

轿车内空气污染监测研究

胡厚钧 (北京市环境保护监测中心, 北京 100044)

摘要: 通过实际监测研究, 对轿车内空气污染水平、车内外空气污染的相关性、车内空气污染与汽车工况、通风状况的关系进行了评估, 分析污染源并提出了控制对策。

关键词: 车内; 空气; 污染; 研究

中图分类号: X831 文献标识码: A 文章编号: 1002-6002(2004)06-0031-04

Monitoring and Research of Air pollution in cars

HU Hou-jun (Beijing Municipal Environmental Monitoring Centre, Beijing 100044, China)

Abstract: This paper evaluated the level of air pollution in cars air pollution from outside to inside of Cars polluting effect of ventilation and work condition of cars. It analysed the causes of air pollution in cars and put forward suggestions on pollution control.

Key words: in cars; air; pollution; research

对车内空气进行监测研究, 搞清其污染状况和污染变化规律, 对于保护环境, 保护司机和乘车者人体健康有十分重要的意义。

1 汽车内空气污染监测

1.1 车内空气监测主要项目

根据调研的情况和污染状况的分析, 考虑到监测仪器设备等条件, 本课题对汽车内空气的监测和研究主要项目为一氧化碳(CO)和氮氧化物(NO_x), 对挥发性有机物(VOC)、甲醛也进行了监测研究。

1.2 车内空气采样和分析方法

一氧化碳用铝箔气袋采样, 非分散红外吸收法(NDIR)分析; 氮氧化物采用溶液吸收采样, 盐酸萘乙二胺分光光度法分析; 甲醛采用溶液吸收采样, 酚试剂分光光度法分析; 挥发性有机物采用光离子化(PID)气体分析仪检测。为了得到车内外污染物浓度的对比和污染物浓度的连续监测数据, 在监测研究中还使用了美国RAE公司的多种气体检测仪, 仪器在每次使用前用标准气进行校准。在对汽车行驶过程车内外空气跟踪监测时, 在车厢内和车外风挡玻璃前分别安置仪器, 同步进行采样监测。监测实验在桑塔纳、捷达、奥迪、皇冠等常用轿车上进行, 行车路线既有市区也有郊区, 汽车通风状况有开窗、关窗开空调、车窗和空调全关闭等, 监测实验行车时段包括平时和交

通高峰。

2 汽车内污染状况的分析与评估

2.1 评估方法

本研究采用暴露水平来评估汽车内污染水平, 所采用方法为蒙特卡罗(Monte Carlo)方法, 可表示如下:

$$E = \frac{1}{T} \int_0^T C_i \times t_i$$

式中, E 为暴露水平, 用 T 时间内的平均浓度表示; C_i 为时间间隔为 t_i 的实时采样浓度; t_i 为采样时间间隔。

连续采样时间最长为 2 小时 36 分钟, 最短为 40 分钟, 采用国家环境空气质量标准(GB 3095-1996)的 1 小时平均浓度限值和相关的室内空气质量标准作为车内暴露水平的评价指标。

2.2 监测结果分析与评估

根据 2.1 的评估方法, 对监测数据进行统计分析, 可以对车内空气污染作如下评估:

2.2.1 车内空气污染水平

在城市道路上行驶的汽车, 车内空气污染相当严重。83%的 CO 样本浓度达到或超过了国家环境空气质量标准三级浓度限值。在车窗关闭、空调运行、正常通风的情况下, 汽车在市区道路(西、北二环)行驶 30 分钟左右, 车内 CO 浓度可达到 $25\text{mg}/\text{m}^3$, NO_x 浓度可达到 $0.140\text{mg}/\text{m}^3$, VOC

收稿日期: 2004-03-08; 修订日期: 2004-06-19

作者简介: 胡厚钧(1944—), 男, 广东中山人, 教授级高级工程师。

(C₄以上烃)浓度可达2.6ppm;在车窗和空调都关闭的情况下,汽车在市区道路(北二环、东直门、三元桥)行驶40分钟左右,车内CO瞬时浓度可达31.5mg/m³,NO_x瞬时浓度达到1.737mg/m³,VOC瞬时浓度达到23ppm;在车窗关闭,空调运行,严重堵车的情况下,车内CO瞬时浓度可达59.1mg/m³;在车窗打开,严重堵车的情况下,车内CO瞬时浓度高达206mg/m³,车内空气污染十分严重。

对桑塔纳2000新车车厢内空气中的甲醛进行了采样监测,甲醛平均浓度为0.123mg/m³,超过居住区大气中有害物质最高容许浓度(0.05mg/m³)1.46倍,污染也较重。最近的研究表明,汽油车内VOCs浓度是附近监测点的环境空气浓度的8倍以上。

2.2.2 车内外空气污染的相关性

监测表明,在车窗关闭,空调运行,正常通风的情况下,车内空气与车外空气污染状况基本相同。空调状况较好的车随车外浓度呈现同步几乎等振幅变化,或有一较小的相位差。将监测数据进行统计相关分析,车内外CO浓度变化的相关系数为0.93,表明车内外空气污染有很好的相关性。而空调状况较差的车,车内污染物浓度随车外浓度变化的同时,还在车厢内逐渐积累,呈逐步升高趋势。在开窗情况下,车内浓度随车外浓度呈同步变化趋势并稍有滞后。运行一段时间后,车内污染物浓度也有一定的累积效应,在堵车慢行时尤为明显。

据国外有关研究结果,一般情况下,车内VOC浓度与车外浓度差别不大,且通常要高于车外浓度,这二者的浓度又往往高于路边浓度^[1-3]。路边污染物浓度有所降低,主要是由于污染物在大气中扩散和稀释。

2.2.3 不同行驶工况下车内空气污染状况

车流高峰时段的监测数据,车内外CO浓度较其它样本高,表明堵车和低速运行状况下,道路机动车CO排放较高,从而引起环境CO污染较重,车内CO浓度也较高。车内CO浓度最高时达30mg/m³。堵车时出现浓度峰值,一个原因是此时道路上车辆密集,排放总量很大,导致环境污染物浓度较高;另一个原因是此时车辆单车排放因子也较高,这不仅是因为怠速时污染物排放高引起的,还与车辆频繁启动加速排放有关。

2.2.4 在市区和郊区行驶车内空气污染状况比较

根据北京市交通环境空气污染状况监测,二环路内与二环至三环间一氧化碳污染程度基本持平,三环至四环间低于三环路内,三环至四环以及四环路外二氧化氮污染浓度均低于三环路内。监测结果表明,市区交通环境空气污染重于郊区。

在监测实验研究中,以市区为主采样的样本,车内外污染物浓度高于以郊区采样为主的样本浓度,说明车内空气污染物浓度与环境浓度密切相关,车内污染主要来自周围车辆排放的污染。因为郊区车流密度较低,环境浓度相对较低,从而车内污染物浓度也相对较低。

2.2.5 汽车通风状况与车内污染的关系

轿车开窗行驶时,车内空气与车外环境相通,车内空气与车外空气污染状况相同。由于车外环境空气中污染物浓度受风速、风向等外界因素影响较大,所以浓度曲线波动较大,车内浓度曲线变化与此类似,但波动较小。

在车窗关闭,空调运行,采用迎面通风或动力通风系统的情况下,车外空气由通风系统不断进入车内,在车厢内循环后,由车身后部排出车外。当轿车中速正常行驶时,车内外空气污染状况完全一致。当汽车在道路拥堵的情况下,时而停车怠速,时而缓慢行驶,车内空气与车外空气污染状况变化基本一致,但车外空气污染物浓度变化比较曲折,变化幅度较大。由于车内小环境较为稳定,所以车内污染物浓度变化曲线波动较小,其峰谷略滞后于车外环境。

在车窗及通风系统均关闭情况下,车内空气不与车外流通,车内空气污染变化与车外空气变化不同。随行驶时间延长,车内污染物逐渐累积,其浓度不断升高趋势十分明显,在市区道路行驶30分钟,CO浓度达30mg/m³,NO_x浓度达1mg/m³以上,污染相当严重。

3 汽车内空气污染来源分析

3.1 道路行驶车辆尾气排放

汽车通风系统的一个重要功能就是将车外的新鲜空气送进车内,将车内的污浊空气排出车外。但是,当汽车行驶在车辆拥挤的道路上时,车外环境空气中污染物浓度很高,通风系统在将车外空气送入车内的同时,也将其中的污染物送入车内,造成车内空气污染。在通常情况下,汽车通风系统进风口处于开启位置,车内外空气的污染状况有很好的相关性,污染物浓度和变化状况基本相

同, 这充分说明, 车内空气污染主要是来自车外环境空气中污染物。从监测数据还可以看出, 郊区行驶工况下车内污染物浓度明显低于市区, 这是因为郊区车流密度较低, 环境空气污染物浓度相对较低, 从而车内污染物浓度也相对较低。这也从一个方面说明了车内空气污染主要是来自周围环境空气的污染。特别应该注意的是, 在堵车怠速、慢行的情况下, 一方面此时道路上车辆密集, 污染物排放总量很大, 另一方面此时单车污染物排放因子也较高, 因此导致环境污染物浓度较高。而且此时车辆之间的距离很近, 前面车辆的排气管正好对着后面车辆的进气口, 大量污染物进入车内, 车内空气污染更为严重。

3.2 汽车自身排放的污染物窜入车厢

汽车除排气中有碳氢化合物外, 燃油供给系统的蒸发和燃烧室等泄漏也排放出 HC。一是汽油蒸气能从燃油箱通过设在油箱盖内的通风口泄漏出来。另外, 当发动机长时间运转后停下来时, 发动机机体的温度会高于环境温度, 化油器浮子室内的燃油会蒸发, 形成汽油蒸气。汽油蒸气由内部通风口集聚到空气滤清器内, 其中一部分泄漏进入大气形成 HC 污染。由汽车发动机曲轴箱排出的气体混合物大约为 85% 的未燃燃料空气混合气和 15% 的废气 (由燃烧室泄漏的燃烧产物), 泄漏气体的 HC 浓度可达 6000 ~ 15000ppm, 泄漏量随着发动机的磨损而增加。在没有控制的汽车上, 从曲轴箱通风管排入大气的泄漏气体大约为汽车 HC 排放量的 25%。燃油供给系统的蒸发和燃烧室等泄漏排放出的碳氢化合物以及曲轴箱排出的气体混合物, 有可能从汽车通风系统窜入车厢, 造成车内空气污染。旧式汽车和使用年久的汽车, 此问题比较突出。化油器车比电喷车污染严重。

3.3 乘员自身排出的污染物

人体的代谢产物有 400 多种, 由呼吸排出的有 149 种。通过皮肤表面排出的有 271 种, 此外还有细菌传染。这些污染物中含有二氧化碳、一氧化碳、烃和丙酮等。

如果车厢内有人吸烟, 将大大加重对车内空气的污染。分别对车内乘客吸烟与不吸烟两种情况进行了采样分析, 发现乘客吸烟会导致车内 VOC 浓度明显增高^[3]。

3.4 新车构件材料和装饰材料排放污染物

新车内构件材料和装饰材料中含有的有害物

质会逐渐释放出来, 对车内空气造成污染。污染物主要包括苯、二甲苯、甲醛、丙酮等。澳大利亚联邦科学与医学科研部门测试发现, 新车出厂后, 车内有害气体浓度很高, 挥发时间可持续 6 个月以上。

4 车内空气污染控制对策

4.1 控制汽车尾气污染物排放

车内空气污染主要来源于道路上行驶的汽车尾气排放, 减少车内空气污染的根本办法是控制汽车尾气污染物的排放。

北京市已相继发布了 11 项机动车排气污染物排放标准, 有效减轻了机动车排气污染。市政府已决定 2003 年轻型汽油车开始执行相当于欧洲 II 号的排放标准, 2005 年开始执行相当于欧洲 III 号的排放标准。同时加快提高其它车辆排气污染物排放标准的步伐。

完善和强化检测和维护 (I/M) 制度, 建立车辆维修质量监督保证体系, 不断提高维修企业人员的技术水平和维修质量。从严控制在用车的尾气排放, 缓解其劣化的趋势。限制高排放车辆行驶, 逐步淘汰化油器车, 推广应用电喷+冷启动效率高的三元催化器车。

加强监督管理, 保证车用油品质量, 建立燃油排放性能监测体系。改善车用油品质量, 组织销售达到与实施严格排气标准相对应的车用汽油, 推广使用汽油清洁剂技术。

鼓励使用清洁燃料车、燃料电池车、电动汽车。积极发展清洁燃料车, 与传统车用燃料相比, 在减少大气污染方面将发挥很大作用。

4.2 改善道路环境空气质量

车内空气污染主要受到车外环境空气的影响, 因此, 改善道路环境空气质量对减少车内空气污染有重要作用。

城市道路和交通状况是影响机动车排气污染的重要因素, 也直接关系到道路环境空气质量。最近几年, 城市小汽车数量急剧增加, 必须通过城市道路的规划和建设, 分流机动车的数量, 改善机动车行驶状况和道路上尾气扩散条件, 来控制机动车排气污染。在城市规划中考虑环境要求, 增加道路及绿地面积, 减少人口密度; 结合旧城改造, 拓宽交通路面, 减少交叉路口, 合理布置和疏通车辆分流; 新城区建设, 要有发展思想, 使道路交通建设具备一段时间的超前性, 避免日后机动

车增长造成严重塞车;要加大城市交通设施投入,强化道路交通基础设施建设。在城市规划和道路建设中,城市道路立交和高架可以大大改善机动车行驶条件,有利于污染物的扩散,平面交叉由于总有机动车处于怠速状态、减速或加速状态,排放的污染物浓度要大大高于快速道路的排放。建设绕城公路,分流经过城区的外地机动车,减轻外地机动车对城区环境空气的影响。

4.3 改进城市道路交通对策

实施公交优先战略,大力发展轨道交通和公共交通,最大限度地缓解交通拥堵现象,从而控制机动车流量并减少机动车污染,对改善道路环境空气质量,减少车内空气污染有重要意义。在城市,乘坐公共交通工具比小汽车的人均污染物排放量要低得多。大力改进并鼓励使用公交设施,会使人们对小汽车的依赖程度大大下降,可以有效地减少汽车尾气对环境空气的污染。设置公交专用道或专行线,提高公交车的行驶速度和使用效率,是一种行之有效的办法。与公共汽车相比,轻轨铁路和地铁载客量大、乘坐舒适、行车快速、节省时间、服务可靠,具有许多优势,更重要的是它们对环境污染很小。

4.4 提高交通管理水平

为了改善道路环境空气质量,减少车内空气污染,还要求有良好的交通状况。为此,需要提高自动化、信息化管理能力,建立先进的交通指挥系统。为了充分发挥城市道路的潜力,合理分流车辆,减少机动车尾气污染,在交通管理方面需要不断加强,采取更多有效的管理手段。比如实行环保标志管理,在市区适宜地段划定低排放车优先和高排放车限行路线,对外地过境车辆采取措施,使其在市区最外缘环路行驶。采取各种有效的管理办法,可以大大削减机动车污染物的排放,改善道路环境空气质量。

4.5 选择适当的行驶路线和出行时间

在交通拥堵的情况下,道路环境空气污染大大重于正常情况,同样也加重了车内空气的污染。而且由于车辆行驶缓慢,车内空气污染持续时间很长,这对司机和乘客的健康极为不利。因此,在安排车辆出行的时候,应尽量避免交通高峰时段。在行车路线上,要绕开交通拥堵路段,选择路况良好的道路。选择适当的行车路线,不仅可以行车通畅,节省时间,而且道路环境空气质量较好,对车内空气的影响也较轻。

4.6 合理控制车内空气通风系统

为了保证车厢内有良好的空气环境,应合理控制车内通风系统,车内应有足够的新鲜空气,以防止乘员疲劳、头痛和恶心。在道路环境空气污染非常严重的情况下,为了避免车外环境空气中的污染物大量进入车内,造成车内空气的严重污染,可以将外部空气的进口短时间关闭,只有车内部的空气循环。待汽车行驶到环境空气较好的路段,再将通风口打开。

在驾驶和乘坐新车时,应避免将车窗紧闭,最好适当打开车窗,保持车内外通风,使车内装饰材料释放的有害气体得以稀释和排除。

4.7 使用车内空气净化装置

为了保持车内空气的清洁,必要时可以采取措施对车内空气进行净化。汽车车厢内的空气净化较常用的是静电式空气净化器。

最近,光触媒技术被成功应用于汽车内空气净化处理上。光触媒的主要成分是纳米级的二氧化钛。二氧化钛吸收阳光中的紫外线后,内部电子被激发,形成活性氧类的超氧化物,它超强的氧化能力,可以破坏病毒细胞的细胞膜,使细胞质流失死亡,凝固病毒的蛋白质,抑制病毒的活性,并捕捉、杀除空气中的浮游细菌。同时,二氧化钛受光后生成的氢氧自由基能对有机物质和有害气体进行氧化还原反应,将其转化为无害的水和二氧化碳,从而达到净化环境、净化空气的功效,解决车内空气的污染,不仅效果显著,而且对人体安全。

4.8 控制车内构件材料和装饰材料的环保指标

对车内构件材料和装饰材料的环保指标应加以控制,要制定相应的构件材料和装饰材料环保标准和车内空气质量标准,强制规定必须采用环保型材料,不达标的车辆不得出厂销售。

参考文献:

- [1] Pei-Ling Leung et al. Roadside and in-vehicle concentrations of monoaromatic hydrocarbons [J]. Atmosphere Environment. Jan. 1999 33(2): 191-204.
- [2] Nicholas J. ; Lawryk et al. Concentrations of volatile organic compounds in the passenger compartments of automobile[J]. Environmental Science and Technology. Mar. 1996 30(3): 810-816.
- [3] Pei-Ling Leung et al. Traffic-related exposure to benzene and toluene[J]. International Journal of Vehicle Design. 1998 20: 1-4.

差压式 BOD₅测定法的评价研究

庄玉贵, 叶瑞洪, 邓加聪, 邱雪芬, 卢秉国, 郑茂华

(福建师范大学福清分校生物与化学工程系, 福建 福清 350300)

摘要: 对 BOD₅ 的测压法测定进行了评价, 探讨了该法对接种量的特殊要求; 比较了含毒物水样不同稀释比 BOD₅ 测定的区别, 从而验证了该测定法可用以表征毒性物质对微生物活性的影响程度。通过模拟含毒印染废水活性污泥的处理, 指出其不同稀释比 BOD₅ 值可作为该处理法的设计和运行管理的重要参数。

关键词: 测压法; BOD₅; 评价

中图分类号: X832

文献标识码: A

文章编号: 1002-6002(2004)06-0035-02

The study on the evaluation of BOD₅' S pressure determination

ZHUANG Yu gui, et al (Department of Biology and Chemistry, Fujian Nomal University Fuqing Academy, Fuqing 350030, China)

Abstract: The BOD₅' S pressure determination is evaluated in our study, and the especially conditions of the inoculate values are discussed in this way. Comparing the differences of BOD₅ determined values by diluting the sample water which contains the poison in different proportion, we verify that the determination principle can be used to manifest the influential degree of microbial activity affected by poisonous materials. And according to simulating the way that the active mud deals with the poisonous waste water drained away by printings and dyes industries, the paper points out that by the different proportion of dilution, the values of BOD₅ can be used as an important parameter of both the design of the dealing and the operation and management.

Key words: BOD₅' S pressure determination; BOD₅; evaluate

差压式 BOD₅ 测定法简称测压法, 操作简便无需专门培训熟练的检测技术人员。测值的直读式便于随时观测, 高浓度水样可经不同程度稀释进行模拟降解比较, 并且仪器构造简单, 性能相对稳定, 售价适中, 测定成本低, 适合基础监测单位推广。

国产测定仪一般对 BOD₅ 为 0 ~ 1000mg/L 水样可不经稀释直接测定^[1,2], 有的测量范围高达 40000mg/L^[3]。那么, 测压法对高污染水样的测定条件与标准稀释法比较有何特殊要求? 含不同污染物水样经大倍数稀释前后的 BOD₅ 测定会有差别吗? 为什么会出现这些差别? 其差别值的含义和应用又有何不同? 无疑, 这些问题值得探讨。

1 实验

1.1 仪器与试剂

880 型数字式 BOD₅ 测定仪; PHS-2C。葡萄

糖、谷氨酸、CaCl₂、FeCl₃·6H₂O、MgSO₄·2H₂O、KH₂PO₄、Na₂HPO₄·7H₂O、HCl、NaOH 等均为 AR 级。一次去离子水。稀释水和接种水(用花园土浸取液)按文献[4]配制。

1.2 结果与讨论

1.2.1 不同稀释比测定时接种液及其用量探讨

按标准稀释法的验证条件: 20℃, pH=7.2, 标准物(葡萄糖、谷氨酸各半)浓度 2~7mg/L 溶解氧大于 1mg/L, 表土浸取液加量 2%~3%^[4] 时 5d 降解率大约在 70% 之间, 相当于 300mg/L 标准物折合成 BOD₅ 为 200mg/L。完全降解约需要 20d, 即降解率受到降解速率影响。标准物降解过程是复杂的酶促反应, 其反应速率与酶的种类和活性(微生物的种类、活性)有关, 当其他条件恒定时, 反应速度与酶浓度成正比, 显然接种液中含有的微生物种类的活性及数量直接影响 5d 降解率(即

收稿日期: 2003-10-10; 修订日期: 2004-06-20

作者简介: 庄玉贵(1963—), 男, 福建福清人, 副教授。

[4] 清华大学环境科学与工程系. 北京市机动车排气污染控制管理规划及实施方案研究[M]. 1999.

[5] 黄天泽等. 汽车空调系统设计与使用维修[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1997. 5, 8-15.