念
素材长度	1797
案例正文	在矿业固体废弃物的资源化技术授课过程中，以尾矿中有价元素回收为例，引导学生从资源综合利用“减量化、再利用、循环化”的原则出发开展尾矿资源的综合利用，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“循环人”的责任感和社会使命感。 我国的有色金属资源较为丰富，品类较为齐全。但是有色金属复合矿多，有的品位较低，不但多种有色金属常共生在一起，而且有些铁矿中也含有大量的有色金属，造成尾矿中的有价金属量较大，开发适合中国资源特点的新技术、新工艺、新设备和新材料，对有色金属尾矿再选的重要意义。有色金属尾矿再选需采用浮选-重选-浮选工艺联合配置，工艺较为繁琐复杂。本节课主要学习几种常见的重金属尾矿和贵重金属尾矿中有价元素回收工艺。 1、铜尾矿资源再选工艺 浸出氧化焙烧后的铜渣，置于硫酸溶液中浸出，边搅拌边加热，在温度

```
graph LR
    A[铜渣] --> B[氧化焙烧]
    B --> C[硫酸浸出]
    D[硫酸] --> C
    C --> E[浸液]
    C --> F[浸渣]
    E --> G[浓缩]
    G --> H[冷却结晶]
    H --> I[母液]
    H --> J["CuSO4·5H2O"]
    I --> K[一次置换]
    L[置换渣] --> K
    K --> M[KMnO4氧化]
    M --> N[氧化渣]
    M --> O[二次置换]
    P[锌粉] --> O
    O --> Q[海绵锑产品]
    O --> R[浓缩]
    R --> S[冷却结晶]
    T[母液] --> S
    S --> U[ZnSO4·7H2O产品]
```

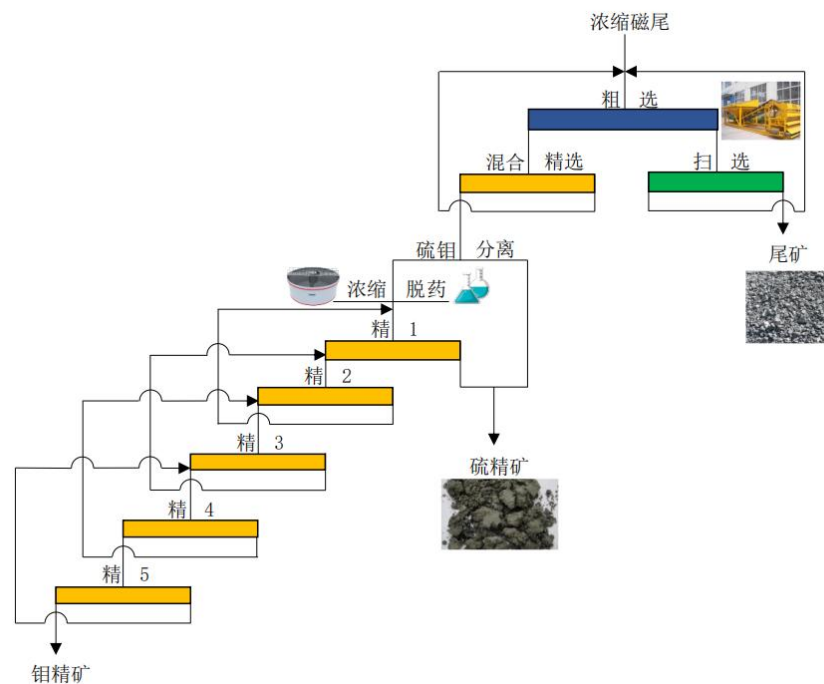


图 1 钼尾矿再选钼工艺流程

4、锡尾矿资源再选工艺

锡矿的主要伴生矿物为砷，锡尾矿再选工艺遵循先选砷，后选锡的原则。采用重选-浮选-重选的流程，先破碎、磨矿，利用螺旋溜槽和摇床将砷和锡富集，然后利用硫酸、丁基黄药和松醇油进行浮选得到砷精矿，浮选尾矿再用摇床选别得到锡精矿和富锡中矿。

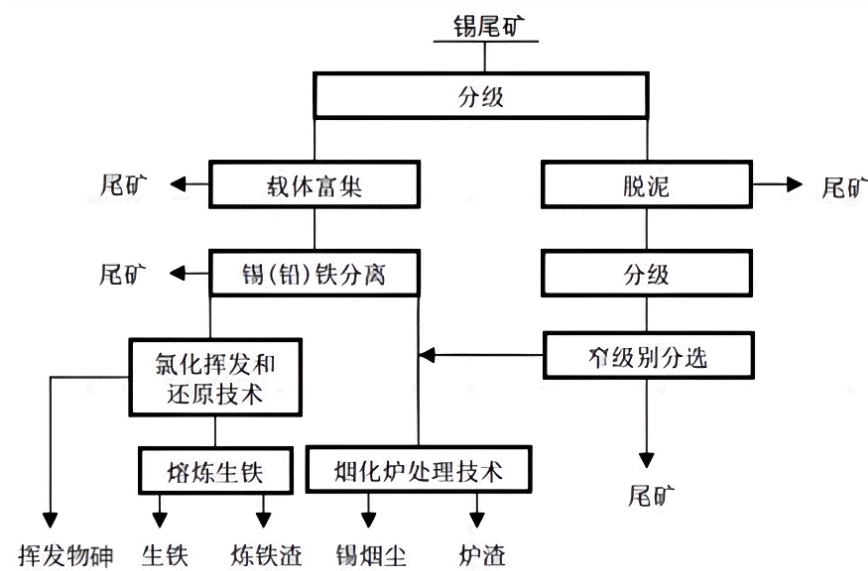


图 2 锡尾矿再选砷和锡

5、金尾矿回收金元素技术工艺

金矿采选多采用堆浸工艺，产生的堆浸尾矿渣经破碎、筛分、磨矿

	分级、除屑除杂后，矿浆经浓缩指氰化系统，再利用活性炭吸附金粉末，接着进行解吸电解，电解后经水系、酸洗最终形成纯态金。 6、银尾矿回收银元素技术工艺 银属于铜型离子，极化能力强、亲硫，在自然界常以自然银、硫化矿物、硫酸盐等形式存在，因其粒子半径较大，能与离子半径巨大的硒和碲离子形成硒化物和碲化物。全球约 2/3 的银资源是与铜、铅、锌、金等有色金属矿床伴生，1/3 的银资源以银为主的独立银矿床。我国铅锌铜矿开采获得的白银占我国白银总量的 60-70%。这部分银矿物经过浮选进入铅、铜、锌精矿，然后通过湿法和火法冶炼工艺回收。在尾矿砂浮选加入硫酸铜活化银矿物，精选环节加入水玻璃，经过二粗一扫二精的工艺流程，获得银矿。 矿产资源是大自然给予人类的一笔巨大财富。随着人类社会的不断进步和发展，消耗了大量的资源，带来了严重的环境污染。资源、能源以及环境已经逐渐成为制约全球经济与社会可持续发展的三大瓶颈。转变经济增长方式和实现可持续发展已成为我国的战略目标。矿山行业在这期间得到了快速发展，选厂的规模不断扩大，生产能力日益提高。随之而来的环境和资源压力也在不断加大，尾矿的堆放和处理成为了制约矿山企业发展的绊脚石。因此，利用好矿山尾矿，提高尾矿的综合利用水平对缓解资源的压力，实现环境治理，为矿山企业培育新的经济增长点都有着深远的意义。由此，激发学生的专业责任感，让学生树立保护资源的意识。 “尾矿中有价元素回收”是陕西省尾矿资源综合利用重点实验室的研究方向之一。陕西省尾矿资源综合利用重点实验室多年来在尾矿综合利用和污染防治方面取得了很多突出成果。由此，引发学生的专业自豪感，激励学生要以大创项目、互联网+项目、挑战杯、学科竞赛等形式积极参与到尾矿综合利用研究中来，努力解决技术瓶颈问题，为秦岭生态环境保护贡献智慧和力量。
分析评价	从尾矿中回收有价元素可有效缓解资源危机，由此增强学生作为“循环人”的责任感和社会使命感，切入点选择巧妙，思政教育效果明显。
评价者	 教授 商洛学院

案例编号	20054203-041
案例标题	“小蚯蚓”的“大作用”——生活垃圾的蚯蚓处理技术
案例来源	团队原创
内容简介	蚯蚓床技术，主要以蚯蚓来处理部分有机废物，与学生的生活较为贴近，易激发学生的好奇心及兴趣，便于课程的后续开展。在蚯蚓床技术的介绍过程中，着重强调生物处理技术在环境保护过程中的重要作用以及优点，向学生传递“山水林田湖草是生命共同体”的理念。
关键词	蚯蚓床技术；有机废物；蚯蚓塔
编写时间	2023-3-9
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、装置模型
育人主题	生态理念、生命共同体、劳动教育
素材长度	1275
案例正文	固体废物的蚯蚓分解处理是近年发展起来的一项主要针对农林废弃物、城市生活垃圾和污水处理厂污泥的生物处理技术。由于蚯蚓分布广、适应性强、繁殖快、抗病力强、养殖简单，可以大规模进行饲养与野外自然增殖。故利用蚯蚓处理有机固体废物是一种投资少、见效快、简单易行且效益高的工艺技术。 在垃圾的生物发酵处理中，蚯蚓的引入可以起到以下几方面的作用:①蚯蚓对垃圾中的有机物质有选择作用。②通过沙囊和消化道，蚯蚓具有研磨和破碎有机物质的功能。③垃圾中的有机物通过消化道的作用后，以颗粒状形式排出体外，利于与垃圾中其他物质的分离。④蚯蚓的活动改善垃圾中的水气循环，同时也使得垃圾和其中的微生物得以运动。⑤蚯蚓自身通过同化和代谢作用使得垃圾中的有机物质逐步降解，并释放出可为植物所利用的 N、P、K 等营养元素。⑥可以非常方便地对整个垃圾处理过程及其产品进行毒理监察。蚯蚓床技术消化彻底、肥效高，减容效果好，过程安全，可获大量蚯蚓体。

生活垃圾的蚯蚓处理技术是指将生活垃圾经过分选，除去垃圾中的金属、玻璃、塑料、橡胶等物质后，经初步破碎、喷湿、堆沤、发酵等处理，再经过蚯蚓吞食加工制成有机复合肥料的过程，工艺流程如图 1 所示。采用该技术处理城市生活垃圾，使垃圾得到了减量化、无害化处理和资源化利用，对保护当地土壤、水域和大气环境起到了较大的作用。

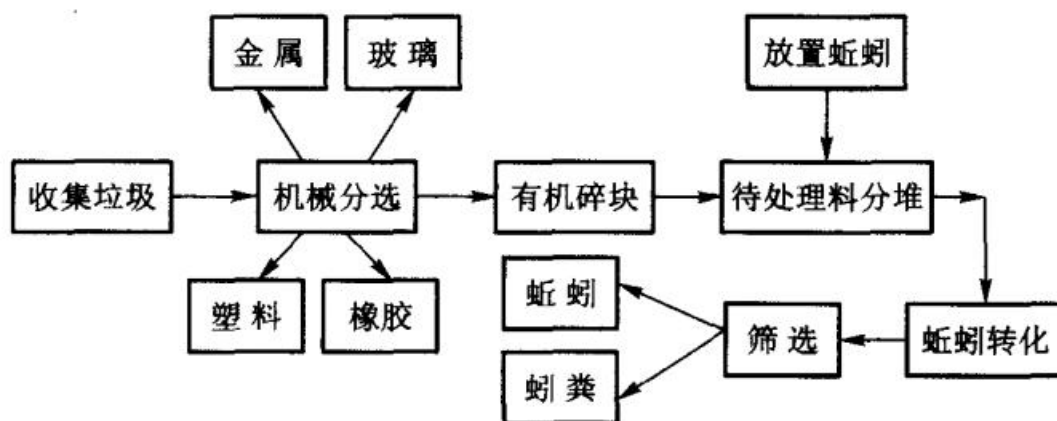


图 1 蚯蚓处理生活垃圾的工艺流程

①垃圾的预处理:主要是将垃圾粉碎，以利于分离。

② 垃圾的分离:把金属、玻璃、塑料和橡胶等分离除去，再进一步粉碎，以增加微生物的接触表面积，利于与蚯蚓一起作用。

③垃圾的堆放:将处理后的垃圾进行分堆，堆的大小为宽度 180~200cm，长度按需要而定，高度为 40~50 cm。

④放置蚯蚓:垃圾发酵熟化后达到蚯蚓生长的最佳条件时，大约在分堆 10~20d 后，就可以放置蚯蚓，开始转化垃圾。

⑤检查正在转化的料堆状况:要定期检测，修正可能发生变化的所有参数如温度、湿度和酸碱度，保证蚯蚓迅速繁殖，加快垃圾的转化。

⑥收集堆料和最终产品的处理:在垃圾完全转化后，需将肥堆表面 5~6cm 的肥料层收集起来，剩下的蚯蚓粪经过筛分、干燥、装袋，即得有机复合肥料。

⑦添加有益微生物:适量的微生物将有利于堆肥快速而有效地进行，蚯蚓以真菌为食，故在垃圾处理过程中应有选择地添加真菌群落。

介绍社区花园生态堆肥——蚯蚓塔的制作过程，让学生自己动手做一个蚯蚓塔嵌入到校园的花园中。制作过程如下：

首先，截取一段约 1 米长、直径约 15 厘米的 PVC 管（由于蚯蚓避光，因此管子需要是不透明材质）；第二，在将要埋插入泥土的部分随机钻洞，这些洞用于让蚯蚓从其它地方钻进管里吃东西；第三，将做好的蚯蚓塔插入泥土中固定，在里面放入蚯蚓爱吃的食物，注意要在顶部盖上盖子，盖子要容易开合以防止雨淋或产生虫蝇。

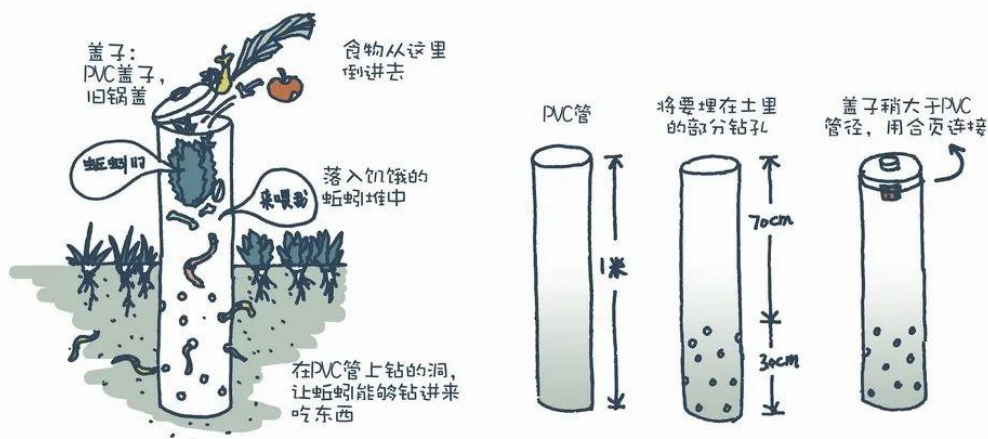


图 2 简易蚯蚓塔的制作方法

通过讲解蚯蚓床技术的原理和流程，引导学生树立“人与自然和谐共生”的生态观及“山水林田湖草是生命共同体”的整体系统观，深刻理解生物技术在固体废物处理处置过程中所起的作用。指导学生自制简易蚯蚓塔，激发学生的学习兴趣，并对学生进行劳动教育，提高学生的动手能力，让学生养成勤动脑、多动手的好习惯。

分析
评价

通过对蚯蚓床技术进行讲解，引导学生树立“生态兴则文明兴，生态衰则文明衰”“山水林田湖草是生命共同体”的整体系统观。思政点切入巧妙，达到了育人的目的。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-042
案例标题	变废为宝来发电，改善环境又增收——焚烧发电之农林废弃物热值的测定
案例来源	团队原创
内容简介	以热值的测定服务于农林废弃物燃烧发电为例，引导学生认识综合利用农林废弃物对服务“三农”、乡村振兴和“双碳”战略的重要意义，引导学生关心国家能源安全，增强学生用专业知识服务国家发展战略的自觉性和主动性。
关键词	焚烧发电；热值测定；农林废弃物
编写时间	2024-2-16
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	社会责任、生态理念、生态文明建设
素材长度	1269
案例正文	每年在春播之前和秋收之后，农民都会大量焚烧秸秆。农林废弃物的露天焚烧不仅浪费资源，还会造成严重的大气污染，甚至影响航空和交通安全(见图1)。虽然政府三令五申，严令禁止焚烧秸秆并积极推进秸秆还田和资源化、饲料化、燃料化处理，但处理的数量比较有限，农民收益不多，参与的积极性不高，仍然无法完全杜绝焚烧秸秆的情况发生。  图1 燃烧农林废弃物导致大气污染的情况 目前，农林废弃物规模化处理的有效方法之一就是燃烧发电，通过建设以

农林废弃物为燃料的热电厂，单纯采用农林废弃物为燃料，理论上可以实现完全的“碳中和”，即便是与电煤混合使用，也可以大幅度减少二氧化碳排放，服务“双碳”战略的实施。在农林废弃物燃烧发电的过程中，必须保证燃烧的完全和稳定：如果燃料的热值不高、燃烧不充分，会导致燃烧温度过低造成锅炉熄火；如果温度过高或者火焰中心偏离，可能造成锅炉变形而影响安全。由于每一批次的电煤和农林废弃物的热值和燃烧性能不同，为了保证锅炉的安全平稳运行，必须测定每一批次煤炭和农林废弃物的燃烧热，以便合理调配。



图 2 以农林废弃物为燃料的热电厂

结合地方特点，采集不同种类的农林废弃物(如麦秸、玉米秸、玉米芯、稻草、稻壳、树枝、树皮和落叶等)并对其热值进行测定。测定前，先确定燃烧热测量的相关参数，包括样品的预处理方式、样品的适宜质量、压实的程度、点火方式、升温情况、雷诺曲线、温度校准等。使用氧弹式量热仪对样品的热值进行测定。通过实验，让学生掌握氧弹式量热计的构成和使用方法、燃烧热测量的原理和操作过程。

在讲授量热原理时，可将教学内容拓展到反应热、溶解热、稀释热、吸附热和相变热的测量，同时说明微量热技术及其应用，构建量热原理与技术的知识体系，分析影响这些量热方法测量精度的因素，比较它们各自的优缺点和适用范围，培养学生对实验原理举一反三的能力。说明燃烧热测定对质能联算、反应器和燃烧炉设计、消防安全，获取物质的生成焓和键能等热力学数据，以及测量燃料热值对评价燃料性能和经济效益的意义，促使学生加深对燃烧热测定重要性的认识。结合实验，说明测定电煤和农林废弃物燃烧热对安全发电的重要意义。通过查阅文献找出电煤的数据并结合实验测量结果，说明如果将 13 亿吨农林废弃物全部用于发电，可以节省多少吨标准煤，减少多少吨二氧化碳

排放。进一步说明农林废弃物燃烧发电技术对开发可再生能源、维护国家能源安全、服务“双碳”战略、减少大气污染、实现农民增收和促进乡村振兴的重要意义。加深学生对农林废弃物有效利用的生态意义和对保障能源安全、可持续发展的意义的认识。通过让学生查阅相关文献，说明我国农林废弃物燃烧发电的热电厂的建设和运行情况，对当前存在的问题和未来改革和发展的方向进行综合分析和批判性思考，促进学生了解国情民情社情，强化责任意识。要求学生结合专业知识，进一步讨论化学在农林废弃物综合利用中的地位和作用，如生产纤维素、人造棉、生物柴油、活性炭等，提出拓展农林废弃物应用、提高利用效率和附加值的路径，培养学生的创新意识、分析问题和解决问题的能力。

表 1 课程思政教学目标达成度的考核设计

课程思政教学目标	考核形式	考核标准
科学素养：规范严谨的实验习惯、实事求是的科学态度、分工合作的团队精神、坚韧不拔的意志品质、勇于探索的创新精神	实验过程 打分	熟练严谨的操作；规范观察和记录实验现象和数据；2个学生分工合作；实验失败时主动重做；能够分析和解决实验中出现的问
关心国家：关心国家能源安全、环境安全、可持续发展 和人民生命健康	课前/课后 小组报告	能够说明开发可再生能源、有效利用农林废弃物产生的“减碳”和降低污染的效果
社会责任：服务“三农”、乡村振兴，保护绿水青山	课后小组 报告	能够说明农林废弃物燃烧发电对农民增收、改善乡村生态、推动绿色可持续发展的意义
服务社会：面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康	课后小组 报告	利用化学知识，创新设计从农林废弃物生产可再生、高附加值产品，说明化学在可再生资源利用中的地位和作用

分析
评价

以农用废弃物的热值测定和处理为教学案例，让学生掌握燃烧热和量热技术两种方法测定农林废弃物中的热值，引导学生认识综合利用农林废弃物对服务“三农”、乡村振兴和“双碳”战略的重要意义，引导学生关心国家能源安全，增强学生用专业知识服务国家发展战略的自觉性和主动性。案例选择具体且有较强的实践意义。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-043
案例标题	探秘全球第一个全自动垃圾分选厂
案例来源	团队原创
内容简介	通过对世界第一座全自动化垃圾分选厂的介绍，引导学生明确知识和技术是不断发展的，应重视实践和创新，注重已有技术设备的改造提升，不盲从权威，不故步自封，培养学生在实践中看到需求并从需求出发不断进取的意识
关键词	垃圾分选工艺；分选设备
编写时间	2024-2-22
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、装置模型
育人主题	科学思维
素材长度	1080
案例正文	为了经济有效地回收城市垃圾和工业固体废物中有用物质，根据废物的性质和要求，将两种或两种以上的分选单位操作组合成一个有机的分选回收工艺系统，也称为分选回收工艺。固体废物的分选技术方法可概括为人工分选和机械分选。人工分选是最早采用的分选方法，虽然识别能力强，但卫生条件差，容易对人体健康产生危害，且分选效率低。机械分选是根据废物组成中各种物质的粒度、密度、磁性、电性、光电性、摩擦性及弹性的差异，将机械分选方法分为筛选、重力分选、光电分选、磁力分选、电力分选、摩擦和弹跳分选。  The diagram, titled '3 固体废物的分选' (3 Solid Waste Sorting), is divided into two main categories: '人工分选' (Manual Sorting) and '机械分选' (Mechanical Sorting). Under '人工分选', it lists '以人力来实现, 卫生条件差, 但识别能力强' (Achieved by human power, poor hygiene conditions, but strong identification ability). Under '机械分选', it lists various methods based on material properties: '粒度差异' (Grain size difference) leading to '筛选(筛分)' (Screening); '密度差异' (Density difference) leading to '重力分选' (Gravity sorting); '磁性差异' (Magnetic difference) leading to '磁力分选' (Magnetic sorting); '导电性差异' (Conductivity difference) leading to '电力分选(静电分选)' (Electric sorting (static electric sorting)); '光电性差异' (Photoelectric difference) leading to '光电分选' (Photoelectric sorting); '摩擦性差异' (Friction difference) leading to '摩擦分选' (Friction sorting); and '弹性差异' (Elasticity difference) leading to '弹跳分选' (Bouncing sorting). The diagram is part of a larger presentation titled '固体废物处理与处置 Treatment and Disposal of Solid Waste'.

图 1 固体废物的分选方法

在挪威有世界上第一座全自动化垃圾分选厂，该分选厂服务范围覆盖 20 万人口，每小时处理能力可达 40 吨。该厂安装了 16 台陶朗集团的 AUTOSORT 光学分选设备，使得整个厂内的回收物的分选和品质控制等各种工序，均不需人工介入。整个工厂为全自动化，仅有 4 个工人负责对分选线上设备的定期巡查清理，另有 2 名装载司机，整个分选线上没有分选工人，全厂共有 8 个人。



图 2 挪威 RoAF 全自动垃圾分选厂垃圾分选车间

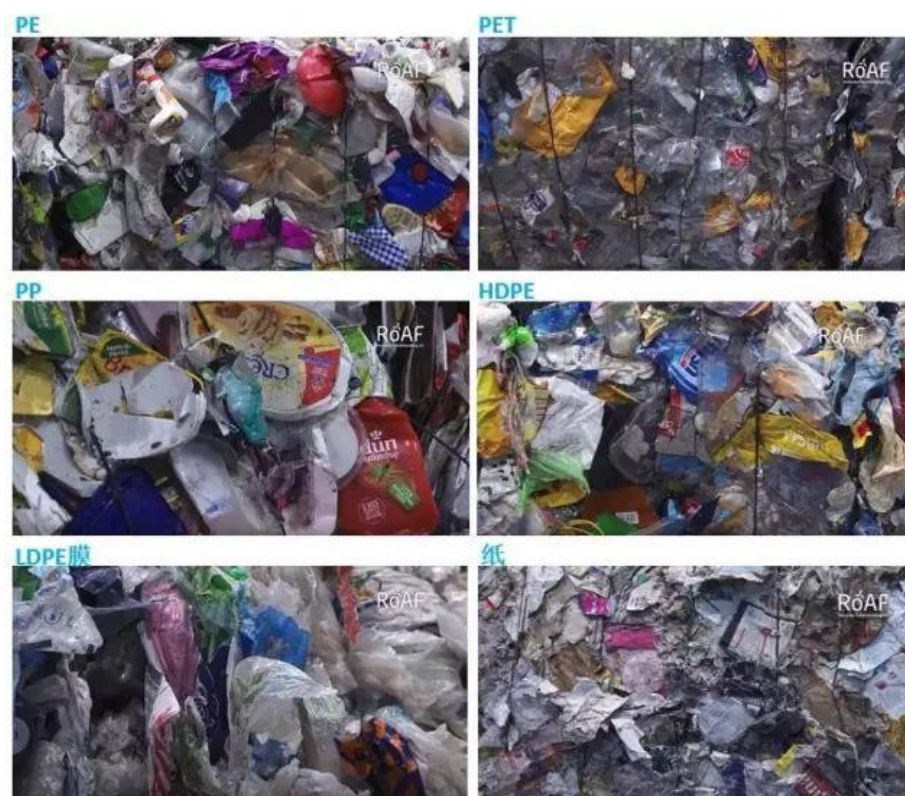


图 3 挪威 RoAF 全自动垃圾分选厂垃圾分选效果

采用案例教学法，引入世界第一座全自动化垃圾分选厂的案例，引导学生

关注科学技术的温度，理解技术的意义在于对人的保护、解放和发展，培养学生的人本意识，鼓励学生立志于为人类的生存、发展和幸福而努力。

在介绍世界第一座全自动化垃圾分选厂案例时加入国内垃圾分选领域的相关内容。1994 年利用世界银行贷款和德国政府赠款，北京建设了小武基、马家楼 2 个生活垃圾细分选生产线。经过 30 年的发展，我国分类垃圾精分选的概念工程已经完成，部分高新技术设备已经有了示范。国内固废处理“小巨人”企业斯瑞德环保科技，经过多年的市场深耕与研发，推出了“碎更细、分更快、选更准”的全新技术理念，开发出了一套集成化、模块化的生活垃圾分选处理系统。该系统采用多项新颖的生活垃圾处理技术，如自动化破碎、筛分，风选，磁选，智能 AI 技术分选。它们将生活垃圾中的金属、重物质、可再生塑料等等分选出来，便于后续的资源化利用。此外，我国还研发了生活垃圾高光谱成像技术、基于 AI 和光电融合的智能分选、近红外线—超光谱成像识别分选技术等。随着我国生活垃圾分类投放的展开，未来精分选技术还有更大应用空间。



图 4 我国斯瑞德环保科技公司高效分选设备



图 5 我国斯瑞德环保科技公司物料产出效果



图 6 走向海外的广东弓叶科技有限公司垃圾分选设备

通过案例和国内垃圾分选领域的发展动态的分析介绍，引导学生认识技术是不断发展的，知识是不断更新的，要探索未知、勇攀科学高峰，要重视实践创新，建立工程思维，在实践中总结凝练相关技术要求，不断改进和丰富已有的技术框架。

分析
评价

采用案例教学法，引入世界第一座全自动化垃圾分选厂的案例，引导学生关注科学技术的温度，理解技术的意义在于对人的保护、解放和发展，培养学生的人本意识，鼓励学生立志于为人类的生存、发展和幸福而努力。该案例具体详实，有助于培养学生在实践中看到需求并从需求出发不断进取的意识。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-044
案例标题	破碎机的进化史
案例来源	团队原创
内容简介	学习破碎机的发展史，引导学生理解生产实践和科学技术的关系，培养学生的科学素养。以我国的破碎机的发展和现实情况，增强学生的文化自信，帮助学生树立从事科学研究推动我国科技进步的远大理想。
关键词	破碎机；发展历史
编写时间	2024-5-21
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	文化自信、科学素养、家国情怀
素材长度	2449
案例正文	破碎机，是固体废物资源化利用预处理过程中用到的设备，可将物料破碎到合适力度，以便进一步回收利用。随着人类社会的进步和发展，破碎机经历了从手工到蒸汽时代，再到机械智能化的演变过程。 在中国，公元前两千多年就出现了最简单的粉碎工具——杵臼。杵臼进一步演变为公元前 200～前 100 年的脚踏碓。这些工具运用了杠杆原理，初步具备了破碎机械的雏形，不过，它们的粉碎动作仍是间歇的。  图 1 我国石器时代的杵臼



图 2 古代生产劳作用的脚踏碓

最早采用连续粉碎动作的破碎机械是公元前四世纪由公输班发明的畜力磨，另一种采用连续粉碎动作的破碎机械是辊碾，它的出现时期稍晚于磨，公元二百年之后，中国杜预等人在脚踏碓和畜力磨的基础上研制出了以水力为原动力的连机水碓、连二水磨、水转连磨等，把生产效率提高到一个新的水平，这些机械除用于谷物加工外，还扩展到其他物料的粉碎作业上。

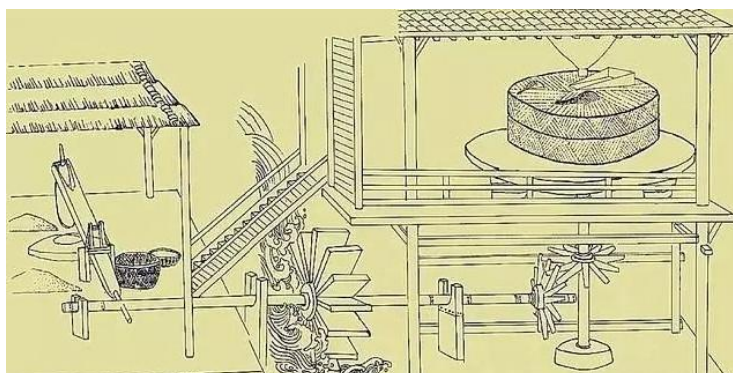


图 3 宋朝时期的水转连磨开始利用水力作为粉碎的动能

我国的破碎设备出现较早，是我国劳动人民智慧的结晶，**激发学生对我国民族智慧的认同，建立文化自信和民族自豪感。**

到了十九世纪末期，世界上所有国家对于物料破碎筛分工作仍是采用原始手工模式，这是美国宾夕法尼亚州一家煤矿中的破碎机男孩，照片是摄影师 **Lewis Hine** 于 1909 年记录美国童工的生存现状时拍摄的。破碎机男孩的工作主要是将煤切成小块，而后将尺寸一样的煤块进行分类，而后去掉杂质，筛选出煤，照片反映了当时物料破碎筛分的生产方式。



图 4 简易的煤矿破碎机上坐着十几位男孩童工

随着社会科技进步的发展，手工对物料进行破碎筛分工作已经远远不能满足生产需要，人们开始把目光投向机器设备，开始研发用以取代手工劳作的破碎筛分设备。

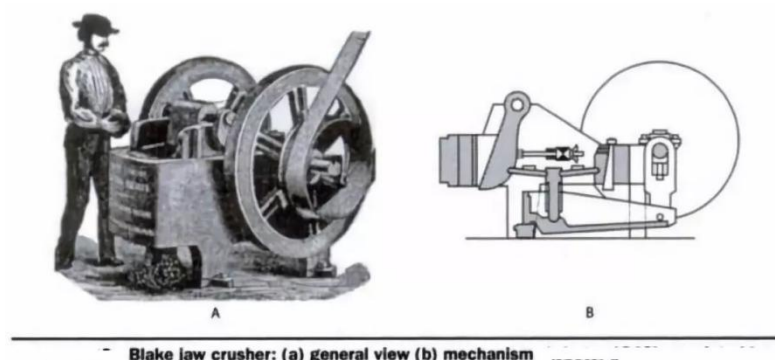


图 5 美国人 E.W.布莱克（Black）设计制造的世界上第一台颚式破碎机

近代的破碎机械是在蒸汽机和电动机等动力机械逐渐完善和推广之后相继创造出来的。1806 年出现了用蒸汽机驱动的辊式破碎机；1858 年，美国的布莱克发明了破碎岩石的颚式破碎机；1878 年美国发明了具有连续破碎动作的旋回破碎机，其生产效率高于作间歇破碎动作的颚式破碎机；1895 年，美国的威廉发明能耗较低的冲击式破碎机。

与此同时，粉磨机械也有了相应的发展，19 世纪初期出现了用途广泛的球磨机；1870 年在球磨机的基础上，发展出排料粒度均匀的棒磨机；1908 年又创制出不用研磨介质的自磨机；二十世纪 30~50 年代，美国和德国相继研制出辊碗磨煤机、辊盘磨煤机等立轴式中速磨煤机。



图 7 2005 年 7 月 2 日奇尔特恩蒸汽拉力赛上的蒸汽时代破碎机

美国人 E.W.布莱克 (Black) 设计制造的第一台颚式破碎机。其结构形式为双肘板式 (简单摆动式) 颚式破碎机, 由于颚式破碎机具有结构简单、制造容易、工作可靠、维护方便、体积和高度较小等优点, 至今仍然被广泛应用于破碎坚硬、中硬、软质矿石和各种物料, 如各种矿石、溶剂、炉渣、建筑石料、大理石等, 通常使用的颚式破碎机大、中型的给料力度可达 1000-2000mm, 其产品粒度可达 20-250mm, 小型破碎机和新型细碎用颚式破碎机所得产品可以更细一些。颚式破碎机即可用于粗碎作业, 也可用于中、细作业, 特别是被用于井下破碎作业和中、小型移动式破碎装置。



图 8 蒸汽拉力赛上的蒸汽时代破碎机

反击式破碎机的发展史可以追溯到 19 世纪 50 年代, 距离世界上第一台颚式破碎机的诞生已经过去了很久, 随着生产力的发展, 颚式破碎机已经不能完全满足破碎技术的需要, 于是, 在颚式破碎机的基础上, 人们又设计出了反击式破碎机。

1924 年，德国人首先研制出了单、双转子两种型号的反击式破碎机，那时的破碎机的结构类似于现代鼠笼型破碎机，因为无论从结构上，还是从工作原理上分析，它都具备反击式破碎机的特点，由于物料需要反复冲击，破碎过程中可以自由无阻排料，但是由于受到给料力度和反击式破碎机的能力的限制，其机型渐渐的转化为了鼠笼型破碎机，应用于中硬以下的细碎。



图 9 还在破碎石头的古老的颚式破碎机

到 1942 年，德国人 **Andreson** 在总结了鼠笼型破碎机的锤式破碎机的结构特性和工作原理基础上，发明了和现代反击式破碎机结构形式类似的 **AP** 系列反击式破碎机。得益于这种反击式破碎机的生产效率比较高，可以处理比较大的物料，以及它在形式结构上比较简单，维修方便，所以，这种反击式破碎机得到了迅速发展。伴随着破碎筛分破碎理论的日益完善和技术的进一步发展，各种各样高性能的反击式破碎机也层出不穷。

这些破碎机械的出现，大大提高了粉碎作业的功效。但是，由于各种物料的粉碎特性互有差异，不同行业对产品的粒度要求也彼此不同，于是又先后创制出按不同工作原理进行粉碎作业的多种破碎机械，如轮碾机、振动磨、涡轮粉碎机、气流粉碎机、风扇磨煤机、砂磨机、胶体磨等。到了 70 年代初期，已制造出每小时产量为 5000 吨、料直径达 2000 毫米的大型旋回破碎机和可将物料磨细到粒度小于 0.01 微米的胶体磨。

同时为了增强破碎机的机动性还开发了轮胎和履带式移动破碎站，其中轮式型的破碎机在美洲比较受欢迎，履带式在欧洲比较受欢迎。其实反击式破碎机在中国的发展比较晚，到上个世纪 50 年代，我国才真正拥有破碎机，所以说，我国的破碎筛分设备大都是 50 年代问世的。在上个世纪 80 年代之前，我国

产的反击式破碎机局限于处理煤和石灰石之类中硬物料，直到八十年代末我国引进 KHD 型硬岩反击式破碎机，填补国内空白，但落后国外二十多年。



图 10 国内的固定破碎筛分生产线

随着科技的发展，我国破碎机械发展至今，已取得了长足的进步。尤其是进入 90 年代以后，破碎机械产销量增长迅速，加入破碎机械生产的企业不断增加，使破碎机械制造企业多达万余家，能够生产 0.5-30t 振动破碎机、4-24t 静碾破碎机和 16-30t 轮胎破碎机等规格品种较为完备齐全的系列产品，基本形成能够自主开发与生产的完整破碎机制造体系，其技术水平与国际先进水平之间的差距正逐步缩小。

学习破碎机的发展历史，引导学生理解破碎机的发展史伴随着生产实践和科学技术的发展而发展的，体会技术创新和发展之路路漫长且艰辛。让学生学会用发展的眼光来看待事物，培养学生的科学素养。我国的破碎机经过了 70 年的发展，取得了长足的进步，与国际先进水平的差异逐渐缩小。激发学生的专业责任感和立志从事科学研究推动我国科技进步的家国情怀。

分析
评价

案例选择、引用正确，符合专业教育要求，案例教学内容能与教学内容融合，有一定的深度与广度，有思政价值引领。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-045
案例标题	钢渣做成“绿色公寓”为鱼儿安新家
案例来源	团队原创
内容简介	学习钢渣制备高强度低碱度人工鱼礁混凝土，帮助学生树立绿色循环发展理念和创新精神，使学生树立整体意识，全面考虑在开展固体废物资源化利用时可能存在的二次污染问题，避免对生态环境造成破坏。
关键词	固废管理技术；减碳
编写时间	2024-3-17
编著者	刘璇、副教授、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新精神、科学思维、科技报国、工匠精神
素材长度	1436
案例正文	钢铁工业是我国国民经济的支柱性产业，在工业现代化进程中发挥着不可替代的作用，钢铁工业属于能源、资源密集型产业，所产生的固体废物约占大宗工业固体废物总量的 13%。 钢渣是炼钢过程中排出的废渣，主要由铁水和废钢中的元素氧化后生成的氧化物、金属炉料带入的杂质、加入的造渣剂和氧化剂、被侵蚀的炉衬及补炉材料等组成。钢渣的产量一般约占粗钢产量的 15%~20%。钢渣呈黑色，外观像水泥熟料，其中夹带部分铁粒,硬度较大,密度为 $1700\sim 2000\text{kg/m}^3$，其成分组成基本稳定。钢渣的主要矿物组成为橄榄石($2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$)、硅酸二钙($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)、硅酸三钙($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$)、铁酸二钙($2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$)及游离氧化钙 CaO 等。钢渣可以制备路基材料 and 生产建筑材料等，还可以制备土壤改良剂，生产人工鱼礁。 人工鱼礁即人为在水域中设置构造物，以改善修复和优化水生生物栖息环境，为鱼类等生物提供索饵、繁殖、生长发育等场所，达到保护、增殖资源和

提高渔获质量和促进海洋生态修复的目的。人工鱼礁海洋生态修复机理是通过人工鱼礁对藻类的吸附作用、鱼礁附着生物的滤食作用、鱼礁区大量生物摄食对赤潮引发因子的抑制作用以及礁体阻碍海底有机物的释放等功能机理，降低水体富营养化程度，起到净化水质与减少赤潮发生的效用。

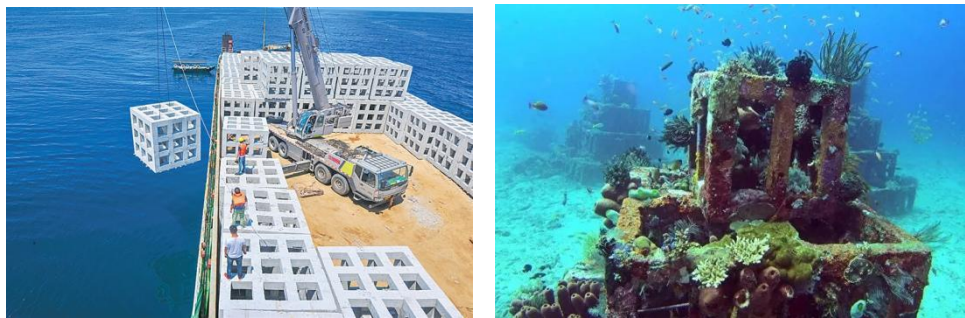


图 1 人工鱼礁

常见固废基混凝土碱性强，pH 值通常大于 13，而海水的 pH 值约为 8.3，由于混凝土中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在海水中的不断溶解，导致礁体表面及附近海水 pH 值大大升高，这种强碱性条件对普通海洋生物的育成具有危害作用。此外，人工鱼礁近年来正在向大体积、大孔洞率、结构复杂的方向发展，使用高强混凝土（C60 以上）制备大体积、大孔洞率的人工鱼礁正是目前人工鱼礁材料研究的前沿，基于此，可采用钢渣制备低碱度高强度人工鱼礁混凝土。

钢渣人工鱼礁混凝土的胶凝材料组成为质量分数：70%矿渣粉、10%钢渣粉、10%水泥熟料和 10%脱硫石膏。胶凝材料的研磨过程是首先进行单独磨细然后再混磨。原料单独磨细的细度为：矿渣粉比表面积 $480 \text{ m}^2/\text{kg}$ 、钢渣粉比表面积 $450 \text{ m}^2/\text{kg}$ 、水泥熟料比表面积 $380 \text{ m}^2/\text{kg}$ 、脱硫石膏比表面积 $350 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。单独磨细的各原料，按照矿渣粉：钢渣粉：熟料：脱硫石膏 70:10:10:10 的配合比再次进行混磨，混磨后胶凝材料的比表面积为 $460 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。

分别选取粒度为 4.75-19 mm、0.088-4.75 mm 的钢尾渣作为鱼礁混凝土的粗、细骨料，其中粗骨料的粒径为 19 mm。聚羧酸减水剂用量为胶凝材料质量的 0.3%，减水剂采用后掺法。钢渣-矿渣基绿色人工鱼礁混凝土配合比设计见表 1。

表 1 钢渣人工鱼礁混凝土配合比

原料	胶凝材料	水	0.088-4.75 mm 钢尾渣	4.75-9.5 mm 钢尾渣	9.5-16 mm 钢尾渣	16-19 mm 钢尾渣	减水剂
(kg/m ³)	544.9	160	847.6	551.3	562.2	217.9	2.17

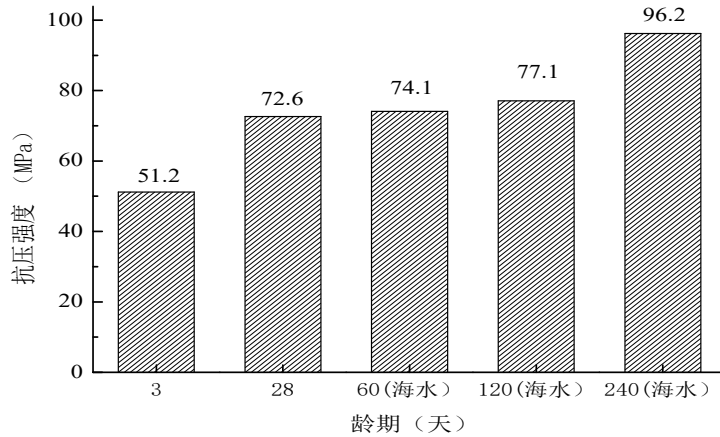


图 2 钢渣-矿渣绿色基人工鱼礁混凝土抗压强度

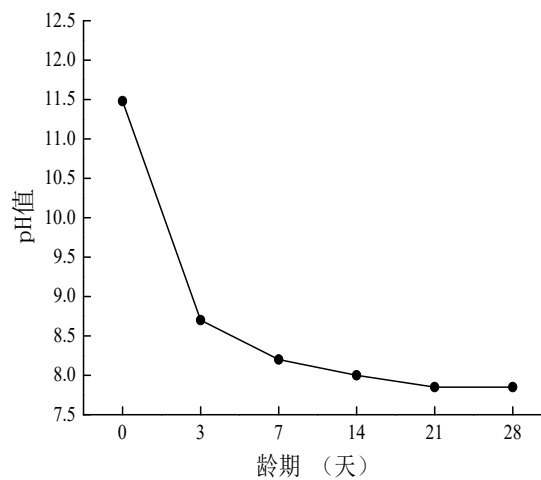


图 3 碳化对钢渣-矿渣基绿色人工鱼礁混凝土表面 pH 值影响

人工鱼礁表面 pH 值如果接近正常海水，有利于藻类的附着及生长。图 3 是钢渣-矿渣基人工鱼礁混凝土经碳化后，其表面 pH 值的变化趋势。由上图可知，该混凝土初始表面 pH 值为 11.5，经过 3 天碳化后，表面 pH 值显著减小，达到了 8.8，由此可见，3 天表面碳化处理对降低钢渣-矿渣基人工鱼礁混凝土表面 pH 效果显著。经过 7 天碳化，混凝土的表面 pH 值即达到了普通海水的 pH 值（8.3）。

	据监测，这种人工渔礁投放三个月后，礁体上就吸附了大量的海洋生物，半年后，对生物的诱集效果更加明显。同时，因其所含的弱碱性，还大大改善海洋日趋酸化的环境。 用钢渣制备高强度低碱度人工鱼礁混凝土，很好地解决了传统混凝土人工鱼礁碱度过高的问题，有效提升了强度，还实现了固体废物的循环利用，可谓一举三得。由此，激发学生的科学思维和学习兴趣，帮助学生正确看待固体废物“废”与“不废”的相对性，树立绿色循环发展观念和生态环境保护意识。同时，提醒学生在开展固体废物资源化利用时也要注意防止二次污染，保护生态环境，促进人与自然和谐共生。
分析评价	案例案例教学内容能够激发学生认知、课程教学目标、有效融入工匠精神、家国情怀、文化自信等内容，体现“全员育人、全程育人、全方位育人”教育理念。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-046
案例标题	磷危机下污泥中磷的回收
案例来源	团队原创
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，培养学生的创新思维和实践能力，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	张甜、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	创新精神、生态理念、循环经济
素材长度	1163
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”的原则出发开展污泥的治理，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，例如污水处理后得到的污泥。那么该怎样把污泥转变成成为有效能源呢？如图 1 所示，污泥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。

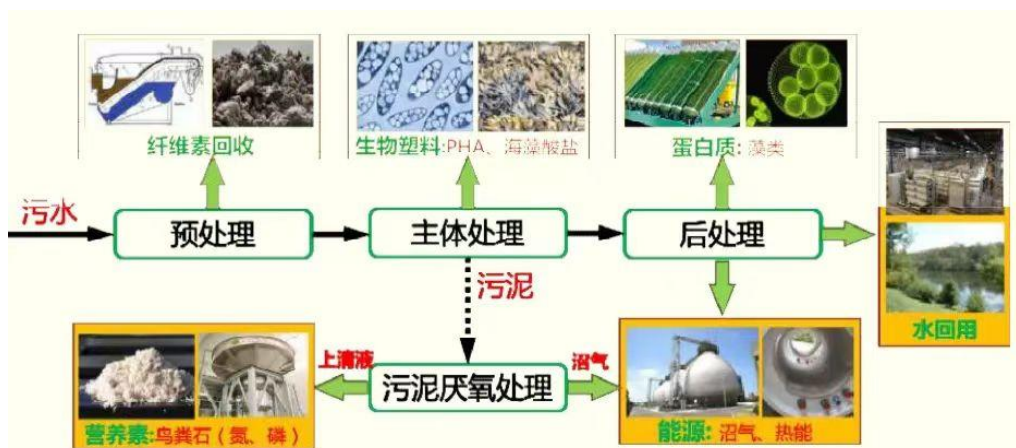


图 1 污水厂的资源回收和能量利用

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环境中磷含量过高而导致水体富营养化这一矛盾。我们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。

在污泥焚烧灰分磷的回收实践中，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⁻、SO₄²⁻)值得回收利用。如果将灰分中阳离子(Al³⁺、Fe³⁺)与卤水中阴离子(Cl⁻、SO₄²⁻)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% 的磷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 Fe³⁺，用原始卤水直接反萃取即可获得 FeCl₃ 混凝剂。(3) 从灰分中去除 Al³⁺ 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 FeCl₃ 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。

	Recovered: 88% P (wt) P₂O₅: 37.1% Soluble P: 60.1% 'Blue' Ca-P (Ca₅(PO₄)₃OH) 'Green' coagulant: FeCl₃ 'Green' coagulant: PAC P-removal: ➢ Green FeCl₃: 15 min: 74%; 20 min: 88% ➢ Commercial FeCl₃: 15 min: 90%; 20 min: 95% Turbidity-removal: ➢ Green FeCl₃: 15 min: 80%; 20 min: 96% ➢ Commercial FeCl₃: 15 min: 92%; 20 min: 99% P-removal: ➢ Green PAC: 15 min: 89%; 20 min: 96% ➢ Commercial PAC: 15 min: 93%; 20 min: 98% Turbidity-removal: ➢ Green PAC: 15 min: 91%; 20 min: 98% ➢ Commercial PAC: 15 min: 95%; 20 min: 99%
分析评价	案例教学内容能够激发学生认知、情感和行为对马克思主义基本观点的认同，能够帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观，使学生有获得感。
评价者	刘明 教授 商洛学院

案例编号	20054203-047
案例标题	光能驱动，环境净化——光催化去除重金属
案例来源	团队原创
内容简介	通过对光催化材料在铬渣污染治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
编写时间	2023-5-15
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字，图片
育人主题	创新精神、科学思维、生态理念
素材长度	1819
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。

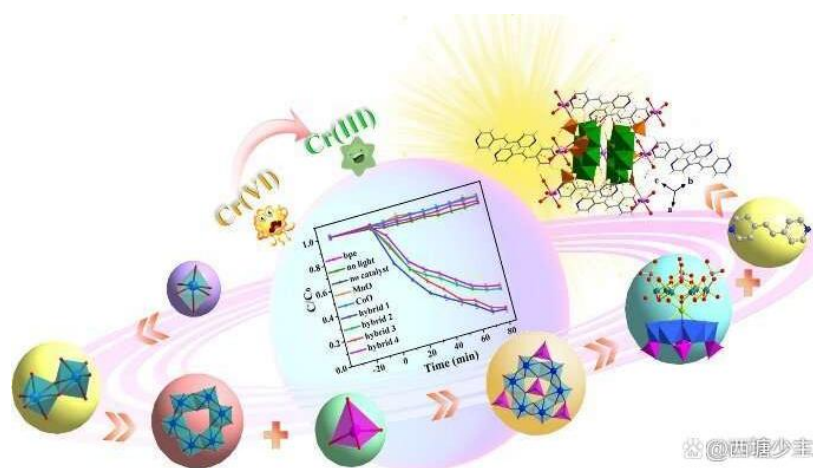


图 2 光催化六价铬还原

铬渣即铬浸出渣，是冶金和化工企业在金属铬和铬盐生产过程中，由浸滤工序滤出的不溶于水的固体废弃物，铬的毒性与其存在的形态有关，铬化合物中六价铬[Cr(VI)]毒性最剧烈，具有强氧化性和体膜透过能力，对人体的消化道、呼吸道、皮肤、黏膜及内脏都有危害。铬的化合物还有致癌作用，六价铬在酸性介

质中易被有机物还原成三价铬[Cr(III)]，三价铬在浓度较低的情况下毒性较小。

六价铬具有高致癌性和致畸性,如果处理不当,很容易引起土壤和水体污染,进入食物链进一步危害我们人类健康。光催化技术是一种有吸引力的解决方案,用于还原铬渣中的六价铬,因为它具有可持续性、成本效益和环保性。

TiO₂ 光催化技术由于在污染土壤修复中具有高效、操作简便、费用低、无二次污染等优点引起了许多学者的关注。TiO₂ 吸收光子后,价带上的电子被激活,跃过带隙,进入导带,同时在价带上产生空穴。光生电子和空穴可以与吸附在颗粒表面的供体/受体发生氧化/还原反应。依据反应体系的条件,受体可以是质子、水、溶解氧或金属离子。当受体是体系中具有适宜电位的金属离子时,该金属离子接受电子还原成低价态的离子或原子,水或其他有机物则被价带上的空穴氧化。能带理论认为,任何一种金属离子,只要其还原电位比半导体的导带电位(-0.3eV)更正,就有可能从导带上获得激发电子而被还原。

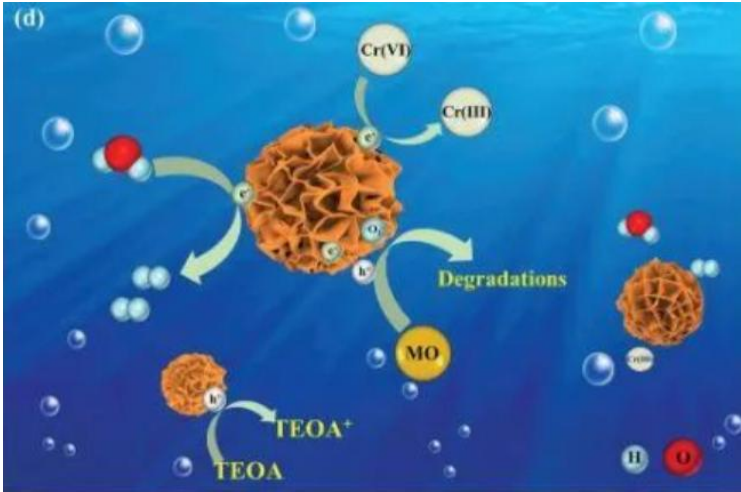


图 3 光催化电子空穴转移机理

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)。

光催化修复土壤污染物与水和大气污染的修复相比是一个更复杂的多相反应。光催化修复污染物后的迁移转化规律、光生载流子的移动和再复合的规律、

	催化降解有机物的活性与有机物分子结构的关系、催化降解有机物的动力学、催化还原重金属离子的价态转变规律等都还需要深入的研究。另外，需要进一步拓展光催化修复 Cr(VI)污染场所的研究范围。 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	案例教学内容能够激发学生认知、情感和行为对马克思主义基本观点的认同，能够帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观，使学生有获得感。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-048
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	团队原创
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，增强文化自信，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。
关键词	污泥处理；污泥焚烧
编写时间	2024-4-20
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片
育人主题	文化自信、生态理念、拼搏精神
素材长度	1407
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。

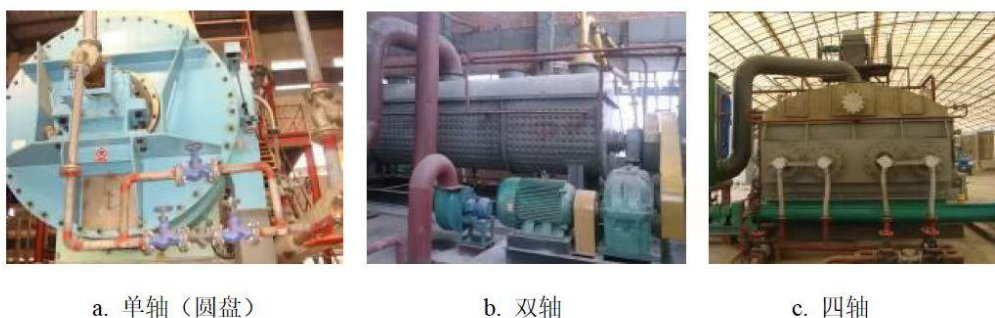


图 2 不同容量的螺旋回转式干化机

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℃，0.4-0.6 MPa 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，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

案例选择、引用正确，符合专业教育要求，案例教学内容能与教学内容相融合，有一定的深度与广度，有思政价值引领。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-049
案例标题	绿色发展赋能乡村振兴，全国乡村振兴风云人物——中国工程院院士陈勇
案例来源	团队原创
内容简介	介绍 2018 年度全国乡村振兴风云人物——中国工程院陈勇院士“开展固废资源化利用 助力乡村振兴”的先进事迹，弘扬科学家精神，激发学生对科研的热情和专业的热爱，传承老一辈科学家的家国情怀，增强文化自信。
关键词	有机固体废弃物资源化；生物质能利用；美丽乡村建设
编写时间	2024-2-17
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	文化自信、科学家精神、家国情怀
素材长度	2962
案例正文	中国工程院院士，能源与环境工程技术专家。中国科协常委，中科院广州分院、广州能源研究所研究员，国家能源投资集团有限公司新能源与环保领域首席科学家。 一、学以致用，勇担大任 在美丽的扬子江畔，陈勇院士度过了儿童和少年时代。高中毕业后，他成为汽车修理厂的钳工。1978 年恢复高考后，陈勇考入南京化工学院并留校任教。一次偶然的机缘，让陈勇得以东渡日本深造，并由开始的访问学者转为攻读硕士进而博士学位。在产生过诺贝尔奖获得者的名古屋大学，他翻开了人生的另一页。 中国乃用煤大国。上世纪 90 年代初，陈勇听从导师建议，选择了煤科学研究方向。1993 年取得博士学位后，作为优秀学生的他又一次留校任教，并以城市固体废物的综合利用为研究方向。陈勇知道，中国作为发展中国家，随着经济的发展，城市固体废物成分和处理方式都在不断变化。这里面有很多科学和

技术问题，符合中国社会的经济发展需要。他先后在洁净煤和城市固体废弃物两个研究方向做出过探索，而后者是世界性难题，因此也更富有挑战性。

留学期间，陈勇孜孜不倦地学习、求知、探索，并且学有所成。对此，导师予以高度评价，学校也多方挽留。**科学无国界，但科学家有祖国。**博士毕业后，陈勇一直在寻求回国的机会，几乎每年都利用各种学术交流拜访相关大学和科研机构，探讨回国工作的问题。就在回国问题一筹莫展时，他得知了中科院推出的“百人计划”。这成为改变他人生的又一转折点。随后，陈勇来到位于珠江之畔的中科院广州能源所。

1995 年，陈勇第一次应约到广州能源所答辩时，当时破烂不堪的研究所与他想象中的情况相差甚远。不过，研究所领导的坦荡、热情和评委的高度评价使他刻骨铭心。再加上看到在这么差的条件下国内科学家仍在为科学事业奋斗，**陈勇意识到物质条件虽差，但存在的困难可能正是发挥自己能力的所在。**最终，陈勇成为广州能源所的“百人计划”入选者，并于 1996 年到位后马上进入角色。在头两年的时间里，他学以致用，在广州能源所建立了洁净能源研究室，表现了出色的组织能力。广东的能源事业需要大的发展，未来的能源所需要强有力的带头人，老所长和党委书记对这位青年人刮目相看。

二、潜心科研，成绩斐然

陈勇院士长期从事有机固体废物能源化与资源化利用技术、生物质能利用技术与开发，实现生活垃圾、畜禽粪便、农林废物的能源化与资源化高值利用。他还为挖掘以废弃物为基本物质的“城镇矿山”进行了积极探索，取得了一系列创新性应用成果。如，提出了“城乡矿山”和“城乡矿山云”理念；建立了“农村代谢共生产业”新模式；创建了“副产物控制的清洁生产机制”；创建了“基于能量流、物质流、环境流、经济流的全生命周期分析方法”；参与能源战略和生态文明建设战略咨询研究。先后获得国家科技进步奖二等奖 2 项，广东省科技进步奖一等奖 2 项、二等奖 2 项，2002 年获得第四届全国优秀环境科技工作者荣誉称号；2012 年获何梁何利科技进步奖；2013 年获得广东省劳动模范。陈勇主持欧盟框架计划、国家攻关、国家 973、科技奥运等项目近 50 项，主编《固体废物能源利用》、《中国至 2050 年能源发展路线图》等著作 7 部，参编著作 11 部。发表论文 260 多篇；申请专利 40 件、授权 15 件。

三、创新农村，代谢共生

习近平总书记指出：全面建成小康社会最艰巨最繁重的任务在农村，特别是在贫困地区。李克强总理强调：要深入推进农村人居环境整治，建设既有现代文明、又具田园风光的美丽乡村。对此，陈勇院士深有共鸣。陈勇指出，建设美丽乡村是当前和今后一个时期农村工作的重点任务和重要目标，是全面建成小康社会的关键，必须进行顶层设计，创新发展农村代谢共生产业，引入现代工业化手段、资本和 PPP 模式，出台相应的鼓励和支持政策，在科技、人才、用地、金融等方面给予优先支持，实现农村能源与环境、资源、经济协同发展。

“农村在养殖、种植和生活过程中代谢出大量的废弃物，如畜禽粪便、秸秆、谷壳、枯枝落叶、生活垃圾等，带来严重的面源污染，造成生态环境的严重破坏。”陈勇表示，传统的单一废弃物处置模式存在成本高、效率低、资源浪费大等系列问题，通过各种农村废物的协同处置，实现各类技术高度集约化，不仅降低了处置成本，同时增强各种废物在处置过程的互补性，产出绿色热、电、肥、饲料等系列高值化产品，其中热、电用于生产生活，饲料用于养殖体系，肥料用于饲料作物、果蔬、能源作物的种植。

陈勇指出，通过区域内各种生产生活过程的代谢产物的共生，实现各类有机废物的能源化与资源化利用，形成农村新兴产业链和产业集群，从而构建生产-生活-生态-生命（人）一体化协调发展的“四位一体”的农村发展模式。2015年9月，陈勇院士团队将其院士工作站建到了最基层，与广东省揭阳市揭东区润丰生猪养殖专业合作社携手共建“美丽乡村”院士工作站，致力于改善农村生态环境，助力美丽乡村建设。

陈勇介绍，“美丽乡村”院士工作站成立以来，实现了政、产、学、研、用、金的紧密结合，创新性的提出“猪地产”、“猪物业”、“种养一体化”等新模式，设计了农村代谢共生产业园，在解决散户饲养过程中畜禽粪便处置难、抗生素使用监管难、病死畜禽随意弃置等问题的同时，将农林废物、农村生活垃圾、畜禽粪便等的治理和利用与现代能源、化工结合，大幅度提高现代农业的附加值。



图 1 陈勇院士赴基层开展工作

陈勇希望通过自己建立在最基层的“美丽乡村”院士工作站，用创新的理念、高新的技术解决农村废物处理难题，实现其变废为宝，进而将这方面的创新技术进一步系统化，为建设具有中国特色的美丽乡村之路做出示范。

四、注重创新，培养人才

陈勇院士注重创新，他指出中国正处在战略机遇期，只有创新才是迎接挑战的唯一出路。他引用习近平总书记在视察广东时的重要讲话“要有骨气和志气，加快增强自主创新的能力和实力”，勉励广大师生在科研道路上积极进取、勇于创新，不断促进科研工作跨上更高的台阶。

陈勇从四个方面诠释了创新的重要意义：创新驱动发展战略，创新就在身边，人才实施创新驱动，创新改变能源、改善环境。他从直线思维和开环思维可能带来影响创新的问题讲起，鼓励大家积极学习环形思维和闭环思维的方法，要通过现象看本质，发展循环经济。他以牙签、房卡套、网兜等例子指出**创新**就在我们身边，关键是有无创新理念、创新精神、创新文化、创新平台，要敢于挑战未知，从事有难度和挑战的工作，勇攀科学高峰。他指出，驱动创新的主体是人才，人只有加强自我修养才能成才，并以许多励志的古诗、名句、名言与大家分享。

陈勇还结合自身科研背景说起了“绿色能源”“城乡矿山”这些创新理念，指出发展绿色能源是社会发展的必然趋势。他讲述了“无废社会”战略的创新理念的內

涵，并在探索“无废社会”建设路径上提出发展“城乡矿山”、实施乡村振兴战略、科学分类和管理生活垃圾问题、发展副产物控制的清洁生产方式等方面的具体措施和方法。他借鉴物理学的熵增理论，强调了法制和约束的重要性，指出习惯的形成不仅要靠教育，也要依靠法律、制度、公约以及手段的创新。



图 2 陈勇院士讲座

正如首届“全国乡村振兴风云人物”颁奖大会上陈院士的颁奖词：他，是一位院士，城乡矿山理念的提出者；他，是农村“代谢共生产业园”模式的构建者，是“乡村振兴战略的践行者”；他，以他的科研成果应用在他深深眷恋的乡村大地上，为实现“两个一百年”的奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦燃烧着！



图 3 2018 年全国乡村振兴风云人物颁奖大会

分析评价	本案例通过介绍 2018 年度全国乡村振兴风云人物——中国工程院陈勇院士“开展固废资源化利用 助力乡村振兴”的先进事迹，旨在弘扬科学家精神，该案例有助于激发学生对科研的热情和专业的热爱，传承老一辈科学家的家国情怀，踌躇满志、科技报国。
评价者	刘明宝 教授 商洛学院

案例编号	20054203-050
案例标题	智能料场数字化技术加速含铁尘泥“点石成金”
案例来源	团队原创
内容简介	大数据和物联网为固废资源化利用项目的智能运行带来新机遇。通过引入武钢含铁尘泥资源化利用智能料场的案例，激发科学思维，增强社会责任感，引导学生不断探索和学习新技术，推动固废处理处置和资源化利用技术革新。
关键词	含铁尘泥；资源化利用；智能料场
编写时间	2024-2-24
编著者	侯小洁、讲师、化材学院
素材形式	文字、图片、视频
育人主题	科学思维、社会责任感
素材长度	1079
案例正文	在钢铁生产的各大工序中，均有大量的粉尘、污泥产生，其总量要占到企业钢产量的 4-7 %（含铁尘泥约到几十万吨/年）。对于武钢而言，固废不出厂，发展循环经济，节能减排是面临的一个重要课题，转底炉直接还原法可处理含铁锌尘泥，就是一种较为理想的新工艺。 基于此，武钢开发了含铁尘泥资源化再生装置（转底炉）项目，可实现对武钢青山基地产生的高炉瓦斯泥、炼钢污泥、中性污泥、高炉 TRT 灰、高炉瓦斯灰、炼钢除尘灰等约 37.9 万吨/年含铁锌尘泥进行资源化再生处理，处理成果产生的 26 万吨/年的金属化球团作为原料再返回至炼铁、炼钢等工序，实现了资源化循环利用和固废不出厂的双目标。 在转底炉生产的整个工艺流程中，污泥原料供应的堆场是衔接上下游工艺的关键环节。但是堆场来料种类繁多，且部分来料粉尘大，给污泥堆场的作业带来了很大困难，比如作业工人视野不清、作业效率低下、粉尘吸入影响工人健康等多种问题。基于此，深圳市汇川技术股份有限公司采用数字化技术提出

了能够完美衔接上下游工艺环节的系统化智能料场综合解决方案。

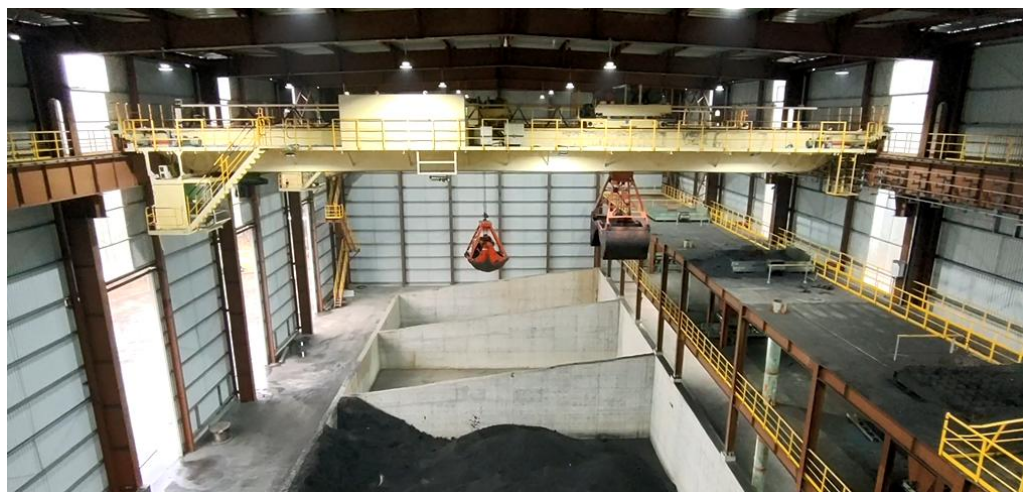


图 1 固废再生装置智能料场系统

上游对来料车辆进行自动式触发请求管理，保障车辆进入无人化堆场作业安全有序；本环节实现堆场全流程无人化自动作业，自动清理卸料口、自动倒料打堆、自动上料、实时盘库更新料堆三维模型，保障多品种物料存储与转运高效及时；下游对生产任务请求积极响应，并兼顾对出料设备的异常检测与预警，保障配料输送即时可靠。

基于 3D 扫描的堆场三维模型，并采用遗传算法智能决策取放料点位，配合自动控制程序实现抓斗起重机精准快速执行，提高堆场内作业效率 30%。

整套堆场采用自动化起重机作业方案，可根据“上位机决策系统”对两台智

能起重机任务规划，自动排单、自动调度、自动控制运行，完成各类作业任务，



真正实现了现场无人化作业。

图 2 自动门禁系统

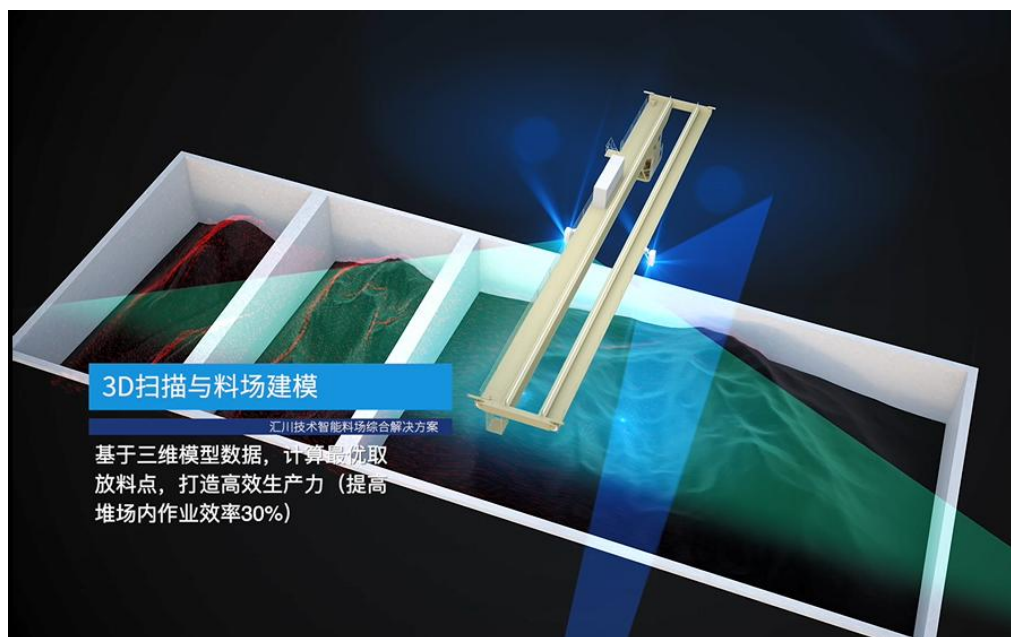


图 3 基于 3D 扫描的堆场三维模型

采用智能料场，将污泥堆场涉及的所有信息汇集至上位机管理、监控、并满足向上级系统开放，通过数据库、上位机管理软件、视频监控系统、类数字孪生等多种技术手段，实现了智能制造这一课题在冶金行业铁前工艺新的技术突破。



图 4 起重机自动作业系统

武钢智能料场，是武钢发展循环经济，实行清洁化生产的生动实践，投用后生产效率提高 30%以上，大幅提升了料场管理的精细化、决策的智能化。

通过列举案例，激发学生的学习兴趣，让学生了解了解大数据和物联网技术为固废智能化管理带来的新机遇，让学生对专业的未来充满信心。鼓励学生要不断探索和学习新技术，推动固废处理处置和资源化利用技术革新，激发学生的专业责任感，帮助树立正确就业观，让学生积极投身固废资源化利用事业。

分析
评价

引入武钢含铁尘泥资源化利用智能料场的案例，增强学生的专业自信，引导学生担当作为。课程思政点，切入巧妙，润物无声，达到了育人的目的。

评价者

刘明宝 教授 商洛学院