

工业固废综合利用企业用地现状及其静脉产业园选址研究

● 1 引言

工业固废一般是指年产出在 1000 万 t 以上，且对土壤、水体、大气等环境及人类健康危害较大的固废。对工业固废的处理与利用目前有焚烧、填埋、综合利用三大类途径，符合绿色发展要求的综合利用处置以企业制的市场化和商业化形式最为显著，因此对固废类企业现状与发展途径的研究是关键要素。上海作为我国重要的工业基地和发源地，工业基因不会放弃，这表明工业需要的原料与工业固废产生量总会以一定的量存在，如何缓解资源有限性与生产无限性之间的矛盾是时代的要求。

静脉产业(Venous Industry)一词，最早由日本学者提出，他们认为：在循环经济体系中，根据物质流向的不同，可以分为从原料开采到生产、流通、消费和从生产或消费后的废弃物排放到废弃物的收集运输、分解分类、资源化或最终废弃处置的两个不同的过程。仿照生物体内血液循环的概念，前者可以称为动脉过程，承担动脉过程的产业称为动脉产业，后者称为静脉过程，承担静脉过程的产业称为静脉产业。动脉产业是循环经济体系构成的基础，以资源存量与流量为生存基础，静脉产业是循环经济体系运行的保障，其原料的基础是动脉产业发展遗弃的废弃物，动、静脉产业与循环经济关系见图 1。根据上海产业园区统计评价信息服务平台，全上海共有 130 多家产业园区，分为国家级公告产业园区、市级公告产业园区、产业基地、镇级产业园区的城镇工业地块及部分工业集中区四种类型。合力呈现集聚块状发展模式，如此发达的动脉产业基础适宜培育静脉产业。

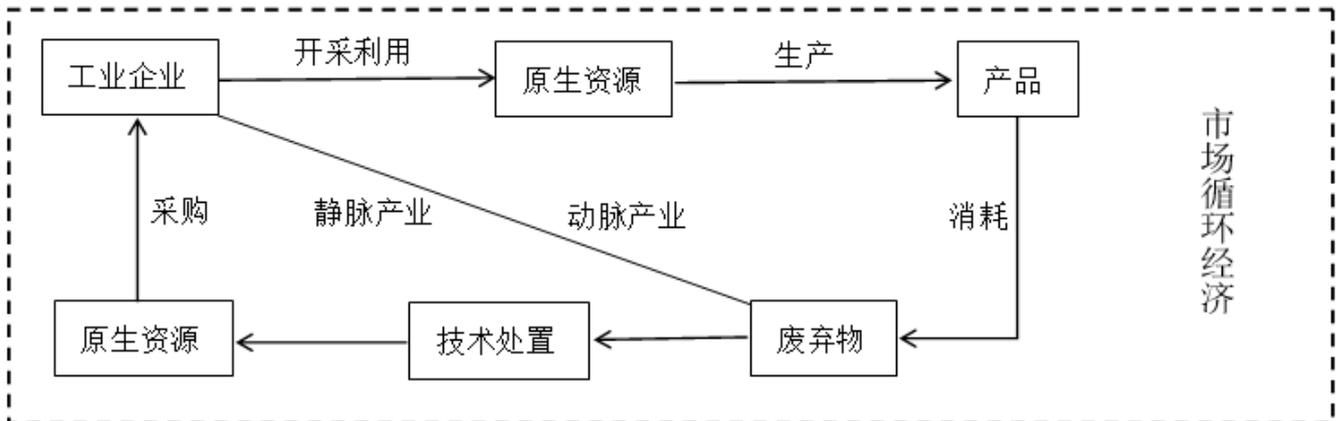


图 1 动、静脉产业与循环经济关系图

静脉产业园是以从事静脉产业生产的企业为主体的工业园区，工业固废综合利用企业为该类企业典型代表，遵循循环经济理论的“3R”原则（减量化 reduce、再使用 reuse、资源化 recycle）建设工业固废综合利用静脉产业园是发展静脉产业的重要实践形式。通过静脉产业尽可能地把传统的“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”闭环经济模式。进而推动工业生产环节资源利用源端与固废处理尾端的高效结合，形成环状可循环利用发展链条，满足发展与环境之间的协调诉求。

日本早在上世纪 80 年代起就已经开始建静脉产业生态园，我国在 2006 年 9 月，原国家环保总局发布《静脉产业类生态工业园区标准(试行)》(HJ/T265-2006)，这标志着静脉产业在国内作为一门新兴产业迎来了真正发展。徐波等学者基于日本静脉产业发展的现状，对日本推进静脉产业发展的关键措施、核心内容方面进行分析和研究，认为中国静脉产业或循环经济的发展必须以政府为主导、企业为主体，把废弃物资回收资源化系统作为核心内容~~错误!未找到引用源。~~。为解决苏州市生活垃圾，早期中国光大国际有限公司开始了“静脉产业园”的规划，吴凯等通过光大国际在静脉产业园实践与探索过程的典型案例分析，提出具有前瞻性、先进性和可操作性的设计理念、功能定位、产业规划和发展模式等建议。部分学者以广东肇庆市亚洲金属资源再生工业基地、浙江宁波镇海金属园区为研究案例，总结静脉产业园区生态可持续发展的规划原则，包括合理的产业链结构、高效的交通与能量流系统、生态化的景观环境建设等。常杪等人对静脉产业园区概念进行解析，梳理了我国静脉产业园的建设概况，从园区建设内容与流程、园区建设布局形式、园区投资建设主体、园区运营管理模式等 4 大要素研究了静脉产业园区的发展模式。郝广才等人提出完整的静脉产业链主要包括废弃物收集运输、中间处理、不可利用物最终处置和再生资源销售 4 个环节，同时也质疑目前上海市静脉产业存在着布局不合理、集约化水平相对较低、产业链不完整等问题。

综上所述，我国对静脉产业及静脉产业园的研究无论是横向上与国外的对比研究，还是纵向上园区自行深入研究，都有一定的建树。但是，从企业的自身情况和用地效益情况出发去探索静脉产业园建设的重要性与选址的合理性目前在学术界较为鲜有。文章选取上海市具有一定代表性的 79 家本地生产的工业固废综合利用企业为例，基于实际调研的数据，从企业的空间分布情况到自身固废处理能力再到用地状况研究，深入了解土地空间资源与企业发展诉求的现实矛盾。依据现状与规划的态势设立指标，利用科学方法确定工业固废综合利用静脉产业园的适宜建设区，实现用地效益最大化。

● 2 研究对象现状概况

全市主要的 79 家工业固废综合利用企业（以下简称固废企业）是静脉产业园的有力载体，在实地调研的基础上，分析企业发展现状，解剖其用地方面所面临的瓶颈问题，阐述工业固废综合利用静脉产业园建设的重要性。

● 2.1 固废企业分布特点

(1) 行政区分布情况

从区域分布来看，上海市固废企业整体分布较为零散，主要分布在郊区，其中宝山区固废企业分布最为集中，约占总量的四分之一，用地面积 61400 平方米，约占总面积的五分之一。这与宝山区拥有大型企业上海宝钢有关，宝钢带来的上下游产业链在利用材料与固废排放的环节中都占据了较大的比重，同时也反映出宝山区工业企业依附宝钢产生集聚效应，因此对工业固废综合利用企业具有一定的需求。具体分布见图 2。

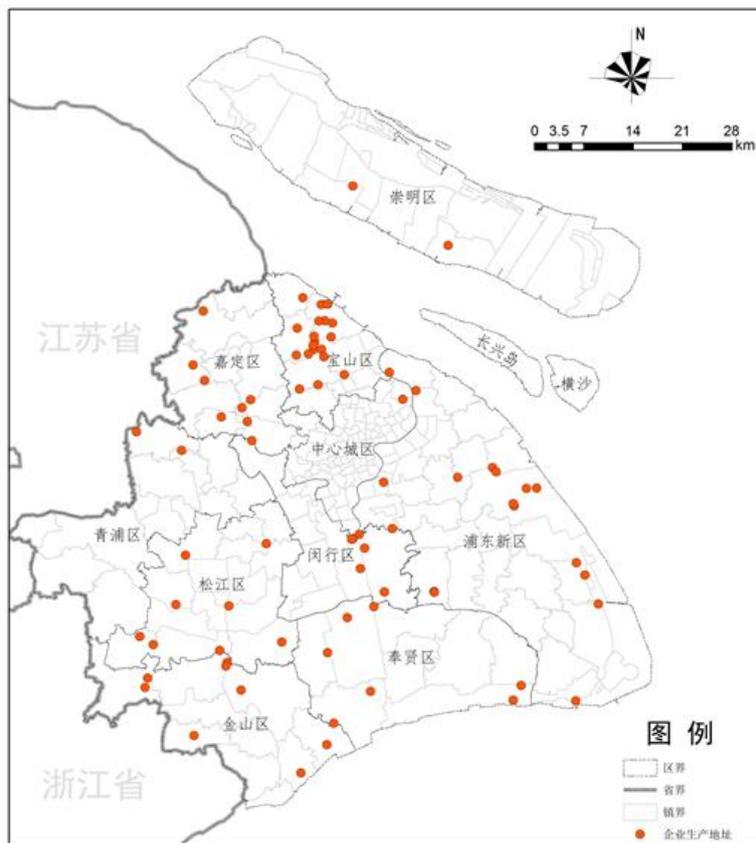


图 2 上海市主要工业固废综合利用企业行政区分布图

表 1 上海市主要工业固废综合利用企业区县统计

行政区名称	企业数量	用地面积（平方米）	用地面积百分比
宝山区	20	61400	22%
浦东新区	15	44800	16%
奉贤区	10	30900	11%
松江区	8	23700	9%
嘉定区	7	4000	1%
金山区	7	39800	14%
闵行区	6	45500	16%
崇明区	2	10900	4%
青浦区	2	8200	3%
徐汇区	1	3000	1%
杨浦区	1	4400	2%
总计	79	276700	100%

(2) 用地分布情况

从工业用地分布来看，79 家固废企业一半以上分布在 198 区域，企业占地面积超过在 104 区块与 195 区域的合计。根据上海市 2035 规划 198 区域属于规划建设区块外，以规划引导、生态优先、减量调整为导向，这部分工业固废综合利用企业直接面临减量化问题，企业过渡期政策提供的发展空间较小。

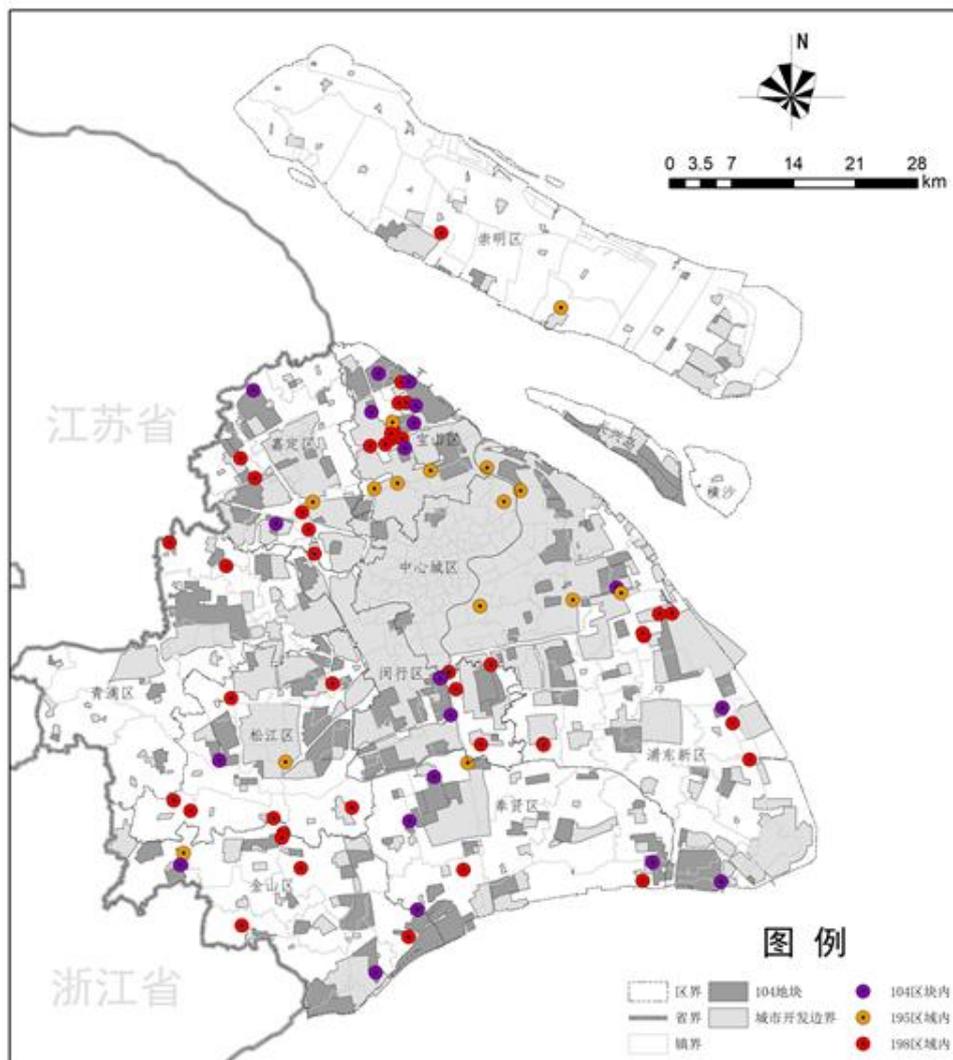


图 3 上海市主要工业固废综合利用企业地块分布图

表 2 上海市主要工业固废综合利用企业地块统计

所在地块	生产地址企业数量 (个)	占地面积 (平方米)	占地面积百分比
104 地块	22	76000	27%
195 区域	15	52100	19%
198 区域	42	148600	54%
总计	79	276700	100%

注：104 区块指规划共形成了 104 个工业区块；195 区域指规划工业区块外、集中建设区内的现状工业用地；198 区域指规划工业区块外、规划集中建设区外的现状工业用地。

● 2.2 固废企业用地效益

(1) 废弃资源利用量大

据实地调研, 79 家固废企业在 2019 年度利用废弃资源共计 970 万吨, 如图 4 所示。总体上看, 宝山区废弃资源利用规模最大, 单位土地用地效益最高, 利用废弃资源总量在 20 万吨以上的企业共有 12 家, 12 家工业固废综合利用企业中 75% 的企业都分布在工业用地 198 区域。

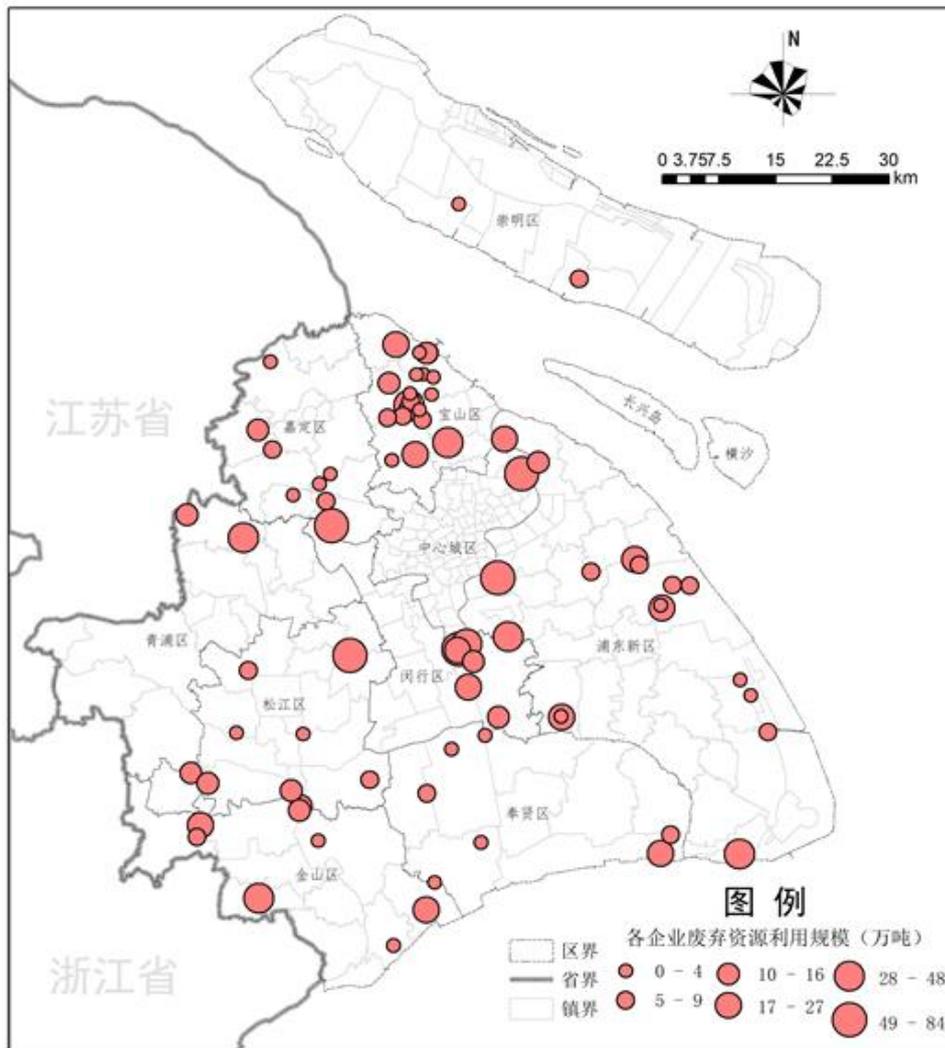


图 4 上海市主要工业固废综合利用企业利用废弃资源规模图

(2) 废弃资源产出量大且品种丰富

固废企业对废弃资源的利用最终会产生另一种可用资源, 并以产品的形式流入市场被相关工业企业采购利用。固废废弃资源产出量主要以万吨为计量单位, 2019 年度上海市 79 家固废企业产出总量超过 800 万吨, 且废弃资源产出的产品种类多样, 其中混凝土系列、砌块系列产出量在众多产

品中占据较高比重，如图 5 所示。与其他区县相比，宝山区、浦东新区的废弃资源产品产出量较大，不仅取得了较高的经济效益，同时为相关工业企业的发展对原料的需求提供了新的供给出路。

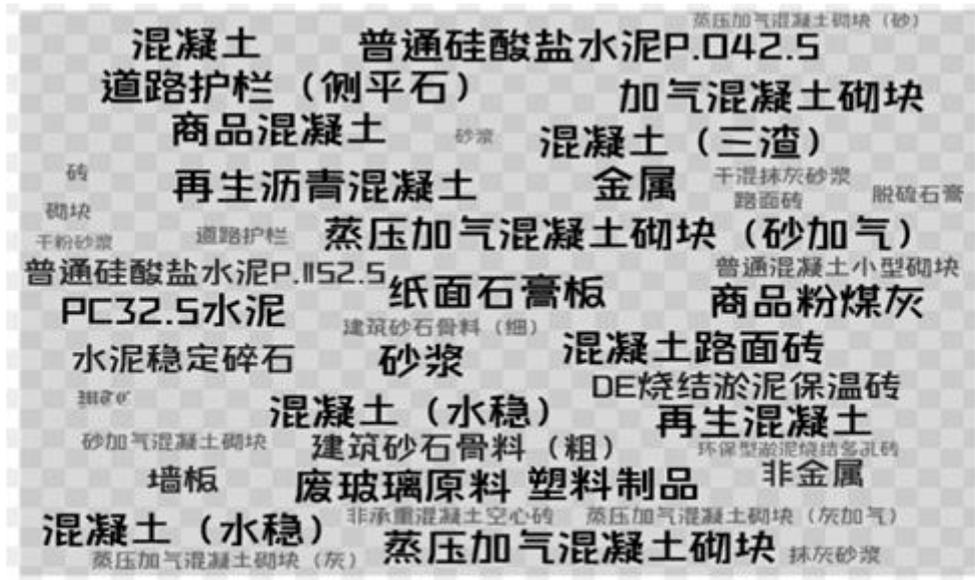


图 5 主要工业固废综合利用企业产品产出词云图

● 2.3 生存发展用地压力

(1) 环评通过率低

基于实地调研分析，固废综合利用类企业的环保意识和环保技术普遍偏低，调查样本中通过环评要求的企业只有 37 家，占比不到 50%。未通过环评检测的企业，环保部门有权责令其停产并处以相应数额的罚款。

(2) 规划用地减量化，保留与入园难度大

目前上海市建设用地已触及天花板，通过存量盘活来补充建设用地的不足已迫在眉睫。198 区域是本市进行工业用地盘活的主要对象，进一步对综合效益偏低的企业进行转型升级或集中清退，最终实现工业用地的腾笼换鸟与减量化目标。

固废类企业大多数分布于 198 区域，根据当前政策，在符合“零增地”技术改造正面清单标准的前提下，可通过“一事一议”的方式进行保留，在自有的土地上改扩建，或进入转移到规划产业区内进行保留。但是从该类企业自身性质而言，转型升级存在一定难度，同时，规划产业区块设有一定的门槛，大多数工业固废综合利用企业难以入园。

(3) 土地政策扶持力度有限

目前本市对 198 区域内走不出转型升级，又难以纳入规划产业用地区块的固废企业的政策扶持力度有限，远不及工业生产线上处于前端的企业。各种压力导致该类企业频繁出现“搬家搬厂”的局面，居无定所、无地可用的处境对固废的处置更难以投入科技专注，选择直接关闭企业对员工的权益会造成一定的损失，从而在短时间会产生失业等相应的社会问题。

● 3 静脉产业园建设

工业固废综合利用产业发展，并不是一种经济模式，而是一个很多问题交织在一起的社会性问题，保留支持该类企业的发展是城市化发展的客观需求。在环卫设施邻避效应矛盾突出的背景下，园区化、规模化、集中化、土地集约化处理已成为固废处理处置的必然选择，从土地资源的利用角度看，把工业固废综合利用产业发展为静脉产业，建设静脉产业园是该类企业发展的出路，其宗旨在于阶段性地解决不可或缺的固废类企业的生存与发展问题、固废处置与生态环境相协调的矛盾以及产业用地合理利用的问题，产生集聚效应，实现用地效益最大化。

● 3.1 静脉产业园选址范围

确定选址是工业固废综合利用静脉产业园建设发展的第一步，考虑到上海市中心城区土地多以商业用地性质为主，则对于工业固废综合利用静脉产业园的选址研究只考虑九个郊区行政区。

● 3.2 指标体系构建

针对工业固废综合利用产业特点，制定相应指标作为工业固废综合利用静脉产业园试点选址的评估因子（表 3）。考虑到本市交通网络体系较为发达，工业固废综合利用静脉产业园的试点选址

暂不考虑市场的具体位置以及通达度，但会考虑最终选址在相同合理输出半径上是否可以实现本市的综合覆盖效果。合理输出半径即为经济服务半径，废弃资源与产品多以公路运输为主，公路货物运输的经济服务半径，是指在进行物资运输中，在一定的运输条件（运网布局、道路交通状况、货物性质、道路运输的技术经济特性等）下，所选取的道路运输方式能够发挥的最佳经济效益，即社会劳动消耗费用（包括时间价值）最具有经济性的线路通道的实际距离，并通过数学推算而得到的具有一定变化范围的数值。参考前人研究成果及上海物理边界面积与实际运输能力等综合已知量信息，文章选取 30 公里为本次研究内容的合理输出半径。

表 3 工业固废综合利用静脉产业园试点选择指标体系

目标层	指标一层	指标二层	指标三层
静脉产业园 试点选择	供给量	外在空间供给	产业用地面积 企业数量
		自身供给优势	企业占地面积 固废处理量 产品产出量
	集聚度	-	-

根据工业固废综合利用静脉产业园试点选择指标体系计算各个行政区的指标得分，并进行排序，利用线性规划原理计算外在与自身供给量排序数值，再结合空间集聚度，运用贪心算法中的最优子结构思维综合比较做出静脉产业园建设试点的最佳选址决策，最后选取 30 公里为运输半径做缓冲区分析检验综合全覆盖效果。

● 3.3 指标比较分析

● 3.3.1 供给量

(1) 外在空间供给

避免与用地规划要求相违背，园区建设应在产业用地空间内。根据本市 2035 年产业用地规划范围要求，得出各区产业用地面积及占比信息（表 4），在规划要求范围内的产业用地空间是工业固

废综合利用企业静脉产业园建设的外在供给条件，产业用地占比越高，可提供的工业固废综合利用静脉产业园建设空间就越大。

表 4 产业用地面积排序

排序	行政区名称	行政区面积 (公顷)	产业用地面积 (公顷)	产业用地约占比 (%)
1	闵行区	37281	5097	14
2	嘉定区	46296	5857	13
3	金山区	60297	7355	12
4	宝山区	29944	3250	11
5	浦东新区	139472	14165	10
6	奉贤区	70467	6959	9
7	松江区	60449	5112	8
8	青浦区	66777	4728	7
9	崇明区	134756	4332	3

注：面积取自矢量图形面积。

(2)自身供给优势

企业用地面积、数量、废弃资源利用量（即处理量）、废弃资源产品产出量是与建设工业固废综合利用静脉产业园最为密切的四大自身供给影响因素（表 5），目的在于可以就地建园，节约成本，最大程度地减少对固废企业的干扰，尽量保证其正常运营环境。

表 5 企业自身实力排序

排序	行政区名称	企业数量	行政区名称	企业占地面积 (公顷)	行政区名称	处理量 (万吨)	行政区名称	产出量 (万吨)
1	宝山区	20	宝山区	41	宝山区	218	金山区	222
2	浦东新区	15	闵行区	30	闵行区	209	宝山区	180
3	奉贤区	10	浦东新区	30	浦东新区	169	浦东新区	160
4	松江区	8	金山区	27	松江区	124	闵行区	109
5	嘉定区	7	奉贤区	21	金山区	107	青浦区	54
6	金山区	7	松江区	16	青浦区	64	奉贤区	38
7	闵行区	6	崇明区	7	奉贤区	37	松江区	21
8	青浦区	2	青浦区	5	嘉定区	32	嘉定区	16
9	崇明区	2	嘉定区	3	崇明区	11	崇明区	10

(3)供给量测评

外在的用地供给条件和自身供给能力形成试点选择最主要的五项供给量指标，将该五项指标目前的排序作为当前得分分值，各个区的分值是影响达到目的的决策变量，模拟线性规划原理绘制各区五项指标得分情况见图 6。

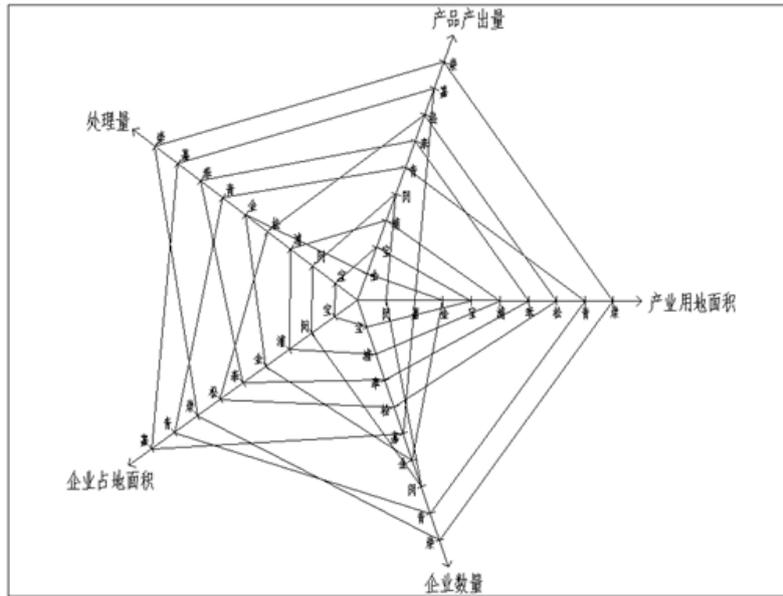


图 6 供给量测评模型图

图中，中心点为静脉产业园建设的最理想化地带，五项指标形成五条方向轴，轴上的每一点离中心点越近则表示其越具备符合建园的条件，各个区在五项指标中都有不同的排序位置，把五个方向轴上相同的区县连接形成闭合区域，对 9 个行政区所得出的 9 个闭合区域进行面积计算，面积越小，建园设想越合理。由表 6 可知，排在前三位行政区分布为宝山区、闵行区、浦东新区。

表 6 闭合区域面积统计

排序	行政区名称	面积（平方米）
1	宝山区	150920
2	闵行区	351009
3	浦东新区	462998
4	金山区	664415
5	奉贤区	1382534
6	松江区	1446586
7	嘉定区	1964099
8	青浦区	2326098
9	崇明区	3489090

● 3.3.2 集聚度

集聚是空间概念，同时也是空间土地资源集约化利用的体现，空间集聚度越高，表明企业分布越多，用地越集中，该区域建园向心力越强，降低工业固废综合利用企业迁移成本，维护少数服从多数的原则。由图 7 可知，宝山区空间集聚度最高，其次在闵行区、浦东新区、嘉定区、金山区也显示出一定程度的热力分布。

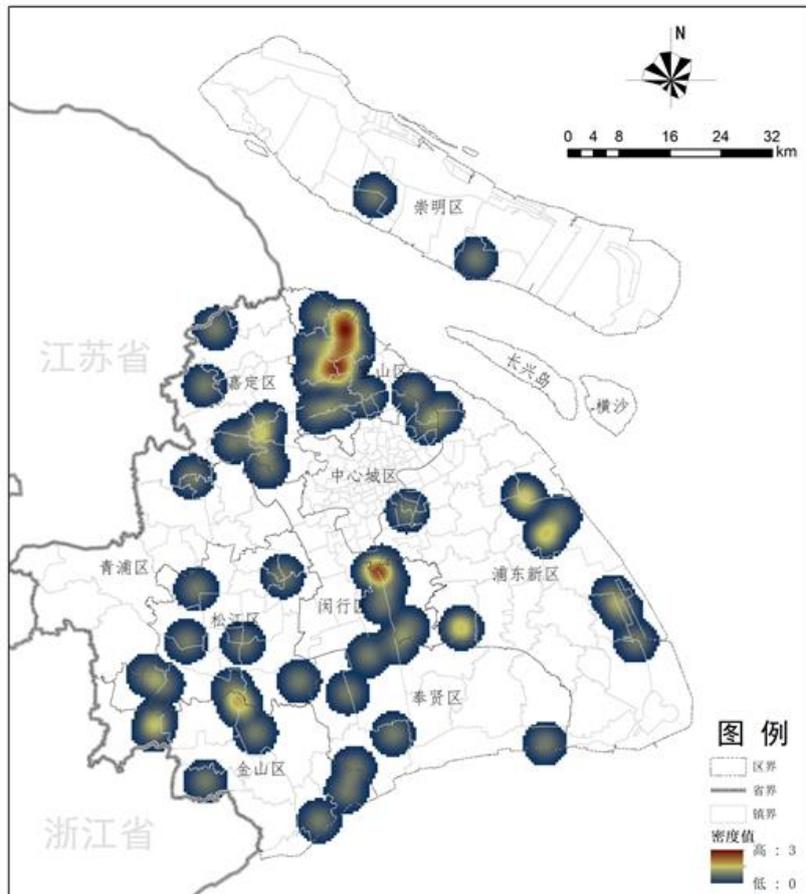


图 7 主要工业固废综合利用企业空间分布热力图

● 3.4 静脉产业园试点判定

最优子结构是依赖特定问题和子问题的分割方式而成立的条件，认为各子问题具有最优解，就能求出整个问题的最优解。基于分析结果，运用最优子结构原则对外在供给量与自身优势的综合数值取最优区县，空间集聚度取最优区县，从而判断当下宝山区、闵行区、浦东新区的现状条件更益于工业固废综合利用静脉产业园试点的建设。

在宝山区、闵行区、浦东新区的产业区块范围内拟建设静脉产业园，并选取 30 公里作为公路运输经济服务半径，效果如图 8 所示，合理公路运输经济服务半径所得出的缓冲区范围对全市具有全面覆盖效用。青浦区西北角为淀山湖，土地性质为不可利用建设用地，因此可以不在缓冲区内，作为上海最后一块净土的崇明区可向宝山区进行输送转移。

工业固废综合利用静脉产业园在具体地块的选择上应避开水源保护地、风景旅游区等生态保护红线，实现经济效益、环境效益、社会效益同步发展。

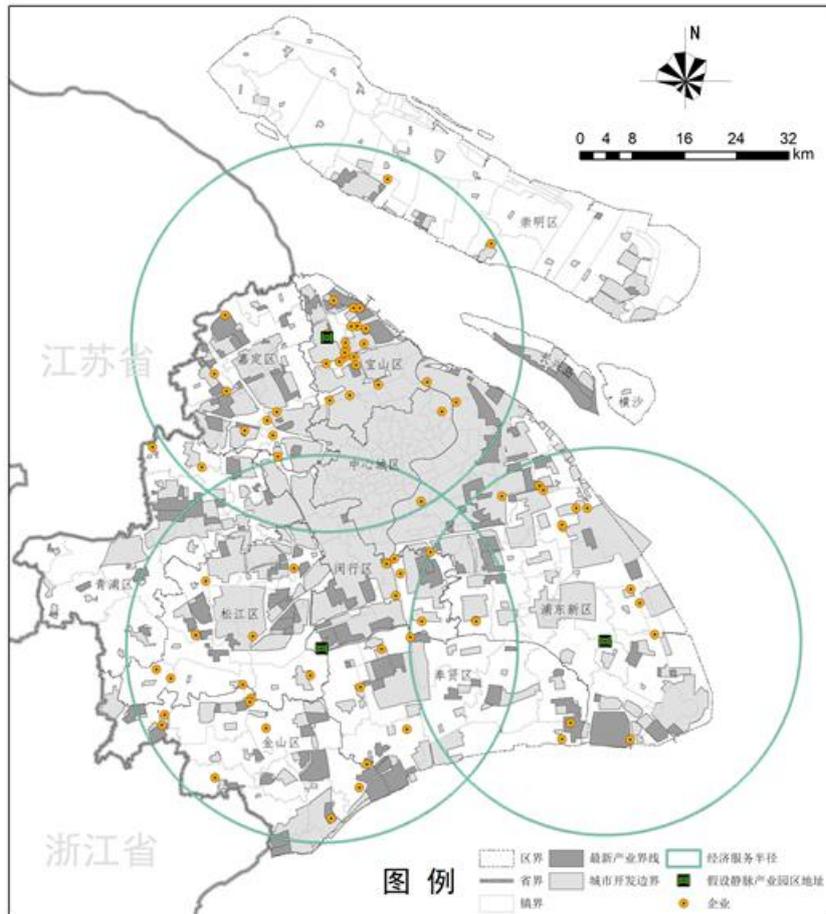


图 8 公路运输经济服务半径缓冲区图

- 总结与展望
- 4.1 结论

上海市动脉产业实力雄厚，有条件使得动、静脉产业突出自身价值链的界线，实现首尾延伸衔接，形成一个更完整的价值系统，符合循环经济的发展要求。同时，针对固废类企业的调研可知，本市的静脉产业发展本身就具备一定的实力优势，但是土地空间资源一直是本市产业发展的限制性

条件，土地集约化、高效化利用，严控用地强度与结构是企业发展的必然趋势。静脉产业园是静脉产业发展的载体，是废弃物资源化处置的平台，也是生态工业园区中重要部分的剥离，因此静脉产业园的建设是本市固废企业的理性出路。对于 9 个郊区行政区而言，只要在产业用地规划内原则上都可以建设静脉产业园，但从成本经济与产出经济角度出发，宝山区、浦东新区、闵行区在当下更具有静脉产业园试点选择的优势。

● 4.2 展望

工业固废综合利用静脉产业园的建设是一项功在当代、利在千秋的民心德政决策，模式一旦确定，便可复制可推广，今后的研究可以对全市所有的固废企业、行业进行深度调研，探究行业的发展诉求，并全盘厘清实际用地状况与规划用地指标，进一步估算用地效益与供地价值，形成更为完整有效的一手资料，探索工业固废综合利用静脉产业园发展模式与管理维度。

免责声明

本报告刊载的一切资料及数据，虽力求精确，但仅作参考之用。本刊分析内容并不反映个别情况，对于特定项目读者应自行寻求专业意见。城市测量师行保留一切版权，未经许可，不得转载。

©城市测量师行 2021 年

主办单位：城市测量师行——上海城市房地产估价有限公司

编辑部地址：上海市北京西路 1 号新金桥广场 11、15-18F

邮编：200003

网址：www.surea.com

电子邮箱：surea@surea.com

电话：86 21 63589988

更多楼市资讯、研究报告可以
扫描下方二维码阅读



更多价格、更多功能可扫描下
方二维码查询、使用

