

产业园区减污降碳协同增效的有益实践

——台州湾经开区的危废就地处置耦合利用启示

于之的

(生态环境部对外合作与交流中心, 北京 100035)

摘要: 化工产业园区发挥污染处置集约化规模化降碳化资源优势, 在污染减排、综合利用、变废为宝、扩绿增长等方面具有内生动力与辐射外部的协同增效空间, 文章深入分析台州湾经济技术开发区立足医药化工产业园绿色发展实际, 开展污染废物危险废物的低碳资源化循环利用实践及其成效, 旨在为同类园区和企业因地制宜协同推进减污降碳扩绿增长提供耦合思路, 引导工业园区在国内国际绿色产业转型升级博弈中增强绿色发展底色, 夯实能源资源再生利用底气, 提升园区产业集群绿色信用价值, 助力国家和地方绿色高质量发展。

关键词: 化工园区; 减污降碳; 绿色增长; 台州湾经开区

中图分类号: X322

文献标志码: A

DOI: 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.202304060

Synergistic effect of reduction of pollution and carbon emissions in industrial parks

——Enlightenment on the coupling utilization of hazardous waste disposal in Taizhou Bay Economic Development Zone

YU Zhidi

(Foreign Environmental Cooperation Center, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100035, China)

Abstract: Chemical industrial parks leveraged the advantages of pollution control, scaled reduction of carbon emissions and resource optimization, possessed inherent synergistic potentials in pollution reduction, comprehensive utilization, waste-to-value conversion, and green growth. Based on the green development of the pharmaceutical and chemical industry park, an in-depth analysis of the practice and effectiveness of a low-carbon resource utilization of pollution waste and hazardous waste in the Taizhou Bay Economic and Technological Development Zone was provided. The aim is to provide a coupling strategy for similar parks and enterprises to collaboratively promote the reduction of pollution and carbon emissions, green expansion and growth according to local conditions. It guides industrial parks to enhance their basis for a green development in the domestic and international green industry transformation and upgrade competition, consolidate the confidence in the recycling of energy and resources, enhance the green credit value of industrial clusters in the park, and contribute to the high-quality green development at the national and local levels.

Keywords: chemical industrial park; reduction of pollution and carbon emission; green growth; Taizhou Bay Economic Development Zone

CLC number: X322

党的二十大报告提出, 推动绿色发展, 促进人与自然和谐共生, 要统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化, 协同推进降碳、减污、扩绿、增长^[1], 这为重点行业加快转型升级, 实现高质量发展指明了方向。2023年全国“两会”期间, 生态环境部部长黄润秋在部长通道答记者问时指出, 必须认真落实党的二十大精神, 生态环境部将统筹推进降碳、减污、扩绿、增长, 持续推进人与

自然和谐共生的中国式现代化建设^[2]。在国家碳达峰、碳中和“1+N”政策体系中^[3], 生态环境部等七部门联合印发《减污降碳协同增效实施方案》^[4-5], 鼓励行业、地方、园区、企业等多层面开展实践创新和试点示范。

作为关系国计民生的重点行业, 化工行业在国内外产业链、供应链、价值链的绿色重组和转型升级领域影响深远、举足轻重, 产业园区集聚生产要

收稿日期: 2023-04-20 录用日期: 2023-06-02

作者简介: 于之的(1972—), 男, 高级工程师。研究方向: 环境科学与工程、生物多样性、环境社会治理、“双碳”政策与环境信用。E-mail: yu.zhidi@fecomee.org.cn

引用格式: 于之的. 产业园区减污降碳协同增效的有益实践——台州湾经开区的危废就地处置耦合利用启示[J]. 环境保护科学, 2023, 49(3): 27-30.

素等资源,发挥污染处置集约化规模化降碳化资源优势,主动释放污染减排、综合利用、变废为宝、扩绿增长等方面的内生动力与发挥外部辐射带动作用,在协同推进减污降碳扩绿增长上创新实践,以自身转型升级带动产业链上下游其他行业和地方形成绿色低碳发展的系统合力与良性循环,既是新命题,也是新考验。

台州湾经济技术开发区 2021 年 6 月升级为国家级开发区,由医药化工产业园、汽车及高端装备产业园、新材料产业园组成,其中环境风险和污染压力最大的医药化工产业园,前身是 1999 年在杜桥设立的沿海化工园区,2001 年 8 月又经原国家计委、经贸委批准设立浙江省化学原料药基地临海园区,规划面积为 18.34 km²。目前建成区面积约 11 km²,共入驻医药化工企业 58 家,已投产 49 家,包括规上企业 40 家,有 23 家医药化工企业是上市公司或控股子公司,4 家企业列入拟上市公司,作为国内医药生产集中程度最高的园区之一,这里形成了“中间体—原料药—制剂”的完整产业链,在产 20 大类医药化学原料药。一方面,在抗心血管类、抗抑郁症类、降糖类、抗病毒类、驱虫类等多领域药物的研发和生产上能力突出,2021 年,医化产业园实现产值 253.4 亿元,同比增长 18.7%。另一方面,园区随之每年都产生的数万吨废盐和蒸馏废液废渣等成为制约园区绿色发展的硬骨头。如作为危险废物的废盐,其主要成分包括:各类混盐(约 50% 氯化钠、20% 硫酸钠、5% 溴化钠),有机物 20%,水分 5%。以往的处置方式是运往本市或外省的危废填埋场作填埋处理。(1)处置容量有限不可持续,台州当地仅有 1 家危废填埋场且填埋库容只够满足园区 2 年的废盐处置需要,而且根据去年出台的《浙江省危险废物“趋零填埋”三年攻坚行动方案》(浙环函〔2022〕243 号)要求,浙江省将不再新建危废填埋场,届时园区废盐的本地处置将不可持续;(2)这种刚性填埋场存在占用土地资源多,还可能渗透污染地下水等环境安全风险;(3)运往省外处置不仅成本大幅提升,长途运输还可能出现交通事故并对沿途流域区域生态环境安全存在外溢风险隐患,按平均一车运 30 t 废盐来计算,2 万吨的废盐需要运输 667 车,每车泄漏 1%,也将造成 200 t 危险废物的泄漏风险。

1 就地处置、耦合提效、化害为利

化工行业是环境风险、环境影响和敏感性突出

的行业,西方工业化、现代化的进程伴随着人造化学物质和化工污染物的无限度开发应用与环境释放,上百年来使大量毒害人类健康和生态环境而不可降解的持久性有机污染物等危险化学品遍布全球环境,先污染后治理造成的碳排放等生态环境代价远远高于其当初生产使用的短期收益,造成的环境损害却长期贻害生态系统安全和人类健康。因此,化工产业园区响应“双碳”目标要求,必须将降碳与深入打好污染防治攻坚战同频共振,协同共赢,通过减污降碳协同增效。

台州湾经济技术开发区立足医药化工产业园绿色发展实际,针对相关企业每年产生数万吨废盐而传统填埋方式面临存量有限、增量不再、成本高企等难题,园区对症下药,开发建设了危废废盐综合利用、危废焚烧的高温烟气预热回收这两个项目,通过两步耦合,因地制宜化害为利。第一步,改外送处置为就地处置,改危废填埋为利用园区优势工业化处理并变废为宝就地消纳就成为废盐处置的最佳选择,使每年几万吨的废盐处置转化为园区企业生产必需的优质工业盐原料,在做好外购工业盐原料与外送废盐处置两个降碳减污“减法”的同时,还可同步实现两个绿色节支增效附加值的“加法”。第二步,将废盐处置过程中通过多级碳化工艺从废盐混合物中成功去除的有机物所形成的高温废气,导入烟气预热回收利用装置,与园区企业产生的蒸馏有机废液废渣共同焚烧处置,而余热利用产生的蒸汽和水正是企业蒸馏生产所必需的资源,从而保障回收利用的自产自销。

由此,园区不仅有效发挥自身工业化园区在就地处置、工业化处置和就地资源价值转化方面的绿色潜能,变废为宝、循环利用;还为园区进一步夯实发展基础绿色底色、提升发展质量和效益空间打开了传统桎梏和堵点,从而为实现降碳减污扩绿增长的协同增效奠定了基础,也为更多企业和园区开展相关实践提供了启示。

2 两个项目的具体工艺流程与效能

作为新升级为国家级经济技术开发区,医药化工产业园紧扣制约绿色发展的突出污染问题打好降碳减污协同推进的主动仗。一是聚焦园区及周边地区每年 2 万吨的废盐污染物如何集中处置、变废为宝,实施了废盐综合利用项目;二是聚焦园区每年 3 万吨以制药蒸馏废渣废液为主的有机危险废物的减量化资源化无害化处置需要,开展了危险

废物焚烧的烟气余热回收利用项目。

2.1 废盐综合利用项目

针对医药化工产业园及其周边地区工业企业产生的废盐污染物，园区果断投资1亿元，2022年建设完成了2万吨/年废盐资源化利用项目，采用“多级碳化+膜精制处理+冷冻分盐+余热回收”工艺，有效提升工业化规模化处置效能。(1)多级碳化工艺：引入冶金炉的高效连续处理技术，预处理干燥后的废盐进入多级碳化炉，在无氧及缺氧条件下使有机物碳化，彻底去除工业废盐中的大分子与长碳链有机物，处理后的固体盐 $\text{TOC} \leq 50 \text{ mg/kg}$ ；(2)膜精制：将碳化后的固体盐进行溶解后，通过陶瓷硅碳化膜过滤分离后，再加入药剂进行精制除杂，去除重金属等杂质并进一步降低有机物含量，调节出精制盐水；(3)冷冻蒸发分盐：除杂后的精制盐水进入冷冻蒸发系统，通过冷冻结晶器-多效蒸发器-多效蒸发器的系统循环交替生产，将氯化钠、硫酸钠等工业盐进行分离，最终制备出满足《再生工业盐》《无水硫酸钠》标准的工业盐产品，处理后的盐 $\text{TOC} \leq 10 \text{ mg/kg}$ ；(4)将项目产生的高温废气通过焚烧系统余热锅炉进行余热回收，回收后生产出的蒸汽供全厂蒸发器使用。

该项目采用的废盐资源化综合利用技术，在临海A公司与中科院合作研发的废盐微波碳化技术基础上，与东北大学合作进行装备制造，通过江苏盐城、重庆等地产业化试验加以完善。有效破解了传统焚烧技术因在处理废盐时无法精准控制温度和焚烧氧含量，容易让其中的氯化钠、硫酸钠等盐熔融结焦，从而导致设备无法稳定运行、无法生产出合格产品及有机物去除不彻底等难点。“变废为宝”将危废废盐中的有机物通过碳化热解进行去除，同时通过盐硝热分离技术将其中的氯化钠、硫酸钠、溴化钠进行分离提纯，生产出相对应满足国家/行业标准的工业盐产品，让危废变成符合标准的工业盐产品并用于园区企业替代外购原料生产。仅对危废处理再生的工业盐产品用于园区企业替代外购原料生产这一项，园区节能产生的相对碳减排量就超过5000 t/a，因为该项目将2万 t/年废盐再生为工业盐产品，避免了该部分工业盐进行生产采购，故减少了该部分工业盐进行生产的能耗。即相应工业盐生产的年耗电量为4172000 kW·h，折算碳排放量2424 t；年蒸汽用量44459 t，折算碳排放量8637 t；合计碳排放量在11061 t。而该项目将废盐综合利用的年耗电量为1000万 kW·h，折算

为碳排放5810 t。两项相抵降碳达5251 t/a。

通过废盐资源化利用，直接减少了每年2万吨危废污染物，从根本上解决废盐处置问题；避免了以往通过填埋方式对土地资源的消耗和可能造成的地下水污染风险；避免外委填埋转移发生泄漏等环境风险；传统焚烧技术焚烧温度在750℃以上，本项目通过多级碳化，将温度控制在350和650℃等不同区间，减少了热能消耗；项目所消耗的水资源全部进行中水回用，不额外增加用水；碳化产生的高温烟气通过余热锅炉将热能进行回收，产生出蒸汽给厂区自用，节省了蒸汽外购使用，降低了能源消耗，进一步实现节能减排。实现资源循环，将2万吨废盐污染物再生为工业盐产品，通过变废为宝，实现了资源再生利用和园区绿色节支。

2.2 危废焚烧处置与烟气余热回收项目

建设运行废盐综合利用项目的同时，园区投资2.5亿元配套建设了3万吨/年的危废焚烧系统，用于园区企业药品蒸馏产生有机废渣废液和废盐处置产生高温烟气的危废焚烧处置及烟气余热回收。

该项目采用广州维港公司及中国航天集团设计的危废焚烧系统，建设了100 t/d回转窑+二燃室+SNCR脱硝+余热锅炉+急冷塔+干式反应器+布袋除尘器+湿法脱酸+SGH的生产线。其焚烧系统的工艺方案包括：【焚烧炉（回转窑+二燃室）】+【余热锅炉（SNCR脱硝）】+【急冷吸收塔】+【干式反应器（消石灰粉及活性炭进行吸附）】+【气箱脉冲袋式除尘器】+【预冷塔+脱酸塔（用NaOH溶液吸附）】+【烟气加热器】+【引风机】+【烟囱】。废物焚烧处置前必须进行前处理或特殊处理，达到进炉要求，废物在炉内燃烧均匀、完全；二燃室内温度应达到1100℃以上，烟气停留时间须在2.0 s以上；燃烧效率大于99.9%；焚毁去除率大于99.99%；焚烧残渣的热灼减率<5%。焚烧设施包括前处理系统、尾气净化系统、报警系统和应急装置；废物焚烧产生的残渣、烟气处理过程中产生的飞灰，须按危险废物进行安全填埋处置；处理全过程的无接触、无泄漏、无污染；焚烧设备保证气密性，防止有害物质的泄露；为了避免装、出料的二次污染和频繁启停、停炉造成的烟气中二英超标，系统必须能连续不间断地运行。

该项目满足了园区每年3万吨以制药蒸馏废渣废液为主的有机危险废物的减量化资源化无害化处置需要。通过余热锅炉将焚烧产生的高温烟气进行热量回收，生产出蒸汽可外供使用，共生成

蒸汽 79 200 t/a, 合计减少 15 386 t/a 二氧化碳排放, 不仅实现了节能减碳, 还额外产生热能; 项目将园区 3 万吨/年的危险废物进行焚烧处置, 减少了污染物排放; 还将厂区料坑和仓库产生的 VOC 废气进行集中焚烧处置, 减少了 VOC 排放; 该项目脱酸下来的水蒸发后进行中水回用到碱洗塔进行喷淋, 实现了水资源的循环, 减少了水资源使用。项目投产后的园区综合经济效益约为 9 000 万元/年。

国内很多同类型园区也存在工业废盐、有机废物、废热废气消纳处置成本高, 和工业盐原料、蒸汽等生产采购成本高的两难问题, 而上述两个项目的耦合发力, 为统筹化解两难问题, 低成本实现废物变资源的高回报提供了优化解决方案。

3 协同增强园区产业链绿色发展底色与成色, 提升内外竞争力

针对医疗化工园区废盐污染物产生量大、危废处置难等减污降碳问题, 园区管委会着力发挥园区产业链协同处置、协同消纳、协同增效的优势, 依托废盐综合资源化利用、新建危废处置装置与高温烟气余热回收利用等技术改造项目, 着力补齐一条围绕医药化工主业产业链提供降碳减污协同效益的新兴价值链。

(1) 有效增强和保障了园区绿色发展底色和能源资源再生利用底气。如通过废盐资源化利用项目, 采用“多级碳化+膜精制处理+冷冻蒸发分盐+余热回收”工艺, 将医化园区产生的工业废盐绿色处置再生为符合工业盐标准的产品, 可直接保障用于产业园下游产业链发展所需的氯碱、印染、水泥助磨剂、卤素化工等高附加值产品生产, 实现了园区发展中减污降碳的做减法, 直接变现为再生型低成本新原料高价值新产品的做加法。同时, 园区还依托数字化技术优势, 打通危废的企业端、收集端、生产端等智能化管理, 进一步高效地开展收运、处置等各环节工作, 进一步减少运行成本和企业成本。这都有效提升了园区绿色发展的硬实力和资源再生、化害为利的绿色价值成色。

(2) 有效带动了所在区域流域的生态安全 and 环境质量改善, 由于不再需要像以往依靠省外填埋场进行废盐污染物填埋, 一方面直接改善了园区及周边环境的土地资源占用和地下水污染风险, 一方面有效规避了跨区域、跨流域危废转移中的运输安全和环境风险、卡脖子等问题。

(3) 通过破解绿色发展难题增强了园区绿色发

展、健康发展、安全发展的绿色底色与成色^[6]。这也为园区及其企业及时做好环境信息披露^[7]、提升 ESG 信用评级^[8]、改善环境“邻避”效应等提供了有利契机。

综上所述, 立足园区潜力开展工业废盐危险废物就地工业化处置与资源化循环利用技术实践, 不仅能够变废为宝, 使废盐就地处置变为可替代园区企业外购的再生工业盐原料, 还可有效回收利用处置过程中的余热为企业提供蒸汽, 更可使园区和周边区域的危险废物能够通过就地工业化处置规避以往外运处置的环境风险外溢成本。这为国内其他地区的同类型工业园区因地制宜协同推进降碳减污提供了有益启示和借鉴。

希望更多园区和企业能够积极响应国家降碳减污扩绿增长协同推进号召, 在因地制宜破解自身污染处置难题的同时打好变废为宝、化害为利主动仗。发掘自身就地处置、工业化处置和资源能源再生、循环利用的潜能优势, 以绿色实践的硬成效树立园区、企业绿色形象, 赋值升级绿色信用软实力, 在国内国际双循环和绿色高质量发展中力争上游^[9], 不断提升绿色竞争力^[10]。

参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(30): 4-27.
- [2] 生态环境部. 生态环境部部长黄润秋在两会“部长通道”答记者问[EB/OL]. (2023-03-05)[2023-04-20]. https://www.mee.gov.cn/ywdt/zbf/202303/t20230305_1018505.shtml.
- [3] 何立峰. 完整准确全面贯彻新发展理念 扎实做好碳达峰碳中和工作[N]. 人民日报, 2021-10-25(6).
- [4] 生态环境部, 发展改革委, 工业和信息化部, 等. 关于印发《减污降碳协同增效实施方案》的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(24): 42-49.
- [5] “三个坚持、五个更加”生态环境部应对气候变化司相关负责人就《2021、2022 年度全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案(发电行业)》答记者问[J]. 财经界, 2023(10): 20-22.
- [6] 于之的. 生态林建设助力协同推进降碳减污扩绿增长[J]. 可持续发展导刊, 2022, 12(41): 38-40.
- [7] 生态环境部. 关于印发《环境信息依法披露制度改革方案》的通知[EB/OL]. (2021-05-24)[2023-04-20]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk03/202105/t20210525_834444.html.
- [8] 郑军, 于之的. 大力推动环境信息披露制度落地实施[N]. 中国环境报, 2021-06-18(3).
- [9] 李学仁. 习近平在学习贯彻党的二十大精神研讨班开班式上发表重要讲话[J]. 中国发展观察, 2023(2): 4.
- [10] 张樵苏. 习近平在中共中央政治局第二次集体学习时强调 加快构建新发展格局 增强发展的安全性主动权[EB/OL]. (2023-02-01)[2023-04-20]. http://www.news.cn/politics/leaders/2023-02/01/c_1129328274.htm.