



基于分类趋势下生活固废 协同处置园区建设的建议

林文琪^{1,2}

前言

2022年六五环境日,我国将“共建清洁美丽世界”作为主题,旨在促进全社会增强生态环境保护意识,投身生态文明建设,为共建清洁美丽世界贡献中国智慧和方案。共建清洁美丽世界,需要推动人类社会绿色、低碳、循环、可持续发展^[1-3]。近年来,我国在地级及以上城市全面启动垃圾分类工作,推动生活中产生的固体废弃物高度资源化利用,这正是建设清洁美丽中国的重要举措之一^[4-10]。

生活固废是居民日常生活中常见的固体废弃物,包括生活垃圾分类后的家庭厨余垃圾、可回收物、有害垃圾、其他垃圾、大件垃圾、餐厨垃圾,以及城乡建设发展过程产生的建筑垃圾、装修垃圾、生活污水处理厂污泥、园林绿化废弃物、果蔬种植与农贸市场的果蔬尾菜等。生活固废经前端的分类后,在末端资源化利用需要配套建设相应的设施,然而多地存在资源化利用设施不完善、设施处理能

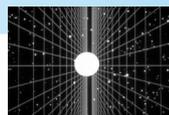
力不足、存量填埋设施环境风险隐患大等问题。为解决这些问题,国家鼓励有条件的地区探索建立低碳环保产业园、综合处理基地、静脉产业园等具备固废协同处置的园区。本文通过梳理生活固废协同处置园区建设的相关政策文件,分析部分已建成投入使用的协同处置园区案例,对进一步开展生活固废协同处置园区建设提出建议,对建设清洁美丽中国具有积极意义。

园区建设政策概况

固废协同处置园区基于循环经济理念发展而来^[11,12],是集多类固体废弃物的综合处置基地,以集约、高效、环保、安全为原则,发挥协同处置效应,实现各类处理设施工艺设备共用、资源能源共享、环境污染共治、责任风险共担,降低“邻避”效应和社会稳定风险的园区。近年来,国家发展和改革委员会等部门发布的政策文件多次提出建立垃圾协同处置园区,具体如下表所示。

城市固废协同处置相关政策文件汇总表

发布时间	主体单位	政策文件	相关内容
2017-10-29	国家发展和改革委员会等	《关于推进资源循环利用基地建设的指导意见》	对城市废弃物进行分类利用和集中处置,将末端废物进行协同处置,实现城市发展与生态环境和谐共生
2019-04-26	住房和城乡建设部等	《关于在全国地级及以上城市全面开展生活垃圾分类工作的通知》	鼓励生活垃圾处理产业园区建设,优化技术工艺,统筹各类生活垃圾处理



(接上表)

发布时间	主体单位	政策文件	相关内容
2020-11-27	住房和城乡建设部等	《关于进一步推进生活垃圾分类工作的若干意见》	鼓励生活垃圾处理产业园区、资源循环利用基地等建设,优化技术工艺,统筹不同类别生活垃圾处理
2021-05-06	国家发展和改革委员会等	《“十四五”城镇生活垃圾分类和处理设施发展规划》	积极推广静脉产业园建设模式,探索建设集生活垃圾、建筑垃圾、医疗废物、危险废物、农林垃圾等各类固体废弃物的综合处置基地
2021-12-15	生态环境部等	《“十四五”时期“无废城市”建设工作方案》	统筹市域范围内固体废物利用处置设施布局,鼓励跨区域合作,加强设施共建共享
2022-01-12	国务院办公厅	《关于加快推进城镇环境基础设施建设指导意见的通知》	鼓励建设污水、垃圾、固体废物、危险废物、医疗废物处理处置及资源化利用“多位一体”的综合处置基地,推广静脉产业园建设模式,推进再生资源加工利用基地(园区)建设,加强基地(园区)产业循环链接,促进各类处理设施工艺设备共用

生活固废协同处置园区案例

1. 上海天马无废低碳环保产业园

天马无废低碳环保产业园位于上海市松江区佘山镇以西,园区占地约 $66.7 \times 10^4 \text{m}^2$,园区垃圾焚烧能力达 3500 t/d,湿垃圾处理规模为 530 t/d(家庭厨余垃圾 350 t/d,餐厨垃圾 150 t/d,废弃食用油脂 30 t/d),建筑垃圾资源化能力达 1800 t/d(装修垃圾处理量 1200 t/d,拆除垃圾处理量 600 t/d)。

产业园内焚烧处理项目承担了松江、青浦两区全量的干垃圾焚烧任务,同时对外承接污水厂污泥掺烧,焚烧产生的飞灰运送至老港综合填埋场的飞灰专区安全填埋。湿垃圾中餐厨垃圾和家庭厨余垃圾采用“预处理+湿式厌氧消化+沼气发电利用”处理工艺,厌氧消化产生的沼气经过净化后进行热电联产,热能用于厂区工艺系统,电能除供园区内项目自用电外,余电上网;废弃食用油脂采用“杂质分选后提炼粗油脂”工艺,提取的粗油脂送至深加工企业进行资源化利用;湿垃圾中分

选出的不可利用残渣运至焚烧厂处置。建筑垃圾主要采用“破碎+分选+骨料综合利用”工艺,综合利用产品包括再生砖、再生骨料、再生材料、再生塑料等再生产品。

2. 厦门后坑垃圾综合处理基地

后坑垃圾综合处理基地位于厦门市湖里区,建设有 400t/d 的生活垃圾焚烧发电厂、600t/d 的家庭厨余垃圾资源化利用厂、垃圾中转站和污水处理厂等,并在基地外围配套设置了园林垃圾预处理车间、大件垃圾分选车间和大件垃圾二手交易市场。

基地内生活垃圾焚烧发电厂,焚烧产生的飞灰等废弃物转运至岛外翔安区东部固废处理中心处置;家庭厨余垃圾资源化利用厂厨余垃圾经分拣预处理后,有机质采用干式厌氧产沼发电的处理技术,沼渣用于生产有机肥,分拣出的杂质焚烧处理;基地主要处置厦门岛内思明区和湖里区的生活垃圾,两区日产垃圾超过 3000t,除部分进入基地内焚烧和家庭厨余处理厂资源化利用外,其

余垃圾经基地内中转站压缩脱水后外运东部固废处理中心处置；基地外围的园林垃圾和大件垃圾处理点于 2019 年投入使用,主要处理湖里区的园林垃圾和家具类大件垃圾,其中,园林垃圾破碎后可与家庭厨余垃圾沼渣协同堆肥,大件垃圾收集进入处理车间后,由人工分选出可重复使用的进入二手交易市场,其他大件垃圾经处理厂内分选设备筛分出有用的铁质金属后,其他物料焚烧处理。

3.成都市长安静脉产业园

成都市长安静脉产业园是获批建设的国家级资源循环利用基地之一,总规划用地面积为 4.67km²。园区内已建卫生填埋场、万兴环保发电厂二期和餐厨垃圾无害化处理项目(二期)等。其中,餐厨垃圾无害化处理项目(二期)于 2019 年建成,处理餐厨垃圾 300t/d,采用“预处理+厌氧消化+沼气发电利用”处理工艺,沼气发电,沼渣焚烧,每年可获得粗油脂 5475t;万兴环保发电厂二期于 2020 年建成,处理生活垃圾 3000 t/d,同步建设了 5 条污泥干化生产线,具备处理含水率 40%干污泥能力为 140 t/d (折合含水率 80%湿污泥 420 t/d)。

根据成都市规划委员会批复的《成都市长安静脉产业园建设专项规划(2019—2035 年)》,园区内还将新建设餐厨垃圾处理项目(500 t/d)、大件垃圾综合处理项目、建筑垃圾资源化利用项目等,并开展长安垃圾填埋场一期陈腐垃圾的处置。通过系统规划园区内部功能和项目布局,可有效实现多类废弃物的协同处置和配套设施的共建共享,全面提升固体废物处置效率。

生活固废协同处置园区的发展建议

1.园区功能布局

根据入园生活固废的种类,园区内部规划的功能区域一般包括无害化处置区域、有机垃圾协同处置区域、干垃圾协同处置区域,并可配套建设智慧管理平台、污水处理中心、研发中心、宣教中心等。

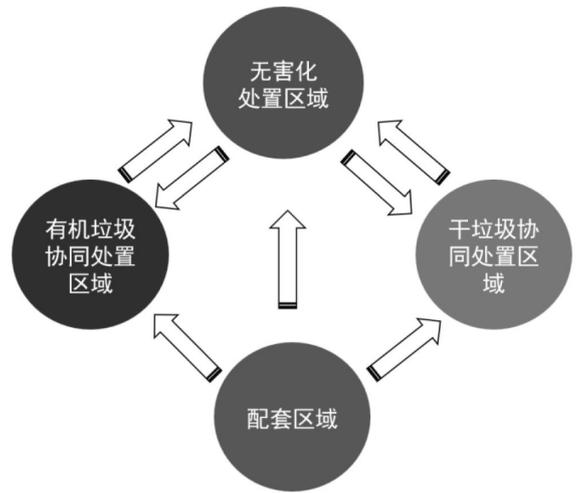


图 1 生活固废协同处置园区功能布局

无害化处置区域指焚烧发电项目,是生活固废协同处置园区的核心功能区域,可处理的生活固废包括生活垃圾分类后的其他垃圾和有害垃圾,生活污水处理厂污泥,以及固废资源化处理过程筛分出的无法进行资源化利用的物料,填埋场存量陈腐垃圾等。有机垃圾协同处置区域主要是建设有机垃圾协同资源化利用项目,可处理的生活固废包括生活垃圾分类后的家庭厨余垃圾、餐厨垃圾、园林绿化废弃物、果蔬尾菜、生活污水处理厂污泥等。干垃圾协同处置区域主要是建设干垃圾协同资源化利用项目,可处理的生活固废包括生活垃圾分类后的可回收物、建筑垃圾、装修垃圾、大件垃圾等。

协同处置园区因处置的固废种类多,故占地面积较大,需要较好地协调土地、规划等相关部门,并且可能会涉及到土地置换、土地性质改变和土地权属改变等工作,从而影响到项目实施进度。对于上述情况,可以围绕焚烧发电项目,设置生活固废处置的核心区、缓冲区和外围区^[19],构建一个相对集中的协同处置区域,尽可能实现多类废弃物的协同处置和配套设施的共建共享。

2.协同处置技术

园区协同处置主要体现在多种垃圾协同无害化处理、发电项目余热利用、有机固废协同堆肥、干垃圾协同生产建筑材料等方面。

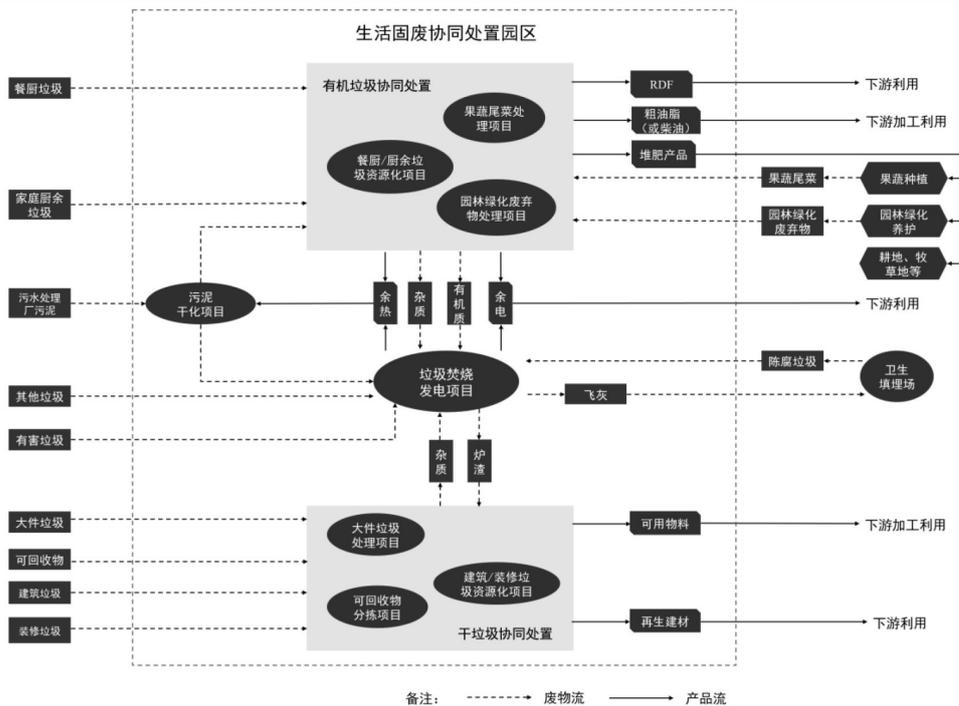
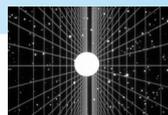


图2 生活固废协同处置园区协同路线

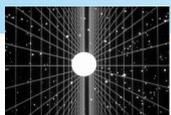
在原生垃圾“零填埋”的要求下,多种垃圾协同无害化处理,是通过建设焚烧处理设施来满足垃圾无害化处置的要求。国家鼓励地级市、县级市和县城规划新建生活垃圾焚烧项目,对于入厂垃圾量达不到设计处理能力的焚烧项目,可协同处置生活污水处理厂污泥和填埋场陈腐垃圾,提高焚烧项目运行负荷。

发电项目余热利用是指生活垃圾焚烧发电和有机质厌氧产沼发电过程产生的余热用于污泥干化,以及园林绿化废弃物粉碎后干化降低含水率后生产生物质颗粒燃料(RDF)。污泥干化后既可以协同焚烧发电,又可以协同其他有机垃圾堆肥^[14,15]。根据《有机肥料》(NY/T525—2021)和《农用污泥污染物控制标准》(GB 4284—018)的相关要求,生活污水处理厂污泥经干化后,可作为农用污泥应用于耕地、园地和牧草地等,但是不能作为生产有机肥的原料。在焚烧设施运行负荷低,且堆肥产品销路不畅的情况下,建议将污泥与其他垃圾协同焚烧处理。

有机固废协同堆肥是指餐厨垃圾经提油处理,家庭厨余垃圾经分选去除杂质后,协同干式或湿式厌氧发酵产沼气,沼渣与园林绿化废弃物、果蔬垃

圾、生活污水处理厂污泥等协同堆肥生产有机肥、营养土等产品^[16-21]。根据农业农村部发布的《有机肥料》(NY/T525—2021)的相关要求,经过分类和陈化后的厨余废弃物经评估后可以作为有机肥料生产的原料,从而破除了餐厨垃圾和家庭厨余垃圾堆肥产品在农业和林业应用的“梗阻”障碍。园林垃圾粉碎后可以作为生产有机肥的原料,也可以作为生产生物质颗粒的燃料,不过生产有机肥的周期长于生物质颗粒燃料的生产周期,因此,对于需要快速消纳园林绿化废弃物的地区,可考虑规划建设RDF生产线。对于前端垃圾分类效果较差、堆肥产品缺乏消纳途径的地区,也可将有机质脱水后协同无害化处理等。

干垃圾协同生产建筑材料主要是将可回收物分选出来的玻璃、陶瓷粉碎后,与建筑垃圾和装修垃圾中分选出来的细渣土和细骨料等物料协同生产再生砖等建筑材料^[22-24]。可回收物分拣中心项目以“组合筛分预处理+人工分选+光学分选+AI智能分选”等方式实现可回收物的细分类,由于可回收物在生活垃圾中的比例较低^[25],细分类后的可回收物可转运至园区外的再生资源深加工企业进行加工再利用。建筑垃圾和装修垃圾分选出来的大件



杂物可以与家具类大件垃圾共用破碎、磁选的设备,从建筑垃圾和装修垃圾中分选出来的骨料等可与焚烧厂的炉渣协同生产建筑材料^[26,27]。

结语

生活固废资源化利用关系到居民生活环境改善与清洁美丽中国建设。以集约、高效、环保、安全为原则建设的生活固废协同处置园区,是垃圾分类后末端资源化利用的重要途径。由于各地的经济社会发展水平、市政环卫基础设施条件等存在差异,因此,协同处置园区的建设要因地制宜,充分考虑各地垃圾分类的实际情况、一定时空内生活固废的规模水平、资源化产品市场销路等因素,对园区功能布局和协同处置技术路线进行科学的论证,以期建立的协同处置园区能真正解决各地生活固废处置的难题,为建设清洁美丽中国发挥积极的作用。

(作者单位:1 厦门城建市政建设管理有限公司,2 厦门海沧城建集团有限公司)

参考文献

- [1] 万军,王倩,蒋春来.新时代中国的生态环境保护:成效、经验和世界意义[J].当代中国与世界,2021(03):37-43.
- [2] 朱秋.习近平建设清洁美丽世界思想研究[J].上海经济研究,2019(09):17-26.
- [3] 解振华.中国改革开放40年生态环境保护的历史变革——从“三废”治理走向生态文明建设[J].中国环境管理,2019,11(04):5-10+16.
- [4] 林文琪.碳中和愿景下垃圾分类工作的开展路径[J].厦门科技,2021(03):16-18.
- [5] 刘晓龙,姜玲玲,葛琴,呼和涛力,陈瑛,崔磊磊,李彬,杜祥琬.“无废社会”构建研究[J].中国工程科学,2019,21(05):144-150.
- [6] 万筠.制度惯性、注意力转移与政策变迁——中国城市生活垃圾管理政策的间断均衡研究[D].山东大学,2020.
- [7] 蔡琴,朱梦曳,刘天乐,齐晔.从“无废城市”到“无废社会”:中国固废治理的战略方向[J].可持续发展经济导刊,2020(11):22-26.
- [8] 张秋月.“美丽中国”建设视阈下的生活垃圾分类治理研究[D].兰州大学,2020.
- [9] 闵超,安达,王月,徐海红,王刘华,康明,王劭博.我国农村固体废弃物资源化研究进展[J].农业资源与环境学报,2020,37(02):151-160.
- [10] 孟小燕,王毅,苏利阳,程多威,郝亮.我国普遍推行垃圾分类制度面临的问题与对策分析[J].生态经济,2019,35(05):184-188.
- [11] 张佳琪,林朋飞,温宗国,李越.国外固废协同处置对我国构建静脉产业园的启示[J].中国工程咨询,2021(02):80-85.
- [12] 汪浩,贾川.我国固废综合园区案例研究与发展建议[J].环境与可持续发展,2019,44(04):63-65.
- [13] 毕莹莹,刘景洋,董莉,孙晓明.城市静脉产业园物质代谢优化模式探讨[J].生态经济,2019,35(11):201-204+221.
- [14] 王雅婷.城市污水厂污泥的处理处置与综合利用[J].环境科学与管理,2011,36(01):90-94.
- [15] 李辉,吴晓芙,蒋龙波,梁婕,李昌珠,袁兴中,肖智华,郭晶晶.城市污泥焚烧工艺研究进展[J].环境工程,2014,32(06):88-92.
- [16] 李国学,李玉春,李彦富.固体废物堆肥化及堆肥添加剂研究进展[J].农业环境科学学报,2003(02):252-256.
- [17] 林文琪.厨余垃圾特性及预分选处理技术[J].厦门科技,2021(04):12-15.
- [18] 周俊,王梦瑶,王改红,马利钦,罗丽雯,黄焕忠.餐厨垃圾资源化利用技术研究现状及展望[J].生物资源,2020,42(01):87-96.
- [19] 王耀军.国内餐厨垃圾处理现状与发展趋势分析[J].节能与环保,2019(08):47-48.
- [20] 闫雨,阳艾利,魏小凤.我国餐厨垃圾处理技术及市场现状分析[J].环境卫生工程,2017,25(01):17-20.
- [21] 汪群慧,马鸿志,王旭明,汲永臻.厨余垃圾的资源化技术[J].现代化工,2004(07):56-59.
- [22] 徐俊虎,缪巍,毛俊,卢静,夏丽华.静脉产业模式下北京建筑垃圾资源化利用技术研究与实践[J].环境卫生工程,2020,28(01):22-25.
- [23] 卢梅,黄钟.建筑垃圾资源化产业链关键节点主体间的博弈分析[J].生态经济,2018,34(07):131-136.
- [24] 冷发光,何更新,张仁瑜,丁威,周永祥.国内外建筑垃圾资源化现状及发展趋势[J].环境卫生工程,2009,17(01):33-35.
- [25] 谢嘉迪,柯笛.厦门垃圾分类迈进“3.0”阶段[N].厦门日报,2022-03-01(A07).
- [26] 廖桥,彭博,李碧雄.炉渣建材资源化利用现状[J].重庆建筑,2018,17(03):53-57.
- [27] 谢燕,吴笑梅,樊粤明,余其俊,黄健,邝焯荣.生活垃圾焚烧炉渣用作水泥混合材的研究[J].华南理工大学学报(自然科学版),2009,37(12):37-43.