

附件 3

《汽车污染物排放限值及测量方法 (遥感检测法)》(征求意见稿)

编制说明

《汽车污染物排放限值及测量方法(遥感检测法)》标准编制组

二〇一七年三月

1 项目背景

1.1 任务来源

依据环境保护部《关于开展 2013 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函〔2013〕154 号），环境保护部下达了制定国家环境保护标准《机动车污染物排放道路遥感测量方法》的任务。

本项目主要承担单位为中国环境科学研究院。环境保护部机动车排污监控中心作为子项目承担单位二级机构与负责标准项目管理工作的环境保护部环境标准研究所签订了环境保护标准项目任务合同书。

1.2 工作过程

（1）成立编制组

本项目任务书下达后，环境保护部机动车排污监控中心联合协作单位北京理工大学以及合作单位中国科学技术大学成立了标准编制组。

（2）前期研究及调研

2013 年 1-4 月，根据任务要求，标准编制组对《机动车污染物排放道路遥感测量方法》制订的必要性、制订的主要内容和制定方案均进行了讨论，确定了初步的标准制订计划。随后，编制组对北京市、天津市、河北省、辽宁省、江苏省、广东省等地进行了调研，对已制定地方机动车污染物排放道路遥感测量标准实施情况进行了详细摸底，掌握了地方环保部门在实施标准中遇到的问题和提出的新需求，为标准的顺利制定打下了基础。

（3）标准开题

2013 年 7 月，完成《机动车污染物排放道路遥感测量方法》开题报告。

（4）数据检测及分析

2013 年 7 月-2014 年 7 月，委托北京理工大学，开展道路遥感检测方法与《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》（GB18285-2005）、《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》（GB3847-2005）规定方法的相关性实验研究，提出标准应监测的特征污染物项目，确定评估测量数据有效性的方法。

（5）2015 年 10 月，完成《机动车污染物排放道路遥感测量方法》（初稿）。

（6）2015 年 11 月，完成《〈机动车污染物排放道路遥感测量方法〉编制说明》（初稿）。

（7）标准征求意见稿

2016 年 1 月-2017 年 2 月，经过专家讨论，修改再讨论。2016 年 3 月 1 日，召开标准征求意见稿技术审查会，专家组建议修改标准名称使其与内容一致。其后，修改完成《汽车污染物排放限值及测量方法（遥感检测法）》（征求意见稿）和编制说明。

2 行业概况

2.1 行业在我国的发展概况

2.1.1 汽车产业快速发展

作为国民经济的重要支柱产业之一，我国汽车工业取得快速发展。据中国汽车工业协会统计，2016 年汽车产销 2811.9 万辆和 2802.8 万辆，同比增长 14.46%和 13.65%。连续八年为世界汽车产销第一大国。2005 至 2016 年我国汽车产销量变化趋势如图 2-1 所示。

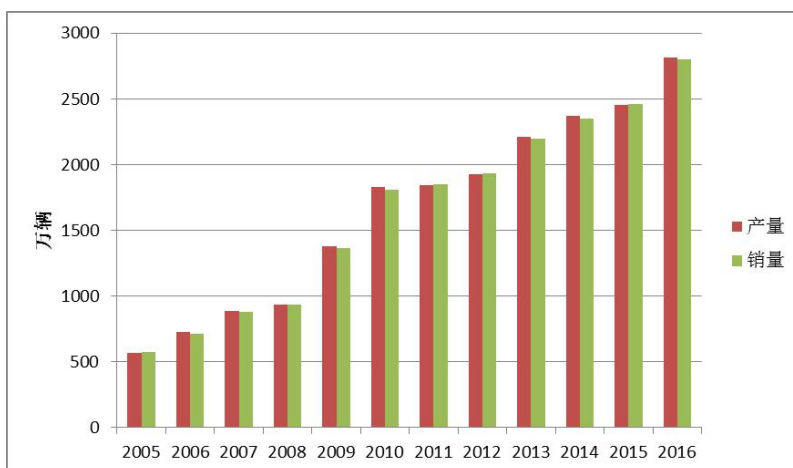


图 2-1 我国汽车产销量变化趋势

2016 年汽车分车型前十家生产企业销量排名如下表所示，其中 7 家汽车生产企业（集团）规模超过 100 万。分别为上汽集团、东风集团、一汽集团、中国长安集团、北汽集团、广汽集团和长城汽车。

表 2-1 2016 年汽车分车型前十家生产企业销量

单位: 万辆、%

排名	汽车（按集团）		乘用车		商用车	
	企业名称	销量	企业名称	销量	企业名称	销量
1	上汽集团	647.16	上汽大众	200.02	北汽福田	48.09
2	东风集团	427.67	上汽通用	188.00	东风汽车	44.37
3	一汽集团	310.57	上汽通用五菱	187.82	江淮股份	27.08
4	中国长安	306.34	一汽大众	187.24	上汽通用五菱	26.28
5	北汽集团	284.67	长安汽车	121.96	一汽集团	23.95
6	广汽集团	164.92	北京现代	114.20	江铃控股	23.49
7	长城汽车	107.45	东风日产乘用车公司	111.79	中国重型	19.99
8	吉利控股	79.92	长城汽车	96.89	重庆力帆	17.89
9	华晨汽车	77.44	长安福特	94.38	长安汽车	16.02
10	奇瑞汽车	69.85	吉利控股	79.92	金杯汽车	12.26
	合计	2475.99	1382.22		259.42	
	所占比重	88.34	56.70		70.15	

注：以上企业数据汽车按集团口径，乘用车和商用车按子公司口径统计。

2016 年汽车集团销售市场占有率如图 2-2 所示。

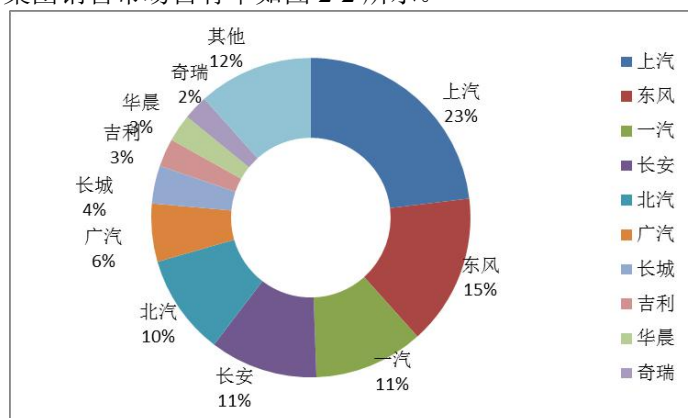


图 2-2 2016 年国内汽车销售市场占有率

随着汽车工业的快速发展，我国机动车和驾驶人迅猛增长，据公安部交通管理局统计，2010年以来，机动车年均增1500多万辆，驾驶人年均增2000多万人。截至2016年底，全国机动车保有量达2.9亿辆，其中汽车1.94亿辆。2016年新注册登记的汽车达2752万辆，保有量净增2212万辆，均为历史最高水平。汽车占机动车的比率持续提高，近五年占比从50.39%提高到65.97%。全国有49个城市的汽车保有量超过百万辆，18个城市超二百万辆，6个城市超三百万辆。其中汽车保有量超过二百万辆的18个城市依次是北京、成都、重庆、上海、深圳、苏州、天津、郑州、西安、杭州、武汉、广州、石家庄、东莞、南京、青岛、宁波、佛山。汽车保有量的快速增加，对我国能源、环境带来巨大压力。



图 2-3 汽车保有量超过 2 百万的城市

2.1.2 低排放车比例不断提高

2000年开始我国实施第一阶段排放标准，历经国家第二阶段、第三阶段和第四阶段排放标准，目前我国已经开始实施第五阶段排放标准。随着排放标准的升级，低排放车比例不断提高，2000年国1及国1前排放标准车辆占主导地位，2015年国3及以上排放标准的车辆已经占到保有量的83%，见图2-4。随着排放标准的不断推进，我国汽车产业主体车型的排放控制水平不断提高。

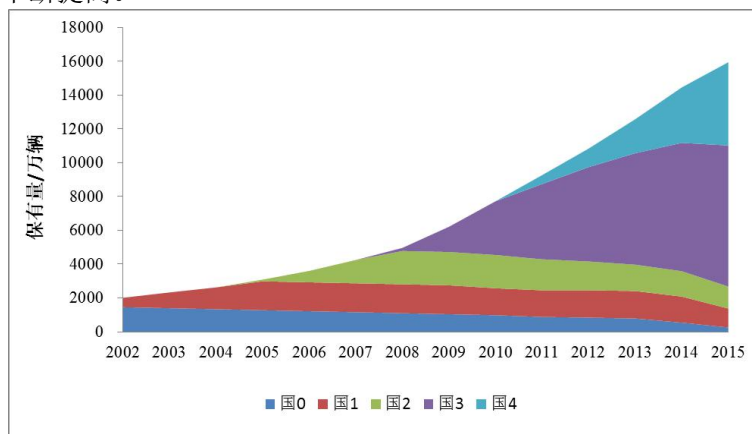


图 2-4 按排放标准我国汽车保有量分布

2.1.3 车用油品消费量快速增加

目前，传统化石燃料（汽油和柴油）仍是车用燃料的主要来源。随着汽车保有量的快速增长，燃油消费量也随之增加。截至2016年底，全国汽油消费量11983万吨，全国柴油消费量16469万吨。其中，机动车行业约占汽油消费总量的95%以上，柴油消费总量的60%以上。

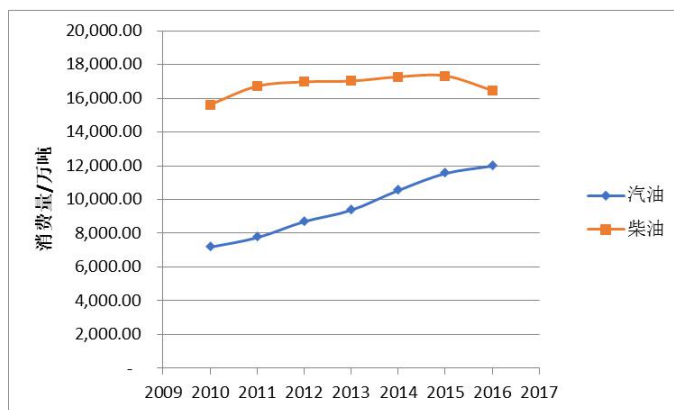


图 2-5 我国燃油消费量变化趋势

2.1.4 遥感检测设备状况

我国遥感检测自 2000 年左右开始，设备生产企业目前生产有固定式遥测设备和移动式遥测车辆。固定式遥测设备分为水平式固定尾气遥感检测设备和垂直式固定尾气遥感检测设备。国内目前在用的设备大约有 400 套左右。

2.2 行业在其他国家和地区发展概况

2005-2015 年，全球汽车产销量总体呈持续快速增长态势。其中，全球汽车产量由 6672.0 万辆增加到 9078.1 万辆，年均增长 3.1%，全球汽车销量由 6593.5 万辆增加到 8967.8 万辆，年均增长 3.1%。其中，2008 至 2009 年，受全球金融危机影响，全球汽车产销量同比分别下降 3.75%和 13.52%，全球汽车销量同比下降 4.5%和 4.0%；2010 年，随着美国和日本市场的复苏以及中国、印度等新兴市场的持续快速增长，全球汽车产量同比上涨 27.4%，全球汽车销量同比上涨 14.4%；2015 年，全球累计生产汽车 9078.1 万辆，同比增长 1.1%；全球累计销售汽车 8967.8 万辆，同比增长 2.0%。全球汽车产销量变化趋势如图 2-6 所示。

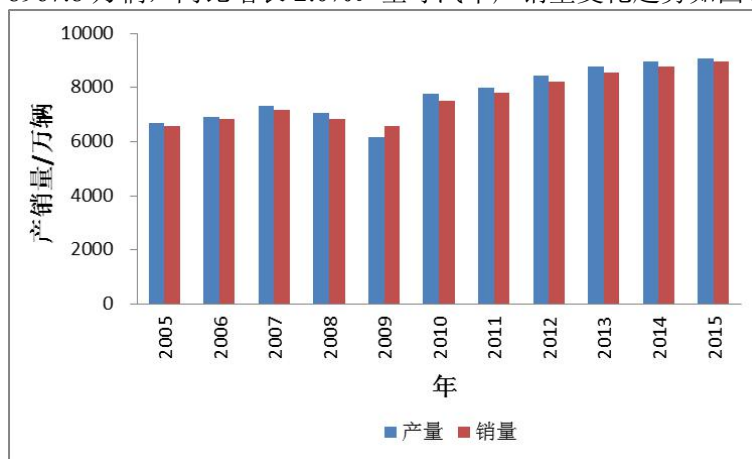


图 2-6 全球汽车产销量变化趋势

20 世纪 90 年代中后期以来，汽车生产及消费增长的地理分布特征出现重要转变，由传统的发达国家市场转到了日益活跃的新兴工业化国家市场，特别是中国、印度、墨西哥等亚洲市场及南美市场。2015 年，中国汽车产量达到 2450.3 万辆，占世界汽车总产量的 27.0%，其他主要汽车生产国有美国、日本、德国、韩国、印度、墨西哥等，汽车年产量均在 300 万辆以上，图 2-7 所示。

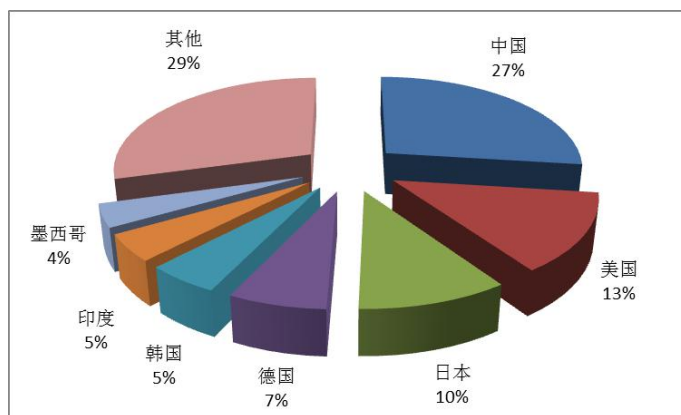


图 2-7 2014 年世界主要汽车生产分布

全球汽车生产格局发生了较大变化，美、日、德、法四大传统汽车强国的产量占全球总产量比重从 2006 年的 50% 下降到至 2015 年的 32% 左右，而中国、印度、墨西哥等新兴市场则保持快速增长，2015 年新兴市场汽车产量占全球汽车总产量比重已超过三分之一。

由于新兴工业化国家人均收入水平的提高和对外开放，汽车市场迅速增长。相比之下，传统的发达国家市场则逐步趋于饱和，需求增长相对较慢，主要以车辆更新为主。2015 年，全球累计销售汽车 8967.8 万辆，同比增长 2.0%。其中亚太销量为 4385.1 万辆，占世界汽车市场的 49%；美洲销量为 2523.2 万辆，占世界汽车市场的 28%；欧洲销量为 1904.5 万辆，占世界市场的 21%；非洲最少，销量为 155.0 万辆，仅占世界市场的 2%，如图 2-8 所示。

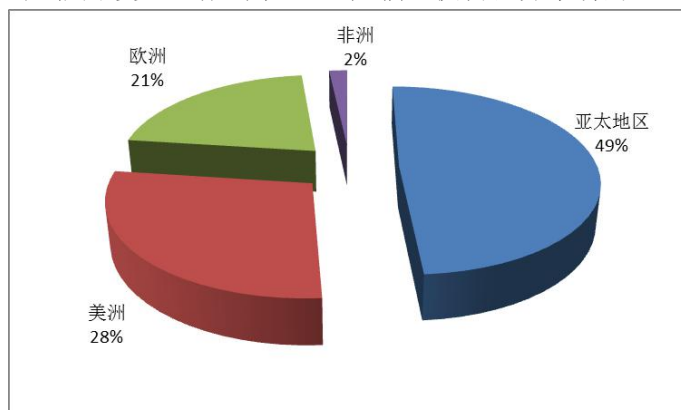


图 2-8 2015 年全球主要汽车销售分布

3 标准制订的必要性分析

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

最新发布《大气污染防治法》第五十三条明确：“县级以上地方人民政府环境保护主管部门可以在机动车集中停放地、维修地对在用机动车的大气污染物排放状况进行监督抽测；在不影响正常通行的情况下，可以通过遥感监测等技术手段对在道路上行驶的机动车的大气污染物排放状况进行监督抽测，公安机关交通管理部门予以配合。”

国务院印发的《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号）提出加快区域内机动车排污监控平台建设，重点治理重型柴油车和高排放车辆。

发展改革委、环境保护部、科技部等十二部委联合发布文件的《加强“车、油、路”统筹，加快推进机动车污染综合防治方案》（发改环资〔2014〕2368 号）明确要求：“2015 年起，京津冀、长三角、珠三角等区域的地级及以上城市推行遥感检测法，将排放不达标车辆信息通过政府公共信息平台提供查询服务。”

环境保护部、公安部、国家认监委《关于进一步规范排放检验 加强机动车环境监督管

理工作的通知》提出公安交管部门在不影响正常通行的情况下，要支持配合环保部门采用遥感监测等技术手段对在道路上行驶的机动车进行监督抽测。

3.2 机动车快速发展带来严重的城市大气环境压力

当前，我国机动车污染防治形势十分严峻。一是机动车排放总量居高不下。目前，我国机动车排放各类大气污染物 4607 万吨，其中，NO_x 排放量约占全国排放总量的 1/3。二是新增排放压力巨大。据预测，未来五年我国机动车将新增机动车 1 亿辆以上，新增污染物排放 1600 万吨。三是机动车污染危害凸显。机动车已成为我国大中城市的重要污染源。根据第一批大气 PM_{2.5} 源解析结果显示：北京、上海等大城市以及东部人口密集区，机动车对 PM_{2.5} 浓度的贡献达 15.0%至 52.1%。此外，2012 年世界卫生组织将柴油尾气由可疑致癌物提升为明确致癌物。因此，加强机动车尾气污染防治工作，尤其是强化机动车尾气排放监管工作，是防治大中城市以 PM_{2.5} 和臭氧为特征的复合型污染的重要手段。但与之对应的是机动车排放监管手段的不足，机动车污染物排放遥感检测方法是机动车尾气排放监管的重要技术之一，应着重加以规范。

4 标准制订的原则和依据

4.1 编制原则

- (1) 科学性：在深入研究遥感检测方法特点的基础上，合理确定控制目标和排放限值。
- (2) 客观性：综合考虑环境质量改善目标、机动车尾气实际排放情况等，制定合理的尾气排放限值。
- (3) 可行性：明确质量控制与质量保证程序，严格检测人员要求，详细规定检测设备精度要求，合理确定检测地点及环境，以最大程度的减少遥感检测结果误判。

4.2 技术依据

本标准编制过程中，参考了如下法律、法规、相关政策、标准等文件，具体包括：

- 《中华人民共和国环境保护法》
- 《中华人民共和国大气污染防治法》
- 《大气污染防治行动计划》
- 《加强“车、油、路”统筹，加快推进机动车污染综合防治方案》
- 《机动车环保检验管理规定》
- 《机动车辆及挂车分类》(GB/T 15089-2001)
- 《点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》(GB 18285-2005)
- 《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》(GB 3847-2005)
- 《机动车测速仪》(GB/T 21255-2007)
- 《通用计量术语与定义》(JJF 1001-2011)
- 《机动车尾气遥测设备 通用技术要求》(JB/T 11996-2014)

北京市地方标准《装用点燃式发动机汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB11/318-2005)

天津市地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 12/T 590-2015)

广东省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 44/T 594-2009)

安徽省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 34/T 1741-2012)

山东省地方标准《山东省在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 37/T 2208-2012)

辽宁省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB21/T 2181-2013)

江苏省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 32/T 2288-2013)

河北省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 13/2323-2016)

陕西省地方标准《在用汽车排气污染物限值及检测方法（遥测法）》(DB 61/T 1046-2016)

5 国内外研究进展

遥感检测技术起源于美国。1988年美国丹佛大学应用非扩散红外线检测技术(NDIR)开发了能同时检测CO₂、CO、HC的设备;之后于20世纪90年代应用非扩散紫外线检测技术(NDUV)开发了能检测NO_x的设备;2001年美国丹佛大学和沙漠研究所分别应用透射光不透明度技术和紫外线反射光探测技术(LIDAR)开发了能检测排气烟度的设备。1995年新西兰首先启用用于路面检测在用汽车排放的遥感检测系统,目前已在美国、加拿大、墨西哥、日本、新加坡、澳大利亚、英国、中国、中国台湾和香港等十几个国家和地区得到了推广和应用。

目前,遥感检测技术主要应用于以下几方面:

(1) 审计检查:利用遥感检测技术可以经济地审查目前采取的汽车污染物排放控制措施和政策的效果,例如核查当前采用的检查维修计划(I/M制度)是否有效,检查I/M制度以外的车辆(过境车和未登记车)是否是空气污染主要来源之一,确定环境空气质量的变化与汽车排气排放的相关关系。

(2) 筛选高排放车辆:实验表明当汽车工况已知,遥感检测可用于判断高排放车。高排放车一般只占车辆总数的10%,排放的污染物却占到全部车辆排放污染物的80%。筛选高排放车并加以治理或淘汰,是防治机动车污染,改善空气质量的有效措施之一。

(3) 筛选清洁车辆:筛选清洁车辆用于鼓励人们选用低排放车辆,并经常保养检修车辆,使汽车保持在良好的工作状况下。清洁车辆的车主可以主动驾车至有排气遥感检测的地方,检测通过后可免除进行例行的年检。

(4) 入境检查:排气自动遥感检测设备可安置在城市道路入口处收费站,通过检测禁止高污染车辆进入城市。

(5) 检查汽车的环保装置:遥感检测设备中具有检查汽车是否安装并使用环保装置的功能。

遥感检测技术优点主要包括:

(1) 检测效率高。检测速度快,1小时可检测上千辆车,省时省力。

(2) 能反映车辆的实际排放状况。可以在汽车正常行驶过程中完成检测,检测时汽车发动机的运行工况更具代表性,比传统的接触式测量方法能够更好的反映汽车排气排放的实际情况。

(3) 避免人为造假。录入的数据信息被记录在电脑程序里,只有被授权者才能打开,数据不容易被更改;可在驾驶员不知晓的情况下完成检测,避免个别驾驶员采取某些人为手段影响检测结果。

(4) 可实时监控。环保定期检测仅能保证检测时尾气排放达标,而遥感检测可起到实时监控的目的。

(5) 对道路交通影响小。遥感检测设备安置在单行道两侧,不会妨碍道路交通。

遥感检测技术缺点主要包括:

(1) 测量环境要求高。遥感检测是基于光吸收原理完成尾气排放测试,其使用气候、环境等的限制。如雨雪天、雾天、扬尘、环境温度、适度、气压、风速等对检测数据有影响。

(2) 对测试工况有一定要求。车辆通过测量点的实际工况是影响遥测值的重要因素,因此标准中通常会使用VSP限定实际工况范围。

(3) 单车重复性差。受冷启动、工况、环境温度等因素影响,其排放测试结果差异大。

(4) 不能测量蒸发排放HC。

(5) 存在无效数据。包括被测车辆牌照识别不准确、VSP不在稳定的范围内、环境条件超出设备适用范围等。

5.1 美国

1996年9月,美国环保局颁布第一部有关遥测的技术指导文件《定期检测期间应用遥测控制机动车排放的技术指南》(EPA/AA/AMD/EIG/96-01),指导各州进行“高排放车遥测捕捉”项目的设计和应用。德克萨斯、加利福尼亚等州根据该技术指南应用遥感检测技术筛选高排放车,筛选限值见表5-1。

1998年底,美国环保局颁布了《定期检验期间进行低排放车遥测筛选的技术指南》

(EPA420-P98-007), 指导各州进行“低排放车豁免”项目的设计和应用。密苏里、科罗拉多等州根据该技术指南应用遥感检测技术筛选低排放车, 用于豁免该年度的环保定期检测。

2002 年美国环保局颁布了《利用遥测进行 I/M 制度效益评估的技术指南》(EPA420-B-02-001), 指导各州应用遥感检测技术进行 I/M 制度效益评估, 规定了 3 种检测方法: “Step Change”、“Comprehensive”和“Reference”。其中, “Step Change”方法应用遥测技术分别检测某一地区已经历和未经历 I/M 检测车辆的排放, 通过比较两者的差异性评价实施效果, 适用于刚开始实施 I/M 制度或刚改进该制度时; “Comprehensive”方法通过长期跟踪检测某一地区车辆的排放, 分析 I/M 制度实施后该区域每年的车辆排放改善状况; “Reference”方法通常选择与研究区域类似的未实施 I/M 制度的地区, 同时对两地区进行遥感测试, 通过比较两地区的排放差异性评价目标区域 I/M 制度的实施效果。佐治亚、科罗拉多、佛吉尼亚等州根据该技术指南应用遥感检测技术评估 I/M 制度实施效果。

表 5-1 美国高排放车筛选限值

地区	时间	CO (%)	HC (ppm)	NOx (ppm)
加利福尼亚州	2001	2.0	1000	1500
德克萨斯州	1985-1990	4.0	700	4000
	1991-1995	3.0	500	3500
	1996-1998	3.0	350	3000

5.2 中国台湾

台湾环保署从 1996 年开始引进汽车污染物遥感检测技术, 经历了前期研究, 1997 年试行、1998 年扩大规模实施等阶段, 进行了大量有关试验, 积累超过 700 万条遥测数据, 为遥感检测技术的应用打下良好基础。2002 年台湾正式立法, 开始实施高排放车遥感筛选。法规规定, 汽车排放空气污染物经遥测不符合遥测筛选标准者, 应于主管机关通知期限内修复, 并至指定地点接受检验。

台湾地区遥测筛选方案所遵循的原则: 对老旧车辆, 选择较宽的筛选门槛, 以增加高排放车辆数; 对新车, 应该选取窄的筛选门槛, 以避免由于误判而困扰民众。筛选门槛不宜过窄以符合监管的经济效益。限值不宜小于现行标准, 以免引起争议。筛选标准限值如下表所示:

表 5-2 台湾地区高排放车筛选标准限值

汽车种类	时间	标准限值	
		CO (%)	HC (ppm)
汽油及替代 清洁燃料引 擎汽车	1990.6.30 以前出厂或进口之使用车辆	4.5	1200
	1990.7.1 至 1992.7.31 前出厂或进口之使用车辆	3.5	900
	1992.8.1 后出厂或进口之使用车辆	1.2	220

遥感检测道路条件为单车道, 平直或略呈上坡路段, 坡度小于 3%, 有足够路肩可停放遥测监测车。若为多车道, 以能够用交通安全锥桶缩减为单一车道而不妨碍交通且有适当空间停放遥测监测车为原则。车辆通过检测点位时应略呈加速状态, 加速度小于 4.8m/s^2 。以测量车道流量计算, 最大流量小于 1300 辆/小时。

当车辆遥感检测不合格时, 通知单寄达和复检程序如下图所示:

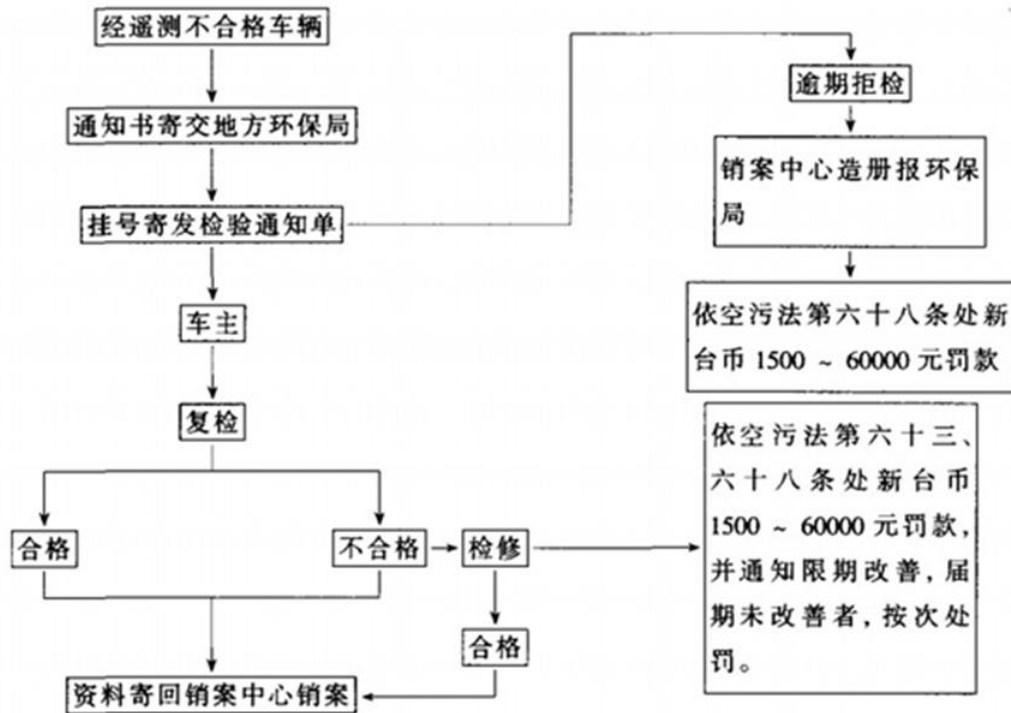


图 5-1 台湾地区遥感检测不合格车辆处理流程

5.3 中国香港

香港环保署从 2014 年 9 月起开始使用遥感检测设备进行执法。为确保设备的准确性，香港环保署在同一地点并排放置两部遥感检测设备，且每两小时以标准气体和标准烟度片对设备校准。当车辆行驶工况符合规定要求、且两台设备均显示车辆尾气超标，香港环保署将向相关车主发出尾气测试通知书，要求车主修复车辆并于通知书规定的时限内（通常为 12 天）到指定的在用车辆检测机构复检。若车主未遵行通知书要求或车辆未通过检测时，环保署会通知运输署取消有关车辆牌照。车主到指定的检测机构复检时，须缴纳检测费用。

5.4 中国大陆

5.4.1 标准制定情况

目前，工信部发布了行业标准《机动车尾气遥测设备 通用技术要求》(JB/T 11996-2014)，北京市、天津市、广东省、安徽省、山东省、江苏省、辽宁省、河北省、陕西省发布了遥感检测地方标准并实施。遥感检测地方标准对比见表 5-3、表 5-4。

从适用范围来看，主要分为两类：M 类、N 类装用点燃式发动机汽车，M 类、N 类装用压燃式发动机汽车。

从限值来看，各地按照初次登记日期进行划分，对于装用点燃式发动机汽车，北京市、广东省、山东省、江苏省时间节点为国家或地方第一阶段第二类轻型汽油车生产一致性排放标准实施日期，安徽省无时间节点，天津市时间节点为国家第四阶段轻型汽油车生产一致性排放标准实施日期；对于装用压燃式发动机汽车，北京市、山东省、江苏省时间节点为国家或地方第三阶段柴油车生产一致性排放标准实施日期，广东省时间节点为国家或地方第一阶段第二类轻型柴油车生产一致性排放标准实施日期，安徽省无时间节点，天津市时间节点为国家第四阶段柴油车生产一致性排放标准实施日期。

从控制指标来看，对于装用点燃式发动机汽车，主要包括 CO、HC、NO_x；对于装用压燃式发动机汽车，主要为不透光度。

从数据有效区间来看，对于装用点燃式发动机汽车，使用 VSP 判定检测数据是否有效，

有效区间主要为 0~20 kw/t；对于装用压燃式发动机汽车，使用 VSP 或加速度判定检测数据是否有效，VSP 有效区间主要为 ≥ 0 kw/t，加速度有效区间主要为 ≥ 0 m/s²。

从结果判定来看，除广东省、天津市外，其余地区均要求使用环保定期检验方法对遥感检测数据进行复检，最后判定结果以复检结果为准。

表 5-3 国内点燃式发动机汽车遥感检测标准对比

省（区、市）	实施时间	适用范围	初次登记日期节点	控制指标及限值	数据有效区间	结果判定
北京市	2006年3月	M类、N类、G类装用点燃式发动机汽车（包括燃油、气体燃料、两用燃料和双燃料车，以下同）	1999年1月1日前	CO: 4.5%	VSP 范围: 3~22 kw/t CO+CO ₂ 范围: ≤21.0%	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
			1998年12月31日后	CO: 2.5%		
广东省	2009年4月	M类、N类、G类装用点燃式发动机汽车	2001年10月1日前	CO: 4.0% HC: 1200ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。
			2001年10月1日后	CO: 2.0% HC: 600ppm		
安徽省	2012年12月	M类、N类、G类装用点燃式发动机汽车		CO: 2.5% NO: 1400ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起到检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
山东省	2013年1月	M类、N类装用点燃式发动机汽车	2001年10月1日前	CO: 4.0% HC: 350ppm NOx: 3500ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	以车辆连续三次通过遥测点的检测结果为一组，若2次及以上检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
			2001年10月1日后	CO: 2.5% HC: 300ppm NOx: 2500ppm		
江苏省	2013年5月	M类、N类、G类装用点燃式发动	2001年10月1日前	CO: 3.0% HC: 1000ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果高于排放限值，则判定为不合格。机动车所有人

		机汽车		NO: 3500ppm		如果对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起7个工作日内到检测机构或环保部门认定的仲裁检测机构进行复检,复检采用年检方法。
			2001年10月1日后	CO: 2.0% HC: 500ppm NO: 2000ppm		
辽宁省	2013年11月	M类、N类点燃式发动机汽车	2001年10月1日前	CO: 4.5% HC: 350ppm NO: 3600ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于本标准规定的相应排放限值,则判定为合格;反之,则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检,最后结果判定以指定检测机构按照省环境保护行政主管部门当时要求使用的标准进行检测的结果为准。
			2001年10月1日后	CO: 2.5% HC: 280ppm NO: 2400ppm		
天津市	2015年7月	M类、N类、G类装用点燃式发动机汽车	2011年6月30日前	CO: 2.5% NO: 2000ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点,若两种污染物检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;若一种污染物检测结果高于排放限值,则判定为不合格。对检测结果存在疑义的,由环境保护行政主管部门确认的检测方法进行复检。
			2011年7月1日后	CO: 2.0% NO: 1400ppm		
河北省	2016年2月	M类、N类装用点燃式发动机汽车		CO: 2.5% HC: 200ppm NO: 2000ppm	VSP 范围: 3~20 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;否则,判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检。
陕西省	2016年11月	M类、N类、G类装用点燃式发动机汽车		CO: 2.5% HC: 250ppm NO: 2000ppm	VSP 范围: 0~20 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;否则,判定为不合格。

表 5-4 国内压燃式发动机汽车遥感检测标准对比

省、区、市	实施时间	适用范围	初次登记日期节点	控制指标及限值	数据有效区间	结果判定
广东省	2009 年 4 月	M 类、N 类、G 类装用压燃式发动机汽车	2001 年 10 月 1 日前	不透光度：30%	VSP 范围： ≥ 0 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。
			2001 年 10 月 1 日后	不透光度：25%		
北京市	2012 年 1 月	M 类、N 类、G 类在用柴油汽车	2005 年 12 月 29 日前外埠	不透光度：25%	加速度范围： ≥ 0 m/s ²	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起 30 日之内到指定的检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
			2005 年 12 月 30 日后	不透光度：15%		
安徽省	2012 年 12 月	M 类、N 类、G 类装用压燃式发动机汽车		不透光度：25%	VSP 范围： ≥ 0 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起 30 日之内到指定的检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
山东省	2013 年 1 月	M 类、N 类、G 类装用压燃式发动机汽车	2008 年 7 月 1 日前	不透光度：25%	VSP 范围： ≥ 0 kw/t	以车辆连续三次通过遥测点的检测结果为一组，若 2 次及以上检测结果小于或等于排放限值，则判定为合格；反之，则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义，应在检测结果公示或通知单送达之日起 30 日之内到指定的检测机构进行复检，最后结果判定以复检结果为准。
			2008 年 7 月 1 日后	不透光度：20%		
江苏省	2013 年 5 月	M 类、N 类、G 类装用压燃式发动	2001 年 10 月 1 日前	不透光度：30% 林格曼黑度：2 级	VSP 范围： ≥ 0 kw/t	车辆通过遥测点，若检测结果高于排放限值，则判定为不合格。机动车所有人

		机汽车	2001年10月1日 ~2008年7月1日	不透光度: 25% 林格曼黑度: 2级		如果对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起7个工作日内到检测机构或环保部门认定的仲裁检测机构进行复检,复检采用年检方法。
			2008年7月1日后	不透光度: 20% 林格曼黑度: 2级		
辽宁省	2013年11月	M类、N类压燃式 发动机汽车	2006年7月1日前	不透光度: 26% 光吸收系数: 3.0m ⁻¹	VSP 范围: ≥0 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于本标准规定的相应排放限值,则判定为合格;反之,则判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检,最后结果判定以指定检测机构按照省环境保护行政主管部门当时要求使用的标准进行检测的结果为准。
			2006年7月1日起	不透光度: 18% 光吸收系数: 2.0m ⁻¹		
天津市	2015年7月	M类、N类、G类 装用压燃式发动 机汽车	2013年6月30日前 外埠	不透光度: 25%	加速度范围: ≥0 m/s ²	车辆通过遥测点,若两种污染物检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;若一种污染物检测结果高于排放限值,则判定为不合格。对检测结果存在疑义的,由环境保护行政主管部门确认的检测方法进行复检。
			2013年7月1日后	不透光度: 15%		
河北省	2016年2月	M类、N类压燃式 发动机汽车		光吸收系数: 2.0m ⁻¹	VSP 范围: ≥0 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;否则,判定为不合格。机动车所有人如对检测结果有疑义,应在检测结果公示或通知单送达之日起30日之内到指定的检测机构进行复检。
陕西省	2016年11月	M类、N类压燃式 发动机汽车		不透光度: 25%	VSP 范围: ≥0 kw/t	车辆通过遥测点,若检测结果小于或等于排放限值,则判定为合格;否则,判定为不合格。

5.4.2 应用情况

截至 2016 年底，全国约有 70 余个城市应用尾气遥感监测设备开展道路车辆尾气检测；全国已建设机动车遥感监测设备 400 余台（套），其中固定式遥感监测设备 150 余台（套），移动式遥感监测设备 250 余台（套）。京津冀地区已建设机动车遥感监测设备共计 82 台（套），其中北京市固定式遥感监测设备 10 台（套），移动式遥感监测设备 22 台（套）；天津市固定式遥感监测设备 18 台（套），移动式遥感监测设备 19 台（套）；河北省固定式遥感监测设备 2 台（套），移动式遥感监测设备 11 台（套）。

6 标准主要技术内容

6.1 标准适用范围

标准规定了利用遥感检测法实时检测汽车排气污染物排放限值、测量方法、仪器安装和结果判定原则。

标准适用于固定式遥感检测和移动式遥感检测。

标准适用于 GB/T 15089 规定的 M 类和 N 类的装用点燃式发动机汽车（包括燃用汽油、气体燃料、两用燃料及双燃料车辆）以及装用压燃式发动机汽车。

标准所称汽车包括 GB7258 规定的低速汽车。

6.2 检测方法

6.2.1 方法原理

与在用车排放检测类似，机动车尾气遥感检测主要包括气态污染物和烟度检测。其中，利用原子或分子吸收光谱法测量烟羽中的 CO₂、CO、NO、HC 污染物浓度；利用光通过烟羽前后的强度变化测量不透光度。

(1) 气态污染物

汽车尾气排出后，会迅速扩散形成所谓的“烟羽”，如图 6-1 所示。由于周围环境的影响，再加上扩散作用，烟羽会不断地被稀释，直接测量排气烟羽中的各成分绝对浓度不能有效地反映车辆的实际排放状况。为消除烟羽扩散对尾气中各成分浓度的影响，通过引入燃烧方程，使用 CO₂ 作为参比气体进行各种排气污染物的测量。



图 6-1 机动车尾气烟羽示意图

对于同一尾气烟羽来说，尾气中各成分的相对体积浓度比基本保持不变。图 6-2 为同一烟羽中距排气管不同位置的采样点的 CO、HC、NO 与 CO₂ 的比值，引自美国环保局 2004 年发布的 EPA420-B-04-010 遥测指导文件。由该图可以看出，CO、HC、NO 与 CO₂ 的相对体积比近似为定值。

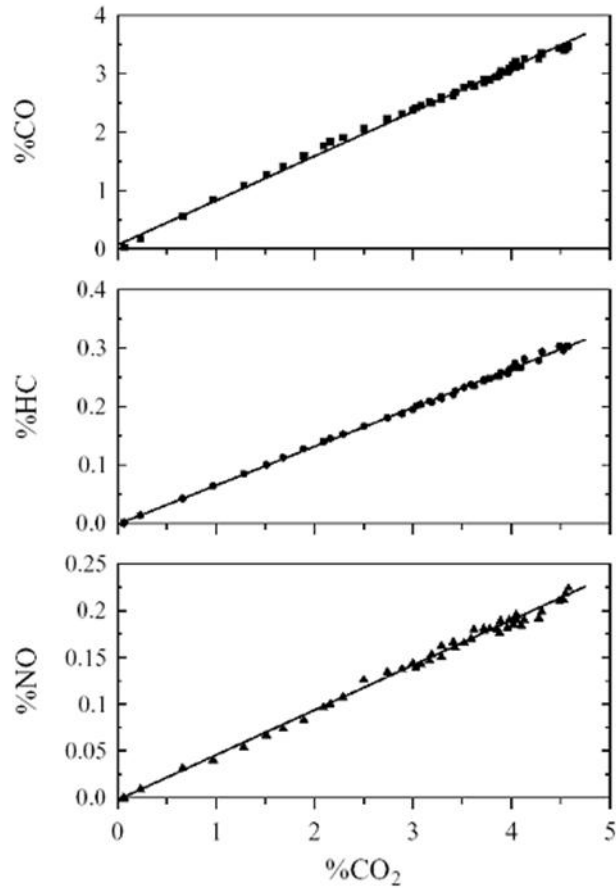
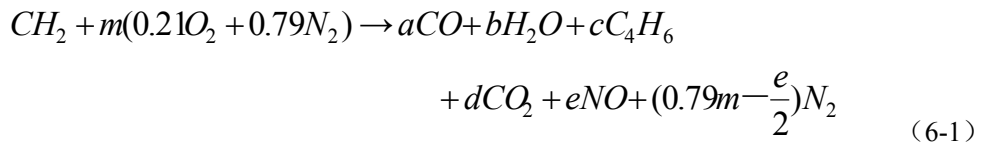


图 6-2 尾气中各成分与 CO_2 的相对体积浓度比

机动车燃油中的主要成分包括碳和氢两种元素，其比例约为 1: 2；空气约含 21% 的 O_2 和 79% 的 N_2 。假定燃烧过程为不完全燃烧，标准燃烧方程如式 5-1 所示：



定义尾气中各成分相对体积浓度比系数为：

$$Q = \text{CO}/\text{CO}_2 = a/d \quad (6-2)$$

$$Q' = \text{HC}/\text{CO}_2 = c/d \quad (6-3)$$

$$Q'' = \text{NO}/\text{CO}_2 = e/d \quad (6-4)$$

根据物质守恒定律，由碳原子、氢原子和氧原子的守恒可以得到：

$$a + 4c + d = 1 \quad (6-5)$$

$$2b + 6c = 2 \quad (6-6)$$

$$a + b + 2d + e = 0.42m \quad (6-7)$$

由公式 (6-1) 和 (6-2) 得到 $a = dQ$ 和 $c = dQ'$ ，代入公式 (6-5)、(6-6) 和 (6-7)，可以推导出：

$$d = \frac{1}{Q + 4Q' + 1} \quad (6-8)$$

$$b = 1 - 3dQ' \quad (6-9)$$

$$0.42 \frac{m}{d} = 2Q + Q' + 3 \quad (6-10)$$

根据标准燃烧方程，燃烧后排放尾气中的 CO₂ 浓度为：

$$fCO_2 = \frac{d}{a + c + d + e + 0.79m - \frac{e}{2}} \quad (6-11)$$

经推导后可以得到：

$$fCO_2 = \frac{0.42}{2Q + 1.21Q' + 2.79 + Q''} \quad (6-12)$$

即 CO₂、CO、HC 和 NO 的体积百分比浓度分别为：

$$\%CO_2 = \frac{42}{2.79 + 2Q + 1.21Q' + Q''} \quad (6-13)$$

$$\%CO = \%CO_2 \cdot Q \quad (6-14)$$

$$\%HC = \%CO_2 \cdot Q' \quad (6-15)$$

$$\%NO = \%CO_2 \cdot Q'' \quad (6-16)$$

综上，通过引入发动机燃烧方程模型，可利用测量得到的烟羽中各组分的相对体积比，反演得到尾气排放的真实体积浓度值。

(2) 烟度

烟度值以光穿过烟羽前后的强度变化确定，其基本定律为比尔-兰勃特定律。如果光源的光通量为 Φ_0 ，接收器接收的光通量为 Φ ，则：

$$\Phi = \Phi_0 e^{-kL} \quad (6-17)$$

式中，k 为烟气的消光系数 (m⁻¹)，是烟气中微粒数浓度、微粒平均投影面积和微粒消光率的函数；L 为光通道的有效长度 (m)，即对密度梯度和边缘效应进行修正后的光束穿过排气流的长度。

由公式 (6-17) 推导出烟气消光系数 k，即：

$$k = -\frac{1}{L} \ln \frac{\Phi}{\Phi_0} = -\frac{1}{\log e L} \log \frac{\Phi}{\Phi_0} = -\frac{2.303}{L} \log(1 - \frac{N}{100}) \quad (6-18)$$

其中，N 为消光度的线性分度值 (不透光度)，从 0 到 100。当 N=0 时 k=0，当 N=100 时 k=∞。

6.2.2 检测设备

包括固定式遥感设备和移动遥测设备。固定式遥感设备分为垂直式遥测设备和水平式遥测设备。

(1) 垂直式遥感设备

垂直式遥测设备由遥测主机、回归反射板、工控机、摄像系统及车牌识别系统、速度传感器等组成。

1) 遥测主机

安装在龙门架上，受工控机控制。用于控制速度传感器、控制标准气校准、控制发送检测光束并接收反射光谱，实时在线监测 CO₂、CO、HC、NO 和不透光度，将数据通过网络发送给工控机。

遥测主机响应时间 ≤ 1 s。

示值误差见表 6-1。

表 6-1 示值误差

检测种类	测量范围	绝对误差	相对误差
CO	(0~10) %	± 0.25%	± 10%
CO ₂	(0~16) %	± 0.25%	± 10%
HC	(0~10000) × 10 ⁻⁶	± 250 × 10 ⁻⁶	± 15%
NO	(0~10000) × 10 ⁻⁶	± 250 × 10 ⁻⁶	± 10%
不透光度	(0~100) %	± 3%	± 5%

注：表中所列绝对误差和相对误差，满足其中一项即可。

重复性应符合表6-2的要求。

表 6-2 重复性

检测种类	测量范围	重复性
CO	(0~10) %	5%
CO ₂	(0~16) %	5%
HC	(0~10000) % × 10 ⁻⁶	5%
NO	(0~10000) % × 10 ⁻⁶	5%
不透光度	(0~100) %	5%

2) 回归反射板

安装在车道上，用于将遥测主机发送的检测光束反射回遥测主机。

3) 工控机

安装有系统控制软件，协调各部件工作，完成视频和数据采集、进行数据分析和数据管理等。

具有数据交换用的 CD、DVD 等读写装置，显示器屏幕显示的最小分辨率为：800 × 600。

4) 摄像系统及车牌识别系统

摄像系统由位于车道上方的摄像机和摄像机电源组成，拍摄过往汽车的照片和录像并将数据实时传送给工控机。

车辆牌照识别系统用于识别拍摄的过往汽车照片和录像中的牌照。

车辆图像捕获率：≥98%。

车辆牌照捕获率：≥80%。

5) 速度传感器

安装在检测主机内，由二束激光组成二个光路，测量汽车通过传感器的时间，获取汽车进入监测区时的速度、加速度等信号，并通过检测主机发送给工控机。

速度测量范围：10~100 km/h。

当汽车速度在 10~50 km/h，允许误差：±1.6 km/h。

当汽车速度在 50~100 km/h，允许误差：±3.0 km/h。

加速度测量精度：0.2m/s²。

6) 环境条件检测

包括温度计、湿度计、坡度计等。

温度检测范围：-40℃~50℃，允许误差：±0.5℃。

相对湿度检测范围：5%~95%，允许误差：满量程的±3%。

坡度角度检测范围：-15~15°，允许误差：±0.1°。

7) 仪器安装

按照图 6-3 所示固定安装在道路上方的龙门架上，龙门架高度不低于 5 米，每个车道正上方安装一套遥测主机，遥测主机正下方的车道位置铺设回归反射板，回归发射板要覆盖对应车道居中 3 米以上宽度范围。

确认连接无误后接通电源。

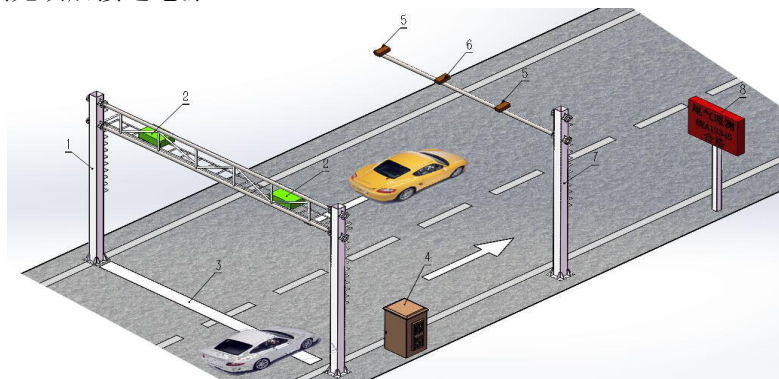


图 6-3 垂直式尾气遥测设备安装示意图

1、龙门架，2、遥测主机和速度传感器，3、回归反射板，4、控制机柜（含工控机），5、车牌识别和图片摄像机，6、监控摄像机，7、F 杆，8、监测结果显示屏。

(2) 水平式遥感设备

水平式遥测设备由遥测主机、遥测副机、工控机、摄像系统及车牌识别系统、速度传感器等组成。相关设备基本技术要求应满足《机动车尾气遥测设备 通用技术要求》(JB/T 11996) 要求。

按照图 6-4 所示安装遥感检测设备，安装前应先码放安全锥桶，确保人员、仪器和车辆安全，安装时应使遥测主机和遥测副机水平放置，尾气排放检测光路距地面高度范围为：20~40 cm，检测双光程长度不小于 12 m。

确认连接无误后接通电源。



图 6-4 水平式尾气遥测设备安装示意图

(3) 移动式遥感设备

应满足《机动车尾气遥测设备 通用技术要求》(JB/T 11996) 要求。

6.2.3 检测地点

参照《定期检测期间应用遥测控制机动车排放的技术指南》(EPA/AA/AMD/EIG/96-01)、《利用遥测进行 I/M 制度效益评估的技术指南》(EPA420-B-02-001) 等美国环保署相关文件要求，以及国内外遥感检测实用应用情况，检测地点规定如下：

合适的检测地点应使受检车辆具有微小载荷，最好选择具有一定坡度的上坡路面，不应在下坡路面进行测量。测量场地应当是适宜安全放置遥测设备，并便于进行后续检测的路面。

遥测设备适用于单车道或多车道。每辆车通过的间隔时间不小于 1s，前后两辆车通过时间少于 1s 的测量结果无效。

6.2.4 检测环境

参照《机动车尾气遥测设备 通用技术要求》(JB/T 11996-2014),对检测环境的规定如下:

- 无雨、雾、雪;
- 风速 ≤ 5.4 m/s;
- 环境温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度 $\leq 85\%$;
- 大气压力: $70.0\text{kPa} \sim 106.0$ kPa;
- 白天环境光照度应不低于 200lux,晚上辅助照明光照度应不高于 100lux。

6.2.5 检测过程

包括仪器调试、仪器检测、结果记录等。

(1) 仪器调试

打开计算机和分析仪,分析仪达到稳定后,执行检测应用程序。输入测试操作者、检测地点的相关资料(如检测地点名称、邮编、经度、纬度、道路方向、道路类型和坡度等)。发射器和接收器响应水平;调整测速、加速度发射器和接收器光路;调节摄像机焦距、光圈确保拍出清晰的汽车牌照部位图片;进入校准界面,进行零刻度和满量程校准,并用标准烟度卡进行核准。

(2) 仪器检测

汽车通过检测点时,遥感检测设备自动拍摄牌照号码并识别、测量行驶速度与加速度、检测排气污染物浓度,计算 VSP 值,并将采集的数据和计算结果存入数据库。数据记录要求见附录 A。

在仪器自动测试过程中,检测人员要随时观察检测参数、波形和周围情况,若有异常(如光路偏移、车辆拥堵等)时需要及时调试仪器,保证检测设备正常运行。

应按附录 B 和环境保护主管部门实时共享。

6.3 控制因子选取

通过参考在用车排放标准、地方尾气遥感检测标准,及设备能力选取。

(1) 在用车排放标准

在用汽油车排放控制因子主要包括 CO、HC 和 NO_x 三项污染物,在用柴油车排放控制因子主要为烟度,详见表 6-3。

表 6-3 国家在用汽车排气污染物排放标准的测量方法及法规控制因子

标准名称	测量方法	控制项目
点燃式发动机汽车排气污染物排放限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)(GB 18285-2005)	双怠速法	CO (%) HC (10^{-6})
确定点燃式发动机在用汽车简易工况法排气污染物限值的原则和方法(HJ/T 240-2005)	稳态工况法	CO (%) HC (10^{-6}) NO (10^{-6})
	瞬态工况法	CO (g/km) HC (g/km) NO (g/km)
	简易瞬态工况法	CO (g/km) HC (g/km) NO (g/km)
确定压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值的原则和方法(HJ/T 241-2005)	加载减速法	排气烟度
车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法(GB 3847-2005)	自由加速法	排气烟度

(2) 遥感检测

目前，部分地区已颁布机动车污染物遥感检测标准，其控制因子详见表 6-4。与在用汽车排放标准类似，汽油车排放控制因子主要为 CO、HC 和 NO_x，柴油车排放控制因子主要为不透光度。

表 6-4 在用汽车遥感测量方法标准的控制因子

省/市	汽油车	柴油车
北京市	CO	不透光度
广东省	CO、HC	不透光度
安徽省	CO、NO	不透光度
山东省	CO、HC 和 NO _x	不透光度
江苏省	CO、HC 和 NO	不透光度
天津市	CO、NO	不透光度

(3) 控制因子选取

汽油车遥感检测控制因子包括 CO、HC 和 NO（或 NO_x）。其中，HC 是多类物质的混合物，检测时通常以特定物质检测结果表征 HC，这类物质称为标定物质。目前，存在 1,3-丁二烯和丙烷两种标定物质。这两种物质在机动车尾气排放中存在数量级差异，测试结果也存在数量级差异。同时，CO 检测结果与 HC 检测结果相关性良好，CO 检测结果不达标时 HC 也不达标。因此，标准中暂不使用 HC 作为汽油车排放控制因子，但应将结果记录备查。

柴油车遥感检测控制因子为不透光度。部分环保专家建议以 NO 作为柴油车遥感检测控制因子，但考虑到目前市场上尚未有成熟的柴油车 NO 检测技术，因此，标准中暂不使用 NO 作为柴油车排放控制因子，但应将结果记录备查。

综上，汽油车排放控制因子确定为 CO、NO，HC 结果记录。柴油车排放控制因子确定为烟度，NO 结果记录。

6.4 标准限值确定

6.4.1 有效数据判定

6.4.1.1 汽油车

机动车污染物瞬态排放特征与车辆在道路上行驶时的实际工况或模态密切相关。为衡量瞬态排放特征，美国引入比功率（VSP）的概念来表征车辆行驶状态，并作为遥感检测结果有效性的判定依据。

VSP 即单位质量机动车的瞬间功率，是美国学者针对遥感测试提出的概念，是发动机克服车轮旋转阻力（ F_{rolling} ）、空气动力学阻力（ $F_{\text{Aerodynamic}}$ ）做功以及增加机动车动能（ E_k ）和势能（ E_p ）所需输出的功率和因内摩擦阻力（ $F_{\text{internal friction}}$ ）造成的传动系的机械损失功率。其数值与速度和加速度有关，数学表达式为：

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\frac{d}{dt}(E_K + E_P) + F_{\text{rolling}} \cdot v + F_{\text{Aerodynamic}} \cdot v + F_{\text{internal friction}} \cdot v}{m} \\
 &= \frac{\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m \cdot (1 + \varepsilon_i) \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h \right) + C_R m \cdot g \cdot v + \frac{1}{2} \rho_a C_D A (v + v_w)^2 \cdot v + C_{if} m \cdot g \cdot v}{m} \\
 &= V \cdot (a \cdot (1 + \varepsilon_i) + g \cdot s + g \cdot C_R) + \frac{1}{2} \rho_a \frac{C_D A}{m} (v + v_w)^2 \cdot v + C_{if} \cdot g \cdot v
 \end{aligned} \tag{6-19}$$

式中，P 为机动车比功率，单位为 kw/t；m 为机动车质量，单位为 t；v 为机动车速度，单位为 m/s；a 为机动车加速度，单位为 m/s²； ε_i 为质量因子，表征动力系统中传动装置的平移质量；h 为 GPS 所测到的高度，单位为 m；s 为梯度，实际计算中采用机动车抬升高度/斜坡长度；g 为重力加速度，单位为 m/s²；CR 为车轮旋转阻力系数；CD 为空气动力学阻

力系数； A 为机动车前沿面积，单位为 m^2 ； ρ_a 为空气密度，单位为 kg/m^3 ； v_w 为机动车顶风风速，单位为 m/s ； C_{if} 为内摩擦阻力系数。

经简化处理后，得到 VSP 简化公式：

$$VSP = 2.7284 \cdot \sin(\text{slope}) \cdot v + 0.305924 \cdot v \cdot a + 0.05921 \cdot v + 6.52981 \times 10^{-6} \cdot v^3 \quad (6-20)$$

式中 v 为车辆速度，单位为 km/h ； a 为车辆加速度，单位为 m/s^2 ； slope 为路面坡度角。

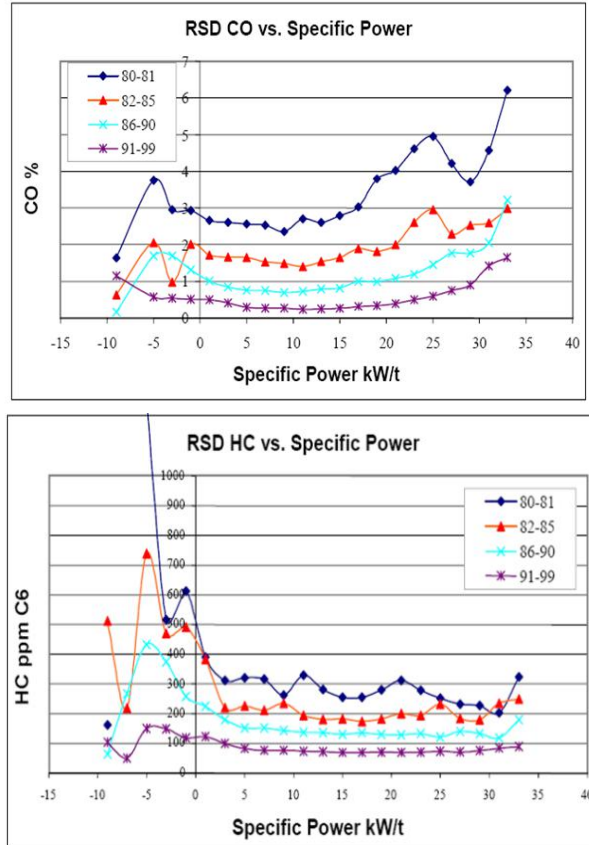
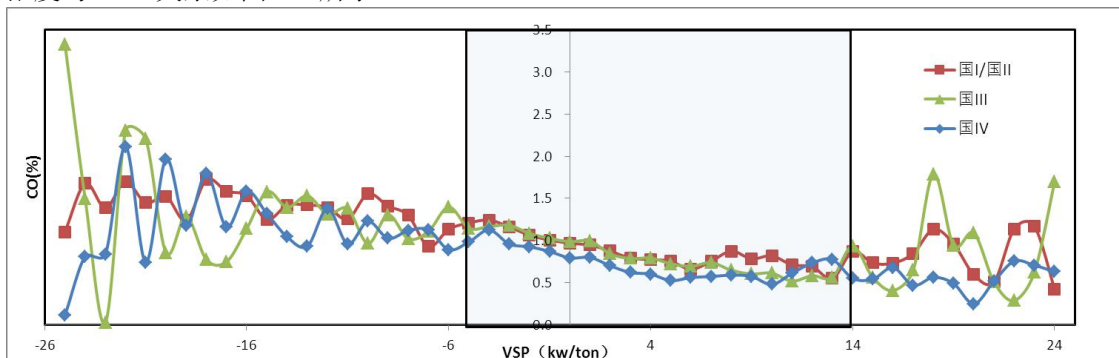


图 6-5 美国实际遥感检测平均排放浓度与 VSP 关系

根据美国对车辆在台架上依照 FTP 工况进行的测试，当 $0 \leq VSP \leq 20 \text{kw/ton}$ 时，CO、HC 的排放浓度相对稳定，因此，美国国家环保局推荐的 VSP 范围为 $0 \sim 20 \text{kw/ton}$ 。

基于遥感检测结果，按照国 I/国 II、国 III、国 IV 及以上分为三档，其遥感检测平均排放浓度与 VSP 关系如图 6-6 所示。



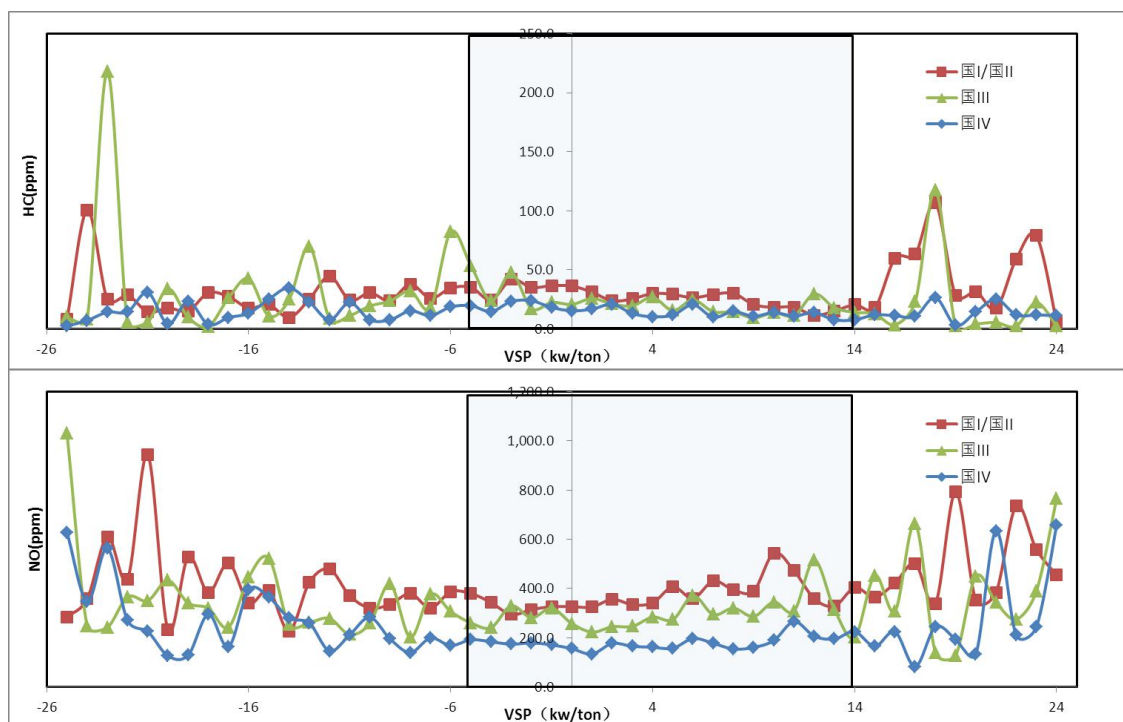


图 6-6 遥感检测平均排放浓度与 VSP 关系

其中，对于国 I/国 II 阶段车，CO、HC、NO 排放浓度稳定的 VSP 区间分别为[-7, 17]、[-12, 15]、[-13, 18]；对于国 III 阶段车，CO、HC、NO 排放浓度稳定的 VSP 区间分别为[-10, 17]、[-12, 17]、[-14, 14]；对于国 IV 及以上阶段车，CO、HC、NO 排放浓度稳定的 VSP 区间分别为[-11, 21]、[-10, 17]、[-12, 20]；三项污染物总体排放浓度稳定的 VSP 区间为[0, 14]。

6.4.1.2 柴油车

国际上通常使用 $VSP \geq 0$ 作为柴油车烟度遥感测量的数据有效性判定依据。考虑到：1) 我国柴油车包含大量的重型汽车（包括中型客车、大型客车、中型货车、重型货车），这些车辆的 VSP 公式在国际上尚未统一；2) 较大的不透光烟度值出现在加速过程或者满负荷过程；3) 在实际运行工况或运行模态中， $a \geq 0$ 与 $VSP \geq 0$ 是等同的，因此，本标准中柴油车数据有效性判定依据为： $a \geq 0$ 。

6.4.2 排放限值确定

本标准制定的排放限值和高排放车辆筛查值为参考值，供各地参考使用。

6.4.2.1 汽油车

(1) CO

汽油车排气污染物标准限值根据遥感检测实际测试结果以及各省限值确定。

国际上通常以 90% 对应的排放浓度作为筛选高排放车的依据。研究表明，10% 的高排放车对整个车队排放的贡献非常高，如洛杉矶 10% 的高排放车对车队 CO、HC、NO 排放的贡献分别达到 73%、78%、51%，北京 10% 的高排放车对车队 CO、HC、NO 排放的贡献分别达到 46%、45%、63%。管控住 10% 的高排放车可以大幅降低机动车排放。

随着黄标车和老旧车的加速淘汰，我国目前的高排放汽油车以国 I/国 II 阶段为主。基于遥感检测的国 I/国 II 阶段车辆 CO 排放浓度累计百分比分布如图 6-7 所示，其累计百分比 90% 对应的 CO 排放浓度为 2.98%。本标准将汽油车排放浓度限值参考指定为 3.0%，高排放车辆筛查参考值定为 2.0%。

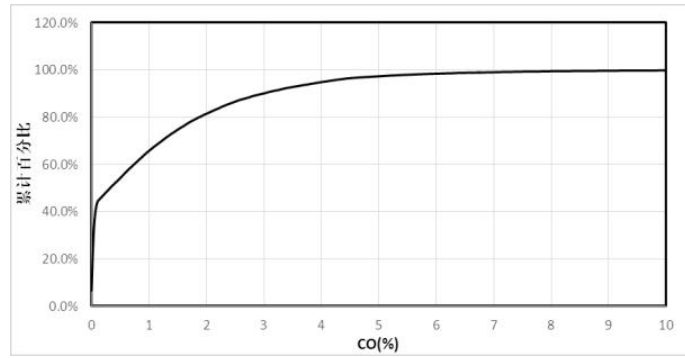


图 6-7 基于遥感检测的国 I/国 II 阶段汽油车 CO 排放分布图

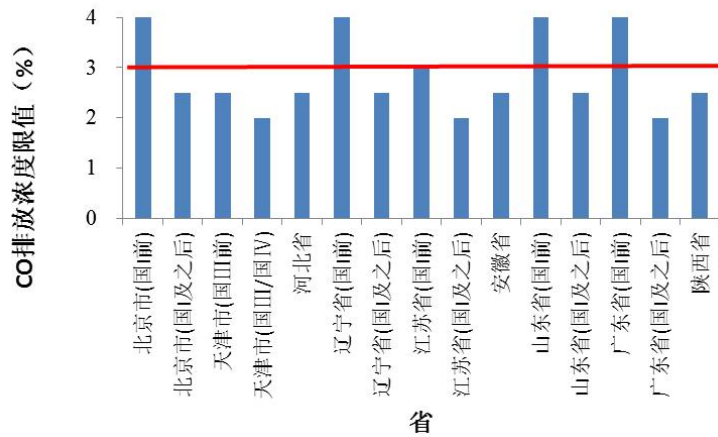


图 6-8 部分省（区、市）汽油车遥感检测 CO 排放浓度限值

(2) NO

基于遥感检测的国 I/国 II 阶段汽油车 NO 排放浓度累计百分比分布如图 6-9 所示，其累计百分比 90% 对应的 NO 排放浓度为 951ppm，严于于各省制定的国 I/国 II 阶段汽油车标准限值。为防止筛选高排放车错误，本标准参考各省制定的标准限值，将汽油车 NO 体积排放浓度限值定为 2000ppm，严于或等于各省制定的国 I/国 II 阶段汽油车标准限值。筛查值确定为 1000ppm。

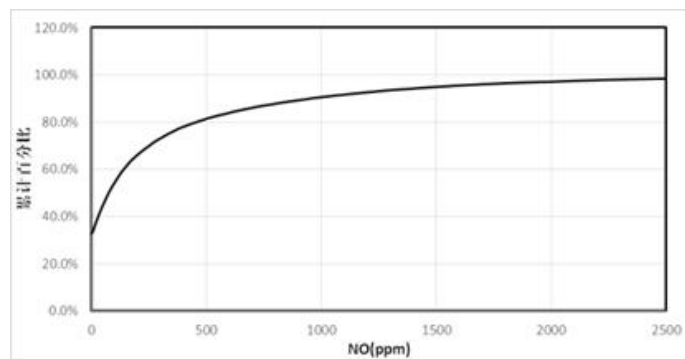


图 6-9 基于遥感检测的国 I/国 II 阶段汽油车 NO 排放分布图

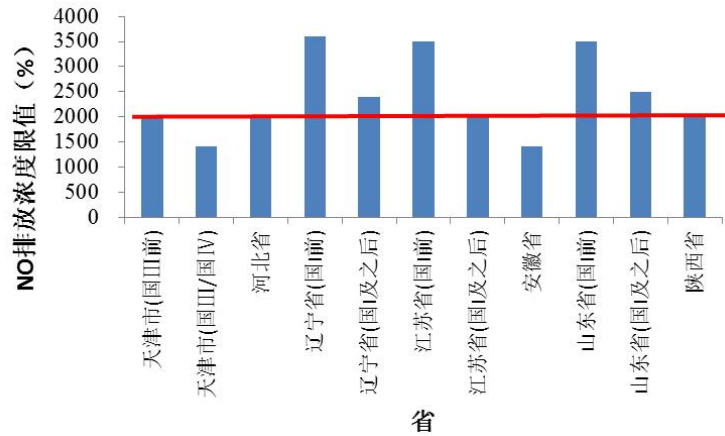


图 6-10 部分省（区、市）汽油车遥感检测 NO (NO_x) 排放浓度限值

6.4.2.2 柴油车

柴油车不透光烟度值标准限值根据我国在用车排放标准、遥感检测实际测试结果以及各省限值确定。

基于实际遥感检测，对 14857 辆柴油车的最大不透光烟度值进行了区间分布统计，如图 6-11 所示。由该图可知，大部分柴油车的最大不透光烟度值区间为 0%至 5%，占检测车辆总数 79%；最大不透光烟度值 ≥25%的柴油车占检测车辆总数的 3.2%。因此本标准参考各省制定的标准限值，将柴油车不透光烟度限值定为 25%，与大部分省市的标准限值相同。筛查值确定为 15%。

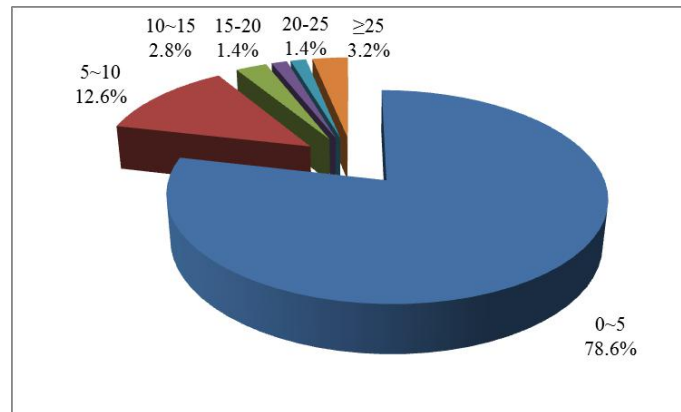


表 6-11 柴油车不透光烟度值区间分布

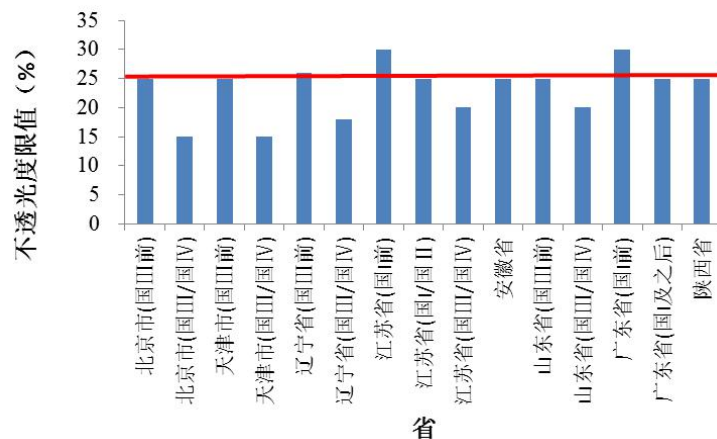


图 6-12 部分省（区、市）柴油车遥感检测不透光烟度排放限值

另外,研究表明,由于排气烟羽的扩散效果,基于遥感检测的测量结果约为基于加载减速法测量结果的 50%。本标准中拟定的 25%不透光烟度限值标准对应的加载减速法烟度限值为 50%,接近于正在修订在用柴油车排放标准国 I/国 II 阶段限值。

6.5 检测结果判定

各地制定的地方机动车遥感检测标准中,检测结果的判定方法主要分为两类:一是采用车辆通过遥感检测点的单次检测结果进行判定,大多数地市采用该方法,包括北京市、天津市、辽宁省、江苏省、安徽省、广东省;二是采用车辆通过遥感检测点的多次检测结果进行判定,如山东省采用连续三次有效检测结果为一组,2 次通过则为合格,反之、则为不合格。同时,对存在异议的车辆,绝大多数标准均明确应在标准规定的时限内到指定的检测机构进行复检,最后结果判定以环保定期检验方法的检测结果为准。

考虑到以车辆通过遥感检测点的单次检测结果进行判定不准确,因此本标准规定:两台及以上遥感检测设备同时使用时,有两次及以上同种污染物有效检测数据超过本标准规定的排放限值,判定为不合格。

不具备两台及以上遥感检测设备同时使用条件时,以连续三次有效检测数据为一组,每组数据中两次及以上同种污染物检测数据超过本标准规定的排放限值,判定为不合格。

7 标准环境效益和经济效益分析

7.1 技术可行性

一是方法成熟,已在在美国、加拿大、墨西哥、日本、新加坡、澳大利亚、英国、中国、中国台湾和香港等十几个国家和地区得到推广和应用;二是设备可靠,国内安徽宝龙公司、北京多普勒公司、美国 ESP 公司均有相关成品;三是限值合理,结合现有地方标准、实际排放测试结果等确定。

7.2 实施本标准的环境效益

本标准设定遥感检测限值的目标是筛选 5%左右的高排放车。研究表明,车队整体排放水平越高,高排放车对整个车队排放的贡献率越高;北京市的 10%高排放车对整个车队排放的贡献率为 50%;洛杉矶市的 10%高排放车对整个车队排放的贡献率为 75%。按保守估计,5%高排放车对整个车队排放的贡献可达 25%。根据《中国机动车环境管理年报(2016 年)》,2015 年全国汽车排放 3009.1 万吨 CO、358.4 万吨 HC、39.1 万吨 NO_x、53.6 万吨 PM。即高排放车每年排放 750 万吨 CO、90 万吨 HC、130 万吨 NO_x、13 万吨 PM。研究表明,高排放车排放约为达标车排放的 10 倍。实施本标准,筛选高排放车并维修治理达标后,每年将减排 675 万吨 CO、81 万吨 HC、117 万吨 NO_x、11.7 万吨 PM。遥感检测车在其使用寿命内将持续对环境产生正效益。假定遥感检测车使用寿命为 10 年,则累计将减排 6750 万吨 CO、810 万吨 HC、1170 万吨 NO_x、117 万吨 PM。

7.3 实施本标准的经济效益

7.3.1 设备成本

全国约有 350 余个地市,每个地市需要 10 台遥感检测设备,每台 250 万元,合计 87.5 亿元。

7.3.2 经济效益

依据单位当量污染物的排污费法进行计算,公式如下。

$$\text{排污费征收额} = \text{单位当量征收额} \times \text{前三项污染物的污染当量之和} \times \frac{iF_{\text{移动源}}}{iF_{\text{固定源}}}$$

$$\text{污染当量} = \frac{\text{该污染物的排放量 (kg)}}{\text{该污染物的污染当量值 (kg)}}$$

其中，根据《排污费征收标准管理办法》（国家环境保护总局 国家经济贸易委员会令第 31 号），CO、PM 单位当量征收额为 0.6 元，CO、PM（按烟尘取）当量值分别取 16.7、2.18kg；参照北京市排污收费管理政策，NO_x、HC 排污收费标准为每公斤 10 元。机动车各项污染物吸入因子与固定源的比值取 15。

实施本标准，由机动车各项污染物减排所产生的环境效益约 30000 亿元。

综上，本标准实施后，需增加生产成本 87.5 亿元，但从污染治理以成本计算，各项污染物减排产生的经济效益在 30000 亿元以上，效益超过成本投入的 340 倍，标准实施具备经济可行性。

8 标准实施建议

按照新实施《大气污染防治法》和国家发展改革委、环境保护部等 12 个部门联合发布的《加强“车、油、路”统筹，加快推进机动车污染综合防治方案》精神和要求，建议各地综合考虑实际情况进行实施。

本标准自发布之日起即可实施。