

# 基于国内外固废处理理念与技术对上海市五大新城的启示

邢涛

上海环境卫生工程设计院有限公司

**摘要:**在“十四五”开局之年,上海市政府明确将五大新城打造成独立的综合性节点城市,全面倡导绿色低碳的生活方式和城市建设运营模式,固废处理是实现城市绿色低碳发展目标的基础保障。目前,五大新城在生活垃圾大分流小分类收运处置体系建设等方面已具备一定基础,但相较于“未来之城”“最生态”的发展目标仍有一定差距。针对五大新城功能定位和产业结构特点,选取7个国家、8个城市进行对标,分析国内外典型城市固废管理理念和管理机制,总结国内外固废处理绿色发展新技术,最终提出五大新城固废处理绿色发展的建议。

**关键词:**五大新城;固废处理;技术研究

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.111

## 一、国内外典型城市选取

针对五大新城的人口规模(百万左右)、用地规模(百平方公里)以及功能定位(综合性节点城市)和产业结构(数字经济、信息产业、高端制造、美丽健康等)特点,选取两类城市①与五大新城人口、用地、产业相当的国际城市;②国际大都市的新城。

对标国外典型城市的选取从国家和城市两个层面出发:国家层面,按照亚洲和欧洲,分别采集各国人均GDP排名、垃圾资源化利用率排名、OECD国家废物管理指数排名、全球国家环境绩效指数排名数据,最终选定7个国家,包括:中国、日本、韩国、英国、法国、瑞典以及德国。城市层面,根据各国人口数量、土地面积、垃圾资源化率和生活垃圾管理水平,综合筛选出8个对标城市,包括筑波、世宗、密尔顿凯恩斯、马恩河谷新城、雄安新区、天津生态城、斯德哥尔摩以及汉堡。

## 二、固废管理和处理研究

各城市的废物管理理念和管理机制如表2所示。从

表中可以看出,近年来全球固废管理理念发生的转变,从20世纪的“无害化”为主发展为“减量化”为首、“资源化”为重,即“减量化(避免)”优先于“资源化(回收)”,又优先于“无害化(处理)”。减量化主要手段包括限塑禁塑、排放控制、绿色包装押金、避免食物浪费等,资源化包括能源和物质的回收,如建筑垃圾资源化、生产者责任延伸制度、旧物再利用制度等。且随着气候变化行动的推动,减碳降碳也成为废物管理理念中的重要一环,利用清洁能源、生物质能源,减少处理设施的碳排放等。

## 三、固废处理绿色发展新技术研究

### (一) 园区协同处理

#### 1. 日本东京都超级生态城

“超级生态城”集聚了各类处理设施包括PCB废弃物处理设施、气化熔融等发电设施、建筑混合废弃物回收利用设施、废弃信息设备等回收利用设施、食品废弃物回收利用设施、瓦砾类/泥土回收利用设施。东京都环境局废弃物政策部资源循环推进科专设有超级生态城负责人,并专设驻场机构对生态城事务进行协调监督。政府层面负责整体计划的推动与协调,企业层面,公开招聘取得土地,并对设施进行完善与运营,由企业自负责任,筹措资金,并确保业务的盈利性。

#### 2. 德国瑞曼迪斯力普园区

该产业园主要生产各种高价值的再生原料、基础材料、特种材料和工业原料,总面积2.3平方公里。包括废旧家电回收中心、塑料循环-生产、化工产品生产、石膏业务、替代燃料生产、堆肥场、土壤改良剂生产、炉渣处理、旧木材处理、生物火电厂、动物处理厂、火电厂、填埋场、环境实验室等。

瑞曼迪斯力普园区内的公司都可以共用所有的基础设施,包括道路和道路、工厂安全和消防站以及供应网络,流化床火电厂为园区提供电能、工业蒸汽、压缩空

表1 选取城市基本情况<sup>[1][2][3][4][5]</sup>

序号	类别	新城	人口 (万人)	面积 (平方公里)	城市职能	
1	新城/新区	日本筑波	23	284.07	产业新城	
2		韩国世宗	34	465	行政中心新城	
3		英国米尔顿·凯恩斯	27	89	第三代田园新城	
4		法国马恩河谷	30	171	产业新城	
5		中国	雄安新区	120	100	国家级新区
6			天津中新生态城	35	31.23	国家间合作开发建设的生态城市
7	城市	斯德哥尔摩	80.6	5400	瑞典首都城市	
8		汉堡	180	755	德国第二大城市	

表2 城市废物管理理念和机制列表<sup>[2][3][4][5]</sup>

城市	规划理念	废物管理理念	废物管理机制	主要处理设施	特色
米尔顿·凯恩斯新城	注重生态和景观设计、弹性规划、资源实现有效利用	提供高质量的废物处理服务，降低废物服务的成本；最大限度地减少对客户满意度的负面影响；减少废物服务的碳影响。	减少产生的废物，特别关注一次性塑料和食品废物，鼓励更多地重复利用材料，以最大程度地减少原始资源的使用，加快采用促进循环经济的商业模式。	材料回收设施 (MRFs)	管理“总体联合，局部独立”，回收、机密材料安全处理、能源转化，显著增加回收利用和堆肥处理，增加伦敦用于将回收材料加工成新产品的设施数量
筑波新城	更适宜人文居住的科学城	园林生态城、国际战略综合特区	垃圾排放控制和回收计划，绿色包装押金制度，生产者责任延伸制度，大件垃圾有偿回收制度，报废汽车拆解，建筑废物资源化等	清洁中心，含焚化设施、大件废物处理设施、有价物回收设施、堆场（有害废物储存）；回收中心，含大件和不可燃废物处理设施，废物处理设施	详细的垃圾排放和回收措施，用法律规定确定延伸责任
世宗新城	提高城市宜居水平，打造下一代可持续发展的模范城市	通过回收和回收设施以及能源和资源回收设施来经济地创造附加值，以最大限度地减少垃圾的产生、安全处理和减少环境负荷。	分阶段推进废弃物最小化政策，将废弃物最小化政策分为生产、流通、消费、处置阶段	生活垃圾综合处理设施，含焚烧处理设施、垃圾填埋场及便民设施；生活垃圾资源循环中心	废弃物高效自动输送，废物处理集约化园区化，全废物回收策略
马恩河谷新城	葡萄串状不连续建成空间，绿地、水系形成绿脉	城市生活垃圾再循环	实行政府主导的公私合营模式，扶持和发展再生能源工业，提供资金补贴	-	利用企业工会建立收运和分拣网络，通过焚烧和发电回收生活废物、分拣回收塑料、玻璃、金属、纸类。
雄安新区	绿色生态宜居新城区、协调发展示范区、开放发展先行区	构建无废城市	建立全域固废问题台账和监管机制，建立淀区沿岸固体废物管理机制，推进固体废物资源化利用	生活垃圾卫生填埋场、建筑垃圾就地处理设施	打造无废细胞和资源循环利用特色小城镇，全面推行塑料瓶押金制度、禁塑令、绿色信用制度
中新生态城	有吸引力的、高生活品质的宜居城市；促进可持续发展。	更好地利用资源，产生更少的废弃物	资源约束条件下建设生态城市，生态细胞-生态社区-生态片区三级体系	垃圾收集运输（气力输送）工程	中新合作、绿色发展、智慧应用、协同处理
斯德哥尔摩	绿色发展，人与自然在以功能性、质量和生物多样性的环境中和谐共处	废物管理计划，向上推进废物管理等级	征收垃圾焚烧税制度，产品包装“押金回收”制度，生产者责任制度，建筑垃圾就地资源化制度	-	减少居民生活中产生的废物，向非化石燃料的过渡和电动化的增加，资源和能源得到更有效的利用
汉堡	蓝绿融合”“新旧融合”和“产城融合”	源头减量	完善家庭生活垃圾源头减量如避免塑料包装的使用和食物浪费，资源化利用系统如旧物再利用的处理模式	垃圾焚烧厂	精细化分类生活垃圾（划分为七类），优化可回收物体系，剩余垃圾减量化



图1 东京都超级生态城产业布局

气和供暖。此外，得益于环境控制实验室提供的实验室服务，园区能够自行对所有输入材料的综合分析。



图2 瑞曼迪斯力普园区概况图

### 3. 松江天马无废低碳环保产业园区

天马无废低碳环保产业园区是上海城投集团下属上海环境集团股份有限公司倾力打造的集处置与循环利用、核心技术研发、环保人才培养、科普宣传展示、环境友好体验于一体的多功能一流现代化综合园区。园区总占地面积711.1亩，园区以青天路为界，分为西区（青天路以西）、东区（青天路以东）建设。西区占地面积约385.3亩，主要为市政设施用地，西区目前已基本建成天马生活垃圾末端处置综合利用中心一期项目、

市政污泥干化协同焚烧项目、天马生活垃圾末端处置综合利用中心（二期）、松江区湿垃圾资源化处理工程、松江区建筑垃圾资源化处理工程。

东区占地面积约325.8亩，其中市政设施用地174亩。东片区计划建设五个项目，包括危险废物处置项目、大件（含绿化）垃圾处置项目、泥浆（含底泥）处置项目、市政污泥独立干化焚烧项目、一般工业固废处置项目。



图3 松江天马无废低碳环保产业园效果图

### (二) 湿垃圾资源处理

1. 德国乌勒本沼气发酵厂：为燃气垃圾车提供能源  
德国乌勒本沼气发酵厂每年可处理生物垃圾6万吨<sup>[6]</sup>。乌勒本沼气发酵厂收集超过60%的柏林残余废物和生物垃圾，采用干式发酵工艺，从生物垃圾中产生沼气。这种方法非常适合处理含水量为58%至65%的有机废物，沼气经过净化、加工和浓缩，再经过适当的处理后可以进入天然气网络。目前该处理厂已经覆盖了三个加气站的网络中，为燃气垃圾收集车提供能源。



图4 德国柏林乌勒本沼气发酵厂俯视图

### 2. 新明斯特机械生物垃圾处理厂

MBA Neumünster GmbH（回收和资源管理公司）与 SWN Stadtwerke Neumünster GmbH（公用热电联产厂）密切合作，实现资源的回收和处理。

MBA Neumünster每年处理大约250000吨废物，主要为来自石勒苏益格-荷尔斯泰因州的残余和大件垃圾以及类似于家庭垃圾的商业垃圾，是德国最大的机械生物垃圾回收厂之一。

SWN回收中心的有机堆肥厂使用了来自Segeberg和Plön区以及新明斯特市的近30000吨有机废物，生产出高质量的堆肥。堆肥作为农业肥料和土壤改良剂，经过质量测试后供给回收中心周边地区的农民使用，以减少人工肥料使用。

3. 日本餐厨垃圾资源化封闭循环

日本将餐厨垃圾统称为食品废弃物，处理方式主要有堆肥、饲料化和能源化，其中能源化为主要处理方式，利用食品垃圾生物质能属性，通过厌氧发酵产生沼气，建设可再生能源沼气热电联产项目，其中有多家单位及个人将再生电力40%留作自用，另60%出售给电力企业。

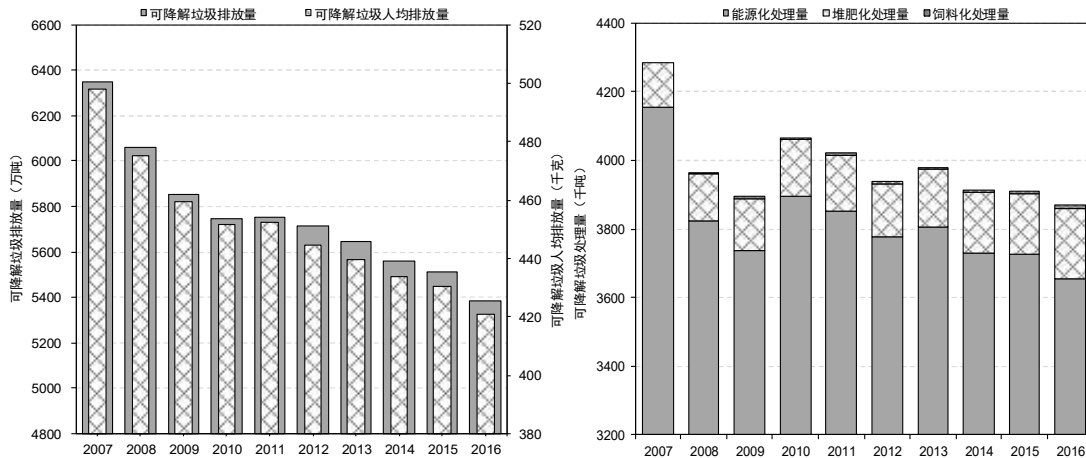


图5 日本食品垃圾产生（左）和处理变化趋势（右）<sup>[7]</sup>

(三) 报废汽车拆解

1. 日本：循环利用为主的报废汽车拆解

日本报废汽车回收拆解主要是通过初步处理、分离并回收三步来完成整个回收利用过程的，产生的物品包括废液、废油；安全气囊；轮胎和铅蓄电池；各种组件等。例如，日本北九州生态工业园区已经设立三大区域：综合环保联合企业群区、再生利用工厂群区和验证研究区，其中综合环保联合企业群区内的西日本汽车循环利用株式会社所做的系根据“汽车回收再利用法”所开展的汽车拆解项目。即受汽车厂家的委托，进行细致的拆解工作，将拆解后的废汽车要作为钢铁原料投放到转炉等，进行高级循环利用。目前已取得“全部再资源化认定”（汽车回收再利用法第31条认定工厂）。

2. 德国：生产者责任延伸制度保障下的报废汽车拆解

德国是汽车产业发源地之一，每年报废汽车大约150万辆，相对汽车保有量较小。目前德国处理报废汽车有一整套的工作流程，汽车所有人决定按年限报废车辆后，可以选择自行把车辆开到政府认证的回收站，或打电话由回收站派车来收。

德国的汽车拆解厂主要把还能继续使用的零部件拆解出来，这些零件会转到汽车修理厂继续发挥余热。在拆解过程中会产生一张计费单，具体的金额因为车辆的综合情况不同而定。拆解流程完成后，会给车主一个车辆报废处理的证明文件，车主凭这个车辆报废处理文件，加上车辆所有人证明文件，向德国当地的交管部门申请，办理注销车辆的手续。还要向税务部门申请办理，停止为汽车缴纳税款的业务。

3. 英国：建立废旧汽车拆解完整回收网点与体系

英国汽车保有量约2900万辆，每年报废汽车约200万辆。英国最早于2005年就发布了《报废车辆规定（制造商责任）》，明文规定汽车制造企业需要建立报废汽车回收体系。目前英国约有3000多家小型汽车拆解企业充当报废汽车回收网点角色，基本覆盖英国全部区域。

四、总结及建议

(一) 国内外新城/城市固废处理特色总结

1. 注重源头控废、减废、无废

全球固废管理理念发生转变，从20世纪的“无害化”为主发展为“减量化”为首、“资源化”为重，即“减量化（避免）”优先于“资源化（回收）”，又优先于“无害化（处理）”。各国都提出了相关的政策，如英国“伦敦的垃圾再思考”战略、中国的“无废城市”等，都力争从源头上控制废物的产生。

2. 可回收物精细化分类与生产者责任制

回收作为减量和循环的重要手段，大多数国家和城市从源头回收至再生利用制定了整套的政策，比较突出的特点包括：①精细化的源头分类措施，比较典型的如日本，塑料瓶包装、瓶盖分离后投放回收；②明确的生产者责任制，如德国、英国的报废汽车生产者责任制，韩国世宗新城则要求纸盒、金属罐、玻璃瓶、合成树脂等4种包装材料以及家电、轮胎、润滑油、日光灯、电池等5种产品必须回收；③完备的可回收物分拣回收设施，如日本筑波的回收中心、韩国世宗生活垃圾资源循环中心、德国的机械生物处理（MBT）等；④适当的奖惩措施，如日本、韩国、英国对居民协会以及回收企业都有一定补贴政策，垃圾违规投放则会有相关惩罚。

3. 废物处理集约化园区化协同化

各新城/城市都形成了与废物管理体系相匹配的处

理设施,在城市用地日趋紧张的大背景下,尤其是人口密度较大的亚洲国家更注重废物处理的集约化,一方面深挖立体空间,如巴黎的地下焚烧厂,另一方面围绕原有设施共享基础设施和防护距离实现集约化,同时,将物质、能源等协同耦合利用,并搭配游泳池等居民便民设施降低邻避效应,如东京的超级生态城、世宗的处理中心、雄安的无废园区等。

#### 4. 固废收运处理机械化及就地技术的适配

固废收运及处理机械化自动化程度逐步加强,收运机械化技术/设施包括气力输送系统、地下垃圾桶收集系统等,在瑞士、韩国以及中国的天津生态城都有较成熟的应用;处理机械化技术如MBT、可回收物分选等,日本、德国等在生活垃圾及工业固废处理上应用较广。除此之外,垃圾的就地处理也是目前应用较多的技术,如厨余垃圾源头破碎、建筑垃圾就地处理等。

### (二) 对五大新城建设的建议

#### 1. 打造“无废新城”

“无废”作为近年来全球固废管理理念,并不是指没有固废产生,而是全过程的固废处置,应减尽减,应收尽收,应用尽用,应处进处。上海五大新城在垃圾治理上应以这种新理念为导向,做到“垃圾少产生,垃圾看不见,垃圾尽利用”,贯彻绿色生产和生活方式,通过“无废小区”“无废工厂”等“无废细胞”,进而打造“无废社区”、“无废园区”,实现“无废新城”建设。

#### 2. 厨余垃圾和有机垃圾的新处理技术和路径

新城内可新建具有较好流动性的污水管网体系,对家庭产生的厨余垃圾建议采用粉碎方式预处理,直排入污水管网,既可补充污水处理厂碳源,也能使居民的生活垃圾分类更便捷。此外,湿垃圾在新城的有机处置厂变成绿化土壤改良剂后,可以利用到新城的环城森林生态公园带建设中去,提升生活垃圾的资源化利用水平。

#### 3. 垃圾精细化分类和气力输送率先试点

国外垃圾分类精细化程度很高,上海可率先实施垃圾分类精细化分类。聚焦可利用有规模效益的塑料、玻璃、废服装、利乐包和泡沫塑料,着力提升“交投点-两网融合点”规范化收运分拣能力。加快布局垃圾精细化分类交投网络,创新智能精细化分拣生产线。

此外,具备条件的小区,可参考韩国世宗、天津生态城采用气力输送系统收运垃圾,让分过类的生活垃圾“秒传”到收集容器;不具备条件的区域可采用地埋式收集设施,需要投放、运输时才升起,既能改善收集点的环境,还能有效实现定时定点收集并改善垃圾收集点的气味和污染问题。

#### 4. 新城建设的建筑垃圾和大件垃圾就地资源化模式

国外针对建筑垃圾采取收费政策征收产品费、生态税等措施,并激励源头减量,促进建筑和拆除垃圾的循环利用。根据导则,新城废弃混凝土、装修垃圾、拆除垃圾等建筑垃圾利用率须达到100%,亟须促进建筑垃圾高效综合利用。尤其是一些工程项目产生的建筑拆除垃圾和装修垃圾,应当通过新城布局的垃圾中转分拣、拆解加工、整修再制利用中心等项目,实现原地或就近

循环利用的“闭环”,相比外运处置,更节省成本也更低碳环保。一些工程渣土通过异地回填,还可以解决部分区域基底标高、造景绿化等问题,也解决后续城市运营中防洪排涝等问题。此外,区域范围内大件垃圾、绿化垃圾等废弃物的本地“闭环”,也应尽快纳入新城的规划建设方案。

#### 5. 结合主导产业发展,打造集约化产业废弃物处理设施

国外对报废汽车拆解工作已经取得了很大成就,德国报废车辆处理主要是落实生产者责任制。日本报废汽车回收拆解主要是通过初步处理、分离并回收三步来完成整个回收利用过程的。

新城可制定法规规定制造商建立报废汽车回收体系,或者与现有回收企业签约。对于未与制造商签约的回收企业,经过备案许可,也可独立开展回收拆解工作。结合德国与日本的拆解模式,基于现有国情,建立汽车绿色高值资源化再利用模式。

#### 6. 废物处理的集约化、园区化、智慧化

韩国世宗以及中国雄安新区在废物处理的集约化、园区化、智慧化方面取得良好进展,主要体现在集垃圾处理、焚烧发电、综合利用于一体的综合处理设施。上海新城需统筹共建废物处理的集约化利用设施,将废物转运、资源化利用设施全部集中在综合体进行建设,对象涵盖生活垃圾、建筑垃圾、绿化废弃物等,并统筹考虑一般工业固体废物,集循环再生、集散收运、设备运维、应急救援、环保教育等功能为一体,实现空间上和功能上的集约共享。此外,推进污染物排放全过程统一监管与信息联动共享,提升废物处理的集约化和智慧化设施的资源利用水平和规模效益。

#### 参考文献

- [1] 吕一平, 赵民. 国外新城建设的目标与立法推进——以美国和日本为例[J]. 上海城市规划, 2022(2): 59-65.
- [2] 张红, 孙艳艳, 张敏, 童爱香. 英国米尔顿·凯恩斯新城城市品质提升经验与启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2019, 34(10): 5-13.
- [3] 梁毅. 我国新城新区规划建设思考与总结[J]. 甘肃科技, 2019, 35(14): 6-8.
- [4] 方丹, 刘大漳, 田湖俊. 斯德哥尔摩生态城市政策分析及其启示[J]. 建设科技, 2018, (06): 23-26.
- [5] 周博文. 中新天津生态城战略规划及发展探讨[J]. 中国产经, 2020, (08): 51-52.
- [6] 严陈玲. 德国柏林市生活垃圾分类经验及启示[J]. 中国环保产业, 2020, (04): 35-39.
- [7] 施锦芳, 李博文. 日本食品垃圾循环制度构建及其对中国的启示[J]. 大连大学学报, 2018, 39(01): 90-94.

基金项目: 上海城投(集团)有限公司科技创新计划项目(NO. CTKY-ZDXM-2021-008)

作者简介: 邢涛(1989—), 男, 硕士研究生, 安徽芜湖, 工程师, 研究方向为环境卫生规划, 静脉产业园区, 垃圾分类。