

山东省地方标准

锅炉大气污染物排放标准

修订说明

(征求意见稿)

标准编制组

二〇一七年十一月

目录

一、标准修订必要性	1
(一)改善大气环境质量的需要.....	1
(二)调整我省能源、产业结构的需要	1
(三)满足环境管理工作的需要.....	2
(四)标准管理的要求.....	3
二、现状分析.....	3
(一)基本情况.....	3
(二)超低排放改造情况.....	3
(三)主要大气污染物排放情况.....	3
三、标准修订主要内容	4
(一)对锅炉重新分类.....	4
(二)增加了全省大气污染物分区排放控制要求	4
(三)调整了标准的执行时段.....	5
1.关于标准执行时段的相关要求	5
2.执行时段调整方案	7
(四)调整了大气污染物排放限值要求	8
1.现有锅炉.....	8
2.新建锅炉.....	10
四、达标可行性分析	11
(一)燃煤锅炉超低排放.....	11
(二)燃油、燃气、其他燃料锅炉	12

(三)主要污染物达标可行性.....	12
五、效益分析.....	18

一、标准修订必要性

(一)改善大气环境质量的需要

近年来，环境质量不断改善，大气污染治理工作取得明显成效。根据 2016 年山东省环境公报，全省 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 年平均浓度分别为 $66\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $38\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，分别较 2015 年同比改善 13.2%、8.4%、22.2% 和 7.3%；“蓝天白云，繁星闪烁”天数平均为 248.9 天，同比增加 34.2 天；重污染天数为 23.1 天，同比减少 6.8 天；环境空气质量综合指数平均为 6.74，同比改善 9.7%。

但我省大气环境污染形势仍不容乐观，仅有威海市空气质量达到国家二级标准，其他各市距离达标（ $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 年平均浓度分别为 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）差距仍然较大，要实现《山东省 2013 - 2020 年大气污染防治规划》(鲁政发〔2013〕12 号)提出的“到 2020 年，全省环境空气质量基本达标”的目标，全省大气污染治理工作仍面临较大压力。为此，需进一步提高大气污染物排放标准，减少污染物排放。

(二)调整我省能源、产业结构的需要

我省能源结构以燃煤为主。2015 年，山东省能源消耗量为 3.68 亿吨标准煤，其中煤品消耗量仍占 79.48%，煤炭消费比重过大。我省产业结构偏重，高污染、高消耗行业占比较高，工业锅炉量大面广，污染物产生量和排放量较大，对

大气污染物浓度贡献率较高，是造成大气污染的重要原因之一。通过提高锅炉的排放标准，有利于淘汰一批规模小、工艺落后、达标治理无望的小锅炉，引导一批小锅炉通过清洁能源替代实现达标排放，推动一批有一定规模的燃煤锅炉进行超低排放改造，从而推动我省能源、产业结构调整，有效改善大气环境质量。

(三)满足环境管理工作的需要

锅炉大气污染物排放标准是工业锅炉污染防治的重要依据。《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37/2376—2013)(以下简称《锅炉标准》)发布实施以来对控制我省锅炉大气污染物排放和推动技术进步发挥了重要作用。今年来，为进一步缓解大气污染防治压力，持续推进大气环境质量提升，国家和省对部分重点区域提出更高的控制要求。2013 年和 2017 年，环保部、山东省政府陆续发布相关文件，对 7 个传输通道城市(济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市)和国家划定的重点控制区（济南、青岛、淄博、潍坊、日照 5 市）提出执行国家污染物特别排放限值的要求。为全面改善我省大气环境质量，2016 年 9 月，省环保厅、省质监局《关于批准发布<山东省南水北调沿线水污染物排放标准>等 7 项标准修改单的通知》，提出了全面推进燃煤锅炉超低排放改造的要求。

上述任务、举措和管理需求急需通过《锅炉标准》修订，

为相关规划、方案的落实提供数字法规支撑和执法依据。

(四)标准管理的要求

2017年2月，山东省质量技术监督局印发的《山东省强制性地方标准整合精简结论的公告》（鲁质监标字〔2017〕42号），要求对《山东省锅炉大气污染物排放标准》（DB37/2374—2013）组织开展修订工作。

二、现状分析

(一)基本情况

根据各市大气污染物标准执行情况统计结果，截至2017年3月，山东省共有65t/h及以下工业锅炉1922台，其中燃煤锅炉1292台，燃气锅炉445台，燃油锅炉40台，其他燃料锅炉145台。

(二)超低排放改造情况

目前全省燃煤锅炉超低排放改造进展顺利。全省纳入超低排放改造计划的1156台10t/h以上燃煤锅炉，已有732台完成超低排放改造，完成率为63.32%。

(三)主要大气污染物排放情况

通过对省控及以上重点监管企业自行监测信息统计，共收集了30家企业工业锅炉(65t/h及以下)主要大气污染物的在线监控数据(月均值)，其中燃煤锅炉62台，燃气锅炉5台。燃煤锅炉颗粒物平均排放浓度为 $7.9\text{mg}/\text{m}^3$ ，最大值 $17.9\text{mg}/\text{m}^3$ ，最小值 $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化硫平均排放浓度为

44.95mg/m³，最大值 199mg/m³，最小值 0.44mg/m³；氮氧化物平均排放浓度为 143.41mg/m³，最大值 271mg/m³，最小值 15.9mg/m³。燃气锅炉暂无颗粒物排放在线数据；二氧化硫平均排放浓度为 8.03mg/m³，最大值 24.2mg/m³，最小值 1.39mg/m³；氮氧化物平均排放浓度为 64.17mg/m³，最大值 93.2mg/m³，最小值 20.1mg/m³。

三、标准修订主要内容

(一)对锅炉重新分类

原《锅炉标准》将工业锅炉分为三类(燃煤锅炉、燃油锅炉和燃气锅炉)，其他燃料锅炉参照燃煤锅炉大气污染物排放浓度限值执行。后续国家标准单独对燃煤锅炉提出了超低排放和特别排放限值控制要求，其他燃料锅炉由于污染防治设备改造存在一定技术障碍等问题，尚未提出控制要求。

为与国家相关要求做好衔接，在本次标准修订将工业锅炉重新进行分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉和其他燃料锅炉四类。对使用型煤、水煤浆、煤矸石、石油焦、油页岩、生物质成型燃料等其他燃料锅炉单独提出大气污染物排放浓度限值控制要求，不再参照燃煤锅炉有关标准执行。

(二)增加了全省大气污染物分区排放控制要求

为了与《山东省区域性大气污染物综合排放标准》(DB37/2376—2013)(以下简称《区域标准》)第四时段做好衔接，本次标准修订依据全省三类控制区(核心控制区、重点

控制区、一般控制区)划分结果,增加了大气污染物分区排放控制要求。

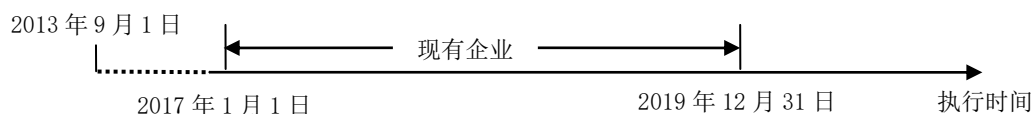
(三)调整了标准的执行时段

1.关于标准执行时段的相关要求

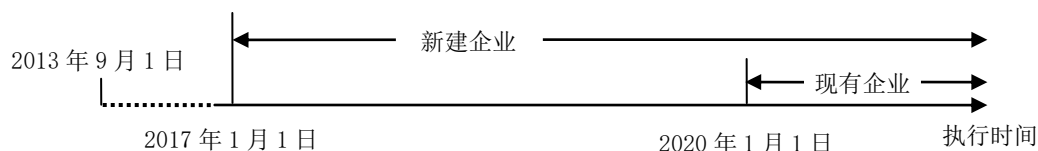
一是《区域标准》,要求现有企业自 2017 年 1 月 1 日起至 2019 年 12 月 31 日止执行第三时段排放浓度限值,2020 年 1 月 1 日起按所在控制区执行第四时段排放浓度限值;新建企业自 2017 年 1 月 1 日起按所在控制区执行第四时段排放浓度限值。

二是《锅炉标准》超低排放修改单,要求现有燃煤锅炉自 2019 年 1 月 1 日起,新建及已完成超低排放改造的燃煤锅炉自 2016 年 9 月 20 日起,执行超低排放限值要求,具体执行时间如图 1。

《区域标准》**第三时段**执行时间：



《区域标准》**第四时段**执行时间：



《锅炉标准》**超低排放修改单**执行时间：



图1 《区域标准》及《锅炉标准》超低排放修改单执行时间示意图

三是国家和省提出了实施特别排放限值的相关要求。(1)环保部发布的《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》(公告2013第14号)要求，燃煤锅炉在相应的排放标准修订完善并明确了特别限值后执行相关要求。(2)省政府办公厅印发的《山东省<京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案>实施细则》(鲁政办字〔2017〕54号)要求，2017年9月底前，7个传输通道城市和青岛、潍坊、日照三市行政区域内所有**燃煤锅炉**执行国家相关特别排放限值。(3)省委办公厅、省政府办公厅印发的《2017年环境环保突出问题综合整治攻坚方案》(鲁厅字〔2017〕35号)要求，2017年10月1日起，7个传输通道城市**锅炉行业**需执行国家大气污染物特

别排放限值。

2.执行时段调整方案

综合考虑上述执行时段和排放限值的相关要求，本次标准修订将作如下调整。

(1)2016年9月19日前建成投产或环境影响评价文件已通过审批的**燃煤锅炉**，自本标准实施之日起至2018年12月31日止，不分控制区执行表1中的排放浓度限值。

2016年12月31日前建成投产或环境影响评价文件已通过审批的**燃油、燃气和其他燃料锅炉**，自本标准实施之日起至2019年12月31日止，不分控制区执行本标准表1中的排放浓度限值。

(2)2016年9月20日起至本标准实施之日前环境影响评价文件通过审批的**燃煤锅炉**建设项目，2017年1月1日起至本标准实施之日前环境影响评价文件通过审批的**燃油、燃气和其他燃料锅炉**建设项目，以及**新建锅炉**项目，自本标准实施之日起按所在控制区执行表2中的排放浓度限值。

(3)2019年1月1日起，现有燃煤锅炉按所在控制区执行表2中的排放浓度限值。2020年1月1日起，现有燃油、燃气和其他燃料锅炉按所在控制区执行本标准表2中的排放浓度限值。

(四)调整了大气污染物排放限值要求

1.现有锅炉

(1)燃煤锅炉

修订前：现有燃煤锅炉执行《区域标准》第三时段排放限值，即颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度执行 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 。汞及其化合物、烟度林格曼黑度分别执行《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37/ 2374—2013)中 $0.05\text{ mg}/\text{m}^3$ 和 1 级。

修订后：依据《山东省<京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案>实施细则》(鲁政办字〔2017〕54 号)，2017 年 9 月底前，7 个传输通道城市和青岛、潍坊、日照 3 个市共 10 个设区市行政区域内所有燃煤锅炉执行国家相关标准中污染物特别排放限值要求。因颗粒物、二氧化硫浓度限值已严于或等于国家特别排放限值，氮氧化物排放限值低于国家特别排放限值，为此，7 个传输通道城市和青岛、潍坊、日照 3 市燃煤锅炉的氮氧化物排放限值调整为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 。其他各市现有燃煤锅炉氮氧化物排放限值仍执行 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 。汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值不变。

(2)燃油、燃气和其他燃料锅炉

修订前：现有燃油和其他燃料锅炉执行《区域标准》第三时段排放限值，见表 1。其他燃料锅炉排放汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值分别执行《山东省锅炉大气污染物

排放标准》(DB37/ 2374—2013)中 0.05 mg/m³和 1 级。

修订后：依据《2017 年环境环保突出问题综合整治攻坚方案》(鲁厅字〔2017〕35 号)，2017 年 10 月 1 日起，7 个传输通道城市内**锅炉行业**需执行国家大气污染物特别排放限值。与《山东省<京津冀及周边地区 2017 年大气污染防治工作方案>实施细则》(鲁政办字〔2017〕54 号)相比，对于 7 个“传输通道”内城市执行国家特别排放限值的锅炉由燃煤锅炉扩展到所有锅炉行业。因燃油锅炉、燃气锅炉和其他燃料锅炉颗粒物、二氧化硫浓度限值已严于或等于国家特别排放限值，氮氧化物排放限值低于国家特别排放限值，为此，7 个传输通道城市燃油、燃气和其他燃料锅炉的氮氧化物排放限值分别调整为 200mg/m³、150mg/m³、200mg/m³。其他市各市现有燃油、燃气和其他燃料锅炉限值不变（见表 1）。其他燃料锅炉排放汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值分别执行《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37/ 2374—2013)中 0.05 mg/m³和 1 级。

表1 现有锅炉大气污染物排放浓度限值

污染物项目	燃油锅炉	燃气锅炉	其他燃料锅炉	监控位置
颗粒物	20	10	20	烟囱排放口
二氧化硫	100	50	200	
氮氧化物	250 (200) ^b	200 (150) ^b	300 (200) ^b	
汞及其化合物	—	—	0.05	
烟气林格曼黑度（级）	1.0			

^a 济南、青岛、淄博、济宁、潍坊、日照、德州、聊城、滨州、菏泽十市的燃煤锅炉执行该限值。

^b 济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽七市的燃油、燃气和其他燃料锅炉执行该限值。

2.新建锅炉

(1)核心控制区及重点控制区排放限值

目前,《区域标准》核心控制区和重点控制区颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度限值已严于或等于国家锅炉标准超低排放限值和特别排放限值,因此,本标准核心控制区和重点控制区排放限值仍按照《区域标准》第四时段有关要求执行。燃煤锅炉、其他燃料锅炉排放汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值分别执行《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37/ 2374—2013)中 0.05 mg/m³ 和 1 级。

(2)一般控制区排放限值

修订前:《区域标准》第四时段一般控制区,燃煤锅炉、燃油锅炉、其他燃料锅炉颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度限值分别为 20mg/m³、100mg/m³、200mg/m³。燃气锅炉颗粒物、二氧化硫、氮氧化物浓度限值分别为 10mg/m³、50mg/m³、200mg/m³。燃煤锅炉、其他燃料锅炉排放汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值分别执行《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37/ 2374—2013)中 0.05 mg/m³ 和 1 级。

修订后:关于燃煤锅炉。根据《锅炉标准》超低排放修改单(鲁质监标发〔2016〕46号)要求,2016年9月19日起,新建燃煤锅炉执行超低排放限值,即颗粒物、二氧化硫、氮氧化物分别执行 10mg/m³、50mg/m³、100mg/m³;现有燃

煤锅炉自 2019 年 1 月 1 日起颗粒物、二氧化硫、氮氧化物分别执行 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $200\text{mg}/\text{m}^3$ （济南、青岛、淄博、潍坊、日照 5 市氮氧化物执行 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ）。汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值不变。

关于燃气锅炉。依据《2017 年环境环保突出问题综合整治攻坚方案》(鲁厅字〔2017〕35 号)，2017 年 10 月 1 日起，7 个传输通道城市内**锅炉行业**需执行国家大气污染物特别排放限值。为此，需将 7 个传输通道城市内低于国家特别排放限值要求的**燃气锅炉氮氧化物**由为 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 调整为 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 。颗粒物、二氧化硫排放限值不变，通道城市之外的其他城市燃气锅炉氮氧化物排放限值不变。

燃油和其他燃料锅炉。颗粒物、二氧化硫、氮氧化物限值未进行调整。汞及其化合物、烟度林格曼黑度排放限值不变。

四、达标可行性分析

(一)燃煤锅炉超低排放

2016 年，《锅炉标准》超低排放修改单发布时虽已对燃煤锅炉超低排放技术可行性进行论证，但实际应用案例较少。本次标准修订调研发现，全省 1156 台 $10\text{t}/\text{h}$ 以上燃煤锅炉，732 台完成超低排放改造并达标排放，完成率为 63.32%。通过对省控及以上重点监管企业自行监测信息统计，65%的燃煤锅炉企业颗粒物平均排放浓度小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，64%的燃煤

锅炉企业二氧化硫平均排放浓度小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ，75%的燃煤锅炉企业氮氧化物平均排放浓度小于 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 。达标率与完成率比率基本一致。因此，实践改造情况表明燃煤锅炉超低排放限值具有达标可行性。

(二)燃油、燃气、其他燃料锅炉

因燃油、燃气及其他燃料锅炉排放限值仅与国家锅炉标准和省《区域标准》相关要求做好衔接，本次未进一步对其排放限值进行调整，达标可行性已在《区域标准》中进行充分论证，本次标准修订不再进行赘述。

(三)主要污染物达标可行性

(1)颗粒物

烟气除尘技术主要采用电除尘、电袋复合除尘和袋式除尘技术。

电除尘技术依据电极表面灰的清除是否用水，分为干式电除尘和湿式电除尘。电除尘技术具有除尘效率高、使用范围广、运行费用低、使用维护方便、无二次污染等优点，但其除尘效率受煤、灰成分等影响较大，且占地面积较大。除尘效率为 $99.20\% \sim 99.85\%$ ，出口烟尘浓度可达到 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。目前，颗粒物实现超低达标排放，主要的方式是采用湿式电除尘技术，可以实现颗粒物排放限值在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，甚至达到 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

袋式除尘技术是利用纤维织物的拦截、惯性、扩散、重

力、静电等协同作用对含尘气体进行过滤的技术。袋式除尘技术除尘效率基本不受燃烧煤种、烟尘比电阻和烟气工况变化等影响，占地面积小，控制系统简单，可实现较为稳定的低排放。除尘效率为 99.50%~99.99%，出口烟尘浓度可控制在 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，当采用高精过滤滤料时，出口烟尘浓度可以实现 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

电袋复合除尘技术是电除尘与袋式除尘有机结合的一种复合除尘技术。一体式电袋复合除尘器技术最为成熟，应用最为广泛。电袋复合除尘技术具有长期稳定低排放、运行阻力低、滤袋使用寿命长、运行维护费用低、占地面积小、使用范围广的特点。除尘效率为 99.50%~99.99%，出口烟尘浓度通畅在 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。超净电袋复合除尘技术可实现出口烟尘浓度长期稳定小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。耦合增强电袋复合除尘技术可实现除尘器出口烟尘浓度小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(2) 二氧化硫

除燃煤锅炉选用低硫煤来控制二氧化硫排放外，根据脱硫过程，可分为燃烧前脱硫、燃烧中脱硫和燃烧后脱硫(又称烟气脱硫)。

燃烧前脱硫被广泛应用的是煤的洗选脱硫，经洗选后，可降低原煤中硫含量 40%~90%。除洗选脱硫外，还有煤的液化或气化加工脱硫，重油加氢脱硫等，但成本较高，应用范围有限。

燃烧中炉内脱硫技术主要有炉内喷洒吸收剂技术和燃用固硫型煤技术及低氧燃烧技术。炉内喷洒吸收剂技术主要是循环流化床锅炉使用炉内喷钙脱硫，脱硫效率在 50% ~ 70%。固硫型煤技术是向煤粉中加入粘结剂和固硫剂，压制成具有一定形状的块状燃料，脱硫率可达 40% ~ 60%。低氧技术是在炉膛出口过剩空气系数为 1.03 ~ 1.05 的燃烧技术，减少 SO_2 和 SO_3 的形成，此种技术在平衡通风中难以实现，一般用于微正压的燃油炉。

烟气脱硫技术分为湿法、干法和半干法三种工艺。湿法脱硫工艺运用比较广泛的有石灰石-石膏法、氧化镁法、氨法、钠碱法、双碱法等。湿法脱硫等可以实现二氧化硫达到 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。湿法脱硫工艺选择使用钙基、镁基、海水和氨等碱性物质作为液态吸收剂，在实现 SO_2 达标或超低排放的同时，具有协同除尘功效，辅助实现颗粒物超低排放。

石灰石-石膏湿法脱硫技术以含石灰石粉的浆液为吸收剂，吸收烟气中 SO_2 、HF 和 HCL 等酸性气体。石灰石-石膏湿法脱硫技术成熟，可根据入口烟气条件和排放要求，通过改变物理传质系数或化学吸收效率等调节脱硫效率，可长期稳定运行并实现达标排放。脱硫效率为 95.0% ~ 99.7%，还可部分去除烟气中的 SO_3 、颗粒物和重金属。石灰石-石膏法占地面积较大，一次性建设投资大。

双碱法是可溶性的碱在塔内与二氧化硫反应生成可溶

性盐，在塔内添加脱硫剂进行再生，并经过絮凝、沉淀、除渣等操作后将清液返回吸收塔重新吸收 SO_2 。双碱法脱硫效率高(大于 80%)，但系统比较复杂，占地面积较大。

氧化镁法是用氧化镁熟化后生成的乳液作为吸收剂吸收 SO_2 。氧化镁法脱硫效率高(大于 80%)，低液气比、低能耗、运行稳定可靠。

烟气循环流化床脱硫技术利用循环流化床反应器，通过吸收塔内与塔外的吸收剂的多次循环，增加吸收剂与烟气接触时间，提高脱硫效率和吸收剂的利用率。烟气循环流化床脱硫技术具有工艺流程简洁、占地面积小、节能节水等特点。脱硫效率为 93%~98%，吸收塔入口 SO_2 浓度低于 3000mg/m^3 时出口 SO_2 浓度可达到 100mg/m^3 以下，入口 SO_2 浓度低于 1500mg/m^3 时出口 SO_2 浓度可达到 35mg/m^3 以下。

氨法脱硫技术是溶解于水中的氨与烟气中的 SO_2 发生反应，最终副产品为硫酸铵。氨法脱硫效率高、无废渣排放、低液气比、低能耗，适用于高硫煤，可在较小的液气比条件下实现 95%以上的脱硫效率，但要求入口烟气含尘量小于 35mg/m^3 。副产品硫酸铵作为化肥原料，可实现资源回收利用。脱硫效率为 95.0%~99.7%。

(3)氮氧化物

氮氧化物控制技术包括低氮燃烧技术和烟气脱硝技术。锅炉低氮燃烧技术与烟气脱硫技术配合使用实现氮氧化物

达标排放或超低排放。

低氮燃烧技术是通过改进燃烧技术来降低氮氧化物生成和排放的技术。低氮燃烧技术仅需对锅炉内部进行改造，适用性强，在氮氧化物达标工艺中可优先考虑。低氮燃烧技术氮氧化物减排率可达 20%~50%，并且一般不增加能耗。层燃炉可通过改炉拱和合理配风、烟气再燃、混燃技术实现低氮燃烧；煤粉炉、燃油锅炉、燃气锅炉可以通过安装低氮燃烧器来实现。

烟气脱硫技术分为选择性催化还原技术(SCR)、选择性非催化还原技术(SNCR)两种。选择性催化还原技术(SCR)是利用脱硝还原剂(液氮、氨水、尿素等)，在催化剂作用下选择性地将烟气中地 NO_x (主要是 NO 、 NO_2)还原成氮气(N_2)和水(H_2O)，从而达到脱除 NO_x 的目的。选择性非催化还原技术(SNCR)是在不使用催化剂的情况下，在炉膛烟气温度适宜处喷入含氨基的还原剂(一般为氨水或尿素等)，利用炉内高温促使氨和 NO_x 反应，将烟气中的 NO_x 还原为 N_2 和 H_2O 。

SCR 脱硝技术需要在锅炉省煤器与空气预热器之间设置 SCR 反应器，对场地有一定要求，初始投资和运行成本较高，但对煤质变化等具有较强的适应性。SCR 脱硝技术的脱硝效率为 50%~90%，能耗主要来自于风机的电耗。SNCR 技术与 SCR 技术相比，不需要催化反应器，占地面积较小，初始投资低，建设周期短，改造方面，运行维护简单，但对

温度窗口要求严格，脱硝反应的窗口温度在 800 ~ 1100℃。SNCR 技术适用于小型煤粉炉和循环流化床锅炉。煤粉炉采用 SNCR 脱硝技术的脱硝效率为 30% ~ 40%，循环流化床锅炉采用 SNCR 脱硝技术的脱硝效率为 60% ~ 80%，SNCR 系统阻力较小，运行能耗低。SNCR 技术受锅炉运行工况波动导致的炉内温度场、流场分布不均影响较大，脱硝效率不稳定，氨逃逸量较大，下游设备存在堵塞和腐蚀的风险。

SNCR-SCR 联合脱硝技术是将 SNCR 与 SCR 组合应用，即在炉膛上部的高温区域(850℃ ~ 1150℃)采用 SNCR 技术脱除部分 NO_x，再在炉外采用 SCR 技术进一步脱除烟气中 NO_x。SNCR-SCR 联合脱硝系统一般由还原剂储存系统、还原剂混合喷射系统、反应器系统及监测控制系统等组成。与 SCR 脱硝技术相比，SNCR-SCR 联合脱硝技术中的 SCR 反应器一般较小，催化剂层数较小，一般利用 SNCR 的逃逸氨进行脱硝。SNCR-SCR 联合脱硝技术的脱硝效率一般为 55% ~ 85%。脱硝系统能耗介于 SNCR 技术和 SCR 技术的能耗之间。

工业锅炉的结构和燃烧方式有别于发电锅炉，运行不稳定，运行方式也不相同，相较电站锅炉而言，锅炉容量较小。烟气量小，烟尘排放规模小。SCR、SNCR 和低氮燃烧技术作为比较成熟的技术已在火力发电厂烟气脱硝中得到广泛应用，但由于锅炉运行不稳定等原因，在工业和采暖锅炉中

应用较少。建议供暖等锅炉复合不连续稳定运行的燃煤锅炉，应选择使用 SCR 法；对于负荷稳定的的生产用锅炉，依据初始烟气氮氧化物浓度及排放标准，选择 SCR 或 SNCR 法。

五、效益分析

本次标准修订对主要指标进行适当加严，可以促进工业锅炉大气污染物总量减排。本次标准实施后，新建企业颗粒物、二氧化硫、氮氧化物分别按照排放限值 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 执行，与《区域标准》第三时段相比，三项指标分别至少减排 50%、50%和 30%。

本次标准修订主要对燃煤锅炉污染物的排放提出了较高的要求，有助于进一步促进清洁能源替代，加快燃煤锅炉超低排放改造进度，淘汰工艺落后、规模较小、污染严重的企业，推动实现能源结构和产业结构调整目标，有效改善环境质量。