

# 燃气锅炉低氮改造工作技术指南

## （试行）

浙江省生态环境厅  
2019年9月



# 前 言

根据国务院《打赢蓝天保卫战三年行动计划》、省政府《浙江省打赢蓝天保卫战三年行动计划》要求，到 2020 年底，全省燃气锅炉要基本完成低氮改造任务。近期，各地反映了实施过程中缺乏技术指导等问题。为推进各地有序开展燃气锅炉低氮改造工作，我厅组织省环境保护科学设计研究院、省特种设备科学研究院等编制了《燃气锅炉低氮改造工作技术指南(试行)》。本技术指南适用于全省燃气锅炉低氮改造的实施和管理，主要规定了燃气锅炉低氮改造范围、路线和方法的技术要点，以及检验检测、档案管理等应遵循的技术要求，供相关单位参考。

浙江省生态环境厅

2019 年 9 月 12 日



# 目 录

1 序言.....	1
1.1 适用范围.....	1
1.2 规范性引用文件.....	1
1.3 术语和定义.....	2
2 改造范围、要求和流程.....	4
2.1 改造范围.....	4
2.2 改造要求.....	4
2.3 改造流程.....	5
3 改造技术方法.....	5
3.1 设计资料收集.....	6
3.2 技术路线及方法分类.....	6
3.3 整体更换锅炉.....	6
3.4 更换/改造燃烧器.....	6
3.5 水冷预混燃烧.....	7
3.6 全预混表面燃烧.....	8
3.7 烟气再循环.....	8
3.8 NO <sub>x</sub> 末端治理.....	9
3.9 监测技术要求.....	9
4 调试、检验检测及档案管理.....	10
4.1 启动与调试.....	10
4.2 检验检测.....	10
4.3 低氮改造档案管理.....	11
附录 A 基础资料.....	12
附录 B 技术路线及方法分类.....	13
附录 C 档案清单及要求.....	14



# 燃气锅炉低氮改造工作技术指南（试行）

## 1 序言

### 1.1 适用范围

本指南适用于全省燃气锅炉低氮改造的实施和管理。本指南规定了燃气锅炉低氮改造范围、路线和方法的技术要点、检验检测、档案管理应遵循的技术要求。

### 1.2 规范性引用文件

下列文件对于本指南的应用是必不可少的。凡是不注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB13223	火电厂大气污染物排放标准
GB13271	锅炉大气污染物排放标准
HJ820	排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉
HJ75	固定污染源烟气（SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、颗粒物）排放连续监测技术规范
TSG G0001	锅炉安全技术监察规程
TSG G0002	锅炉节能技术监督管理规程
TSG G0003	工业锅炉能效测试与评价规则
TSG G08	特种设备使用管理规则
GB/T36699	锅炉用液体和气体燃料燃烧器技术条件
DB33/T800	锅炉运行能效限额及监测技术要求

《中华人民共和国大气污染防治法》

《中华人民共和国特种设备安全法》

《市场监管总局 国家发展改革委 生态环境部关于加强锅炉节能环保工作的通知》（国市监特设〔2018〕227号）

## 1.3 术语和定义

### 1.3.1 燃气锅炉

燃气锅炉是用气体燃料在炉内燃烧释放的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、热水或其它工质的设备。

### 1.3.2 低氮改造

本指南所称低氮改造是通过整体更换锅炉、改造燃烧设备或结合氮氧化物（ $\text{NO}_x$ ）末端治理等技术路线，达到低氮排放要求的技术手段。

整体更换锅炉是对锅炉本体进行更换的技术手段，重点是控制锅炉烟气的  $\text{NO}_x$  初始排放浓度达到低氮排放要求。

改造燃烧设备属于燃烧过程污染预防技术，是通过更换低氮燃烧器或实施烟气再循环改造等措施，达到低氮排放要求。其技术方法包括：更换/改造燃烧器（包括水冷预混燃烧、全预混表面燃烧等）、烟气再循环（包括烟气外循环 FGR 和烟气内循环 FIR），以及分级燃烧等的一种或多种技术方法组合。

$\text{NO}_x$  末端治理属于燃烧后污染治理技术，是指仅依靠低氮改造无法达到低氮排放要求时采取的补充措施，其技术方法主要包括：选择性非催化还原脱硝（SNCR）、选择性催化还原脱硝（SCR）、SNCR-SCR 联合脱硝等。

### 1.3.3 低氮排放要求

锅炉在全燃烧工况下能安全稳定运行， $\text{NO}_x$  排放浓度稳定在  $50 \text{ mg/m}^3$  以下，其它污染物满足 GB13223、GB13271 要求。

### 1.3.4 低氮燃烧器

在兼顾燃料稳定着火燃烧和完全燃烧的前提下，将燃烧过程中



NO<sub>x</sub> 排放浓度控制在较低水平的燃烧器，根据燃烧方式分为扩散式燃烧器和预混式燃烧器。

### 1.3.5 预混燃烧

在着火前将气体燃料和部分或全部空气混合均匀后，送入燃烧器内着火、燃烧的技术。

### 1.3.6 水冷预混燃烧

通过在燃烧室火焰根部布置高传热系数的水冷壁或在火焰区布置冷却水管，降低预混火焰产生的高温，抑制热力型 NO<sub>x</sub> 生成，减少燃烧过程 NO<sub>x</sub> 排放的预混燃烧技术。

### 1.3.7 全预混表面燃烧

可燃气体在燃烧前与空气预先按精准比例充分混合，送入燃烧室在装载有金属纤维、陶瓷纤维等多孔介质表面燃烧，依靠高过量空气降低火焰温度，同时通过多孔结构分割火焰，抑制热力型 NO<sub>x</sub> 生成，减少燃烧过程 NO<sub>x</sub> 排放的预混燃烧技术。

### 1.3.8 烟气再循环

从省煤器后或其他烟道中抽取一部分低温烟气送入炉膛或者燃烧器助燃空气或燃气中，通过降低炉膛燃烧温度、氧气浓度和分压，使热力型 NO<sub>x</sub> 生成减少的燃烧技术。其中，在炉膛内部通过射流等方式将循环烟气引入燃烧区域的称烟气内循环（FIR），将循环烟气引入助燃空气或燃气中的称烟气外循环（FGR）。

### 1.3.9 分级燃烧

组织燃料和燃烧所需空气分期分批参加燃烧过程抑制 NO<sub>x</sub> 生成的燃烧方式。包括空气分级燃烧和燃料分级燃烧。

### 1.3.10 基准氧含量

用于折算燃烧源大气污染物排放浓度而规定的氧含量的基准值。

本指南所述燃气锅炉基准氧含量，单台出力 65 t/h 以上的燃气发电锅炉为 3.0%，其余为 3.5 %；所述 NO<sub>x</sub> 及其它大气污染物排放浓度是根据实测浓度折算至基准氧含量的排放浓度。

## 2 改造范围、要求和流程

### 2.1 改造范围

浙江省行政区域内额定热功率 0.7 MW（额定蒸发量 1 t/h）以上的工业、发电锅炉且不满足低氮排放要求的，应纳入改造范围。锅炉使用单位根据 HJ820 开展自行监测，对改造范围内不满足低氮排放要求的燃气锅炉应实施低氮改造。

各地可结合实际，鼓励对民用锅炉和额定热功率 0.7 MW（额定蒸发量 1 t/h）及以下工业锅炉实施低氮改造。

### 2.2 改造要求

2.2.1 改造后燃气锅炉应在全燃烧工况下符合安全性能要求、低氮排放要求和能效指标要求，CO 排放浓度应低于 95 mg/m<sup>3</sup>。低氮排放要求参见本指南 1.3.3。其中，新建或整体更换的锅炉，鼓励 NO<sub>x</sub> 排放浓度稳定在 30 mg/m<sup>3</sup> 以下。

2.2.2 锅炉使用单位是实施燃气锅炉低氮改造的责任主体，应自主选择低氮技术和设备，承担改造项目安全、环保、节能的责任。

2.2.3 燃气锅炉低氮改造设计与实施应当由锅炉制造企业、燃烧器制造商及其授权单位承担，并符合法律、法规等规定。

2.2.4 采用整体更换锅炉技术路线的，应满足下列规定：

（1）需办理环评审批（备案）手续的，应符合法律法规和我省环评改革的相关规定。

（2）更换的新锅炉属于特种设备的，其使用应满足特种设备管理的要求。

(3) 燃烧器应当由锅炉制造企业负责选配。

2.2.5 采用改造燃烧设备技术路线的，应满足下列规定：

(1) 由锅炉使用单位负责选配燃烧器的，使用单位应当确认所选配的燃烧器符合锅炉制造企业规定的选配技术要求。

(2) 拟改造的燃气锅炉属于特种设备的，应满足特种设备管理的相关规定。

(3) 改造技术方法涉及更换燃烧器的，选配的燃烧器应通过锅炉安全技术规范要求的型式试验；涉及改造燃烧器的，应根据 GB/T36699 开展在用燃烧器改造后检验。

2.2.6 涉及 NO<sub>x</sub> 末端治理技术路线的，设计应符合国家有关强制性法规、标准的规定，施工应符合国家和行业施工程序及管理文件的要求。

2.2.7 低氮改造实施完成后，锅炉使用单位应在安全性能检验符合要求的基础上，开展大气污染物排放检测（或者提供与生态环境主管部门联网的自动监测数据，同步提供检定或校准证书）和能效测试，低氮改造判定为合格后方可投入运行；否则应查明原因并实施整改，直至安全、环保、能效性能判定合格。其中，采用整体更换锅炉技术路线的，锅炉大气污染物初始排放已达到低氮排放要求，且锅炉制造企业保证后续生产的锅炉与测试产品完全一致的，可以只提供锅炉产品测试报告（大气污染物初始排放测试报告、定型产品能效测试报告），不再进行大气污染物排放检测和能效测试。

2.2.8 锅炉使用单位应根据本指南要求做好相关技术资料的存档。

### 2.3 改造流程

低氮改造流程：基础资料收集→技术路线及方法选择→实施改造→安全、环保、能效检验检测→资料存档。

## 3 改造技术方法

### 3.1 设计资料收集

3.1.1 低氮改造设计可参照附录 A 收集基础资料。

3.1.2 设计工况应考虑锅炉在全燃烧工况下的安全性能和环保、能效指标变化趋势。

### 3.2 技术路线及方法分类

3.2.1 根据不同的技术原理，低氮改造技术路线及方法分类详见附录 B。

3.2.2 燃气锅炉使用单位应考虑现场实际及低氮改造各项指标要求，确定改造技术路线。

### 3.3 整体更换锅炉

#### 3.3.1 适用条件

(1) 适合于中小型锅炉，以及锅炉本体及附属设备老旧、热效率低，通过其他改造不能满足低氮排放要求和用热需求的锅炉。

(2) 对于额定热功率 0.7 MW（额定蒸发量 1t/h）及以下的燃气锅炉，建议整体更换锅炉（含燃烧器）；对于额定热功率 0.7 MW（额定蒸发量 1t/h）以上的燃气锅炉，在投运时间、改造技术、改造成本和改造后的运行费用等方面具有综合优势时，也可以选择整体更换锅炉。

#### 3.3.2 技术要点

(1) 整体更换锅炉宜选用安全、环保、节能型锅炉。

(2) 整体更换锅炉宜结合使用单位情况和新技术发展同步提升辅助设备配置水平。

### 3.4 更换/改造燃烧器

#### 3.4.1 适用条件

(1) 锅炉受热面积满足改造要求时，可采用仅更换燃烧器的技

术方法。

(2) 燃气锅炉的燃烧器结构不能与低氮燃烧技术相匹配时，建议更换燃烧器，不宜实施在用燃烧器改造。

### 3.4.2 技术要点

(1) 应根据炉膛受热面尺寸（直径和深度）、背压等参数，选择合适的低氮燃烧器和燃烧技术。

(2) 更换燃烧器的，选配的低氮燃烧器应有型式试验证书，或者型号、规格是型式试验证书所覆盖范围内的。

(3) 更换燃烧器的，燃烧器的额定功率应与锅炉出力相匹配，燃气压力范围应与在用锅炉的燃气调压箱的输出压力相匹配。

(4) 采用 FGR 技术的燃烧器需配置全电子比例调节控制系统。

(5) 宜采用在线氧监测，提高空燃比调节精度。

(6) 更换燃烧器或对燃烧器本体、供风系统、燃料供给系统、点火装置、安全保护系统和负荷调节系统等的一个或多个设备进行改造时，应满足 GB/T36699 要求。

## 3.5 水冷预混燃烧

### 3.5.1 适用条件

水冷预混燃烧技术由于水冷循环系统布置于燃烧火焰中，涉及锅炉本体改造，主要适用于新建锅炉或整体更换锅炉时配套使用。

### 3.5.2 技术要点

(1) 水冷预混燃烧技术应与锅炉一体化设计制造，预混段应确保燃气与空气混合均匀，1.4 MW 以上锅炉应采用后预混方式，并配置变频电子比例调节控制系统。

(2) 燃烧头应配置稳焰管，提高火焰的稳定性。

(3) 混合气体等压等速地通过燃烧器喷嘴，使燃烧过程均衡稳

定。

### 3.6 全预混表面燃烧

#### 3.6.1 适用条件

(1) 全预混表面燃烧适合于炉膛空间小的燃气锅炉。

(2) 对于额定热功率 14 MW (额定蒸发量 20 t/h) 及以上的燃气锅炉, 不宜采用表面预混燃烧的技术方法。

#### 3.6.2 技术要点

(1) 全预混表面燃烧器应与锅炉额定出力、炉膛结构等技术参数相匹配, 不应影响锅炉安全运行。

(2) 在额定输出热功率状态下运行时, 过量空气系数应不大于 1.6。

(3) 预混段应确保燃气与空气混合均匀, 预混段应严格保证气密性, 防止预混气体泄漏。预混段应良好接地。

(4) 应设置燃气和空气过滤装置, 过滤装置的孔隙不应大于燃烧头孔隙, 保证安全运行。并应密切关注堵塞情况, 做好安全联锁保护。

(5) 应根据低氮改造单位要求对空气过滤器、燃气过滤器、燃烧头表面金属纤维 (或编织物) 等设施进行维护保养, 不得随意变更清理方法、减少清理频次、延长滤网更换周期。

### 3.7 烟气再循环

#### 3.7.1 适用条件

(1) 一般优先选择烟气再循环与分级燃烧或其他燃烧技术相结合的技术方法。

(2) 采用 FGR 技术时应注意烟气再循环改造可能导致锅炉无法达到改造前的设计热功率或蒸发量。

### 3.7.2 技术要点

(1) 烟气再循环通常与其他低氮燃烧技术结合使用。

(2) 烟气再循环改造应注意选取合理的烟气抽取位置、烟气回流量，烟气管道防腐和保温和冷凝水排放，有效监控炉膛火焰。

(3) 回流烟气量在理论烟气量(或实际排出烟气量、入炉烟气量)中的占比，建议不超过 20 %。烟气回流率根据燃烧器型式确定，回流烟气与空气混合后送入炉膛的氧含量不宜低于 18 %。

(4) 回流烟气与拟送入炉膛的空气应混合均匀，避免炉膛内部局部缺氧产生震动或燃烧不充分生成 CO。

(5) 烟气再循环宜与一体式燃烧器配合使用，以保证回流烟气和空气混合均匀；若与分体式燃烧器配合使用，宜在燃烧器前设置回流烟气和空气混合的混风箱，优化混合效果。

## 3.8 NO<sub>x</sub> 末端治理

### 3.8.1 适用条件

(1) 适用于规格较大，不适宜整体更换锅炉，且实施改造燃烧设备后仍达不到低氮排放要求的燃气锅炉。

(2) 对于额定热功率 14 MW (额定蒸发量 20 t/h) 及以上的燃气锅炉，锅炉使用单位可结合实际情况实施改造燃烧设备，若仍不能达到低氮排放要求，应配套 SNCR 或 SCR 脱硝系统。

### 3.8.2 技术要点

(1) 采用 SNCR 或 SCR 脱硝技术时，应注意确保还原剂的安全和逃逸氨控制。

(2) 采用 SCR 脱硝技术时，还应做好废弃催化剂的处置。

## 3.9 监测技术要求

3.9.1 锅炉使用单位应按 HJ820 规定选取监测点位、设置永久性采样

孔。此外，还应配套设置检测平台，并充分考虑安全性、便利性。

3.9.2 锅炉使用单位应按规定开展自行监测，具体要求如下：

(1) 对于额定热功率 14 MW（或额定蒸发量 20 t/h）及以上的燃气锅炉，NO<sub>x</sub> 应进行自动监测，颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度、氨（使用氨基还原剂脱硝的）应进行季度监测；

(2) 对于额定热功率 14 MW（或额定蒸发量 20 t/h）以下的燃气锅炉，NO<sub>x</sub> 应进行月度监测，颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度应进行年度监测。

(3) 使用氨作为还原剂的，还应对氨罐区周边氨浓度进行季度性监测。

## 4 调试、检验检测及档案管理

### 4.1 启动与调试

4.1.1 改造完成后、锅炉启动前，低氮改造单位（锅炉制造企业、燃烧器制造商及其授权单位）应对锅炉使用单位和司炉人员开展培训。

4.1.2 调试过程应由经过培训的持相应资质的锅炉作业人员操作。

### 4.2 检验检测

#### 4.2.1 环保指标检测

(1) 低氮改造完成后，锅炉使用单位应组织改造后环保检测，应在满负荷 75 % 以上工况下开展改造后环保检测。

(2) 检测指标：主要包括排烟的颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、O<sub>2</sub> 和林格曼黑度等参数。配套有 SNCR 或 SCR 脱硝系统的，还应检测氨。

(3) 按规定纳入自动监测的大气污染物指标，应以符合 HJ75 技术规范要求的时均值和日均值为准；未纳入自动监测的大气污染物指标，可委托具有 CMA 资质的第三方检测机构检测。



4.2.2 低氮改造合格判定：环保指标方面，大气污染物排放应符合低氮排放要求。安全性能检验、能效测试依据主管部门相关要求执行。

### 4.3 低氮改造档案管理

4.3.1 应做好低氮改造的档案管理，相关要求详见附录 C。

4.3.2 锅炉使用单位可结合实际，在附录 C 的基础上增加内容，对低氮改造项目建立“一户一档、一炉一档”，存档备查。

## 附录 A 基础资料

(资料性附录)

序号	设计条件	单位	数值	备注
1	锅炉规格	MW (t/h)		蒸汽锅炉: t/h 其他锅炉: MW
2	额定蒸发量/热功率	MW (t/h)		蒸汽锅炉: t/h 其他锅炉: MW
3	额定蒸汽压力	MPa		
4	额定蒸汽温度	°C		
5	给水温度	°C		
6	水压试验压力	MPa		
7	锅炉最大运输重量	t		
8	锅炉最大运输尺寸	mm		
9	负荷变化范围	%		
10	热介质类型			蒸汽、水、导热油
11	燃料类型	—		
12	燃料低位热值	(kcal/m <sup>3</sup> )		
13	燃料消耗量	(m <sup>3</sup> /t 蒸汽)		
14	锅炉相关图纸			注明燃料原料空气送入量
15	烟气沿程温度分布			
16	烟气体积流量	(Nm <sup>3</sup> /h)		干基, 标准状况下的最大、最小和平均烟气量
17	烟气含湿量	(vol%)		
18	烟气含氧量	(vol%)		干基, 实际工况
19	当前 NO <sub>x</sub> 浓度	(mg/m <sup>3</sup> )		最大浓度、最小浓度和平均浓度, 以最大浓度作为设计值
20	改造后 NO <sub>x</sub> 目标浓度	(mg/m <sup>3</sup> )		< 50/30mg/m <sup>3</sup> 有地方标准的, 遵照地方标准
21	改造后热效率	%		
22	改造后热功率 (或蒸发量)	MW (t/h)		

## 附录 B 技术路线及方法分类

(资料性附录)

技术路线	二级技术路线	技术方法
整体更换锅炉	—	整体更换锅炉
改造燃烧设备	改造/更换燃烧器	全预混表面燃烧器
		水冷预混燃烧器
	烟气再循环	烟气外循环 (FGR)
		烟气内循环 (FIR)
	分级燃烧	燃料分级
		空气分级
	组合改造技术	FGR+分级燃烧
FGR+低氮燃烧器 (带 FGR 的燃烧器)		
其他	—	
末端治理	—	SNCR 脱硝
	—	SCR 脱硝
	—	SNCR-SCR 联合脱硝
	其他	—
组合路线	—	改造燃烧设备+末端治理

## 附录 C 档案清单及要求

(资料性附录)

C.1 实施整体更换锅炉改造的,档案资料主要包括:

- (1) 项目概况;
- (2) 新锅炉合格证、使用证、监督检验证书;
- (3) 更换前的主要设备照片,更换后燃烧器品牌、型号和主要设备照片;
- (4) 更换锅炉的设备采购、施工安装合同;
- (5) 新锅炉低氮技术、燃烧方式说明,燃烧器型式试验证书和报告、主要配件的认证证书和合格证书;
- (6) 锅炉更换后的安全性能检验报告、大气污染物排放检测报告(或者提供与生态环境主管部门联网的自动监测数据,同步提供检定或校准证书)和能效测试报告。锅炉大气污染物初始排放已达到低氮排放要求,且锅炉制造企业保证后续生产的锅炉与测试产品完全一致的,可以提供锅炉产品测试报告(大气污染物初始排放测试报告、定型产品能效测试报告),代替大气污染物排放检测报告和能效测试报告。

需办理环评审批(备案)手续的,相关资料一并存档。

C.2 实施改造燃烧设备的,档案资料主要包括:

- (1) 在用锅炉使用登记证及采购、安装合同;
- (2) 改造前、后主要设备及附件照片;
- (3) 改造后的安全性能检验报告、大气污染物排放检测报告和能效测试报告;
- (4) 实施改造的设备采购和安装合同;
- (5) 燃烧器制造商向燃烧器更换、改造和调试单位出具的授权证明(改造单位为非燃烧器制造商时提供);
- (6) 燃烧器型式试验证书、报告及主要配件的认证证书、合格证书。

C.3 改造涉及 SCR 脱硝的,档案资料还包括:废弃催化剂处置协议及转运联单。