

# 中小型燃煤锅炉的清洁能源改造

张裕泰<sup>1</sup>, 李鸿涛<sup>2</sup>, 郑晓鹏<sup>3</sup>

(1. 佛山市节能减排服务管理中心有限公司, 广东 佛山 528000;

2. 广东省环境保护产业协会, 广州 510045;

3. 中国科学院广州能源研究所, 广州 510650)

**摘要:**《广东省工业锅炉污染整治实施方案(2012~2015年)》和《广东省大气污染防治行动方案(2014~2017年)》, 广东省内的中小燃煤锅炉更新改造成效显著。文章对广东省中小型燃煤锅炉淘汰、更新改造的原则、目标和技术进行了总结, 为有关部门和锅炉用户开展锅炉淘汰、更新改造工作提供建议和意见, 促进各地中小锅炉进一步提高能效, 消化环保政策带来能源成本激增的负面影响。

**关键词:** 中小型燃煤锅炉; 节能改造; 提高能效

**中图分类号:** TK279.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-5377(2017)12-0035-03

## Cleaner Energy Reform of Small and Median-sized Coal-fired Boiler

ZHANG Yu-tao<sup>1</sup>, LI Hong-tao<sup>2</sup>, ZHENG Xiao-peng<sup>3</sup>

(1.Foshan Energy Saving and Emission Reduction Service Management Center Co., Ltd, Foshan Guangdong 528000;

2.Guangdong Association of Environmental Protection Industry, Guangzhou 510045;

3.Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

### 1 引言

广东省是经济发达地区, 印染、化工、制药、包装材料、食品等以蒸汽为主要能源的生产企业分布在各地村镇、工业园区中, 除部分工业园区或邻近热电厂有集中供热的条件外, 大多数企业都是采取自备热电厂或锅炉房供热方式, 但由于高投资、高运行成本的原因, 锅炉基本都是低压燃煤锅炉, 早期以链条锅炉、推排锅炉为主, 后期因环保要求的限制, 新建锅炉以循环流化床锅炉为主, 虽然该类型锅炉煤种适应性好, 热效率明显提高, 但因被大面积使用, 仍然造成了严重的环境污染。

随着经济发展的转型升级, 很多企业因污染或成本问题被关停或外迁, 但仍有大量锅炉在用。根据《广东省工业锅炉污染整治实施方案(2012~2015年)》和《广东省大气污染防治行动方案(2014~2017年)》, 广东省对在用的中小型燃煤锅炉持续进行了淘汰, 或针对性的更新升级, 避免了重复改造, 有效提高了锅炉能效, 减少了大气污染物排放。

### 2 改造的原则和要求

**2.1 对15蒸吨以下燃煤锅炉, 包括蒸汽锅炉、热水锅炉、有机热载体锅炉, 建议选择以下改造方案之一**

1) 有条件集中供热的区域, 应直接淘汰燃煤锅炉, 纺织印染、热定型等需要较高温度工艺的可采用中压或次中压蒸汽供热或燃气直燃取代有机热载体燃煤锅炉; 2) 更新或改造为清洁燃料(电力、天然气, 液化石油气、普通柴油)锅炉, 燃气锅炉可采用冷凝式高效锅炉; 3) 1蒸吨(含)以下锅炉适宜改为电加热锅炉, 可配合空气能热泵或太阳能热水系统使用, 热水锅炉尽可能用空气能热泵代替。

**2.2 存在以下问题的锅炉, 应直接淘汰、更新**

1) 属于国家明令淘汰的锅炉, 或已列入地方政府淘汰目录的锅炉; 2) 因安全原因被锅炉安全监管部门鉴定为不适宜继续使用的锅炉。

**2.3 对仍有改造价值的现有锅炉, 建议作适应性改造**

1) 锅炉改造必须遵照《锅炉安全技术监察规程》及国家有关技术法规进行; 2) 锅炉改造应符合国家和

地方环保各项技术指标的要求；3）锅炉改造工作实施前，应报当地环保部门审批，改造方案报当地锅炉监管部门批准；4）改造后的锅炉原则上维持原锅炉的额定参数不变或降压使用，锅炉能效达到相关规定要求；5）改造工作完成后应进行锅炉安全验收、环保验收和锅炉能效评定。

### 3 锅炉改造技术要点

#### 3.1 拆除煤设备，重新设计炉膛和炉体

1）拆除输煤、上煤设施，层燃式锅炉的炉排及前后轴和后部老鹰铁、炉排变速箱、出渣机等设备均需拆除，不允许另行设置炉排备用燃煤；2）根据改造后使用的燃料种类，结合原炉膛结构，对炉膛进行热力计算，重新设计炉膛；3）对于裸露在炉膛内的锅筒底部应进行绝热处理，避免火管锅炉的管板入口处因烟温过高导致管板产生裂纹；4）炉内结构应能保障烟气通畅，避免出现死角和死区，为防止燃油雾化不良或燃烧不完全的燃气在炉内聚集引起着火或爆炸，在锅炉的适当部位应装置防爆门；5）炉子正能微正压燃烧，故应做好炉体保温密封，防止喷出火焰伤人或向炉内漏入冷空气，对于必须保留的看火孔应采用封闭式看火孔，通过耐热玻璃观察炉火。

#### 3.2 充分利用烟气余热，拆除不必要的辅机

1）使用清洁燃料后，排烟温度可降低，故应增加尾部受热面或安装烟气余热回收装置，用于热水换热或助燃空气加热，以提高能源利用率；2）清除原受热面内外侧的水垢和烟垢，改善换热，对锅炉本体及其辅机、管道、保温等各系统进行全面检查维修；3）核算风机水泵等辅机电机功率，将电机更换为节能电机，给水泵和引风机采用变频控制；4）对于烟气能稳定达标排放的锅炉，征得环保部门同意，可拆除脱硫除尘塔等烟尘处理设施，减少电耗；5）应对蒸汽用户的蒸汽凝结水进行回收。

#### 3.3 燃烧器和控制系统改造

燃烧器的选择应适应燃料特性，并应符合下列要求：1）燃油燃烧器的雾化性能好，燃气燃烧器混合性能好，具有微正压燃烧特性，火焰形状与炉膛结构相适应，噪声较低；2）燃烧器能适应燃料成分或热值在一定范围内的改变，能较好地适应蒸汽负荷变化，如将普通柴油作为备用燃料时，燃烧器能适应备用燃料；3）燃烧器应设置在炉膛中心高度位置，有足够的燃烧

空间和长度，火焰不应冲刷到受热面管壁上，以免造成气体不完全燃烧和管壁局部过热损坏；4）改造后锅炉的燃烧控制系统应具有以下功能：炉膛出口温度超高报警、停炉，排烟温度超高报警；燃气高、低压报警，燃气系统泄漏报警，停炉；燃烧负荷自动调节，大、小火自动转接，空燃比自动调节；燃烧过程自动控制，实现自动预吹扫，高压点火，火焰自检，火焰监测，故障熄火缺水报警停炉连锁，燃烧机停炉后吹扫功能；引风机与燃烧机顺控连锁。

#### 3.4 能源计量与经济运行监测

1）改造后的锅炉应安装燃料和蒸汽（热水）计量装置，热水锅炉和有机热载体锅炉可安装热流量装置，计量装置应具有自动记录和通讯功能，计量仪表的精确度应不低于2.5级；2）有条件时安装烟气测氧装置，确保设备经济运行；3）锅炉房应有健全的运行记录和能源统计管理制度，实施经济运行考核。

### 4 锅炉房及管道布置要求

#### 4.1 燃油、燃天然气锅炉房布置要求

1）改造后锅炉房的布置及相关设施应符合《锅炉房设计规范》（GB50041）和现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）规定，锅炉布置应满足安装、运行和检修的要求；2）燃气质量、贮配、净化、调压站、调压装置和计量装置设计，应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》（GB50028）的有关规定；3）燃气锅炉房最好为单独建筑物，如果锅炉房与其他建筑物相连，则必须设立在空旷人少的场所，如地下室一层靠外墙的地方。液化石油气密度比空气大，锅炉房不应设置在半地下或地下建、构筑物内；4）锅炉房外墙和屋顶应安装防爆措施，并留有不小于10%的泄压通道；且泄压口要朝向没人的空旷地带；5）多台锅炉共用一个烟道时，每台锅炉都应设有烟道门和设置限位开关，必须保证烟道打开后锅炉才能投入使用，燃气锅炉房的烟道和烟囱应采用钢制或钢筋混凝土构筑。

#### 4.2 燃气管道布置要求

1）锅炉房内燃气管道布置应按现行《工业企业煤气安全规程》的有关规定执行，锅炉房内燃气管道不应穿过易燃或易爆品仓库、配电室、变电室、电缆沟、通风沟、风道、烟道和易使管道腐蚀的场所；2）燃气管道应架空敷设并应符合下列规定：应敷设在非燃烧体的支柱或栈桥上，沿建筑物的外墙或屋面上敷设时该建筑

物应为一、二级耐火等级的丁、戊类生产厂房，不应在存放易燃易爆物品的堆场和仓库区内敷设，不应穿过不使用燃气的建筑物。

## 5 锅炉热效率和能效指标要求

应对改造后的蒸汽锅炉和热水锅炉、有机热载体锅炉进行能效检测，检测方法可依据《工业锅炉能效测试》(TSGG0003-2010)。

### 5.1 热效率要求

改造后蒸汽锅炉和热水锅炉额定工况下热效率要求见表1。改造后热载体锅炉额定工况下热效率要求见表2。根据《电加热锅炉系统经济运行》(GB/T 19065-2011)，电加热锅炉热效率不低于95%。

表1 改造后的蒸汽锅炉和热水锅炉额定工况下热效率

燃料类别	锅炉热效率 (%)	
	目标值	限定值
普通柴油	96	90
天然气、液化石油气	98	92

注：蒸汽锅炉效率要求根据《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002-2010)。

表2 改造后热载体锅炉额定工况下热效率

燃料类别	锅炉热效率 (%)	
	≤1MW	>1MW
普通柴油、天然气、液化石油气	≥75	≥80

注：有机热载体锅炉效率要求根据《有机热载体炉》(GB/T 17410-2008)，但应通过对烟气采取余热回收措施提高能源利用率。

### 5.2 排烟温度要求

根据《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002-2010)，锅炉改造后，蒸汽锅炉和热水锅炉排烟温度要求见表3，有机热载体锅炉排烟温度要求见表4。对有机热载体锅炉，应通过余热回收措施降低排烟温度。

表3 蒸汽锅炉和热水锅炉排烟温度要求

类别	锅炉出力	
	D≤1t/h(0.7MW)	D>1t/h(0.7MW)
蒸汽锅炉(℃)	≤230	≤170
热水锅炉(℃)	≤180	—

表4 有机热载体锅炉排烟温度要求一览表

类别	锅炉出力	
	D≤1.4MW	D>1.4MW
有机热载体锅炉(℃)	≤进口介质温度+50	≤170

### 5.3 锅炉排烟处过量空气系数要求

根据《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002-2010)，炉膛出口处烟气过量空气系数为：正压燃烧和普通柴油(气)锅炉，不大于1.15；负压燃烧和普通柴油(气)锅炉，不大于1.25。

### 5.4 保温要求

根据《锅炉节能技术监督管理规程》(TSG G0002-2010)，炉体等保温要求：1) 锅炉炉墙、热风烟管道、各种热力设备、热力管道及阀门应具有良好密封和保温性能；2) 当周围环境温度25℃时，炉墙外表温度不得超过50℃，炉顶不得超过70℃，各种热力设备、热力管道及阀门表面温度不得超过50℃。

## 6 锅炉大气污染物排放标准

锅炉废气排放标准执行《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)，按新建锅炉标准执行(见表5)。对执行大气污染物特别排放浓度限值的区域，执行标准见表6。

表5 柴油、燃气锅炉烟尘和气态污染物排放浓度(折算浓度)

锅炉类别	烟尘排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	二氧化硫排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	氮氧化物排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	烟气黑度(林格曼黑度, 级)
普通柴油锅炉	≤30	≤200	≤250	≤1
燃气锅炉	≤20	≤50	≤200	—

表6 特别控制区域大气污染物排放浓度限制

锅炉类别	烟尘排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	二氧化硫排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	氮氧化物排放浓度(mg/m <sup>3</sup> )	烟气黑度(林格曼黑度, 级)
普通柴油锅炉	≤30	≤100	≤200	≤1
燃气锅炉	≤20	≤50	≤150	—

## 7 结语

近年来，国家和各省的环保力度持续加大，广东省由此连续出台了《广东省工业锅炉污染治理实施方案(2012-2015年)》《广东省大气污染防治行动方案(2014~2017年)》等环保政策，设立了禁燃区(或限燃区)，大量淘汰、更新改造重点区域内的中小型燃煤锅炉，取得显著的环境效益。因此，广东省内各地各部门和锅炉用户应在上一轮工作的基础上明确中小型燃煤锅炉淘汰、更新改造的原则、方向和技术，进一步巩固工作成果，持续改善大气环境。 ■