

常州市春节期间污染物相关性分析

黄文婷, 何涛

(常州市环境监测中心, 江苏 常州 213001)

摘要:分析了常州市 2017 年春节前后各污染物浓度的关联性和差异性。结果表明,除 O_3 外,春节期间各污染物均值均低于春节前后,春节前后随着污染源的变化,污染物之间的相关性表现出较为明显的差异。 SO_2 与 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、CO 和 NO_2 的相关性均较春节前后有显著下降;爆竹集中燃放时间段,CO 与综合指数、 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 之间的相关系数 >0.96 ;而在烟花爆竹燃放相对较少的初三和初四,该相关系数 <0.6 。工业减产停产和机动车使用减少对空气质量改善有较大贡献,而在不利气象条件下,烟花爆竹可导致空气质量在短时间内恶化。

关键词:春节;烟花爆竹;空气质量;相关性分析;常州;污染物

中图分类号:X513

文献标志码:B

文章编号:1674-6732(2018)03-0050-05

Correlation Analysis of Pollutants during the Spring Festival in Changzhou City

HUANG Wen-ting, HE Tao

(Changzhou Environmental Monitoring Center, Changzhou, Jiangsu 213001, China)

Abstract: The correlation and difference of the concentration of pollutants before and after the Spring Festival of 2017 in Changzhou were analyzed. The results showed that, except for O_3 , the concentration of pollutants during the Spring Festival was lower than that before and after. The correlation analysis showed that with the change of the pollution source, the correlation between the pollutants showed a more obvious difference. The correlation between SO_2 and $PM_{2.5}$, PM_{10} , CO and NO_2 significantly decreased. When the fireworks concentrated discharged, the correlation coefficient between CO and the comprehensive pollution index, $PM_{2.5}$ and PM_{10} is higher than 0.96. While in the third and fourth day of Chinese Lunar New Year, when fireworks setting off decreased, the correlation coefficient was below 0.6. The reduction of industrial output and the reducing use of motor vehicle have a great contribution to the improvement of air quality. Under unfavorable weather conditions, fireworks can cause air quality to deteriorate in a short time.

Key words: The Spring Festival; Fireworks; Air quality; Correlation analysis; Changzhou; Pollutant

我国春节期间燃放烟花爆竹对环境空气质量的影响十分显著^[1-2]。北京市对烟花爆竹实施“禁改限”政策后近 9 年(2006—2014 年),春节集中燃放烟花爆竹期间(除夕至十五)其城区和郊区 $\rho(PM_{2.5})$ 均出现陡增^[3]。燃放烟花爆竹可使 $PM_{2.5}$ 中水溶性离子 Cl^- 、 K^+ 和 SO_4^{2-} 等质量浓度急剧上升,且 K^+ 、 Cl^- 与 Mg^{2+} 具有较高的相关性^[4]。南京市烟花爆竹燃放期间 K^+ 在 PM_{10} 中占比比非燃放期上升了 59.51%^[5];文献[6]显示,细粒子浓度升高及其组成不仅可对人体健康造成危害,也可降低大气能见度。而燃放烟花爆竹产生的污染物进入大气后,其扩散传输和转化主要取决于气象条件^[3],风速和逆温层厚度等是影响污染物扩散与传输的主要气候因素。

现对常州市 2017 年春节前后(1 月 19 日—2 月 10 日)污染物间相关性的差异性和污染物排放特征进行分析,了解工业停产减产、机动车尾气和烟花爆竹集中燃放对空气质量的影响,以期为大气污染防治方案制定和春节期间的空气质量改善提供参考和依据。

1 研究方法

选取 2017 年春节期间常州市 6 个环境空气质量评价点的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、CO、 SO_2 、 NO_2 、 O_3 、能见度和气象参数等监测数据。分析时段分为 3 个:春节

收稿日期:2017-12-21;修订日期:2018-01-08

作者简介:黄文婷(1985—),女,工程师,硕士,主要从事环境监测工作。

前(1月19—25日)、春节期间(1月26日—2月3日,阴历二十九至初七)和春节后(2月4—10日)。采用综合指数计算方法^[7]。

2 结果分析

2.1 春节期间空气质量

常州市春节期间及前、后空气质量受排放源的

影响存在较明显的差异,图1为2017年1月19日—2月10日常州市PM_{2.5}、PM₁₀、CO、SO₂、NO₂和O₃等污染物的时间序列变化(其中CO单位:mg/m³);表1给出了春节期间及前、后3个时段6项污染物平均值,ρ_a为春节前各项污染物值,ρ_b为春节后各项污染物值、ρ_m为春节期间各项污染物值。

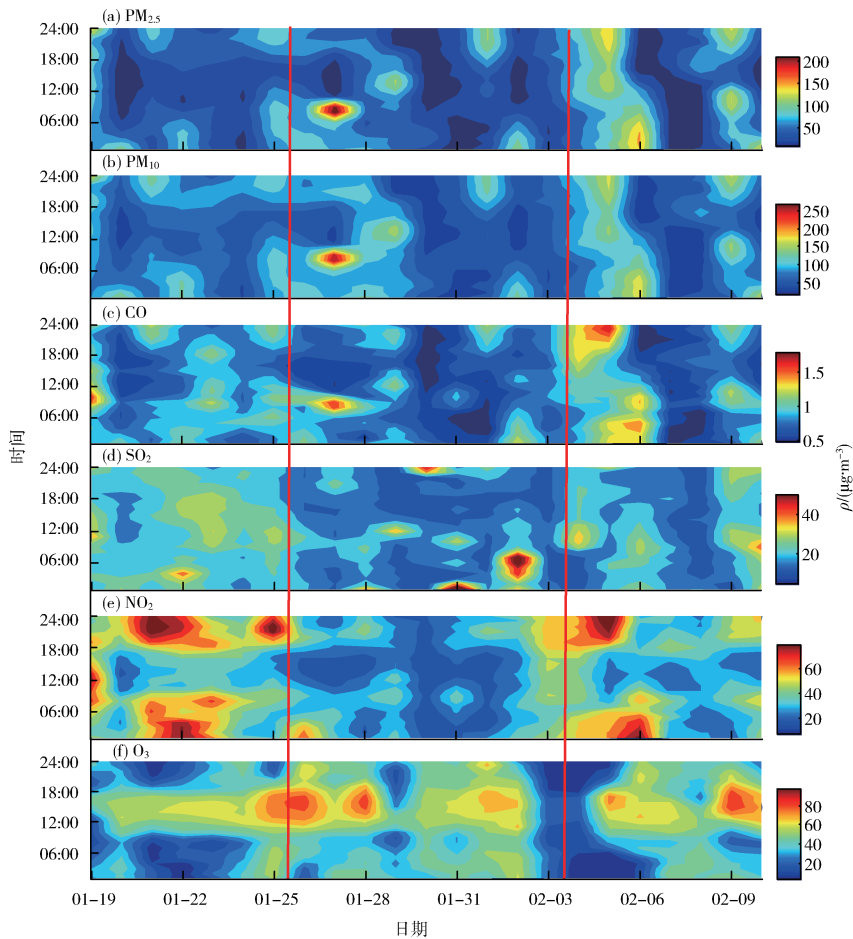


图 1 2017 年 1 月 19 日—2 月 10 日污染物时序结果

表 1 春节期间和前、后不同污染物值及变化

污染物	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ^①	SO ₂	NO ₂	O ₃
ρ _a /(μg·m ⁻³)	82	55	1.0	18	42	46
ρ _b /(μg·m ⁻³)	85	67	1.0	15	34	49
ρ _m /(μg·m ⁻³)	74	51	0.8	12	23	56
100(ρ _m -ρ _a)/ρ _a	-9.8%	-7.2%	-20%	-33.3%	-45.2%	21.7%
100(ρ _m -ρ _b)/ρ _b	-12.9%	-23.9%	-20%	-20%	-32.4%	14.3%

①CO 单位 mg/m³。

由图1和表1可见,除O₃外,春节前、后的其他污染物均值要高于春节期间,ρ(NO₂)和ρ(SO₂)

在春节期间降幅分别超过30%和20%,说明春节期间机动车尾气和工业排放等污染源都较春节前、后有较为显著的下降,ρ(CO)降幅为20%;ρ(PM_{2.5})和ρ(PM₁₀)降幅最小,ρ(PM_{2.5})较春节前仅下降7.2%,ρ(PM_{2.5})和ρ(PM₁₀)下降幅度<ρ(NO₂)和ρ(SO₂),说明在春节期间有对其影响较大的污染源存在;而O₃与其他污染物的变化规律相反,在春节期间其值呈上升趋势,达14%以上。

在时间序列分布上,O₃与其他污染物之间呈现互为消长的关系,ρ(O₃)日变化呈单峰分布,高

值出现在每日 14:00—17:00; 其余 5 种污染物日变化呈双峰分布, 早晨和夜间污染物值相对较高, 上午和下午其值相对较低; 6 种污染物中 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 、 $\rho(\text{PM}_{10})$ 和 $\rho(\text{CO})$ 日变化趋势较一致, 在 1 月 27 日—2 月 3 日三者之间的最大值、最小值出现时间完全一致, 与烟花爆竹的集中燃放时间一致, 且在这段时间变化最大; 其次变化较大的是 $\rho(\text{SO}_2)$, 而 $\rho(\text{NO}_2)$ 和 $\rho(\text{O}_3)$ 受烟花爆竹燃放的直接影响较小。

图 2 为春节期间空气质量指数(AQI)、污染物与气象条件的逐小时时间变化序列, 1 月 26 日—2 月 3 日常州市空气质量优 2 d, 良 7 d, 整体较好, 但在烟花爆竹集中燃放时段还是出现了连续中重度污染时段, 其中 1 月 27 日 06:00—09:00 出现 3 h 重度污染和 1 h 中度污染, 1 月 30 日 10:00—16:00 出现 2 h 中度污染和 5 h 轻度污染, 2 月 1 日 17:00—2 月 2 日 04:00 出现 12 h 的连续污染事件, 其中 5 h 中度污染和 7 h 轻度污染, 这几次污染时段与常州市烟花爆竹实际燃放情况基本一致, 2017 年春节常州市春节烟花爆竹燃放几大高潮: 1 月 26 日晚上至 1 月 27 日“守岁”时段, 其中 1 月

27 日凌晨至早晨燃放比较集中, 扩散条件不好, 导致污染加重; 1 月 31 日晚至 2 月 1 日凌晨为“迎财神”时段, 污染较重。在烟花爆竹燃放阶段, $\rho(\text{PM}_{2.5})/\rho(\text{PM}_{10}) > 75\%$, 且比值较稳定, 说明 $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 变化一致性较好, 且 $\text{PM}_{2.5}$ 占比较高。在烟花爆竹集中燃烧时段, $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 、 $\rho(\text{PM}_{10})$ 和 $\rho(\text{CO})$ 上升较快, 而 $\rho(\text{SO}_2)$ 上升幅度较小, $\rho(\text{NO}_2)$ 未见明显变化, 能见度 $< 5 \text{ km}$, 说明烟花爆竹集中燃放时段对颗粒物和 CO 影响较大, 能显著降低大气水平能见度, 对 SO_2 和 NO_2 影响相对较小, 与文献[8-9]研究结论较为一致。

从春节期间的天气条件看, 除 2 月 3 日有小雨外, 1 月 27 日、1 月 29 日和 2 月 1 日仅有零星降水, 降水量较小, 北风、东北风、西北风、东风和东南风交替出现。1 月 27 日和 1 月 29 日是 2 个颗粒物值迅速上升阶段, 近地面水平风速都 $< 1 \text{ m/s}$, 大气扩散条件较差, 之后随着东北风和西北风的加大, 扩散条件改善后, 污染物浓度迅速下降; 2 月 1 日傍晚至 2 月 2 日凌晨以东北风为主, 但水平风速 $< 1.5 \text{ m/s}$, 大气扩散条件较差, 导致污染持续时间较长。

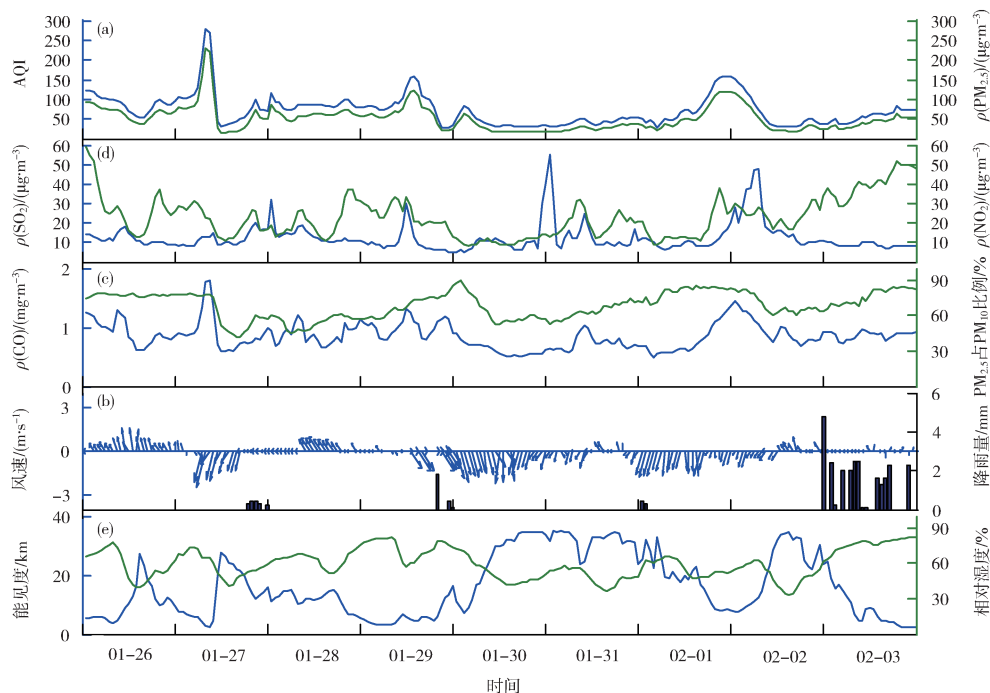


图 2 春节期间污染物与气象条件的逐小时时间变化序列

2.2 污染物来源变化

从春节前、后 6 项污染物之间时序变化规律可以看出, 污染物之间存在一定的关联性, 且随着污染源的变化, 污染物之间的相关性也会出现较为明显的差异。春节期间及前、后 3 个时段的 6 项污染物与综合指数之间的相关性分析结果见表 2。

表 2 春节期间及前、后污染物与综合指数之间的相关性分析

时间	类别	综合指数	PM _{2.5}	PM ₁₀	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃
春节前	综合指数	1.00						
	PM _{2.5}	0.97	1.00					
	PM ₁₀	0.98	0.97	1.00				
	CO	0.76	0.70	0.68	1.00			
	NO ₂	0.75	0.61	0.67	0.63	1.00		
	SO ₂	0.57	0.48	0.51	0.66	0.37	1.00	
	O ₃	-0.56	-0.48	-0.52	-0.42	-0.83	-0.02	1.00
春节期	综合指数	1.00						
	PM _{2.5}	0.98	1.00					
	PM ₁₀	0.97	0.96	1.00				
	CO	0.78	0.74	0.72	1.00			
	NO ₂	0.54	0.46	0.45	0.60	1.00		
	SO ₂	0.18	0.07	0.11	0.24	0.09	1.00	
	O ₃	-0.13	-0.16	-0.17	-0.30	-0.38	0.08	1.00
春节后	综合指数	1.00						
	PM _{2.5}	0.99	1.00					
	PM ₁₀	0.99	1.00	1.00				
	CO	0.89	0.86	0.85	1.00			
	NO ₂	0.70	0.61	0.63	0.78	1.00		
	SO ₂	0.55	0.49	0.51	0.59	0.40	1.00	
	O ₃	-0.39	-0.38	-0.36	-0.56	-0.71	-0.12	1.00

(1) 春节期间, NO₂、SO₂和 O₃与综合指数的相关性较春节前后下降, PM_{2.5}、PM₁₀和 CO 与综合指数的相关性较春节前后持平或上升。说明春节期间 PM_{2.5}、PM₁₀和 CO 是主要污染物, NO₂、SO₂和 O₃对综合指数的贡献下降, 这也说明了春节放假期间工业减产停产和机动车使用减少对空气质量改善有较大贡献。

(2) 城市大气中 SO₂主要来源于含硫燃料的燃烧, 其主要由化石燃料和工业源排放。从春节前、后的相关性分析看, 春节期间 SO₂与 PM_{2.5}、PM₁₀、CO 和 NO₂的相关性均较春节前、后有显著下降, 其中 SO₂与 PM_{2.5}、PM₁₀和 CO 的相关系数(R)较春节前下降 > 0.4, 而春节前与春节后 SO₂与各污染物之间的相关性较一致, 说明春节期间燃煤工业源对 PM_{2.5}、PM₁₀、CO 和 NO₂的贡献显著下降, 春节期间高 ρ(PM_{2.5})、ρ(PM₁₀)和 ρ(CO), 不是由燃

煤工业源贡献。

(3) O₃与各污染物之间呈负相关, 其在春节放假期间与各污染物之间的相关性较春节前、后均有所下降, 特别是与其前体物 NO₂的关联性下降最明显, O₃与 NO₂在春节前和春节后的相关系数达 -0.83和 -0.71, 而春节期间仅为 -0.38, NO₂主要来源于工业排放和机动车尾气。说明春节放假期间机动车的使用量和工业排放 NO₂量较平时显著下降, 且由于放假期间的机动车使用规律和习惯发生改变, 导致 O₃与 NO₂之间的相关性发生显著变化。

(4) CO 主要是燃料不完全燃烧时产生的, 在工业源和机动车等排放显著减少的情况下, 春节期间高 ρ(CO)主要来自烟花爆竹的燃放, 其时间也与烟花爆竹燃放规律一致。春节期间 CO 与 PM_{2.5}和 PM₁₀之间的相关性较春节前持平或有所增大, 说明烟花爆竹对 CO、PM_{2.5}和 PM₁₀的贡献较大。

(5) 气象条件改变、烟花爆竹燃放、排放源减少 3 个因素是影响春节期间空气质量的主要因素, 其中, 排放源减少导致的 ρ(NO₂)、ρ(SO₂)和 ρ(CO)降低是春节期间空气质量改善的主要原因, 烟花爆竹燃放导致污染物排放量增加、叠加上不利气象条件的影响是造成短期高污染的主要原因。

为了进一步说明烟花爆竹对空气质量的影响, 表 3 给出了 1 月 27 日—2 月 2 日 CO 与 PM_{2.5}和 PM₁₀之间的相关性分析。由表 3 可见, 在 1 月 27—28 日, 以及 2 月 1—2 日烟花爆竹集中燃放时间段, CO 与综合指数、PM_{2.5}和 PM₁₀之间的相关系数 > 0.96; 而在烟花爆竹燃放相对较少的 1 月 30—31 日, CO 与综合指数、PM_{2.5}和 PM₁₀之间的相关系数 ≤ 0.6, 不同时间段之间 CO 与综合指数、PM_{2.5}和 PM₁₀之间的相关系数 > 0.36, 说明了烟花爆竹集中燃放对 CO、PM_{2.5}和 PM₁₀的贡献显著, 也说明烟花爆竹等不完全燃烧是该时间内颗粒物浓度上升的主要因素。从综合指数与 CO 的相关性看, 说明烟花爆竹可严重影响空气质量, 导致空气质量在短时间内恶化。

表 3 不同时间 CO 与污染物和综合指数之间的相关性分析

时间	CO 与各因子之间的相关性		
	综合指数	PM _{2.5}	PM ₁₀
1 月 27 日—28 日	0.98	0.98	0.98
1 月 30—31 日	0.54	0.60	0.43
2 月 1—2 日	0.97	0.96	0.97

3 结论

(1) 2017 年春节期间空气质量整体较好,但在烟花爆竹集中燃放时段出现了连续的中重度污染时段。 $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 、 $\rho(\text{PM}_{10})$ 和 $\rho(\text{CO})$ 上升较快,而 $\rho(\text{SO}_2)$ 上升幅度较小, $\rho(\text{NO}_2)$ 未见明显变化,能见度 $< 5 \text{ km}$,说明烟花爆竹集中燃放时段对颗粒物和 CO 影响较大,能显著降低大气水平能见度,对 SO_2 和 NO_2 影响相对较小。

(2) 春节放假期间与春节前、后的空气质量受排放源的影响存在较明显的差异,表现在污染物值和日变化规律有较明显差异。除 O_3 外,春节期间各污染物值均低于春节前、后,其中 $\rho(\text{NO}_2)$ 和 $\rho(\text{SO}_2)$ 下降最明显,降幅分别达到 30% 和 20% 以上,说明春节期间机动车尾气和工业排放等污染源都较春节前、后有较为显著的下降;其次下降较明显的是 $\rho(\text{CO})$,为 20%; $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 和 $\rho(\text{PM}_{10})$ 下降幅度最小, $\rho(\text{PM}_{2.5})$ 较春节前仅下降 7.2%。

(3) 通过相关性分析发现,春节期间, NO_2 、 SO_2 和 O_3 与综合指数的相关性较春节前、后下降, $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 和 CO 与综合指数的相关性较春节前后持平或上升; SO_2 与 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、CO 和 NO_2 的相关性均较春节前、后有显著下降,说明春节放假期间燃煤工业源对 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、CO 和 NO_2 的贡献显著下降; O_3 与其前体物 NO_2 的关联性下降最明显,说明春节放假期间机动车的使用量和工业排放 NO_2 量较平时显著下降,且由于放假期间的机动车使用规律和习惯发生改变,导致 O_3 与 NO_2 之间的相关性发生显著变化。

(4) 烟花爆竹集中燃放时间段,CO 与综合指数、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 之间的相关系数比烟花爆竹燃放相对较少的时段显著增加,说明了烟花爆竹集中燃放对 CO、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 的贡献显著,也说明烟花爆竹等不完全燃烧是该时间内颗粒物浓度上升的主要因素。

[参考文献]

- [1] 潘本锋,李莉娜. 春节期间燃放烟花爆竹对我国城市空气质量影响分析[J]. 环境工程, 2016, 34 (1): 74 - 77.
- [2] 金鑫,谢馨,陆晓波,等. 春节除夕燃放烟花爆竹对环境空气质量影响分析[J]. 环境监测管理与技术, 2015 (2): 64 - 66.
- [3] 马小会,孙兆彬,丁海燕,等. 烟花爆竹燃放和气象条件对北京市空气质量的影响[J]. 气象与环境学报, 2015 (3): 50 - 55.
- [4] 秦玮,葛顺,张祥志,等. 烟花燃放对空气中 $\text{PM}_{2.5}$ 及水溶性离子的影响研究[J]. 环境监控与预警, 2013, 5 (3): 1 - 4.
- [5] 王红磊,朱彬,沈利娟,等. 春节期间南京气溶胶质量浓度和化学组成特征[J]. 中国环境科学, 2014, 34 (1): 30 - 39.
- [6] 王京丽,刘旭林. 北京市大气细粒子质量浓度与能见度定量关系初探[J]. 气象学报, 2006, 64 (2): 221 - 228.
- [7] 环境保护部. 环境空气质量评价技术规范(试行): HJ 63—2013[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013.
- [8] 张小玲,徐敬,李腊平. 不同气象条件下烟花爆竹燃放对空气质量的影响研究[J]. 气象与环境学报, 2008, 24 (4): 6 - 12.
- [9] 杨峰,李文青,谢放尖,等. 春节期间禁燃烟花爆竹对南京市空气质量影响[J]. 气象与环境学报, 2016, 32 (4): 48 - 54.

栏目编辑 李文峻

· 简讯 ·

欧盟拟立法监测卡车二氧化碳排放

人民日报消息 欧洲理事会和欧洲议会近日就针对重型车辆的二氧化碳排放以及燃油消耗数据实施监控的法规草案初步达成一致。提出该草案的欧盟委员会表示,这将是欧盟首次对监测重型车辆二氧化碳排放进行立法。

根据草案内容,“重型车辆”包括卡车、公共汽车以及客车等。欧盟所有成员国都必须对重型车辆的注册情况进行监测和上报,汽车制造商也同样必须监测和上报这些车辆的二氧化碳排放和燃油消耗情况。草案还规定,欧盟委员会有权公开这些被上报的数据,并建立相应的核实体系。此外,欧盟还将建立行政处罚制度,防止汽车制造商瞒报或上报伪造数据。该草案还有待欧洲理事会和欧洲议会分别正式批准。

此前,为减少碳排放,欧盟已经制定了针对普通车辆的碳减排法规。按照该法规,到 2021 年,欧盟新车二氧化碳排放量必须降至 95 g/km。有分析认为,欧盟此次推出专门针对重型车辆的法案将填补监管空白,能够大力推动清洁能源在交通领域的应用与发展,为欧洲经济提供重要机遇。

摘自 www. hbt. jiangsu. gov. cn 2018 - 04 - 17