

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第32卷 第12期

Vol.32 No.12

2011

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目 次

序	郝郑平 (3461)
我国工业 VOCs 减排控制与管理对策研究	王海林, 张国宁, 聂磊, 王宇飞, 郝郑平 (3462)
我国 VOC 类有毒空气污染物优先控制对策探讨	陈颖, 李丽娜, 杨常青, 郝郑平, 孙汉坤, 李瑶 (3469)
工业固定源 VOCs 治理技术分析评估	栾志强, 郝郑平, 王喜芹 (3476)
工业挥发性有机物排放控制的有效途径研究	江梅, 张国宁, 魏玉霞, 邹兰, 张明慧 (3487)
台湾地区 VOCs 污染控制法规、政策和标准	栾志强, 王喜芹, 郑雅楠, 刘平 (3491)
国外固定源 VOCs 排放控制法规与标准研究	张国宁, 郝郑平, 江梅, 王海林 (3501)
挥发性有机物税收政策对我国经济的影响分析	刘昌新, 王宇飞, 王海林, 郝郑平, 王铮 (3509)
民用生物质燃烧挥发性有机化合物排放特征	李兴华, 王书肖, 郝吉明 (3515)
北京及周边地区大气羰基化合物的时空分布特征初探	王琴, 邵敏, 魏强, 陈文泰, 陆思华, 赵越 (3522)
北京市 BTEX 的污染现状及变化规律分析	孙杰, 王跃思, 吴方堃 (3531)
上海城区典型污染过程 VOCs 特征及臭氧潜势分析	崔虎雄, 吴迺名, 高松, 段玉森, 王东方, 张懿华, 伏晴艳 (3537)
长沙大气中 VOCs 研究	刘全, 王跃思, 吴方堃, 孙杰 (3543)
佛山灰霾期挥发性有机物的污染特征	马永亮, 谭吉华, 贺克斌, 程远, 杨复沫, 余永昌, 谭赞华, 王洁文 (3549)
深圳市显著排放 VOCs 的园林植物调查与分析	 黄爱葵, 李楠, Alex Guenther, Jim Greenberg, Brad Baker, Michael Graessli, 白建辉 (3555)
北京地区城乡结合部大气挥发性有机物污染及来源分析	周裕敏, 郝郑平, 王海林 (3560)
北京城乡结合部空气中挥发性有机物健康风险评价	周裕敏, 郝郑平, 王海林 (3566)
城市污水处理厂恶臭挥发性羰基化合物的排放特征	周咪, 王伯光, 赵德骏, 张春林, 古颖纲 (3571)
城市污水处理厂挥发性卤代有机物的排放特征及影响因素研究	何洁, 王伯光, 刘舒乐, 赵德骏, 唐小东, 邹宇 (3577)
城市污水处理厂恶臭挥发性有机物的感官定量评价研究	刘舒乐, 王伯光, 何洁, 唐小东, 赵德骏, 郭薇 (3582)
植物释放挥发性有机物 (BVOC) 向二次有机气溶胶 (SOA) 转化机制研究	李莹莹, 李想, 陈建民 (3588)
NO ₃ 自由基与 3 种环醚的大气化学反应动力学研究	盖艳波, 葛茂发, 王炜罡 (3593)
3-甲基-3-丁烯基-1-醇与硫酸/过氧化氢混合溶液的吸收反应研究	王天鹤, 刘泽, 葛茂发, 王炜罡 (3599)
水中挥发性有机物的分析方法综评	许秀艳, 朱擎, 谭丽, 梁宵, 张颖, 滕思江 (3606)
新型动态针捕集阱技术分析大气中低浓度的 VOCs	李想, 陈建民 (3613)
大气中总挥发性有机硫化物检测方法的研究	王艳君, 郑晓玲, 何鹰, 张栋, 王保栋 (3617)
全自动阵列离子迁移谱仪连续监测挥发性有机化合物	 周庆华, 仓怀文, 鞠帮玉, 李林, 杜永斋, 陈创, 侯可勇, 李京华, 王卫国, 李海洋 (3623)
膜进样-单光子电离/化学电离-质谱仪在线检测水中 VOCs	 花磊, 吴庆浩, 侯可勇, 崔华鹏, 陈平, 赵无垠, 谢园园, 李海洋 (3628)
工业园区 TVOC 和恶臭的电子鼻检测技术研究	田秀英, 蔡强, 叶朝霞, 郭威, 卢岩文, 张永明 (3635)
电子鼻检测污染土壤中挥发性氯代烃的适用性研究	卜凡阳, 文晓刚, 万梅, 刘锐, 蔡强, 陈吕军, 张永明 (3641)
工业管道中丙烯酸酯类物质的监测与分析	吴彬, 张红燕, 陆林光 (3647)
硅改性制备疏水性沸石分子筛蜂窝体	王喜芹, 李凯, 魏冰, 栾志强 (3653)
氧化锰八面体分子筛的合成及其对苯催化氧化性能	李东艳, 刘海弟, 陈运法 (3657)
蜂窝状活性炭对 VOCs 的吸-脱附性能研究	韩忠娟, 罗福坤, 李泽清 (3662)
混合气体直接吸附分离回收过程研究	王红玉, 羌宁, 胡瑕 (3667)
生物滴滤降解氯苯废气的实验研究	周卿伟, 朱润晔, 胡俊, 张丽丽, 陈建孟 (3673)
复合吸收技术净化复杂工业有机废气	陈定盛, 岑超平, 唐志雄, 方平, 陈志航 (3680)
烘房 VOCs 废气治理技术路线探析	李泽清, 罗福坤 (3685)
Co ₃ O ₄ 纳米棒的制备及其对气相甲苯的催化氧化	闫清云, 李新勇, 肇启东, 曲振平 (3689)
Si 掺杂 TiO ₂ 纳米管阵列制备、表征及其光催化氧化降解室内典型 VOCs	邹学军, 李新勇, 曲振平, 王疆疆 (3694)
基于现场试验的石油类污染物自然衰减能力研究	贾慧, 武晓峰, 胡黎明, 刘培斌 (3699)
膜分离法处理加油站油气研究	朱玲, 陈家庆, 张宝生, 王建宏 (3704)
机动车加油过程中气液两相流动特性的 CFD 数值模拟	陈家庆, 张男, 王金惠, 朱玲, 尚超 (3710)
《环境科学》第 32 卷 (2011 年) 总目录	(3717)
《环境科学》征稿简则 (3679) 《环境科学》征订启事 (3684) 信息 (3554, 3616, 3622, 3672)	

台湾地区 VOCs 污染控制法规、政策和标准

栾志强¹, 王喜芹¹, 郑雅楠², 刘平²

(1. 防化研究院, 北京 100191; 2. 中国环境科学学会, 北京 100082)

摘要: 台湾地区已经制定了比较完善的挥发性有机物(VOCs)控制法规、政策和标准体系,并在 VOCs 控制方面取得了很好的效果. 本文对台湾地区涉及 VOCs 控制的政策框架,包括行政管制措施和经济奖惩制度进行了完整的总结和分析,对我国大陆地区 VOCs 控制政策的制定和实施具有重要的参考价值.

关键词: 台湾地区; 挥发性有机物(VOCs); 污染控制; 政策法规; 排放标准

中图分类号: X32 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2011)12-3491-10

Regulations and Policies for Control of Volatile Organic Compounds and the Emission Standards in Taiwan

LUAN Zhi-qiang¹, WANG Xi-qin¹, ZHENG Ya-nan², LIU Ping²

(1. Research Institute of Chemical Defense, Beijing 100191, China; 2. Chinese Society for Environmental Sciences, Beijing 100082, China)

Abstract: Due to the well-developed managing system including policies, laws, regulations and emission standards, now the emission of volatile organic compounds (VOCs) is strictly controlled in Taiwan. The policy frameworks of VOCs control including both command control and economic incentives makes an excellent effect for VOCs treatment.

Key words: Taiwan; volatile organic compounds (VOCs); pollution control; law and regulation; emission standard

自 20 世纪 60 年代以后,台湾经济开始快速发展,特别是石油化工、电子产品制造等重点行业的快速发展,空气污染状况不断加重. 台湾经济的发展,是典型的先污染后治理的模式. 在空气污染治理方面 1975 年颁布了《空气污染防制法》^[1], 1973 年公告了台湾地区空气污染物排放标准,后改为《固定污染源空气污染物排放标准》,进行过多次修订^[2],并先后制定了一些主要的行业排放标准及控制措施,如电力设施、汽车制造、PU 合成革制造业、半导体制造业、洗染业、石化业等“行业制程之空气污染物排放标准”^[3~12]. 1980 年颁布的《交通工具空气污染物排放标准》^[13],至 2007 年已经修订了近 20 次,控制目标和控制措施逐步加严. 以上各类排放标准的颁布配合其它相关的防治政策和措施,对空气污染状况的改善起到了主要的推动作用.

到 20 世纪 90 年代以后,由于以上各项行政管制措施的实施,大气中的颗粒物和 SO₂ 的污染情况得到了有效的控制,但大气中臭氧(O₃)浓度还在不断升高. 整个台湾地区臭氧浓度超过法规标准日的比例,从 90 年代初的 3.3%,提高到 2002 年的 77%,臭氧取代悬浮微粒 PM₁₀ 而成为主要污染物. 另外某些 VOCs 种类具臭味,也成为民众反映案件的主要原因. 因此,控制 VOCs 排放成为 20 世纪 90

年代末期以来大气污染控制的重点目标. 1997 年颁布了《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》^[14]以及相关的监督检查、奖励处罚等配套管理制度,对石化行业的 VOCs 排放控制进行了严格的规定. 在戴奥辛(Dioxins)污染的控制方面,1997 年后陆续颁布多项行业排放标准,2006 年颁布了《固定污染源戴奥辛排放标准》及其相关的配套实施政策^[15~20].

通过对《空气污染防制法》的不断改进,固定源和移动源排放标准的不断修订和加严,固定源《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》的建立,配合相关的监督检查、奖励处罚等配套管理制度的实施,进入 21 世纪以后有效抑制了 VOCs 的排放污染问题.

1 台湾地区 VOCs 排放情况分析^[21]

2000 年台湾地区 VOCs 污染源的来源情况如图 1. 大致可以分为工业(38%)、车辆(移动源 22%)和其它排放(40%). 目前大陆地区移动源对总 VOCs 的贡献通常在 40% 以上,因此和大陆地区相比,台湾地区移动源对总 VOCs 的贡献要低,只占 22% 左右. 其中工业源 VOCs 的排放中,工业溶剂使用(17%)、工业表面涂装(12%)和工业过程(主要

收稿日期: 2011-05-30; 修订日期: 2011-08-13

作者简介: 栾志强(1963~),男,研究员,主要研究方向为大气污染净化材料和治理技术, E-mail: luanzhiqiang63@vip.sina.com

是石化行业, 9%) 所占比例最大. 1999 年统计加油站的 VOCs 总排放量为 $9\,410 \sim 11\,938 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$, 约占固定污染源 VOCs 排放量的 6% ~ 7%. 2000 年统计餐饮业的 VOCs 排放约占固定源 VOCs 排放量的 3.81%, 约占总 VOCs 排放量的 1.51%. 商业/消费过程中 VOCs 排放约占总排放量的 15% 左右, 主要包括印刷、喷剂、杀虫剂等.

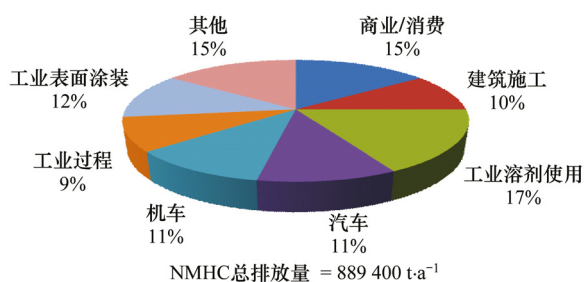


图1 台湾地区 VOC 排放分布情况统计

Fig. 1 Statistics for VOC emissions in Taiwan

2000 年台湾地区总的 VOCs 排放量为 $88.94 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$, 其中固定源的排放统计细化到近 20 个行业, 统计为近 $62 \text{ 万 t} \cdot \text{a}^{-1}$. 在工业固定源的排放中, 工业表面涂装业 (19%)、石油炼制与石化业 (7.6%)、印刷业 (5%)、电子业 (4%)、胶带业 (4%)、PU 与 PVC

皮革制造业 (3%) 和汽车保养 (3%) 所占比例最大.

2 台湾地区 VOCs 排放控制体系

2.1 排放控制体系总体框架与法律法规

台湾的环境空气质量控制标准体系总体框架如图 2. 包括空气质量检测、固定污染源管制、能源管制、交通工具管制 4 个大的方面. 在固定污染源管制中行政管制和经济诱因并行, 强化许可登记、年排放量申报和检测与稽查制度, 强调从源头管制, 管制效果显著. 经过 40 多年的不断努力, 台湾已经制定了完善和严格的关于空气质量控制的法律法规体系, 在很多方面的排放标准和控制措施堪称世界上最为严格. 如柴油车及汽油车第四期排放标准均与欧盟现行标准相同, 而机动车第五期标准则较欧盟及日本现行标准严格, 为全世界最严格的标准. 另外将所有固定污染源戴奥辛排放纳入控制范围, 是全世界首个全面控制戴奥辛的地区.

自 2007 年 1 月 1 日起开征 VOCs 空气污染防治费, 每年约可减少 $15\,000 \text{ t}$ VOCs 的排放, 促使从业者加装至少 744 座污染防治设备, 并再加征对人体健康危害严重的甲苯、二甲苯等 13 种 VOCs 的空污费, 首创经济奖惩手段与污染控制相结合政策.

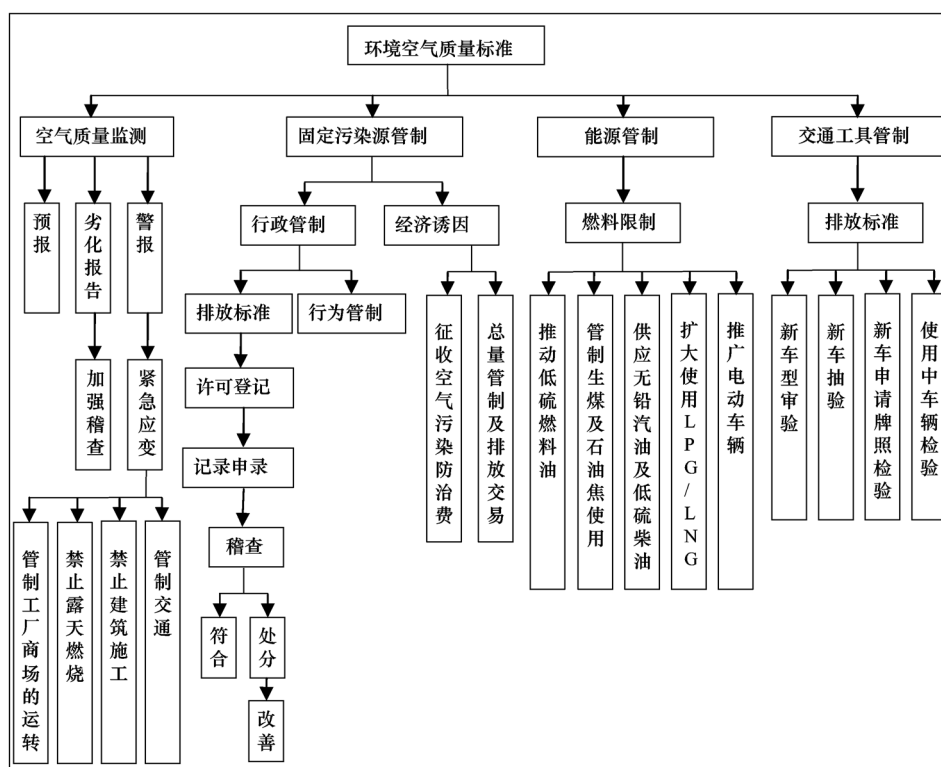


图2 台湾的环境空气质量控制标准体系总体框架结构

Fig. 2 Whole framework of air quality control system in Taiwan

2.2 固定污染源管控策略

在大气环境质量的控制中,固定污染源是控制

的重点,控制策略主要从行政管理和经济手段两方面着手(图3)。

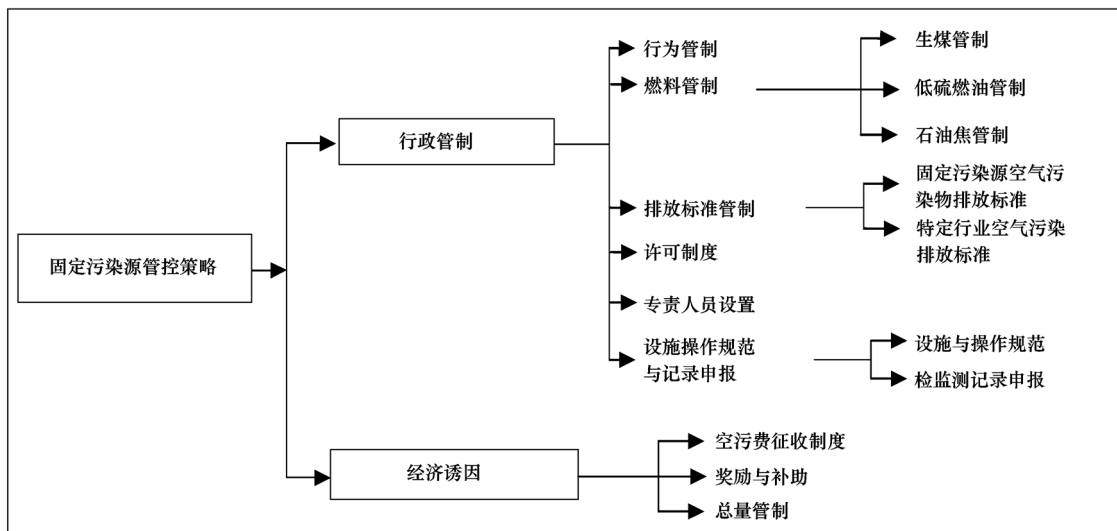


图3 固定污染源管控策略

Fig. 3 Command control and economic incentive strategy for fixed resources

在行政管制方面,主要包括燃料管制、排放标准管制和许可证制度,并配合一些行为管制措施。在经济诱因方面,主要包括空污费征收制度、减排奖励与补助和总量控制制度。

3 台湾地区 VOCs 排放控制行政管制措施

3.1 《空气污染防制法》

《空气污染防制法》是大气污染防治的纲领性文件,其它的排放标准、实施办法、管理措施等都是

依据《空气污染防制法》的法律条文而制定的。1975年第一次公布21条,至2006年已经6次修订,修订后共分为五章86条。在历次修订工作中,分阶段引进适宜的管控策略。在经济诱因方面,开征空气污染防治费、实施奖励补助及推动总量控制。在稽查管制方面,推动各行业污染源的稽查、清查列管及评鉴与辅导等专案计划,促使工厂逐渐重视污染防治,逐步完成各项污染防治工作。空气污染防治法基本架构如图4。

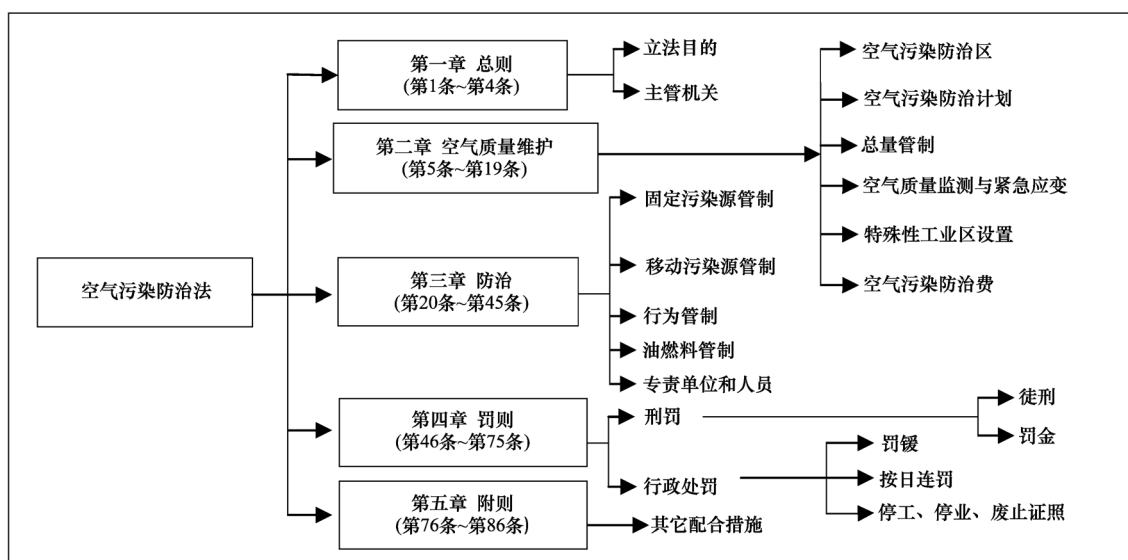


图4 台湾空气污染防制法基本架构

Fig. 4 Primary framework of Air Pollution Control Act

3.2 固定源 VOCs 排放标准体系

早在 1973 年就开始公告空气污染物排放标准,至 2007 年已经修订了 8 次.其中,1986 年进行了大的修改,针对新污染源、台北市及高雄市辖区内污染源制定较严格的标准,并增加制定中长期管控标准.每次管控标准的修订均逐步加严,自 20 世纪 90 年代开始先后逐渐制定了《半导体制造业空气污染管制及排放标准》等多项行业空气污染物排放标准,其中大部分的行业涉及到 VOCs 的排放.1997 年针对石化行业颁布了《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》.1997 年后陆续颁布了《废弃物焚化炉戴奥辛管制及排放标准》等 5 项戴奥辛排放行业标准,2006 年颁布了《固定污染源戴奥辛排放标准》及其相关实施政策.在 VOCs 的排放标准制定中参考了美、欧、日等相关标准体系,堪称世界上最严格的标准体系.

3.2.1 固定源 VOCs 综合排放标准

在最新颁布的《固定污染源空气污染物排放标准》中,直接针对 VOCs 的种类有 12 项,包括:硫醇、硫化甲基、二硫化甲基、一甲基胺、二甲基胺、三甲基胺、二硫化碳、甲醛、苯、甲苯、二甲苯和氯乙烯单体.异味污染物中,大部分为挥发性有机化合物,对于异味污染物进行了严格的定义和排放限制.排放标准中未列排放管道排放标准的气体污染物,也给出了相应的计算方法.

3.2.2 石化行业 VOCs 管制与排放标准

1997 年针对石化行业的 VOCs 控制制定了《挥发性有机物空气污染管制及排放标准》,2005 年对其进行了重新修订,主要扩大挥发性有机液体储槽及装载操作设施的管控范围,严格石化过程设备元件的控制规范,并增加列管石化过程的废水处理设施.

3.2.3 石化行业以外各行业 VOCs 排放标准

除了石化行业以外,表 1 中的 7 个行业为主要涉及 VOCs 排放的行业.在各个行业的排放控制中,广泛参考了日本和欧、美相关标准,各项标准自首次颁布以来已经进行了多次修订,逐步趋向严格.

3.3 移动源污染物排放标准

1980 年开始制定的《交通工具空气污染物排放标准》至 2007 年已经修订了近 20 次,管制目标和管制措施逐步加严,见图 5.

排放标准规定,新出厂台湾产新车及进口车辆应经过尾气检验确符合排放标准、无超量排放的才能上市.机动车定检、抽检及柴油车不定期检验制度,推动机动车定期检测及保养合一制度,要求至定

检站进行尾气检测.自 1999 年 7 月,机车未按规定实施尾气定检者或经定检不符合排放标准者,予以处罚.2007 年对柴油车、2008 年对汽油车开始实施第四期排放标准,2007 年对摩托车(机车)实施第五期排放标准.

3.4 许可证制度

自 1997 年开始推动“固定污染源设置及操作许可制度”,依据《空气污染防制法》制定了《固定污染源设置变更及操作许可办法》,后名称修正为《固定污染源设置与操作许可证管理办法》,对许可查核项目(图 6)的规定极其细致和严格,可操作性强^[22,23].工厂在取得许可证后,依许可规定事项进行设置、操作、排放污染物.设置许可或变更许可的污染源,设立后应先申请操作许可,才能操作.公告前已建立的固定污染源,应于公告后 2 a 内申请操作许可.

许可制度采取分批公告管制方式,截至 2009 年已完成的 8 次公告,可掌握全台湾固定污染源 95% 以上的颗粒污染物、96% 以上的硫氧化物及氮氧化物、80% 以上的挥发性有机污染物排放量,共有 10 466 家公私场所取得共 16 353 张操作许可证及 4 084 张设置许可证.

3.5 稽查与年排放量申报制度

环保单位每年对固定污染源进行核查,核查内容为污染源日常的操作与维护、记录是否属实,确保污染源不会违反许可核定内容.由于台湾地区石化行业非常发达,石化行业的污染对空气污染的贡献比例较高,自 1993 年起,用红外线侦测仪对石化业遥测,分析污染物成分及排放来源,要求工厂进行改善.对于未设置连续自动监测设施的工厂,环保署规定工厂定期检测,并申报排气浓度及排放量.公私场所任一固定污染源操作许可证记载的 VOCs 达 $30 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上者,自 2004 年起,于每年 1 月底前申报前一年空气污染物年排放量,并进行挥发性有机物污染源的清查:①建立资料库与建档;②调查相关污染防治设备使用现状;③分析按行业挥发性有机物的排放特性.

年排放量申报内容包括:①各过程原物料、燃料使用量、产品产量、有机溶剂使用量等,与各类空污排放有关的活动强度资料;②全厂(场)所有排放管道及未经排放管道逸散的空气污染物排放量;③非属生产制造或作业过程用有机溶剂(如设备清洗等).对于有机溶剂 VOCs 排放量的计算,从原料的使用开始,到管道排放量和逸散量都提出了计算要求(图 7).

表 1 石化行业以外各行业 VOCs 排放标准
Table 1 Industrial VOCs emission standards excluding oil and chemical industry

行业划分	适用条件	排放标准	发布日期	备注
半导体制造业	挥发性有机物 ≥1 700 kg·a ⁻¹	挥发性有机物 排放削减率应 >90% 或工厂总排放量 <0.6 kg·h ⁻¹ (以甲烷为计算基准)	2002 年	1. 污染防治设备的废气入口处或排放口应设置流量计 2. 挥发性有机物年用量大于 50 t 的工厂其 VOCs 防治设备的废气排放口应设置浓度监测器 3. 挥发性有机物工厂总排放量大于等于 0.6 kg·h ⁻¹ 者, 其 VOCs 防治设备的废气入口及排放口应设置浓度监测器 4. 流量计及浓度监测器每季监测率应 >80%
	三氯乙烯 ≥ 60 kg·a ⁻¹	三氯乙烯 排放削减率应 >90% 或工厂总排放量 <0.02 kg·h ⁻¹		
汽车制造业表面涂装作业	适用于汽车制造过程表面涂装相关作业, 包括储运、混合、搅拌、清洗、涂装、干燥及其后处理单元	干燥室 VOCs 总破坏去除效率 90% 排放管道排放标准未经含氧量校正 60 mg·m ⁻³	2005 年	表面涂装相关作业 VOCs 以每月表面相关作业所排放之 VOCs 总量除以底涂总面积为基准(底涂面积指车体底涂的总面积)
		表面涂装 VOCs 110 g·m ⁻²		
聚氨基甲酸酯合成皮革业	适用于聚氨基甲酸酯合成皮革业中干式、湿式及印刷过程	二甲基甲酰胺 未连通至污染防治设备处理的排气中二甲基甲酰胺总含量不得超过连通至污染防治设备处理者的 20% 集气处理的二甲基甲酰胺回收率或去除效率 90% 以上或二甲基甲酰胺排放浓度 20×10 ⁻⁶ 体积分数以下	2003 年	排放管道排气采取物料回收处理方式, 其 VOCs 排放削减率达 85% 以上或以甲烷为计算基准排放浓度 300×10 ⁻⁶ 体积分数以下者, 不在此限
		其他 VOCs 全厂排放的 VOCs 排放标准应符合 65 g·m ⁻²		
胶带制造业	适用于胶带制造业, 且其含 VOCs 原(物)料年许可用量达 50 t 以上者	胶带制造业中应设置 VOCs 污染防治设备, 且其 VOCs 的处理效率应达 90% 以上才能排放	2008 年	有下列情形者, 除应符合前项规定外, 其单一排放管道的 VOCs 排放量不得大于 3.8 kg·h ⁻¹ . 1. 新建过程. 2. 全厂含 VOCs 原(物)料年许可用量达 400 t 以上者
光电材料及元件制造业	适用于光电业中烟道气	VOCs (新建过程) 处理效率应达 85% 或管道排放量 0.4 kg·h ⁻¹ 以下(以甲烷计)	2006 年	光电业符合固定污染源设置与操作许可证管理办法第三条规定的变更条件者, 其新增的污染防治设备应符合新建过程排放标准. 但标准发布施行日前已建的污染防治设备仍适用现有过程的排放标准
		VOCs (现有过程) 处理效率应达 75% 或管道排放量 0.4 kg·h ⁻¹ 以下(以甲烷计)		
干洗作业	1. 使用石油系干洗溶剂从事干洗作业者 2. 使用四氯乙烯及其他非石油系干洗溶剂从事干洗作业者	1. 洗衣、溶剂脱除应于同一密闭干洗槽内进行, 并应设置具回收干洗溶剂的烘干机或尾气处理设备, 干洗后的衣物不得晾或晒 2. 溶剂脱除后, 烘干前的堆置衣物及过滤器过滤后的残渣, 应存放于密封容器内, 其暴露于空气中的时间不得超过 5 min 3. 烘干机的干洗溶剂质量回收率或削减率应达 85% 以上 4. 烘干机的溶剂冷凝回收设备应保持密闭, 且持续冷凝至 1 min 内无可回收溶剂滴下时, 才能开启烘干机机门		本标准发布前已设立, 其同一公私场所所有石油系溶剂干洗机总容量 18 kg 以上(含 18 kg)或其石油系干洗溶剂年使用量 1 000 kg 以上(含 1 000 kg)者 同一公私场所所有石油系溶剂干洗机总容量未达 18 kg, 因民众反映, 经主管部门认定有污染可能者
餐饮业油烟	1. 同一公私场所所有用餐座位数 85 个(含)或废气总排气 80 m ³ ·min ⁻¹ (含) 以上的餐饮业 2. 同一公私场所拥有用餐座位数 85 个或废气总排气量 80 m ³ ·min ⁻¹ 以下的餐饮业, 因民众反映, 经主管部门认定有污染可能者	1. 设置能固定且易于拆换清洗的挡板或滤材过滤器 2. 应设置静电集尘器或排放削减率大于 90% (含) 的油烟污染防治设施 3. 除设置静电集尘器外, 设置排放削减率 >90% (含) 的油烟污染防治设施, 应具备有排放削减率证明文件		1. 设置静电集尘器作为油烟污染防治设施, 应设置导油孔、集油容器及符合设备电压设计参数至少 9 000 伏特 2. 挡板或滤材过滤器每周至少清洗或更换一次, 并做挡板清洗或滤材更换记录 3. 设置静电集尘器, 若非自动清理型油烟收集板, 每周至少清洗一次, 并做油烟收集板清洗记录 4. 静电集尘器或油烟污染防治设施应依原设备厂商设备使用手册规定进行操作及维护. 各项记录应至少保存 2 a 备查

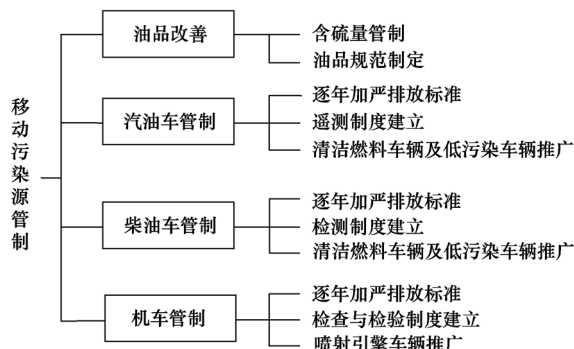


图5 移动污染源管制策略

Fig. 5 Command control strategy of mobile sources

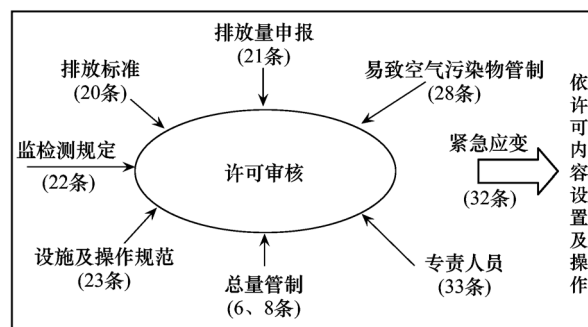


图6 许可制度规定的许可查核项目

Fig. 6 License check programs of licensing system

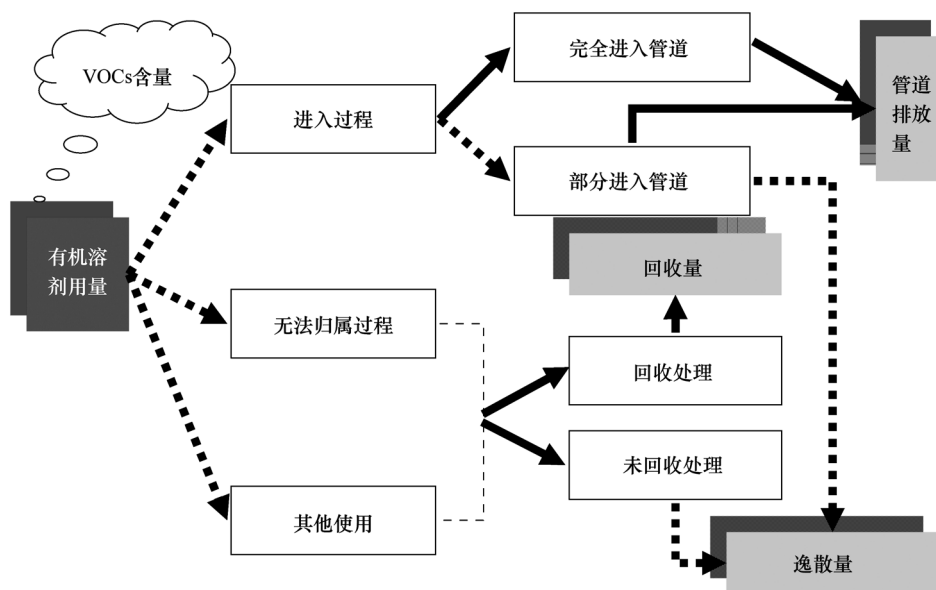


图7 VOCs年排放量申报内容

Fig. 7 Declarations of annual VOCs emissions

3.6 行为管制^[24]

行业管制是指禁止因燃烧废弃物或稻草、营建工程施工、弃置废弃物、使用挥发性有机物等,致使造成明显的颗粒污染物、尘土飞扬、恶臭逸散或有毒气体产生的空气污染行为,此管制为最早使用的策略工具。检查人员利用官能检查方式(如目视及嗅觉),直接判定是否有该类空气污染行为,而无须予以量测定量。由于此类事件绝大部分为民众陈情案件,各级环保检查人员最常使用“行为管制”判定污染事件,且可要求污染者立即进行改善,相当具有时效性。为使主管部门执行空气污染行为检查工作有依据且一致的标准作法及程序,环保署制定了《空气污染行为管制执行准则》,作为主管部门执行未经排放管道排放空气污染物污染环境行为的判断标准、工作依据并辅导业者改善。

4 台湾地区 VOCs 排放控制的经济奖惩措施^[25~36]

4.1 收费制度

4.1.1 《空气污染仿制费收费办法》的沿革

台湾地区环保署自 1995 年起开始采用经济奖惩手段,落实“污染者付费”原则,实施污染排放收费制度,先后依据燃料使用量、营建工程类别及实际排放量开征硫氧化物、颗粒污染物及氮氧化物空气污染防治费(简称空污费)。自开始征收 SO_x 和 NO_x 空污费以来,至 2006 年 SO_x 改善 44%、 NO_x 改善 21%。由于未开征 VOCs 空污费,造成 O_3 浓度恶化了 12%。90 年末开始 VOCs 开征工作的研究规划,于 2007 年开征 VOCs 空污费,各行业排量计算的依据为行政院环境保护署颁布《公私场所固定污染源申报空气污染防制费之挥发性有机物之行业制程排

放系数、操作单元(含设备元件)排放系数、控制效率及其他计量规定》^[26]。

4.1.2 VOCs 空污费征收对象、收费期程与费率

根据污染排放的掌握情况、减量效益及对相关行业的冲击程度,采取分阶段方式开征(表 2),第一期以点源优先,第二期扩大至面源。并按危害程度差异(筛选因子含:致癌性、半致死浓度、环境浓度限值、毒管处列管项目),分阶段扩大加征有害 VOCs 空污费。

针对排放总量的不同,采用三级累进费率征收方式,并纳入防治区差别费率。对除甲苯、二甲苯外的个别物种(共 11 种)加征费用 30 元台币·kg⁻¹。甲苯、二甲苯的市售价格较低,加征 5 元台币·kg⁻¹。

4.1.3 费额估算

按照一/三级防治区费率、采取三级排量征收,总征收费额预估约为 38.46 亿元台币·a⁻¹(含个别物种)。其中季排放量 > 50 t 者,征收金额达 28.24 亿元台币·a⁻¹,占总费额比例为 74%(表 3)。

4.1.4 排放量计量方法

2007 年第 0980057105C 号令公布《固定污染源挥发性有机物自厂系数(含控制效率)建置作业要点》,对各个行业排放系数的计算进行了统一规定^[27]。

表 2 VOCs 空污费征收对象、收费期程与费率
Table 2 Object, schedule and fee rate of air polluted charge for VOCs

项目	第一期(2007-09)	第二期(2010 年开始)
征收对象	仅征收一般 VOCs 空污费达起征门槛者申缴空污费;未达起征门槛者仅申报排放量,不需缴费	(1)一般 VOCs 空污费:维持不变 (2)有害 VOCs 物种:开始加征空污费
级别与费率	不分级别,起征门槛:0.5 t·季 ⁻¹ 单一费率:20 元台币·kg ⁻¹	起征门槛:同前 分三级累进费率征收并纳入防治区差别费率 一、三级防治区: 第一级(50 t·季 ⁻¹ 以上): 30 元台币·kg ⁻¹ 第二级(7.5~50 t·季 ⁻¹): 25 元台币·kg ⁻¹ 第三级(0.5~7.5 t·季 ⁻¹): 20 元台币·kg ⁻¹ 二级防治区: 每级分别减低 5 元台币·kg ⁻¹
计量方式	公告“行业过程排放系数”简化计量方式	回归质量平衡计量方式
费额估算	总费额预估约: 28.87 亿元台币·a ⁻¹	总费额预估约: 38.16 亿元台币·a ⁻¹

表 3 费额估算

Table 3 Charge amount evaluation table

污染物种	排放量规模 /t·季 ⁻¹	各级别费率(台币) /元·kg ⁻¹	家数	排放量/t·季 ⁻¹ 比例/%	小计(台币) /亿元·a ⁻¹	合计(台币) /亿元·a ⁻¹	总费额(台币) /亿元·a ⁻¹
一般 VOCs	> 50	30	147	164 886 (75)	28.24	38.16	38.46
	7.5~50	25	468	36 238 (15)	7.51		
	0.5~7.5	20	3 678	19 685 (4)	2.4		
个别物种	甲苯、二甲苯	加征 5 元·kg ⁻¹	281	3 371.61	0.17	0.30	
	其他(11 种)	加征 30 元·kg ⁻¹	228	429.21	0.13		

公私场所申请自厂系数建置项目为:申请原(物)料中挥发性有机物含量系数者,应符合附录一规范;申请集气设备的集气效率者,应符合附录二规范;申请防治设备的处理效率者,应符合附录三规范;申请自厂过程排放系数者,应符合附录四规范;申请操作单元(含设备元件)排放系数者,应符合附录五规范;申请行业过程排放系数者,应符合附录六规范。未列于附录规范的自厂系数建置项目者,其建置方法经主管机关审查通过后,亦可进行自厂系数建置工作。在以上的附录一至附录六中对排放系数进行了详细地规定。

自厂系数建置工作规定:申请者应于自厂系数建置前提出自厂系数建置方法申请,于自厂系数建置后提出自厂系数建置结果申请。并对自厂系数审查工作原则、采用的检测方法、检测条件与检测组数、检测数值结果的认可条件、适用条件、主管机关核查方法、起算时间、使用自厂系数申报固定污染源挥发性有机物空气污染防治费等。

由于 VOCs 具逸散的污染特性,完整计量不易,考虑到业者计算复杂且困难度高,因此采取公告“行业过程排放系数”,简化计算方式。

4.2 减量奖励制度

在公告征收挥发性有机物空气污染防治费以前,为使业者少缴空污费而进行自发性过程改善及加装防治设备等污染削减措施,在 1997 年针对挥发性有机物的减量奖励发布了《公私场所固定污染源空气污染减量奖励办法》.规定“公私场所固定污染源因改善制程或装置控制设备,能有效减少或去除挥发性有机物排放量且未经稀释之月平均排放浓度较排放标准四分之三为低者;未订有排放标准者,其制程或装置控制设备能有效减少或去除 70% 以上挥发性有机物排放量者,可申请奖励”.作为一项阶段性的措施,在开始征收挥发性有机物空气污染防治费以前,《公私场所固定污染源空气污染减量奖励办法》对削减挥发性有机物的排放量,改善空气质量发挥了一定的作用.固定污染源空气污染减量奖励方式分为减量奖励金、检测费用奖励金及减量额度 3 种.

4.2.1 减量奖励金额计算方式

(1) 订有排放标准规定者,挥发性有机物奖励金额(元台币) = [挥发性有机物排放标准值所计算的季排放总量(kg) - 挥发性有机物季排放总量(kg)] $\times 20.0$ (元台币 $\cdot \text{kg}^{-1}$)

(2) 未制定排放标准规定者,挥发性有机物奖励金额(元台币) = (挥发性有机物去除百分比 - 70%) $\times$ 未经防治措施处理的挥发性有机物季排放总量(kg) $\times 20.0$ (元台币 $\cdot \text{kg}^{-1}$)

(3) 固定污染源同一过程或控制设备者,只能按规定申请一次减量奖励金.其已领取其它补助者,或其后制程再改善或装置控制设备者,再申请奖励金,计算减排奖励金应扣除已领取部分.

4.2.2 减量额度计算方式

(1) 制定有排放标准规定者,挥发性有机物减量额度(kg) = 挥发性有机物排放标准值所计算的季排放总量(kg) - 挥发性有机物季排放总量(kg).

(2) 未制定排放标准规定者,挥发性有机物减量额度(kg) = (挥发性有机物去除百分比 - 70%) $\times$ 未经防治措施处理的挥发性有机物季排放总量(kg).

4.2.3 VOCs 减量奖励方式

减量奖励方式: ①减量奖励金:以 3 个月的排放减量额度提出申请,只能申请一次; ②监测费用奖励金:经核发奖励金者,每一过程或控制设备 ≤ 5 万元,总监测费用 $\leq$ 减量奖励金的 40%,且 ≤ 300 万元; ③减量额度:装置控制设备且经核发奖励金者,每年 1、4、7 及 10 月底前提出申请.

4.3 总量管制制度

由于工厂及机动车不断增加,虽然排放浓度标准在不断加严,个别污染源排放量减少,但污染源集中地区的空气质量仍难有显著改善.因此台湾环保署自 1996 年起即开始规划总量管制制度,参考国外执行经验,在 1999 年 1 月公布之空污法修正条文中,列入总量管制制度法源,正式启动总量管制制度.总量管制主要精神包括以下 3 点: ①指定污染源污染排放削减量及改善日期. ②新建或变更污染源加严管制. ③保留、抵换及交易排放权.

4.3.1 总量管制区的划分

由主管机关可依地形、气象条件,将空气污染物可能互相流通之一个或多个直辖市、县(市)指定为总量管制区,制定总量管制计划,公告实施总量管制(图 8).

符合空气质量标准的总量管制区,新建或变更的固定污染源污染物排放量达一定规模者,须经模式模拟证明不超过该区的污染物容许增量限值.不符合空气质量标准的总量管制区,已有固定污染源应向当地主管机关申请认可其污染物排放量,并依主管机关按空气质量需求指定的目标与期限削减;新建或变更的固定污染源污染物排放量达一定规模者,应采用最佳可行控制技术,并取得足够抵换污染物增量的排放量.

已有固定污染源因采取防治措施使实际削减量较指定为多者,其差额经当地主管机关认可后,可保留、抵换或交易.污染物容许增量限值计算办法、空气质量模式模拟规范、已有固定污染源污染物排放量认可准则、最佳可行控制技术及削减量差额认可、保留抵换办法、排放交易办法等,由主管机关会商有关机关确定.

4.3.2 总量管制计划的制定

未达空气质量标准的总量管制区,已有固定源应制定污染源削减总量及改善期限计划;达到空气质量标准的总量管制区,应制定污染物容许增加的最大限值及避免空气质量恶化计划.新建(变更)污染源,除符合现行法规外,排放量达一定规模者,位于符合空气质量标准区域,应进行最大容许增量限值模式模拟,方能取得许可;位于未符合空气质量标准区域,应采用考量能源、环境、经济冲击后,已商业化的最佳可行控制技术(BACT),且须取得排放权,始得核发许可.

4.3.3 排放权交易

在总量管制制度中,保留、抵换及交易排放权是

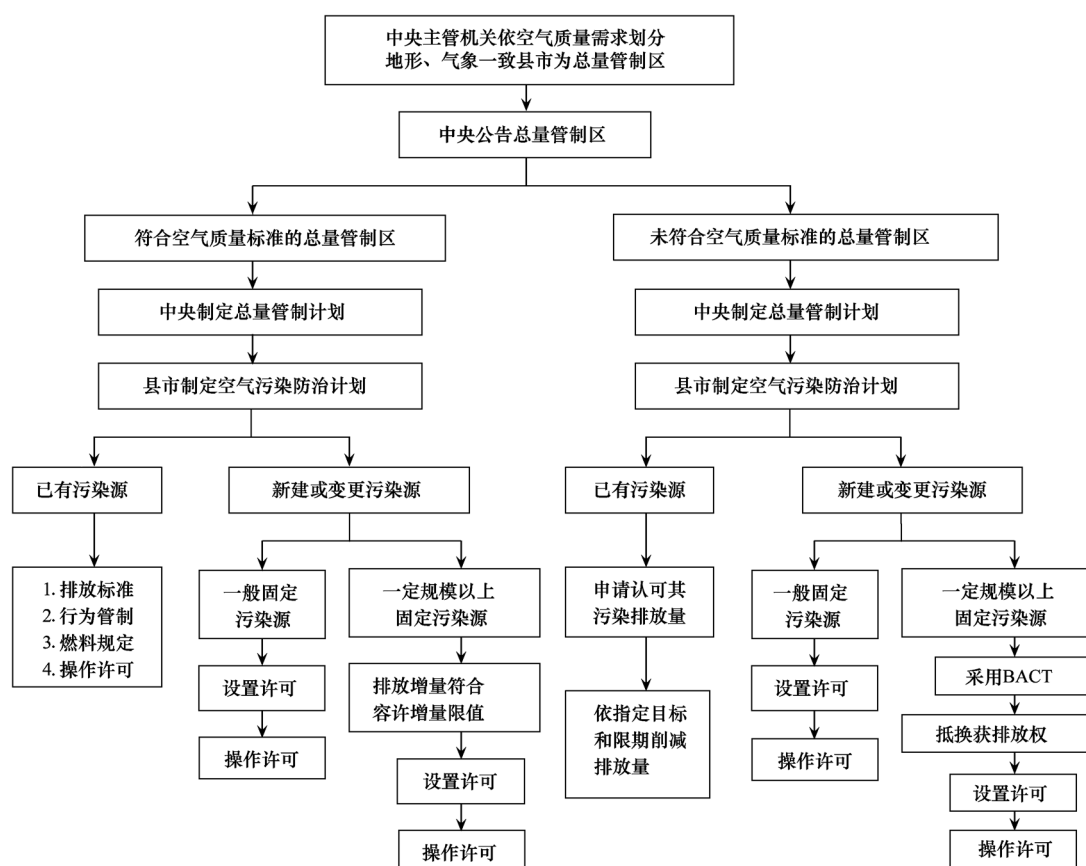
图 8 总量管制区的划分^[36]

Fig. 8 Division of total amount control area

最重要的机制,使污染物的排放管制更趋弹性及更具经济诱因.需先建立工厂的排放量,依其排放量制定其逐年递减的排放权,对于实际排放较指定排放小的差额,工厂可申请此差额认可,此差额可供工厂本身或新建污染源申请时运用.在实际操作中必须公开排放量、污染源保留得差额及抵换交易量等相关资讯,并建立排放量抵换交易申报登录方式、流程、验证方式及管理规则,以利后续管理.在该区域欲新建或变更的污染源,应采用已商业化的排放最大减量的防治技术.供抵换污染物增量排放量的来源必须通过向已有污染源购买、洗扫街道、或收购旧车等方式取得排放权.

5 结论

(1)通过长期发展和完善,到目前为止台湾地区已建立了一套完整有效的 VOCs 污染排放管控体系.行政管制措施和经济奖惩制度相辅相成,互为补充,为台湾地区 VOCs 的污染控制工作奠定了基础,对于近年来环境空气质量的改善起到了重要的

作用.

(2)与台湾地区相比,我国大陆地区在 VOCs 污染排放管控体系建设方面起步较晚,体系不够健全,严重制约了我国 VOCs 污染排放控制工作的开展.由于近年来我国大陆地区 VOCs 污染问题日趋严重,在“十二五”期间我们已经将 VOCs 和 SO_x 、 NO_x 以及颗粒物一起列为重点控制的大气污染物之一.参考台湾地区的经验,大陆地区在 VOCs 污染排放管控体系建设方面的重点应该放在以下 3 个方面:①尽快完成《大气污染物综合排放标准 GB 16297-1996》和《恶臭污染物排放标准 GB 14554-1993》的修订工作,污染物的种类应该能够覆盖目前工业生产中所排放的主要污染物;②加强行业排放标准的制定工作,在目前已有的《炼焦炉大气污染物排放标准 GB 16171-1996》、《合成革与人造革工业污染物排放标准 GB 21902-2008》等 6 个行业排放标准的基础上,根据行业排放量的大小,尽快制定石油炼制、包装印刷、医药化工等一些重点排放行业的排放标准;③从台湾地区的经验来看,VOCs 污染收费制

度的实行大大促进了 VOCs 的排放控制工作,因此在各种排放标准制修订的基础上,应辅以 VOCs 排放控制的经济奖惩措施,近期应重点建立 VOCs 污染排放收费制度,落实“污染者付费”原则,以促进污染企业的治理积极性。

参考文献:

- [1] 大气污染防治法[S]. 1975 首次颁布, 2005 修订.
- [2] 固定污染源空气污染物排放标准[S]. 环署空字第 013459 号, 1992. 1994 环署空字第 16668 号, 1999 环署空字第 0039205 号, 2001 环署空字第 0074780 号, 2002 环署空字第 0910038996 号, 2007 环署空字第 0960068131 号修订.
- [3] 干洗作业空气污染防制设施管制标准[S]. 环署空字第 0063090 号, 1999.
- [4] 半导体制造业空气污染管制及排放标准[S]. 环署空字第 0087593 号, 1998. 1999 环署空字第 0019418 号, 2002 环署空字第 0910069403 号修订.
- [5] 餐饮业油烟空气污染物管制规范及排放标准[S]. 草案.
- [6] 电力设施空气污染物排放标准[S]. 环署空字第 12812 号, 1994. 1999 环署空字第 0017426 号, 2003 环署空字第 0920023989 号修订.
- [7] 废弃物焚化炉空气污染物排放标准[S]. 环署空字第 45603 号, 1992. 1997 环署空字第 50305 号, 1999 环署空字第 0019423 号, 2006 环署空字第 0950101554 号修订.
- [8] 光电材料及元件制造业空气污染管制及排放标准[S]. 环署空字第 0950000717 号, 2006.
- [9] 胶带制造业挥发性有机物空气污染管制及排放标准[S]. 环署空字第 0970018856 号, 2008.
- [10] 聚氨基甲酸酯合成皮业挥发性有机物空气污染管制及排放标准[S]. 环署空字第 77084 号, 1997. 1999 环署空字第 0019451 号, 2002 环署空字第 0910069403F 号, 2003 环署空字第 0920005553 号修订.
- [11] 汽车制造业表面涂装作业空气污染物排放标准[S]. 环署空字第 56427 号, 1994. 1999 环署空字第 0015845 号, 2002 环署空字第 0910069403K 号, 2005 环署空字第 0940100938 号修订.
- [12] 加油站油气回收设施管理办法[S]. 2010 环署空字第 0990118557E 号修订.
- [13] 交通工具空气污染物排放标准[S]. 环署空字第 0960047525 号, 2007.
- [14] 挥发性有机物空气污染管制及排放标准[S]. 环署空字第 02385 号, 1997. 1998 环署空字第 0022480 号修订.
- [15] 固定污染源戴奥辛排放标准[S]. 环署空字第 0940105905 号, 2006.
- [16] 废弃物焚化炉戴奥辛管制及排放标准[S]. 环署空字第 43593 号, 1997. 1999 环署空字第 0021006 号/第 0064922 号, 2002 环署空字第 0910069403H 号, 2003 环署空字第 0920059045 号修订.
- [17] 钢铁业集尘灰高温冶炼设施戴奥辛管制及排放标准[S]. 环署空字第 0940079756 号, 2005.
- [18] 钢铁业烧结工场戴奥辛管制及排放标准[S]. 环署空字第 0930040312 号, 2004.
- [19] 炼钢业电弧炉戴奥辛管制及排放标准[S]. 环署空字第 0079204 号, 2002. 2003 环署空字第 0910069403G 号修订.
- [20] 中小型废弃物焚化炉戴奥辛管制及排放标准[S]. 环署空字第 0058905 号, 2000. 2002 环署空字第 0910069403I 号, 2003 环署空字第 0920087855 号修订.
- [21] http://www.epa.gov.tw/F/EVOLVE/E_LIST/Airlist.htm.
- [22] 固定污染源设置与操作许可证管理办法[S]. 环署空字第 0960087681 号, 2007.
- [23] 固定污染源设置变更及操作许可办法[S]. 环署空字第 0920005303 号, 2003.
- [24] 空气污染行为管制执行准则[S]. 2002.
- [25] 空气污染防制费收费办法[S]. 2007.
- [26] 固定污染源挥发性有机物自厂系数(含控制效率)建置作业要点[S]. 第 0980057105C 号, 2009.
- [27] 公私场所固定污染源申报空气污染防制费之挥发性有机物之行业制程排放系数、操作单元(含设备元件)排放系数、控制效率及其他计量规定[S]. 环署空字第 0960014388A 号, 2007.
- [28] 公私场所固定污染源空气污染减量奖励办法[S]. 环署空字第 0074839 号, 2001.
- [29] 既存固定污染源污染物排放量认可准则[S]. 2011.
- [30] 环境保护专责单位或人员设置及管理办法[S]. 环署综字第 0930012808 号, 2004.
- [31] 挥发性有机物(VOCs)空气污染管制法规及防制技术宣传说明会资料[R]. 台北县政府环保局, 工研院环安技术发展中心, 2003.
- [32] 吴佩蓉, 谢祝钦, 蔡俊鸿, 等. 征收挥发性有机物收费可能性评估与规划架构之探讨[A]. 见: 第 16 届空气污染控制技术研讨会[C]. 2001.
- [33] 周淑婉. 挥发性有机物(VOCs)管制趋势及收费制度[M]. 台北: 中技社, 2002.
- [34] <http://www.cc.ntut.edu.tw/~tsengco/2003AirForum/21-7.ppt>.
- [35] http://www.epa.gov.tw/F/evolve/TOT/TOT_INDEX.HTM.
- [36] http://www.163.13.134.134/AIR/ch9_management.doc.

CONTENTS

Preface	HAO Zheng-ping(3461)
Study on Control and Management for Industrial Volatile Organic Compounds (VOCs) in China	
.....	WANG Hai-lin, ZHANG Guo-ning, NEI Lei, <i>et al.</i> (3462)
Countermeasures for Priority Control of Toxic VOC Pollution	CHEN Ying, LI Li-na, YANG Chang-qing, <i>et al.</i> (3469)
Evaluation of Treatment Technology of Volatile Organic Compounds for Fixed Industrial Resources	LUAN Zhi-qiang, HAO Zheng-ping, WANG Xi-qin(3476)
Emission Control Way of Volatile Organic Compounds in Industry	JIANG Mei, ZHANG Guo-ning, WEI Yu-xia, <i>et al.</i> (3487)
Regulations and Policies for Control of Volatile Organic Compounds and the Emission Standards in Taiwan	
.....	LUAN Zhi-qiang, WANG Xi-qin, ZHENG Ya-nan, <i>et al.</i> (3491)
Study on Foreign Regulations and Standards of Stationary Sources VOCs Emission Control	ZHANG Guo-ning, HAO Zheng-ping, JIANG Mei, <i>et al.</i> (3501)
VOCs Tax Policy on China's Economy Development	LIU Chang-xin, WANG Yu-fei, WANG Hai-lin, <i>et al.</i> (3509)
Characteristics of Volatile Organic Compounds (VOCs) Emitted from Biofuel Combustion in China	LI Xing-hua, WANG Shu-xiao, HAO Ji-ming(3515)
Spatial and Temporal Variations of Ambient Carbonyl Compounds in Beijing and Its Surrounding Areas	
.....	WANG Qin, SHAO Min, WEI Qiang, <i>et al.</i> (3522)
Analysis on Status Pollution and Variation of BTEX in Beijing	SUN Jie, WANG Yue-si, WU Fang-kun(3531)
Characteristics of Ambient VOCs and Their Role in O ₃ Formation; A Typical Air Pollution Episode in Shanghai Urban Area	
.....	CUI Hu-xiong, WU Ya-ming, GAO Song, <i>et al.</i> (3537)
Observation and Study on Atmospheric VOCs in Changsha City	LIU Quan, WANG Yue-si, WU Fang-kun, <i>et al.</i> (3543)
Characteristics of Volatile Organic Compounds During Haze Episode in Foshan City	
.....	MA Yong-liang, TAN Ji-hua, HE Ke-bin, <i>et al.</i> (3549)
Investigation on Emission Properties of Biogenic VOCs of Landscape Plants in Shenzhen	
.....	HUANG Ai-kui, LI Nan, Alex Guenther, <i>et al.</i> (3555)
Pollution and Source of Atmospheric Volatile Organic Compounds in Urban-rural Juncture Belt Area in Beijing	
.....	ZHOU Yu-min, HAO Zheng-ping, WANG Hai-lin(3560)
Health Risk Assessment of Atmospheric Volatile Organic Compounds in Urban-rural Juncture Belt Area	ZHOU Yu-min, HAO Zheng-ping, WANG Hai-lin(3566)
Source Emission Characteristics of Malodorous Volatile Organic Carbonyls from a Municipal Sewage Treatment Plant	
.....	ZHOU Mi, WANG Bo-guang, ZHAO De-jun, <i>et al.</i> (3571)
Source Emission Characteristics and Impact Factors of Volatile Halogenated Organic Compounds from Wastewater Treatment Plant	
.....	HE Jie, WANG Bo-guang, LIU Shu-le, <i>et al.</i> (3577)
Quantification Assessment of the Relationship Between Chemical and Olfactory Concentrations for Malodorous Volatile Organic Compounds	
.....	LIU Shu-le, WANG Bo-guang, HE Jie, <i>et al.</i> (3582)
Study on Transformation Mechanism of SOA from Biogenic VOC Under UV-B Condition	LI Ying-ying, LI Xiang, CHEN Jian-min(3588)
Kinetic Studies on the Gas-phase Reactions of NO ₃ Radicals with Three Cyclic Ethers	GAO Yan-bo, GE Mao-fa, WANG Wei-gang(3593)
Uptake of 3-methyl-3-buten-1-ol into Aqueous Mixed Solution of Sulfuric Acid and Hydrogen Peroxide	WANG Tian-he, LIU Ze, GE Mao-fa, <i>et al.</i> (3599)
An Overview on Analytical Method of Volatile Organic Compounds in Water	XU Xiu-yan, ZHU Qing, TAN Li, <i>et al.</i> (3606)
Determination of Low Concentration VOCs in Air by a Newly Designed Needle Trap Device	LI Xiang, CHEN Jian-min (3613)
Research on Determination of Total Volatile Organic Sulfur Compounds in the Atmosphere	
.....	WANG Yan-jun, ZHENG Xiao-ling, HE Ying, <i>et al.</i> (3617)
Automatic Continuous Monitoring of Volatile Organic Compounds Using Ion Mobility Spectrometer Array	
.....	ZHOU Qing-hua, CANG Huai-wen, JU Bang-yu, <i>et al.</i> (3623)
Development of a Membrane Inlet-Single Photon Ionization/Chemical Ionization-Mass Spectrometer for Online Analysis of VOCs in Water	
.....	HUA Lei, WU Qing-hao, HOU Ke-yong, <i>et al.</i> (3628)
Detection of TVOC and Odor in Industrial Park Using Electronic Nose	TIAN Xiu-ying, CAI Qiang, YE Zhao-xia, <i>et al.</i> (3635)
Applicability of an Electronic Nose for Detection of Volatile Chlorinated Hydrocarbons in Soil	
.....	BU Fan-yang, WEN Xiao-gang, WAN Mei, <i>et al.</i> (3641)
Test and Analysis of Acrylic Acid Ester in Industry Pipelines	WU Bin, ZHANG Hong-yan, LU Lin-guang(3647)
Preparation of Honeycombed Monolithic Zeolite and Hydrophobic Modification with SiCl ₄	WANG Xi-qin, LI Kai, WEI Bing, <i>et al.</i> (3653)
Synthesis of Manganese Oxide Octahedral Molecular Sieve and Their Application in Catalytic Oxidation of Benzene	LI Dong-yan, LIU Hai-di, CHEN Yun-fa(3657)
Adsorption-Desorption Performance of Honeycomb-Shaped Activated Carbon	HAN Zhong-juan, LUO Fu-kun, LI Ze-qing(3662)
Process of Adsorption and Separating Recovery Solvents from Vapor Mixture Directly	WANG Hong-yu, QIANG Ning, HU Xia(3667)
BTF Performance Treating a Chlorobenzene-Contaminated Gas Stream	ZHOU Qing-wei, ZHU Run-ye, HU Jun, <i>et al.</i> (3673)
Purification of Complicated Industrial Organic Waste Gas by Complex Absorption	CHEN Ding-sheng, CEN Chao-ping, TANG Zhi-xiong, <i>et al.</i> (3680)
Analysis of the Treatment Technology Pathway of VOCs Released from Oven	LI Ze-qing, LUO Fu-kun(3685)
Fabrication of Co ₃ O ₄ Nanorods and Its Catalytic Oxidation of Gaseous Toluene	YAN Qing-yun, LI Xin-yong, ZHAO Qi-dong, <i>et al.</i> (3689)
Preparation, Characterization of Si Doped TiO ₂ Nanotubes and Its Application in Photocatalytic Oxidation of VOCs	
.....	ZOU Xue-jun, LI Xin-yong, QU Zhen-ping, <i>et al.</i> (3694)
Research of the Natural Attenuation Capacity of Oil Pollutants Based on <i>in-situ</i> Experiment	JIA Hui, WU Xiao-feng, HU Li-ming, <i>et al.</i> (3699)
Experimental Research of Oil Vapor Pollution Control for Gas Station with Membrane Separation Technology	
.....	ZHU Ling, CHEN Jia-qing, ZHANG Bao-sheng, <i>et al.</i> (3704)
CFD Numerical Simulation onto the Gas-Liquid Two-Phase Flow Behavior During Vehicle Refueling Process	
.....	CHEN Jia-qing, ZHANG Nan, WANG Jin-hui, <i>et al.</i> (3710)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2011年12月15日 32卷 第12期(卷终)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Founded in 1976)

Vol. 32 No. 12 Dec. 15, 2011

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧 阳 自 远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市 2871 信箱(海淀区双清路 18 号, 邮政编码: 100085) 电话: 010-62941102, 010-62849343 传真: 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel: 010-62941102, 010-62849343; Fax: 010-62849343 E-mail: hjkx@rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码: 100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话: 010-64017032 E-mail: journal@mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel: 010-64017032 E-mail: journal@mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京 399 信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 70.00 元

国外发行代号: M 205

国内 外 公 开 发 行