

中国生活垃圾资源化利用：基于德国经验的比较与反思

张雨桐 商丹妮*

吉林外国语大学

DOI:10.32629/eep.v9i4.3147

[摘要] 随着可持续发展理念的深入,生活垃圾资源化利用已成为城市环境治理的关键环节。当前,中国在垃圾焚烧发电、烟气净化及存量垃圾治理等方面均位居世界前列,但前端分类精准度不足、低值可回收物回收率偏低、居民分类习惯尚未普遍养成等问题,制约了系统效能的充分发挥。放眼国际,德国虽在循环经济领域拥有成熟的体系,但两国在人口密度、居住形态、基础设施布局等方面存在显著差异,不能简单照搬。中国部分地区的本土化实践表明,“便利化与正向激励”的核心逻辑与德国“闭环可信、正向反馈”的体系逻辑内在一致,且更符合中国国情。优先推行干湿分离,完善便利化与正向激励机制,因地制宜实现分类、收运、处理各环节的有效衔接,是提升生活垃圾资源化利用效能的关键。

[关键词] 资源化利用; 垃圾分类; 循环经济; 激励机制

中图分类号: F124.5 **文献标识码:** A

Resource utilization of domestic waste in China: comparison and reflection based on German experience

Yutong Zhang Danni Shang*

Jilin International Studies University

[Abstract] With the deepening of the concept of sustainable development, the resource utilization of domestic waste has become a key link in urban environmental governance. At present, China ranks among the top in the world in terms of waste incineration power generation, flue gas purification and stock waste treatment. However, problems such as insufficient front-end classification accuracy, low recovery rate of low-value recyclables, and residents' classification habits have not yet been generally formed restrict the full play of system efficiency. Looking at the world, although Germany has a mature system in the field of circular economy, there are significant differences between the two countries in terms of population density, living form, infrastructure layout, etc., which cannot be simply copied. The localization practice in some parts of China shows that the core logic of “facilitation and positive incentive” is inherently consistent with the system logic of “closed-loop credible and positive feedback” in Germany, and is more in line with China's national conditions. The key to improve the utilization efficiency of domestic waste resources is to give priority to the separation of dry and wet, improve the facilitation and positive incentive mechanism, and realize the effective connection of classification, collection, transportation and treatment according to local conditions.

[Key words] Resource utilization; Garbage classification; Circular economy; Incentive mechanism

引言

生活垃圾处理处置同民生、社会经济可持续发展息息相关,是城市化进程中的重要问题。中国是世界上最大的生活垃圾产生国之一,面对巨大的垃圾处理压力,资源化利用是必然的选择。虽然中国的生活垃圾回收和能源转换能力已经相当高,有些城市已经开始对填埋场里的陈年垃圾进行能源化利用,但是技术先进并不等于系统完备,前端分类的准确性不足、分类质量不一造成处理效率低下,低值可回收物综合利用率低,居民垃圾分类习惯还

没有普遍养成,各环节无法有效衔接,使先进的处理设施不能得到充分的利用,也很难从根本上减少处理过程中产生的环境负担和能源消耗。中国政府已深刻认识到这些问题,并在“十四五”规划及后续政策中将其作为重点攻坚方向。德国是循环经济理念的先驱者,已经形成了比较完善的回收、再利用体系。本文通过对中德两国在法律法规、处理方式以及公众参与等方面存在的不同进行比较,分析了中国取得的成就以及存在的主要问题,并借鉴德国的经验以及中国的已有尝试,提出相应的改进措施。

1 中国生活垃圾资源化利用: 成就与困境并存

1.1 已取得的先进成就

中国生活垃圾处理技术、设施等各方面均取得明显进步, 在一些方面已经达到国际先进水平。

在焚烧处理能力上, “十四五”期间全国新增城市生活垃圾无害化处理能力21.6万吨/日, 无害化处理能力达到117.9万吨/日, 比“十三五”末增加了22.4个百分点; 新增焚烧处理能力35.3万吨/日, 城市生活垃圾焚烧处理能力占比为78.1%, 卫生填埋能力占比为12.1%, 与“十三五”末相比, 焚烧处理能力占比提高了19.2个百分点, 处理结构不断改善^[1]。2025年我国垃圾焚烧发电装机容量达到3332万千瓦, 发电量为1765亿千瓦时, 比上年增长21.49%, 行业进入高速发展阶段^[2]。

在技术突破方面, 中国已经可以自主生产全世界最大的焚烧炉排和最复杂的水冷壁, 并向“一带一路”国家输出技术、设备。烟气排放标准同欧盟相当, 依靠先进的烟气净化技术, 二噁英等重要污染物的排放指标比欧盟低很多, 达成垃圾处理过程中对环境基本无污染的目的。2025年5月开始, 生活垃圾焚烧处理与能源利用工程技术标准, 全面实行无害化、减量化、资源化的要求更加严格, 对焚烧厂的规划、设计、验收等各环节都有明确的规定。焚烧发电时产生的热量被转换成电能供人们使用, 烟气经过多次净化后达到排放标准, 从而实现处理垃圾、产生能源、控制污染的三重目的。

在存量垃圾资源化利用中, 一些城市开始对填埋场的陈年垃圾进行能源化利用。2025年广州永兴股份同广州市城管局签订丰应急填埋场存量垃圾开挖合同, 处理量达237万吨, 上半年已处理存量垃圾80多万吨^[3]。这说明中国不但要处理新产生的垃圾, 而且要对历史遗留下来的环境负担实施“清仓式”治理。

在分类体系建设方面, 2024年城市生活垃圾分类覆盖率达到95.5%、农村达到80.6%, 百余个城市建立起了分类清运和处置能力, 分类运输车辆“专车专运”成为主流, 杜绝了先分后混的现象。2025年生活垃圾回收利用率达到了45.3%, 资源化利用率达到了86.8%, 每吨干垃圾发电量可以达到420度, 每吨湿垃圾经过资源化利用可以减少150千克的碳排放^[4]。

1.2 存在的主要困境

但是技术先进并不一定是系统完备的。目前中国生活垃圾资源化利用所遇到的主要问题就是前端分类不准确, 从而影响到能源化的利用效率。

一是前端分类的准确率不高。虽然分类设施的覆盖率比较高, 但是居民混合投放的现象依然很普遍。由于部分社区没有实行“撤桶建站、定时投放”等重要措施, 监督指导不到位, 只能依靠二次分拣来完成工作, 影响了分类政策的实施效果。

二是分类质量影响处理效率。垃圾焚烧需要较高的热值才能达到高效的发电目的, 但是厨余垃圾含水率高, 混入之后会降低热值, 增加能耗。居民如果不能把厨余垃圾有效地分离出来, 焚烧厂的热能回收率就会降低。如果不分类直接烧, 水分多会使炉温下降, 容易产生有毒的二噁英; 大部分热量被蒸发掉, 发电

效率很低; 产生的酸性气体会严重腐蚀管道。分类并不是为了不烧, 而是为了烧得更好、更少、更干净——把厨余垃圾分离开来之后, 其他垃圾的焚烧效率会大大提高, 排放也会更加稳定、清洁。

三是低价值可回收物回收率低。废玻璃、泡沫塑料、复合包装等低经济价值的可回收物, 居民投放意愿不高, 企业回收动力不足, 容易混入干垃圾中。根据国家发展和改革委员会宏观经济研究院经济体制与管理研究所2024年的报告, 2021年我国各类低值可回收物总回收量约为2547万吨, 总回收率为26.6%, 日用废玻璃回收率为27.1%, 废旧纺织品回收率为21%, 低值塑料包装回收率为19.5%^[5]。

这一困境的本质就是硬件技术已经走在了世界的前列, 但是分类体系还跟在后面。中国的垃圾焚烧发电规模和烟气净化水平已经处于国际领先的地位, 甚至出现了部分地区“垃圾不够烧”的现象, 但是这一体现出来的要求却是对前端垃圾分类提出了更高的要求。中国不但可以将垃圾处理得干净, 而且可以将垃圾转化为规模可观的清洁能源。但是, 要想从根本上提高垃圾转化为能源的效率、减少能源生产过程中损耗, 还需要从垃圾分类的法律法规完善、公众参与的深入、收费制度的优化等各方面不断努力。

2 德国的经验及其对中国的启示

2.1 德国垃圾资源化利用的主要做法

德国的垃圾回收体系经过几十年的发展, 已经形成了一个成熟的运作模式。

在立法方面, 德国建立起了以《循环经济法》为主的法律体系, 把废物处理的优先顺序确定为“减量、循环使用、无害化处置”^[6]。德国现行的生活垃圾管理法律法规大致可以分为四个层次, 一是欧盟层面的法律, 二是德国联邦政府层面的法律, 三是德国各州的法律, 四是德国各城市、各地方的相关规定。1991年《包装废物条例》规定生产者对产品包装的全过程负有责任。

在收费制度上, 大部分德国城市实行的是“定额收费+计量收费”的方式, 按照“收支平衡”和“以支定收”的原则来计算, 通过垃圾处理总支出反推出科学合理的征收标准, 并且会根据常住人口数量、垃圾倾倒次数、收集频率、具体垃圾种类等因素来综合考虑。莱比锡市其他垃圾垃圾桶容量为60升的基础费是3.31欧元, 容量为240升的基础费是10.84欧元^[7]。此外, 押金制在德国也得到了广泛的使用, 购买包装饮料时需要提前缴纳最高25欧分的押金, 退瓶后可以获得代金券。

在处理模式上, 1990年德国95家企业自行成立了绿点公司(Der Grüne Punkt), 建立了生产者、绿点公司、回收企业、处理企业四元回收系统^[8]。绿点公司向企业收取绿点费用, 收费标准根据包装物的材料、重量、容积来定——材料消耗越多收费越高, 环境友好材料收费越低, 以此来促使企业从源头上减少包装物的使用。绿点公司不直接开展回收工作, 而是把回收工作外包给专门的回收企业。经过几十年的探索, 德国已经形成了比较完整的垃圾回收利用产业链, 建立了生活垃圾分类、转运、处理、

利用的全产业链。德国垃圾回收行业的从业人员有25万人左右,每年可以创造500亿欧元的营业额,占全国经济产出的1.5%^[9]。

在公众参与上,德国把垃圾分类当作国民教育的一部分,用循序渐进的方式来教授学生垃圾分类的操作。勃兰登堡州开展了“Bumerang”信息宣传活动,用海报、传单、网站的形式向公众宣传“随意丢弃的垃圾最终会危害到我们自己”。各地都设置了方便居民查询信息的渠道,居民可以通过政府服务门户查询到自己所在地区具体的管理规定,获取垃圾收集日历、费用章程等信息。德国在公众环保教育方面有着丰富的经验,项目的主题是建立分类收集点,给居民,特别是学生开展环境教育活动。

需要注意的是,德国模式的形成经历了数十年,是与其特定的社会经济结构、人口密度及文化传统相适应的。中国在借鉴时,必须立足于自身国情进行适应性转化。

2.2对中国改进的启示

2.2.1借鉴底层逻辑,而非刚性标准

德国经验最值得借鉴的不是具体划分成什么样的垃圾分类类别,垃圾桶是怎样的颜色等做法,而是具有清晰的责任边界、闭环可信、正向反馈的体系逻辑。

责权分明,即生产者责任延伸制度确定了“谁生产谁负责”的原则,使企业承担起回收成本的责任,而不是把责任全部推给政府和居民;闭环可信,即分类后的垃圾可以分别被运送到不同的地方进行处理,使居民的垃圾分类行为产生实际的效果;正向反馈,即居民切实感受到垃圾分类的意义,从而不断参与进来,形成良性循环。这三者相互支撑、缺一不可。中国的“两网融合”“互联网+回收”模式正在朝着这个方向前进,关键之处在于要使居民真正体会到分类的实效。循环经济监管评价中应该增加再生原料贡献度、循环经济竞争力和创新性、绿色公共采购等指标。德国的经验表明,推行垃圾分类要从顶层政策设计入手,建立起对生产端有作用的机制,把垃圾处理的事后付费变成生产者和消费者双方的前期成本投入。

2.2.2国情差异与中国的已有探索

中国和德国的人口密度、居住形态等各方面存在着较大的差别。中国人口密度大、高层住宅多,不能实行德国独栋住宅每户门前设多个垃圾桶的做法;中国已经投入大量资金建设垃圾焚烧设施,不能进行系统的重构。因此,中国不能照搬德国的细致分类,只要保证主要分类的正确实施即可。

值得指出的是,中国已经有很多有益的探索实践,这些做法同德国便利化和正向激励的逻辑是一致的,在契合国情方面也具有明显的优势。从生产端推动机制最有效,在产业链中传导效用最明显,把垃圾处理的事后付费变成生产者和消费者双方的前期成本投入,可以有效地促进调控效能产业链中的传导。

在社区层面,多地已经实行了积分奖励制度。新疆包家店村有专人定期对片区环境进行检查,表现好的村民可以得到积分,年底可以兑换生活用品,有效地调动了村民的积极性。浙江金华市从2013年开始实行以“会烂、不会烂”“能卖、不能卖”为主要内容的农村生活垃圾分类“二级四分法”,按照农民可接受、

财力可承受、面上可推广、长期可持续的原则,探索出一条符合农村实际的分类路径。重庆荣昌区提出“厨房垃圾进绿桶,客厅垃圾进黑桶,能卖钱的进蓝桶,有害垃圾进红桶”的顺口溜,用简短易懂的语言教会村民垃圾分类。重庆峡口镇组建“收货郎”队伍,回收的可回收物以市场价现金收购,每次服务后村民还可以得到积分兑换生活用品。

这些做法的核心在于用方便、正向激励代替罚款的威慑作用,这正是德国“闭环可信、正向反馈”逻辑的本土化。推行回收再利用模式之初,可先推行简单的干湿分类模式,然后慢慢完善分类标准,只有做到分类投放和分类集运的衔接,才能提高回收利用率。

2.2.3具体改进建议

优先实行干湿分离。厨余垃圾含水率高,和焚烧混合后热值会降低。目前最紧迫的任务不是把垃圾分得清清楚楚,而是要先做好厨余垃圾的分离工作。这一步骤落实之后,焚烧效率和能源回收率都会大大提高。待干湿分离习惯养成之后,再按照各地实际情况逐步推进分类细化。试行初期可以对生活垃圾进行简单的干湿分类,湿垃圾主要为厨余果皮,干垃圾为纸张、塑料袋、纸盒等具有再利用价值的废弃物,干垃圾分类是回收利用的主要环节。

继续坚持“便利化+正向激励”路径。关键之处在于提高居民分类投放的便利程度,使分类具有实际的价值,而不能只是依靠罚款来约束。各地已经采取的“积分兑换生活用品”“可回收物按市场价现金收购”等办法可以向其他地区推广和改进。上海的绿色账户积分制、金华的二级四分制等已经取得了良好的效果,关键在于建立制度化的正向激励反馈机制,使居民由原来的被动分类变成现在的主动参与。

因地制宜,避免“一刀切”。德国各联邦州的规定不尽相同,中国地域差异更为显著,更应该坚持因地制宜的原则。具备堆肥条件的城市要重点推进厨余垃圾分类,不具备条件的可以先实行干湿分离。农村地区可以延续“能卖钱”和“不能卖钱”的二分法,符合农民的思维方式,方便操作推广。国务院《固体废物综合治理行动计划》提出“因地制宜确定生活垃圾处理方式”,就是差异化思路的制度体现。

3 结论

综上所述,中国生活垃圾处理已经实现了由无害化向资源化的转变,焚烧发电规模、烟气净化水平、存量垃圾治理能力均居世界前列,然而前端分类精准度不高、低值可回收物回收率低的问题仍然制约着系统效能的充分发挥。德国依靠完备的法治为基础,依靠生产者责任延伸、市场化回收机制、长期公众教育来创建起权责分明、闭环可信、正向激励的治理模式,其底层逻辑值得中国借鉴。根据我国人口稠密、焚烧设施已经普及的国情,不能简单照搬德国的标准,而应该有计划地吸收其系统的思维,坚持干湿分离优先、便利化和正向激励并重,因地制宜地推进分类体系的建设,使每一步分类、收运、处理都能衔接得上,生活垃圾资源化利用才能真正走向高效、可持续。

[参考文献]

[1]住房和城乡建设部.“十四五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划[R].2022.

[2]国务院.固体废物综合治理行动计划(国发〔2025〕14号)[EB/OL].[2025-12-27].

[3]“垃圾真的不够烧”怎么破?[EB/OL].中国能源网,[2026-04-15].

[4]上海市绿化和市容管理局.2025年上海市生活垃圾分类工作年报[R].2025.

[5]张德元.补足废弃物循环利用体系建设的最大短板[N].光明日报,2024-02-20(07).

[6]Land Rheinland-Pfalz. Recycling and waste management[EB/OL].[2026-03-05].

[7]鞠阿莲,陈洁.德国莱比锡市生活垃圾分类回收及收费管理制度[J].再生资源与循环经济,2019,12(04):41-44.

[8]娄成武.我国城市生活垃圾回收网络的重构——基于中国、德国、巴西模式的比较研究[J].社会科学家,2016(7):7-13.

[9]魏爱苗.德国:严控垃圾源头,厂商担当责任[N].经济日报,2008-03-26(16).

作者简介:

张雨桐(2004--),女,蒙古族,吉林白城人,本科,吉林外国语大学在读,研究方向:德语语言文学。

***通讯作者:**

商丹妮(1984--),女,汉族,辽宁大连人,博士,吉林外国语大学副教授,研究方向:德国战后文学,翻译。