

中国移动源排放标准发展历程

The development history of China's mobile source emission standard

■文 / 倪红

当前,移动源污染问题日益突出,成为空气污染的重要来源。2017年,中国对京津冀大气污染传输通道城市(简称“2+26”城市)细颗粒物(PM_{2.5})来源解析结果表明,移动源对PM_{2.5}的贡献率在10%-50%之间。在极端不利的气候条件下,机动车排放对于本地污染积累的作用更为明显。同时,由于机动车在人群聚集的重点地区和重点时段进行近呼吸带的高强度排放,其污染物排放直接威胁群众健康。党的十九大将生态环境保护提高到了前所未有的重要高度,打赢蓝天保卫战、守住绿水青山是建设美丽中国的重要篇章。2019年1月4日,生态环境部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部、交通运输部、中国铁路总公司等11个部门联合印发《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》,柴油车污染治理成为打赢蓝天保卫战的重要战役。

全球经验表明,实施严格的排放标准是控制移动源污染排放、保护人体健康的有效措施。国家环境管理部门自20世纪末开始,陆续制定发布了一系列移动源环境保护标准,对加强移动源污染防治、促进行业技术进步发挥了重要作用。在科技部大气专项

(2016YFC0208006)资助下,本文对中国移动源排放标准发展历程进行了梳理。

一、移动源排放标准体系概述

移动源是移动式空气污染源简称,泛指位置可以移动的污染源。通常,将各类移动源统称为机动车船。移动源分为道路源和非道路源,其中道路源包括汽车、摩托车、三轮汽车,非道路源包括非道路移动机械、船舶、铁路内燃机车和飞机。按使用燃料类型分类,有汽油、柴油、液化石油气(LPG)或天然气(NG)车、双燃料、混合动力、氢燃料、其他燃料车等类型。按技术特征细化分类,汽车分为轻型汽车、重型汽车和三轮汽车;摩托车细分为摩托车和轻便摩托车;非道路移动机械包括施工机械、农业机械、林业机械和发电机组等;中国船舶排放标准适用于内河船、沿海船、江海直达船、海峡(渡)船和渔业船舶。

移动源污染主要分为3类:大气污染物、噪声和电磁辐射。目前中国移动源环保管理的范畴包括大气污染物和噪声这两大类。

移动源的污染物来源分别是内燃机燃烧(通常



图1 移动源的污染物来源

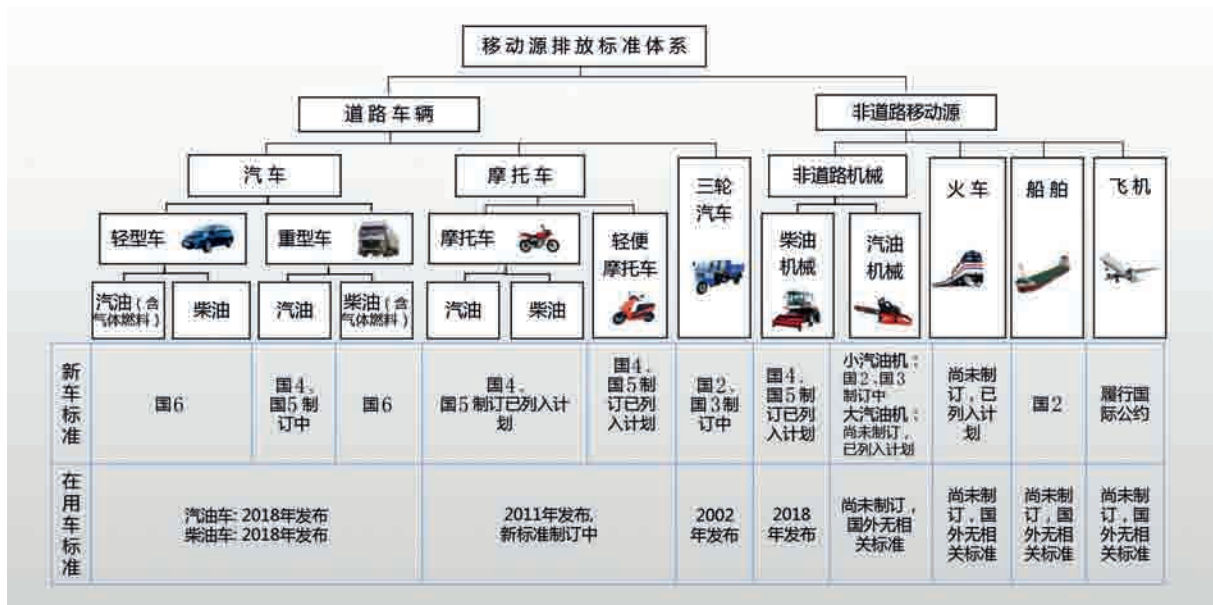


图2 中国目前移动源大气污染物排放标准体系及主要标准制订修订情况

被称为尾气)、燃油蒸发和摩擦。尾气排放即排气污染物，指发动机排气管排出的废气中由于不完全燃烧而产生的CO、HC、NO_x、SO₂、颗粒物等污染物。蒸发排放物指燃油蒸气从油箱、燃料供给系、润滑系逸出而产生的有害油气以及车内装饰和汽车上涂料产生的溶剂蒸气等，还包括曲轴箱通风孔溢出的有机物等有害物质（称为曲轴箱排放物）。机动车行驶过程中，由于地面与轮胎之间的摩擦及刹车片摩擦造成的表面磨损，也会产生颗粒物污染。目前一般来说，汽车排放污染物是指汽车的排气污染物、蒸发污染物（仅对汽油车）和曲轴箱排放物的总称。

众所周知，中国环境保护标准是指以保护环境为目的制定的标准。其中，污染物排放标准是为了实现环境标准的要求，对污染源排入环境的污染物质或各种有害因素所作的限制性规定。中国的移动源排放标准具有强制实施的法律效力。移动源环保标准体系主要包括大气污染物排放标准和噪声控制标准，以及与其配套的其它环境保护标准（以HJ编号，如设备技术要求、污染控制装置技术要求等）。

从标准的使用范围来看，国际上通常把机动车船分为新生产和在用两种情况分别制定排放标准，采取不同的检测手段和达标监管方法，从而实现全生命周期的监管。新生产机动车船指制造厂合格入库或出厂的新产品（以下称“新车”）。在用机动车船指已经注

册登记并取得号牌的道路车辆或已经销售投入使用的非道路机动车船（以下称“在用车”）。

中国已先后制定了30多项国家机动车船大气污染物排放标准，随着标准的不断更新和修订，目前正在实施或即将实施的国家标准共有19项。中国目前移动源大气污染物排放标准体系及主要标准制订修订情况如图2所示。

和美国联邦法规及欧盟指令一样，中国的移动源排放标准本质上是技术法规，既包括排放控制技术指标如排气污染物和燃油蒸发测试方法和限值，也包括对移动源从产品定型到批量生产直至运行使用过程中的达标管理要求。除了测试方法和限值要求之外，标准也规定生产企业必须满足一些规范性技术要求。图3以轻型车国6标准为例，给出了排放控制要求体系结构图。

除了污染物排放标准外，中国还发布了15个与汽车排放控制相关的环境保护标准（HJ标准），以支撑排放标准的有效实施。

为控制移动源噪声污染，生态环境部发布了一系列噪声排放控制标准。其中，汽车、摩托车、三轮汽车和低速货车是主要的交通运输噪声源。对于噪声的控制略晚于大气排放标准，但截至目前也有20多年的历史，经过多次标准修订，已经形成一套相对完整的移动源噪声排放标准。对新车控制加速行驶噪声，对在

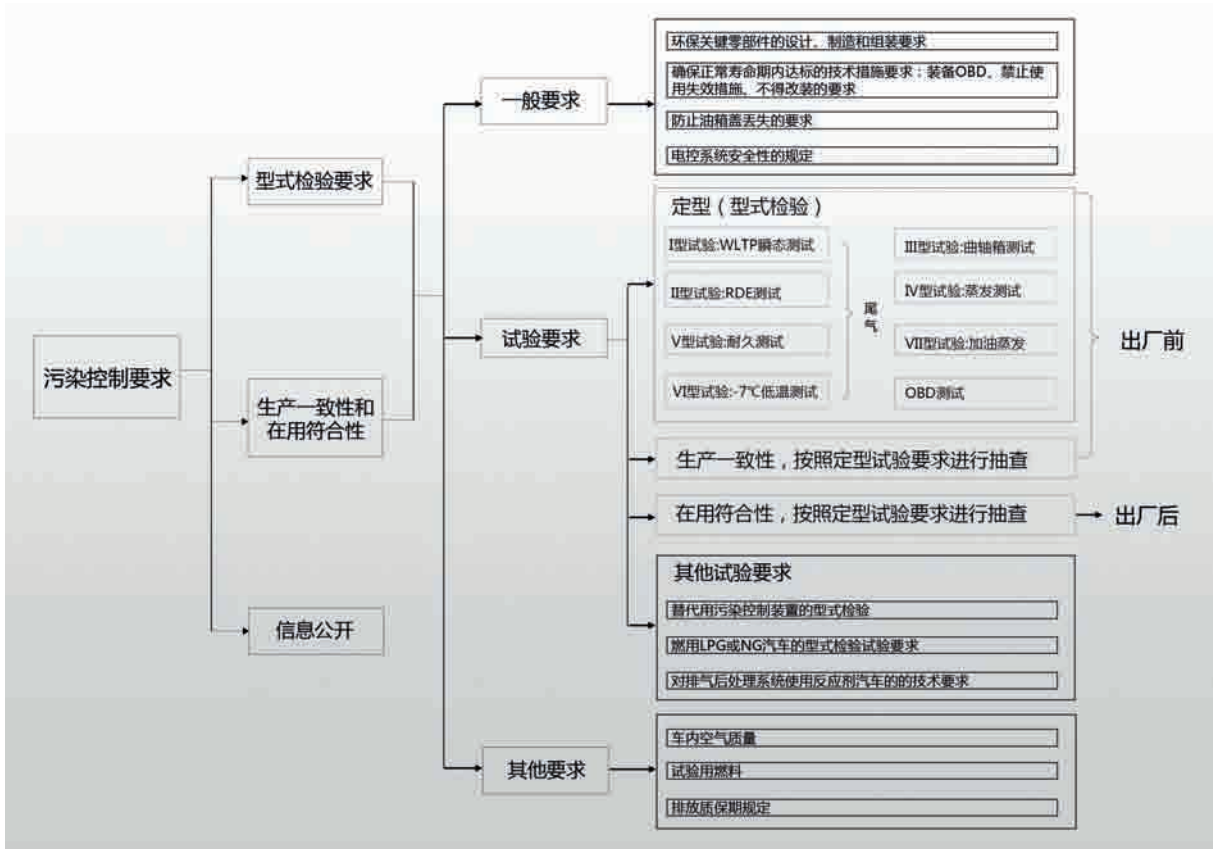


图3 排放控制要求体系结构图 (备注:OBD指“车载诊断系统”, On-Board Diagnostic; WLTP指“全球轻型车辆统一检测方法”, Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure; RDE指“实际道路尾气排放”, Real Driving Emission test)

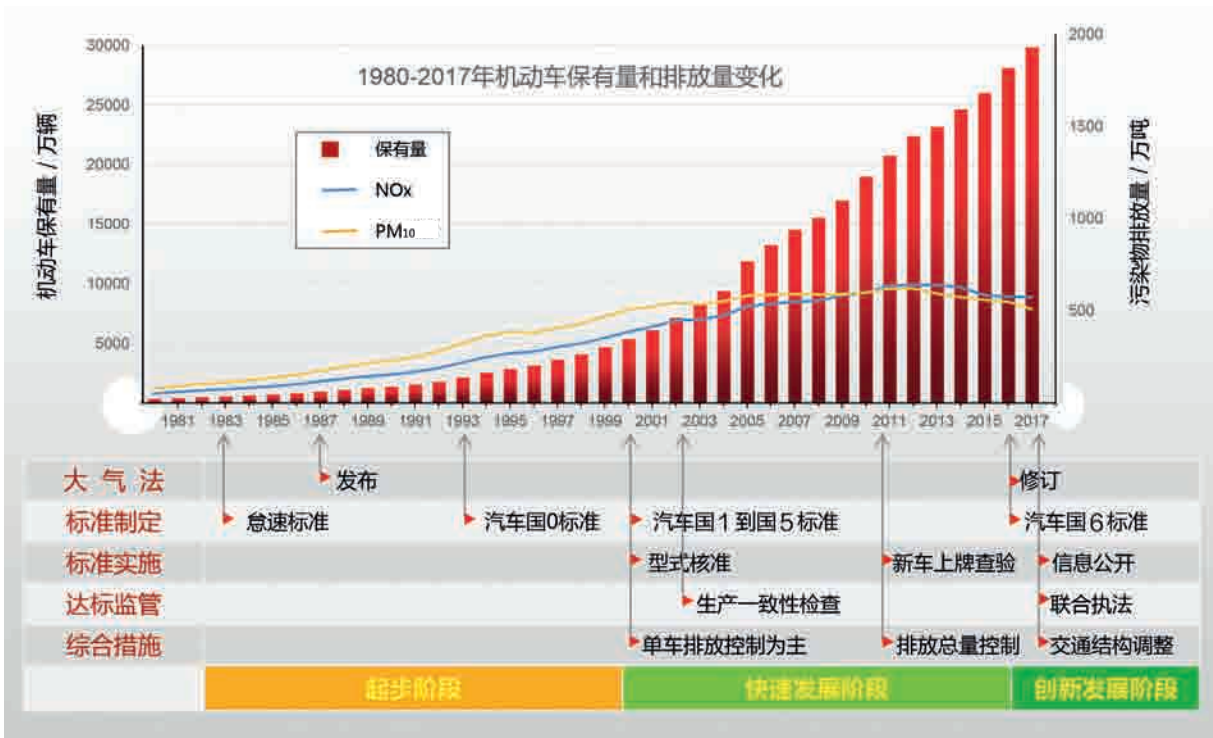


图4 移动源大气污染物排放标准发展阶段

用车控制定置噪声。

二、移动源大气污染物排放标准的发展历史

中国自1983年发布第一项汽车排放标准以来,在30多年的实践中,移动源环保标准和污染防治工作同步发展。在产品覆盖范围、排放控制要求和达标监管制度建设方面不断完善,可以归纳为三个发展阶段(图4)。

第一阶段是机动车污染控制起步阶段(1983-1998年),排放标准从怠速法和强制装置法开始,逐步过渡到排放质量控制;排放管理也从对在用车的监测和事后治理发展到从源头控制,对新车排放提出要求。

第二阶段为移动源污染控制加快推进阶段(1999-2015年)。以淘汰含铅汽油,汽油车全面采用电喷加三元催化转化技术为标志性起点,伴随着燃油低硫化进程,汽车排放标准从国1前阶段逐步加严,跨越到国5阶段水平;同时还不断完善移动源排放标准体系,制定和实施了摩托车、三轮汽车和非道路移动机械多个阶段的排放标准。

自2016年进入第三阶段,为移动源污染控制创新发展阶段,汽车排放控制水平基本与国际先进水平接轨,排放标准制修订工作开始关注实际道路(或实际工作状态)排放,并注重创建和实施有中国特色的监测方法和管理制度,移动源环保工作开创全新局面。新修订的《大气污染防治法》明确了环保部门对移



标准实施年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024																		
轻型汽油车	国0	国1						国2				国3									国5			国6a		国6b																		
轻型柴油车	国0	国1						国2				国3									国5			国6a		国6b																		
重型汽油车	国0						国1	国2					国3										正在制修订下一阶段标准																					
重型柴油车	国0						国1					国3									国5			国6a		国6b																		
重型气体燃料车	国0						国1					国3											国6a		国6b																			
摩托车	国0						国1	国2					国3											国4																				
轻便摩托车	国0						国1	国2					国3											国4																				
三轮汽车	无控制										国1	国2	正在制修订下一阶段标准																															
非道路机械(柴油)	无控制										国1	国2		国3	正在制修订下一阶段标准																													
非道路机械(小汽油)	无控制											国1	国2	正在制修订下一阶段标准																														
火车	执行行业标准, 计划制定国家标准																																											
船舶	执行国际公约																				国1		国2																					
飞机	执行国际公约																																											

图5 移动源排放标准体系

动源的管理职责;对新车准入创新性实施信息公开制度,实现管理方式转化;汽车国6标准的制定,充分考虑中国机动车污染减排需求和车辆运行条件,测试要求适合中国国情,控制水平严于欧6标准;逐步强化对非道路移动机械和船舶的环保监管;生态环境部初步完成“天-地-车-企”全方位达标监管体系的建立;逐步开展“油-路-车”结构性调整优化,开展机动车船综合污染防治工作。

目前,移动源标准体系已经基本完善,标准体系支撑了移动源全过程环保监管。中国移动源排放标准体系的快速发展获得国际同行专家的认可,由于国6重型柴油车标准对全球温室气体污染物的减排进程意义重大,联合国气候与清洁空气联盟向生态环境部授予“2018年气候与清洁空气奖”。

三、标准的实施情况

中国移动源标准借鉴了国际做法,并考虑国内有关行业具体发展情况以及环境管理要求,分阶段分步骤有序推进(图5)。

标准的实施对于削减污染物排放量、促进技术进步、规范行业健康可持续发展方面发挥促进作用,取得显著成效。

(一) 促进污染物减排

自2000年中国开始实施汽车国1标准,到目前已经全面实施国5标准,且已经发布了轻型车和重型车国6标准,标准的逐步升级大幅度提高污染排放控制

要求,新生产汽车的单车污染物排放量较国一相比下降了90%以上,环保技术水平跨越了欧洲20多年的发展历程。2017年,中国机动车保有量为2.98亿辆,比2000年增加了4.55倍,NO_x排放量为574.3万吨,仅比2000年增加了0.49倍;与不实施任何排放标准的情景相比,减少排放量约1200万吨(78%)。环境保护标准作为实施环境管理的重要技术支撑,在污染防治工作中发挥了极其重要的作用。

(二) 促进技术进步

环保标准是行业的准入门槛,对推动汽车、炼油行业技术进步和产业升级发挥了重要作用。汽油车闭环电喷、三元催化转化器、柴油车高压共轨、选择性催化还原器、颗粒物捕集器等技术使污染物排放限值降低90%以上成为可能。同时,使得中国机动车船制造业从“国内价格竞争”进步到“国际技术质量竞争”。燃油清洁化不断升级,从车用汽油的无铅化、低硫化、清洁化,再到取消普通柴油,实现“车用柴油、普通柴油、部分船舶用油”三油并轨,大幅降低了燃油中硫和多环芳烃的含量,有效降低了移动源污染排放强度。

(三) 促进环保产业发展

污染物排放标准收严,有力促进行业技术改造,推动相应环保产业发展。为满足法规标准限值要求,电控燃油喷射、增压中冷、三元催化器、选择性催化还原器、颗粒物捕集器等排放控制装置的研发及产业化应用逐步加大,同时带动催化剂载体、催化剂、尿素水溶液、维护保养等上下游产业发展,形成千亿级的产

业规模。为加强新车及在用车监管,整车及台架检测设备、便携式检测设备、遥感检测设备等得到广泛应用,发挥了重要的社会价值和经济价值,有力推动了检测设备行业的快速发展。


标准实施过程中也发现一些问题。一是标准实施效果不如预期。由于燃油品质不匹配和行业准备不足等问题,多次发生排放标准推迟实施的问题,例如重型柴油车国5阶段标准推迟四年半实施,阻碍了减排工作的快速推进,同时对按标准要求进行技术和生产准备的汽车和环保零部件生产企业造成了损失。部分重型柴油车和天然气车在实际使用过程中的排放远远超过实验室测试结果。二是标准的管理支撑作用需进一步加强。2016年大气法修订后提出的新型管理制度,如信息公开和环保召回等,在执行过程中需要排放标准的技术支撑。移动源环保执法过程中发现一些标准监测和达标判定方法比较复杂,不利于执行。三是标准体系尚存在短板。中国对道路车辆的污染控制标准体系相对完善,但是对于非道路发动机的污染控制工作起步较晚,铁路机车尚无排放标准;另外,多年以来移动源环保标准主要是排放标准的发布和实施,缺乏基础类、规范类、移动源相关环境质量类和全生命周期绿色标准等配套标准的协同推进,不利于移动源的精细化管理。

为实现环境保护历史性转变,打好“蓝天保卫战”和“柴油车污染防治攻坚战”,全面支撑“坚持源头防范、综合治理”和“坚持远近结合、标本兼治”的移动源污染防治工作思路,本着“标准体系优化发展、标准制定科学严谨、标准实施精准有效”的原则,未来的移动

源排放标准需在以下几方面进一步优化。

第一,制订移动源环保标准中长期发展规划。基于环境空气质量改善和人体健康保护需求,以污染物减排目标为导向,以先进排放控制技术为基础,以环境经济效益评估为优化方法,开展减排情景模拟分析,确定各类移动源排放标准的定位和目标以及升级路线,制订移动源环保标准中长期发展规划,推动行业健康稳定发展。

第二,建立灵活的标准实施机制。研究建立基于积分交易制度的移动源排放标准实施机制,以车队考核为目标,综合考虑不同企业、产品的差异性。在满足企业平均排放达标的情况下保持产品结构的多样性,尽量避免“一刀切”,赋予企业一定的灵活性。建立燃料消耗量积分、新能源积分、碳交易、排污权交易等协调机制,在提高企业参与积极性的同时减轻政府财政补贴的压力,实现大气污染物排放、温室气体排放和燃料消耗量协同管理,推动行业节能减排协同发展。

第三,尽快完善移动源环保标准体系。制订铁路机车污染排放控制标准,填补铁路机车污染控制要求的空白;制订交通道路空气质量监测的相关标准,以有效开展交通活动的空气质量监测、评价和防控策略的精准分析,特别是研判交通排放对大中城市重污染天气空气质量的影响;制订排放标准实施的相关配套标准。制订相关的配套标准保障排放标准的有效实施,如针对新能源汽车全生命周期的评价方法、移动源排放测试方法等。 

作者单位:中国环境科学研究院

