

石油石化企业 PM_{2.5} 污染控制对策

卢明霞

(中国石油天然气集团公司安全环保与节能部)

摘 要 2012 年 10 月国务院批准的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》明确提出:到 2015 年,重点区域 SO₂、NO_x、工业烟(粉)尘排放量分别下降 12%、13%、10%,VOCs 污染防治工作全面展开。石油石化企业不仅要承担天然气、清洁油品的生产供应压力,也面临着严格治理控制 SO₂、NO_x、烟尘、颗粒物(粉尘)、VOCs 等主要大气污染物的客观要求。文章通过梳理石油石化生产过程产生的大气污染影响,结合国内目前石油石化企业大气污染治理现状,分析指出 PM_{2.5} 治理的重点和难点,并提出国内石油石化企业开展 PM_{2.5} 污染治理的对策建议。

关键词 PM_{2.5}; 大气污染; VOCs

中图分类号: TE991.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)04-0001-03

0 引 言

PM_{2.5} 系指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 μm 的颗粒物,也称细颗粒物^[1]。PM_{2.5} 是形成灰霾天气的主要原因,与人体健康密切相关,已成为发达国家和地区普遍控制的污染物。随着我国 PM_{2.5} 污染加剧,国家环保行政主管部门大气污染防治举措力度空前。石油石化企业不仅要承担天然气以及清洁油品的生产供应压力,也面临着治理控制 SO₂、NO_x、烟尘、颗粒物(粉尘)、VOCs(挥发性有机物)等主要大气污染物的严格要求。石油石化企业必须进一步提高清洁生产水平,降低污染物排放强度,调整产业结构和能源结构,加快淘汰落后的生产装置和工艺,保证经济社会与资源环境的协调发展。

1 PM_{2.5} 污染防控相关要求

研究表明环境空气中的 PM_{2.5} 主要有两个来源:一是直接排放的颗粒物,主要来自化石燃料和生物质燃烧、机动车尾气、化工石化和金属冶炼及建材工业等排放的生产废气、餐饮油烟、扬尘等,包括有机物粉尘颗粒、元素碳及其吸附物等;二是二次颗粒物,主要是由排放到空气中的前体物 SO₂、NO_x、VOCs、NH₃ 等,经过化学反应产生的二次有机气溶胶和无机气溶胶^[2]。对于 PM_{2.5} 的污染防控,国家目前提出的相关要求主要有:

◆ 标准要求

为加强 PM_{2.5} 污染防控工作,国家环境保护部发布了 GB 3095—2012《环境空气质量标准》,其中增加

了 PM_{2.5}、O₃ 作为环境空气污染物控制项目,收紧了部分污染物的浓度限值,收严了监测数据统计的有效性规定。2014 年 7 月 1 日起将全面执行的 GB 13223—2011《火电厂大气污染物排放标准》以及正在制订的《石油炼制工业污染物排放标准》将对 SO₂、NO_x、烟(粉)尘和 VOCs 排放提出严格的标准限值。

◆ 政策要求

第七次全国环境保护大会提出要切实解决损害群众健康的突出环境问题。国家将大幅增加大气污染防治资金投入,制定严格的产业政策和环境标准,运用多种措施加快经济结构调整和推进企业技术进步,有效降低 PM_{2.5} 浓度。

《国家环境保护“十二五”规划》提出,在大气污染联防联控重点区域开展多种污染物协同控制,对火电、钢铁、建材、化工、石化等行业进行重点防控。《重点区域大气污染防治“十二五”规划》进一步提出在重点区域率先推进大气污染联防联控工作,形成环境优化经济发展的“倒逼传导机制”。重点区域范围为京津冀、长江三角洲、珠江三角洲地区,以及辽宁中部、山东、武汉及其周边、长株潭、成渝、海峡西岸、山西中北部、陕西关中、甘宁、新疆乌鲁木齐城市群,共涉及 19 个省份 125 个城市,面积约 133 万 km²,占国土面积的 13.8%。此外,在重点区域中再划分出重点控制区(47 个城市)和一般控制区,对重点控制区实施更为严格的环境准入条件,执行重点行业污染物特别排放限值、采取更有力的污染治理措施^[3]。主要措施包括:优化产业结构和布局、提高环境准入门槛、深入推行清洁生产、加大污染防治力度、切实加强机动

车污染防治等。同时进一步创新管理机制,提升区域联防联控管理能力,主要包括研究征收 VOCs 排污费、石化等重点行业推动排污权交易试点、实施重点企业环境信息公开制度等。

以上要求标志着我国环境保护工作的重点开始从污染物排放总量控制管理阶段向环境质量管理阶段,从控制局地污染向区域联防联控,从控制一次污染物向控制二次污染物,从单独控制个别污染物向多污染物协同控制转变,这些转变都将对企业环保工作提出更高的要求。

2 石油石化企业 PM_{2.5}主要污染源

PM_{2.5}一次和二次污染源几乎覆盖了石油石化企业的全部主要大气污染源,主要污染物包括 SO₂、NO_x、烟尘、颗粒物(粉尘)、VOCs 和 NH₃,其中 VOCs 主要包括非甲烷总烃及苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯等污染物。

3 对石油石化企业污染防治的影响分析

新的 PM_{2.5}污染防治政策和要求,给石油石化企业带来全面、长远而深刻的影响,国家目前已经对 SO₂ 和 NO_x 两项约束性指标实施了严格的总量减排考核,预计还将研究出台基于 PM_{2.5} 环境质量达标的污染物排放总量控制要求和污染物排放标准。石油石化企业除传统的 SO₂、NO_x、烟尘等常规污染物治理外,VOCs 的污染控制也被提上议程,大气污染防治工作面临更高的挑战。

3.1 传统大气污染物排放全面达标升级

新版《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)将于 2014 年 7 月 1 日起全面执行,《石油炼制工业污染物排放标准》以及新修订《大气污染物综合排放标准》即将出台,SO₂、NO_x、烟尘排放标准大幅收紧,重点控制区将执行更为严苛的特别排放限值。从排放现状看,国内石油石化企业目前普遍难以达到新标准的要求。

3.2 VOCs 污染防治要求全面加速推进

VOCs 是区域大气环境中 PM_{2.5} 的重要来源之一,在大气中通过复杂的光化学反应可以形成二次气溶胶,光化学烟雾和大气有机酸,影响人体健康和大气环境^[4]。石油石化企业 VOCs 排放源包括有组织排放源及无组织排放源,尽管我国对 VOCs 排放控制管理尚处于起步阶段,但国家要求全面开展 VOCs 排放控制,对石油石化企业提出了严格的要求。

◆ 严格控制新建项目 VOCs 污染

新建炼油项目须将原油加工损失率控制在 4‰

以内,并配备相应的有机废气治理设施。新、改、扩建项目排放 VOCs 的车间有机废气的收集率应大于 90%,安装废气回收/净化装置。

◆ 大力削减炼化生产企业 VOCs 排放

炼化企业应全面推行 LDAR(泄漏检测与修复)技术,加强生产、储运过程 VOCs 泄漏的监测和监管;将原油加工损失率控制在 6‰ 以内。炼化有机工艺尾气应回收利用,不能回收利用的,应采用锅炉、工艺加热炉、焚烧炉、火炬予以焚烧,或采用吸收、吸附、冷凝等非焚烧方式予以处理;废水收集系统液面与环境空气之间应采取隔离措施,曝气池、气浮池等应加盖密闭,并收集废气净化处理。石化企业有组织废气排放逐步安装在线连续监测系统,厂界安装 VOCs 监测设施。

◆ 全面开展加油站、储油库和油罐车油气回收治理

重点控制区 2013 年底前全面完成油气回收治理工作,一般控制区 2014 年底前完成油气回收治理工作。建设油气回收在线监控系统平台试点,实现对重点储油库和加油站油气回收远程集中监测、管理和控制。

3.3 结构调整、布局优化力度显著加强

炼化企业需要统筹考虑环境敏感性、环境承载力的制约,加快产业布局调整,深入开展燃料结构优化、劣质燃料洁净化利用、节能降耗等工作,从源头削减大气污染物排放量。除严苛的特别排放限值外,以下限制性要求对炼化建设项目设置了红线。

◆ 重点控制区严格限制石油化工行业中的高污染项目,北京、上海、珠三角严格控制石化产能,对环境敏感地区及市区内已建重污染企业要结合产业布局调整实施搬迁改造,明确重点污染企业搬迁改造时间表,淘汰 200 万 t/a 及以下常减压装置。

◆ 探索在京津冀、长三角、珠三角区域与山东城市群积极开展煤炭消费总量控制试点。重点控制区高污染燃料禁燃区面积要达到城市建成区面积的 80% 以上,一般控制区达到城市建成区面积的 60% 以上。

4 石化企业 PM_{2.5}污染防治现状及对策建议

4.1 污染防治现状

◆ 燃煤电站锅炉烟气污染防治

“十一五”以来,企业自备电厂或动力站的燃煤锅炉已实施烟气脱硫改造,采用的技术包括石灰石—石膏法、氨—硫酸氨法、多循环稳定双碱法、烟气循环流化床、循环流化床燃烧+炉内喷钙等。

◆ 加热炉等工业炉窑烟气污染防治

炼化企业加热炉等工业炉窑普遍采用脱硫干气为主要燃料,在源头上减少了 SO₂ 和烟尘排放量,但

NO_x 控制措施相对薄弱。近年炼厂新建的加热炉基本采用低氮燃烧技术降低 NO_x 排放, NO_x 排放浓度可降低 50% 以上。

◆ 催化裂化再生烟气污染治理

国内大型炼化企业主要采用美国湿法碱洗工艺, 削减催化裂化再生烟气中 SO₂ 和颗粒物的排放量。目前国内已实施催化裂化再生烟气脱硝的仅镇海炼化, 采用了氨选择性催化还原技术进行氮氧化物治理, 处理后烟气中的 NO_x 浓度小于 40 mg/m³。

◆ 硫磺回收尾气处理

实现工业化的尾气处理工艺有数十种, 按其化学原理可分为三大类: 尾气加氢还原吸收工艺、低温 Claus 工艺、H₂S 直接选择氧化工艺。国内大部分炼化企业采用加氢还原吸收工艺, 对 Claus 硫磺回收尾气进行再处理, 气体净化度高, 尾气中硫化物含量满足 GB 16297—1996《大气污染物综合排放标准》中的环保规定。

◆ 原油和轻质油品储存及油气回收处理

原油和轻质油品储罐目前普遍采用浮顶形式, 一些企业还采用了浮顶二次密封技术, 最大限度地降低了油品的挥发逸散排放。目前大多数炼化企业建有油气回收或处理装置, 对汽油、石脑油、苯系物装车(汽车或火车), 采用冷凝、吸收、吸附、膜分离、氧化等工艺对油气进行回收处理, 降低 VOCs 排放量。京津冀、上海、广东等重点地区加油站、油库、油罐车已全部实施了油气回收改造。

◆ 污水处理场废气治理

大部分石化企业在“十一五”期间已开始对污水处理场实施密闭化改造收集废气, 采用生物脱臭等工艺进行恶臭治理, 处理后的污水厂 VOCs 废气以及恶臭气体浓度显著降低。

◆ 非正常与事故工况排放废气治理

对于生产装置开停工与检修吹扫放空废气, 一般均引入火炬焚烧处理。石化企业目前普遍设置了气柜和压缩机, 对生产装置非正常工况和一般性事故下的可燃性放空气体进行回收, 引入燃料气管网再利用。

4.2 对策建议

◆ 加大 VOCs 污染防治力度, 短时间内满足新要求

从以上治理现状看, 石油石化企业已普遍开展 VOCs 有组织排放源的污染治理, 难点在于无组织排放源监测与控制。自 20 世纪 80 年代初开始, 美国联邦法典对石化炼油行业的设备 VOCs 泄漏排放提出了严格要求, 规定必须对炼化企业实施 VOCs 检测与恢复(LDAR)作业, 进行设备检漏, 以控制管线组件的无组织排放。1990 年美国将 LDAR 技术规程纳入

《清洁空气法》修正案, 作为最大可行控制技术。目前, 美国共有 25 个联邦政府标准要求企业或机构施行 LDAR。其他国家也普遍要求炼化企业实施了 LDAR, 对降低损耗, 提高工艺安全性和可靠性, 减少空气污染起到了重要作用。目前这项工作在国内炼化企业尚处于试点阶段, 在短时间内全面推开是我国炼化企业一项全新的挑战。在引进吸收国外控制技术方法的同时, 必须抓紧研究规范 VOCs 泄漏检测与控制方法, 编制挥发性有机气体排放清单, 全面实施设备 VOCs 泄漏检测与控制, 以满足即将出台的 VOCs 总量控制要求和排放标准。

◆ 转变传统污染物末端治理思路, 加快调整转型

从国家大气排放控制标准大幅提升的趋势看, 末端治理的局限性日趋明显, 环保倒逼转型的格局正在形成。目前国内石油石化企业对动力装置以及炼油生产装置的尾气排放投入巨资进行治理, 以满足达标及“十二五”总量减排的要求。但从实际效果看, 这些脱硫脱硝除尘设施给炼化企业带来了新的运营成本压力, 新设备花费巨大的代价, 却难以保证稳定达到特别排放限值的要求, 难以满足“增产减污”的硬性考核要求。企业要转变仅靠末端治理实现达标排放和总量减排的被动局面, 应考虑关口前移, 从源头控制、过程削减入手, 在生产管理上下功夫。通过对生产系统与动力系统的集成优化, 减少物料浪费, 实现“瘦身减负”, 实现企业既环保又经济的良性发展。

5 结束语

随着经济的迅猛发展, PM_{2.5} 污染问题也日益加剧, 治理和改善大气环境质量势在必行。石油石化行业是“十二五”期间节能减排的关键领域, PM_{2.5} 污染问题的治理意味着我国石油石化行业需要在“十二五”期间实现全产业链的技术升级, 敦促企业不断改进现有工艺和生产设备, 稳步推进节能减排工作的进行, 实现企业经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1] GB 3095—2012 环境空气质量标准[S].
- [2] 杨复沫, 马永亮. 细微大气颗粒物 PM_{2.5} 及其研究概况[J]. 世界环境, 2000, 123(4): 32-34.
- [3] 中华人民共和国中央人民政府网. 国家环境保护“十二五”规划[EB/OL]. http://www.gov.cn/zwggk/2011-12/20/content_2024895.htm.
- [4] 李俊华, 陈建军, 郝吉明. 控制大气污染化工技术的研究进展[J]. 化工进展, 2005, 24(7): 703-709.

(收稿日期 2012-07-03)

(编辑 李煜)