

团 体 标 准

T/ACEF XXX-2025

循环流化床锅炉燃烧一般固体废弃物 设计要求

Technical guidelines for system design and equipment selection of
circulating fluidized bed boilers for combusting solid wastes

（征求意见稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言..... I

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 焚烧特性..... 2

5 设计..... 2

6 设备选型..... 4

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

循环流化床锅炉燃烧一般固体废物设计要求

1 范围

本文件规定了一般可燃工业固体废物燃烧循环流化床锅炉设计的焚烧特性、及其系统设计和设备选型。

本文件适用于在役改造及新建热电联产工程中的一般可燃工业固体废物焚烧锅炉。不适用于医疗废物、农药废物等危险废物焚烧锅炉。一般可燃工业固体废物掺烧锅炉可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5085	危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别
GB/T 10184	电站锅炉性能试验规程
GB 13271	锅炉大气污染物排放标准
GB/T 15555	固体废物 总铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB 18485	生活垃圾焚烧污染控制标准
GB 50041	锅炉房设计标准
GB 50049	小型火力发电厂设计规范
GB 50762	秸秆发电厂设计规范
DL/T 5428	火力发电厂热工保护系统设计规程
DL/T 5512	火力发电厂热工检测及仪表设计规程
HJ 76	固定污染源烟气（SO ₂ 、NO _x 、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法
T/CIECCPA 003	工业固体废物资源综合利用评价指南
T/CIECCPA 017	生物质锅炉能效及环保测试方法
T/CIECCPA 039	垃圾焚烧电力碳足迹量化与评价方法
T/CIECCPA 042	锅炉用固废掺烧技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一般可燃工业固体废弃物 general combustible industrial solid wastes

未列入《国家危险废物名录》或 GB 5085 和 GB/T 15555 规定的不属于危险废弃物且（不应引用地方标准）收到基低位热值鉴定在 3000 kcal/kg 及以上、堆积比重小于 300kg/m³ 的工业固体废弃物。

3.2

入炉粒径 feed size

粒径为 50 mm 及以下的入炉燃料质量比为 90%及以上，最大粒径不超过 80 mm。

4 焚烧特性

4.1 燃烧温度及氧量

由于一般可燃工业固体废弃物的给料和品质不均匀性，炉膛出口燃烧温度最低值宜为 850℃～930℃、省煤器前氧量宜为 5%～8%、排放物监测氧基数宜取 15%。

4.2 灰特性

对灰特性及其优化要符合如下要求：

a) 设计前要对一般可燃工业固体废弃物取样并进行元素分析，确定燃料低位热值和灰熔融特征温度以及氮、硫等元素含量；

b) 一般可燃工业固体废弃物中元素灰中的碱金属钾、钠等，是构成对受热面碱腐蚀和粘黏的主要原因；

c) 3000 kcal/kg 以下热值会进一步强化元素灰中的碱金属钾、钠对受热面碱腐蚀和粘黏。

4.3 燃烧性能

一般可燃工业固废燃烧中不仅量不易均匀且品质也不均匀，会引起燃烧的剧烈波动。对于量不均匀要采用机械法干预、对燃料品质的不均匀会引起炉膛出口过剩空气系数的波动，最大值会达到 1.5。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 系统设计应符合 GB 50049、GB 50041、GB 50762、T/CIECCPA 003 的规定。

5.1.2 系统设计应符合下列规定：

a) 符合 GB 18485 和 GB 13271 和属地环保管理部门的规定；

b) 完善备用系统配置；

- c) 满足持续运行时间不低于 2400 小时，年累积运行时间不低于 7200 小时的要求；
- d) 采用高温高压系统及背压式供热机组配套时，全厂热效率要大于 80%。锅炉能效要按 T/CIECCPA 017 确定。

5.2 破碎系统设计

破碎系统设计应采取防火、消火、防尘、消尘、隔噪措施。系统冗余度要大于 40%。

5.3 输送系统设计

输送系统设计应符合下列规定：

- a) 采取防火、消火、防尘、消尘措施；
- b) 系统冗余度大于 40%；
- c) 采用皮带输送时，输送倾角小于 18° ，转角处要有充足的通流面，并留有足够的疏通窗口。

5.4 焚烧炉设计

焚烧炉设计应符合下列规定：

- a) 满足安全、排放、节能和持续运行可靠性要求。焚烧炉配置冗余度不应低于 40%；
- b) 采取均匀的炉前物料输送、高温对流段清灰和防腐蚀措施；
- c) 物料入炉口宜布置于浓相区出口、烟压为零点偏负的位置。入料口要按锅炉容量均匀布置，宜为偶数个均布。如果需布置 4 个以上入料口可布置于后墙。二次风要根据风速、二次风口刚度布置于入料口 2 米以上的位置；
- d) 循环系统的分离效率按 d_{50} 为 15 至 $30\mu\text{m}$ ，并要对炉内循环物料浓度可调节。

5.5 排放系统设计

5.5.1 排放系统设计应符合 GB/T 16157 和 HJ 76 的规定。

5.5.2 排放系统设计应符合下列规定：

- a) 应满足安全、排放、节能和持续运行要求；对脱氮采用非选择性还原时，脱硝剂要结合灰特性进行选取。采用选择性还原耦合时，采用低温催化剂技术；
- b) 喷射活性炭捕捉重金属可布置在一级布袋后、二级布袋前。

5.6 辅助系统设计

辅助系统设计应符合下列规定：

- a) 满足安全、环保、节能和持续运行要求；
- b) 一次风机、二次风机和引风机应根据焚烧燃料特性、风烟阻力计算确定；

- c) 锅炉控制和调节系统及仪表、保护装置配置要符合 DL/T 5512 和 DL/T 5428、TSG 91 的规定；
- d) 锅炉给料、排渣系统应实现自动化和远程操作。锅炉炉前给料系统落料口要设置烟气反窜设施，并设置阻燃装置；
- e) 锅炉辅机系统要选用节能产品；
- f) 对于日夜负荷波动较大的系统，要按除氧器配置蓄热装置进行负荷平抑；
- g) 采用膜技术的化学水系统，要回用浓水于工业冷却水。

6 设备选型

6.1 一般规定

锅炉及其系统设备选型时，应按能效和大气污染物排放要求确定。

6.2 破碎系统设备

破碎系统设备选型应符合下列规定：

- a) 单套设备选型要满足单台焚烧炉最大负荷的焚烧需要，冗余度要取 40%及以上。刀具更换周期内的破碎量不应小于单台焚烧炉最大负荷时焚烧量的 400 倍以上，冗余度应取 40%及以上；
- b) 破碎系统要采取防火、防尘、除尘和除臭措施。除尘要具备防爆功能或配备防爆装置；
- c) 要与输送系统联锁；
- d) 集中控制室与破碎车间之间要实现远程监控；
- e) 可方便破碎机之间进出料系统互通、兼容。

6.3 输送系统设备

输送系统设备选型应符合下列规定：

- a) 输送系统设备选型要能 24 小时持续运行，单套输送系统要满足单台焚烧炉最大负荷的焚烧需要，冗余度要按 40%确定；
- b) 输送系统要采取防火、防尘和除尘措施；
- c) 要与输送系统联锁；
- d) 集中控制室与输送设备之间要实现远程监控；
- e) 可方便输送设备之间进出料系统互通、兼容。

6.4 焚烧炉设备

6.4.1 锅炉设计时，应按能效和大气污染物排放要求确定。

6.4.2 锅炉燃烧系统、受热面系统、辅机及附属设备配置应按燃料特性及焚烧特性确定。

6.4.3 炉膛结构应根据固废燃料种类、成分、热值，燃料轻质、易缠绕特性，燃烧中氧扩散难度、燃烧不稳定性确定。

6.4.4 焚烧废料入炉口多点布置、给料方式应按燃料特性配置。宜采用低烟气流速的燃烧室结构及尺寸，并要满足脱硝效能、低一氧化碳排放及锅炉出力的锅炉燃烧温度、炉膛出口温度、烟气流速等设计要求。

6.4.5 锅炉设计时，配风比例宜二次风大于一次风量，应使燃烧充分、污染物排放在脱除剂干预下达到限值要求。

6.4.6 锅炉设计时应采用确保硫、氮、粉尘、HCL、一氧化碳、重金属、二恶英等污染物达标排放的炉内污染物控制技术。

6.4.7 炉膛换热面积和炉膛燃烧温度应根据废弃物燃烧特性及灰熔融特性，经热力计算确定。炉膛出口压力宜为-200Pa 至 500Pa

6.4.8 尾部受热面烟气流速和布置方式应根据积灰结渣特性选择，容易积灰的受热面上应结合灰的高温粘黏特性选择吹灰器。

6.4.9 锅炉设计时宜根据焚烧热腐蚀特性，选取合理的烟气流速、合理的受热面布置形式、更加耐腐蚀材质或耐腐蚀涂层材料及喷涂工艺、熔敷耐腐蚀材料。

6.4.10 锅炉给料、排渣系统应实现自动化。给料系统应设置阻燃装置。

6.4.11 设计文件应包括锅炉设计总图、设计说明书、安装使用说明书、安全阀排量计算书、锅炉设计部件图、受压原件强度计算书、热力计算书、烟风阻力计算书、水动力计算书、壁温计算书等。

6.4.12 锅炉设计说明书，应包括锅炉安全稳定运行的给料方式及速率、设计燃料要求、燃料消耗量、设计热效率、布风方式和配风比、配套辅机参数、排烟温度、给水温度、过剩空气系数等与锅炉经济运行有关的主要参数指标及其设计依据。

6.4.13 锅炉使用说明书，应包括锅炉房系统设计概况、施工质量和经济运行操作说明等。

6.4.14 一般可燃工业固体废弃物焚烧不应降低锅炉的负荷调节能力，不应导致锅炉受热面超温或超压运行。应符合 GB/T 10184 的规定，并符合下列规定：

a) 一般可燃工业固体废弃物焚烧不应导致严重的锅炉积灰、结渣、振动、磨损、腐蚀、尾部烟道再燃烧等，不应减少锅炉的连续稳定运行周期；

b) 入炉燃料总量不应超过燃料破碎、筛分及输送系统的最大连续稳定出力。燃料破碎、筛分及输送系统要采取避免焚烧可能带来的黏结、堵塞等措施，并采取避免出现着火、爆炸等影响运行安全的措施；

c) 排渣总流量不应超过排渣系统的最大连续稳定出力，冷渣器出口渣温不应超过设计允许上限。固废焚烧后不应造成冷渣器内再次燃烧、排渣不畅或排渣量失控等影响系统安全或限制系统出力的问题；

d) 风烟系统阻力或烟气量变化不应超过风机最大连续稳定出力；

e) 炉膛烟气烟尘排放浓度不应超出除尘系统的最大连续稳定出力能力，不应造成除尘器严重短路、烧损、堵塞等影响系统安全或限制系统出力的问题；

f) 炉膛烟气 NO_x 排放浓度不应超出脱硝系统的最大连续稳定处理能力。脱硝系统入口烟气温度变化不应超出脱硝工艺允许范围, 不应造成脱硝催化剂失活、磨损、堵塞或氨逃逸浓度偏大等影响系统安全或限制系统出力的问题;

g) 炉膛烟气 SO_x 排放浓度不应超出脱硫系统的最大连续稳定处理能力, 不应造成脱硫系统可靠性下降或石膏品质严重下降等影响系统安全或限制系统出力的问题;

h) 一般可燃工业固体废弃物焚烧不应造成锅炉排放指标超过许可限值;

i) 可燃物燃尽率应大于 95%, 灰渣含碳量要小于 3%。燃料在满足设计要求时, 锅炉额定工况下的热效率不应低于 90%, 锅炉能效评定应符合 T/CIECCPA 017 的规定。年累积运行时间要大于 7200 小时、可持续运行时间要大于 2400 小时。

6.5 排放设备

排放设备选型应符合下列规定:

a) 排放设备按单元制配置;

b) 排放设备及其系统设计时, 按能效和大气污染物排放要求确定;

c) 排放设备容量按单台焚烧炉可持续最大工况配置的冗余度要大于 20%;

d) 采用选择性还原脱硝工艺时, 催化剂配置要按焚烧固废所致的易失效、失活、堵塞的特征确定;

e) 采用非选择性还原脱硝工艺时, 应分析脱硝剂差异性和有效性;

f) 脱硫工艺配置时, 应根据固废灰元素的低硫、高钙的特征确定, 可采用干法脱硫;

g) 碳排放有符合 T/CIECCPA 039 的规定, 灰渣应按 GB 5085 和 GB/T 15555 的规定进行非危判定。

6.6 辅助系统设备

辅助系统设备选型应符合下列规定:

a) 炉前给料系统应满足单台锅炉的最大可持续工况的焚烧需要, 具有防烟气反窜、阻火功能, 并满足防爆和消防要求。冗余度宜大于单台锅炉最大可持续工况焚烧需要的 20%。布置多个炉前给料系统作为单炉的给料配置时, 当其中一台炉前给料系统故障时, 应能够在 2 小时内满足配置锅炉最大可持续工况的焚烧需要;

b) 炉前给料系统保护宜融入 MFT 配置;

c) 鼓风机冗余容量要大于 20%, 引风机冗余容量宜更高, 返料风机要采用冗余配置, 冗余的返料风机应有联锁功能且返料风机之间宜设置系统互通的超压泄压配置;

d) 除氧器选型除满足系统需要外还宜满足系统布置蓄热装置时的匹配需要和设置汽功转换机械的匹配需要。