

DB22

吉 林 省 地 方 标 准

DB 22/T 2913—2018

小型燃煤锅炉大气污染治理技术指南

Guideline for small-scaled coal fired boiler atmospheric pollution treatment

2018 – 11 – 12 发布

2018 – 12 – 30 实施

吉林省市场监督管理厅

发 布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由吉林省环境保护厅提出并归口。

本标准起草单位：吉林省环境科学研究院。

本标准主要起草人：王玉、毕庆生、田忠宝、徐春妮、高婷婷、李延莉、段丽杰、刘德敏、刘继莉、陈文英、李东秋。

小型燃煤锅炉大气污染治理技术指南

1 范围

本标准规定了小型燃煤锅炉大气污染治理技术的术语和定义、燃煤锅炉大气污染物排放的基本要求、燃煤锅炉脱硫、脱硝和除尘治理技术。

本标准适用于 65 t/h 以下燃煤锅炉大气污染治理。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 4915 水泥工业大气污染物排放标准
- GB 13223 火电厂大气污染物排放标准
- GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
- GB 28662 钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
- GB 28663 炼铁工业大气污染物排放标准
- GB 28664 炼钢工业大气污染物排放标准
- GB 28665 轧钢工业大气污染物排放标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃煤锅炉 coal-fired boiler

以煤炭为主要燃料，经过燃料在炉膛中燃烧释放热量，把热媒水或其他有机热载体（如导热油等）加热到一定温度（或压力）的热能动力设备。

3.2

脱硫技术 the desulfurization process

脱除燃煤锅炉运行时排放烟气中二氧化硫的方法。

3.3

脱硝技术 denitration technology

脱除燃煤锅炉运行时排放烟气中氮氧化物的方法。

3.4

除尘技术 dust removal process

脱除燃煤锅炉运行时排放烟气中颗粒物的方法。

4 燃煤锅炉大气污染物排放的基本要求

4.1 火电行业

火电行业大气污染物排放执行 GB 13223 和 GB 13271 规定。

4.2 集中供热行业

集中供热行业大气污染物排放执行 GB 13223 和 GB 13271 规定。

4.3 水泥行业

水泥行业大气污染物排放执行 GB 4915和 GB 13271 规定。

4.4 钢铁冶炼行业

钢铁冶炼行业大气污染物排放执行 GB 28662~GB 28665 和 GB 13271 规定。

4.5 其他行业

其他行业大气污染物排放执行 GB 13271 规定。

5 燃煤锅炉脱硫、脱硝和除尘治理技术

5.1 燃煤锅炉脱硫治理技术

经遴选石灰/石灰石-石膏法、镁法、氨法和循环流化床法技术成熟，适用于65 t/h 以下燃煤锅炉烟气脱硫。脱硫工艺的技术比较，见表 1。

表1 脱硫工艺的技术比较

脱硫工艺技术分类	石灰/石灰石-石膏法（湿法）	镁法（湿法）	氨法（湿法）	循环流化床（半干法）
市场占有率（%）	~5	~90	~2	~3
脱硫剂	石灰石粉 CaCO_3 或石灰粉 CaO	氧化镁粉 MgO 或氢氧化镁粉 $\text{Mg}(\text{OH})_2$	氨水	石灰粉 CaO 或熟石灰粉 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
脱硫剂来源	各地大量存在	镁矿集中在辽宁、河北、山东	氮肥厂或化肥厂	各地大量存在
流程复杂性	复杂	很复杂	复杂	简单
操作稳定性	好	好	好	一般
能耗	能耗较大	能耗较小	能耗居中	能耗大
水耗	水蒸发量大，水耗大	水蒸发量大，水耗大	水耗一般	水耗较小
脱硫效率（%）	$\geq 95 \sim 99$	$\geq 95 \sim 99$	$\geq 95 \sim 98$	$\geq 75 \sim 90$
除尘效率（%）	对 PM_{10} 以上颗粒物， ≥ 50	对 PM_{10} 以上颗粒物， ≥ 50	对 PM_{10} 以上颗粒物， ≥ 30	无除尘能力
系统阻力	阻力中等	阻力小	阻力小	阻力大
副产品处理	石膏可作为装饰板材料外销	硫酸镁可作为肥料外销	硫铵可作为肥料外销	不易利用

表 1（续） 脱硫工艺的技术比较

脱硫工艺技术分类	石灰/石灰石-石膏法（湿法）	镁法（湿法）	氨法（湿法）	循环流化床（半干法）
优点	脱硫效率高。脱硫剂来源广、价格低。适用于发电厂	脱硫效率高。初期投资及运行成本低。系统不易结垢和堵塞。适应燃料含硫量变化	燃料含硫量越高，副产品经济效益越好。适合在有氨水副产品的企业使用	综合运行成本低。设施占地面积小。适用于对脱硫效率要求较低的企业
缺点	初期投资较高。设备磨损较严重。设施占地面积大。综合运行成本高	工艺流程复杂。脱硫剂来源有局限性。硫酸镁如抛弃会产生二次污染	化学腐蚀严重。脱硫剂价格贵。氨与二氧化硫会产生气溶胶	系统运行阻力大。操作稳定性较差。易导致颗粒物排放超标

5.2 燃煤锅炉脱硝治理技术

经遴选SCR法、SNCR法和SNCR/SCR混合法技术成熟，适用于65t/h以下燃煤锅炉烟气脱硝。脱硝工艺的技术比较，见表2。

表2 脱硝工艺的技术比较

脱硝工艺技术分类	SCR 法	SNCR 法	SNCR/SCR 混合法
还原剂	液氨 NH_3 或尿素	尿素或液氨 NH_3	尿素或液氨 NH_3
反应温度（℃）	280~400	800~1150	前段 800~1150， 后段 280~400
催化剂	使用	不使用	后段少量使用
脱硝效率（%）	80~90	30~60	40~90
O_2/O_3 氧化	氧化率较高	不氧化	较 SCR 法低
NH_3 逃逸（ $\mu\text{L/L}$ ）	3~5	5~10	3~5
对空气预热器影响	易造成堵塞或腐蚀	不易造成堵塞或腐蚀	介于 SCR 和 SNCR 二者之间
系统压力损失	>980 Pa	可忽略不计	<600 Pa
燃料对工艺的影响	高灰分燃料磨损催化剂，碱金属氧化物使催化剂钝化	可忽略不计	高灰分燃料磨损催化剂，碱金属氧化物使催化剂钝化
锅炉对工艺的影响	受省煤器出口烟气温度影响	受炉膛内烟气流速、温度及 NO_x 分布影响	受炉膛内烟气流速、温度及 NO_x 分布影响
优点	运行可靠、便于维护。运行成本较低。适用于对脱硝效率要求较高的企业	初期投资低。设备布置较灵活。运行过程中无须投放催化剂	SNCR/SCR 混合法结合了两种工艺的特点，脱硝效率较高
缺点	初期投资高。运行过程中须要投放催化剂。整体设备不可分割	运行成本较高。脱硝效率低，适用于对脱硝效率要求不高的企业	该技术运行系统比较复杂，实际应用较少

5.3 燃煤锅炉除尘技术

经遴选静电除尘(ESP)、袋式除尘、电袋复合除尘和湿式电除尘(WESP)技术成熟,适用于65t/h以下燃煤锅炉烟气除尘。除尘工艺的技术比较,见表3。

表3 除尘工艺的技术比较

除尘工艺技术分类	静电除尘(ESP)	袋式除尘	电袋复合除尘	湿式电除尘(WESP)
市场占有率(%)	~10	~70	~15	~5
除尘效率(%)	~99	≥99.9	≥99.9	~99.9
维护、操作	操作维护简便,检修工作量小,可以长期连续稳定运行	对维护、操作要求水平较高	对维护、操作要求水平较高	操作维护简便,无运动部件,可以长期连续稳定运行
煤质要求	无要求	有要求,钙元素易黏附在滤料上,而且易被腐蚀	有要求,钙元素易黏附在滤料上,而且易被腐蚀	无要求
负荷变化的适应性	较差	好	好	较好
烟气温度要求	适应能力强	温度过低结露后颗粒物易黏附,过高易损坏滤料	温度过低结露后颗粒物易黏附,过高易损坏滤料	适应能力强
烟气湿度要求	要求较低	不适于在高湿度环境下运行	不适于在高湿度环境下运行	无要求
优点	维护、操作简单;运行费用低	除尘效率高;对细颗粒物除尘效果较好	除尘效率高;对细颗粒物除尘效果较好	除尘效率较高;可实现超低排放
缺点	初期投资较高。占地面积大。对高比电阻、细微颗粒物捕集困难	在高温、高湿、高腐蚀性气体环境中,滤袋易破损、脱落。长期停运时需做好滤袋的保护工作。运行费用较高	在高温、高湿度、高腐蚀性气体环境中,滤袋易破损、脱落。长期停运时需做好滤袋的保护工作。运行费用较高	初期投资高。不适用于入口颗粒物浓度较高的场合

5.4 各脱除工艺的经济比较

参见附录 A。

附 录 A
(资料性附录)
各脱除工艺的经济比较

A.1 燃煤锅炉脱硫工艺的经济比较

A.1.1 以 2018 年实际物价为基础。

A.1.2 对各种脱硫工艺经济比较的过程中，投资、运行费用估算以 35 t/h 锅炉为例：运行时间按 7000 h/a，电价按 0.5 元/kWh，水价按 2.5 元/t 计，其投资费用根据脱硫厂家方案估算。脱硫剂、水、电消耗来自脱硫厂家设计方案，没有考虑人工、维修和折旧等费用，也没有考虑副产品的收益差别。因石灰石-石膏法、镁法、氨法的脱硫装置阻力基本一致，故认为其导致的引风机电耗增加相同，并以其为基准，计算循环流化床法所增加的电耗。

A.1.3 脱硫工艺的经济比较，见表 A.1。

表A.1 脱硫工艺的经济比较

脱硫工艺技术分类	石灰/石灰石-石膏法（湿法）	镁法（湿法）	氨法（湿法）	循环流化床（半干法）
总投估算(万元)	130~175	110~155	125~165	120~160
脱硫剂耗量 (t/h)	0.23	0.06	0.17	0.35
脱硫剂耗费 (万元/a)	40.25	42	142.8	61.2
电费 (万元/a)	85.5	44.5	24.5	4.9
水费 (万元/a)	1.8	1.6	1.7	1.3
引风机、压风机、除尘增加电耗 (万元/a)	0	0	0	17.5
占地(m ²)	~220	~180	~180	~90
运行费合计 (万元/a)	127.6	88.1	169	84.9

A.2 燃煤锅炉脱硝工艺的经济比较

A.2.1 以 2018 年实际物价为基础。

A.2.2 对各种脱硝工艺经济比较的过程中，投资、运行费用估算以 35 t/h 锅炉为例：运行时间为 7000 h/a，电价按 0.5 元/kWh，水价按 2.5 元/t 计，投资费用根据脱硝厂家方案估算。

A.2.3 脱硝工艺的经济比较，见表 A.2。

表A.2 脱硝工艺的经济比较

脱硝工艺技术分类	SCR 法	SNCR 法	SNCR/SCR 混合法
总投估算(万元)	120~145	65~85	95~115
还原剂	液氨 NH ₃	尿素	尿素
还原剂消耗 (万元/a)	32.4	40.7	35
催化剂 (万元/a)	3.5	无	1.2

表 A.2(续) 脱硝工艺的经济比较

脱硝工艺技术分类	SCR 法	SNCR 法	SNCR/SCR 混合法
水费 (万元/a)	无	0.8	0.75
电费 (万元/a)	2.25	1.75	1.75
占地 (m ²)	15 (整体设备不可分割)	30 (可根据现场灵活布置)	40
运行费合计 (万元/a)	38.15	43.25	38.75

A.3 燃煤锅炉除尘工艺的经济比较

A.3.1 以2018年实际物价为基础。

A.3.2 对各种除尘工艺经济比较的过程中, 投资、运行费用估算以 35 t/h 锅炉为例, 假定:

- 静电除尘器 (ESP) 4 个电场、比收尘面积约为 86 m²/ (m³/s);
- 袋式除尘器过滤速度为 1.0 m/min;
- 电袋复合除尘器的电除尘器为 1 个电场, 其袋式除尘器的过滤速度为 1.2 m/min;
- 湿式电除尘器 (WESP) 为 1 个电场的静电除尘器, 比收尘面积约为 21.5 m²/ (m³/s)。

运行时间为 7000 h/a, 电价按 0.5 元/kWh, 水价按 2.5 元/t 计, 电除尘器设计寿命按 30 年计, 易损件极板、极线、轴承、锤头、瓷套、瓷轴等寿命按 10 年计, 每 10 年的更换费用按电除尘器设备费用的 15% 计, 袋式除尘器及电袋复合除尘器中的滤袋寿命按 4 年, 笼骨、脉冲阀寿命按 8 年计。

A.3.3 除尘工艺的经济比较, 见表 A.3。

表A.3 除尘工艺的经济比较

除尘工艺技术分类	静电除尘 (ESP)	袋式除尘	电袋复合除尘	湿式电除尘 (WESP)
总投估算 (万元)	130~160	100~120	135~155	140~175
易损件更换 (万元/a)	3.5	0	0.85	2.65 (含水费)
滤袋、笼骨 (万元/a)	0	7.5	6.5	0
电耗费用 (万元/a)	4.5	5.25	6.3	1.5
占地 (m ²)	~140	布袋长度和形式不同 占地面积不同 30~70	布袋长度和形式不同 占地面积不同 60~95	~35
运行费合计 (万元/a)	8	12.75	13.65	4.15