

浅析广东省工业锅炉大气综合治理经验

王元威

广州顺景环境科技有限公司, 广东 广州 510031

DOI: 10.61369/SSSD.2025180033

摘 要 : 在研究了广东省工业锅炉近十年来的大气污染综合治理政策演变之后, 我们得以总结其经验与方法。广东省聚焦在燃煤锅炉准入条件、排放标准、燃煤锅炉淘汰与清洁燃料替代、禁燃区划定和废气末端治理等方面持续发力, 取得了显著效果, 其中, 全省高污染燃料禁燃区面积划定超过2.3万平方公里, 城市建成区已基本淘汰燃煤锅炉, 现存燃煤锅炉不足6百台, 全省以燃气和生物质锅炉为主, 实现锅炉燃料结构更趋向清洁化。尽管锅炉治理已取得一定成效, 但仍存在锅炉脱硝治理设施安装率偏低、生物质锅炉排放时有超标、监管难度大以及企业锅炉废气治理设施运维管理不善等问题。建议进行工业锅炉环保分级管控制度研究, 根据企业污染排放绩效水平, 实行差异化精细管理。同时, 加强各部门之间协作联动, 制定包括锅炉安全、环保、节能在内的综合监管要求, 完善和强化低效、高排放锅炉产品的淘汰机制和相关激励约束机制。

关 键 词 : 广东省; 工业锅炉; 大气污染; 治理措施; 做法与经验

Analysis of the Comprehensive Atmospheric Control Experience of Industrial Boilers in Guangdong Province

Wang Yuanwei

Guangdong Shunjing Environmental Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510031

Abstract : By combing the evolution of comprehensive air pollution control policies of industrial boilers in Guangdong Province in the past ten years, the experience and practices were summarized. Guangdong Province has made continuous efforts to focus on the access conditions of coal-fired boilers, emission standards, coal-fired boiler elimination and clean fuel replacement, no-burning zone demarcation, waste gas treatment and other aspects, and has achieved remarkable results. Among them, the province's high-polluting fuel no-burning zone has been delimited over 20,000 square kilometers, coal-fired boilers have been basically eliminated in urban built-up areas, and the number of coal-fired boilers is less than 600. The province is dominated by gas and biomass boilers, and the fuel structure of boilers tends to be cleaner. However, there are still problems such as the low installation rate of boiler denitration treatment facilities, excessive emissions of biomass boilers, difficult supervision, and poor operation and maintenance management of enterprise boiler exhaust gas treatment facilities. It is suggested to carry out research on the hierarchical control system of industrial boiler environmental protection, and implement differentiated fine management according to the performance level of enterprise pollution emission. Strengthen cooperation and linkage among various departments, formulate comprehensive supervision requirements for boiler safety, environmental protection and energy saving, and improve and strengthen the elimination mechanism and related incentive and constraint mechanism of inefficient and high-emission boiler products

Keywords : Guangdong province; industrial boiler; air pollution; comprehensive atmospheric control; practice and experience

引言

工业锅炉是重要的热动力设备, 广泛应用于化工、造纸、纺织等行业^[1]。广东省作为全国工业制造大省, 保有工业锅炉超万台, 具有数量大、分布散、单台容量小的特点。由于烟囱低矮、排烟温度高、治污设施落后, 污染物排放浓度可达火电厂的十余倍, 严重影响空气质量与公众健康^[2]。工业锅炉是颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的重要排放源, 其大气污染防治一直是广东环保整治重点。作为经济先发地区, 广东较早遭遇环境问题, 也率先开启工业锅炉综合治理, 积累了宝贵经验。然而, 学界对工业锅炉大气环境管理历程的系统性总结较少。本文通过梳理广东近十年治理历程, 总结经验与不足, 为其他省市提供借鉴, 并为下一阶段治理提供参考。

一、广东省工业锅炉分布现状

根据《锅炉大气污染物排放标准》(DB44/765-2019)编制说明,广东省工业锅炉保有量超万台,主要应用于化工、造纸、制药、纺织等行业。区域分布上,珠三角占全省锅炉总数的67%,珠三角以燃油锅炉为主,非珠三角以燃煤锅炉为主。规模分布上,10 t/h 以下小锅炉占全省总数的90%以上^[3]。

二、广东省工业锅炉大气排放治理现状

(一) 工业锅炉排放治理现状

《广东省第二次全国污染源普查公报》显示,2017年工业源二氧化硫排放17.94万吨,氮氧化物32.98万吨,颗粒物58.46万吨,其中电力、热力生产和供应业分别占23.3%和24.3%。工业锅炉是仅次于燃煤发电锅炉的第二大煤炭消耗设备与主要大气污染源^[4]。

目前,工业锅炉颗粒物治理主要采用袋式除尘、静电除尘(湿式/干式)、电袋复合及机械式除尘等技术;二氧化硫治理主要为湿法脱硫(石灰石-石膏法、钠碱法、氧化镁法)和烟气循环流化床法;氮氧化物治理主要为SNCR、SCR及SNCR-SCR联合技术。

三、广东省工业锅炉大气治理措施历程

在2010年到2022年期间,广东省工业锅炉大气综合治理历程主要分三个阶段。

第一阶段是2010到2013年间,珠三角细颗粒物与光化学烟雾问题突出^[5,6],燃煤锅炉数量与规模占比大(占全省57%和64%)。治理重点是强化珠三角燃煤整治,要求大型锅炉安装脱硫脱硝设施,强制淘汰老旧小规模燃煤锅炉。

第二阶段是2014-2017年,《环境空气质量标准》(GB3095-2012)增设PM_{2.5}和O₃限值,NO₂、PM_{2.5}、O₃成为首要污染物^[7],地市考核压力剧增。2014年全省锅炉保有量达1.6万台,燃煤锅炉占比仍高达51%。治理范围扩展至粤东西北,通过禁燃区划定、收严准入条件、提高排放标准推动整治。

第三阶段是2018-2022年,PM_{2.5}改善但臭氧污染凸显,NO_x减排成为重点。2017年锅炉保有量降至1.1万台,燃煤锅炉占比降至21%,生物质与燃气锅炉占比分别达47%和15%。治理重点转向生物质与燃气锅炉,实施低氮改造,扩大禁燃区、收严准入与排放标准。

(一) 排放标准不断收严

2010年,广东首次发布DB44/765-2010,规定燃煤、燃气、燃油锅炉的氮氧化物、烟尘、二氧化硫排放限值。2019年4月1日起实施DB44/765-2019,主要修订:扩大适用范围至生物质锅炉;收严排放限值,新增汞及其化合物限值;取消按功能区和容量分类;新增特别排放限值;新增无组织排放管控;将过量空气系数折算改为基准氧含量折算。

2023年,《广东省臭氧污染防治实施方案》(粤环函〔2023〕45号)进一步收严标准,要求35t/h以上燃煤和燃气锅炉执行特别排放限值:二氧化硫35mg/m³、氮氧化物50mg/m³、颗粒物10mg/m³。

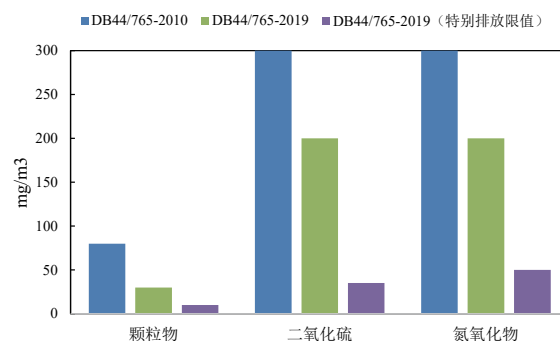


图1 广东省工业锅炉排放标准限值的变化情况（以珠三角地区燃煤锅炉为例）

(二) 高污染燃料禁燃区管理不断强化

依据2001年《关于划分高污染燃料的规定》,广东各地市自2014年起系统推进禁燃区建设。《广东省大气污染防治行动方案(2014-2017年)》要求2017年底前所有城市建成区划定为禁燃区^[8]。《关于进一步加强高污染燃料禁燃区管理的通知》(粤环函〔2017〕1205号)要求按Ⅲ类(严格)标准执行,并将范围扩展到县级市建成区及近郊。禁燃区的不断扩大有力促进了燃煤锅炉淘汰与能源结构调整^[9]。

从高污染燃料禁燃区概念提出到禁燃区的不断扩大与强化管理,极大的促进了广东省低端落后的燃煤锅炉淘汰,有力的促进了能源结构调整,为十四五时期我省大气污染防治和减污降碳工作的开展提供可靠的基础支撑。

(三) 工业燃煤锅炉淘汰与清洁能源替代的持续推进

《工业锅炉污染整治实施方案(2012-2015年)》提出推进燃料清洁化,热网覆盖范围内的高污染燃料锅炉限期拆除。《工业锅炉污染整治实施方案(2016-2018年)》明确2017年底淘汰城市建成区内燃用高污染燃料锅炉。《打赢蓝天保卫战实施方案(2018-2020年)》要求2020年珠三角35蒸吨燃煤锅炉实施清洁能源替代,非珠三角淘汰10蒸吨及以下燃煤锅炉。截至“十四五”初期,全省燃煤锅炉保有量已不足千台,燃气和生物质锅炉成为主流。

(四) 高污染工业锅炉项目建设严格准入

从最早的《珠江三角洲清洁空气行动计划》(粤环发〔2010〕18号)^[10]开始提出珠三角地区各地级以上市建成区及各县(市)的中心城区内禁止新建、扩建、改建以燃煤、重油、渣油为燃料的锅炉,然后在第二阶段实施方案中提出珠三角地区禁止新建10t/h以下(不含)使用高污染燃料的工业锅炉。接着《广东省锅炉污染整治实施方案(2016-2018年)》(粤环〔2016〕12号)^[8]提出全省禁止新建10t/h以下燃用高污染燃料的锅炉。随后《广东省打赢蓝天保卫战实施方案(2018-2020年)》(粤府〔2018〕128号)^[11]提出,珠三角地区禁止新建每小时35t/h以下燃煤锅炉;粤东西北地区县级及以上城市建成区原则上不再新建每小时

35t/h 以下燃煤锅炉，其他区域禁止新建每小时 10t/h 及以下燃煤锅炉。最后《广东省臭氧污染防治（氮氧化物和挥发性有机物协同减排）实施方案（2023-2025 年）》（粤环函〔2023〕45 号）^[12]提出珠三角地区原则上不再新建燃煤锅炉，粤东西北地区县级及以上城市建成区和天然气管网覆盖范围内禁止新建 35t/h 及以下燃煤锅炉。从一系列政策的颁布可以看出，燃煤锅炉准入条件从蒸吨数到区域范围在不断扩大，从源头上控制和减少了高污染燃煤锅炉的使用，优化了锅炉燃料结构。

（五）锅炉废气治理要求不断提高

《工业锅炉污染整治实施方案（2012-2015 年）》要求超标排放锅炉安装脱硫除尘设施，35t/h 以上燃煤锅炉加装低氮燃烧装置，65t/h 以上鼓励增加脱硝设施。《工业锅炉污染整治实施方案（2016-2018 年）》要求重点控制区在用燃煤锅炉按特别排放限值改造除尘。《打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》明确 35t/h 及以上燃煤锅炉实施超低排放改造，生物质锅炉配套高效除尘设施。《臭氧污染防治实施方案（2023-2025 年）》要求 NO_x 难以稳定达 50mg/m³ 以下的生物质锅炉配备脱硝设施，燃气锅炉开展低氮改造。

通过不断提高锅炉废气治理要求，促进企业锅炉污染治理技术的升级改造、进一步降低污染物排放浓度、削减污染物排放量、应对新的排放标准和管理要求实施起到指引作用，对于工业锅炉的污染物的减排以及环境质量的改善，均有积极作用。

四、结论与建议

（一）结论

广东省生态环境厅、广东省发展和改革委员会、广东省经济和信息化委员会、广东省市场监督管理局等多部门联合，通过不断提高燃煤锅炉准入条件、持续收严排放标准、深入推进清洁能源替代、逐步扩大禁燃区划定、不断提高锅炉废气末端治理要求等锅炉大气综合政策的实施，全省高污染燃料禁燃区面积划定超过 2 万平方公里，城市建成区已基本淘汰燃煤锅炉，燃煤锅炉保有量不足 6 百台，全省以燃气和生物质锅炉为主，锅炉燃料结构更趋向清洁化^[13]。虽然广东省工业锅炉大气综合整治取得了不错的成效。但依旧还存在锅炉脱硝治理设施安装率偏低和生物质锅炉排放时有超标，监管难度大，企业锅炉废气治理设施运维管理不善等问题。

（二）建议

- （1）以排放量贡献大的重点行业锅炉为抓手挖掘减排潜力，对贡献小的锅炉实施清单化常态管理，推动稳定达标。
- （2）建立工业锅炉环保分级管控制度，根据排放绩效实行差异化管理。分级规则应考虑实际需求、既定政策及治理方向，确保可操作性，服务常态化与分类差异化管理。
- （3）加强部门协作联动，强化数据共享与信息互通，在推广高效锅炉、推动改造、淘汰落后锅炉等方面协同制定安全、环保、节能综合监管要求，完善低效高排放锅炉淘汰机制与激励约束机制，实行更严准入门槛，从源头减少排放。

参考文献

- [1] 胡燕. 探析我国燃煤工业锅炉大气污染治理技术 [J]. 环境与发展, 2020, 32(8): 87, 90.
- [2] 胡燕. 探析我国燃煤工业锅炉大气污染治理技术 [J]. 环境与发展, 2020, 32(8): 87, 90.
- [3] 公告: 广东省《锅炉大气污染物排放标准》, 广东省生态环境厅门户网站, 2019 年 3 月 14 日.
- [4] 公报: 《广东省第二次全国污染源普查公报》, 广东省生态环境厅门户网站, 2020 年 10 月 14 日.
- [5] 通知: 《广东省人民政府关于印发广东省大气污染防治行动方案（2014-2017 年）》（粤府〔2014〕6 号）, 广东省人民政府门户网站, 2014 年 2 月 14 日.
- [6] 通知: 《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》（粤府〔2018〕128 号）, 广东省人民政府门户网站, 2019 年 1 月 12 日.
- [7] 通知: 《广东省工业锅炉污染整治实施方案（2012-2015 年）》（粤环〔2012〕75 号）, 广东省人民政府门户网站, 2012 年 11 月 5 日.
- [8] 通知: 《广东省工业锅炉污染整治实施方案（2016-2018 年）》（粤环〔2016〕12 号）, 广东省人民政府门户网站, 2016 年 2 月 22 日.
- [9] 广东省生态环境厅. 广东省环境保护厅关于进一步加强高污染燃料禁燃区管理的通知 [EB/OL]. http://gdee.gd.gov.cn/shbtwj/content/post_2305333.html.
- [10] 广东省生态环境厅. 关于《珠江三角洲清洁空气行动计划》（粤环发〔2010〕18 号）的通知 [EB/OL]. http://gdee.gd.gov.cn/ghjh3128/content/post_2333826.html.
- [11] 广东省人民政府. 关于印发《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》通知 [EB/OL]. https://www.gd.gov.cn/zwgk/wjk/qbwj/yf/content/post_1055797.html.
- [12] 广东省生态环境厅. 关于印发《广东省臭氧污染防治（氮氧化物和挥发性有机物协同减排）实施方案（2023-2025 年）》的通知 [EB/OL]. http://gdee.gd.gov.cn/shbtwj/content/post_4096829.html.
- [13] 生态环境部. 美丽中国先锋榜（25） | 广东打赢蓝天保卫战—珠三角大气污染防治启示 [EB/OL]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk15/201909/t20190923_735034.html.