
以生活垃圾焚烧发电项目为核心的 静脉产业园规划设计 ——以华东某市为例

章文锋¹

(上海康恒环境股份有限公司, 上海 201703)

【摘要】: 随着经济社会发展和城镇化进程的推进, 城市生活垃圾等各类废弃物也逐年增加, 给城市带来严重的环境问题。研究了华东某市以生活垃圾焚烧发电项目为核心的静脉产业园规划设计, 通过园区内工艺、公共设施和管理等方面协同, 不仅可以破除废弃物处理带来的邻避效应, 实现“绿色”经济的可持续发展, 同时也可作为环保教育基地和工业旅游示范基地, 为其他城市规划设计静脉产业园提供参考。

【关键词】: 生活垃圾焚烧发电厂 静脉产业园 协同处理 循环经济

【中图分类号】: X705 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-3644(2022)03-0200-06

前言

静脉产业概念最早于 20 世纪 80 年代由日本学者吉野敏在《资源型设备的经济学》中提出, 其认为在循环经济体系中, 物质流动可分为两个过程: 从原料开采到生产加工、流通进入消费领域的过程和从生产或消费后的废弃物排放到收集运输、分类分解、资源化或最终处置的过程, 仿照生物体内的血液循环, 前者被称为动脉产业, 后者被形象称为静脉产业^[1,2]。根据国家环保总局 2006 年颁布的《静脉产业类生态工业园区标准》, 静脉产业类生态工业园区定义为以从事静脉产业生产的企业为主体建设的生态工业园区, 简称静脉产业园区^[3]。

随着我国经济社会发展和城镇化进程的推进, 伴随着生活垃圾、餐厨垃圾、建筑垃圾、市政污泥、医疗垃圾、电子垃圾等各类废弃物的逐年增加, 进而出现“垃圾围城”等环境问题, 如处理不当或只进行单独处理, 都将给经济、社会和生态环境等多方面带来压力和不利影响。如今, 生活垃圾焚烧发电项目从技术和商业模式等方面来看已非常成熟, 采用以生活垃圾焚烧发电为核心的静脉产业园将是解决城市废弃物处理行之有效的方案, 即通过将生活垃圾焚烧发电与其他城市各类废弃物进行一体化协同处理, 将传统的“资源-产品-废弃物”的线性经济模式, 改造为“资源-产品-再生资源”的循环经济发展模式, 形成产业的耦合、资源的共享和循环利用, 变废为宝^[4,5,6]。

1 静脉产业园规划方案

作者简介: 章文锋(1987-), 男, 江西上高人, 2013 年毕业于东华大学环境工程专业, 工程师, 硕士研究生, 主要从事垃圾焚烧发电项目建设管理及烟气净化系统工艺设计与项目管理等方面工作。

以生活垃圾焚烧发电为核心的静脉产业园在国内已有诸多实践案例，如上海康恒环境股份有限公司投资、建设和运营的青岛市西海岸新区静脉产业园、青岛市小涧西生活垃圾综合处理园区、珠海中信生态产业园^[4]以及杭州大江东循环经济产业园等^[7]。根据各个地区废弃物种类及园区运作模式的不同，静脉产业园的规划设计也会有所不同，本文以华东某市为例进行以生活垃圾焚烧发电项目为核心的静脉产业园规划设计研究。

1.1 华东某市基本概况

华东某市总面积 7400km²，常住人口 554 万人，城镇人口 411 万人，城镇化率 74.2%。目前每日清运处理生活垃圾量超过 4500t，已建设并投运生活垃圾焚烧处理设施规模达 3600t/d，为实现城市生活垃圾零填埋，生活垃圾处理设施规模缺口超过 1000t/d。此外，还有相当规模的其他废弃物也需进行处理，如餐厨垃圾、老旧垃圾处理场渗滤液浓缩液、市政污泥及建筑垃圾等。因此，有必要规划建设一个以生活垃圾焚烧发电为核心的静脉产业园。

1.2 静脉产业园发展规划

根据国务院印发的《“无废城市”建设试点工作方案的通知》，“无废城市”不是不产生废弃物，而是在经济社会发展得到保障的情况下，减少物质的消耗，通过物质和能源循环利用来实现城市废弃物近零排放。

1.2.1 静脉产业园规划设计思想

根据华东某市废弃物种类和规模情况，结合“无废城市”的建设理念，将静脉产业园规划为以生活垃圾焚烧发电为核心，通过优化产业园内项目组合和技术工艺，实现循环经济，实现土地节约与合理利用，实现物质、能源、水的循环利用，实现园区废水、废渣厂内利用。

1.2.2 静脉产业园项目规划设计内容

通过对华东某市城市废弃物产生量、各类城市废弃物一般处理工艺、国内外污染物排放标准、各类废弃物投资强度等方面进行了详尽的调研，再结合产业园规划设计思想，对静脉产业园项目规划设计主要内容归纳如下。

1.2.2.1 城市生活垃圾焚烧发电项目

处理对象:城市生活垃圾;

处理工艺:机械炉排式焚烧炉^[8];

排污标准:严于国家标准，参照欧盟 2010/75/EU 标准;

处理规模:一期 1000t/日，二期 1000t/日，总规模达到 2000t/日;

项目投资:一期投资 6.5 亿元，二期投资 6.5 亿元，投资总额 13 亿元;

占地面积:120 亩;

装机容量:40MW;

年发电量:3.2 亿千瓦时。

项目特点与优点:

- (1) 以垃圾焚烧发电项目为核心, 可为园区内其他项目提供电能和热能, 同时还可以协同处理其他项目产生的废弃物;
- (2) 垃圾焚烧发电项目内规划设计集环保教育与培训、工业文化旅游及固废处理循环利用研究为一体的环保教育与科教中心。

1.2.2.2 餐厨垃圾处理项目

处理对象:城市餐饮垃圾+厨余垃圾+地沟油;

处理规模:300t/日+100t/日+30t/日;

项目投资:总投资约 3.0 亿元;

占地面积:约 50 亩;

主体处理工艺:预处理+湿式厌氧+沼气利用+沼液沼渣处理。

技术特点及优点:

- (1) 利用垃圾焚烧厂的烟气和蒸汽作为热源;
- (2) 高温湿解——提高产油量;
- (3) 取消残渣堆肥工艺段——节省用地(1/3);
- (4) 固体残渣直接入炉焚烧——降低处理费。

1.2.2.3 老旧垃圾处理场渗滤液浓缩液处理项目

处理对象:老旧垃圾处理场渗滤液浓缩液;

处理规模:500t/日;

项目投资:约 1 亿元;

占地面积:约 4.5 亩;

处理工艺:均质池+两级 DTR0+软化+MVR 蒸发+喷雾干燥工艺。

工艺优点:

(1)利用垃圾焚烧厂的烟气和蒸汽作为热源;

(2)固体残渣可直接入炉焚烧。

1.2.2.4 污水厂污泥处理项目

处理对象:污水厂污泥;

处理规模:600t/日;

项目投资:总投资 3.0 亿元;

占地面积:约 20 亩;

处理工艺:利用垃圾焚烧厂蒸汽对污泥进行干化,干化后污泥同垃圾掺烧;

工艺优点:最精简的工艺,最少的投资,最高的性价比。

1.2.2.5 建筑垃圾及焚烧炉渣处理项目

处理对象:建筑渣土、焚烧厂炉渣;

处理规模:4000t/日;

项目投资:总投资 4.0 亿元;

占地面积:400 亩;

处理工艺:主要工艺为破碎、磁选、筛分,以及后期的制砖;

工艺优点:利用垃圾焚烧发电厂的循环冷却水,100%循环,不增加用水,不产生灰尘污染。

1.3 静脉产业园区规划项目的协同

静脉产业园区各项目间通过工艺协同设置,实现能源、热量、污水处理等的工艺循环与协同,达到节能减排的目的。生活垃圾焚烧发电静脉产业园项目工艺循环见图 1。由图 1 可见,城市产生的生活垃圾送入焚烧发电厂焚烧,产生的蒸汽供给污泥处理项目,产生的余热供污泥处理、餐厨厌氧发酵和老旧垃圾处理场渗滤液浓缩液处理项目,产生的炉渣送至建筑垃圾处理项目处理,发的电上网和园区自用。污泥干化、餐厨垃圾处理及老旧垃圾处理场渗滤液浓缩液处理后的污泥和可燃残渣送入生活垃圾焚烧发电厂。生活垃圾焚烧发电项目、餐厨垃圾处理及园区生产、生活产生的废水经焚烧厂内渗滤液处理站集中处理,产生的中水全部回用于园区生产和绿化用水。焚烧厂内渗滤液处理站产生的浓水送至垃圾焚烧厂回喷处置。各类废弃物处理过程中产生的臭气可送入垃圾焚烧炉焚烧处理。餐厨垃圾处理及渗滤液处理站产生的沼气可用于餐厨垃圾湿式厌氧发酵或送往垃圾焚烧厂燃烧,沼气的量足够大还可以用于沼气发电机组发电。

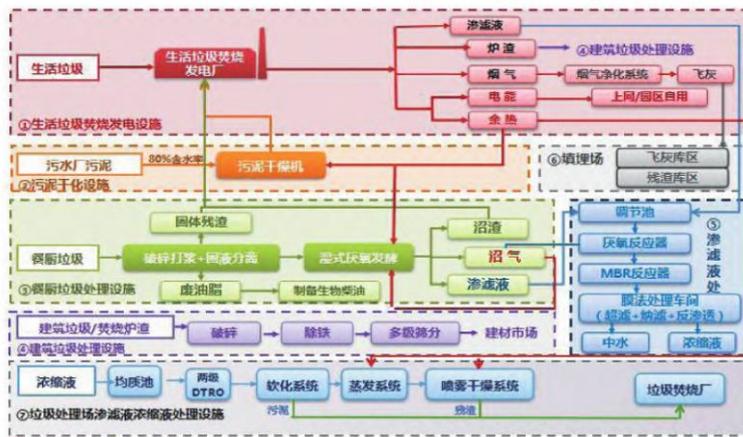


图 1 静脉产业园项目工艺循环

静脉产业园项目除了在工艺上协同，在公共设施和园区管理方面也可进行有效的协同。比如：在公共设施方面，园区内道路、地磅、管网、综合办公楼、宿舍和食堂等可以园区内共享；在园区管理方面，专业技术人员、维保人员、管理人员及化验员等也可协同管理。

1.4 静脉产业园物质流和能量流分析

1.4.1 物质流分析

静脉产业园物质流示意图见图 2，由图 2 可见，静脉产业园内物质存在园内园外双循环。其中，园内与园外间的循环为：园外城市废物进入园区进行处理产生原材料供园外再利用，如生活垃圾焚烧产生的炉渣和建筑垃圾经建筑垃圾厂生产再生建材供应给园外综合利用，以及餐厨垃圾处理产生的生物柴油可供园外企业深加工再利用等；园区内循环为：园区内以生活垃圾焚烧为核心的废弃物处理项目间共生协作，如污泥处理厂、渗滤液浓缩液处理厂及餐厨垃圾处理厂产生的污泥、残渣等作为生活垃圾焚烧厂原材料，生活垃圾焚烧厂和餐厨垃圾处理厂产生的渗滤液可回至园区内渗滤液处理站处理，产生的中水回全部用于园区内绿化和生产用水等。

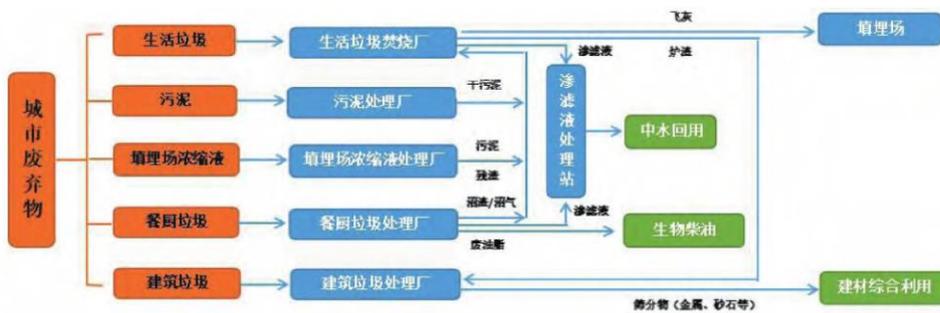


图 2 静脉产业园物质流

因此，静脉产业园以城市产生的废弃物为原材料，通过园区内以垃圾焚烧发电为核心的项目间的协同，将废弃物转化为再生

资源，实现了“资源-产品-再生资源”的循环经济模式。

1.4.2 能量流分析

静脉产业园区应尽可能提高能量有效利用程度，利用蒸汽发电和余热实现园区内能源利用程度，尽可能使用再生能源，而减少使用初始能源，提高园区经济效益^[6,7]。

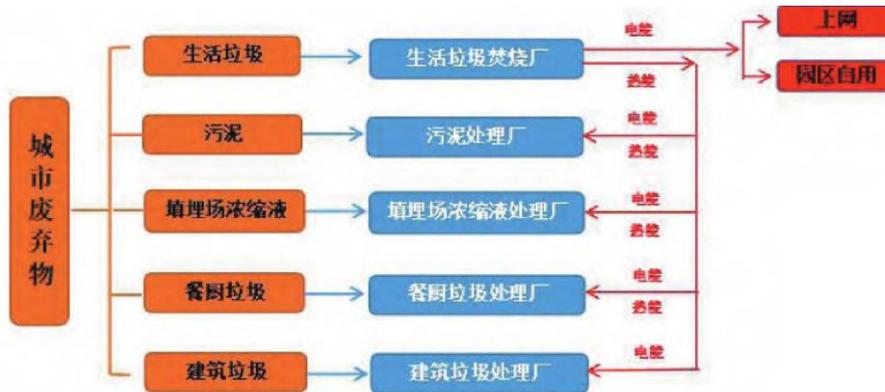


图3 静脉产业园能量流

由图3 静脉产业园能量流示意图可见，静脉产业园以生活垃圾焚烧厂为核心，焚烧产生的热能通过锅炉换热产生蒸汽，一方面用于发电，供园区自用(包括其他废弃物处理厂使用)和上国家电网，另外一方面，蒸汽及余热可供污泥处理厂、填埋场渗滤液浓缩液处理厂、餐厨垃圾处理厂使用，尽可能提高能量的有效利用程度，进而实现了园区经济、社会和环境效益的有机统一。

1.5 环保教育

1.5.1 环保教育展示

项目主厂房一楼设置接待大厅，布置图片、沙盘与模型、实物样品展展示区和多媒体演示设备，厂区内合理、清晰布置参观指示通道，适当配置多语种解说站等(图4，图5)。



图 4 接待大厅

1.5.2 参观通道与解说站

园区内设置参观通道和关键工艺/设备解说站。以垃圾焚烧发电项目为例的参观通道和解说站位置。



图 5 中央控制室

1.6 静脉产业园用地和投资汇总

静脉产业园用地总需求约 594.5 亩，总投资约 24 亿元，园区内各项目用地及投资汇总。

1.7 静脉产业园项目监督系统

随着网络技术和“大数据”时代的来临，结合“互联网+”技术，在静脉产业园内采用数字化监督系统对园区内项目进行监督管理，静脉产业园监督系统界面样图见图 6。



图 6 静脉产业园监督系统

园区按信息化管理要求建设，在建成运行时全程生产管理和各类资料实现信息化，生产过程中的重要参数、在线检测数据和实时视频图像均可实现远程传输，可实时传送到政府各相关职能管理机构和供社会查询。

通过该监督系统，既可以将园区的所有污染物排放数据、运行参数在同一平台实时查看，还可以随时实现数据汇总、分析等功能。此外，通过云端存储、订制 APP，方便政府和社会随时随地远程管理。

2 结论

通过对华东某市以生活垃圾焚烧发电项目为核心的静脉产业园规划设计，发现在处理城市生活垃圾和各类废弃物时，经过园区内项目工艺、公共设施和管理等方面协同，减少了环境影响和用地面积，降低了投资和运行成本，提高了资源利用和管理效率，是解决“垃圾围城”行之有效的综合处理模式。

静脉产业园不仅可以破除废弃物处理带来的邻避效应，实现“绿色”经济的可持续发展，同时也可作为环保教育基地和工业旅游示范基地，成为城市发展绿色经济的一张靓丽名片。

参考文献:

- [1]吉野敏行.资源循环型社会的经济学[M].日本:东海大学出版社,1996:47.
- [2]韩恩芳.静脉产业园区规划研究[D].济南:山东建筑大学,2012.
- [3]HJ/275-2006,静脉产业类生态工业园区标准[S].
- [4]静脉产业园的康恒实践[N].学习时报,2019-03-01(008).
- [5]耿飞燕.静脉产业现状分析与对策构想[J].经济前沿,2004,(9):23-26.
- [6]张瑞青,杜鹏,闵海华,等.城市静脉产业园规划设计——以南方某市为例[J].四川环境,2018,37(3):164-168.
- [7]闵海华,潘晓峰.杭州大江东循环经济产业园规划构思[J].环境卫生工程,2017,25(3):79-81.
- [8]严梦帆.日本垃圾焚烧炉排炉技术探究[J].四川环境,2018,(5):156-162.