

《在用非道路移动柴油机械排气烟度 及检测技术规范》

编制说明

《在用非道路移动柴油机械排气烟度及检测技术规范》

标准编制组

二〇一七年十二月

目 录

| | | |
|-----|--------------------|----|
| 1 | 项目背景 | 4 |
| 1.1 | 任务来源 | 4 |
| 1.2 | 工作过程 | 4 |
| 2 | 行业概况 | 5 |
| 2.1 | 工程机械现状 | 5 |
| 2.2 | 保有量情况 | 6 |
| 2.3 | 非道路柴油机行业现状 | 7 |
| 2.4 | 柴油消耗量情况 | 9 |
| 2.5 | 进口二手机械情况 | 9 |
| 3 | 标准编制的必要性分析 | 10 |
| 3.1 | 保护公众身体健康需要 | 10 |
| 3.2 | 解决非道路移动机械环境管理的需要 | 11 |
| 3.3 | 建立健全山东省地方标准和国家标准需要 | 12 |
| 4 | 主要条款的说明 | 12 |
| 4.1 | 适用范围 | 12 |
| 4.2 | 规范性引用文件 | 13 |
| 4.3 | 术语和定义 | 13 |
| 4.4 | 烟度限值 | 14 |
| 4.5 | 测量方法 | 14 |
| 4.6 | 结果及判定 | 15 |
| 5 | 标准可行性分析 | 15 |
| 5.1 | 实施时间可行性分析 | 15 |
| 5.2 | 限值可行性验证 | 16 |
| 6 | 本标准与其他省、市相关标准的差异 | 18 |
| 6.1 | 控制范围的差异 | 18 |
| 6.2 | 试验方法的差异 | 19 |
| 6.3 | 实施时间的差异 | 19 |
| 6.4 | 烟度限值的差异 | 20 |
| 7 | 实施本标准的环境效益及经济技术分析 | 20 |

参考资料..... 21

1 项目背景

1.1 任务来源

根据《山东省 2013—2020 年大气污染防治规划二期行动计划（2016—2017）年》中机动车船排气污染控制方面的重点任务要求，加快非道路移动源排放调查，了解工程机械、火车机车、船舶、农业机械、工业机械和飞机等非道路移动源的污染状况，建立大气污染控制管理台账。

在此背景下，由山东省环境信息与监控中心负责制订《在用非道路移动柴油机械排气烟度及检测技术规范》，项目统一编号：SDGPPS2017C（402001）020。

1.2 工作过程

2016 年 8 月，调研了天津市开展非道路移动机械监管工作的情况和经验，充分了解了天津市工作开展的前后过程，并且与北京等地区进行了对比，分析了各自的特点和优势，初步形成了工作思路。

2016 年 10 月，前往深圳、佛山、广州等地进行调研、交流、学习。

2017 年上半年，对 104 台非道路移动机械进行限值验证试验。2017 年 1 月至 2 月，标准编制组人员对 GB20891-2014《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段)》、北京市地方标准 DB11/185-2013《非道路用柴油机排气污染物限值及测量方法》、北京市地方标准 DB11/184-2013《在用非道路柴油机械烟度排放限值及测量方法》、天津市地方标准 DB 12/588-2015《在用非道路柴油机械烟度排放限值及测量方法》、深圳经济特区技术规范 SZJG 49-2015《在用非道路移动机械用柴油机排气烟度排放限值及测量方法》、上海市地方标准 DB 31/ 981-2016《在用非道路移动机械用柴油机排气烟度排放限值及测量方法》及相关的国际标准进行了认真系统的学习，全面了解了国家和地方标准在该领域的制定情况。同时，积极与国内外的企业进行技术交流，充分了解国内企业相关机型的排放情况，深入了解欧美制定相关标准的原则和依据。

2017 年 8 月 31 日，标准编制组根据调研情况，在确定本标准的基本框架后，起草并完成了技术规范的征求意见稿及其编制说明，在山东省环保厅顺利开题。

根据与会专家的意见，由于原题目涉及内容过于宽泛，难以全部实现，为方便下一步开展工作，且符合技术规范要求，建议将题目更改为《在用非道路移动柴油机械排气烟度及检测技术规范》，同时技术规范的原内容涉及机械种类过多，存在难以操作的问题。并结合国家相关要求，将技术规范实施范围进一步细化为城市建成区内的建筑工地、市政工地、厂区等所使用的非道路移动柴油机械。

2 行业概况

城市建成区内的建筑工地、市政工地、厂区等所使用的非道路移动机械是当前无法替代的城市作业机械，在我国国民经济中占有重要的地位。因非道路移动机械不需注册登记，且该类机械具有移动的特性，目前尚无任何有效地统计管理手段，致使我国各省市还没有独立的非道路移动机械数量的统计数据，下文的行业介绍以全国情况为基础。

2.1 工程机械现状

据中国工程机械协会统计，2016 年工程机械行业九大类主要产品全年累计销售 54.46 万台，同比增长 10.2%，除装载机、随车起重机销量下滑外，其余七类主要工程机械产品均实现增长，其中，平地机、挖掘机、压路机、工业车辆、推土机等五类产品呈现两位数增长。根据统计截止到 2016 年底，中国工程机械的保有量为 673-705 万台，近十年各类主要机械产销量见表 1。

表 1 近 10 年各类工程机械销量统计

单位：台

| 种类 | 液压挖掘机 | 推土机 | 装载机 | 平地机 | 摊铺机 | 压路机 | 起重机 | 叉车 |
|------|--------|-------|--------|------|------|-------|------|--------|
| 2006 | 49625 | 5925 | 129834 | 2245 | 1136 | 8740 | 776 | 97520 |
| 2007 | 71241 | 7207 | 161628 | 3893 | 1347 | 9437 | 1517 | 152415 |
| 2008 | 82975 | 8722 | 162335 | 4320 | 1436 | 10885 | 1790 | 168119 |
| 2009 | 101559 | 8599 | 149355 | 3608 | 1678 | 19852 | 1351 | 138908 |
| 2010 | 179296 | 13911 | 228219 | 4531 | 3019 | 26281 | 1780 | 232389 |
| 2011 | 193891 | 13115 | 258901 | 5259 | 3386 | 22217 | 2212 | 313847 |

| | | | | | | | | |
|------|---------|-------|---------|-------|-------|--------|-------|---------|
| 2012 | 130624 | 10169 | 181522 | 4347 | 2179 | 13782 | 1519 | 291333 |
| 2013 | 126296 | 9561 | 188405 | 4017 | 2066 | 15726 | 2642 | 328764 |
| 2014 | 103227 | 7742 | 156272 | 3662 | 1737 | 14270 | 1405 | 359622 |
| 2015 | 60514 | 3682 | 73581 | 2620 | 1804 | 10388 | 1465 | 327626 |
| 2016 | 70320 | 4061 | 67375 | 3184 | 1971 | 11959 | 1113 | 370067 |
| 合计 | 1169568 | 92694 | 1757427 | 41686 | 21759 | 163537 | 17570 | 2780610 |

2.2 保有量情况

据2017年机动车环境管理年报统计，按照工程机械种类划分，2010年至2015年，工程机械保有量由430.0万台增加到690.8万台，年均增长在10%左右。2015年纳入统计范围的工程机械按照类型划分的构成比例见图1。按照排放阶段划分，2015年全国工程机械保有量的构成比例见图2。

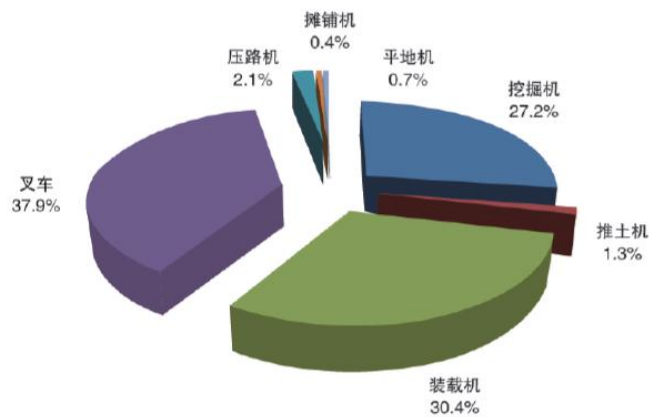


图1 2015年工程机械按照类型构成比例图

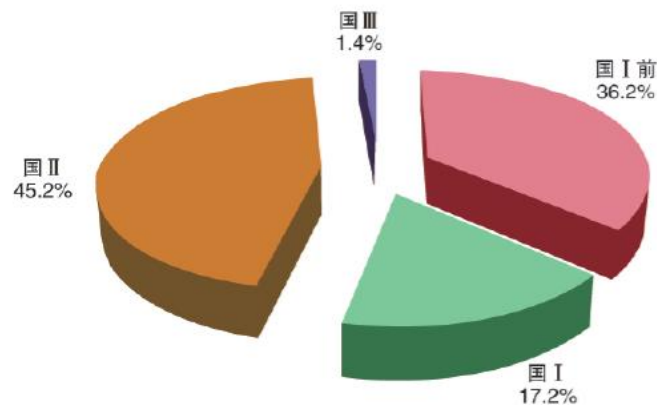


图2 2015年工程机械按照排放阶段构成比例图

2.3 非道路移动机械用柴油机的行业现状

2.3.1 单缸柴油机

我国单缸柴油机基本上以 8.8kW 为界，分为 S 系列和 R 系列。S 系列主要是指 8.8kW 以上的单缸柴油机，缸径在 95mm-135mm，均为卧式、水冷机型，目前该机型主要与手扶拖拉机、微耕机配套，另外还广泛应用于园林管理、水泵、场地作业、发电、灌溉、消防等。R 系列主要是指 8.8kW 以下的单缸柴油机，卧式、立式、斜式均有，风冷、水冷机型并存，直喷和涡流室兼有，主要配套手扶拖拉机、微耕机等，发电、排灌等用途为次。

单缸柴油机在我国内燃机行业中按台数计算约占 10%，是量大面广的产品，也是我国主要的机电出口产品之一。单缸柴油机主要配套农用排灌机具、手扶拖拉机等，服务于“三农”，少量用于小型装载机和挖掘机。目前我国单缸机主要生产企业有 50 家左右，占到了国内单缸柴油机总产量的 99% 以上，主要有常柴、常发、时风、江动、莱动等，近几年单缸柴油机的产量情况见表 2。

表2 我国单缸柴油机年产销量 单位：万台

| 年份 | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 产销情况 | 销 量 | 产 量 | 销 量 | 产 量 | 销 量 | 产 量 | 销 量 | 产 量 | 销 量 | 产 量 | 产 量 | 销 量 | 产 量 | 销 量 |
| | 865 | 862 | 850 | 832 | 700 | 697 | 617 | 613 | 550 | 550 | 500 | 500 | / | 474 |
| 销售增幅% | 11.18 | | -1.73 | | -17.65 | | -11.86 | | -10.86 | | -9.1% | | -5.2 | |

2.3.2 小缸径多缸柴油机

小缸径多缸柴油机是指功率不大于100kW，缸数不大于4缸的柴油机，应用领域除轻型汽车和低速货车外，也是大中型拖拉机、中小型联合收割机、中小型工程机械、船舶、排灌、发电、水泵、空压机等移动和固定机械的配套动力。小缸径多缸柴油机基本上是增压中冷、增压等先进技术和自然吸气等技术并存的局面。小缸径多缸柴油机的近几年产量情况见表3。

表3 我国小缸径多缸柴油机的年产销量

单位：万台

| 年份 | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 产销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 | 产量 | 销量 |
| 情况 | 334.9 | 334.6 | 326.9 | 320.0 | 308.4 | 302.7 | 327.1 | 328.3 | / | 279.6 | / | 269.3 | / | 260.4 |
| 销售增幅 /% | 12.36 | | -1.38 | | -8.28 | | 8.46 | | -14.83 | | -3.68 | | -3.30 | |

2.3.3 中等缸径多缸柴油机

中等缸径多缸柴油机指缸径在 100-160mm 之间的 4 缸或 6 缸柴油机。是重型汽车、工程机械的主要配套动力。生产企业主要是大型企业（以车用柴油机的生产企业为主），企业已经具有相对成熟的排放控制技术。由于车用柴油机的批量大，使得如增压器、P 型喷油泵、嘴配套件保持一个相对较低的价格，且该系列机型的技术集中度高、利润大。将车用柴油机国 2 的排放控制技术对非道路柴油机进行“移植”，综合开发难度和经费压力小等因素，使得该系列柴油机普遍采用增压或增压中冷以及电控燃油系统等先进技术，在柴油机加工、配套质量的良好控制之下，排放控制水平和基础较高。从 2014 年产量来看，产量超过 10 万台的企业共有六家。详细产量见表 4。

表4 2014年中等缸径柴油机年产超10万台企业情况

单位：万台

| 序号 | 企业名称 | 总产量 |
|----|-----------|-------|
| 1 | 潍柴动力 | 57.6 |
| 2 | 广西玉柴 | 55.8 |
| 3 | 一汽锡柴 | 30.0 |
| 4 | 东风汽车 | 19.3 |
| 5 | 一拖（洛阳） | 15.9 |
| 6 | 道依茨一汽（大连） | 10.1 |
| 合计 | | 188.7 |

2.3.4 配套情况

非道路移动机械用柴油机主要配套行业有农用机械、工程机械、发电机组等，单缸机主要用于小型拖拉机、农机具、发电机组等，小缸径多缸柴油机主

要配套大中型拖拉机、中小型收割机、工程机械等。中等缸径多缸柴油机主要配套大型收割机和工程机械。配套工程机械的非道路用柴油机共计约60万台左右。

工程机械方面，近年来，我国工程机械行业经历了很大的下行压力，市场销售连续五年逐级下行。2016年下半年开始，市场展现出复苏迹象，产销量均大幅度增加。

2.4 柴油消耗量情况

据统计，我国石油消费的对外依赖度已经达到65%，其中三分之二用于内燃机，是我国石油消耗的主体。多年来，我国的柴油年消耗量已经突破1亿吨，其中约有60%左右用于非道路用发动机，各类用途的非道路用发动机的柴油年消耗量如图2所示。非道路移动机械（包括农业机械和工程机械）的柴油消耗量约占36%，是各类非道路用发动机中柴油消耗量最大的。

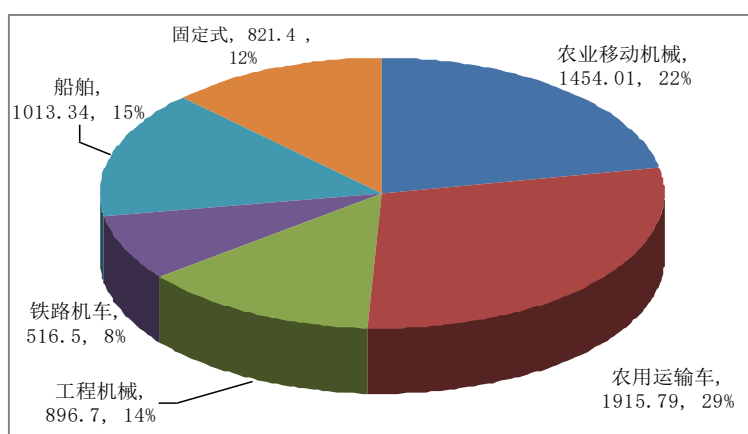


图2 各类非道路用发动机的燃油消耗量及比例^[2]

2.5 进口二手机械的情况

近年来，随着我国经济的高速增长，国内部分工程机械（主要是挖掘机）的产销量不能满足日益增长的需求，造成国外（主要是日本）大量的二手工程机械涌入我国。近几年来年进口旧挖掘机与国内新生产挖掘机的销售量对比见表5。

表5 进口二手挖掘机与国内新生产挖掘机销售量对比

| 年 度 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 进口旧挖掘机销售量 (台) | 18014 | 18900 | 26500 | 27000 | 14800 | 32800 | 31784 | 14005 | 13494 | 11051 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 新挖掘机销售量 (台) | 33462 | 47518 | 68400 | 83000 | 95012 | 165804 | 176136 | 115661 | 112404 | 90507 |
| 旧机与新机销量 比 (%) | 53.8 | 40 | 38.7 | 32.5 | 15.7 | 19.8 | 18.0 | 12.1 | 12.0 | 12.2 |

2007 年我国发布了 JB/T10694-2007《进口二手挖掘机验收规范》，针对二手机械配套发动机的尾气排放规定：2009 年 10 月 1 日前，应符合中国非道路移动机械用柴油机第一阶段排放标准要求；2015 年 10 月 1 日后，应符合中国非道路移动机械用柴油机第三阶段排放标准要求。

3 标准编制的必要性分析

当前，我国移动源污染问题日益突出，已成为空气污染的重要来源。特别是东部人口密集区，移动源对细颗粒物（PM_{2.5}）浓度的贡献高达 20%至 40%。在极端不利的条件下，贡献率甚至会达到 50%以上。同时，由于工程机械大多在人口密集的城市区域工作，尾气排放直接威胁群众健康。据测算，未来五年我国还将新增工程机械 160 多万辆，由此带来的大气环境压力巨大。

根据 2017 年机动车管理年报的统计，2015 年工程机械排放的碳氢化合物（THC）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM）分别为 30.2 万吨、206.2 万吨和 13.5 万吨，占整个非道路移动机械相应污染物的比例分别为 42.9%，36.57%和 28.60%。

3.1 保护公众身体健康的需要

不管是柴油机还是汽油机，不管是道路车辆还是非道路机械，他们带来的主要污染是基本相同的，即空气污染和噪声污染。柴油机废气中含有 150~200 种不同的化合物，其中对人体健康危害较大的有一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、及颗粒物。这些污染物对人体的健康损害非常严重，它可以刺激呼吸道，使呼吸系统的免疫力下降，导致暴露人群的慢性气管炎、支气管炎及呼吸困难的发病率升高、肺功能下降等，尾气中所含的强致癌物质—苯类物质会引发肺癌、甲状腺癌等。各种柴油机排气污染物对人体的危害见表 6。

表 6 柴油机各种主要排气污染物对人体的危害

| 污染物 | 危害 | 症状 | 派生污染 |
|-----------------|----------------------------|---|-------------|
| CO | 循环系统 神经系统 | 破坏血液输氧，造成类似煤气中毒症状 损害思维和感觉，头痛、慢化反射，降低 身体灵巧度，减弱运动的能力等 | / |
| CxHy | 神经系统 造血系统 呼吸系统 其他 | 神经衰弱 贫血 降低人体对呼吸道传染的抵抗力 致癌 | 光化学烟雾 |
| NO _x | 循环系统 呼吸系统 感觉器官 | 破坏血液输氧 肺气肿、支气管炎、肺部疾病 各类眼疾 | 光化学烟雾 酸雨 |
| 颗粒物 | 呼吸系统 其他 | 支气管炎、肺部疾病 含多种致癌物质 | 灰霾等 |

3.2 解决非道路移动机械环境污染管理的需要

我国环境保护虽然取得了积极进展，但环境形势依然严峻，区域性大气污染问题日趋明显，长三角、珠三角和京津冀地区等城市群大气污染呈现明显的区域性特征，二氧化硫、二氧化氮、细颗粒物（PM_{2.5}）的污染问题依然严峻。

《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出：制定城市空气质量达标计划，严格落实约束性指标，地级及以上城市重污染天数减少 25%，加大重点地区细颗粒物污染治理力度。

国务院发布的《大气污染防治行动计划》（国发〔2013〕37号）中提出：“开展工程机械等非道路移动机械和船舶的污染控制”。同时为深入实施《大气污染防治行动计划》，2017年国家发布《京津冀及周边地区2017年大气污染防治工作方案》在北京、天津及26个城市（简称“2+26”城市）切实加大京津冀及周边地区的大气污染防治工作力度，在京津冀大气污染传输通道城市的行政区域范围内全面执行大气污染物特别排放限值。

《大气法》已明确要求加强非道路移动机械的监管和处罚，但当前对在用非道路移动机械设备没有底数，也没有在用非道路移动机械的排放及检测标准，只有北京、天津、上海及深圳出台了地方标准。我省各地正在进行大规模的城市建设，非道路移动机械的使用量较大，仅济南就有 10 多万台，污染较为突出，出台地方标准，设定监管门槛是加强监管和控制污染的前提。

3.3 建立健全山东省地方标准和国家标准的需要

在《国家环境保护标准“十三五”发展规划》中，明确提出：大力推动标准制修订。围绕排污许可及水、大气、土壤等环境管理中心工作，加大在研项目推进力度，制修订一批关键标准。

着力加强对地方环保标准工作的指导。配套排污许可证制度的实施，研究地方环保标准体系及标准制修订方法学，明确地方标准与国家标准、地方标准与改善环境质量间的关系，鼓励地方以区域和流域环境质量改善为目标制订污染物排放标准。解决目前地方污染物排放标准体系存在流域型（区域型）、行业型、特定污染物型标准相互交叉执行的问题，鼓励地方构建结构合理、目标明确、特色鲜明的地方污染物排放标准体系。

除国家对非在用非道路移动机械的污染物排放限值的规定外，《山东省 2013—2020 年大气污染防治规划二期行动计划（2016—2017）年》在机动车、船排气污染控制方面的重点任务有如下要求，加快非道路移动源排放调查，了解工程机械、火车机车、船舶、农业机械、工业机械和飞机等非道路移动源的污染状况，建立大气污染控制管理台账。“二期行动计划”中还要求，积极开展施工机械环保治理，推进安装大气污染物后处理装置。目前，我省在此领域的相关标准基本处于空白状态，亟需建立，以便对在用非道路移动机械的烟度排放进行有效监管。

4 主要条款的说明

4.1 适用范围

本标准规定了山东省在用非道路移动柴油机械排气烟度控制要求、检测方法、结果与判定及检验报告的要求。

本标准适用于城市建成区内的建筑工地、市政工地、厂区等所使用的非道路移动柴油机械。

4.2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB20891-2014 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）

GB 3847 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。

HJ/T 398 固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法

4.3 术语和定义

下列术语定义适用于本标准。

4.3.1 非道路移动柴油机械

指用于非道路上以柴油为燃料，具有自驱动或具有双重功能（既能自驱动又能进行其他操作）的各类机械以及不能自驱动但设计能够从一个地方或被移动到另一个地方的机械。

4.3.2 额定净功率（ P_{max} ）

按GB 20891-2014规定的，制造企业在信息公开时为柴油机标明的净功率。

4.3.3 光吸收系数coefficient of light adsorption

表示光束被单位长度的排烟衰减的一个系数，它是单位体积的微粒数（ n ）、微粒的平均投影面积（ a ）和微粒的消光系数（ Q ）三者的乘积。

4.3.4 排气烟度 exhaust smoke

柴油机排气被光束照射后吸收光束的指标，以光吸收系数 m^{-1} 表示。

4.3.5 不透光烟度计 smoke opacimeter

按GB3847规定的，用于连续测量柴油机排气的光吸收系数的仪器。

4.4 烟度控制要求

烟度控制要求主要基于两种方法，一种林格曼黑度图法，一种不透光烟度法，其中不透光 包含自由加载法和自由加速法，非道路移动柴油机械的林格曼黑度等级及光吸收系数不应超过表7规定的限值。

表 7 自由加载法烟度排放限值

| 类别 | 额定净功率(P_{\max}) (kW) | 光吸收系数 (m^{-1}) | 林格曼黑度等级 |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|----------|
| I 类 ^a | $P_{\max} < 19$ | ≤ 3.00 | ≤ 2 |
| | $19 \leq P_{\max} < 37$ | ≤ 2.00 | |
| | $37 \leq P_{\max} \leq 560$ | ≤ 1.61 | |
| II 类 ^b | $P_{\max} < 19$ | ≤ 3.00 | ≤ 2 |
| | $19 \leq P_{\max} < 37$ | ≤ 1.20 | |
| | $P_{\max} \geq 37$ | ≤ 0.80 | ≤ 1 |

^a 指2015年10月1日前登记注册或销售的非道路柴油机械；
^b 指2015年10月1日起登记注册或销售的非道路柴油机械；

4.5 测量方法

4.5.1 林格曼黑度法

在非道路柴油机械连续工作过程中（例如装载机从铲土到装载完毕的全过程），现场检验人员可采用目测法连续观测非道路柴油机械的排气烟度，将观测的林格曼烟度的最大值确定为排气烟度测量结果。允许使用林格曼烟度测试仪测量非道路移动柴油机械的排气烟度。

4.5.2 不透光烟度法

采用自由加载烟度测量法对在用非道路柴油机械的排气烟度进行检验，现场检验人员可以根据受检机械的实际工作状态确定加载方法，在机械装置连续正常工作过程中（例如装载机从铲土到装载完毕的全过程，算作一个作业循环），用不透光烟度计连续测量机械装置排气的吸收系数，采样频率不应低于 1Hz，机械应至少完成 3 个正常作业循环，取测量过程中不透光烟度计的最大读数作为测量结果。

在非道路柴油机械不具备加载条件的情况下，可采用自由加速烟度测量法。采用自由加速烟度测量法测定非道路柴油机械的排气烟度时，应在 1 秒内，将油

门踏板快速、连续但不粗暴地完全踩到底，使喷油泵供给最大油量。在松开油门踏板前，发动机应达到断油点转速（采用手动或其他方式控制供油量的发动机采用类似方法操作），在测量过程中应进行检查。自由加速烟度测量过程至少应进行 6 次（每次试验之间的间隔至少为 2 秒），以便吹净排气系统残留颗粒物和杂质，直到测量结果没有连续下降趋势，则应认为读数值是稳定，计算结果取最后三次自由加速烟度测量结果最大值的算术平均值。

4.6 结果及判定

环境保护主管部门，可优先选用林格曼黑度法对在用非道路移动柴油机械进行检验，如果非道路柴油机械的林格曼烟度超过表 1 规定的林格曼黑度等级的要求，则判定该机械烟度排放不合格。若机械所有人对判定结果有异议，可采用自由加载法（含自由加速法）对非道路柴油机械的烟度排放进行检验。

林格曼烟度检验合格的非道路柴油机械，环境保护主管部门也可继续进行现场自由加载法排气烟度检验，排气烟度满足 4.1 条规定的的光吸收系数的要求，判定合格，否则为不合格

5 标准可行性分析

5.1 实施时间的可行性分析

考虑到山东省首次制定在用非道路移动柴油机械排气烟度的相关地标，而天津、北京等地区已有新生产柴油机械的标准作为参照，在用非道路移动柴油机械现也已实施相关第三阶段。所以，山东省地标制定过程中，除参考了其他省市地标，同时考虑了国家关于非道路移动柴油机械排放标准的执行历程，根据非道路移动柴油机械的销售时间执行其相关排放标准，其中，第 III 类是根据《非道路移动机械用柴油机污染物排放限值及测量方法（GB20891-2014）》第四阶段限值要求确定的。各地市可根据各自情况，在城区、本市划定的高污染非道路移动机械禁用区和环境敏感区、生态保护区、饮用水源地等区域范围内，执行相对较严的 III 类限值标准。而我国第四阶段标准还没有实施，我国也正在制定非道路移动机械的国家标准，因此本标准不再规定第 III 类的控制要求。

该规范定义的实施时间充分考虑了非道路移动机械用柴油机排气污染物排

放标准的实施时间，相应限值也进行了对应，实施时间是可行的。

5.2 限值可行性验证

考虑到在用非道路移动柴油机械的实际工作情况，确定在用非道路移动柴油机械的烟度排放检验采用自由加载法、自由加速法和林格曼烟度法进行烟度检测。标准编制组对自由加载法和自由加速法的限值进行了验证。因为工程机械的种类众多，分布在各工地上，无法集中测试，给普查带来了比较大的困难，因此仅对部分机械进行了自由加载烟度和自由加速的普查实验，普查测量的动力装置包括压路机、挖掘机、推土机、装载机、摊铺机、平地机等车辆，图3是对省内60辆37kW以上，满足非道路第I、II阶段排放标准（GB20891-2007）的烟度自由加载法的普测结果，按 1.61m^{-1} 的限值，不合格车辆为11辆，占18.3%，能够满足管理需要。

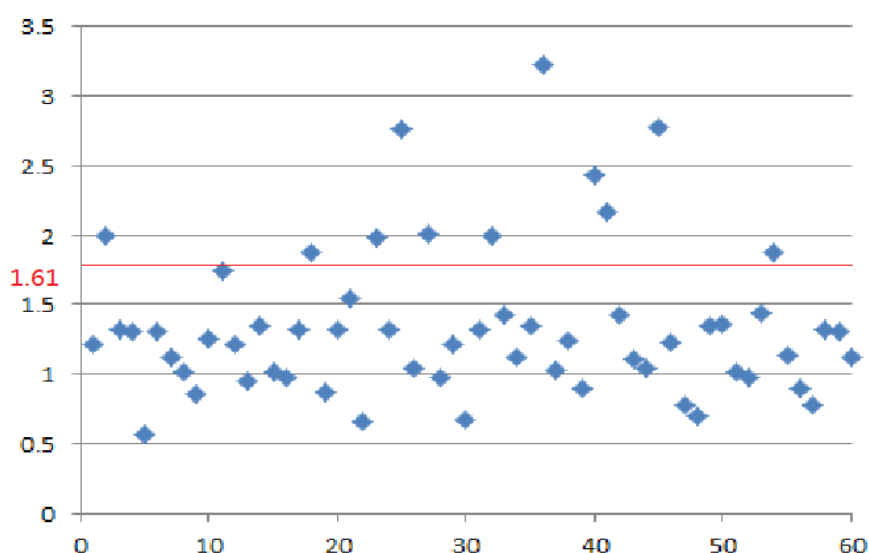


图3 在用非道路柴油机械自由加载法烟度普测结果

图4表示的是对这60辆非道路柴油机的自由加速烟度普测结果，按 1.61m^{-1} 的限值，不合格车辆为15辆，占25%。对比自由加载法和自由加速法实验结果能够看出，同一台机器其自由加速法测得的结果要大于其自由加载法的测试结果。

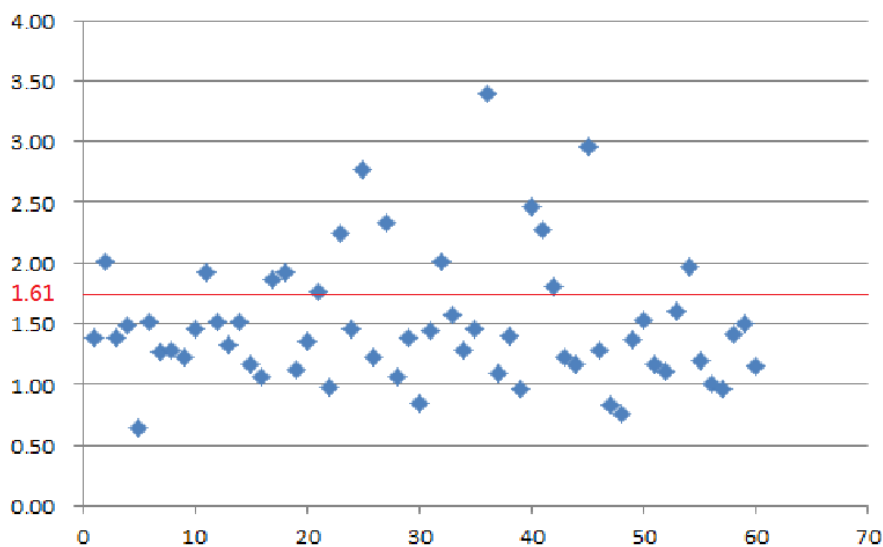


图 4 在用非道路柴油机自由加速烟度普测结果

图 5 表示的是实测 32 台满足非道路第三阶段排放标准（GB20891-2014）的非道路柴油机械（叉车、堆高机等）的自由加速烟度数据，自由加速烟度小于 0.5 m^{-1} 的有 19 台，占 61%；自由加速烟度小于 0.8 m^{-1} 有 21 台，占 68%左右，自由加速烟度小于 1.0 m^{-1} 有 23 台，占 74%左右。

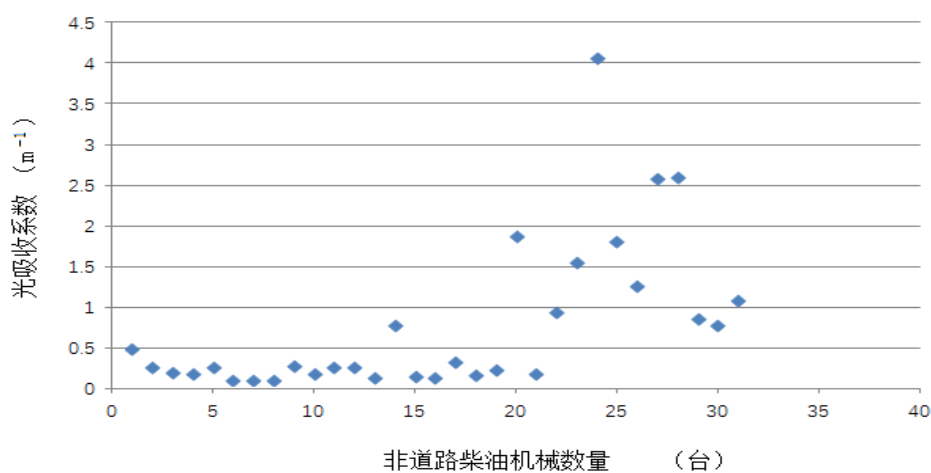


图 5 32 台国三阶段非道路柴油机械自由加速烟度

表 6 表示的是 12 台满足非道路第三阶段排放标准的电控单缸机自由加速烟度的数据，其中自由加速烟度值超过 3 m^{-1} 的有 2 台，占 16.7%。

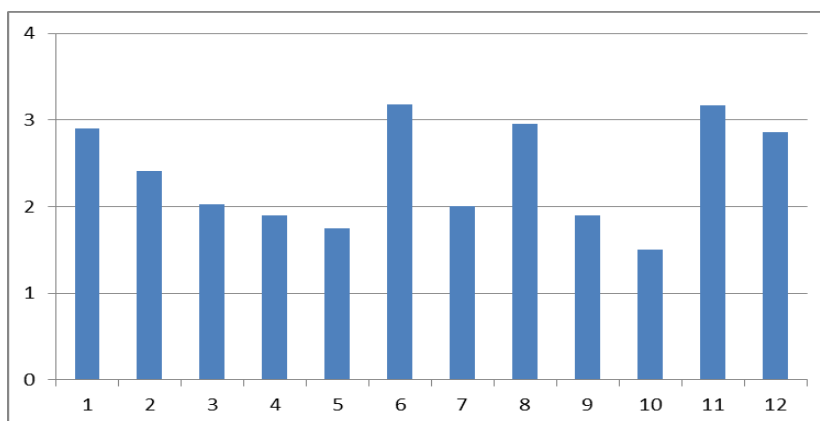


图 6 12 台电控单缸机自由加速烟度数据

同时对于装用介于 19kW-37kW 之间的机械，因试验机械在普测过程中难以获得，其限值参考了国标及日本相应功率段的限值要求。

通过总计 104 台非道路移动机械的试验数据来看，我们制定的 I 类和 II 类的限值均是可行的。

6 本标准与其他省、市相关标准的差异

目前，已经有地方标准的省市或地区有北京、天津、上海和深圳，本标准与这四个地市的差异如下。

6.1 控制范围的差异

各地区根据辖区内各类非道路移动机械的情况，制定了不同的控制范围，除对 560kW 以下的非道路移动机械有要求外，一些地区对 560kW 以上及 37kW 以下的船机也提出了要求。主要差异见表 8。

表 8 各地区控制范围的差异

| 地区 | 560kW 以上机械 | 37kW 以下船机 |
|----|------------|-----------|
| 山东 | √ | × |
| 北京 | × | 未明确 |
| 天津 | × | √ |
| 上海 | √ | × |

| | | |
|----|---|-----|
| 深圳 | √ | 未明确 |
|----|---|-----|

6.2 试验方法的差异

各地区的试验方法主要有自由加速法、自由加载法、林格曼法和启动烟度法四种，不同地区采用的试验方法也有所不同。各地区试验方法见表 9。

表 9 各地区控试验方法的差异

| 地区 | 自由加速法 | 自由加载法 | 林格曼法 | 启动烟度法 |
|----|-------|-------|------|-------|
| 山东 | √ | √ | √ | × |
| 北京 | √ | √ | √ | × |
| 天津 | √ | √ | √ | × |
| 上海 | √ | √ | × | √ |
| 深圳 | √ | √ | × | × |

6.3 各类别实施时间的差异

本标准中各类别机械的实施时间综合参考各省市的地区地方标准及《非道路移动机械用柴油机污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）（GB20891-2014）》、《船用柴油机排气烟度限值（GB8840-2009）》和《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）等确定的。如山东和北京的 I 类对应为国家或地区非道路柴油机污染物排放标准的第一、二阶段，II 类的实施时间对应为国家或地区非道路柴油机污染物排放标准的第三阶段，各地区具体实施时间见表 10。

表 10 各地区标准实施时间

| 地区 | I 类 | II 类 | III 类 | 发布时间 |
|----|--------------|------------------|---------------------|-----------|
| 山东 | 2015.10.01 前 | 2015 年 10 月 1 日起 | 无 | 待定 |
| 北京 | 2013.06.30 | 2013.07.01 | 2015.01.01 | 2013.2.16 |
| 天津 | 标准发布日前销售的 | 标准发布日后销售 | 2016.04.01 | 2015.6.29 |
| 上海 | 2016.07.01 前 | / | 2016.10.1 低排区（II 类） | 2016.4.6 |
| 深圳 | / | / | 2015.07.01（无类别） | 2015.4.9 |

6.4 烟度限值的差异

因不同地区采用了不同的试验方法，因此限值也有所差异，表 11 仅针对自由加载法对各地区限值进行比较。

表 11 各地区自由加载法限制比较

单位： m^{-1}

| 地区 | I 类 | II 类 | III 类 |
|-----------------|------|------|------------|
| 山东 ^a | 1.61 | 0.8 | 无 |
| 北京 | 1.61 | 1.0 | 0.6 |
| 天津 | 1.61 | 1.0 | 0.6 |
| 上海 | 1.6 | / | 0.5 (II 类) |
| 深圳 | / | / | 0.5 (无类别) |

^a 仅以山东省 37kW 以上的控制要求与各地市进行对比

7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

实施本标准后，通过监督监管等手段，山东省的在用非道路移动柴油机械污染物排放水平将进一步降低。

同时，标准的实施能够促进非道路移动机械用柴油机的技术水平进一步提高，逐步向车用柴油机靠拢，进一步缩小我国非道路移动机械用柴油机排放控制体系与欧美的差距。另外，标准的实施，会引导企业调整产业结构，对产品进行升级换代，使得产品结构更加合理，推动整个柴油机行业的技术进步。同时产品的升级换代，会带来良好的投资环境，吸引更多的企业进行投资，增加就业岗位，拉动经济增长。

在用户的经济性分析方面，对排放达标的柴油机，如果用户使用得当，一般在 200000km，或者 5000 小时使用时间内，烟度不会有明显改变。对于使用维护不当的柴油机，经过对供油系统、进气系统的维护保养，排放水平可以恢复到与新车相当的水平。所以在年度检验过程中，不会对用户造成过多的负担。

参考资料

- [1] 邵仁恩等.中国内燃机工业协会下属有关分会（或行业）情况交流.中国内燃机工业年鉴,2010、2011、2012、2013、2014、2015、2016.
- [2] 中国环境科学院.环境污染物排放关键技术标准研制课题总研究报告. 2011.01.11.
 [3]李宏宝.工程机械协会挖掘机分会统计数据.2011.03.06.
- [4] 盈.第四届空气质量管理国际研究会资料.2008.11.07.
- [5] 王世龙.《环境污染物排放关键技术标准研制》课题总研究报告.2011.01.11.
- [6] 倪红.美国发动机环保法规认证管理概述.国内外机动车环保法规研讨会会议资料,2007.12.22.
- [7] 环境保护部.《中国机动车环境管理年报 2017 年》.