

附件三：

《非道路移动柴油机械污染防治技术政策 (征求意见稿)》编制说明

一、任务来源

根据国家环境保护总局环办函[2006]371号文件，项目统一编号1691，由济南汽车检测中心承担“非道路移动机械污染防治技术政策”制订工作。

二、目的

1. 对非道路移动机械污染防治技术进行政策引导和统筹规划，使得具体防治工作符合国家利益，获得最好的环境经济成本效益；
2. 为国家非道路移动机械污染防治管理政策提供技术依据；
3. 为非道路移动机械污染物降低，确定需控制的污染物排放种类，制订大致阶段控制水平和时间表，以及可能采取的具体措施；
4. 促进在用非道路移动机械的报废、检查和维护等制度的建立和发展，明确责任和任务；
5. 对在用非道路移动机械进行科学改造和再制造，提供政策和技术引导；
6. 协调非道路移动机械应用环节，如燃料、油料量的提升，以及规范燃油清洁剂、还原剂等的使用和技术要求；

7. 为国家其他宏观政策的制订提供技术依据。

三、必要性

1. 依据 2006 年我国内燃机行业的统计数据，用于非道路用途的单缸柴油机约 816 万台，小缸径多缸柴油机约 30.9 万台，中等缸径多缸柴油机约 22.8 万台；单缸小型汽油机 914.3 万台（出口 80.1%），大型汽油机和气体发动机约 9 万台。总产量高达约 1793 万台，与汽车用发动机（包括低速和三轮汽车）年总产量相比是 0.89: 1。而排放总量氮氧化物（ NO_x ）57.8%、颗粒物（PM）61%。因此，对非道路移动机械的污染防治已成为非常迫切和重要的工作。

2. 机动车（道路车辆）排放标准体系已经较为完善。控制对象全面无空白点，包括了汽车、摩托车、三轮汽车和低速货车及其发动机。控制内容齐全，包括了大气污染物（排气、蒸发、曲轴箱等）和噪声。而我国对非道路移动机械排放的污染防治工作尚处于起步阶段。2007 年 GB 20891-2007《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 I、II 阶段）》开始实施，是非道路移动污染源标准体系中的第一个标准，小型汽油机排放标准在待批准阶段，大型汽油机尚无计划。控制内容：柴油机烟度标准在制订过程中，汽油机怠速排放、曲轴箱通风排放、燃油蒸发排放尚无计划。所以，急需对整个非道路移动机械标准体系适用范围和控制内容进行规范。

3. 随着非道路移动污染源排放升级，先进的排放控制技术需要社会使用条件的支持，否则无法按期达到预订目标，造成政策严肃

性下降。所以急需通过制订技术政策来明确这些社会条件，形成整体环境减排节能效益，如燃料质量、燃料清洁剂、还原剂的使用、检测设备研发方向等。

4. 我国对在用非道路移动机械的使用，不像汽车有完善的检查维护制度，需要建立和加强一个统一规定的制度，同时非道路柴油机标准 2009 年将开始实施第 2 阶段，对目前在用的大量高排放的非道路移动机械如何进行综合治理，也需要进行技术政策的引导。

5. 我国对汽车进行排放治理已有多年时间，但工况法所需精度测量设备全部是国外进口，非道路移动机械行业广，利润平均水平远低于汽车行业，只使用进口设备远不可能满足需要，所以，应通过技术政策和其他国家政策来推动国产化的进程。

四、对条款的解释

（一）总则

1. 法律依据：

2000 年修订的《中华人民共和国大气污染防治法》中第六条和第七条规定，国务院环境保护行政主管部门制定国家大气环境质量标准。国务院环境保护行政主管部门根据国家大气环境质量和国家经济、技术条件制定国家大气污染物排放标准。

2. 适用范围

在国家相关移动污染源划分中非道路移动污染源分为陆用机械、水上船舶、轨道机械和航空机械四个大类，相关标准的适用范围正是按照这个划分来分别定义各自适用范围，所以本技术政策定

义为“适用于陆地用非道路移动机械”。

3. 污染物种类的定义

国际上一致观点认为发动机排放污染物中一氧化碳(CO)、碳氢化合物(或细分为非甲烷碳氢化合物 NMHC)、氮氧化物(NO_x)、颗粒污染物(PM),以及汽油燃料中的挥发物质(VOC)是对人体健康最主要的危害物质。而硫化物主要是来自燃料,而且排放量比重非常少,应通过提高燃料质量来解决,而不是通过发动机排放可以控制的内容。所以,污染物种类定义中包括了 CO、HC(或 NMHC)、NO_x和 PM,以及 VOC(在具体标准中以 HC 和 CO 来体现)。

由于二氧化碳(CO₂)温室气体对大气层有影响,对人体健康无直接危害,是整体节能和减排的控制内容,非道路移动机械可以通过提高发动机燃烧效率来降低 CO₂排放量,所以,未直接在技术政策中说明。

噪声污染的来源主要是非道路移动机械工作时的噪声,不像汽车噪声是汽车本身动力和行驶装置产生。由于机械工作噪声的声级值远大于机械动力系统本身的噪声值,所以,在美国、欧盟都未对整个非道路移动机械进行统一规定,一般是对区域工作噪声进行一个限制,我国情况基本相同。因此,本技术政策未包含噪声防治方面的内容。

4. 控制目标

4.1 额定净功率 $37 \leq P < 75\text{kW}$, $75 \leq P < 130\text{kW}$ 、 $130 \leq P \leq 560\text{kW}$
压燃式发动机

对于 130-560kW 功率段，国 IV 已与国际水平相当，较其他两个功率段只与国际 III 阶段接轨严格，是根据我国 130-560kW 发动机主要是车用发动机生产厂，其技术力量较好，在该时间段汽车已是国 V 水平，有技术能力达到该限值。同时配套该功率段的机械利润相对高。

其他两个功率段的情况与此不同，生产企业多是非道路发动机企业，技术力量弱于汽车生产企业。所以拟采标情况落后国际水平 3 年时间。

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
130≤kW<560	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	5.0	1.3	9.2	\	0.54
	北京 DB11/185-2003	2003-1-1	5.0	1.3	9.2	\	0.54
	EU Stage I	1999-1-1	5.0	1.3	9.2	\	0.54
	US Tier 1	1996-1-1	11.4	1.3	9.2	\	0.54
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	3.5	1.0	6.0	\	0.20
	北京 DB11/185-2003	2005-1-1	3.5	1.0	6.0	\	0.20
	EU Stage II	2002-1-1	3.5	1.0	6.0	\	0.20
	US Tier 2: 130-225 kW	2003-1-1	3.5	\	\	6.6	0.20
	US Tier 2: 225-560 kW	2002-1-1	3.5	\	\	6.4	0.20
	技术政策计划(国 III)	2012 年左右	3.5	\	\	4.0	0.20
	US Tier 3: 130-225 kW	2006-1-1	3.5	\	\	4.0	0.20
	US Tier 3: 225-560 kW	2005-1-1	3.5	\	\	4.0	0.20
	EU Stage IIIA	2006-1-1	3.5	\	\	4.0	0.20
	技术政策计划(国 IV)	2015 年左右	3.5	0.19	2.0	\	0.025

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
130≤kW<560	EU Stage IIIB	2011-1-1	3.5	0.19	2.0	\	0.20
	US Tier 4(final)	2011-2014	3.5	0.2	0.4	\	0.020
	EU Stage V	2014-1-1	3.5	0.2	0.4	\	0.025

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
75≤kW<130	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	5.0	1.3	9.2	\	0.70
	北京 DB11/185-2003	2003-1-1	5.0	1.3	9.2	\	0.70
	EU Stage I	1999-1-1	5.0	1.3	9.2	\	0.70
	US Tier 1	1997-1-1	\	\	9.2	\	\
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	5.0	1.0	6.0	\	0.30
	北京 DB11/185-2003	2005-1-1	5.0	1.0	6.0	\	0.30
	EU Stage II	2003-1-1	5.0	1.0	6.0	\	0.30
	US Tier 2	2003-1-1	5.0	\	\	6.6	0.30
	技术政策计划(国 III)	2012 年左右	5.0	\	\	4.0	0.30
	US Tier 3	2007-1-1	5.0	\	\	4.0	0.30
	EU Stage IIIA	2007-1-1	5.0	\	\	4.0	0.30
	技术政策计划(国 IV)	2015 年左右	5.0	0.2	3.3	\	0.025
	EU Stage IIIB	2012-1-1	5.0	0.2	3.3	\	0.025
	US Tier4(inter)	\	\	\	\	\	\
	US Tier 4(final)56-130kW	2012-2014	5.0	0.19	0.4	\	0.02
	EU Stage V	2014-10-1	5.0	0.19	0.4	\	0.025

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
37≤kW<75	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	6.5	1.3	9.2	\	0.85
	北京 DB11/185-2003	2003-1-1	5.0	1.3	9.2	\	0.85
	EU Stage I	1999-4-1	6.5	1.3	9.2	\	0.85
	US Tier 1	1998-1-1	\	\	9.2	\	\
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	5.0	1.3	7.0	\	0.40
	北京 DB11/185-2003	2005-1-1	5.0	1.3	7.0	\	0.40
	EU Stage II	2004-1-1	5.0	1.3	7.0	\	0.40
	US Tier 2	2004-1-1	5.0	\	\	7.5	0.40
	技术政策计划(国 III)	2012 年左右	5.0	\	\	4.7	0.40
	US Tier 3	2008-1-1	5.0	\	\	4.7	0.40
	EU Stage IIIA	2008-1-1	5.0	\	\	4.7	0.40
	技术政策计划(国 IV)	2015 年左右	5.0	0.2	3.3	\	0.025
	EU Stage IIIB	2012-1-1	5.0	0.2	3.3	\	0.025
	US Tier4(inter)	\	\	\	\	\	\
	US Tier 4(final)37-56kW	2012-2014	5.0	0.19	0.4	\	0.02
	EU Stage V	\	\	\	\	\	\

4.2 额定净功率 37kW 及以下压燃式发动机

37kW 以下机型在我国多是单缸柴油机和小缸径柴油机，主要为农用机械配套。目前我国单缸柴油机技术特点为：最小缸径为 60mm，最大缸径为 130 mm；大缸径单缸机，除 S195、S1100、KM186、KM173 几个小数机型外，全部为直喷式柴油机，小缸径单缸机以涡流为主；

以卧式、蒸发水冷、手摇起动为主，其中小缸径单缸机也有部分风冷和直立机型，而大缸径单缸机直立机型较少，无风冷机型；喷油系统以配置 S 型喷油器为主，向 P 型喷油器转化。2006 年相关统计数据为：立、斜式单缸机只占 1.4%，其他 98.6%全部为直立式机型；水冷机型占 94.4%绝对多数，风冷机型只占 5.6%少数。多年来由于多数机型的机体、曲轴、缸盖、缸体、凸轮、连杆、飞轮齿轮及室盖等都已专业厂家大批量生产，市场上很容易买到，或有零部厂家专门承担配套，使得柴油机主机厂的技术含量和密集程度大为降低，使得知识产权保护困难，造成技术上没有大的突破。另外一个重要影响是，由于无序竞争，以及是为“三农”服务的主要动力机械，价格上升空间极小，质量提升面临价格的限制。综合因素形成喷油泵还在使用旧的 I 型泵（喷射压力 40MPa）、S 或 PS 喷油器等相当落后的技术。整个行业技术水平不高，技术水平较高的企业主要精力转向多缸机市场。所以排放标准应持稳定发展的技术思路。

对于 $18 \leq P < 37\text{kW}$ 功率段柴油机，多用于大马力拖拉机和低速货车，应在该领域淘汰单缸柴油机，而应采用更高效的多缸柴油机，所以单缸机技术若无法实现降低 50%PM 的技术能力，则应向多缸机方向发展。

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
$18 \leq P < 37$	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	8.4	2.1	10.8	\	1.0

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
18≤kW<37	EU Stage I	\	\	\	\	\	\
	US Tier 1	1990-1-1	5.5	\	\	9.5	0.80
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	5.5	1.5	8.0	\	0.80
	北京 DB11/185-2003	2005-1-1	4.9	1.2	9.0	\	0.70
	EU Stage II	2004-1-1	5.5	1.5	8.0	\	0.80
	US Tier 2	2004-1-1	5.5	\	\	7.5	0.60
	技术政策计划(国 III)	2014 年左右	5.5	\	\	7.5	0.40
	US Tier4(inter)	2008-1-1	5.5	\	\	7.5	0.30
	EU Stage IIIA	2007-1-1	5.5	\	\	7.5	0.40
	EU Stage IIIB	\	\	\	\	\	\
	US Tier 4(final)	2013-1-1	5.5	\	\	7.5	0.03
	EU Stage V	\	\	\	\	\	\

对于 $8 \leq P < 18\text{kW}$ 功率段柴油机，几乎全是单缸柴油机，是农、林领域重要动力源。限于成本、技术限制、燃烧效率等原因，由汽油机替代，燃料供应和燃烧效率都会存在问题，HC 和 CO 污染量也会转高，汽油化行业调整不可行。所以，国外也未对该类发动机进行严格限制。在无法淘汰的情况下，应用新技术、鼓励发展第二代单缸柴油机是国家政策方向。本技术政策引用了美国的一个过渡阶段限值（基于排放信用交易，特殊对待 8kW 以下），要求降低 25%PM。

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
8 ≤ kW < 18	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	8.4	\	\	12.9	\
	EU Stage I	\	\	\	\	\	\
	US Tier 1	1990-1-1	5.5	\	\	9.5	0.80
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	6.6	\	\	9.5	0.80
	北京 DB11/185-2003	\	\	\	\	\	\
	EU Stage II	\	\	\	\	\	\
	US Tier 2	2005-1-1	6.6	\	\	7.5	0.80
	技术政策计划(国 III)	2014 年左右	\	\	\	7.5	0.60
	US Tier4 (inter) (对 8kW 以下, 2010 年基于 ABT 制度)		\	\	\	7.5	0.60
	US Tier 4(final)	2008-1-1	6.6	\	\	7.5	0.40

对于 $P < 8\text{kW}$ 功率段柴油机,我国是风冷单缸柴油机为主。2006 年总产量只有 32 万台,只占单缸柴油机总产量 3.9%。而且 19kW 以下小型汽油机年总产量高达 914.3 万台,完全可替代该类产品。所以,虽然排放控制技术难度大,但仍具备实施更严格标准的可能性或行业调整的可能性。

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
kW < 8	GB 20891-2007(国 I)	2007-10-1	12.3	\	\	18.4	\
	EU Stage I	\	\	\	\	\	\
	US Tier 1	2000-1-1	8.0	\	\	10.5	1.0
	GB 20891-2007(国 II)	2009-10-1	8.0	\	\	10.5	1.0

功率	标 准	实施时间	CO	HC	NO _x	NO _x +HC	PM
8kW	北京 DB11/185-2003	\	\	\	\	\	\
	EU Stage II	\	\	\	\	\	\
	US Tier 2	2005-1-1	7.5	\	\	8.0	0.80
	技术政策计划(国 III)	2014 年左右	\	\	\	7.5	0.60
	US Tier4(inter)	2008-1-1	\	\	\	7.5	0.60
	US Tier 4(final)	2013-1-1	8.0	\	\	7.5	0.40

4.3 小型点燃式汽油发动机（19kW 及以下）

小型汽油机是指 19kW 以下的小型单缸汽油机,在我国称通用小型汽油机,其广泛用于农业、林业（包括园林）、发电、消防、市政、娱乐。

根据 2007 年中国内燃机年鉴数据,2006 年我国共生产单缸小型汽油机 914.3 万台,细分可分为:

按销售细分:占总量的 80.1%的绝大部分产品出口国外。出口产品中的 50%以园林机械、娱乐设施等型式出口欧美市场,其余产品主要以发电机、农业机械、水泵等型式出口东南亚、非洲、中东地区。市场集中度以销售排名前五位为:临沂华盛、福建泰格、重庆宗申、江苏林海、江苏美达占总量的 54.1%。

按发动机机型细分:

项 目			产量（万台）	比率%
风冷	3kW 以下	四冲程	475.4	51.98

项 目			产量（万台）	比率%
风冷		二冲程	176.9	19.34
	3kW 以上	四冲程	255	27.88
		二冲程	4.2	0.46
水冷			3.1	0.34

从上表数据中可看出，因为受出口国排放标准的限制，生产企业采用排放量低的四冲程单缸汽油机作为主要产品，占总产量的 79.86%。而其中因为单缸汽油机的用途，又以风冷型 3kW 以下的机型为主，占总产量的 71.32%。

按配套机械细分：

配 套 机 械	数 量	比 率 %
发电机组	235.5	30.96
园林机械	226.5	29.78
水泵	25.3	3.33
农业机械（喷雾机、割灌机、微耕机、采茶机等）	178.9	23.52
林业机械	69.2	9.10
滑板车	15.0	1.97
海模、车模、航模	0.9	0.12
其他（地钻、工程机械、机动泵、清洗机、舷外机等）	9.3	1.22

从上表数据中可看出，发电机组、园林机械两项占了 60.74%，是主要配套对象。农、林业机械 32.62%占第二位。其余配套全部只

占 6.64%，是非常小的一部分。再根据上述出口情况的数据分析，占 60.74%中的发电机组和园林机械大部分是符合排放标准要求较高的欧美地区，而占 32.62%中的大多数农、林业机械没有排放标准、或排放标准限值较高。

美国，欧盟标准的情况

40 CFR PART 90 “≤19kW 的非道路点燃式发动机”以机器是否手持为基本分类原则，将发动机分为手持式和非手持式两大类，再根据排量进行细分。在标准的第二阶段对手持式发动机排量范围向下延伸，年型和限值见下表：

第一阶段：只针对新发动机，目标降低 HC 32%、CO 7%。实施年：1997 年 5 月。

发 动 机 分 类			排 放 (g / k W h)			
大类	小类	排量(cc)	HC+NO _x	HC	CO	NO _x
非手持式	I	≥100, <225	16.1	--	519	--
	II	≥225	13.4	--	519	--
手持式	III	<20	--	295	805	5.36
	IV	≥20, <50	--	241	805	5.36
	V	≥50	--	161	603	5.36

第二阶段：适用于整个发动机寿命期，目标为在第一阶段基础上降低 HC+NO_x59% 。时间按 8 年的时间，分段实施。

发 动 机 类 型			项 目	排 放 （ g / k W h ） 及 年 型						
大类	小类	排量		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
非手持式	I	$\geq 100, < 225$	HC+NO _x	16.1						
	I-A	< 66		50						
	I-B	$\geq 66, < 100$		40						
	II	≥ 225		18.0	16.6	15.0	13.6	12.1	12.1	12.1
手持式 II类	III	< 20		--	235	175	113	50	50	50
	IV	$\geq 20, < 50$		--	196	148	99	50	50	50
	V	≥ 50		--	--	--	143	119	96	72
非手持式	I	$\geq 100, < 225$	CO	610	610	610	610	610	610	610
	I-A	< 66		610	610	610	610	610	610	610
	I-B	$\geq 66, < 100$		610	610	610	610	610	610	610
	II	≥ 225		610	610	610	610	610	610	610
手持式 II类	III	< 20		--	805	805	805	805	805	805
	IV	$\geq 20, < 50$		--	805	805	805	805	805	805
	V	≥ 50		--	--	--	603	603	603	603

候选的耐久性要求，由制造商选择其产品的排放耐久性时间

发 动 机 类 型			排 放 耐 久 性 h		
大类	小类	排 量			
非手持式	I	$\geq 100, < 225$	50	125	300
	I-A	< 66	125	250	500
	I-B	$\geq 66, < 100$	125	250	500
	II	≥ 225	250	500	1000

发 动 机 类 型			排 放 耐 久 性 h		
大类	小类	排 量			
手持式 II 类	III	<20	50	125	300
	IV	≥20, <50	50	125	300
	V	≥50	50	125	300

欧盟相关标准由于 2002 年 12 月 9 日，发布 2002/88/EC 指令，修 97/68/EC 指令。增加了对非道路用点燃式发动机的排放规定。从 2004 年 8 月 1 日起，对功率 ≤19kW 的非道路用点燃式发动机执行第 I、II 阶段的排放要求。欧盟针对非道路点燃式发动机排放标准的技术路线是遵循美国法规，即相同的发动机分类、基本相同的美国第二阶段限值和试验循环。

我国标准制订情况是，标准处于待批阶段。技术内容与美国、欧盟完全相同，分国 I、II 两个阶段，实施时间不区分用途，同时实施。时间间隔为 2-3 年。所以技术政策与待批标准相协调，定义了国 I、II 阶段基本要求，由于国 II 阶段未实施耐久性要求，所以要求，国 III 阶段开始实施耐久性，同时计划自 2016 年起，利用 5 年时间分用途实施与美国相当的国 III 要求。

4.4 大型点燃式汽油发动机

在上面统计数据中已提到，2006 年大型汽油发动机和气体发动机配套量已达到年 9 万台的水平。汽油机主要配套工业车间内的叉车，部分与气体发动机一样配套移动式发电机组。从填补控制领域空白角度看，已达到需要控制的范围。同类型的汽车用汽油发动机

已开始国 III 阶段，非道路不能落后过多。由于标准制订的时间表无法准确定义，所以在技术政策内规定国家尽快实施排放控制要求，具体规定国 I、II 达到美国 1、2 阶段同水平的要求。由于美国 3 阶段标准已在拟定中，所以技术政策给出了一个相对较长的时间限制，即 2018 年开始国 III。

美国标准同类标准是 CFR PART 1046，2004 年至 2006 年第 1 阶段要求 HC+NO_x 小于 4.0g/kWh, CO 小于 5.0g/kW, 同时对工作状态恶劣的汽油机 CO 放宽到 130g/kW。未要求恒速汽油机、高速汽油机、560kW 以上大功率汽油机等。2007 年第 2 阶段 HC+NO_x 降低到 2.7g/kWh, CO 降低到 4.4g/kW。保持对工作状态恶劣的汽油机 CO 放宽程度，即 130g/kW。对该类汽油机美国标准还有一个非常重要的内容是现场测试，并对现场测试限值进行了规定。同领域的汽车用汽油机已达到国 III 排放水平，所以对非道路大型汽油机排放控制的要求，排放量和时间表应属于合适范围。

4.5 国家政策

《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》（国发[2006]8 号）调整了进口税收优惠政策，对列入国家发展重点的重大技术装备和产品，条件成熟时，由财政部会同发展改革委等部门制定专项进口税收政策，对国内生产企业为开发、制造这些装备而进口的部分关键配套部件和原材料，免征进口关税或实行先征后返，进口环节增值税实行先征后返。国家在年度投资安排中设立专项资金，对国家重点建设工程所需以及对结构调整和产业升级有重大影响的重

大技术装备的技术进步项目，给予重点支持。

国务院实施农机具购置补贴政策，2009 年将农机具购置补贴增加至 100 亿元，补贴范围覆盖全国所有农牧业县（场），补贴对象包括农民、农场职工及直接从事农机作业的农业生产经营组织，允许农民以拟购买的农机具作为抵押物向金融机构贷款。为将补贴政策落实到实处，农业部执行国家支持推广的农业机械产品目录制度。

对于本技术政策来讲，上述国家政策（及其他相关政策）实质上已开始对高效、节能、环保的非道路移动机械进行政策支持，所以，技术政策制订的税收、消费补贴内容是可行的，可以为将来政策适用范围扩展到更多非道路移动机械领域起到技术支持的目的。

（二）新生产非道路移动机械

首要原则是新生产的“源头”控制、在用治理“末端”辅助、“从生到死”全程控制的思想。

根据《中华人民共和国大气污染防治法》第三十三条规定“任何单位和个人不得制造、销售或者进口污染物排放超过规定排放标准的机动车船。”，本技术政策制订了依法生产和销售的要求。

对经型式核准的产品的生产过程进行质量控制，是保证稳定达标的重要保证。在相关排放标准中都有详细规定，本技术政策对生产一致性保证进行了要求。

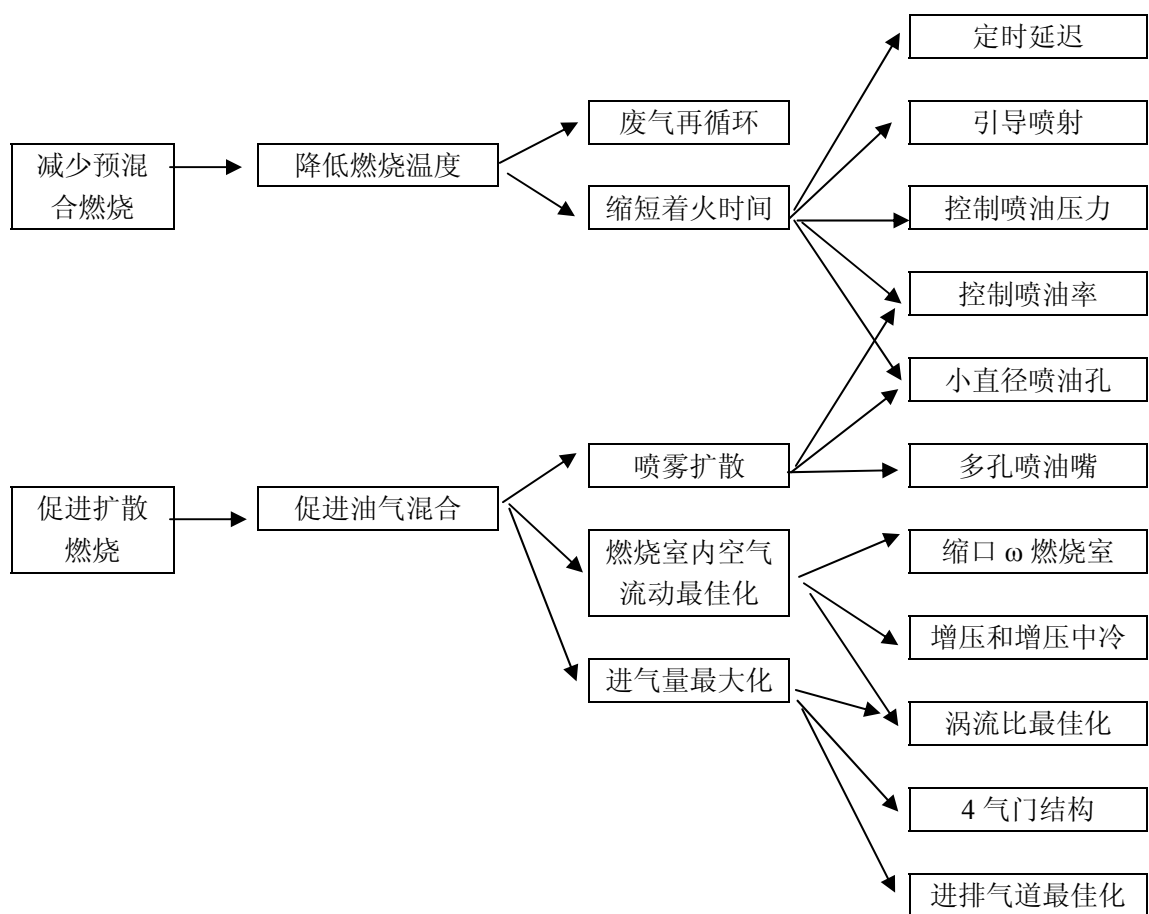
推荐的污染防治技术措施

1. 污染防治技术是一项比较复杂的技术工程。不仅仅是一、二种高性能参数技术应用后就可以“立杆见影”，是利用各种技术综合

优化的结果，特别对应用范围大、发动机机型复杂、应用环境远较汽车恶劣的非道路移动机械。为使技术政策推荐的技术措施可以很好地对行业起到引导作用，且不会给相关管理制度和企业生产选择技术带来硬性要求，本技术政策原则上根据排放标准的要求，选择合适排放控制措施，综合匹配，达到最佳的环境经济综合减排效果。同时列举了部分排放关键零部件更高技术发展形式，要求生产企业的研发、生产和应用方向是更先进的排放控制系统，并起到技术政策应该有的技术引导作用。

2. 对发动机加装一般后处理系统，是比较容易达标的一种技术手段。由于未从根本上认真研究排放控制技术，只起到应付标准的目的，在实际生产和使用中会出现各种各样的问题，所以，本技术政策要求以发动机机内燃烧为基础，后处理系统只能是辅助手段。对应更高的标准阶段，应使用先进的后处理系统，并要求针对后处理系统劣化、还原剂使用进行电控，防止重大污染事故的发生。比如：颗粒物过滤器堵塞，用户可能进行拆除；SCR 技术策略是将 NO_x 排放升至一个较高量，然后用还原剂进行还原（具体原理介绍在下面中论述）。由于还原剂属于消耗品，存在用户不使用的可能性。一旦出现后处理系统不能正常工作的情况，将会对环境造成更恶劣的污染。在汽车欧 III、IV 阶段都曾发现过类似问题。所以，标准无一例外，都进行了详细的规定和技术限制。在汽车中称为 OBD 系统，在非道路中无 OBD 限值要求，只要求基本功能性故障的诊断。

2.1 柴油机排放主要控制原理如下表：



主要具体技术措施

1) 增压和增压中冷:

将发动机排气废气能量利用涡轮增压器将进气进行增压，加大进气量，防止混合气过浓，因缺氧而生成微粒。对增压后空气进行冷却（可能包括 EGR 系统混合的部分废气）控制 NO_x 的生成。虽然 NO_x 排放控制与发动机整体设计相关，但每降低 10°C 进气温度，则可对对应降低 NO_x 排放量 5%-7%。比较典型的做法是，通过热交换器对增压后的空气进行冷却（通称中冷器），降低进气温度，增加进入气缸内的空气密度，加大发动机输出功率。中冷器有两种型式：空-空冷却

和水-空中冷却。由于水-空冷却方式是与发动机散热器交换热量，只能将中冷前进气温度（150℃左右），降至中冷后的 90℃左右。而空-空冷却是通过与大气交换热量，所以冷却后的温度取决于大气环境温度和中冷器设计参数。由于非道路移动机械热负荷和散热能力与道路车辆情况不一致，非道路机械的中冷器的冷却效率不如道路车辆。在综合布置空间位、NO_x控制难度、发动机功率密度、综合成本等因素基础上，生产企业在第 1、2 阶段标准有应用选择增压中冷或水-空中冷的技术策略技术。美国 EPA 在制订第 3 阶段标准时，也考虑了这个因素，将第 3 阶段标准（NO_x+NMHC）严格程度与 2004 年道路车辆水平相当。

发动机需要增压器在所有工况提供足够的空气量来保证合适的空燃比，控制 PM 生成，大缸径柴油机在第 1、2 阶段使用普通增压器基本可满足要求，而小缸径柴油机因为转速快，排放控制难度大，采用带放气阀的废气涡轮增压器，大缸径柴油机在第 3 阶段也需要该技术。通过小涡壳技术增加增压比，保证低转速时获得足够的进气量，而高转速时通过打开旁通阀放掉部分废气，以保证增压器不超速。在考虑非道路移动机械的某些特定区域的工作方式，如高原地区，为保证足够的进气量，生产企业设计了两级增压的方式。随着排放标准在第 3、4 阶段和发动机电控技术的应用，为获得更高的增压比，两级增压方案转移到一般发动机上，同时新的电控变截面增压器 VGT/VNT 也应运而生。

2) 废气再循环 EGR (Ehaust Gas Recycle)

从排气中引出一部分经冷却/或不冷却，与发动机进气混合重新

进行入气缸，利用废气中的大量惰性气体参与燃烧来降低燃烧温度，以减少 NO_x 生成几率。按照 EGR 废气取气点分为三种型式：高压 EGR、低压 EGR 和内部 EGR：

高压 EGR 系统是从涡轮增压器上游端取气后进入进气歧管，特点是压力高于排气压力，需要文特里管、进气节气门、泵等硬件装置，存在使得涡轮增压器动能降低的缺点；

低压 EGR 系统是从涡轮增压器下游端取气。但该系统一般不会对在柴油机中应用，因为增压器、中冷器等容易被排气中颗粒物或其它成分污染。

内部 EGR 系统是通过控制气门开启时间，或设计排气门在一个工作循环中再打开一次，引导相邻气缸的废气通过排气歧管进入气缸。

虽然 EGR 系统混合废气进入进气系统，使得进气温度提升。但因为进气温度升高而使得 NO_x 增加的量低于因为燃烧过程混入废气而使得的 NO_x 降低的量，所以在标准前期，由于 NO_x 控制不难，EGR 只是可选择的一种技术变通或低成本技术方案，有部分生产企业选择非冷却 EGR 系统，或内置 EGR 系统。因为 EGR 系统在降低 NO_x 的同时，会使得 PM 排放和燃料消耗量增加，必须对发动机各工况点确定最佳的 EGR 率和空燃比，随着第 3 阶段标准要求加严，利用发动机散热器对 EGR 系统引出的废气进行冷却和通过电控系统精确控制 EGR 率成为各生产企业控制 NO_x 的重要技术手段。

混合气的形成

进气流动、混合气在缸内的混合和燃烧过程之间是相互作用的复杂体系，特别在燃烧后期，将这些作用关系通过喷射系统与燃烧室、涡流之间的匹配进行优化，对柴油机经济性和排放将起到重要的作用。否则使用更多、更先进的技术也未必达到理想的结果。直喷柴油机燃烧室（采用 ω 形，缩口或比缩口）活塞顶部燃烧室形状。

其中喷油系统的作用至关重要，下表中是相应标准阶段对应喷油压力，虽然不是绝对值，但相关性比较大。

标准阶段	泵端压力 MPa	嘴端压力
第1阶段	80	100
第2阶段	100	120
第3阶段	120-140	140-160
第4阶段	140-160	160-180

具有高喷射压力、喷射规律经电控柔性可调的电控喷油系统是先进发动机系统的代表。国外发展阶段是从机械泵、中间阶段存在机械式电控预行程泵（在我国由于没有自主知识产权的更高级系统，是被列入国家高新产品支持内容的，在汽车国 III 阶段得到广泛应用）和最后阶段的电控单体泵、共轨系统及泵喷嘴系统。机械式电控预行程泵除了使用、适用性较好，比较适合我国国情外，灵活控制性无法达到先进喷油系统的高度。所以，为鼓励尽快拥有自主知识产权时间控制式电控喷油系统，本技术政策推荐逐步实现发动机电控的产品升级。

3) 柴油机用后处理系统

柴油机用后处理装置对 NO_x 和 PM 转化效率

技 术	缩 写	NO_x	PM
氧化催化器	DOC	无效	20-30%
颗粒过滤器	DPF	无效	60-90%
选择催化还原	SCR	70-90%	10-25%
NO_x 吸附/Lean- NO_x 催化器	NRC	30-90%	25-35%

SCR 系统：通过对排气喷入尿素 (13.5%) 和水的混合还原剂，将 NO 还原成 N_2 ： $\text{NO} + \text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。技术重点是还原剂喷射策略和控制精度，以及还原剂供应问题。

NO_x 吸附/Lean- NO_x 催化：将 NO_x 限制吸附在催化剂上，当 CO 和 HC 富状态下，将 NO_x 释放出来还原成 N_2 ，技术重点是燃料中的硫的适应性（要求比较高，小于 50ppm），以及贵金属的量和配方。

颗粒过滤器：分为壁流式和层流式两型式，捕集的效果不同，对于颗粒堵塞处理要求也不同。技术重点是再生（主动再生和被动再生）。

主动再生：直接氧化 ($>600^\circ\text{C}$)： $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$;

被动再生： NO_2 氧化 ($300-400^\circ\text{C}$)： $\text{C} + 2\text{NO}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{NO}$

层流式 DPF 再生，规则为 $\text{NO}_x/\text{PM}=25/1$ ($>260^\circ\text{C}$ 排气温度的时间需占 40%)。

2.2 汽油机

解决混合气形成和优化燃烧同样是汽油机降低排放的重要技术

措施，可实现空燃比精确控制的电控系统也同样是先进点燃式发动机的特征。应用直喷和稀薄燃烧、增压技术可有效提高汽油机的效率，达到降低排放的目的，是国际汽油机发展的趋势。

与柴油机后处理系统不同，汽油机排气污染物中含有大量 HC 和 CO 活性物质。三元催化器对降低汽油机的排放非常有效和可靠、是重要组成部分。通过控制 λ 比在 1 左右，可以将 NO_x 、CO、HC 三种汽油机主要污染物同时降低。先进的控制方式是通过氧气传感器和发动机 ECU 形成闭环控制方式准确控制 λ 值控制窗，达到催化污染物的目的。对于二冲程等排放控制难度大，基础点低的机型初期可能使用氧化型催化器，但最终必须向三效催化方向发展。

2.3 单缸柴油机的特殊情况

小缸径柴油机（主要范围 37kW 以下柴油机）是属于比较特殊的一类机型。在我国单缸柴油机全部是 37kW 以下，其排放控制不能完全参考国外的经验，其排放控制主要内容：以出口为目的，达欧盟 CE 和美国 EPA 认证的机型所采用技术为例说明，即使用直喷式燃烧室，除选择合适喷油正时外（保证容易起动），进气道带导气屏螺旋气道、缩口“ ω ”型燃烧室、较高的压缩比（ $\varepsilon=20\sim 21$ ），再加带有喷油滞后的油泵柱塞、用多孔小压力室的 P 型喷油器代替 S 型喷油器等技术措施是降低颗粒污染物的单缸机主要技术手段。技术升级，特别是喷油系统升级（P 泵+P 嘴 约 100 元），对于价格成本（17 马力单缸柴油机约 2100 元）的提高，相对健康和环境是应该承受和可以承受的代价，而且随着应用、批量的增多，价格会下降到一个

合理状态，道路车辆由 AD 泵转向 P 型泵是比较好的代表实例。

（三）在用非道路移动机械的防治

1. 在用机械的防治在非道路移动机械开始治理的初期只能定位于辅助性。我国目前尚无对在用道路移动机械的检查、强制维护制度，需要通过本技术政策引导进行建立和加强。

2. 同样国家也无非道路移动机械的报废统一制度。而老旧机械的排放量非常大，足以抵消通过不断严格标准而获得的减排成果。所以，通过本技术政策引导，建立和加强国家相关报废制度。

3. 对功能性尚好，但排放超标的机械，国际上通用作法是开展示范项目，对各污染严重地区或城市，国家或地方政府鼓励对在用机械进行改造。如美国加州，世界上排放标准最严格的地区，建议了两种方法：一、加装后处理系统；二、发动机再制造。我国在北京等大城市，对在用汽车进行过类似的加装后处理系统的改造项目，但未采用再制造的方法。再制造的方法除明显节约综合能耗、原材料等大的环境利益外，最大的优点是由生产企业来负责的，技术可靠。而加装后处理系统最大的缺陷是由后处理系统生产企业负责，如何与机械和发动机的控制达成综合效果存在障碍。以美国非道路柴油机改造项目的成本核算为例：SCR 系统 50-60 美元/马力、DOC 系统 10-40 美元/马力、DPF 系统 80-125 美元/马力，后处理系统价格较高。所以，本技术政策对在用机械的改造要求必须经过论证、示范、评估后才能开展。改造项目除排放限值不同外，其他内容不低于排放标准的要求。

国际标准已发展到了针对在用机械实际使用状态的排放控制。该方法最大优点是：排放控制不再局限于试验室一种特定模式的数值，更有效控制实际使用状态下的排放量，有效防止不法生产企业进行“技术作弊”，为在用机械在使用寿命期内达标提供了方便的检测方法。美国在第 4 阶段就引入该方法（NTE），欧盟尚在计划中。本技术政策引导对该方法进行研究，并适时在我国实施。

对非道路移动机械排放的控制，是在其整个使用寿命期内进行控制。相关标准对此进行了规定，本技术政策在控制目标中也提出了排放控制系统耐久性的技术指标。而整个保证过程的基础是生产企业对在用机械的维护管理制度。所以，本技术政策对生产企业的维护管理制度提出详细的要求。

（四）非道路移动机械用燃料、油料、添加剂和还原剂的要求

1. 由于燃料的技术参数对发动机的燃烧过程和排放量的构成有直接影响，或对后处理系统的应用有间接影响。由于非道路移动机械用燃料供应渠道复杂，美国、欧盟在第 3 阶段前也没有具体技术参数要求。但第 3 阶段起，综合排放达标难度和第 4 阶段可能使用的先进后处理系统的技术要求，分别规定了 350ppm 和 15ppm 的规定。同样道理，符合我国轻柴油标准规定的国内市场油中硫含量为 1000-2000ppm，而第 III 阶段同样需要降低到 500ppm，第 IV 阶段需要达到 50ppm（保持与车用燃料相当的水平）。

2. 汽油生产和供应不像柴油一样复杂，依据我国车用汽油技术路线执行就可以了。但需要指出我国实施汽油无铅化后，为达到辛

烷值的要求，在汽油中加入的大量烯烃、芳烃、苯等对汽油机喷嘴有害的物质，易造成燃烧积碳后堵塞，所以，加入相应的汽油清净剂是必要的手段。

3. 随着发动机强化程度的提高，生产企业选择更高质量级别的润滑油是保证发动机可靠工作的基础，本技术政策也给予了要求。

4. SCR 系统需要尿素和水的混合溶液作为还原剂使用，国家为汽车而制订的还原剂标准在制订过程中，在本技术政策中对此也提出了要求。

（五）非道路移动机械排放试验设备和技术

此点是实施技术政策的配套条款，要求生产企业配置相应检测设备，因此国内设备生产企业生产国产排放设备，以满足生产企业低成本、大量使用检测设备需求。