



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 991—2018

污染源源强核算技术指南 锅炉

Technical guidelines of accounting method for pollution source
intensity boiler

本电子版为发布稿，请以中国环境出版社出版的正式标准文件为准。

2018-12-25 发布

2019-03-01 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 源强核算程序.....	2
5 废气污染源源强核算方法.....	5
6 废水污染源源强核算方法.....	8
7 噪声源强核算方法.....	9
8 固体废物源强核算方法.....	9
9 其他.....	10
附录 A（资料性附录） 锅炉污染源源强核算结果及相关参数列表形式.....	11
附录 B（资料性附录） 锅炉废气污染源源强核算参数参考值.....	15
附录 C（资料性附录） 烟气量的计算.....	17
附录 D（资料性附录） 锅炉相关设备噪声源强参考值.....	21

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国环境噪声污染防治法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等法律法规，完善固定污染源源强核算方法体系，指导和规范锅炉污染源源强核算工作，制定本标准。

本标准规定了锅炉使用过程中产生的废气、废水、噪声、固体废物污染源源强核算的程序、内容、方法及要求等。

本标准附录 A~附录 D 均为资料性附录。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部环境影响评价与排放管理司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：环境保护部环境工程评估中心、国电环境保护研究院有限公司、中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司、天津市环境保护科学研究院、北京市劳动保护科学研究所。

本标准由生态环境部 2018 年 12 月 25 日批准。

本标准自 2019 年 3 月 1 起实施。

本标准由生态环境部解释。

污染源源强核算技术指南 锅炉

1 适用范围

本标准规定了锅炉使用过程中产生的废气、废水、噪声、固体废物污染源源强核算的程序、内容、方法及要求。

本标准适用于执行 GB 13271 的锅炉新（改、扩）建工程污染源和现有工程污染源源强核算。

本标准适用于锅炉正常和非正常工况下污染源源强核算，不适用于突发泄漏、火灾、爆炸等事故情况下的源强核算。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或者其中的条款。凡是未注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本标准。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

GB/T 15317 燃煤工业锅炉节能监测

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/T 17954 工业锅炉经济运行

HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲

HJ 2.2 环境影响评价技术导则 大气环境

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

HJ 2.4 环境影响评价技术导则 声环境

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ 76 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 92 水污染物排放总量监测技术规范

HJ/T 353 水污染源在线监测系统安装技术规范（试行）

HJ/T 354 水污染源在线监测系统验收技术规范（试行）

HJ/T 355 水污染源在线监测系统运行与考核技术规范（试行）

HJ/T 356 水污染源在线监测系统数据有效性判别技术规范（试行）

HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）

HJ/T 397 固定源废气监测技术规范

HJ 630 环境监测质量管理技术导则

HJ 820 排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉

HJ 884 污染源源强核算技术指南 准则

3 术语和定义

HJ 884 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

锅炉 boiler

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热热水或其他工质，以生产规定参数（温度，压力）和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备，本标准中还包括污染防治设施等附属设备。

3.2

非正常工况 abnormal situation

指锅炉启动、停炉等工况，以及故障等引起的污染防治设施不能同步投运或达不到应有治理效率等状况。

4 源强核算程序

4.1 一般原则

污染源源强核算程序包括污染源识别与污染物确定、核算方法及参数选定、源强核算、核算结果汇总等，具体内容见 HJ 884。

4.2 污染源识别

污染源识别应符合 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ 2.3、HJ 2.4 等技术导则要求，并涵盖所有可能产生废气、废水、噪声、固体废物污染物的场所、设备或装置。

4.3 污染物确定

各污染源污染物的确定应包含 GB 13271、GB 8978 等国家及地方排放标准中包括的主要污染物。对生产过程可能产生但国家或地方排放标准中尚未列入的污染物，可依据环境质量标准、其他行业标准、其他国家排放标准、地方人民政府或生态环境主管部门环境质量改善需求，根据原辅材料及燃料使用和生产工艺情况进行分析确定。

4.4 核算方法选取原则

4.4.1 一般原则

锅炉污染源源强核算方法包括实测法、类比法、物料衡算法和产污系数法等，核算方法选取次序见表 1。若无法采用优先方法的，应给出合理理由。

表 1 源强核算方法选取次序表

环境要素	污染源	核算因子	核算方法及选取优先次序	
			新(改、扩)建工程污染源	现有工程污染源 ^a
有组织废气 (正常工况)	锅炉烟囱	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物 ^b	1.物料衡算法 2.类比法 3.产污系数法	1.实测法
有组织废气 (非正常工况)	锅炉烟囱	颗粒物、氮氧化物	1.类比法	1.实测法 2.产污系数法
		二氧化硫		1.实测法 2.物料衡算法
		汞及其化合物 ^b		1.实测法 2.类比法
无组织废气	煤场/油(气)罐、灰渣场等原辅料和副产物储存、卸载、运输、制备系统	燃料为煤、生物质:颗粒物 燃料为油、气:非甲烷总烃	1.类比法	1.类比法
	液氨/氨水储存系统	氨		
废水 ^c	锅炉房废水排口	化学需氧量、氨氮、悬浮物、石油类、氟化物、硫化物、挥发酚、总磷等	1.类比法 2.产污系数法	1.实测法
噪声	锅炉风机、水泵、磨机等设备	噪声级	1.类比法	
固体废物	锅炉和除尘、脱硫系统等	灰渣、脱硫副产物等	1.物料衡算法 2.类比法 3.产污系数法	
	脱硝系统	废脱硝催化剂	1.类比法	

^a 现有工程污染源未按照相关管理要求进行手工监测、安装污染物自动监测设备或者自动监测设备不符合规定的,环境影响评价管理过程中,应依法依规整改到位后按照本标准方法核算;排污许可管理过程中,按照排污许可相关规定进行核算。
^b 废气核算因子根据 GB 13271 确定。
^c 废水核算因子根据 GB 8978、HJ 820 确定,外排废水不含生活污水时不核算总磷。间接排放的,由接纳的污水集中处理设施(单位)统一核算。

4.4.2 废气

4.4.2.1 新(改、扩)建工程污染源

正常工况时,废气有组织源强优先采用物料衡算法核算,其次采用类比法、产污系数法核算;非正常工况时,废气有组织源强采用类比法核算。

废气无组织源强采用类比法核算。料/堆场采用全封闭式、储罐采用密闭容器的,废气无组织源强可忽略不计。

4.4.2.2 现有工程污染源

正常工况时,废气有组织源强采用实测法核算;非正常工况时,优先采用实测法核算,无法采用实测法核算的,二氧化硫采用物料衡算法、颗粒物和氮氧化物采用产污系数法、汞及其化合物采用类比法核算。采用实测法核算源强时,对 HJ 820 及排污单位排污许可证等

要求采用自动监测的污染因子，仅可采用有效的自动监测数据进行核算；对 HJ 820 及排污单位排污许可证等未要求采用自动监测的污染因子，优先采用有效的自动监测数据，其次采用手工监测数据。

废气无组织源强采用类比法核算。

4.4.3 废水

4.4.3.1 新（改、扩）建工程污染源

优先采用类比法核算，其次采用产污系数法核算。

4.4.3.2 现有工程污染源

采用实测法核算。

4.4.4 噪声

4.4.4.1 新（改、扩）建工程污染源

采用类比法核算。

4.4.4.2 现有工程污染源

采用实测法核算。

4.4.5 固体废物

4.4.5.1 新（改、扩）建工程污染源

灰渣、脱硫副产物等固体废物源强优先采用物料衡算法核算，其次采用类比法、产污系数法核算；废脱硝催化剂采用类比法核算。

4.4.5.2 现有工程污染源

采用实测法核算。

4.5 源强核算

废气、废水和固体废物污染物产生或排放量为所有污染源产生或排放量之和，其中废气污染源强的核算应包括正常和非正常两种情况的产生或排放量，正常排放的污染物排放量为有组织和无组织排放量之和。采用式（1）计算。

$$D = \sum_{i=1}^n (D_i + D_i') \quad (1)$$

式中： D ——核算时段内某污染物产生或排放量，t；

D_i ——核算时段内某污染源正常工况下某污染物产生或排放量，t；

D_i' ——核算时段内某污染源非正常工况下某污染物产生或排放量，t；

n ——污染源数量，量纲一的量。

4.6 核算结果汇总

污染物源强核算结果格式参见附录 A。

5 废气污染源源强核算方法

5.1 物料衡算法

5.1.1 燃煤、燃生物质锅炉

a) 颗粒物（烟尘）排放量按式（2）计算。

$$E_A = \frac{R \times \frac{A_{ar}}{100} \times \frac{d_{fh}}{100} \times \left(1 - \frac{\eta_c}{100}\right)}{1 - \frac{C_{fh}}{100}} \quad (2)$$

式中： E_A ——核算时段内颗粒物（烟尘）排放量，t；

R ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

A_{ar} ——收到基灰分的质量分数，%；

d_{fh} ——锅炉烟气带出的飞灰份额，%；

η_c ——综合除尘效率，%；

C_{fh} ——飞灰中的可燃物含量，%。

当流化床锅炉添加石灰石等脱硫剂时，入炉物料的灰分 A_{ar} 可用折算灰分表示，将式（3）折算灰分 A_{zs} 代入式（2）。

$$A_{zs} = A_{ar} + 3.125S_{ar} \times \left(m \times \left(\frac{100}{K_{CaCO_3}} - 0.44 \right) + \frac{0.8\eta_s}{100} \right) \quad (3)$$

式中： A_{zs} ——折算灰分的质量分数，%；

A_{ar} ——收到基灰分的质量分数，%；

S_{ar} ——收到基硫的质量分数，%；

m ——Ca/S 摩尔比；

K_{CaCO_3} ——石灰石纯度，碳酸钙在石灰石中的质量分数，%；

η_s ——炉内脱硫效率，%。

b) 二氧化硫排放量按式（4）计算。

$$E_{SO_2} = 2R \times \frac{S_{ar}}{100} \times \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \times \left(1 - \frac{\eta_s}{100}\right) \times K \quad (4)$$

式中： E_{SO_2} ——核算时段内二氧化硫排放量，t；

R ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

S_{ar} ——收到基硫的质量分数，%；

q_4 ——锅炉机械不完全燃烧热损失，%；

η_s ——脱硫效率，%；

K ——燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量。

c) 氮氧化物排放量采用锅炉生产商提供的氮氧化物控制保证浓度值或类比同类锅炉氮氧化物浓度值按式（5）计算。

$$E_{\text{NO}_x} = \rho_{\text{NO}_x} \times Q \times \left(1 - \frac{\eta_{\text{NO}_x}}{100}\right) \times 10^{-9} \quad (5)$$

式中： E_{NO_x} ——核算时段内氮氧化物排放量，t；
 ρ_{NO_x} ——锅炉炉膛出口氮氧化物质量浓度，mg/m³；
 Q ——核算时段内标态干烟气排放量，m³；
 η_{NO_x} ——脱硝效率，%。

d) 汞及其化合物排放量按式(6)计算。

$$E_{\text{Hg}} = R \times m_{\text{Hg}_{\text{ar}}} \times \left(1 - \frac{\eta_{\text{Hg}}}{100}\right) \times 10^{-6} \quad (6)$$

式中： E_{Hg} ——核算时段内汞及其化合物排放量（以汞计），t；
 R ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；
 $m_{\text{Hg}_{\text{ar}}}$ ——收到基汞的含量，μg/g；
 η_{Hg} ——汞的协同脱除效率，%。

5.1.2 燃油、燃气锅炉

燃油、燃气锅炉颗粒物排放量按照 5.2、5.4 核算。

燃油、燃气锅炉氮氧化物排放量参照式(5)计算。

燃油锅炉二氧化硫排放量参照式(4)计算，燃气锅炉二氧化硫排放量按照式(7)计算。

$$E_{\text{SO}_2} = 2R \times S_t \times \left(1 - \frac{\eta_s}{100}\right) \times K \times 10^{-5} \quad (7)$$

式中： E_{SO_2} ——核算时段内二氧化硫排放量，t；
 R ——核算时段内锅炉燃料耗量，万 m³；
 S_t ——燃料总硫的质量浓度，mg/m³；
 η_s ——脱硫效率，%；
 K ——燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量。

5.1.3 物料衡算法中相关参数取值参见附录 B、附录 C。

5.2 类比法

污染物排放情况可类比符合条件的现有工程有效实测数据进行核算。同时满足以下 3 条适用原则，方可适用类比法：

- 燃料、辅料、副产物类型相同（原则上成分差异不超过 20%）；
- 锅炉类型和规模等级相同（原则上规模差异不超过 30%）；
- 污染控制措施相似，且污染物设计脱除效率不低于类比对象脱除效率。

5.3 实测法

5.3.1 一般原则

实测法是通过实际废气排放量及其所对应污染物排放浓度核算污染物排放量，适用于具有有效自动监测或手工监测数据的现有工程污染源。

5.3.2 采用自动监测系统数据核算

采用自动监测数据核算源强时，应采用核算时段内所有的小时平均数据进行计算。自动监测的污染物采样、监测及数据质量应符合 GB 13271、HJ 75、HJ 76、HJ/T 373、HJ/T 397、HJ 630、HJ 820 及核发的排污许可证的规定。

废气污染源强按式（8）计算。

$$E = \sum_{k=1}^t (\rho_k \times Q_k) \times 10^{-9} \quad (8)$$

式中： E ——核算时段内某污染物排放量，t；

t ——核算时段内运行小时数，h；

ρ_k ——第 k 小时标态干烟气污染物的小时排放质量浓度，mg/m³；

Q_k ——第 k 小时标态干烟气排放量，m³/h。

5.3.3 采用手工监测数据核算

采用手工监测数据核算污染物源强时，应采用核算时段内所有有效的手工监测数据进行计算。排污单位手工监测的采样、监测及数据质量应符合 GB 13271、GB/T 16157、HJ/T 373、HJ/T 397、HJ 630、HJ 820 及核发的排污许可证的规定。除执法监测外，其他所有手工监测时段的生产负荷应不低于本次监测与上一次监测周期内的平均生产负荷，并给出生产负荷的对比结果。

废气污染源强按式（9）进行计算。

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n (\rho_k \times Q_k)}{n} \times t \times 10^{-9} \quad (9)$$

式中： E ——核算时段内某污染物排放量，t；

ρ_k ——第 k 次监测标态干烟气污染物的小时排放质量浓度，mg/m³；

Q_k ——第 k 次监测标态干烟气排放量，m³/h；

n ——核算时段内有效监测数据数量，量纲一的量；

t ——核算时段内运行小时数，h。

5.4 产污系数法

污染物源强按式（10）计算。

$$E_j = R \times \beta_j \times (1 - \frac{\eta}{100}) \times 10^{-3} \quad (10)$$

式中： E_j ——核算时段内第 j 种污染物排放量，t；

R ——核算时段内燃料耗量，t 或万 m³；

β_j ——产污系数，kg/t 或 kg/万 m³，参见全国污染源普查工业污染源普查数据（以最新版本为准）和 HJ 953。采用罕见、特殊原料或工艺的，或手册中未涉及的，可类比国外同类工艺对应的产排污系数文件或咨询行业专业技术人员选取近似产品、原料、炉型的产污系数代替；

η ——污染物的脱除效率，%。

6 废水污染源源强核算方法

6.1 类比法

废水污染物排放情况可类比符合条件的现有工程废水污染物有效实测数据进行核算，类比法适用原则见 5.2，相关参数也可采用符合规范的设计资料。

6.2 实测法

6.2.1 一般原则

实测法是通过实际废水排放量及其所对应污染物排放浓度核算污染物排放量，适用于具有有效自动监测或手工监测数据的现有工程污染源。

6.2.2 采用自动监测系统数据核算

采用自动监测数据进行污染物排放量核算时，污染源自动监测系统及数据需符合 HJ/T 353、HJ/T 354、HJ/T 355、HJ/T 356、HJ/T 373、HJ 630 及排污许可证等要求。

废水污染源强按式（11）计算。

$$E = \sum_{k=1}^t (\rho_k \times Q_k \times 10^{-6}) \quad (11)$$

式中： E ——核算时段内废水某污染物排放量，t；

ρ_k ——第 k 日监测废水中某种污染物日均排放质量浓度，mg/L；

Q_k ——第 k 日废水排放量，m³/d；

t ——核算时段内废水污染物排放时间，d。

6.2.3 采用手工监测数据核算

采用执法监测、排污单位自行监测等手工监测数据进行核算时，监测频次、监测期间生产工况、数据有效性等需符合 HJ/T 91、HJ/T 92、HJ/T 373、HJ 630、HJ 820 及排污许可证等要求。除执法监测外，其他所有手工监测时段的生产负荷应不低于本次监测与上一次监测周期内的平均生产负荷，并给出生产负荷的对比结果。

废水污染源强按式（12）计算。

$$E = \frac{\sum_{k=1}^n (\rho_k \times Q_k)}{n} \times t \times 10^{-6} \quad (12)$$

式中： E ——核算时段内废水某污染物排放量，t；

ρ_k ——第 k 次监测废水中某种污染物日均排放质量浓度，mg/L；

Q_k ——核算时段内第 k 次监测的日废水排放量，m³/d；

n ——核算时段内有效日监测数据数量，量纲一的量；

t ——核算时段内废水污染物排放时间，d。

6.3 产污系数法

同 5.4。

7 噪声源强核算方法

7.1 类比法

根据类似设备（即类比对象）的噪声源强估算锅炉相关设备在运行状态下的噪声源强。类比对象的优先顺序为噪声源设备技术协议中确定的源强参数、同型号设备、同类设备。设备型号未确定时，应根据同类设备噪声水平按保守原则确定噪声源强或参考附录 D 确定噪声源强。

7.2 实测法

依据相关噪声测量技术规范等，对现有工程正常运行工况下噪声污染源源强进行实测。

8 固体废物源强核算方法

8.1 物料衡算法

8.1.1 燃煤、燃生物质锅炉灰渣产生量可根据灰渣平衡按式（13）计算。

$$E_{hz} = R \times \left(\frac{A_{ar}}{100} + \frac{q_4 \times Q_{net,ar}}{100 \times 33\,870} \right) \quad (13)$$

式中： E_{hz} ——核算时段内灰渣产生量，t，根据飞灰份额 d_{fh} 可分别核算飞灰、炉渣产生量；

R ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

A_{ar} ——收到基灰分的质量分数，%，流化床锅炉添加石灰石等脱硫剂时应采用式（3）折算灰分 A_{zs} 代入式（13）；

q_4 ——锅炉机械不完全燃烧热损失，%；

$Q_{net,ar}$ ——收到基低位发热量，kJ/kg。

8.1.2 采用石灰石-石膏湿法等烟气脱硫工艺时，脱硫副产物采用式（14）计算。

$$E = \frac{M_F \times E_S}{64 \times \left(1 - \frac{C_s}{100} \right) \times \frac{C_g}{100}} \quad (14)$$

式中： E ——核算时段内脱硫副产物产生量，t；

M_F ——脱硫副产物摩尔质量；

E_S ——核算时段内二氧化硫脱除量，t；

64——二氧化硫摩尔质量；

C_s ——脱硫副产物含水率，%，副产物为石膏时含水率一般 $\leq 10\%$ ；

C_g ——脱硫副产物纯度，%，副产物为石膏时纯度一般 $\geq 90\%$ 。

E_S 可采用式（15）计算。

$$E_S = 2 \times K \times R \times \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \times \frac{\eta_s}{100} \times \frac{S_{ar}}{100} \quad (15)$$

式中： K ——燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量；

R ——核算时段内锅炉燃料耗量，t；

q_4 ——锅炉机械不完全燃烧热损失，%；

η_s ——脱硫效率，%；

S_{ar} ——收到基硫的质量分数，%。

8.1.3 采用干法/半干法烟气脱硫工艺时，脱硫副产物产生情况可由脱硫工艺供应商提供。

8.1.4 物料衡算法中相关参数取值参见附录 B。

8.2 实测法

使用锅炉的单位应建立固体废物台账登记制度，统计各固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用处置等信息，其中废脱硝催化剂等危险废物应建立与生产记录相衔接的专门台账，据此核算各固体废物源强。

8.3 类比法

同 5.2。

8.4 产污系数法

同 5.4。

9 其他

9.1 源强核算过程中，工作程序、源强识别、核算方法及参数选取应符合要求。

9.2 如存在其他有效的源强核算方法，也可以用于核算污染源源强，但须提供源强核算过程及参数取值，给出核算方法的适用性分析及不能采用本标准推荐方法的理由。

9.3 对于没有实际运行经验的生产工艺、污染治理技术等，可参考工程化实验数据确定污染源源强。

附录 A

(资料性附录)

锅炉污染源源强核算结果及相关参数列表形式

表 A.1 废气污染源源强核算结果及相关参数一览表

工序/生产线	装置	污染源	污染物	污染物产生			治理措施		污染物排放				排放时间/h		
				核算方法	烟气量/(m ³ /h)	质量浓度/(mg/m ³)	产生量/(kg/h)	工艺	效率/%	核算方法	烟气量/(m ³ /h)	质量浓度/(mg/m ³)		排放量/(kg/h)	
一期工程	#1 锅炉	锅炉烟囱 (正常工况)	颗粒物												
			二氧化硫												
			氮氧化物												
			汞及其化合物												
		锅炉烟囱 (非正常工况)	颗粒物												
			二氧化硫												
			氮氧化物												
			汞及其化合物												
.....															
.....															

注：新（改、扩）建工程燃料有多种设计值时，污染源源强应填写选定核算方法计算出的最大值。

表 A.2 废水污染源源强核算结果及相关参数一览表

工序/ 生产线	装置	污染源	污染物	进入锅炉房综合污水处理站污染物情况			治理措施		回用	污染物排放				排放时间/ d
				废水量/ (m ³ /d)	质量浓度/ (mg/L)	产生量/ (kg/d)	工艺	效率/ %	回用量/ (m ³ /d)	核算 方法	废水量/ (m ³ /d)	排放质量 浓度/ (mg/L)	排放量/ (kg/d)	
一期 工程	锅炉房 废水排 口	锅炉房 废水排 口	化学需氧量 (COD)											
			氨氮											
													
.....														

表 A.3 噪声污染源源强及相关参数一览表

工序/生产线	装置	噪声源	声源类型 (偶发、频发等)	噪声产生量		降噪措施		噪声排放量		持续时间/ h
				核算方法	声源表达量/ dB(A)	工艺	降噪效果/ dB(A)	核算方法	声源表达量/ dB(A)	
一期工程	#1 锅炉	碎煤机								
		磨煤机								
		锅炉给水泵								
		鼓风机								
		引风机								
		空压机								
		氧化风机								
		增压风机								
		浆液循环泵								
									
.....										

注：声源表达量：A 声功率级 (L_{Aw})，或中心频率为 63~8000 Hz 8 个倍频带的声功率级 (L_w)；距离声源 r 处的 A 声级 [$L_{A(r)}$] 或中心频率为 63~8000 Hz 8 个倍频带的声压级 [$L_{P(r)}$]。

表 A.4 固体废物污染源强核算结果及相关参数一览表

工序/生产线	装置	固体废物名称	固废属性（一般废物、危险废物）	产生量		处置措施		处置去向
				核算方法	产生量/（t/a）	工艺	处置量/（t/a）	
一期工程	锅炉	炉渣						
							
	脱硝系统	废脱硝催化剂						
							
	除尘系统	飞灰						
		废弃除尘布袋						
							
	脱硫系统	脱硫石膏						
							
	水处理系统	脱硫废水处理站污泥						
		含油废水处理站污泥						
		废离子交换树脂						
							
	其他	废矿物油						
.....								
.....								

附录 B

(资料性附录)

锅炉废气污染源源强核算参数参考值

B.1 锅炉废气污染源源强核算参数优先采用实测资料取值，其次采用锅炉生产商热平衡计算、控制性能保证值等资料取值；锅炉启动、停炉等阶段燃烧不稳定，氮氧化物浓度类比同类、同等技术水平锅炉实测值。对于现有工程污染源源强核算参数应取核算时段内的有效监测数据，并为基于使用量的加权平均值。

B.2 没有实测或相关资料时：锅炉机械不完全燃烧热损失可参考表 B.1；烟气带出的飞灰份额可参考表 B.2；燃料中硫分在燃烧后生成二氧化硫的份额可参考表 B.3；飞灰、炉渣中可燃物含量（含碳量）可在 GB/T 15317、GB/T 17954 限值范围内选取，可燃物含量的取值大小排序为褐煤、烟煤 < 煤矸石 < 贫煤 < 无烟煤；流化床锅炉添加石灰石等脱硫剂的 Ca/S 摩尔比通常为 1.5~2.5，炉内脱硫效率低、燃料硫分低时 Ca/S 摩尔比取低值。

表 B.1 锅炉机械不完全燃烧热损失的一般取值

炉型		$q_4/\%$	炉型		$q_4/\%$
层燃炉	链条炉排炉	5~15	流化床炉	5~27, 2 (生物质)	
	往复炉排炉	7~12	煤粉炉	2~4	

注：燃料挥发分高、灰分低可取低值，取值大小排序一般为褐煤 < 烟煤 < 贫煤 < 无烟煤或煤矸石。

表 B.2 锅炉烟气带出飞灰份额的一般取值

炉型		$d_{f1}/\%$	炉型		$d_{f1}/\%$
层燃炉	链条炉排炉	10~20	流化床炉	40~60	
	往复炉排炉	15~20	煤粉炉	85~95	

注 1：燃料挥发分高、灰分低可取高值，一般的取值大小排序为煤矸石 < 无烟煤、贫煤、烟煤 < 褐煤。
注 2：燃用生物质时，飞灰份额加 30%。

表 B.3 燃料中硫转化率的一般取值

炉型		K
燃煤炉	层燃炉	0.80~0.85
	流化床炉（未加固硫剂）	0.75~0.80
	煤粉炉	0.90
燃生物质炉		0.30~0.50
燃油（气）炉		1.00

B.3 没有实测或相关资料时：锅炉炉膛出口 NO_x 浓度可参考表 B.4；锅炉烟气脱硝、除尘、脱硫常规技术的一般性能可参考表 B.5、表 B.6、表 B.7；烟气 SCR 脱硝、除尘和湿法脱硫

等污染防治设施对汞及其化合物具有协同脱除效果，脱除效率约 70%。国家或地方发布锅炉烟气污染防治技术规范性文件或手册后，从其规定。

表 B.4 锅炉炉膛出口 NO_x 浓度范围

炉型		质量浓度范围/ (mg/m ³)
燃煤炉	层燃炉	100~600
	流化床炉	100~300
	煤粉炉	100~600
燃生物质炉		100~600
燃油炉		100~800
燃气炉		30~300

表 B.5 烟气脱硝常规技术的一般性能

措施		NO _x 脱除效率/%
选择性催化还原法 (SCR)		50~90
选择性非催化还原法 (SNCR)	层燃炉	30~50
	流化床炉	60~80
	煤粉炉	30~40
SNCR+SCR 联合法		55~85

注：采取优化烟气流场、增加催化剂装载量（提高单层尺寸或层数）等措施可适当提高脱硝效率。

表 B.6 烟气除尘常规技术的一般性能

措施		颗粒物脱除效率/%
干式	静电除尘器	96~99.9
	袋式除尘器	99~99.99
	电袋除尘器	99~99.99
湿式	湿式电除尘器	70~90

注：采用湿法脱硫时，可协同脱除 50~70%的颗粒物，一般情况取 50%，如取高效率应提供相应证明材料。

表 B.7 烟气脱硫常规技术的一般性能

措施		SO ₂ 脱除效率/%
湿法	石灰石/石灰-石膏法	90~99
	氧化镁法	90~99
	钠碱（双碱）法	90~99
	氨法	90~99
干法/半干法	烟气循环流化床法	80~95
	炉内喷钙法	30~90

附录 C
(资料性附录)
烟气量的计算

C.1 有实测数据时，标准状态下的干烟气排放量应采用实测值。标准状态下的干烟气排放量用式 (C.1) 计算。

$$V_g = V_s \times \left(1 - \frac{X_{H_2O}}{100} \right) \quad (C.1)$$

式中： V_g ——每台锅炉干烟气排放量， m^3/h ；

V_s ——每台锅炉湿烟气排放量， m^3/h ；

X_{H_2O} ——烟气含湿量，%。

C.2 对于 1kg 固体或液体燃料，有元素成分分析时理论空气量用式 (C.2) 计算。

$$V_0 = 0.0889(C_{ar} + 0.375S_{ar}) + 0.265H_{ar} - 0.0333O_{ar} \quad (C.2)$$

式中： V_0 ——理论空气量， m^3/kg ；

C_{ar} ——收到基碳的质量分数，%；

S_{ar} ——收到基硫的质量分数，%；

H_{ar} ——收到基氢的质量分数，%；

O_{ar} ——收到基氧的质量分数，%。

对于 $1 m^3$ 气体燃料，理论空气量可按其气体组成用式 (C.3) 计算。

$$V_0 = 0.0476 \left[0.5\varphi(CO) + 0.5\varphi(H_2) + 1.5\varphi(H_2S) + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \varphi(C_mH_n) - \varphi(O_2) \right] \quad (C.3)$$

式中： V_0 ——理论空气量， m^3/m^3 ；

$\varphi(CO)$ ——一氧化碳体积分数，%；

$\varphi(H_2)$ ——氢体积分数，%；

$\varphi(H_2S)$ ——硫化氢体积分数，%；

$\varphi(C_mH_n)$ ——烃类体积分数，%， m 为碳原子数， n 为氢原子数；

$\varphi(O_2)$ ——氧体积分数，%。

C.3 锅炉中实际燃烧过程是在过量空气系数 $\alpha > 1$ 的条件下进行的，1kg 固体或液体燃料产生的烟气排放量可用式 (C.4) 计算。

$$V_{RO_2} = V_{CO_2} + V_{SO_2} = 1.866 \times \frac{C_{ar} + 0.375S_{ar}}{100} \quad (C.4)$$

$$V_{N_2} = 0.79V_0 + 0.8 \times \frac{N_{ar}}{100}$$

$$V_g = V_{RO_2} + V_{N_2} + (\alpha - 1)V_0$$

$$V_{H_2O} = 0.111H_{ar} + 0.0124M_{ar} + 0.0161V_0 + 1.24G_{wh}$$

$$V_s = V_g + V_{H_2O} + 0.0161 \times (\alpha - 1)V_0$$

式中： V_{RO_2} ——烟气中二氧化碳（ V_{CO_2} ）和二氧化硫（ V_{SO_2} ）容积之和， m^3/kg ；

C_{ar} ——收到基碳的质量分数，%；

S_{ar} ——收到基硫的质量分数，%；

V_{N_2} ——烟气中氮气量， m^3/kg ；

N_{ar} ——收到基氮的质量分数，%；

V_0 ——理论空气量， m^3/kg ；

V_g ——干烟气排放量， m^3/kg ；

α ——过量空气系数，燃料燃烧时实际空气供给量与理论空气需要量之比，燃煤锅炉、燃油锅炉及燃气锅炉的规定过量空气系数分别为 1.75、1.2，对应基准氧含量分别为 9%、3.5%；

V_{H_2O} ——烟气中水蒸气量， m^3/kg ；

H_{ar} ——收到基氢的质量分数，%；

M_{ar} ——收到基水分的质量分数，%；

G_{wh} ——雾化燃油时消耗的蒸汽量， kg/kg ；

V_s ——湿烟气排放量， m^3/kg 。

对于 $1m^3$ 气体燃料，烟气排放量仍用式（C.4）计算，但 V_{RO_2} 、 V_{N_2} 、 V_{H_2O} 按气体燃料组成按式（C.5）计算。

$$V_{RO_2} = 0.01[\varphi(CO_2) + \varphi(CO) + \varphi(H_2S) + \sum m\varphi(C_mH_n)]$$

$$V_{N_2} = 0.79V_0 + \frac{\varphi(N_2)}{100} \quad (C.5)$$

$$V_{H_2O} = 0.01\left[\varphi(H_2S) + \varphi(H_2) + \sum \frac{n}{2}\varphi(C_mH_n) + 0.124d\right] + 0.0161V_0$$

式中： V_{RO_2} ——烟气中二氧化碳和二氧化硫容积之和， m^3/m^3 ；

$\varphi(CO_2)$ ——二氧化碳体积分数，%；

$\varphi(CO)$ ——一氧化碳体积分数，%；

$\varphi(H_2S)$ ——硫化氢体积分数，%；

$\varphi(C_mH_n)$ ——烃类体积分数，%， m 为碳原子数， n 为氢原子数；

V_{N_2} ——烟气中氮气量， m^3/m^3 ；

V_0 ——理论空气量, m^3/m^3 ;

$\varphi(\text{N}_2)$ ——氮体积分数, %;

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ ——烟气中水蒸气量, m^3/m^3 ;

$\varphi(\text{H}_2)$ ——氢体积分数, %;

d ——气体燃料中含有的水分, 一般取 $10\text{g}/\text{kg}$ (干空气)。

C.4 没有元素分析时, 理论空气量、湿烟气排放量可用经验公式计算。

a) 固体燃料

$$\begin{aligned} V_{daf} \geq 15\% \text{ 的贫煤和烟煤: } V_0 &= 0.251 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 0.278 \\ V_{daf} < 15\% \text{ 的贫煤和无烟煤: } V_0 &= 0.241 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 0.61 \end{aligned} \quad (\text{C.6})$$

$$V_s = 0.248 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 0.77 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

$$Q_{\text{net}, ar} < 12560 \text{ kJ/kg 的劣质煤: } V_0 = 0.241 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 0.455 \quad (\text{C.7})$$

$$V_s = 0.248 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 0.54 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

b) 液体燃料

$$V_0 = 0.203 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 2 \quad (\text{C.8})$$

$$V_s = 0.265 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

c) 气体燃料

$$Q_{\text{net}, ar} < 10467 \text{ kJ/m}^3: V_0 = 0.209 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} \quad (\text{C.9})$$

$$V_s = 0.173 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} + 1.0 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

$$Q_{\text{net}, ar} > 10467 \text{ kJ/m}^3: V_0 = 0.260 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} - 0.25 \quad (\text{C.10})$$

$$V_s = 0.272 \frac{Q_{\text{net}, ar}}{1000} - 0.25 + 1.0161(\alpha - 1)V_0$$

式中: V_{daf} ——干燥无灰基挥发分的质量分数, %;

V_0 ——理论空气量, m^3/kg 或 m^3/m^3 ;

$Q_{\text{net}, ar}$ ——收到基低位发热量, kJ/kg 或 kJ/m^3 ;

V_s ——湿烟气排放量， m^3/kg 或 m^3/m^3 ；

α ——过量空气系数。

C.5 没有元素分析时，干烟气排放量的经验公式计算参照 HJ 953。

C.6 流化床锅炉添加石灰石等脱硫剂时，脱硫剂中 CaCO_3 会分解产生 CO_2 ，当 Ca/S 摩尔比 1.5~2.5 时增加的烟气量占比一般 $<0.3\%$ ，计算时可忽略。

石灰石煅烧分解吸热和脱硫反应放热之和比燃料收到基低位发热量一般要小 2 个数量级以上，计算时可忽略。

C.7 锅炉燃烧过程较复杂，可采用锅炉生产商热平衡计算资料中基于热力平衡参数给出的烟气量。

附录 D

(资料性附录)

锅炉相关设备噪声源强参考值

锅炉相关设备噪声源声压级及常见降噪措施见表 D.1。

表 D.1 锅炉相关设备噪声源声压级及常见降噪措施一览表

序号	主要声源设备	声频特性	监测位置	声压级/ (dB(A))	常见隔声措施
1	碎煤机	中低频	设备外 1m	85~95	隔声罩壳、厂房隔声
2	磨煤机	中低频	设备外 1m	85~100	厂房隔声
3	锅炉给水泵	宽频分布	设备外 1m	70~90	隔声罩壳、厂房隔声
4	燃气(油)锅炉	宽频分布	结构外 1m	70~90	隔声封闭
5	鼓风机	中低频	吸风口外 3m	75~90	进风口消声器 管道外壳阻尼
6	流化风机	中低频	罩壳外 1m	75~90	进风口消声器 管道外壳阻尼
7	引风机	中低频	罩壳外 1m	75~90	隔声罩壳、管道外壳 阻尼、隔声小间
8	空压机	中低频	吸风口外 1m	75~90	厂房隔声 进风口消声器
9	氧化风机	中低频	吸风口外 1m	75~90	进风口消声器 隔声小间
10	增压风机	中低频	罩壳外 1m	75~90	进风口消声器 隔声小间
11	浆液循环泵	中低频	设备外 1m	75~90	厂房隔声 隔声罩壳 隔声小间
12	锅炉排汽口	中高频	排汽口外 2m	100~120	消声器

注：本表罩壳为设备自带罩壳，罩壳外声压级已考虑自带罩壳隔声效果。