

· 调查与评价 ·

在线分析宁波市北仑区 VOCs 组成、趋势及来源

顾卓良 邢海宾 郑美玲

(北仑区环境保护监测站, 浙江 宁波 315800)

摘要: 利用 VOCs 在线监测技术, 对 2010 年宁波市北仑区空气内的 VOCs 的浓度、组成、变化规律及来源进行分析研究。结果表明, 在北仑区域内的 16 种 VOCs 中, 苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷的比例占到了总数的 82.9%, 且该 5 种有机物浓度存在较为典型的季节性变化规律和日变化规律; 采用 CMD 模型法对 VOCs 的来源进行解析后发现, 北仑区域内的 VOCs 主要来源于汽车尾气、汽油蒸气和石油液化气, 而且汽车尾气的贡献值要比一些大城市低得多, 且夏季和冬季的成分贡献率存在明显差异。

关键词: 挥发性有机物; 在线监测; 空气污染; 宁波北仑区

中图分类号: X51; X502 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2012)05-0034-06

Composition, Tendency and Sources of VOCs in Ambient Air by On-line Monitoring at Ningbo Beilun

GU Zhuo-liang, XING Hai-bin, ZHENG Mei-ling

(Beilun Environmental Monitoring Station, Ningbo, Zhejiang 315800, China)

Abstract: The composition, tendency and sources of VOCs were analyzed in ambient air of Beilun by on-line monitoring. The results showed that in the air benzene, toluene, xylene, ethylbenzene and n-hexane were accounted for 82.9% of VOCs, and typical seasonal and daily variation were existed for the five pollutants. The chemical mass balance receptor model was applied to estimate the contribution of VOCs source to air pollution. Sources for the receptor were vehicle exhaust, gasoline vapor and liquefied petroleum gas, and the contribution of vehicle exhaust was much lower than some cities. The contribution of sources was different in summer and winter.

Key words: VOCs; On-line monitoring; Air pollution; Ningbo Beilun

随着工业化进程的不断发展, 环境空气中的挥发性有机物(VOCs)污染已经体现出来, VOCs 不仅浓度越来越高, 而且随着来源不同日趋复杂, 有的甚至还具有致畸、致癌和致突变性^[1]的特性。除此之外, VOCs 还是光化学烟雾产生的重要原因之一^[2-3]。由于 VOCs 组成、来源及与气象条件之间存在的复杂关系^[4], 不同城市的有机物的种类、浓度和污染源贡献情况往往存在较大的差异^[5]。有研究表明, 近几年城市机动车数量的迅猛增加, 已经使得机动车成为 VOCs 的最大贡献因素^[6-8], 工业企业污染有时候贡献值要比机动车的贡献大得多^[9]。

目前, VOCs 的监测分析方法, 大多采用离线短时采样分析技术, 探讨 VOCs 的浓度及组成情

况, 时间分辨率低, 人为影响因素大, 数据往往不具有代表性, 这也在一定程度上给 VOCs 浓度的整体及趋势性研究带来局限性^[10]。

北仑区作为浙江省宁波市的一个重要的港区, 聚集了众多大型企业。因此, 其区域有机物的污染问题相比于一些大城市必然存在一定特殊性, 现以荷兰 SYNTECH 公司生产的 VOCs 在线监测设备为依据, 对 2010 年全年的 16 种 VOCs 进行全天候 24 h 的连续监测, 并对得到的数据进行规律分析和源头解析。

收稿日期: 2011-07-17; 修订日期: 2012-06-03

作者简介: 顾卓良(1979—), 男, 浙江宁波人, 工程师, 硕士, 从事大气环境监测分析与研究。

1 实验方法

1.1 监测点位及监测项目

监测点位于宁波钢铁厂的职工宿舍楼楼顶。监测项目为苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯乙烯、丙苯、己烷、环己烷、庚烷、辛烷、壬烷、氯苯、二氯苯、三甲苯、三氯乙烯和四氯乙烯。

1.2 监测仪器和方法

采用在线连续 24 h 自动监测,并对小时均值、日均值、月均值、年均值进行数据统计分析,仪器设备采用荷兰 SYNTECH 公司生产的型号为 GC966-615 的自动进样、预浓缩、在线式二维气相色谱仪,检测器采用 PID(光离子化检测器)和 FID(氢火焰检测器)串联形式,采样周期为 1/2 h。

2 结果与讨论

2.1 环境空气中的有机物组成分析

在所监测的 16 种有机物中,有将近一半的年均值均低于 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$,数值位于检出限附近。2010 年环境空气中有机物的监测结果见表 1。

表 1 北仑区环境空气中的挥发性有机物监测结果

Table 1 VOCs in ambient air of Beilun

污染物名称	ρ (年均值) / ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	比例 / %
苯	5.6	12.1
甲苯	13.4	27.7
乙苯	4.7	9.4
二甲苯	11.5	23.6
苯乙烯	1.8	3.8
丙苯	0.2	0.4
己烷	4.9	10.1
环己烷	1.2	2.5
庚烷	0.7	1.4
辛烷	0.4	0.8
壬烷	0.3	0.6
氯苯	0.3	0.7
二氯苯	0.2	0.3
三甲苯	0.2	0.5
三氯乙烯	1.4	2.9
四氯乙烯	1.5	3.1

苯乙烯、环己烷、三氯乙烯和四氯乙烯的质量浓度为 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$,其余几项在日常监测过程中常常检出,其中所占比例最高的是甲苯和二甲苯,其质量浓度总和占到了总有机物浓度的 50%,其次是乙苯、苯和己烷,三者的质量浓度总和超过了总量的 30%,表明环境空气中主要的挥发性有机污染物为苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷这 5

项污染物质量浓度总和为 $40.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$,占到有机物质量浓度的 82.9%,其中 BETX(苯、甲苯、二甲苯、乙苯)的质量浓度总和为 $35.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$,比例为 72.8%,该比例要高于陈才等^[11]的研究结果。

2.2 有机物的季节性变化规律

为了考察有机物的季节性变化规律,选择苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷这 5 种主要污染物为研究对象,对其质量浓度月均值和组成的年变化规律进行考察分析,其结果见图 1 和图 2。

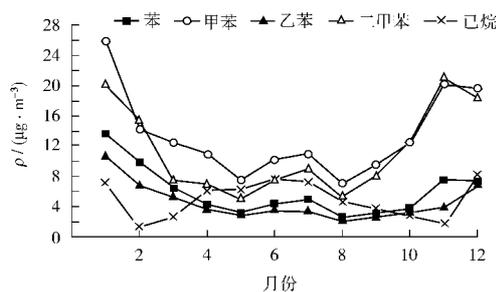


图 1 VOCs 质量浓度的月变化规律

Fig. 1 Monthly variation of VOCs concentration

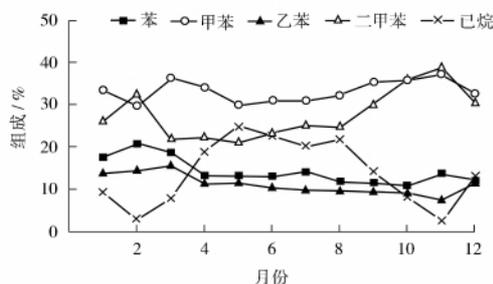


图 2 VOCs 组成的月变化规律

Fig. 2 Monthly variation of VOCs composition

图 1 变化趋势表明 5 种污染物中除了己烷以外,其污染物浓度和所占比例的变化趋势基本一致,这种较好的相关性与 Parra 等^[12]的研究结果相同。1 月至 5 月,有机物的质量浓度呈现下降趋势,5 月到 8 月呈现一个小的波峰,其中 7 月达到最高值,9 月开始质量浓度又呈明显上升的趋势。这不同于王伯光等^[2]对珠江三角洲的 VOCs 的研究结果,可能是地域的差异所导致的扩散及季风的差异,也可能与周边企业及机动车的贡献结果不同有关。

北仑区的污染物浓度变化一方面是由于北仑区地属亚热带季风气候区,临东海,四季分明,受季

节性气候变化的影响明显。北仑区气候情况总体上表现为一季度、四季度空气干燥,昼夜温差明显,大气逆温出现频率较高,不利于污染物的传输扩散;另一个方面,由于 5 月—8 月是一年当中光照强度最强的时间,因此, O_3 、羟基自由基与 VOCs 的反应速率常数要高于其他月份,有机污染物的浓度也就越低^[13]。

而 6 月和 7 月的小峰值则可能与 O_3 浓度有关,因为在 VOCs 存在的条件下, VOCs 会和 O_3 光解产生的羟基自由基发生反应,因此 O_3 的数量也是反应的一项控制因素^[14]。根据同一点位的 24 h 连续自动监测的 O_3 数据显示,该点位 2010 年的 6 月、7 月的 O_3 浓度均要低于 5 月和 8 月,这可能一定程度上限制了有机物的降解。

相比于苯系物,己烷虽存在与苯系物一致的 W 型的变化曲线,但是其在季节性变化趋势上与苯系物还是略有不同,主要体现在其浓度的最低点分别在 2 月和 11 月,且其在 3 月—8 月内的浓度均处于较高值,推测这一方面是由于己烷分子结构所导致的其光化学反应活性与苯系物不同,另一方面则可能与其贡献源的不同有关^[15]。有机物浓度变化的趋势也反映在图 2 有机物组成的变化趋势上,即苯系物比例的变化趋势基本一致,且变化幅度基本都在 10% 以内,己烷不仅其组成比例的变化趋势与苯系物有所不同,而且其组成的变化幅度也要高得多,其幅度达到了 20%。

2.3 有机物的日变化规律

有机物的浓度不仅存在季节性的变化规律,而且在一天当中也存在一定的变化规律。夏季和冬季的 VOCs 的日变化及与之对应 TVOCs、 NO_2 和 O_3 变化趋势见图 3、图 4、图 5 和图 6。

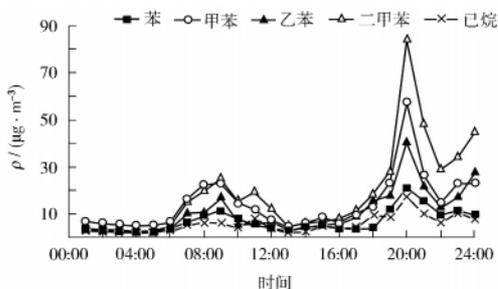


图 3 冬季 VOCs 日变化规律

Fig. 3 Daily variation of VOCs in winter

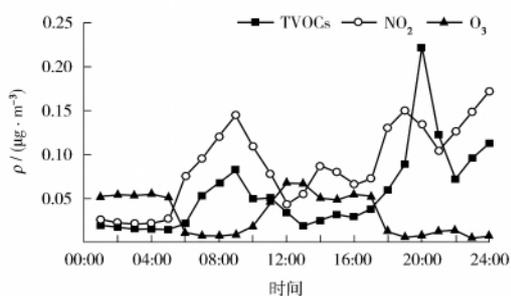


图 4 冬季 TVOCs、 NO_2 和 O_3 的日变化规律

Fig. 4 Daily variation of TVOCs, NO_2 and O_3 in winter

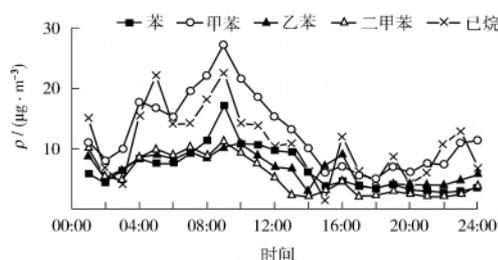


图 5 夏季 VOCs 日变化规律

Fig. 5 Daily variation of VOCs in summer

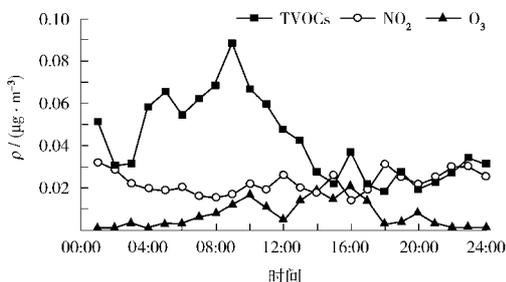


图 6 夏季 TVOCs、 NO_2 和 O_3 的日变化规律

Fig. 6 Daily variation of TVOCs, NO_2 and O_3 in summer

由图 3 和图 4 可见,冬季各项污染物的日变化趋势基本一致,即从 0:00 到 05:00 浓度基本保持稳定,这段时间机动车数量较少,企业也大多处于非工作状态,因此这段时间 TVOCs、 NO_2 、 O_3 的浓度均比较稳定。从 06:00 开始由于机动车数量的增加及上班等因素的影响, NO_2 浓度和 TVOCs 的浓度均不断上升,与之对应的则是 O_3 浓度达到一个低值,这主要是由于冬季这个时段的光照较弱,在这个时段光照强度为光化学反应^[16]的控制因素,因此,生成的 O_3 并不多,而生成的 O_3 不仅被随着 NO_2 一起增多的 NO 还原为 O_2 ,而且其在光照下还会产生光解生成羟基自由基,羟基自由基通过

氧化 VOCs 而得到消耗,这些都大大降低了 O_3 的浓度。但是同样由于光照强度较弱的原因, O_3 光解产生的羟基自由基数量远远不能满足 VOCs 浓度增加的需求。

因此,此时 VOCs 的浓度依然呈现一个显著上升的趋势,这一趋势在 09:00 达到顶峰。随后,一方面由于上班高峰期已过,机动车数量减少,VOCs 的排放量显著减少,另一方面则由于光照强度的开始上升,使 O_3 浓度降低的同时,其产生的羟基自由基的数量则不断增加,从而对 VOCs 的降解也起到了一定的促进作用。随后 VOCs 的浓度一直处于一个较低值,直到 16:00 有机物的浓度又开始不断上升。20:00 有机物浓度达到高值,这一时段的变化是由于机动车尾气和企业排放产生的有机物,在缺乏光照条件下的浓度积累。另一方面,冬季夜间由于气象条件较为稳定,污染物的扩散条件较差,使得其在近地面的浓度在 18:00—20:00 这一时段迅速抬升,然后随着污染的减少及逐渐扩散,污染物浓度在 20:00 以后开始下降。

与冬天相对应的夏季的 VOCs 的变化规律与冬季存在一定的差异,其主要体现在 02:00—05:00 呈现有机物浓度上升的趋势,而与之对应的 NO_2 浓度和 O_3 浓度则分别表现为略有下降和略有上升。夏季温度比冬季高,汽油、油漆、涂料石油液化气等更易挥发,另一方面,还与该点位的设置及区域的风向有关。

该点位于众多大型企业的西面,而区域夏季的主导风向主要为东南风,即该点位处于污染源的下风向,而冬季的主导风向是西北风,即该点位处于污染源的上风向,另外,夏季 05:00 之前的光照虽比冬季要强,但也相对微弱,因此导致了夏季凌晨的 TVOCs 浓度要高于冬季。06:00 有一个低谷峰,这主要是由于夏季清晨光照强度明显增强,而此时的另一污染源——机动车数量并没有明显的增加,因此,部分 VOCs 由于明显的光化学反应而去除,从而造成了 TVOCs 总体浓度的下降。

随后由于上班高峰期的出现,TVOCs 的浓度在 09:00 达到了一个高值,这一趋势与冬季基本一致。而与冬季差异比较大的是夏季的下班高峰期,16:00 的 TVOCs 浓度虽有一个峰值,但是其峰相比于冬季较小,这一差异是由于夏季下班高峰期的光照强度仍较高导致其光化学反应强烈,与之对应的是 O_3 由于光解而导致的浓度迅速下降。夏季由于受到东南气流的影响比冬季的扩散条件要好得多,使得有机物浓度难以有效积累。

2.4 不同地区空气中有机组分比较

北仑区空气中苯和乙苯的质量浓度与香港比较接近,甲苯的质量浓度介于北京和香港之间,而二甲苯的质量浓度则比这些大城市都高。总体上,北仑区的 BETX 的质量浓度除高于赫尔辛基以外,与其他几个大城市基本持平。国内外几个大城市的空气中有机物质量浓度情况见表 2。

表 2 若干地区空气中 VOCs 对比

地区	Table 2 VOCs in some cities					时间
	苯	甲苯	二甲苯	乙苯	BETX	
拉科鲁尼亚 ^[12]	3.43	23.6	3.34	7.82	38.19	2004 年
英国 ^[12]	1.23~6.23	2.30~13.8	2.56~17.5	0.71~3.84	6.80~41.4	2000 年
赫尔辛基 ^[12]	2.1	6.6	5.7	1.3	15.7	2002 年
北京 ^[13]	17.7	8.7	8.5	4.7	39.6	2008 年
香港 ^[5]	5.7	18.2	7.7	2.7	34.3	2001 年

2.5 有机物的来源分析

为了考察北仑区的挥发性有机物的来源,通过查阅不同污染源对不同有机物的贡献情况,并参考 CMD 模型的方法对区域的有机物来源情况进行了分析。从北仑区的企业和环境现状结合污染物源成分谱,北仑区挥发性有机物的成分源主要为汽车尾气、汽油蒸气、石油液化气、涂料、石油化工和自然源,但是北仑作为一个现代化临港大工业城市,

其自然源的影响是可以忽略的。

拟合组分的选取原则,一般选择由其与羟基自由基的反应速率所确定的,在大气中的寿命要大于或近似甲苯的反应速率的成分,以及在大气中含量较为丰富、具有明确指纹意义的排放特征化合物作为优先选取的拟合组分,除了苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷外,其他的监测因子监测浓度基本都在检出限附近,从误差角度分析,本身也存在较大的误差。

另一方面这几种因子除乙苯的寿命基本与甲苯接近外,其余几种因子的寿命均大于甲苯^[5]。因此为了方便计算,仅采用苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷作为分析的对象。VOCs 在汽车尾气、汽油蒸气、石油液化气、涂料、和石油化工中质量分数见表3。

表3 VOCs 人为源成分谱^[9,16] %Table 3 VOCs source profiles^[9,16] %

污染物	汽车尾气	汽油蒸气	石油液化气	涂料	石油化工
苯	2.16	1.27	0.65	12.83	3.88
甲苯	8.00	2.78	0.70	12.32	15.48
乙苯	2.94	0.28	0.17	6.53	3.75
二甲苯	7.65	0.97	0.83	13.44	4.59
己烷	1.15	1.85	0.12	15.75	1.09

设汽车尾气、汽油蒸气、石油液化气、涂料和石油化工的贡献值分别为 x 、 y 、 z 、 m 、 n , 然后建立线性方程组:

$$2.16\%x + 1.27\%y + 0.65\%z + 12.83\%m + 3.88\%n = 12.1\% \quad (1)$$

$$8.00\%x + 2.78\%y + 0.70\%z + 12.32\%m + 15.48\%n = 27.7\% \quad (2)$$

$$7.65\%x + 0.97\%y + 0.83\%z + 13.44\%m + 4.59\%n = 23.6\% \quad (3)$$

$$2.94\%x + 0.28\%y + 0.17\%z + 6.53\%m + 3.75\%n = 9.4\% \quad (4)$$

$$1.15\%x + 1.85\%y + 0.12\%z + 15.75\%m + 1.09\%n = 10.1\% \quad (5)$$

解方程组得到 $x = 2.04$ 、 $y = 1.23$ 、 $z = 2.14$ 、 $m = 0.32$ 、 $n = 0.16$, 由此得到汽车尾气、汽油蒸气、石油液化气、涂料和石油化工所占的百分数分别为 34.5%、20.9%、36.3%、5.4% 和 2.8%, 说明汽车尾气、汽油蒸气和石油液化气是 VOCs 的主要来源, 这一结果与陆思华等^[15] 和何秋生等^[17] 的研究结果一致。但是值得注意的是北仑区机动车尾气的贡献值相比要低得多, 这可能与研究区域的不同有关, 北仑区作为一个新兴的经济技术开发区, 其机动车数量相比与一些大的城市数量要少得多, 但是同时其工业企业尤其是重型的工业企业相比与一些大的城市则密度要大得多, 这一区域特征与分析得到的北仑区的汽油蒸气、石油液化气的贡献值较高相对应。

2.6 不同季节的有机物的来源比较

为了进一步考察不同季节的有机物来源的差

异, 分别对夏季和冬季的有机物来源分别进行解析, 采用的成分源和拟合化合物与 2.5 节中的一致, 针对不同季节不同有机物所占的比例不同, 见表 4。

表4 夏季和冬季 VOCs 组成 %

Table 4 The composition of VOCs in summer and winter %

污染物	夏季	冬季
苯	16.7	11.8
甲苯	31.6	36.7
二甲苯	24.9	32.4
乙苯	9.8	11.2
己烷	17.2	7.9

显然汽车尾气在夏天所占的比例要明显低于冬季, 而其余几种成分源中仅石油液化气的比例低于冬季, 其余几项的比例夏季均要高于冬季。夏季由于气温较高和风向的因素, 除汽车尾气以外的各种污染源挥发作用明显, 所占比例均出现明显提高, 而石油液化气的比例冬季高于夏季可能与该点位附近企业和居民的石油液化气的冬季使用量不同有关, 即由于冬季气温下降, 用于加热等需求的石油液化气使用量有一定程度的增加, 这一结果尚需采用其他方法进一步的论证。夏季和冬季的汽车尾气、汽油蒸气、石油液化气、涂料、和石油化工的贡献率见表 5。

表5 夏季和冬季成分源组成 %

Table 5 The VOCs source in summer and winter %

成分源	夏季	冬季
汽车尾气	25.8	44.0
汽油蒸气	31.4	18.1
石油液化气	27.2	37.0
涂料	9.0	0.6
石油化工	7.0	0.3

3 结论

采用在线式二维气相色谱分析仪, 对北仑区环境空气中的 16 种 VOCs 进行了全年连续不间断地监测。通过对 VOCs 的浓度、组成、变化规律及其污染源的分析和研究得出了以下结论:

(1) 北仑区域主要的 VOCs 污染物为苯、甲苯、二甲苯、乙苯和己烷, 浓度总和占到了监测的 VOCs 总量的 82.9%, BETX 的浓度水平相比于某些城市处于中等水平。

(2) VOCs 存在典型的季节性变化规律和日变

化规律,不仅不同季节浓度不同,不同季节的日浓度变化规律也存在明显差异。

(3) 通过 CMD 模型的解析,得到北仑区环境空气中的 VOCs 来源贡献值与一些大城市的差异明显,来自于汽车尾气、汽油蒸气和石油液化气贡献百分数分别为 34.5%、20.9% 和 36.3%。

(4) 通过夏季与冬季贡献源的对比发现,夏季机动车和液化石油气的贡献率比冬季低,其他成分源夏季贡献率均要高于冬季。

【参考文献】

- [1] EDGERTON S A, HOLDREN M W, SMITH D L. Inter urban comparison of ambient volatile organic compound content ratios in U S cities [J]. Journal of the Air Pollution Control Association, 1989, 39: 729 - 732.
- [2] 王伯光,张远航,邵敏. 珠江三角洲大气环境 VOCs 的时空分布特征 [J]. 环境科学, 2004, 25: 7 - 15.
- [3] 李锦菊,伏晴燕,吴迺名,等. 上海大气面源 VOCs 排放特征及其对 O₃ 的影响 [J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(5): 54 - 57.
- [4] CHIANG H L, TSAI J H, CHEN S Y, et al. VOC concentration profiles in an ozone non-attainment area: A case study in an urban and industrial complex metropol in southern Taiwan [J]. Atmospheric Environment, 2007, 41: 1848 - 1860.
- [5] MONOD A, SIVE B C, AVINO P, et al. Monoaromatic compounds in ambient air of various cities: a focus on correlation between the xylenes and ethylbenzene [J]. Atmospheric Environment, 2001, 35: 135 - 149.
- [6] 叶伟红,孙晓慧,刘劲松,等. 杭州市交通干线空气中挥发性有机物研究 [J]. 中国环境监测, 2009, 25(6): 85 - 89.
- [7] 陆思华,白郁华,陈运宽,等. 北京市机动车排放挥发性有机化合物的特征 [J]. 中国环境科学, 2003, 23(2): 127 - 130.
- [8] 吴迺名,戴军升,周亚康. 钢罐采样 - GC/MS 法测定隧道空气中 VOCs [J]. 环境监测管理与技术, 2008, 20(2): 35 - 37.
- [9] BADOL C, LOCOGE N, GALLOO J C. Using a source-receptor approach to characterize VOC behavior in a French urban area influenced by industrial emissions Part II: Source contribution assessment using the Chemical Mass Balance (CMD) Model [J]. Science of the Total Environment, 2008, 389: 429 - 440.
- [10] 刘兴隆,曾立民,陆思华,等. 大气中挥发性有机物在线监测系统 [J]. 环境科学学报, 2009, 29(12): 2471 - 2477.
- [11] 陈才,张干,王新明,等. 澳门塔石球场小区大气挥发性有机物研究 [J]. 环境科学研究, 2001, 14(2): 4 - 6.
- [12] PARRA M A, ELUSTONDO D, BERMEJO R, et al. Ambient air levels of volatile organic compounds (VOC) and nitrogen dioxide (NO₂) in a medium size city in Northern Spain [J]. Science of the Total Environment, 2009, 407: 999 - 1009.
- [13] 吴方堃,王跃思,安俊琳,等. 北京奥运时段 VOCs 浓度变化、臭氧产生趋势及来源分析研究 [J]. 环境科学, 2010, 31(1): 10 - 16.
- [14] 刘俊峰,李金龙,白郁华. 大气光化学烟雾反应机理比较 (II) NO_x 和光化学氧化产物的比较 [J]. 环境化学, 2001, 20(6): 313 - 319.
- [15] 陆思华,白郁华,张广山,等. 大气中挥发性有机化合物 (VOCs) 的人为来源研究 [J]. 环境科学学报, 2006, 26(5): 757 - 763.
- [16] 蔡彦枫,王体健,谢旻,等. O₃ 查算表的建立及其在区域空气质量模式中的应用 [J]. 中国环境科学, 2010, 30(7): 871 - 878.
- [17] 何秋生,王新明,盛国英,等. 南宁市街区挥发性有机物暴露水平初步分析 [J]. 环境科学研究, 2005, 18(4): 106 - 108.

• 简讯 •

日本弃核代价巨大 碳排激增 17%

日本全国的核电站相继停止运行后,不仅带来了电力供应的严重紧张,而且造成 CO₂ 排放量激增。

日本 NHK 近日公布的统计数据显示,截止到今年 6 月,在过去的一年间日本各电力公司因火力发电而产生的 CO₂ 排放量比上年增长了 17%。各电力公司所承诺的 CO₂ 减排目标成为空谈,实施全球变暖对策成为严峻的课题。

根据日本政府的相关规定,每年 6 月末,各电力公司必须向国家报告过去 1 年的 CO₂ 排放量。据此,到今年 6 月末为止的一年间,全国核电站相继停止运行,火力发电量相应增加,除没有核电站的冲绳电力外,其他 9 家电力公司的 CO₂ 排放量总计超过 4.3 亿 t,同比增长 17%。

按各公司统计,四国电力同比增长 65%,北陆电力增长 48%,关西电力增长 39%。其他公司 CO₂ 排放量最多的是东京电力,同比增长 13%。

为了推进全球变暖对策的实施,日本各电力公司分别提出了到本年度为止的 5 年间,CO₂ 排放量比 1990 年度减排 20% 左右。现在看来,这一目标难以实现,具体的应对措施将被迫调整。

摘自 www.jshb.gov.cn 2012-08-28