

综合利用与环保

京津冀工农城固废跨产业跨区域协同利用 解决方案研究

陈宋璇¹, 王 云¹, 吕 东¹, 胡芝娟², 梁金生^{3,4}

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 天津水泥工业设计研究院, 天津 300400;

3. 河北工业大学能源与环保材料研究所, 天津 300130;

4. 生态环境与信息特种功能材料教育部重点实验室(河北工业大学), 天津 300400)

[摘要] 京津冀地区人口密度大,重化工业发达,固废产量大,资源环境问题突出。区域内固体废物处理处置存在统计数据信息口径不一、固废资源利用率低、固废种类多且协同不足等问题,极大阻碍了京津冀协同一体化建设进程的推进。本文依据固废无害化、减量化、资源化的原则与目标,分析了京津冀地区涉及工业、农业、城市等多产业固体废物协同利用的可行性,提出了固废跨产业跨区域协同利用的整体思路和解决方案。分析研究认为,应以京津冀地区固废数据库建立为基础,依托固废大比例协同利用、高附加值产品开发、工业材料化应用、烟气超低排放等工艺技术和装置开发,形成固废协同处置集成示范基地,优化其经济运行指标参数,研究新的商业运行模式,加速产业推进。另外,社会各界还应立足于京津冀一体化的宏观视角,积极制定并推行新的标准规范,形成统筹管理体系,实现京津冀工农城固废跨产业跨区域协同利用,解决京津冀地区多产业、多区域的固废处理处置难题。

[关键词] 工农城固废; 协同利用; 京津冀一体化; 数据库; 商业运行模式; 统筹管理体系; 资源环境; 资源利用率

[中图分类号] X758

[文献标志码] A

[文章编号] 1672-6103(2021)05-0085-06

DOI:10.19612/j.cnki.cn11-5066/tf.2021.05.017

1 研究背景

京津冀地区位于华北平原北部,是中国的“首都经济圈”,面积占全国2.3%,总人口占全国8.1%,地区生产总值约占全国十分之一^[1]。固体废物产排与居民生活息息相关,统计数据显示2018

年京津冀年产固体废物约5亿t,约占全国20%(图1)^[2],固体废物处置是京津冀协同发展中应首要解决的大问题,也是面临环保的难题。

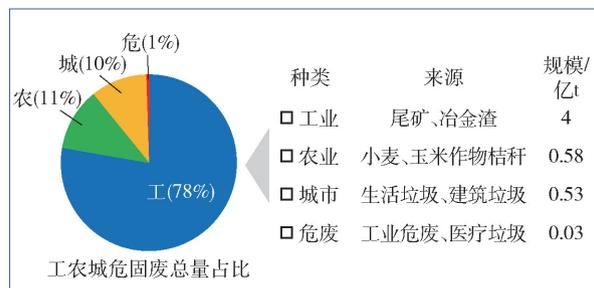


图1 2018年京津冀固废构成

为实现固体废物减量化、资源化、无害化的处置目标,国际上发达国家和地区开展过大量研究工作,

[收稿日期] 2021-03-30

[作者简介] 陈宋璇(1987—),男,硕士,江西抚州人,高级工程师,从事固废处理及大气污染防治方面的研究工作。

[基金项目] 国家重点研发计划资助(2019YFC1904600)。

[引用格式] 陈宋璇,王云,吕东,等. 京津冀工农城固废跨产业跨区域协同利用解决方案研究[J]. 中国有色冶金, 2021, 50(5):

85-90.

美国、日本、欧洲在 20 世纪就开始了固体废物处理行业的法律制度建设,固体废物的管理和处置技术也同步发展^[3-5]。我国固体废物研究起步较晚,与美、日、欧等发达国家和地区相比,固体废物处理整体管理水平不高^[6],固废资源化基础理论和标准化体系滞后^[7]。现有京津冀工业、农业和城市固体废物产量大、种类多、组分复杂、堆存量高、协同处置水平低。借鉴国际先进技术和理念,打破行业、区域壁垒实现协同处置,在更大程度上实现资源化、资源化、无废化,一直是我国固废领域科研人员不断追寻的目标。

固废处置经历近几年发展,固废资源属性挖掘正在加速,区域协调、行业互补等方面的固废综合利用已成为研究热点。从京津冀地区产业结构和固废处置领域分布来看,北京将主要以技术化和高资本化方向为主,高度分类的生活垃圾将成为另一种城市资源类型;天津以工业化为主,兼有交通和技术发展优势,在固废资源化探索的示范项目建设方面可走在前列;而河北则以资源型和劳动密集型产业为主,固废资源化利用技术的市场广阔。因此,京津冀地区固废处理领域在资金、技术、资源、劳动力、市场等方面具有良好的互补性,利用区域与行业互补性进一步提高京津冀地区固废资源化利用率是未来发展方向。

2019 年,科学技术部会同有关部门、地方及相关行业组织制定了国家重点研发计划“固废资源化”重点专项实施方案。该重点专项面向生态文明建设与保障资源安全供给的国家重大战略需求,以“减量化、资源化、无害化”为原则,围绕“源头减量-智能分类-高效转化-清洁利用-精深加工-精准管控”全技术链,研究适应我国固废特征的循环利用和污染协同控制理论体系,攻克整装成套的固废资源化利用技术,形成固废问题系统性综合解决方案与推广模式,建立系列集成示范基地,全面引领提升我国固废资源化科技支撑与保障能力,促进壮大资源循环利用产业规模,为大幅度提高我国资源利用效率,支撑生态文明建设提供科技保障。在京津冀一体化的时代背景下,京津冀工农城固废跨产业跨区域处理需求巨大,依托典型城市开展集成示范,形成京津冀多源固废协同利用机制与综合解决方案已成为社会共识。

2 京津冀固废综合处置现状及问题分析

2.1 固废信息统计口径不一

目前,京津冀地区还未形成有机整体,各地区的产业布局、目标方向等均有较大差别,每年发布的污染防治年报也不尽相同,在社会宏观层面暂未达到统一的统计口径。尤其是河北地区,涉及区域广,固废统计以工业固废为主,个别工业为主的地区具有全面的工业固废统计信息,而生活垃圾、农业秸秆等难以有效统计,仅可依据人口、耕地面积等信息进行估算。

参考京津冀地区每年发布的固体废物污染环境防治信息的公告,以 2019 年为例^[8],北京将固体废物分为工业固体废物、工业危险废物、医疗废物、生活垃圾焚烧飞灰、城市生活垃圾和废弃电器电子产品 6 大类;天津则将固体废物分为工业固体废物(包括一般工业固废和工业危险废物两类)、医疗废物、进口废物、生活垃圾、污水处理厂污泥、废弃电器电子产品 6 大类^[9];河北省最近仅发布了 2017 年大中城市固体废物污染防治公告信息,只包含了石家庄、秦皇岛和廊坊三个城市公布的固废信息,将固废主要划分为工业固体废物、工业危险废物、医疗废物和城市生活垃圾 4 类^[10]。

城市建设过程中产生的大量建筑垃圾、农业生产中产出的农业秸秆、污水处理过程产生的污泥等均是广受社会关注的焦点。现有固废信息的统计在京津冀地区并未形成基本共识,统计信息种类差别显著,河北省仍未形成统一的固废上报制度,因固废信息上报遵循自愿原则,难以保证每年固废信息准确统计发布。

综上所述,目前京津冀地区固废信息统计口径不一,导致整体固废统计信息呈现零散状态。究其原因还是京津冀地区还没有形成统一的固废统计标准,大量固废信息未能进入大众视野,为京津冀地区后续开展涉及工业、农业、城市的固废协同处置带来了困难。

2.2 资源综合利用率不高

固废资源化利用最理想的处置方式是充分发挥固体废物的资源属性,减少生产过程中其他自然资源的消耗。

2013—2017 年京津冀地区固废产量不断提高,2015 年印发了《京津冀及周边地区工业资源综合利

用产业协同发展行动计划(2015—2017年)》^[11]。《行动计划》的实施使当年固废资源化利用率短期快速提升至50%以上,但行动计划实施的后续两年难以继续提升,固废资源化利用面临困境,逐渐成为各行业关注的焦点。在此背景下,工业和信息化部、国家发展改革委、生态环境部(环境保护部)及多家高校、科研院所、重点企业等于2017年、2018年、2019年连续三年在京召开京津冀及周边地区固废综合利用研讨会^[12-14],期望通过各行各业的交流 and 努力,解决目前京津冀固废综合利用面临的难题。2013—2017年京津冀地区固废处理利用情况见图2^[15]。

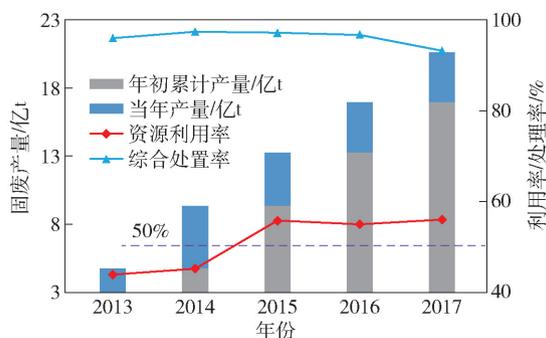


图2 2013—2017年京津冀地区固废处理利用情况

尽管近年京津冀固废资源化利用技术水平有一定提升,但总体研发水平依然不高,很多企业综合利用技术设备老旧落后,填埋处置方式仍占据固废处置较大比例,企业在固废处置上主要以短期经济效益为主,资源化利用率相对较低,大多数企业依然缺乏固体废物综合利用的压力和动力,针对固废综合处置的强制性要求及奖惩措施不足。

2.3 固废种类多协同处理不足

京津冀工、农、城、危等固废所包含种类超过



京津冀固废组成结构

共计100余种

100种,组分复杂,河北、天津以铁尾矿、钢渣等工业固废产量位居第一,北京市则以建筑垃圾、生活垃圾等城市固废为主,京津冀地区各地固废结构及人均量差异大、不均衡。2017年我国人均固废产量见图3^[15],京津冀固废组成结构见图4^[15]。

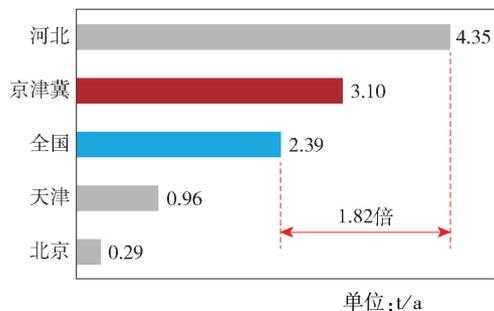


图3 2017年我国人均固废产量^[15]

京津冀工业设施完善,钢铁冶金、水泥熟料产能规模大,分别占我国总体的26.4%^[16]、6.81%^[17],为京津冀地区固体废物的跨产业、跨区域协同处置创造了良好条件。京津冀现有水泥产能保有量1.04亿t^[17],北京2019年垃圾焚烧飞灰产量为11.22万t^[8],按当前技术协同处置率(水泥熟料生产能力5%比例限值计算^[18])可完全消纳,京津冀区域飞灰消纳潜力巨大。同时,京津冀钢铁、水泥产能对该地区的市政污泥、工业危废等也有极强的消纳能力,但是三地之间的协同处置率低,比如2017年北京危废转出货量仅占总量的15%(图5)^[19]。因此,京津冀地区整体协同处置潜力巨大,有待依靠行之有效的政策环境,充分挖掘钢铁、水泥等产能对京津冀地区污泥、危废和飞灰等固体废物的协同消纳能力。

3 京津冀工农城固废协同利用的解决方案

京津冀地区涉及工业、农业、城市的固废种类繁

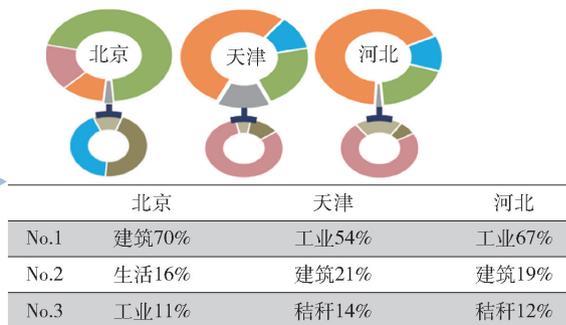


图4 京津冀固废组成结构

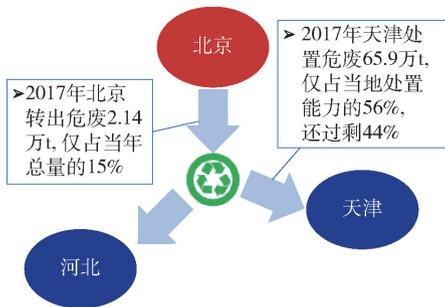


图5 京津冀固废协同处置能力图

北京
 >2017年北京转出危废2.14万t,仅占当年总量的15%

天津
 >2017年天津处置危废65.9万t,仅占当地处置能力的56%,还过剩44%

多,但整体可划分为有机固废和无机固废,且由于危险固废潜在危害大,一般需单独处理,因此京津冀工、农、城固废一般可分为有机、无机和危废三大类。有机固废蕴含有化学热,资源化利用潜力显著,可以通过热解制气和协同焚烧方式实现资源化利用;无机固废中主体成分与建材主体原料组成相近,可充分利用其组分特点的互补性,大量代替现有的建材原料,以建材化作为其大量消纳的有效途径;危险固废组分复杂,一般依据其特性,关注其中有害组分的转变和迁移,可在无害化基础上充分发挥能源化和建材化的潜力。

固废处置横跨生态环境和产业升级两个重点领域,解决的核心问题是利用天津、河北的产业/资源链条,通过技术创新,有序疏解北京非首都功能,构建京津冀固废协同利用的产业生态体系。针对京津冀固废资源现有状态,可形成京津冀固废处置难题的整体方案思路:针对京津冀工农城固废跨产业跨区域处理与利用需求,厘清区域内位居前列的铁尾矿、钢渣、生活垃圾、建筑垃圾、秸秆、市政污泥、飞

灰、医疗危废等典型固废产排特征及区域协同处置能力;基于产排时空数据,将性质相近、资源互补的固废进行归集匹配,通过关键技术创新,以耦合建材化提高无机固废的资源化利用率,以热解、焚烧能源化技术提高有机固废的结构搭配,以工业设施的大比例消纳解决水泥窑、冶金炉协同固废率低的问题;采用超低排放技术,保障固废处置过程清洁化,满足固废协同化→能源化→资源化→建材化→产品化的多级价值链发展;最后通过京津冀地区天津、雄安、承德、保定等典型城市的示范工程和商业模式创新,实现京津冀固废跨产业、跨区域协同利用。京津冀固废协同处置解决方案如图6所示。

3.1 建立固废产排特征、协同处置与综合利用数据库

京津冀固废污染源数量大、范围广,存在固废产、运、储、消等数据采集全面性不足的问题,建立产排和处置能力实时动态、准确的大数据库,是开展京津冀固废跨产业跨区域协同处置的首要任务。利用全国固体废物信息管理系统,结合高分遥感、物流追踪等现代化信息技术手段,建立数据分析预测模型和实时监管平台,全面、有效掌握京津冀固废的产排、现有处置能力和协同处置潜力。

首先,应建立起京津冀地区部分典型固废信息数据库,包括工业固废中的铁尾矿、钢渣等,农业固废中的秸秆,城市固废中的生活垃圾、市政污泥、建筑垃圾、餐厨垃圾、粪便等,危险废物中的焚烧飞灰、医疗危废等。以上几类固废具有数据统计相对容易、排放量较大、社会关注度较高等特征,是初步数据库框架建立的最佳选择,其他种类固废数据信息

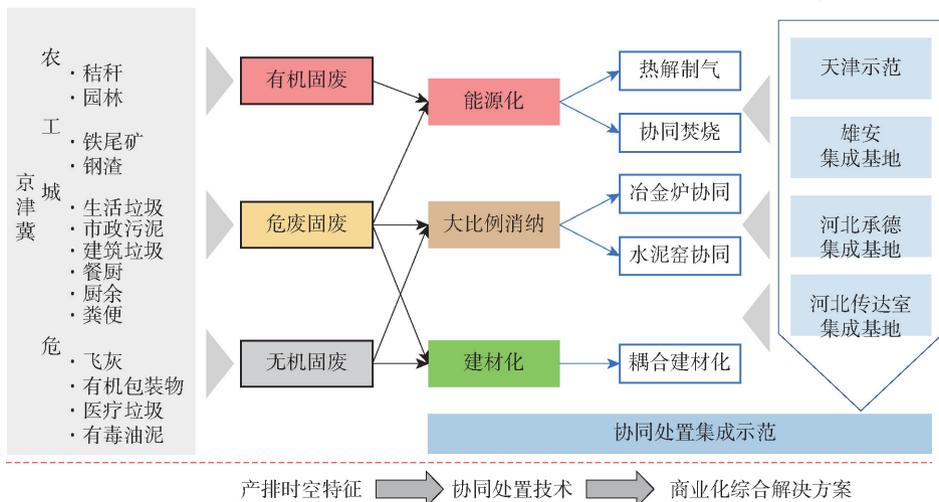


图6 京津冀固废协同处置解决方案

在此数据库基础上继续完善,最终将建立起较为完整统一的京津冀地区数据库,便于相关领域对京津冀地区固废信息的充分利用。典型固废信息较为完善,每年京津冀地区政府将不定期发布相关统计信息,历史信息收集也较为简单,各地环保部门也应当成为该数据库的参与者和使用者,利于京津冀地区统一型数据库系统的建立。

分析历年固废信息在时间轴、区域面上的变化规律,便于对未来固废产消情况的分析预测,对于指导行业产业调整、区域资源调配、行业协同协作等方面均有积极作用。

3.2 固废协同处置关键技术研发

有机固废资源化、无机固废建材化具有固废处理潜力大的特点,其协同处置关键技术是限制京津冀地区固废大比例消减的核心环节。热解制气和焚烧发电是有机固废资源化利用的重要途径,可以实现大量有机固废的处置利用,并能实现能源回收利用。无机固废主体成分与建材行业所需原料组成基本一致,基于多种无机固废的成分特性进行协同处置,可在建材行业大量使用,替代大量自然资源。危险废物受到严格管控,但总量较少,冶金/建材行业炉窑对其有较强的协同处置能力,协同处置潜力较大。

热解制气技术具有产物利用率高、二次污染小等优点,日本和北美曾以木屑、稻壳、麦秸等单一农林固废进行热解气化研究,炉内物料受热不均匀、合成气除焦油困难和催化产氢效率低是该技术的难题。开展有机原料分级分质与均质化、蓄热式热解气化成套装置研制、产气调质及控制催化剂材料研发等方面研究工作,有助于解决目前热解制气技术瓶颈问题。

垃圾焚烧发电作为另一种资源化利用的方式,目前已经形成了产业链,我国生活垃圾焚烧炉单一掺烧市政污泥、生物质等方面研究已较为充分;同时掺烧多种来源的有机固废尚未受到重视;在多种来源有机固废协同处置过程中,可能存在局部结焦、燃尽率下降、灰量增大等问题。此外,二次污染物排放问题也是垃圾焚烧技术面临的另一项难题,现有多种污染物多段联合净化工艺已逐渐成为行业趋势。

目前无机固废建材化的消纳方式仍然存在固废掺量少、产品性能低、附加值不高、性价比矛盾突出等问题,基于多源固废详尽的信息基础,对建筑垃圾、

钢渣、铁尾矿等进行产品导向的多种类固废协同处置设计,利于实现建材产品的多样化和高附加值,对于多种类无机固废的大量处置具有积极作用。

危险废物种类繁多,但总量小,其处置利用多采用分流处理的方式。高温熔融技术可以实现危废的彻底无害化,利用冶金、建材行业产量大的特点,协同处置铁质包装物、有机油泥、焚烧飞灰等特定危险废物。基本原理及部分案例显示出该技术协同处置危险废物的良好可行性,但仍然需要经过长期的实践验证,在提高协同处置能力方面继续加强研究工作。

3.3 产业示范、协同处置机制和商业模式推广

固废处置本身经济效益较差,缺少利益驱动,前期研究及应用推广方面的自发性发展难度大,有必要在国家政府及社会推动下,助力示范工程建设,倡导协同处置机制,鼓励商业化运行模式推广。以国家政府作为第一推动力,形成技术研究和应用推广体系,产生一定经济效益,最终驱动该行业的自发持续运转,最终则可返回促使相关技术的升级进步,形成一种良性循环。

产业示范可以以天津、雄安、承德、保定等京津冀地区典型城市为依托点,充分利用典型城市固废协同处置需求较大、处置条件良好等优势。天津城市较发达、工业基础好、人口多、城市垃圾存量较大、固废信息统计齐全、固废处理需求大,适合在此处建立生活垃圾热解气化产业示范,其热解产品有望返回城市使用。雄安作为未来生态城市建设的模板,在城市建设及运行过程中必然产生大量固体废物,具有较强固废消纳能力才符合未来生态城市的标准,在雄安建立垃圾焚烧烟气净化示范线,能够形成更高的烟气净化标准,可为以后更加严格的环境排放要求做试点。钢铁作为承德地区的主要产业之一,工业固废产出量大,但同时也具极强的危废协同处置能力,冶金炉窑协同处置固废的产业示范工程建设条件良好。保定地区有大量的建材生产企业,且地理位置便利,可辐射范围大,产品市场广阔,在该地建设无机固废建材化示范工程具有良好的地利条件和市场优势。

京津冀地区典型城市示范线的建立,可在京津冀地区形成初步的固废处置动态关系网络,立足于京津冀一体化,打破行政区划壁垒,统筹规划、统一布局,可逐渐形成跨区域跨产业的协同处置机制。

依托国家政府支持,通过固废处置行业经济利益再分配,可形成一套自发运转的商业化运行模式,并逐渐在京津冀地区乃至全国得到推广。

4 结论

通过对京津冀地区工业、农业、城市等固废特点及处理现状进行分析,京津冀地区固废领域存在固废统计信息零散、资源利用率低、种类多且协同不足等问题,这些问题阻碍了京津冀一体化的推进。针对现存问题,本文提出了固废跨产业跨区域协同利用的整体思路和解决方案,分析研究认为,应以京津冀地区固废数据库建立为基础,加大对热解制气、垃圾焚烧烟气超低排放、高附加值建材产品、冶金/建材行业协同处置等方面的研发,依托天津、雄安、承德、保定等典型城市建立固废协同处置示范线,形成固废协同处置集成示范基地,制定跨产业跨区域固废协同处置机制,优化经济运行指标参数,倡导商业运行模式,解决京津冀固废协同处置难题。

[参考文献]

- [1] 张青,黄昌前,宫正宇,等.京津冀区域人口、经济、能耗与大气环境污染相关性分析[J].广州化工,2017,45(8):138-140.
- [2] 中华人民共和国统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018.
- [3] 陈光荣,王曦.美国固体废物管理的法律调整[J].环境科学动态,1990(2):4-9.
- [4] 简文星.浅谈日本固体废弃物的管理及处置技术[J].环境科学动态,2002(4):1-5.
- [5] 郑如莘.欧洲城市垃圾管理及对我国的启示[J].中国环保产业,2005(7):42-45.
- [6] 刘建勋.我国固废处理行业市场现状与发展趋势分析[J].资源再生,2019(5):34-36.
- [7] 王涛.我国固体废物标准体系现状及标准化工作建议[J].中国标准化,2018,531(19):123-127.
- [8] 北京市生态环境局关于发布北京市2019年固体废物污染环

- 境防治信息的公告[EB/OL].<http://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/sthjlyzwg/1718880/1718881/1718883/10813580/index.html>.(2020-06-04)[2020-12-01].
- [9] 2018年天津市固体废物污染防治公告[EB/OL].<http://www.weifei-china.com/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=30&id=7651>.(2019-07-02)[2020-12-01].
- [10] 关于2017年度大中城市固体废物污染环境防治信息发布情况的报告[EB/OL].http://hbepb.hebei.gov.cn/root8/aut0454/201901/t20190107_69262.html.(2018-08-23)[2020-12-01].
- [11] 京津冀及周边地区工业资源综合利用产业协同发展行动计划(2015—2017)[J].中国资源综合利用,2015,33(7):2-7.
- [12] 赵天宁.2017京津冀及周边地区工业固废综合利用高层论坛召开[EB/OL].<https://www.cnmm.com.cn/ShowNews1.aspx?id=374738>.(2017-06-26)[2020-12-01].
- [13] 刘佳.第二届京津冀及周边地区工业固废综合利用(国际)高层论坛在京召开[EB/OL].http://www.xinhuanet.com/energy/2018-05/17/c_1122848960.htm.(2018-05-17)[2020-12-01].
- [14] 节能与综合利用司.2019京津冀及周边地区工业固废综合利用高层论坛在京举办[EB/OL].<http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057542/n3057545/c6965136/content.html>.(2019-05-21)[2020-12-01].
- [15] 国家统计局.中国统计年鉴(2014—2019)[M/OL].<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj>.
- [16] 2019年中国粗钢产量、生铁产量及各省粗钢产量排名情况[EB/OL].<http://www.chyxx.com/industry/202004/848408.html>.(2020-04-02)[2020-12-01].
- [17] 2019中国水泥熟料产能百强榜重磅发布[EB/OL].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1654670862554510661&wfr=spider&for=pc>.(2020-01-03)[2020-12-01].
- [18] 郑元格,沈东升,陈志斌,等.固体废物焚烧飞灰水泥窑协同处置的试验研究[J].浙江大学学报(理学版),2011,38(5):562-569.
- [19] 刘海兵,贾佳,张喆,等.当前产业协同处置利用危废技术的进展研究[J].冶金工程,2019,6(4):210-218.

Study on the solution for cross-industry and cross-region coordinated utilization of solid waste in the Beijing-Tianjin-Hebei industrial, agricultural and urban areas

CHEN Song-xuan, WANG Yun, LV Dong, HU Zhi-juan, LIANG Jin-sheng

Abstract: The dense population, developed heavy and chemical industries and large output of solid waste in Beijing-Tianjin-Hebei region has posed a serious challenge on resources and environmental protection. In addition, there are some problems in the treatment and disposal of solid waste in the region, such as discrepancy of statistical

(下转第104页)