《垃圾焚烧发电厂协同处理城镇污水处理厂污泥技术规范》

编制说明

标准编制组

二〇二三年七月

目　录

1 项目背景 1
1.1 任务来源 1
1.2 主要工作过程 1
1.3 概述 3
2 制定的必要性分析 11
2.1 国家及地方环保主管部门的相关要求 11
2.2 国家及地方相关产业政策及发展规划要求 12
3 相关法律法规及标准概况 17
3.1 我国我省污泥处理处置法律法规及标准体系 17
3.2 国外污泥处理处置法律法规及标准体系 18
3.3 当前污泥处理处置法律法规及标准体系存在问题 19
4 行业技术现状调查研究 21
4.1 垃圾焚烧处理厂发展及污泥现状 21
4.2 垃圾焚烧生产工艺和技术装备情况 22
4.3 垃圾焚烧发电厂产排污情况 25
4.4 垃圾焚烧发电厂协同处理污泥 26
5 主要技术内容及说明 27
5.1 标准结构 27
5.2 适用范围 27
5.3 规范性引用文件 28
5.4 术语和定义 28
5.5 一般要求 28
5.6 污泥运输 29
5.7 污泥接收 29
5.8 污泥贮存、输送 30
5.9 协同焚烧 32

5.10 污染控制与监测要求.....35

1 项目背景

1.1 任务来源

为全面贯彻党的十九大精神，深入学习贯彻习近平总书记重要讲话精神，落实《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）、《广东省环境保护厅关于印发固体废物污染防治三年行动计划（2018—2020 年）》（粤环发〔2018〕5 号）要求，落实省委、省政府决策部署，着力解决突出环境问题，加强固体废弃物和垃圾处置，提高固体废物减量化、资源化和无害化水平，加快推动形成绿色发展方式和生活方式，从 2019 年 3 月，省生态环境厅开始研究制定相关固体废物标准，并委托生态环境部华南环境科学研究所（下简称“华南所”）作前期调研。2019 年 5 月经广东省生态环境厅同意，由生态环境部华南环境科学研究所等单位共同承担《垃圾焚烧发电厂协同处理污泥技术规范》制订工作。

1.2 主要工作过程

2019 年 3 月项目组开始与省生态环境厅法规处、固废处对接，了解当前我省城镇污水处理厂污泥处置现状及存在问题。

4 月项目组与省环境卫生协会进行联系，了解了我省当前垃圾焚烧发电厂的地理分布与工艺参数，基本掌握了当前我省拥有协同处置城镇污水处理厂污泥的工艺装置分布情况。

6 月组织了包括粤丰环保电力有限公司、东莞事业投资控股集团有限公司、广州环保投资集团有限公司、上海康恒环境股份有限公司、瀚蓝绿电固废处理（佛山）有限公司、光大环保能源有限公司、深圳市能源环保有限公司等国内知名垃圾焚烧发电厂及广东省环境保护工程设计研究院等单位在内的技术规范讨论会，介绍了《技术规范》的编制背景、讨论了并确定了《技术规范》的编制内容、编制合作形式及编制工作计划。

7 月，编制组开展了大量的文献调研工作。在政策法规方面，对国家及我省固体废物管理及污染整治的相关环保政策开展了研究，分析了新形势下固体废物环境管理需求；标准限值制定方面，对国内外相关污染物控制标准的制修订情况

进行调研和分析；在行业发展方面，收集到了垃圾焚烧发电产业政策和行业发展概况，系统收集到行业产能规模、工艺、污染治理、污染排放等情况。

8 月，编制组先后赴佛山市、珠海市与深圳市，分别与瀚蓝绿电固废处理（佛山）有限公司、珠海信环环保有限公司、深圳市能源环保有限公司相关负责人开展了座谈交流，围绕工艺流程、污泥的运输贮存、污染物控制措施及处理效果、污染治理成本、存在的环境问题等进行探讨，了解了行业当前的污染防治工艺技术水平。

9 月，华南所启动了标准的文本编制工作，对城镇污水处理厂污泥相关文献进行搜集，掌握了我国城镇污水处理厂污泥的主要组成、物化性质特点，了解到城镇污水处理厂污泥处置过程中污染物排放特征及主要控制技术。

同年 10 月~2020 年 4 月，收集到了我省城镇污水处理厂污泥的产量情况，对前期调研收集到的具有城镇污水处理厂污泥掺烧工艺的企业的生产工艺及设施、治污工艺及设施等基本信息进行汇总整理分析。

2020 年 5~6 月，在上述工作的基础上，编制组组织行业污染治理工程设计专家、垃圾焚烧发电厂企业技术人员、污染治理设施运行维护专家和标准制订专家等相关专家进行研讨和综合分析后，基本确定了标准的主要内容，并编制完成广东省《垃圾焚烧发电厂协同处置城镇污水处理厂污泥技术规范（讨论稿）》。

2020 年 7~8 日，编制组对标准进行多次修改完善，形成《垃圾焚烧发电厂协同处置城镇污水处理厂污泥技术规范（讨论二稿）》及其编制说明。

2020 年 9 月，省生态环境厅法规与标准处听取了编制组对《垃圾焚烧发电厂协同处置城镇污水处理厂污泥技术规范（讨论二稿）》进行了逐条研究讨论，并提出了修改意见，要求编制组尽快完成该标准的征求意见稿。同月，编制组在广州组织召开《垃圾焚烧发厂协同处置城镇污水处理厂污泥技术规范（讨论二稿）》的专家咨询会，得到专家的普遍认可。

2021 年至 2022 年，编制组补充针对垃圾焚烧发电厂协同处理城市污水处理厂污泥的飞灰固化，填埋等末端处理处置情况进行调研，对省内主要的填埋场进行了深入调研。

2022 年 4 月-8 月，编制 组广东省环境科学会 团体标准 立项材料 。

2022 年 9 月，广东省环境科学会组织对标准立项材料进行审核后，组织开展对标准开展专家评审，来自华南师范大学、广州市来自华南师范大学、广州市生活废弃物管理中心、广生活废弃物管理中心、广州市城管理技术研究中心、华南工大学广净水有限公司的州市城管理技术研究中心、华南工大学广净水有限公司的州市城管理技术研究中心、华南工大学广净水有限公司的 5 名行业专家同意标准立项。同年 9 月 14 日，广东省环境科学会印发《广东省环境科学学会关于<垃圾焚烧发电厂协同处置城镇污水理泥技术规范>等 2 项团体标准项目立的通知》（粤环学函(2022)43(2022)43 号），标准正式立项。

2022 年 10 月至今，编制组根据专家提出的意见，对标准进行修订补充专家提出的意见，对标准进行修订补充专家提出的意见，对标准进行修订补充完善相关信息，完成标准（征求意见稿）及其编制说明

2023 年 6 月，省环境学会组织召开标准征求意见专家评审会，来自华南师范大学、广州大学、华南理工大学、广东省技术经济研究发展中心、广州市环境保护技术有限公司的 5 位专家一致同意标准修改完善后可向社会公众征求意见。

1.3 概述

1.3.1 垃圾焚烧行业概述

我国的集中式的焚烧技术处理生活垃圾由上世纪 80 年代中后期开始发展，我国的生活垃圾焚烧技术发展特点可概括为（1）起步晚、发展迅猛、实现跳跃式发展、基本额达到国际先进水平；（2）具有国际水平的现代化焚烧技术和简易焚烧技术并存发展；（3）流化床焚烧炉异军突起，一度发展迅猛。

近几年来，我国垃圾焚烧处理发展很快。根据《城市建设统计年报（2011 年）》，我国垃圾焚烧厂数量为 109 座，焚烧处理能力规模达到 9 万吨/日，焚烧能力所占比例达到 23%。比 2001 年的 6520 吨/日增加了 14 倍多。根据《2018 年城市建设统计年鉴》，2018 年我国垃圾焚烧处理厂达 331 座，焚烧处理能力规模达到 36 万吨/日，焚烧能力占比达到 47%，较 2011 年处理能力增加 4 倍。

1.3.2 市政污泥

1.1.2.1 污泥概述

城镇污水处理过程中，产生的浮渣与沉淀物，统称为污泥。其数量约占处理水量的 0.05~0.1%（以含水率为 80%计算）。具体数量取决于排水体制、污水水质及处理工艺。

污泥成分非常复杂，包括有毒有害物质如寄生虫卵、病原微生物与细菌等；各种自然有机物及化学合成有机物如苯并芘、有机卤化物、多氯联苯、二噁英等；重金属如铜、锌、镍、铬、镉、汞及砷等；同时也含有植物营养元素（氮、磷、钾）、有机物和水分。总的来说污泥的主要成分可以归纳为三大类：有机物、无机物及微生物。

（1）污泥的物理性质

污泥的物理性质对污泥的预处理过程有明显影响。表征污泥的物理性质常用指标主要含水（固）率、密度、比阻、可压缩性、水利特性和粒径等。

污泥中所含水分的重量与污泥总重量之比的百分数成为含水率。含水率是泥质的关键指标，污泥处理处置工艺的选择和工艺效果的好坏都与含水率息息相关。初次沉淀污泥含水率介于 95%~97%，剩余活性污泥达 99%以上。因此污泥的体积非常大，对污泥的后续处理造成困难，因此有必要对污泥进行减容。

（2）污泥的化学性质

市政污泥的化学性质可依据处理处置及利用方式不同进行分类。一般包含酸碱度、有机质含量、植物养分含量、毒害物质含量及其可浸出性等方面。

① 基本理化性质：市政污泥的基本理化性质如下表。可见市政污水是以有机物为主（颗粒相）的废弃物，有一定的反应活性，理化性质随处理状况的变化而产生改变。

表 1- 1 市政污泥的基本理化成分

项目	初次污泥	剩余活性污泥	厌氧消化污泥
pH	5.0~6.5	6.5~7.0	6.5~7.5
干固体总量%	3~8	0.5~1.0	5.0~10.0
挥发性固体总量（以干重计）%	60~90	60~80	30~60
固体颗粒密度/（g/cm^3）	1.3~1.5	1.2~1.4	1.03~1.04

项目	初次污泥	剩余活性污泥	厌氧消化污泥
BOD_5/VS	0.5~1.1		
COD/VS	1.2~1.6	2.0~3.0	
碱度（以 $CaCO_3$ 计）（mg/L）	500~1500	200~500	2500~3500

②植物养分：市政污泥含有丰富的植物养分，可转化为植物培养基质（人造表土、土壤调理剂、有机肥等）。市政污泥植物养分的组成主要取决于污水水质和处理工艺。污泥中有机质的多少，对污泥技术处理路线的选择非常重要，一般来说，污泥中有机物含量高，污泥的热值就比较高。一般污泥的元素组成见下表 1- 2。

表 1- 2 一般污泥物质组成表

绝干污泥化学元素组成		污泥灰分成分分析	
元素组成	重量百分比%	物质组成	重量百分比%
C	25~31	SiO_2	37~44
H	3~4	Al_2O_3	12~19
S	0.8~1.3	TiO_2	0.5~2
Cl	0.05~0.15	Fe_2O_3	4~11
N	2.7~4.5	SO_3	1.7~2.2
P	1.1~2.2	MgO	1.5~3
K	0.2~0.5	CaO	8~21
O	11~16	Na_2O	0.5~1
有机质	44~59	K_2O	1~1.5
挥发酚	42~54	P_2O_5	9~12
灰分	41~56	低位热值	2000~3000 kcal/kg

污水处理厂污泥的有机成分中的元素比例是确定污泥处置方式的直接依据，污泥中 C、H 元素含量高，污泥的燃烧热值高，越容易进行焚烧处理。如果污泥中的 N、P、K 成分高，说明污泥又较高的营养价值，可以考虑用来堆肥。

③ 能量含量：污泥的能连含量可以其燃烧热值来表征，燃烧热值的大小不仅与燃烧能量转化的效能有关，也是污泥生物与热化学能量转化的依据。

④毒害物质含量：污水厂污泥中毒害物质主要有重金属和有机化合物两类。尽管目前已确定的各类有限有机毒害物质均有在污泥中存在的报道，但定量地描述污泥中有机毒害物的分析数据还非常稀缺和不全面，现有的分析结果以重金属含量为主。

污泥中的中重金属离子含量取决于城镇污水处理厂中工业废水所占比例及工业性质。污水经二级处理后，污水中重金属离子约有 50%以上转移到污泥中。因此污泥中的重金属离子含量一般都比较高。下表为我国城镇污水处理厂污泥重金属成分及含量。从表可知我国城镇污水处理厂污泥重金属离子含量变化幅度很大，视当地的土质、工业结构、污水性质的不同而不同。《城镇污水处理厂污泥处置技术指南（试行）》中对我国市政污泥中重金属成分及含量进行了统计，结果如下表 1- 3。

表 1- 3 我国市政污泥中重金属成分及含量（mg/kg）（干污泥）

项目	Cd	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Hg	As
平均值	2.01	219	72.3	1058	93.1	48.7	2.13	202
最大值	999	9529	1022	30098	6365	6206	17.5	269
最小值	0.04	51	3.6	217	20	16.4	0.04	0.78

（3）污泥的卫生学指标

卫生学指标主要包括细菌总数、粪大肠菌群数、寄生虫卵含量等。初沉污泥、活性污泥及消化污泥中细菌、粪大肠杆菌及寄生虫卵的一般数量见下表 1- 4。

表 1- 4 是指污泥细菌与计生虫卵均值表（以干污泥计）

污泥类型	细菌总数 10^5/g	粪大肠杆菌群数 10^5 个/g	寄生虫卵 10 个/g
初沉污泥	471.7	158.0	23.3（活卵率 78.3%）
活性污泥	738.0	12.1	17.0（活卵率 67.8%）
消化污泥	38.3	1.2	13.9（活卵率 60%）

1.1.2.2 污泥处理

（1）污泥处理目的

污泥处理的目的是：减量、稳定、无害化及资源化。减量，因污泥的含水率高、体积大，必须先减量，便于后续处置。基本方法是浓缩、脱水、干化与焚烧。稳定，因污泥的有机物含量极高，易于腐败发臭，必须作稳定处理，分解部分有机物。基本方法是化学稳定、厌氧消化与好氧消化、堆肥等。无害化，因污泥含有大量细菌、寄生卵、病原微生物，易引发传染病，必须无害化处理，提高卫生学指标。基本方法是厌氧消化、好氧消化、堆肥、消毒等。资源化，因污泥含有大量治污营养元素、水分及有机物质、无机物质等，可作为肥料与土壤改良剂，生物能源，建筑材料，回收重金属等领域的利用。基本方法是堆肥、厌氧制取沼气、裂解制取富氢燃气、混合烧制建筑材料、土地利用等。

（2）污泥处理的基本方案

污泥处理的方案选择，取决于污泥的性质成分、当地的气候、环境保护、经济社会发展水平、工农业结构、土壤性质等因素。基本方案包括：

① 生污泥—浓缩—消化—干化—土地利用

② 生污泥—浓缩—自然干化—堆肥—农业利用

③ 生污泥—浓缩—消化—机械脱水—最终处置

④ 生污泥—浓缩—脱水—焚烧—建材利用—土地利用

⑤ 生污泥—湿污泥池—农林业利用

⑥ 生污泥—浓缩—裂解制燃料—建材利用、土地利用

⑦ 生污泥—浓缩—脱水—与垃圾混合填埋—农业土地利用

（3）污泥焚烧方案

污泥焚烧一般可分为单独焚烧和混烧。混烧可以分为生活垃圾混烧、水泥窑协同焚烧、热电厂协同焚烧。

① 污泥单独焚烧。

单独焚烧是指在污水厂或污泥厂内建立一套完整焚烧系统，与污泥脱水、污泥干化、烟气处理和废热利用等单元有不同的组合，单独处理厂内的污水污泥。由于污泥成分不确定的因素较多，污泥单独焚烧可能需要外界能源补充。

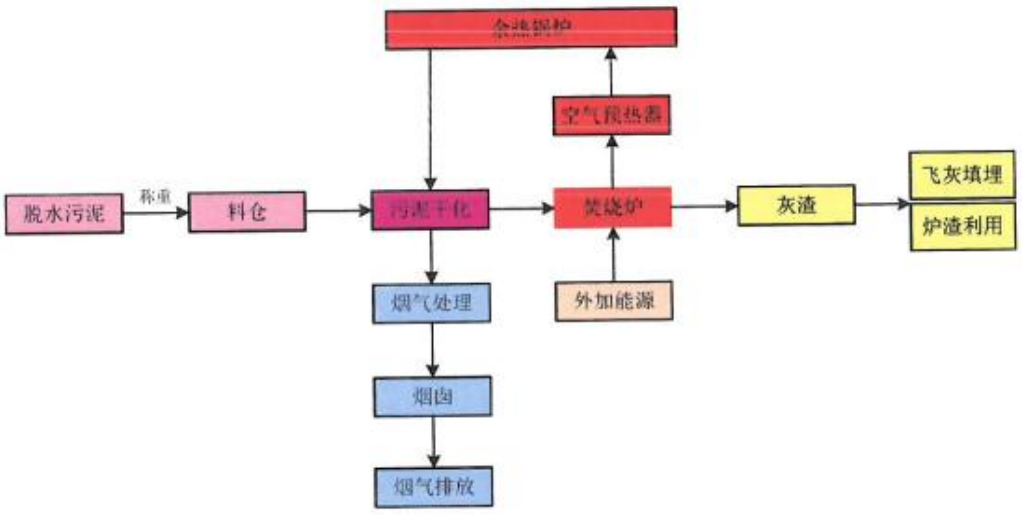


图 1-1 污泥干化焚烧（单独焚烧）示意图

② 污泥与生活垃圾混合焚烧

混烧是指在污水厂内污泥达到一定干化程度后，外运至垃圾焚烧发电厂，作为辅助燃料进行热值利用，视不同的生产工艺要求，外运混烧需要不同的污泥干化程度，同样混烧途径也与外界能源供给条件密切相关。

污泥干化后具有一定热值，将污泥干化后与生活垃圾混烧，既可以利用垃圾焚烧厂的余热作为干化热源，又可以利用垃圾焚烧厂已有的焚烧和尾气处理设备，节省投资和运行成本。

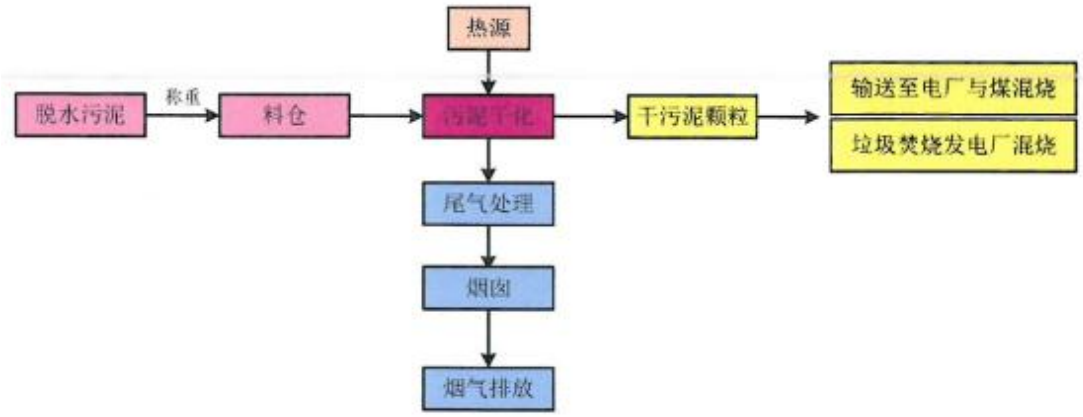


图 1-2 污泥干化焚烧（混烧）示意图

③ 污泥的水泥窑协同处置

污泥的水泥窑协同处置是利用水泥窑高温处置污泥的一种方式。水泥窑中的高温能将污泥焚烧，并通过一系列物理化学反应使焚烧产物固化在水泥熟料的晶格中，成为水泥熟料的一部分，从而达到污泥安全处置的目的。

利用水泥窑对污泥进行协同处置，具有以下作用：

有机物彻底分解，污泥得以彻底的减容、减量和稳定化；燃烧后的残渣成为水泥熟料的一部分，无残渣飞灰产生，不需要对焚烧灰另行处置；回转窑内碱性环境在一定程度内可抑制酸性气体和重金属排放；水泥生产过程余热可用于干化湿污泥；回转窑热容量大、工作状态稳定，污泥处理量大。

④ 污泥的热电厂协同处置

采用热电厂协同处置，既可以利用热电厂余热作为干化热源，又可以利用热电厂已有的焚烧和尾气处理设备，节省投资和运行成本。在具备条件的地区，鼓励污泥在热力发电厂锅炉中与煤混合焚烧；热电厂协同处置应不对原有电厂的正常生产产生影响；混烧污泥宜在 35 t/h 以上的热电厂（含热电厂和火电厂） 燃煤锅炉上进行。在现有热电厂协同处置污泥时，入炉污泥的掺入量不宜超过燃煤量的 8%；对于考虑污泥掺烧的新建锅炉，污泥掺烧量可不受上述限制。

（3）不同污泥焚烧处理工艺对比

目前国内已经存在多种焚烧技术处理污泥工艺，本编制说明对对热电厂、水泥窑、污泥流化床厂、垃圾焚烧厂四种工艺进行了比较，结论如下：

①流化床的工艺稳定性最佳，最适合处理污泥，但成本很高，需规模化运营才会有收益，适合污泥产量大，财政实力强的地区。

②热电厂、水泥厂本质上来说分属电力、水泥行业，与处理固体废弃物的性质差别较大，在建设标准、专业技术、环保标准等方面还需要进一步协调与衔接，对于生活垃圾及其处理特性国内的认识还较为初步，政府的监管方式也需要进一步完善。故此类协同处理工艺仅适合小规模的污泥处理，还要结合当地全局的环卫规划，谨慎决定是否借用此类设施进行协同处理。

③除流化床技术外，从生产规模和年运行时数等方面分析，垃圾焚烧炉排炉稳定性最好，有利于污泥处理的持续和稳定；从政策角度上说，两者采用的行业规范相对统一，两者协同处理在建设标准、专业技术、环保标准等多方面相对健全，政府的监管方式也较为成熟。从技术角度上说，污泥和垃圾的特性接近，对原焚烧生产影响相对较小；现在全国范围内市区县都普遍在建垃圾焚烧厂，进行污泥协同处理的条件相对便利。

表 1- 5 不同污泥焚烧处理工艺对比

处理工艺	燃烧发电厂污泥掺烧	水泥窑协同处理工艺	污泥流化床处理工艺	垃圾焚烧厂协同处理工艺
焚烧稳定性	当前年运行时数约6000小时，受用电负荷影响大；城市空气严重污染时，有停产可能；“无煤区”建设可能导致停产。	年运行时数约7000小时；水泥属于高污染企业，受市场和政策影响很大。	年运行时数约8000小时,需要煤或天然气助燃。	年运行时数不低于8000小时，稳定性好；炉排炉无需煤辅燃，“无煤区”建设不影响，但需要天然气或燃油助燃。
对原炉（窑）产生的影响	污泥热值较低，需要控制好掺烧比（5%～10%）。热电厂一般为大容量循环流化床炉，污泥对锅炉影响小。因无对应的除臭设施，可能会对厂区环境造成不利影响。	污泥中氯离子需要重点控制，否则会影响水泥质量。另外污泥必须干化后进窑，否则燃煤量上升。污泥焚烧飞灰可部分替代生产原料。	可以100%烧污泥，适应性强。	污泥颗粒较细，需要控制好掺烧比（5%～10%），对燃烧工况影响较小。污泥元素分析也和垃圾接近，对烟气净化系统的影响在可控范围内。
烟气排放指标	《火电厂大气污染物排放标准》GB13223-2011。	《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》GB30485-2013。	《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB18485-2014。	《生活垃圾焚烧污染控制标准》GB18485-2014。
灰渣处理的安全性	不掺污泥焚烧前提下可进行粉煤灰（副产物）利用；掺污泥焚烧后对粉煤灰品质有一定影响。	作为水泥（产品）生产原料之一，氯离子存在超标的风险。	炉渣建材利用、飞灰稳定化后填埋。	炉渣建材利用、飞灰稳定化后填埋。
管理侧重点	发电生产为主。	水泥生产为主。	处理污泥为主。	处理垃圾为主，处理污泥为辅。

处理工艺	燃烧发电厂污泥掺烧	水泥窑协同处理工艺	污泥流化床处理工艺	垃圾焚烧厂协同处理工艺
运行处理成本（元/吨）	320	220	450	260

2 制定的必要性分析

2.1 国家及地方环保主管部门的相关要求

2000 年，环境保护总局、科技部、住房和城乡建设部联合发布了《城市污水处理及污染防治技术政策》（建成〔2000〕124 号），其中第五章“污泥处理”及第七章“二次污染防治”均提到了污泥的处理处置办法。2007 年，环境保护总局启动“环境技术管理体系建设”计划，将污泥处置纳入首批试点的六大行业，并于 2009 年 2 月与科技部、住房和城乡建设部联合印发了《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）》（建城〔2009〕23 号），主要包含污泥处理处置规划和建设、处理和处置技术路线、运输和储存、安全运行与监管、保障措施等内容，确立了在技术、环保、经济上可行的污泥处理处置技术。政策还明确提出：“经济较为发达的大中城市，可采用污泥焚烧工艺。鼓励采用干化焚烧的联用方式，提高污泥的热能利用效率；鼓励污泥焚烧厂与垃圾焚烧厂合建”。

《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）中要求自 2017 年起，在京津冀、长三角、珠三角等地区的部分城市开展污水与污泥、废气与废渣协同治理试点。

《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》要求切实推进污泥无害化处置。生活污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，防止污泥就地堆放和原生污泥简易填埋等不符合环保要求的处置行为，避免污泥处置过程造成土壤污染。并自 2017 年起，在广州、深圳等市率先开展污水与污泥、废气与废渣协同治理试点工作。

《广东省环境保护厅关于固体废物污染防治三年行动计划（2018-2020 年）》（粤环发〔2018〕5 号）中明确提出加快污泥无害化处理处置设施建设，因地制宜的对污泥进行资源化处理，强化污水处理厂运营企业“泥水并重”处理责任，

构建稳定的污泥资源化利用消纳渠道，根据污泥特征因地制宜选用好氧发酵、工业制砖、水泥窑协同焚烧、热电厂及热力厂掺烧等方式进行资源化处理。

《广州市全面剿灭黑臭水体任务书（2018-2020）》（广州市总河长令第 1 号）和《广州市人民政府办公厅关于印发广州市全面剿灭黑臭水体作战方案（2018-2020 年）的通知》（穗府办函〔2018〕133 号）要求，“积极推动污泥焚烧处理处置，通过社会服务与政府自建相结合的方式，确保污泥处理处置稳定可靠。”

我国还出台了若干相关优惠政策，主要涉及增值税和企业所得税两方面。在增值税方面，根据《关于部分资源综合利用及其它产品增值税政策问题的通知》（财税〔2001〕198 号）和《关于部分资源综合利用产品增值税政策的补充通知》（财税〔2004〕25 号）的规定，在生产原料中掺有不少于 30%的烧煤锅炉的炉底渣（高炉水渣除外）及其他废渣生产水泥的企业；对利用污泥发电且污泥占发电燃料 80%以上时生产的电力享受增值税即征即退政策。在所得税方面，财务部、国家税务局颁布了《关于企业所得税若干政策的通知》（财税字〔1994〕001 号）：利用“三废”为主要生产原料的企业可在 5 年内减征或免征所得税。根据《高新技术企业认定管理办法》的附件《国家重点支持的高新技术领域》（国科发火〔2008〕172 号），污泥处理处置和资源化技术属于高新技术中的“资源与环境技术”，可享受 15%的税率优惠。此外，包含污泥处理处置设备在内的环保专用设备投资额的 10%可从企业当年的应纳税额中抵免，不足抵免的，可在未来 5 个纳税年结转抵免。

近年来我国我省均提出了加快污泥稳定化、无害化、资源化处理处置要求，提高污泥无害化处理处置率，鼓励因地制宜对污泥进行资源化处理，积极推进通过污泥焚烧处理方式、鼓励污泥焚烧与垃圾焚烧厂合建的方式对污泥进行无害化处理，制定垃圾焚烧发电厂协同处理污泥的技术规范符合是国家与我省的政策要求，是避免因污泥处理技术手段不当导致二次污染的重要手段。

2.2 国家及地方相关产业政策及发展规划要求

2016 年 11 月，国务院发布《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号），要求大力推进污泥稳定化、无害化和资源化处理，地级以上城市污泥无害化处理率达到 90%，京津冀区域达到 95%。同年 12 月，国家发展改革委、住

房城乡建设部联合印发《“十三五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（发改环资〔2016〕2849 号），要求到 2020 年底，地级及以上城市污泥无害化处置率达到 90%，其他城市达到 75%，县城力争达到 60%，重点镇提高 5%，初步实现建制镇污泥统筹集中处理处置。城镇污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化处理处置，鼓励资源化利用。预计“十三五”期间，新增或改造污泥无害化处理处置设施投资 294 亿元。并强调坚持无害化处理处置原则，结合各地经济社会发展水平，因地制宜选用成熟可靠的污泥处理处置技术。鼓励采用能源化、资源化技术手段，尽可能回收利用污泥中的能源和资源。强调完善城镇污水处理及污泥处置技术标准体系，积极推动污水处理及再生利用、污泥处理处置及资源化利用等关键技术的研发、示范和推广应用。加快制定有关技术的评价标准体系和方法。

广东省环境保护厅 2016 年 9 月 22 日发布“关于印发广东省环境保护“十三五”规划的通知”（粤环〔2016〕51 号）。《广东省环境保护“十三五”规划》指出：污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置。鼓励有条件的地区推广使用焚烧发电、水泥窑协同处置、生物处理等综合处理方式。

《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第一类（鼓励类）第四十三项（环境保护与资源节约综合利用）第 20 条“城镇垃圾、农村生活垃圾、农村生活污水、污泥及其他固体废弃物减量化、资源化、无害化处理和综合利用工程”。而生活垃圾焚烧炉协同处置市政污泥属于污泥减量化、资源化和无害化工程，是《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类项目。同时，污泥掺烧还属于《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南（2011 年度）》中的第 5 项（先进能源）第 67 条（生物质能）的“生物质直燃、混燃和气化发电”。在《广东省主体功能区产业发展指导目录（2014 年本）》，属于第一类鼓励类的（三十八）环境保护与资源节约综合利用中的“20、城镇垃圾及其他固体废弃物减量化、资源化、无害化处理和综合利用工程”。

由此可见，城镇污水厂行业规划、环保规划等都对垃圾焚烧发电厂协同处理污泥提出了相关的鼓励政策和措施，相关技术标准制定能更好的促进国家的相关规划落实。

表 2-1 国家和我省污泥处置相关政策及规划

时间	政策	主要内容
2000 年 5 月	《城市污水处理及污染防治技术政策》（建成〔2000〕124 号）	1.6 城市污水处理应与污水资源化目标相结合。积极发展污水再生利用和污泥综合利用技术。
2009 年 2 月	《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策（试行）》（建城〔2009〕23 号）	在污泥焚烧技术路线中鼓励采用干化焚烧的联用方式，提高污泥的热利用效率；鼓励污泥焚烧厂与垃圾焚烧厂合建；在有条件的地区，鼓励污泥作为低质燃料在火力发电厂焚烧炉、水泥窑或砖窑中混合焚烧。
2011 年 6 月	《当前优先发展的高技术产业化重点领域指南（2011 年度）》	第 5 项（先进能源）第 67 条（生物质能）：非粮作物生物燃料乙醇生产技术，农林作物生物质能源专用原料新品种及其配套生产技术，绿色生物柴油炼油化工生产技术，生物质直燃、燃和气化发电，生物质成型燃料生产技术，垃圾、垃圾填埋气和沼气发电技术，植物油料的高附加值利用技术，秸杆、芦苇、麻类、藻类高效降解与转化技术、制剂和设备，中温、罐式、标准化、家用沼气以及小城镇用万吨级沼气工业化生产技术与装备，可降解地膜等生物质新材料生产技术与设备，二氧化碳藻类转化技术。
2013 年 2 月	《产业结构调整指导目录（2013 年修订本）》	第一类鼓励类第三十八条：15、“三废”综合利用及治理工程， 20、城镇垃圾及其他固体废弃物减量化、资源化、 无害化处理和综合利用工程
2014 年 5 月	《广东省主体功能区产业发展指导目录（2014 年本）》（粤发改产业	第一类鼓励类的（三十八）：环境保护与资源节约综合利用中的 20、城镇垃圾及其他固体废弃物减量化、资源化、无害化处理和综合利用工程

时间	政策	主要内容
	〔2014〕210 号）	
2015 年 2 月	《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》（国办发〔2012〕24 号）	提出加强污泥处理处置设施建设，强化设施运营监管能力，为污泥处理率提供有力保障
2015 年 4 月	《水污染防治行动》（国发〔2015〕17 号）	（二）强化城镇生活污染治理。推进污泥处理处置，污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置，禁止处理处置不达标的污泥进入耕地，地级及以上城市污泥无害化处理处置率应于 2020 年底前达到 90%以上。 （十七）完善标准体系。制修订地下水、地表水和海洋等环境质量标准，城镇污水处理、污泥处理处置、农田退水等污染物排放标准。
2016 年 5 月	国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知	加自 2017 年起，在京津冀、长三角、珠三角等地区的部分城市开展污水与污泥、废气与废渣协同治理试点。
2016 年 9 月	《广东省环境保护“十三五”规划》（粤环〔2016〕51 号）	污水处理设施产生的污泥应进行稳定化、无害化和资源化处理处置。鼓励有条件的地区推广使用焚烧发电、水泥窑协同处置、生物处理等综合处理方式。
2016 年 11 月	《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号）	大力推进污泥稳定化、无害化和资源化处理，地级及以上城市污泥无害化处理率达到 90%，京津冀区域达到 95%，中国对污泥处理行业重视度提高，推动污泥处理的发展
2016 年 12 月	《“十三五”全国城镇污水处理及再	城镇污水处理设施建设应由“规模增长”向“提质增效”转变，由“重水轻泥”向“泥水并重”转变；

时间	政策	主要内容
	生利用设施建设规划》（发改环资[2016]2849 号）	城镇污水处理收费标准要补偿污水处理和污泥无害化处置的成本并合理盈利
2018 年 6 月	《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》	完善污水处理收费政策，各地区原则上应补偿到污水处理和污泥处置设施政策运营并合理盈利，进一步完善污泥的收费机制，为污泥处理的盈利提供方向，助力污泥处理行业的快速发展
2019 年 4 月	《城镇污水处理提质增效三年行动方案（2019-2021 年）》（建城〔2019〕52 号）	推进污泥处理处置及污水再生利用设施建设，要尽快将污水处理费收费标准调整到位
2020 年 7 月	《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》（发改环资〔2020〕1234 号）	二、实施目标　提升城镇生活污水收集处理能力，加大生活污水收集管网配套建设和改造力度，促进污水资源化利用，推进污泥无害化资源化处理处置。到 2023 年，县级及以上城市设施能力基本满足生活污水处理需求，城市污泥无害化处置率和资源化利用率进一步提高。 （三）加快推进污泥无害化处置和资源化利用。在土地资源紧缺的大中型城市鼓励采用“生物质利用+焚烧”处置模式。将垃圾焚烧发电厂、燃煤电厂、水泥窑等协同处置方式作为污泥处置的补充。 （五）强化监督管理。做好污水收集处理、资源化利用和污泥处理处置全流程监管能力建设。

3 相关法律法规及标准概况

3.1 我国我省污泥处理处置法律法规及标准体系

3.1.1 法律法规体系

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》是我国固体废物污染防治方面的单行法，1996 年开始实施，并于 2016 年、2020 年进行了修订。该法对固体废物的监督管理、处理处置和污染防治等方面均有较明确规定，对环境影响评价、“三同时”、特许经营、进口废物审批等制度也进行了较详细的说明。污泥属于固体废物范畴，因此同样适用于该法。

为了加强污泥污染的防治工作，2009 年环境保护部等三部门联合印发了《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》(建城［2009］23 号)，在污泥处理处置方面给出了技术政策性指导意见，明确地方人民政府是污泥处理处置设施规划和建设的责任主体，对污泥从源头产生到最终的处理处置做出了详细的指导。2010 年，国家环境保护部下发了《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》(环办［2010］157 号)和《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ—BAT—002)，采取了加快污泥处理设施建设等一系列强制措施来保证污泥处理工作快速提高；2011 年，国家发改委和住建部也联合下发了《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南》，在污泥处理处置的技术选择、污泥处置方式及相关技术、应急处置与风险管理等方面给出了相应的指导。在污泥处理处置费用方面，《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策(试行)》(建城［2009］23 号)明确规定污泥的处置费可以通过污水处理费、财政补贴和国家给予财政及税收优惠等方式解决。

在国家相关部门出台相应的技术政策和文件的同时，2009 年广东省政府颁发《广东省严控废物处理行政许可实施办法》，将城镇污水处理厂污泥列为严控废物进行管理，要求从事污泥处理处置活动的企业，必须向省环保厅申领严控废物处理许可证，编号为 HY06。2011 年，广东省环保厅和住房城乡建设厅联合下发了《关于进一步加强我省城镇生活污水处理厂污泥处置工作的意见》(粤环发［2010］113 号)，明确污水处理厂应对污水处理过程产生的污泥承担处理处置责任。2011 年广东省物价局和环保厅发布《关于我省严控类污泥处理处置价格管

理问题的通知》(粤价［2011］125 号)，对污泥处理处置价格管理进行了指导。从以上的各项技术政策和文件的出台来看，广东省污泥的无害化处置具备较好的政策保障。

2017 年 9 月广东省人民政府发布《广东省人民政府关于废止和修改部分省政府规章的决定》（粤府令第 265 号），按照国务院有关部署，省政府对涉及生态环境保护、产权保护、民营经济发展的规章进行了清理，其中就包括《广东省严控废物处理行政许可实施办法》。《广东省严控废物处理行政许可实施办法》废止后，不再有严控废物的概念及严控废物资质事项。原六类严控废物，需依固废法相关要求，进行规范处理处置，即必须交给具有处理此类固体废物技术及工艺设备、且符合环保标准要求排放污染物的企业进行处理。

2018 年 11 月，《广东省固体废物污染环境防治条例》由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订通过，自 2019 年 3 月 1 日起施行。该法律适用于我省行政区域内固体废物污染环境的防治及其监督管理。其中“第三章固体废物污染环境的防治”对固体废物处置设施建设、运营、管理、运输进行了相关规定。

3.1.2 标准体系

经过几十年的发展，我国目前已形成两级五类的环保标准体系，分别为国家级和地方级标准，类别包括环境质量标准、污染物排放（控制）标准、环境监测类标准、环境管理规范类标准和环境基础类标准。而本技术规范属于固体废物污染控制标准。

2007 年前，我国涉及污水污泥处理处置的标准规范较少，为了尽快为污泥处理处置及管理行为提供指导和规范，相关部门加紧了国家和行业标准的编制和修订，截至 2020 年 9 月，我国已颁布了 137 个有关污泥标准，其中国家标准 39 项，行业标准 81 项，地方标准 12 项，团体标准 5 项。主要涉及污泥泥质、检验方法、降解产气、污染控制、工艺技术、相关设备、工程建设等方面。

3.2 国外污泥处理处置法律法规及标准体系

美国环保局（EPA）1993 年颁发的《美国生物污泥产生、使用和处置报告》（40 CFR Part503）是影响最大的一项污泥法案，该法案从总体要求、污染物限值、监测频率、管理条例、操作标准、记录及报告制度等角度对污泥填埋、焚烧

及土地利用，分别做出了限定。1995 年，EPA 又发布了用于指导市政排泄物和污泥土地利用的新版设计手册。

在欧盟，为了从源头降低污泥的环境污染风险，制定了《城市污水处理法规》（91/271/EEC）。《欧盟废物指令》（75/442/EEC）、《废弃物焚烧准则草案》（94/08/20）、《欧盟填埋指导原则》、《污泥管理规范》（1999/31/EC）等也分别对污泥处理处置与管理进行了规定。此外，《污泥农用准则》（86/278/EEC）（现行准则为修订版“91/692/EEC”）的影响较大，是欧盟成员国制定污泥法规的基本参考框架。欧盟各成员国还根据本国的实际情况，分别制定了各自的污泥法规，如德国的《废物处置法》、《污泥法》和《污泥农用准则》；英国的《污泥农用法规》、《控制废物法规》和《废物收集与处置法规》。

在日本，污泥政策法规主要体现在污染控制、污泥处理处置与资源化利用两方面。在污染控制方面，《化学物质排出管理促进法》对进行土地利用和填埋处理的污泥规定了严格的污染物含量限值。在污泥处理处置和资源化利用方面，日本的政策法规是与污泥处理处置思路和技术路线相一致。最初，日本在《废弃物处理法》的指导下采用热干化和焚烧法来实现污泥减量化、无害化。但随着污泥处理处置思路和技术路线由填海、热干化和焚烧处理向土地利用、焚烧灰分利用和能源回收方向的转移，相应的法律法规、标准手册等也相继出台，如《污泥绿农地使用手册》、《推进形成循环型社会基本法》、《促进资源有效利用法》、《建筑工程材料再资源化法》、《污泥建设资材利用手册》等。

在国际标准中，由国际标准化组织和国际电工委员会颁布的污泥标准分别为 45 项和 4 项。在国外标准中，出自欧盟的最多，共 287 项，涉及到污泥特性、检验测定、调质、浓缩、储运、预处理、处理处置和资源化利用等多个方面，其中德国、英国和法国分别有 146 项、80 项和 61 项。此外，美国标准为 8 项，虽然数量不多，但各州和地方制定了州标准和地方标准作为联邦标准的补充，并共同构成了美国污泥标准规范的三个等级，其严格程度为：联邦标准＜州标准＜地方标准。日本标准也不多，为 6 项，但由于政策法规的补强作用，使其污泥管理体系也较为完善。

3.3 当前污泥处理处置法律法规及标准体系存在问题

我国污泥管理体系对污泥行业的发展起到了一定的积极作用，使之有法可依、有章可循。但较之欧美和日本等发达国家和地区，我国相关法律制度、标准规范和国家政策在编制和修订中仍存在一些问题，主要有以下几方面。

3.3.1 缺少具体实施方案，可操作性较低

欧美、日本等发达国家和地区的政策法规和标准规范一般可操作性较强，纯宏观原则性描述较少。而我国现行的法律制度、标准规范和国家政策中的相当一部分是原则性规定，具体实施方案较少，可操作性较差。

3.3.2 污泥管理体系尚不完整，全面指导性较差

欧美、日本等发达国家和地区的政策法规和标准体系通常会涉及污泥检验测定、调质、浓缩、储运、工程建设、设备安装调试、竣工验收、预处理、处理处置、资源化利用、环保等多个方面，可为污泥行业提供系统的指导。此外，发达国家大多建立了污泥管理基金，用以资助主动回收利用污泥的工厂建设和设备更新，并针对污泥生产者、收集者、处理者、利用者和污泥产品购买者制定了不同的税收和经济政策。

我国法律制度、标准规范和国家政策尚未实现对污泥领域的全面覆盖，依然存在制定上的不足或空白。在法律制度方面，严格、合理的市场准入制度和全过程监管制度尚未建立；公众参与制度效力弱，再加上信息不对等，致使社会监督和公众参与渠道的堵塞。在标准规范方面，污染物指标设定和限值、环保和安全措施、污泥农用时土壤中重金属限值、污泥农用或建材利用时的重金属限值、污泥处理处置技术及设备等方面均尚待完善。在国家政策方面，污泥处理费、专项基金、补贴和投融资政策尚不明朗，致使资金保障不足。

3.3.3 修订不及时，与实际情况脱节

欧美、日本等发达国家和地区对政策法规和标准规范的修订较及时，如美国在出台污泥法规和标准的同时就制定了相应的定期修订计划；日本的污泥法律制度、标准规范也随技术路线而呈动态变化。而我国的法律制度、标准规范和国家政策修订不及时，导致多项条款对发展变化较快的污泥行业不相适应，现实指导作用不断弱化。

4 行业技术现状调查研究

4.1 垃圾焚烧处理厂发展及污泥现状

垃圾焚烧处理设施负荷率逐年降低。根据《2018 年城市建设统计年鉴》，我国垃圾焚烧处理厂达 331 座，其中我省的生活垃圾焚烧处理厂的数量达到 37 家，数量仅略低于山东与浙江，但处理能力达 5.3 万吨/日，为全国第一，焚烧能力占无害化处理能力的一半以上，超出我国平均水平。2014 年，我省的垃圾清运量为 2214 万吨，焚烧处理能力为 2.3 万吨/日，其中以焚烧方式处理生活垃圾 661.65 万吨，占总焚烧处理能力的 78%；到了 2018 年我省的垃圾清运量为 3035 万吨，较 2014 年增加 40%，焚烧处理能力为 5.4 万吨/日，较 2014 年增长 135%，以焚烧方式处理生活垃圾 1241.69 万吨，占全省焚烧处理生活垃圾能力的 63%，由于焚烧垃圾处理能力建设速率远高于我省的生活垃圾增长速率，因此我省的垃圾焚烧处理设施的负荷率逐年降低，部分的垃圾焚烧处理厂的产能未得到有效利用。

垃圾焚烧处理设施区域分布不均。区域分布上，我省的垃圾焚烧处理厂主要应用于经济发达、人口密集的城市，我省的垃圾焚烧厂主要分布在广州、东莞、深圳、佛山等市，处理能力占全省的 70%以上，另一方面韶关、江门、肇庆、梅州等地却没有市级的垃圾焚烧处理厂。同时广、深、佛、莞等地的焚烧能力分布同样存在不均，2018 年深圳、东莞、珠海、湛江、茂名、潮州等市的垃圾焚烧负荷率均高于 80%，其中深圳与东莞最为突出达到甚至超过 100%，另一方面广州、佛山等地的负荷率仅有 8%~32%。

垃圾焚烧工艺相近。垃圾焚烧炉型主要包括机械炉排炉和流化床炉，根据 2019 年第二次污染源普查结果，我省的垃圾焚烧厂主要以炉排炉为主，占我省垃圾焚烧炉的 84%。

而在城镇污水处理厂污泥产生量上，依据《2018 年城市建设统计年鉴》，2014 年，我省的污水排放量达 65.2 亿立方米，污水处理厂 226 座，污水处理能力达 1849 万立方米/日，处理污水量 59.6 亿立方米，产生干污泥 101 万吨；到 2018 年，我省的污水排放量达 75.5 亿立方米增加 16%，污水处理厂 286 座增加 26%，污水处理能力达 2270 万立方米/日增加，处理污水量 71.4 亿立方米增加 20%，产生干污泥 158 万吨增加 56%。随着污水管网的不断完善，干污泥的产生率远高于污水处理量增长率。

4.2 垃圾焚烧生产工艺和技术装备情况

4.2.1 垃圾焚烧发电厂生产工艺

国内的垃圾焚烧发电厂生产工艺如图 4-1 所示，包括垃圾焚烧、烟气净化、汽轮发电等工艺等。

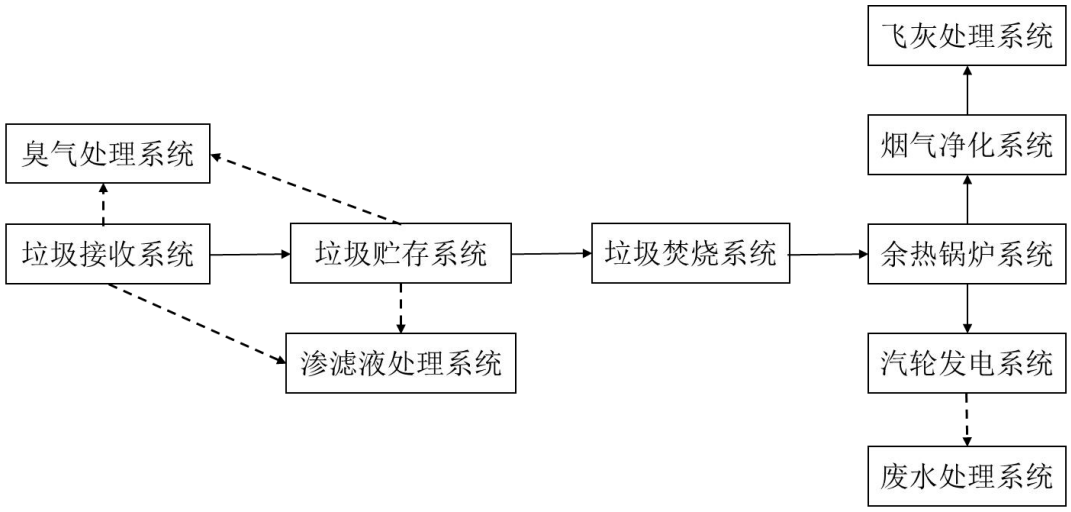


图 4-1 垃圾焚烧发电厂生产工艺图

4.2.2 技术装备情况

我国垃圾焚烧发电厂大多采用机械炉排炉＋凝汽式（或抽凝式）汽轮发电机组，同时配套烟气净化系统、循环冷却塔系统，厂内配有与机组配套的垃圾贮存库（坑），垃圾渗滤液处理系统等。

（1）焚烧炉排炉

几种常见的垃圾焚烧炉性能的比较见表 4-1。建设部、国家环境保护总局、科技部联合发文“建城[2000] 200 号”《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》第 6.2 条中规定：“垃圾焚烧目前宜采用以炉排炉为基础的成熟技术，审慎采用其他炉型的焚烧炉。禁止使用不能达到控制标准的焚烧炉。”可见相对于流化床垃圾焚烧炉，机械炉排炉更得到国家产业政策的支持。

炉排炉进料口较宽，由于我国至今未全面实现垃圾分类，采用炉排炉无需对垃圾分选和破碎；采用层燃方式，烟气净化系统进口粉尘浓度低，降低了烟气净化系统和飞灰处理费用，东南沿海地区煤碳资源缺乏，煤价较贵，因此，目前使用机械式炉排炉燃烧技术更为广泛。

表 4-1 几种常见的垃圾焚烧炉性能的比较

项目	机械炉排炉	流化床焚烧炉	热解焚烧炉	回转窑焚烧炉
炉床及炉体特点	机械运动炉排，炉排面积较大，炉膛体积较大	固定式炉排，炉排面积和炉膛体积较小。	多为立式固定路牌，分两个燃烧室	无炉排，靠炉体的转动带动垃圾移动
垃圾预处理	不需要	需要	热值较低时要	不需要
添加辅助燃料	不需要	需要添加煤等辅助下可达标	不需要	不需要
设备占地	大	小	中	中
灰渣热灼减率	易达标	原生垃圾在连续助燃下可达标	原生垃圾不易达标	原生垃圾不易达标
垃圾炉内停留时间	较长	较短	最长	长
过量空气系数	大	中	小	大
单炉最大处理量	1200 t/d	500 t/d	200 t/d	500 t/d
燃烧空气供给	易根据工况调节	较易调节	不易调节	不易调节
对垃圾不均匀性的适应性	可通过炉排拨动垃圾反转	较重垃圾迅速到达底部，不易燃烧完全	难以实现炉内垃圾的翻动，因此大块垃圾难于燃尽	空气供应不易分段调节，因此大块垃圾难于燃尽
烟气中含尘量	较低	高	较低	高

燃烧介质	不用载体	需石英砂	不用载体	不用载体
运行费用	低	低	较高	较高
烟气处理	较易	较难	不易	较易
维修工作量	较少	较多	较少	较少
运行业绩	最多	较少	少	生活垃圾很少，工业垃圾较多
综合评价	对垃圾的适应性强，故障少，处理性能和环保性能好，成本较低	需前处理且故障率较高，国内一般加煤才能焚烧，环保不易达标	没有熔融焚烧炉的热解炉，灰渣不可燃烬热灼率高，环保不易达标	要求垃圾热值较高（2500 kcal/kg）,且运行成本较高

机械炉排为燃烧过程中的核心设备。燃烧过程可分为 3 个阶段：垃圾干燥脱水、烘烤着火；高温燃烧；燃尽排渣。已经燃烧的垃圾可以通过炉排的往复运动，在翻转和搅动的过程中，会引燃处于底部的垃圾，连续的翻转和搅动的过程中可以松动垃圾层、加强透气性，有利于垃圾的干燥、着火、燃烧和燃尽。垃圾在炉排上的燃烧过程如下：垃圾由推料器推动完成进料后进入干燥段，在干燥段内，由焚烧炉内侧壁及炉拱等部位的辐射热进行辐射干燥，由垃圾层下部的一次高温空气干燥，由接触垃圾层表面的高温燃烧火焰和气体来进行对流干燥；干燥后的垃圾经翻转并进入燃烧段，燃烧过程中产生的可燃气体首先燃烧，未燃尽的残渣继续燃烧。

炉排焚烧炉具有以下特点：可全部焚烧生活垃圾，启动时可以油为辅助燃料；炉排材质要求和加工精度高，炉排之间接触面光滑，排与排之间间隙小，进料垃圾不需要预处理；依靠炉排的机械运动实现垃圾的搅动与混合，促进垃圾完全燃烧；焚烧炉内垃圾为稳定燃烧，燃烧较为完全，灰渣由炉底排出，飞灰量少，炉渣热酌减率低；生产运行技术可靠，设备年利用率高。

（2）余热锅炉

在垃圾焚烧炉后利用余热回收可明显提高垃圾燃烧释放的热量的利用率。目前余热锅炉分立式、卧式、Π式，卧式的占比较大。普遍采用 400 ℃，4.0 MPa

参数，可以有效防止过热器等受热面管高温腐蚀。一些锅炉厂家利用新技术，提高了余热锅炉的参数。目前在国内采用中温中压以上蒸汽参数的垃圾焚烧厂有广州李坑、武汉新沟（6.4 MPa、450 ℃），湖北黄石、河北廊坊（6.4 MPa、485 ℃）等，其余大多为中温中压蒸汽参数。理论上，中温次高压高温过热器的管壁温度对应的金属腐蚀速率约为中温中压高温过热器管壁温度所对应腐蚀速率的 2 至 3 倍，实际运行中烟气成分、运行方式、余热锅炉的型号等也是影响腐蚀速率的因素。

（3）汽轮机

垃圾发电厂中，根据余热锅炉蒸汽参数对汽轮机进行选型。汽轮机应该具有优良的热力性能，高可靠性能，灵活的运行特点。国内的汽轮机选型大部分还是采用中温中压机组，容量规格常见 6、12、15、18 MW。因垃圾热值会随着季节变化波动，导致锅炉主蒸汽流量和参数发生一定幅度的变化，所以应选择能对工况变化适应能力强的汽轮机机组。汽轮机参数的选择，应与余热锅炉相匹配，汽轮机的参数也从中温中压逐渐向中温次高压发展，例如湖北黄石及河北廊坊垃圾焚烧项目，其发电机组参数已提高至 6.4 MPa、485 ℃。目前机组的布置形式普遍采用的都是常规排汽方式，即下排汽。

4.3 垃圾焚烧发电厂产排污情况

垃圾焚烧发电厂中主要有三类污染物处理系统，分别为烟气净化系统、渗滤液处理系统，飞灰处理系统。其中，经渗滤液处理系统处理后的废水一般选择回用，不排放工业废水，经过飞灰处理系统固化后的固体废物一般选择填埋。因此，以下主要介绍烟气的产排污情况：

由于国内还有没有全部实施垃圾分类，因此大部分地区的生活垃圾中含有大量的厨余垃圾、橡胶塑料制品等，这些垃圾燃烧后会产生颗粒物（粉尘）、酸性气体（HCl、HF、SO_x、NO_x 等）、重金属（Hg、PB、Cr 等）和有机剧毒性污染物（二噁英、呋喃等）四大类。为了防止垃圾焚烧处理过程中对环境产生二次污染，必须采取严格的措施控制垃圾焚烧烟气中污染物的排放。控制垃圾焚烧烟气污染物的排放主要有两个阶段：焚烧阶段控制焚烧工艺条件减少各种污染物的原始排放浓度；利用烟气净化系统对烟气中各种污染物进行减量化去除。国内垃圾

电站常用的烟气净化系统的工艺为“炉内脱硝系统＋半干法烟气脱酸塔＋干粉喷射＋活性炭喷射吸附系统＋布袋除尘器”。

其中，炉内脱硝系统针对NO_x的去除，主要方法为利用非催化还原法（SNCR）和选择性催化还原法（SCR）将NO_x还原。SNCR 法是以氨水或者尿素为催化剂，一般在 850 至 1150℃，喷入炉内燃烧区后部。NO_x在高温下被还原成N_2和H_2O。这个方法烟气和还原剂在最佳反应温度区间内停留时间较短并且难以良好混合，所以该技术的脱硝效率一般比较低。SCR 法是利用金属为催化剂，最佳反应温度区间为 250 至 420 ℃，烟气在进入催化脱氮器前需加热，此法的脱氮效率能到 80%至 90%。SCR 法的投资和运行成品比 SNCR 法高很多，并且为了避免未净烟气中的重金属使 SCR 催化剂中毒，SCR 法只能用在除尘装置后面，因此，目前国内的垃圾发电厂运用 SNCR 法较 SCR 法更普遍一些。

以桐梓县生活垃圾发电项目为例，该项目采用“炉内 SNCR 脱硝系统＋半干法烟气脱酸塔＋干粉喷射＋活性炭喷射吸附系统＋布袋除尘器”工艺处理烟气。产排污情况如表 4- 2 所示。

表 4- 2　桐梓县生活垃圾发电项目有组织大气污染物产生及情况表

污染物名称	产生浓度(mg/m³)	排放浓度(mg/m³)	去除率%
PM_{10}	9000	18	99.8
$PM_{2.5}$	433.333	13	97
SO_2	990.099	99.010	90
NO_x	266.667	160	40
CO	33.333	10.000	70
汞及其化合物	0.100	0.010	90
镉+铊及其化合物	0.00180	0.00018	90
铅	1.56	0.156	90

4.4 垃圾焚烧发电厂协同处理污泥

上海开展了较多的污泥与生活垃圾掺烧实践。2017 年开始相继完成奉贤、松江、金山三个污泥协同焚烧项目建设并投入运行，污泥干化至含水率 30 %~40 %后与生活垃圾掺烧，掺烧比控制在 5 %以内。依托市科委、市国资委

相关资助，通过一系列的科技攻关，运行早期的焚烧炉结焦、积灰、污泥干化车间臭气等问题已通过技改解决，实证了生活垃圾焚烧掺烧污泥的可行性，焚烧炉的炉膛结焦问题基本解决，余热锅炉管屏结焦、积灰速度降慢，焚烧炉能正常稳定运行达到 5~6 个月，大修频率恢复到掺烧前。

为解决南海区城市市政污泥的处理问题，佛山市南海区环境运输和城市管理局为解决辖区内市政污泥处置问题，南海绿电再生能源有限公司负责对南海区环境运输和城市管理局提供的污泥进行处理。该污泥处理项目分为前后两段进行，前段过程为污泥干化处理项目，负责将南海区北江以北地区城市生活污水处理厂产生的含水率为 80%的污泥干化为 30%的污泥，后一阶段为干化后污泥送往南海垃圾焚烧发电厂与生活垃圾一起进入炉排炉掺烧，掺烧比例约为 10%。掺烧 10%污泥后，烟气中烟尘和 SO_2 排放浓度增大，分别增大 30.07%和 21.73%，但均小于控制标准值；HCl、CO 和 NO_X 排放浓度减小；Pb、Hg、Cd 及二噁英的排放浓度均满足控制标准要求。飞灰中 Pb、Cd 含量高于未掺烧时含量，Hg 低于未掺烧时含量。炉渣中 Pb 含量高于未掺烧时含量，Cd 和 Hg 含量低于未掺烧时含量。掺烧污泥期间各项技术参数正常，热力工况稳定。

5 主要技术内容及说明

5.1 标准结构

本标准主要包括以下内容：适用范围，规范性引用文件，术语和定义，一般要求，污泥接收，污泥运输，污泥贮存与输送，协同焚烧、污染控制与监测要求、9 个部分。

5.2 适用范围

本节指明了本标准的适用范围。

（1）规定了本标准适用于利用垃圾焚烧发电厂协同处理市政污泥过程中的污染控制和监督管理，包括一般要求，污泥接收，污泥运输，污泥贮存、运输，协同焚烧、污染控制与监测要求、实施与监督等内容。

（2）规定了本标准适用于垃圾焚烧发电厂协同处理城镇污水处理厂污泥的工艺过程。本标准中污泥是指城镇污水处理过程中产生的初沉池污泥和二沉池污泥，不包括格栅渣、浮渣和沉砂池沉砂。

（3）规定了列入《国家危险废物名录》或根据国家规定的危险废物鉴别标准和方法认定的具有危险特性的污泥，应严格按照危险废物进行管理，不适用于本标准。

5.3 规范性引用文件

本部分列出了在本标准中所引用的国家标准、技术规范。这些标准和文件的有关条文通过引用成为本标准的组成部分。

5.4 术语和定义

本部分为执行本标准制定的专门的术语和对容易引起歧义的名词进行了定义。

表 5- 1 术语和定义来源

术语和定义	来源
3.1 城镇污水处理厂污泥 sludge from municipal wastewater treatment plant：城镇污水处理厂在污水净化处理过程中产生的含水率不同的半固态或固态物质，不包括栅渣、浮渣和沉砂池砂砾。	参考自 GB/T 23484-2009 城镇污水处理厂污泥处置 分类 2.3
3.2 炉渣 bottom ash：生活垃圾焚烧后从炉床直接排出的残渣，以及过热器和省煤器排出的灰渣。	参考自 GB 18485-2014 生活垃圾焚烧污染控制标准 3.5
3.3 飞灰 fly ash：生活垃圾焚烧设施的烟气净化系统捕集物和烟道及烟囱底部的底灰。	参考自 GB 18485-2014 生活垃圾焚烧污染控制标准 3.6

5.5 一般要求

本标准第 4 节规定了污泥处理设施的工程建设及管理要求。

污泥处理单位应依法编制项目环境影响评价，选择的处理处置工艺设备和生产工艺应符合相关要求，并配备符合环境保护和卫生要求的污泥贮存、处理处置设施或者设备，污染防治能力应满足生产需要。

5.6 污泥运输

本标准第 5 节规定了污泥接厂外运输方式、运输途径与运输管理。

（1）污泥运输应采用密闭车辆和密闭驳船及管道等输送方式。加强运输过程中的监控和管理，研究随意倾倒、偷排等违法行为，防止因暴露、洒落或地漏造成对环境的二次污染。《城镇污水处理厂处理处置技术指南（试行）》规定污泥的运输方式，及明确城镇污水处理厂、污泥运输单位和各污泥接收单位应建立污泥转运联单制度，并定期将转运联单统计结果上报地方相关主管部门。《关于加强城镇污水处理厂污泥污染防治工作的通知》《关于进一步加强污泥处理处置工作组织实施示范项目的通知》均对转移联单进行要求。

（2）污泥运输原则上采用陆路运输，运输线路尽可能避开居民聚居点、水源保护区、名胜古迹、风景旅游区等环境敏感区。运输危险品要选择道路平整的国道主干线，不能因图路近而走复杂的路段。行车要远离城镇及居民区，非通过不可时，要再检查一次，确认安全无泄漏再过境。不能在城市街道、人口密集区停车吃饭、休息。提倡白天休息，夜间行车，以避让车辆、人员高峰期。万一发生泄漏，个人力量无法挽回时，要迅速将车开往空旷地带，远离人群、水源。一旦发生交通事故，要扩大隔离范围，并立即向有关部门报警。

5.7 污泥接收

本标准第 6 节规定了污泥接收的准入评估流程、可用于垃圾焚烧发电协同处理的泥质要求、污泥超标的处理流程及污泥处理设施的工程要求。

（1）在生活垃圾焚烧发电厂与污泥掺烧单位签订处置合同及固体废物运输到处理企业之前，应对拟协同处理的固体废物进行取样及特性分析，固体废物特性经双方确认后再协同处理合同中注明。

为保证协同处置过程不影响生活垃圾焚烧过程和操作运行安全，确保烟气排放达标，在协同处置企业与城镇污水处理厂签订协同处置合同及污泥运输到协同处置企业之前，应对拟协同处置的污泥进行取样及特性分析。在当前的固废处理

处置相关标准中，仅 HJ 662-2013 水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范中提出固体废物的准入评估，明确在固体废物签订及固体废物运输到协同处理企业前两个时间点对拟协同处理的固体废物进行取样及特性分析。

相对于固体废物，城镇污水处理厂污泥的性质差异较小，但根据《关于污（废）水处理设施生产污泥危险特性鉴别有关意见的函》（环函[2019]129 号）中规定，专门处理工业废水（或同时处理少量生活污水）的设施产生的污泥，可能具有危险特性，应按《国家危险废物名录》、《危险废物鉴别技术规范》和《危险废物鉴别标准》的规定，对污泥进行危险特性鉴别。

（2）污泥按照 HJ/T 299 制备的固体废物浸出液最高允许浓度指标应满足表 1 要求。为确保协同焚烧后烟气与炉渣满足相关污染物控制要求，因此要求污泥性质应该满足表 1，即 GB/T 24602-2009 城镇污水处理 污泥处置 单独焚烧用泥质要求。

（3）完成样品分析测试后，应对固体废物是否可以进场协同处理进行判断。当污泥泥质超过处理处置方式规定的限值时，产生单位应连续三天对泥质相应指标进行检测。连续三天泥质检测均无超标时，污泥可继续协同处理，否则应启动应急预案。主要说明了污泥超标的处理方案，参考 DB 5301/T 48-2020 昆明市 城镇污水处理厂污泥处理处置规范。

（4）污泥接收设施应该符合 JB/T 11826 中的污泥接收设施要求。本条是对污泥的接收设施的工程要求，包括卸料平台（冲洗、废水倒排、卫生防护、安全防护措施）、卸料门、接收仓（容积、密闭方式、甲烷检测及其他配套措施等）。

（5）检修期间不能接收污泥。应该提醒上级焚烧厂的运行方式与城镇污水厂不同。

5.8 污泥贮存与输送

本标准第 7 节规定了污泥处理贮存设施及输送设施的相关要求。

（1）污泥贮存设施应分为湿污泥（含水率 70%~80%）和半干污泥（含水率 35%~50%）两种贮存设施。一般在污泥接收仓后端设有湿污泥贮存仓，如需进行干化预处理的焚烧项目需设半干污泥贮存仓。

本标准中的湿污泥指含水率约在 80%的污泥，半干污泥指含水率低于 50%的污泥。

GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准 4.3 污泥控制标准中明确，城镇污水处理污泥应进行污泥脱水处理，脱水后污泥含水率应小于 80%。目前，我国城镇污水处理厂大都无初沉池，且不经厌氧消化处理，故脱水后的污泥含水率大都在 78％~85％之间。从污水处理厂运输到焚烧厂的污泥一般含水率在 80%左右，达不到入炉最低热值，所以需要进行干化预处理。

而为满足污泥后续处置要求，需要进一步降低常规机械脱水污泥的含水率。目前应用较多的污泥干化工艺设备包括流化床干化、带式干化、桨叶式干化、卧式转盘式干化、立式圆盘式干化和喷雾干化等六种工艺设备。干化后的污泥即属于本标准中的半干污泥。

（2）湿污泥贮存仓的容积应能贮存（2~3）天焚烧厂日处理规模的污泥量。半干污泥贮存仓的容积应根据焚烧厂日处理规模和焚烧线确定。

GB 50757-2012 水泥窑协同处置污泥工程设计规范的 6.2 污泥储存与输送中要求，污泥储存设施的有效溶剂宜按 1~3 d 的额定污泥处置量确定，并应与污泥掺烧企业协商停产期间的储存预案。DB 5301/T 48-2020 昆明市 城镇污水处理厂污泥处理处置规范，则要求污泥产生单位和处理大内都应设置贮存能力不低于 3 d 额定生产量的贮存设施。同时 JB/T 11826 也对湿污泥及半干污泥的贮存有要求。

（3）湿、干污泥贮存仓，湿、干污泥输送应符合 JB/T 11826 中的污泥贮存设施及污泥输送相关要求。

湿污泥应该符合以下条件：湿污泥贮存仓的溶剂应能贮存 2~3 天焚烧厂日处理规模的污泥量，并考虑运行的要求；应设有污泥架桥装置；应有密闭性、耐腐蚀性、防雨、防风、防晒、防渗漏等性能；应设置报警、防火、防爆及其他安全设施，并应设有应急防护设施；应处于微负压状态，防治有害气体逸出；应设有臭气收集设施，并采取除臭措施；应设置料位检测、气体（CH_4、H_2S）检测装置；应有安全照明和观察窗口；应设有明显的警告牌及标志。

半干污泥贮存仓应符合以下条件：溶剂应根据焚烧厂日处理规模和焚烧线确定，并应考虑焚烧炉故障时的应急贮存；应设有温度检测和气体（CO）检测装置，并设有温度过高和气体浓度过高的应急措施，防治半干污泥自燃；应有密闭性、耐腐蚀性、防雨、防风、防晒、防渗漏等性能；温度应在 50℃以下；应设

置报警、防火、防爆及其他安全设施，并应设有应急防护设施；应有安全照明和观察窗口；应设有明显的警告牌及标志。

5.9 协同焚烧

5.9.1 污泥预处理

本标准第 8 节第 1 部分规定了污泥协同焚烧中预处理过程中的热源、方式、技术指标、污染控制等过程进行要求。

（1）污泥含水率较高时，宜将湿污泥进行干化预处理后再进行协同焚烧处理。采用污泥热干化工艺对污泥进行干燥时，宜利用污泥焚烧烟气余热或其他余热作为污泥干化处理。

对于污泥和生活垃圾掺烧而言，污泥干化的能源由焚烧厂提供，干化的废气进焚烧炉焚烧，干化污泥也进焚烧炉处理。这种协同使得污泥干化过程中的能耗降低、干燥废气的处理成本降低、干化污泥的处理成本降低、污泥干燥系统总投资降低。

污泥干化时的能耗主要为热能和电能，热能是污泥干化系统主要能耗，干化系统的热能损耗主要来自于 2 部分，一部分为水分蒸发所需的热能，一部分为系统设备散热、排烟或排汽、排油损失、干化污泥自带热量等。由于采用了与生活垃圾焚烧协同的后处理工艺，传热后的热介质作为二次风或给水返回焚烧厂，排烟、排汽等热介质未完全换热的热损失被焚烧厂利用，系统整体热损耗小。因而在有垃圾焚烧厂协同的情况下，干化能耗小，故热能的品位（压力、温度等）与热能的输送条件在实际的应用过程中影响更大。在协同的情况下，所需电能的性质由外部购入变为场内自用，电能的单价降低，但协同并不能使设备的耗电量降低。

（2）污泥干基热值处于 8000~12000 kJ/kg 时含水率可干化至 30%~40%，污泥干基热值高于 16000 kJ/kg 时含水率可干化至<65%~70%，热值计算公式参照 CJ/T 313。

应根据污泥干基热值设置污泥干化程度及掺烧比例，污泥干基热值低于 8000 kJ/kg 时含水率可干化至<15%，污泥干基热值处于 8000~12000 kJ/kg 时含水率可干化至 30%~40%，污泥干基热值高于 16000 kJ/kg 时含水率可干化至

<65%~70%，入炉时宜保证污泥热值不低于 4400 kJ/kg,最高污泥掺烧质量比例不宜高于 15%。

综上所述，污泥的含水率、挥发分质量分数、热值是生活垃圾中掺烧过程的重要参数，在进行混合掺烧前，应该依据当前批次的生活垃圾与污泥的热值对掺烧的比例进行调节，确保燃烧的质量，同时不适宜使用过高比例的市政污泥，否则会对发热量产生影响。

（3）采用污泥热干化工艺时，热干化系统采用的干化方式、技术指标等应符合 CJJ 131 的规定。

CJJ131-2009 城镇污水处理厂污泥处理技术规程在 6 热干化一节中，对热干化的干化方式、热源、规模、干化气体温度、含氧量及烟气净化等处理设施进行了规范。

（4）污泥干化预处理产生的废气应优先送至焚烧炉进行焚烧，或收集并经除臭处理满足 GB 14554 要求后排放。

废气中含有污泥中挥发出的有机物需要经二燃室高温燃烧处理；冷凝的废水 BOD、COD 均超标，需要废水处理；干化时亦有臭气溢出，需要设置相关除臭工艺。采用了焚烧炉掺烧的工艺后，废气作为二次风送入炉膛焚烧，使其中的挥发性有机物分解；废水送入废水处理站；臭气作为一次风送入焚烧炉，使臭气分解并保持干化车间负压，防止臭气散发。其中，干化过程产生的臭气浓度与干化的温度正相关，越高的干化温度将会导致干化车间环境的恶化和臭气处理成本的增加。

5.9.2 焚烧

本标准第 8 节第 2 部分规定了污泥协同焚烧过程中的垃圾的性质、污泥掺烧比例及方式、焚烧炉、焚烧效率等进行了要求。

（1）生活垃圾低位热值低于 6000 kJ/kg 时，不宜考虑协同焚烧。

对于生活垃圾来说，若低位热值为 Q_L，Q_L 与焚烧性存在以下关系：①当 QL<3340 kJ/kg 时，不满足焚烧的条件；②当 3340 kJ/kg≤QL<4180 kJ/kg 时，可以燃烧，但废热利用价值不大；③当 4180 kJ/kg≤QL<5000 kJ/kg 时，可用于焚烧供热发电；④当 QL＞6000 kJ/kg 时，可稳定焚烧供热发电。

（2）污泥入炉要求。

通过研究利用生活垃圾焚烧发电厂开展生活垃圾掺烧市政污泥工业试验，分析 5%、10%、15%的市政污泥掺烧对垃圾焚烧发电厂污染物排放的影响。与单独焚烧生活垃圾的对照组相比，在各掺烧比例下，烟气中 SO_2、HCl、NOX 及烟尘有一定程度的增加，但均未超过《生活垃圾焚烧污染控制标准 GB 18485-2014》限值；烟气中的 Cu、Hg 排放浓度明显下降，Cr、Cd 波动下降，Pb 在高掺烧比时仍远低于限值，Ni 增长幅度<15%；烟气中的二噁英总量升高，但仍符合标准限值。因此，在掺烧比例不超过 15%的情况下，焚烧烟气中污染物排放仍在安全可控范围。

对于固体废物中重金属和二噁英排放的影响，掺烧污泥使 Cd 在飞灰中的分布提高了 40%以上，但其他重金属的分布特征仍主要受各自沸点的影响。焚烧固废中重金属含量受污泥的引入影响普遍不显著，飞灰中 Cu 浸出质量浓度上升 20%，Ni、Pb、Hg、Cr 的浸出质量浓度波动下降；炉渣中重金属浸出质量浓度波动较大。焚烧飞灰中总二噁英含量与污泥掺烧比例成负相关，且与投料中的 Cl 质量分数成正相关，与 S 质量分数成负相关。因此，低于 15%的污泥掺烧比例不会显著提升焚烧固废中污染物排放浓度。

研究结果表明，掺烧 15%以下的市政污泥不会显著提升垃圾焚烧发电厂的污染物排放浓度，且掺烧后污染物仍能达标排放。

（3）垃圾焚烧炉应该符合 CJJ 90 相关要求。

CJJ 90-2009 生活垃圾焚烧处理工程设计规范分别对焚烧炉选择，焚烧炉的进料装置等进行了规定。

对焚烧炉选择，应在设计垃圾低位热值与下限低位热值范围内，应保证垃圾设计处理能力，并应适应全年内垃圾特性变化的要求；应有超负荷处理能力，垃圾进料量应可调节；正常运行期间，炉内应处于负压燃烧状态；可设置垃圾渗沥液喷入装置。

对焚烧炉的进料装置，进料斗宜有不小于 0.5～1h 的垃圾储存量，进料口尺寸应按不小于垃圾抓斗最大张角的尺寸确定；料斗应设有垃圾搭桥破解装置；应设置垃圾料位监测或监视装置；料槽下口尺寸应大于上口尺寸，高度应能维持炉内负压，料槽宜采取冷却措施。

此外，当前与本项目的污泥投加设施相关的管理法规及标准在《固体废物处理处置工程技术导则》的 8.1.4 部分、《城镇污水处理厂污泥焚烧处理工程技术规范》的 7.3 部分、《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》的 9.5.2 部分、《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南（试行）》的 7.3.3.1 部分以及《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》有提及。

对比《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》和《生活垃圾焚烧控制标准》，垃圾焚烧厂协同焚烧污泥有以下四个条件需要满足，其中前三个条件与水泥窑协同处置固体废物的焚烧规定相同。

①焚烧炉应采用自动进料装置，能够调节进料量，保持进料均匀和稳定，同时料斗应设有搭桥破解装置；

②为防止焚烧炉内的火焰通过进料斗回燃，需要设有防回火设备等消防设施；

③投加设施应保持在负压状态，防止有害气体逸出；

④污泥与生活垃圾混烧时，污泥可以以直接进料或混合进料的方式与生活垃圾混合焚烧，但是需要焚烧炉达到一定温度（850 ℃）时才能投入。

当前与本项目的污泥投加设施相关的管理法规及标准在《固体废物处理处置工程技术导则》的 8.1.5 部分、《城镇污水处理厂污泥焚烧处理工程技术规范》的 7.4 部分、《城镇污水处理厂污泥处理技术规程》的 9.5 部分、《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南（试行）》的 8.6 部分以及《生活垃圾焚烧处理工程技术规范》有提及。

5.9.3 运行过程污染控制要求

垃圾及污泥在焚烧炉内应得到充分燃烧，燃烧后的炉渣、飞灰热灼减率应控制在 5%以内，二次燃烧室内的烟气在不低于 850℃的条件下滞留时间不应少于 2 s。其他技术、运行要求应按照 GB 18485 执行。

主要参考 GB 18485 生活垃圾焚烧污染控制标准的 5.3 生活垃圾焚烧炉的主要技术性能指标，进一步明确污泥掺烧之后热灼减率要求不变。

5.10 污染控制与监测要求

5.10.1 烟气污染物排放控制

编制过程中对文献进行了查阅，可以认为污泥掺烧所产生的尾气污染物在正确的尾气处理设施的处理下，与生活垃圾焚烧所产生的尾气污染物的浓度相差不大，因而可以参考生活垃圾焚烧的相关标准。同时，将本标准与国家标准和其他地方标准以及欧盟标准进行了比较，焚烧烟气污染物排放限值详见表 5- 4。

通过国内外烟气排放限值的标准对比，可以看出欧盟对于排放限值的标准要高于我国的国家标准，并对总有机碳和氟化氢有着限值要求。但随着我国标准的收严，新的地方标准如深圳、海南，已经显著严于国家标准，且部分指标也严于欧盟标准。

5.10.2 恶臭污染物排放控制

在污泥的运输过程中，以及污泥的储存、焚烧线的运行和停止过程中，均有可能产生恶臭污染物。目前生活垃圾焚烧相关标准中均引用了 GB14554-93 作为恶臭排放的标准，但该标准实施 20 多年来，一直没有进行修订，但随着我国科学技术不断进步、环境管理不断深入和人民生活水平的提高，GB 14554-93 已难以适应当前和今后我国生态环境保护工作的要求。目前国家正在起草新的恶臭污染物排放标准，新的标准并没有发布。但天津市已经出台了修订后的地方标准《恶臭污染物排放标准》（DB12/ 059-2018），对臭气排放进行了不同程度的收严。因此，可采用天津的《恶臭污染物排放标准》（DB12/ 059-2018）及其标准中所用检测方法。臭气污染物排放限值详见。

5.10.3 水污染物排放控制

在污泥协同焚烧过程中，可能会产生污泥渗滤液、地面冲洗废水、车辆清洗废水和工艺废水。这些渗滤液和废水经处理后应遵循清洁生产，优先回用的原则。即满足 GB/T 19923 表 1 标准的，优先回用。同时，外排污水管中应满足 GB16889 的相关规定。

5.10.4 固体废物排放控制

5.10.4.1 炉渣

炉渣属于固体废物。当前一般工业固体废物的处理处置标准有国家标准《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）以及地方标准《贵州省一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（DB 52/ 865-2013）。而贵州

省的地方标准重点针对了贵州当地的岩溶地貌而对国标进行了补充和细化。因此，由于广东并没有大量的岩溶地貌而无须进行与贵州省地方标准同样的操作炉渣的处理和处置可按照国标 GB 18599 执行。

5.10.4.2 飞灰

飞灰属于危险废物。目前的标准中对飞灰处理有以下几种：

满足 GB 16889 的，可进入生活垃圾填埋场处置。

满足 GB 30485 的，可进入水泥窑处置。

此外，也可去危险废物处理厂进行处理。

5.10.5 噪声排放控制

目前已有的生活垃圾焚烧标准少有提到噪声排放控制，仅深圳的地方标准《生活垃圾处理设施运营规范》提到了生活垃圾处理设施周界的噪声限值执行 GB 12348 的Ⅱ类标准且当前工业噪声排放标准仅有《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），暂无相关地方标准，因此协同处理设施周界的噪声限值应执行 GB 12348 的Ⅱ类标准。

表 5- 3 协同处理设施厂界环境噪声排放限值

厂区外声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

表 5-4 生活垃圾焚烧炉排放烟气中污染物限值（mg/Nm^3）

污染物项目	GB 18485-2014 生活垃圾焚烧污染控制标准	DB31/768-2013 生活垃圾焚烧大气污染物排放标准（上海）	SZDB/Z 233-2017 生活垃圾处理设施运营规范（深圳）	DB46/484-2019 生活垃圾焚烧污染控制标准（海南）	工业排放指令垃圾焚烧烟气排放限值（欧盟）	取值时间
颗粒物	30	10[a]	10	10	30[b]	1 小时均值
	20		8	8	10	24 小时均值
氮氧化物（NOx）	300	250	80	150	400[b]	1 小时均值
	250	200	80	120	200	24 小时均值
二氧化硫 （SO_2）	100	100	30	30	200[b]	1 小时均值
	80	50	30	20	50	24 小时均值
氯化氢（HCl）	60	50	8	10	60[b]	1 小时均值
	50	10	8	8	10	24 小时均值
汞及其化合物（以 Hg 计）	0.05	0.05	0.02	0.02	0.05	测定均值
镉、铊及其化合物（以 Cd+Tl 计）	0.1	0.05	0.04	0.03	0.05	测定均值
锑、砷、铅、铬、铜、锰、镍及其化合物（以 Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni 计）	1.0	0.5	0.3	0.3	0.5[c]	测定均值
二噁英类 (ng TEQ/ m3)	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	测定均值

污染物项目	GB 18485-2014 生活垃圾焚烧污染控制标准	DB31/768-2013 生活垃圾焚烧大气污染物排放标准（上海）	SZDB/Z 233-2017 生活垃圾处理设施运营规范（深圳）	DB46/484-2019 生活垃圾焚烧污染控制标准（海南）	工业排放指令垃圾焚烧烟气排放限值（欧盟）	取值时间
一氧化碳 (CO)	100	100	50	50	100[b]	24 小时均值
	80	50	30	30	50	1 小时均值
氟化氢 （HF）	--	--	1	1	1	24 小时均值
	--	--	2	2	4	1 小时均值
总有机碳	--	--	10	10	10	24 小时均值
	--	--	10	20	20	1 小时均值

表 5- 5 恶臭污染物、臭气浓度周界环境空气浓度限值

			恶臭污染物排放标准（GB14554-93）					恶臭污染物排放标准（DB12/ 059—2018）	本标准
序号	控制项目	单位	一级	二级		三级		周界	厂界
				新扩改建	现有	新扩改建	现有		
1	氨	mg/m^3	1.0	1.5	2.0	4.0	5.0	0.20	0.20
2	三甲胺	mg/m^3	0.05	0.08	0.15	0.45	0.80	0.05	0.05
3	硫化氢	mg/m^3	0.03	0.06	0.10	0.32	0.60	0.02	0.02
4	甲硫醇	mg/m^3	0.004	0.007	0.010	0.020	0.035	0.002	0.002
5	甲硫醚	mg/m^3	0.03	0.07	0.15	0.55	1.10	0.02	0.02
6	二甲二硫	mg/m^3	0.03	0.06	0.13	0.42	0.71	0.05	0.05
7	二硫化碳	mg/m^3	2.0	3.0	5.0	8.0	10	0.50	0.50
8	苯乙烯	mg/m^3	3.0	5.0	7.0	14	19	1.0	1.0
9	乙苯	mg/m^3	--	--	--	--	--	1.0	1.0
10	丙醛	mg/m^3	--	--	--	--	--	0.065	0.065

			恶臭污染物排放标准（GB14554-93）					恶臭污染物排放标准（DB12/ 059—2018）	本标准
序号	控制项目	单位	一级	二级		三级		周界	厂界
				新扩改建	现有	新扩改建	现有		
11	丁醛	mg/m^3	--	--	--	--	--	0.06	0.06
12	戊醛	mg/m^3	--	--	--	--	--	0.04	0.04
13	乙酸乙酯	mg/m^3	--	--	--	--	--	3.0	3.0
14	乙酸丁酯	mg/m^3	--	--	--	--	--	0.40	0.40
15	2-丁酮	mg/m^3	--	--	--	--	--	1.4	1.4
16	甲基异丁基酮	mg/m^3	--	--	--	--	--	1.2	1.2
17	臭气浓度	无量纲	10	20	30	60	70	20	20