

# 城市污泥焚烧研究进展

何梓涵 徐 凤

(新疆大学建筑工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830049)

**[摘要]** 城市污泥含有大量病原微生物、重金属等污染物质,且近年产量剧增,若处理不当将污染环境,危害人体健康。目前我国城市污泥处置方式有填埋、堆肥、土地利用、焚烧等。污泥焚烧是目前污泥处置最彻底、快捷、安全、有效的方法。本文从污泥焚烧的发展历程、焚烧方式、焚烧装置等方面对污泥焚烧的研究应用进展进行了总结归纳,系统地梳理污泥在焚烧过程中的各种影响因素,并对比了流化床焚烧炉、多膛式焚烧炉、回转窑焚烧炉、炉排焚烧炉等焚烧炉的各项指标和参数。在“双碳”背景下,结合污泥资源化利用的发展动向,提出将城市污泥与废弃物混合制成衍生燃料,发展循环经济,减少碳排放,也是城市污泥剩余价值再利用的一种有效途径。

**[关键词]** 城市污泥处理; 填埋; 单独焚烧; 生活垃圾; 掺烧; 焚烧装置; 资源化利用; 循环经济

**[中图分类号]** X799.3; TU992.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-5122(2023)01-0095-06

**DOI:** 10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2023.01.014

## 0 前言

中国经济社会高速发展和人口数量急剧增长,导致大量城镇污水的产生,随着中国污水处理工艺技术逐渐成熟,处理量逐步提升,城市污泥的产量也飞速增长。据统计,2019年我国污泥产量已超过6000万t,预计2025年将突破9000万t<sup>[1]</sup>,而且这一数字还在逐年上升。因为城市污泥成分复杂,内部含有大量病原微生物、重金属等污染物质,并且含水率较高导致热值较低,所以限制了其大规模利用。未经有效处理处置的污泥会对环境造成二次污染,危害人体健康。由此可见,污泥处理问题已经十分突出。

目前污泥的处理方法包括填埋、焚烧、堆肥、自然干化等,其中填埋方式占比达65%,这说明我国污泥处理方式仍以填埋为主,但是填埋不能充分利用污泥的价值,而且占用大量土地资源,无法满足我

国当前的环保要求。而焚烧法能最大程度地实现污泥减量化,处理速度快,可彻底消除污泥中的毒性物质以及污泥内部的病菌、寄生虫,还可以清除污泥携带的异味,并且焚烧产生的余热还可以进行发电或供热等<sup>[2]</sup>。相比填埋、堆肥、自然干化等其他方式,污泥焚烧处理具有污泥显著减量化、稳定化、无害化、资源化、卫生化的优点。本文论述了国内外污泥焚烧处置技术的发展历程,主要分析了污泥单独焚烧和掺混焚烧不同焚烧方式的应用和研究进展,并总结了污泥焚烧装置的各自特点,为污泥焚烧技术提供理论依据。

## 1 污泥焚烧技术研究历程

国外污泥焚烧处理技术已经有70多年的历史,最早由美国的Noack和Schlesinger等人提出,当时的目的就是为将污泥作为能源循环再利用。在此之后,焚烧技术成为发达国家处理污泥的主要方式。1962年,美国建立了世界上第一台污泥流化床焚烧炉;20世纪70年代后,日本研究者平冈、美国的Olexsey、Kalinske等人都提出了焚烧工艺的优越性。目前焚烧法已经成为处理污泥的最佳方法之一,同时也大大提高了污泥处理的经济效益。

我国在20世纪70年代才开始建设污水处理厂,因为当时的技术和人们认知水平有限,大量污泥被作为农肥和土地灌溉使用。直至90年代后期污水厂的污泥产量猛增,人们才意识到污泥合理处置

**[收稿日期]** 2022-08-01

**[基金项目]** 自治区科技厅自然科学基金项目(2021D01C074)

**[作者简介]** 何梓涵(1997—),女,黑龙江大庆市人,硕士,研究方向为污泥资源化利用。

**[通信作者]** 徐凤(1980—),女,河南许昌市人,硕士,副教授,硕士研究生导师,研究方向为污水生物处理、污泥资源化。

**[引用格式]** 何梓涵,徐凤.城市污泥焚烧研究进展[J].绿色矿冶,2023,39(1):95-100.

的问题。21 世纪初,国内主要采用简单填埋的方式处置污泥,但填埋法不仅占用土地,还会造成二次污染。2003 年我国建立第一座污泥焚烧系统——上海石洞口城市污水处理厂污泥处置系统<sup>[3]</sup>。与国外污泥焚烧技术发展相比,国内起步较晚,技术不成熟,但是近年来随着认知水平提高,国民对污泥处理的重视程度大幅提升。“十四五”规划中,相关部门提出要加大推广污泥集中焚烧无害化处理的力度;城市污泥无害化处置率达到 90%;同时提出城市污泥减量化、稳定化、无害化、资源化、卫生化的“五化原则”。因此,污泥焚烧技术越来越受到污水处理工作者的重视。

## 2 污泥焚烧方式

污泥焚烧本质上是在一定温度、气相充分有氧的条件下,使污泥中的有机质发生燃烧反应<sup>[4]</sup>。污泥焚烧的方式分为单独焚烧和掺混焚烧:单独焚烧一般适用于低含水率或含有较高有机成分的污泥,

通常与干化工艺结合来处理污泥;掺混焚烧是将污泥与生物质废弃物或煤等物质混合焚烧,从而降低混合物的含水率,同时提高热值,更适用于含水率较高、有机成分较低的污泥。

### 2.1 污泥单独焚烧

污泥单独焚烧是在温度 850 ~ 1 100 °C 条件下将污泥进行氧化、热解,并去除其中的全部有机质,彻底破坏细菌、病原体等有害物质的方法。单独焚烧适用于低含水率、高热值的污泥,而污泥的燃烧阶段是整个污泥焚烧处理工艺的核心。

Magdziarz Aneta 等<sup>[5]</sup>利用质谱热重分析仪,分析了 3 种不同来源的污泥燃烧特性,发现由于不同污泥的组成和性质存在差异,其热重曲线(TG-DTG)存在差异,3 种污泥的热重曲线如图 1 所示。刘敬勇等<sup>[6]</sup>利用热重法对 4 种来源不同的污泥进行实验分析,发现污水污泥的失重率最小,导致污泥焚烧减量化效果最差,印染污泥减量化效果最好,所以不同来源的污泥燃尽性能不同。

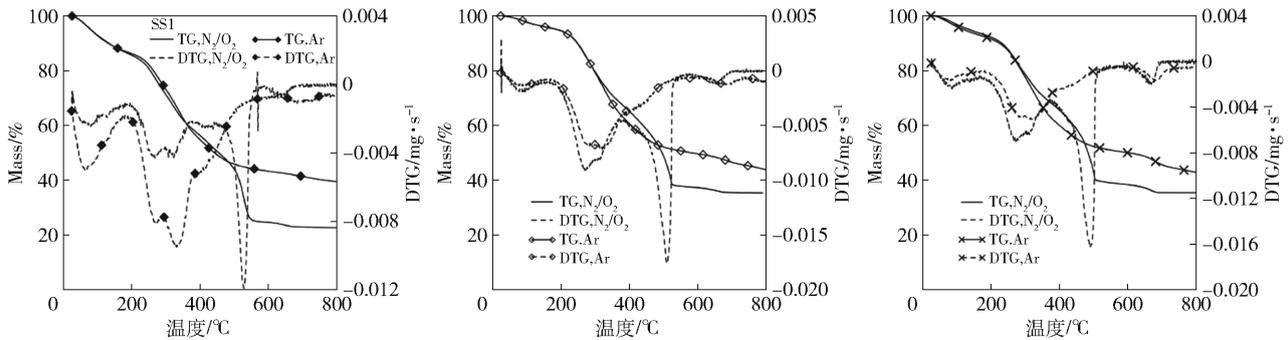


图 1 三种不同来源污泥的 TG-DTG 曲线图

Chen 等<sup>[7]</sup>通过热重分析得到污泥燃烧分为 4 个阶段:第 1 阶段为污泥中的水分和易挥发物质的释放;第 2 阶段是有机物降解速率较快;第 3 阶段是残基的降解和氧化过程,发生缓慢失重;第 4 阶段是焦炭的燃烧,发生了持续的减重。当升温速率加快时,TG-DTG 曲线向低温方向移动,污泥的着火点、燃尽温度和综合可燃性指数显著提高。吕太等<sup>[8]</sup>通过 TG-DTG 曲线得出污泥的燃烧过程分为 3 个阶段,即污泥干燥失水,挥发分和固定碳的燃烧以及矿物质的分解。在挥发分和固定碳燃烧阶段,污泥完全燃烧对应的温度随升温速率的减缓而降低。由此可知,不同污水处理厂的污泥的燃烧阶段不同。

Pu 等<sup>[9]</sup>分别对污泥与煤进行热重分析,通过对比二者的 TG-DTG 曲线,发现它们的燃烧方式不完全一致,污泥燃烧过程更复杂。方立军等<sup>[10]</sup>计算出

三种城市污泥的综合燃烧指数为  $(0.63 \sim 1.1) \times 10^{-10} \text{ mg}^2 / (\text{K} \cdot \text{min}^2)$ , 小于煤的综合燃烧指数,得出污泥的燃烧性能低于煤的结论。

Yoh 等<sup>[11]</sup>探究了不同含水率对污泥燃烧的影响。以含水率分别为 10%、20%、30%、40%、50%、60% 的污泥为实验对象,得出污泥热值随含水率的减少而增加的结论。当含水率从 60% 逐渐降到 10% 时,低位热值由 4 920.12 kJ/kg 增加到 10 374.46 kJ/kg,高位热值由 5 087.61 kJ/kg 增加到 10 342.06 kJ/kg,污泥的固定碳值和挥发分含量也逐渐增加。唐何娜等<sup>[12]</sup>研究不同含水率和有机质含量对污泥热值的影响,发现有机质含量与热值的大小呈正相关,与含水率的大小呈负相关。方立军等<sup>[10]</sup>研究了三种城市污泥含水率对污泥燃烧的影响,发现随着含水率的降低,污泥越来越容易燃烧,

且挥发分燃烧为最核心的部分。

钱柯贞等<sup>[13]</sup>建立城市污泥干化焚烧处理系统模型,以热值为10 MJ/kg、12 MJ/kg、14 MJ/kg 污泥为研究对象,探讨城市污泥含水率、热值和一次风预热温度等参数对城市污泥燃烧温度的影响。研究表明,热值越高,污泥的燃烧温度越高;当含水率从60%降到30%时,其燃烧温度迅速上升,可自持燃烧的最高含水率为45%;升高一次风温度,可以大幅提高污泥燃烧温度;干化焚烧系统的能耗随着入炉含水率降低而增加,含水率越低,焚烧需要的干化换热面积越大,导致辅助燃料的需要量增加,说明从能耗角度分析,低含水率入炉不经济。王莹等<sup>[14]</sup>通过采用降低污泥入焚烧炉前含水率的方法,达到节能的目的。实验得出当污泥含水率达到44%时,污泥可以自持燃烧并且可向污泥干化焚烧系统提供10 t/h的蒸汽。

综上所述,不同来源污泥的成分和性质不同。当含水率降低时,污泥的易燃程度有所提高;污泥的有机质含量越高,其热值越高。在燃烧过程中,不同来源污泥的热重曲线之间存在差异,且燃烧阶段也不同。相较于煤,污泥的燃烧过程更为复杂,且燃烧性能低于煤。由于污泥热值较低,单独焚烧不能充分利用污泥燃烧的价值,所以提出污泥掺混焚烧以提高污泥的燃烧性能。

## 2.2 污泥掺混焚烧

污泥单独焚烧会导致燃烧不彻底、挥发分不易析出等问题。有资料表明,当污泥的含水率为80%时,其热值大约为287.928 kJ/kg,但是污泥达到自持燃烧所需的低位热值约为3482 kJ/kg。为提高污泥燃烧的热值,一些研究者进行了污泥掺混焚烧的研究。

Guo等<sup>[15]</sup>进行了燃煤电厂掺烧污泥的研究,热重实验表明,污泥与煤掺烧会降低混合物的着火温度和燃尽温度,且随着污泥的比例增加,综合燃烧指数先升高后降低,说明在适当比例下掺混污泥和煤可以改善整体燃烧性能。马杜娟等<sup>[16]</sup>研究了燃煤电厂掺烧城市污泥并分析其影响。结果表明,当污泥含水率小于40%,掺混比例为4.7%时不影响燃煤电厂的烟气排放。黄伟等<sup>[17]</sup>开展了燃煤电厂掺烧污泥的研究,当污泥掺混比例从5%上升到30%时,燃烧效率从99.5%降低到97.5%。Jeong等<sup>[18]</sup>在燃煤电厂中对污泥与食物垃圾合成的固体垃圾燃料进行掺混焚烧,实验测得随着食物垃圾掺混比例

的增加,固体垃圾燃料的热值也逐渐增加,且燃料的热值均大于12.6 MJ/kg。

王琳琳<sup>[19]</sup>对垃圾焚烧厂污泥掺烧技术的可行性进行了分析,采用机械炉排炉对污泥与生活垃圾进行掺烧,发现焚烧炉内温度较低、不易燃烧,且污泥与生活垃圾很难充分混合,导致混合物燃烧不稳定;掺烧后的粉尘量增多,虽然加大了设备运行难度并增加了成本,但是减少了垃圾与污泥的处理量与燃烧过程中的产气量。李聪<sup>[20]</sup>对垃圾焚烧厂掺烧污泥进行了研究,结果表明污泥的热值与生活垃圾的热值接近;当污泥含水率为40%、掺烧比例为5.54%时,对掺混焚烧的烟气排放影响较小。Wang等<sup>[21]</sup>利用垃圾焚烧炉掺烧污泥与生活垃圾。结果表明,随着污泥掺混比例的增加,混合燃料的热值减小,炉膛燃烧温度迅速降低,导致燃点延迟;随着污泥含水率的降低,混合燃料的热值增大,燃烧过程越容易进行,燃料的焚烧效果越好。

Areprasert等<sup>[22]</sup>通过流化床焚烧实验研究了污泥与煤掺混焚烧特性,污泥以颗粒状或粉末状进入焚烧炉后燃烧更加平稳,NO与NO<sub>2</sub>的排放量都随着过量空气量的增长而增加,这说明氧气浓度越高,流化床中挥发分和焦炭的燃烧就越充分,从而导致NO<sub>x</sub>的增加,且CO的含量随着过量空气的增加而浓度降低。孟鑫等<sup>[23]</sup>以深度脱水与循环流化床焚烧炉相结合的方式处理污泥与煤混合燃烧,结果表明污泥热值越高,煤的比例越小;当干污泥湿基低位热值为1670~1880 kJ/kg时,煤所占比例为11.3%;当干污泥湿基低位热值为2500~2926 kJ/kg时,煤所占比例为10.5%。Lee等<sup>[24]</sup>研究了污泥与木杆在流化床焚烧炉内的掺混焚烧,实验表明,污泥与木杆掺混焚烧的燃烧性能较污泥单独焚烧的燃烧性能有所提高,随着木杆的掺混比例增加,CO、NO<sub>x</sub>和SO<sub>x</sub>的排放量也逐渐减少。Areprasert等<sup>[22]</sup>研究了污泥与低反应活性煤和高反应活性煤在流化床内的共燃,结果表明,添加污泥有利于降低煤在流化床内的碳损失,且污泥与煤掺混焚烧性能较好。

将污泥与煤或生活垃圾按适当比例进行掺混焚烧时,可以改善整体的燃烧性能,使有效碳含量提高,并且对烟气排放的影响也较大。污泥掺混焚烧可以避免二次污染、节约能源,同时利用污泥自身的热量在掺混焚烧中提供更多的热能,将污泥变废为宝,发展循环经济。

### 3 焚烧装置

目前,国内污泥焚烧设备中使用的炉型有流化床焚烧炉、多膛式焚烧炉、回转窑焚烧炉、炉排焚烧

炉等,而应用最广泛的炉型是流化床焚烧炉和多膛式焚烧炉<sup>[25]</sup>。炉型不同,所具备的特点也各不相同。各种炉型对比见表1。

表1 焚烧炉参数对比

炉型	流化床焚烧炉	多膛式焚烧炉	回转窑焚烧炉	炉排焚烧炉
燃烧方式	介质的均匀传热与储热 <sup>[28]</sup>	多层炉膛内焚烧	热量或辅助燃料	层燃技术
燃烧介质	需石英砂	不需要	不需要	不需要
炉床温度/℃	800 ~ 900	760 ~ 925	810 ~ 1 650	850 ~ 950
燃烧工况控制	不易	容易	不易	不易
燃烧效率	高	高	高	低
结构特点	简单	复杂	简单	简单
炉床特点	固定式炉床	多段式炉膛	无炉排,靠炉体转动带动污泥转动	炉排不断滑动、翻转、搅拌 <sup>[26]</sup>
污泥预处理	不需要	不需要	需要	不需要
污泥含水率适应性	炉温易随污泥含水率变化而变化	调节污泥在炉内停留时间适应污泥的湿度	调节滚轮转速适应污泥的湿度	调整干燥段以适应污泥的湿度
空气供给	易调节	易调节	难调节	难调节
污泥炉内停留时间	较短	较短	长	长
灰渣热灼减率	易达标	易达标	不易达标	不易达标
飞灰量	较多	较少	较少	较少
烟气产量	大量	少量	大量	少量
烟气中含尘量	高	高	较高	高
设备占地	中	大	大	大
单台单独焚烧最大处理量/ t·d <sup>-1</sup>	800	100	500	1 200
维修工作量	小	大	小	大
运行费用	低	高	高	高
缺点	当污泥中含有碱金属盐或碱土金属盐时,在炉内产生共晶体导致结焦、结渣 <sup>[27]</sup>	维修和保养的成本较高,消耗较多能量,热效率低,需设置二次燃烧设备以减少烟气污染 <sup>[28]</sup>	焚烧炉占地面积大,对设备的链接密封性的精确度要求高	手工操作,拨料不充分时焚烧不彻底
综合评价	应用污泥类型的范围广,更适用于发热量低的污泥 <sup>[29]</sup> ,环保性能好,重金属排放量低等	具有较高的热效率,燃料消耗较少 <sup>[30]</sup>	要求污泥热值较高,可实现彻底燃烧 <sup>[31]</sup> ,运作简单,容易维修,焚烧安全	对污泥的适应性强,燃烧稳定 <sup>[32]</sup> ,结构复杂,损坏率高,应用不是很广泛

污泥焚烧炉形式多样,不同的焚烧炉具备各自的优点和缺点。在选择焚烧炉时,应该充分考虑环境、地理、财力等多方面因素,加强对焚烧炉的改造和创新,严格控制烟气排放以达到国家标准,在满足各项要求的同时争取实现污泥利用最大化。

### 4 结束语

综上,污泥焚烧技术起始于美国,虽然国内的研

究学者对污泥焚烧的研究起步较晚,但是也开展了大量的研究工作,并取得了一定的进展。目前污泥焚烧技术是最彻底的处理处置方式,在实现减量化、无害化和稳定化的同时还可以将其焚烧产生的热量循环利用。在国家“碳达峰、碳中和”战略下,寻求适合不同地区经济发展的城市污泥处置方式至关重要。为了推动污泥资源化利用,将城市污泥与其他废弃物混合制成衍生燃料进行焚烧,从而替代不

可再生能源,使污泥从固体废弃物转变为取之不尽的燃料的方法具有广阔的应用前景。

### 【参考文献】

- [1] 戴晓虎. 我国污泥处理处置现状及发展趋势[J]. 科学, 2020, 72(6): 30-34, 4.
- [2] 吴穷. 生活垃圾焚烧炉余热回收的研究与应用[J]. 科技创新导报, 2018, 15(31): 88-89.
- [3] 胡维杰, 周友飞, 陈汝超, 等. 上海市石洞口片区污泥干化焚烧处理工程设计总结与分析[J]. 给水排水, 2018, 54(9): 34-41.
- [4] 郭志光, 马明磊, 刘斌, 敖长江. 污泥处理处置技术研究进展[J]. 河北地质大学学报, 2019, 42(1): 59-63.
- [5] MAGDZIARZ A, WERLE S. Analysis of the combustion and pyrolysis of dried sewage sludge by TGA and MS[J]. Waste Management, 2014, 34(1): 174-179.
- [6] 刘敬勇, 傅杰文, 孙水裕, 等. 不同来源污泥混燃特性及其综合燃烧性能评价[J]. 环境科学学报, 2016, 36(3): 940-952.
- [7] CHEN J B, XU W H, ZHU L, et al. Thermal conversion behaviors, kinetics, and thermodynamics of wastewater sludge via thermogravimetric analysis, and emission characteristics from a large-scale incinerator[J]. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2021, 23(4): 1-13.
- [8] 吕太, 姚雪骏. 城市污泥热解特性及燃烧特性实验分析[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(19): 324-328.
- [9] PU X, XU L, WANG X, et al. Co-pyrolysis characteristics of coal and sludge blends using thermogravimetric analysis[J]. Environmental Progress & Sustainable Energy, 2016, 34(6): 1780-1789.
- [10] 方立军, 李畅, 殷立宝. 城市污泥燃烧特性的热重实验研究[J]. 电站系统工程, 2014, 30(4): 7-10.
- [11] YOH S, SITEPU T, AMBARITA H. Proximate, ultimate and calorific value analyses of paper industry sludge at different moisture content[J]. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2020, 851: 012052.
- [12] 唐何娜, 吕伟, 王越兴, 等. 城市水质净化厂污泥热值分析[J]. 广东化工, 2021, 48(22): 164-166.
- [13] 钱柯贞, 陈德珍, 段妮娜, 等. 城市污水污泥干化-焚烧系统热力分析[J]. 热力发电, 2022, 51(5): 48-54.
- [14] 王莹, 宋立强, 边靖. 市政污泥干化焚烧系统能量优化分析[J]. 节能, 2021, 40(10): 34-36.
- [15] GUO S, YANG Q, LIANG H, et al. Effect of blending sewage sludge with coal on combustion and ash slagging behavior[J]. RSC Advances. 2019, 9(51): 29482-29492.
- [16] 马杜娟, 黄纯琳, 李顺泉, 等. 燃煤电厂掺烧城市污泥性能分析[J]. 当代化工研究, 2021(24): 116-118.
- [17] 黄伟, 林英红, 罗子丰, 等. 燃煤电厂污泥掺烧技术及其研究进展[J]. 上海电力大学学报, 2021, 37(1): 1-4, 22.
- [18] JEONG Y, LEE Y E, KIM I T. Characterization of Sewage Sludge and Food Waste-Based Biochar for Co-Firing in a Coal-Fired Power Plant: A Case Study in Korea[J]. Sustainability, 2020, 12(22): 1-12.
- [19] 王琳琳. 垃圾焚烧发电厂污泥掺烧技术应用[J]. 能源与节能, 2020(6): 89-91.
- [20] 李聪. 生活垃圾焚烧厂污泥干化及协同焚烧的应用及研究[J]. 能源与节能, 2020(7): 73-76.
- [21] WANG H, LIAO Y F, MA X Q, et al. Numerical simulation of co-incineration of sewage sludge and municipal solid waste in municipal solid waste incinerator[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 194: 04019.
- [22] AREEPRASERT C, SCALA F, COPPOLA A, et al. Fluidized bed co-combustion of hydrothermally treated paper sludge with two coals of different rank[J]. Fuel Processing Technology, 2016.
- [23] 孟鑫, 陈伟, 陈柏校. 萧山4000 t/d污泥集中焚烧处理项目实践[J]. 中国给水排水, 2022, 38(8): 127-132.
- [24] LEE Y J, KIM J M, KIM D H, et al. Experimental Study of Co-firing and Emission Characteristics Fueled by Sewage Sludge and Wood Pellet in Bubbling Fluidized Bed[J]. Clean Technology, 2017, 23(1): 80-89.
- [25] 李小杰, 戴斌. 危废焚烧处置的难点及解决办法[J]. 环境与发展, 2019, 31(6): 228, 230.
- [26] 邹包产, 韩秋喜, 王文凯, 等. 炉排炉垃圾焚烧控制策略[J]. 环境工程, 2013, 31(02): 80-82, 86.
- [27] 李秀朝, 蓝丽梅, 吴志杰. 探究污泥焚烧设备及选择[J]. 绿色环保建材, 2020(2): 39, 41.
- [28] 赵发敏, 李兴杰, 冯楠, 等. 污泥处理处置技术的应用研究及进展[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(6): 50-54.
- [29] 周玲, 廖传华. 污泥焚烧设备的比较与选择[J]. 中国化工装备, 2018, 20(2): 13-22.
- [30] 唐付芸. 我国污泥焚烧处理现状[J]. 区域治理, 2019(51): 58-60.
- [31] 赵锦. 几种污泥焚烧处理技术[J]. 工业炉, 2018, 40(6): 1-6.
- [32] 郑雪艳, 王定国, 刘海. 基于炉排炉的生活垃圾与污泥混烧技术[J]. 节能技术, 2015, 33(2): 140-143.

## Research Progress of Municipal Sludge Incineration

HE Zihan, XU Feng

**Abstract:** Urban sludge contains a large number of pathogenic microorganisms, heavy metals and other pollutants, and its output has increased sharply in recent year. If it is not handled properly, it will pollute the environment and endanger human health. At present, China's urban sludge disposal methods include landfill, compost, land use, incineration, etc. Sludge incineration is currently the most thorough, rapid, safe and effective method for sludge disposal. This paper summarized the research and application progress of sludge incineration from the aspects of the development history, incineration mode and incineration device, systematically sorted out various influencing factors of sludge incineration process, and compared various indexes and parameters of fluidized bed incinerator, multi-chamber incinerator, rotary kiln incinerator, grate incinerator and other incinerators. Under the background of "double carbon" and in combination with the development trend of sludge resource utilization, it is proposed that mixing urban sludge and waste into derivative fuel, developing circular economy and reducing carbon emissions is also an effective way to reuse the surplus value of urban sludge.

**Key words:** municipal sludge treatment; landfill; incineration alone; domestic waste; blending burning; incineration device; resource utilization; circular economy

(上接第 94 页)

## The Best Technical Path of Low-carbon Environmental Protection Treatment of Domestic Waste in County-level Areas of China ——Preparation of Solid Recovered Fuel

LIU Haiwei, WANG Huan

**Abstract:** Promoting county-level domestic waste disposal is an important link and basic work in strengthening county-level economic and social development and infrastructure construction in China. This paper summarized the significance, principles and difficulties of garbage disposal in county-level areas of China, introduced the concept of solid recovered fuel (SRF) and its main technical routes, advantages and related standards, and analyzed the feasibility of preparing SRF from garbage in county-level areas from the aspects of national policies, actual needs, technical conditions and investment costs. Combined with the actual situation, the SRF solution for domestic garbage preparation in county-level areas of China was given.

**Key words:** county area; domestic waste; solid recovered fuel; waste incineration; urban solid waste; harmless treatment; organic solid waste