

附件 8

《非道路移动污染源排放清单编制 技术指南（试行）》（征求意见稿）

编制说明

《非道路移动污染源排放清单编制技术指南》编制组

二〇一四年六月

项目名称：非道路移动污染源排放清单编制技术指南（试行）

项目统一编号：

起草单位：环境保护部机动车排污监控中心、北京理工大学

主要起草人：鲍晓峰、丁焰、尹航、黄志辉、王军方、马冬等

环保部科技标准司项目管理人：师华定 陈 胜

目 录

1 任务来源.....	163
2 指南制定的意义.....	163
3 编制原则与技术依据.....	164
3.1 编制原则.....	164
3.2 技术依据.....	164
4 主要编制工作过程.....	165
5 国外非道路移动源排放清单发展现状.....	165
5.1 NONROAD 模型简介.....	166
5.2 EMEP/CORINAIR 方法简介.....	167
6 主要技术内容及说明.....	169
6.1 排放源分类分级方法.....	169
6.2 排放量计算方法.....	171
6.3 源排放清单的应用与评估.....	185
7 指南实施建议.....	185

《非道路移动污染源排放清单编制技术指南（试行）》

编制说明

1 任务来源

非道路移动污染源是我国氮氧化物（NO_x）、细颗粒物(PM_{2.5})排放的重要来源之一，是造成大气区域灰霾污染和光化学烟雾污染的重要原因。为防治大气污染、降低光化学烟雾和灰霾现象发生频率，环境保护部科技标准司于 2012 年启动了环保公益科研专项重点项目“移动源氮氧化物总量控制与监管技术体系研究”，旨在摸清我国移动污染源排放底数，评估减排潜力，研究排放控制及管理方法。其中，非道路移动污染源排放模型构建工作由环境保护部机动车排污监控中心、北京理工大学承担。今年，环境保护部科技标准司下达了编制《非道路移动污染源排放清单编制技术指南（试行）》（以下简称《技术指南》）的任务。依托项目“移动源氮氧化物总量控制与监管技术体系研究”的阶段性研究成果，我们开展了《技术指南》编制工作。

2 指南制定的意义

1) 实现非道路移动污染源排放清单编制的标准化和规范化

非道路移动污染源是我国大气污染物排放的重要来源，然而目前我国缺少一套科学准确的非道路移动源排放清单编制技术方法，缺少一套适合我国本土的非道路移动污染源排放因子数据库，这给我国非道路移动源排放清单的估算带来了很大的不确定性。为此，我们编制了《技术指南》，用于指导各地环境保护部门以统一的方法学和数据质量要求计算非道路移动污染源排放。

2) 促进非道路移动污染源排放控制和管理

摸清非道路移动污染源排放底数是开展非道路移动污染源排放控制的前提。非道路移动污染源排放清单的编制，有助于加强对非道路移动源排放特征的了解，掌握其行业、地域分布，定量评估各项技术和方案的减排效果，筛选技术可行、经济可接受的最优方案，实现非道路移动源排放的科学、实用、高效管理。

3 编制原则与技术依据

3.1 编制原则

1) 可行性原则

技术指南的编制充分考虑了方法的可行性,即保证计算公式中各项参数充分可获。对于推荐方法,保有量、燃油消耗量等可由统计部门、交通运输部门、农业部门及相关行业协会获得;平均额定净功率、负载因子、年均使用小时数、年均行驶里程等可引用指南参考值或由调查获得;排放因子由指南给出。

2) 完整性原则

基于我国非道路移动源现状,建立包括工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组、船舶、铁路内燃机车、民航飞机主要污染物排放量计算方法。

3) 准确性原则

指南对不同的计算方法、活动水平、排放因子等指定了不确定性等级,使用者可在确保方法可行的基础上,尽量选取不确定性等级低的计算方法、活动水平、排放因子,以提高排放清单的准确性。

3.2 技术依据

本指南编制过程中,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》

《重点区域大气污染防治“十二五”规划》

《三轮汽车与低速货车用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国 I、II 阶段)》(GB19756-2005)

《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)》(GB20891-2007)

《非道路移动机械用小型点燃式发动机排气污染物排放限值与测量方法(中国第一、二阶段)》(GB26133-2010)

《农用运输车自由加速烟度排放限值及测量方法》(GB 18322-2002) 等

4 主要编制工作过程

1) 2014 年 2 月成立编制组。依托环保公益科研专项重点项目“移动源氮氧化物总量控制与监管技术体系研究”的科研团队，成立了《技术指南》编制组。主编单位：环境保护部机动车排污监控中心，参编单位：北京理工大学。

2) 2014 年 3 月召开大纲讨论会：收集和调研国内外有关排放清单编制技术指南的资料。编制组召开大纲讨论会，确定了指南编写大纲及工作进度安排。

3) 2014 年 3-4 月编写《技术指南》初稿。

4) 2014 年 4 月 16 日，环境保护部科技标准司在北京召开《技术指南》（第一稿）专家咨询会，编制组根据审议意见，对文稿进行了修改，形成第二稿。

5) 2014 年 5 月 23 日，环境保护部科技标准司在北京召开《技术指南》（第二稿）专家咨询会，编制组根据审议意见，对文稿进行了修改，形成第三稿及编制说明。

5 国外非道路移动源排放清单发展现状

排放清单的编制是制定污染控制对策的基础。为确保排放清单计算结果准确性，不同国家和组织先后发布了排放清单制定指南或者要求。美国 EPA 根据各州、地方和部落空气污染防治机构对其管辖范围内的污染源排放评估以及排放模型输入数据，结合 EPA 补充数据进行修正，每三年发布一次美国国家排放清单（NEI）。最新排放清单是 2013 年 3 月发布的第三版 2008NEI。美国 EPA 发布了一系列导则和指南用于指导排放清单编制工作。1978 年颁布的 AP-42（空气污染排放因子汇编）是美国 EPA 最基本的排放因子信息汇编，内容涵盖超过 200 种空气污染源种类排放因子和过程信息。一种污染源种类代表了一个具体的工业部门或一组类似排放源，相应排放因子通过源测试数据、物料平衡研究以及工程评估等方法获取。AP42 分为 2 卷，第一卷为点源和面源；第二卷为移动源，涵盖非道路移动源。自上世纪 70 年代发布第一版本后，非道路移动源排放因子一直没有更新，目前已被非道路排放因子模型（NONROAD）取代。

联合国欧洲经济委员会（UNECE）1979 年在瑞士日内瓦通过并执行应对空气污染对人体健康和环境影响的《长距离跨国界空气污染公约》（LRTAP）。LRTAP 要求签约国每年汇报网格大小为 50km*50km 的国家排放清单数据。配合公约的执行和跨界污染问题的解决，欧洲环境署（EEA）成立了一项欧洲污染物监测和

评价计划 (EMEP)。EMEP 能够为各国提供大气污染物的监测数据, 以及污染物跨界传输等重要信息。在 EMEP 之下, UNECE 在 1985 年启动了环境信息协调和大气排放 (CORINAIR) 项目。CORINAIR 和 EMEP 共同制定了排放清单指导手册 (EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook), 用来指导欧盟国家排放清单编制工作。其中, 排放清单指导手册提供了非道路移动源清单编制方法, 包括不同类型非道路机械排放因子简化和完整的计算方法, 数据的收集和不确定性分析。

5.1 NONROAD 模型简介

NONROAD 模型用于估算全国或指定区域的年排放量, 也可用于估算不同时间段污染物的排放量。该模型按照不同的发动机功率、燃料种类、排放控制阶段, 提供了相应的基本排放因子、活动水平和使用状况数据, 同时考虑了各种环境条件及相关因素对排放结果的影响。

根据用途的不同, NONROAD 模型将陆上非道路源分为 9 类, 见表 1。

表 1 NONROAD 非道路移动源按用途分类型

序 号	类 型
1	全地面越野车和越野摩托车等娱乐车辆
2	清理树叶和积雪的风机、商用及家用割草机
3	娱乐或商用的摩托艇、游艇以及轮船
4	油锯等勘探仪器
5	清扫车、铲车等工业机械
6	拖拉机
7	装载机、挖掘机等工程机械
8	铁路内燃机车
9	通用航空飞机

根据燃料类型和发动机功率, 将非道路移动机械分为 10 类, 见表 2。

表 2 非道路移动源机械类型

功率(马力)	柴油发动机	2 冲程汽油机	4 冲程汽油机
HP1	≤16	≤3	≤6
HP2	17~25	3~16	6~16

HP3	26~50	17~25	17~25
HP4	51~100	26~50	26~50
HP5	101~175	51~100	51~100
HP6	176~300	101~175	101~175
HP7	301~600	176~300	176~300
HP8	601~750	301~600	301~600
HP9	>751	601~750	601~750
HP10	—	>751	>751

NONROAD 模型中各污染物排放量的计算方法如下公式(1):

$$E = EF_{adj} \times P \times G \times LF \times hr \quad (1)$$

其中：E — 排放量，g/day 或 g/year； EF_{adj} — 综合排放因子，g/hp·hr；P — 设备保有量；G — 平均额定功率，hp；LF — 负荷因子；hr — 设备年使用小时数，hr/year。

CO、HC、NO_x 的综合排放因子计算如公式(2)所示：

$$EF_{adj} = EF_{ss} \times TAF \times DF \times TCF \quad (2)$$

其中： EF_{ss} — 基本排放因子，是新生产发动机的排放水平，是由检测机构给出的新发动机在常用的工作循环下的排放因子，g/hp·hr；TAF — 瞬态工况修正系数，是瞬态工况排放因子和稳态工况排放因子的比值；DF — 劣化系数，劣化后排放增加量与刚开始排放量的比值；TCF — 温度修正系数。

PM 的综合排放因子计算方法如公式(3)：

$$EF_{adj} = EF_{ss} \times TAF \times (DF - SPM_{adj}) \quad (3)$$

其中： SPM_{adj} — 柴油中硫含量修正系数。

5.2 EMEP/CORINAIR 方法简介

EMEP/CORINAIR 指导手册用于指导欧盟各成员国估算其年排放量。鉴于欧盟各成员国之间保有量及活动水平可获取程度不同，该手册提供了 tier1、tier2、tier3，共 3 类估算方法，同时给出其优先等级。

根据用途的不同, EMEP/CORINAIR 指导手册将非道路移动源分为 8 类, 详见表 3。

表 3 EMEP/CORINAIR 指导手册中按用途划分的非道路移动源类型

序 号	类 型
1	农业柴油非道路移动机械
2	林业柴油非道路移动机械
3	工业柴油非道路移动机械
4	二冲程汽油非道路移动机械
5	四冲程汽油非道路移动机械
6	船舶
7	内燃机车
8	通用航空飞机

根据燃料类型和发动机功率,将非道路移动机械分为 8 类, 见表 4。

表 4 EMEP/CORINAIR 指导手册中按功率划分的非道路移动机械类型

柴油发动机	2 冲程汽油机	4 冲程汽油机
≤20	≤2	≤2
20~37	2~5	2~5
37~75	5~10	5~10
75~130	10~18	10~18
130~300	18~37	18~37
300~560	37~75	37~75
560~1000	75~130	75~130
>1000	130~300	130~300

其中, Tier1 方法为简易方法, 按用途提供排放因子, 基于按用途划分的燃油消耗量及对应的排放因子计算排放量; Tier2 方法为一般方法, 按用途、排放阶段提供排放因子, 基于按用途、排放阶段划分的燃油消耗量及对应排放因子计算排放量; Tier3 方法为复杂方法, 按类别、功率段、排放阶段提供排放因子, 基于按类别、功率段、排放阶段划分的保有量、额定净功率、负载因子、使用小时数及对应的排放因子计算排放量。

Tier1、Tier2、Tier3 方法使用的优先等级如图 1 所示。

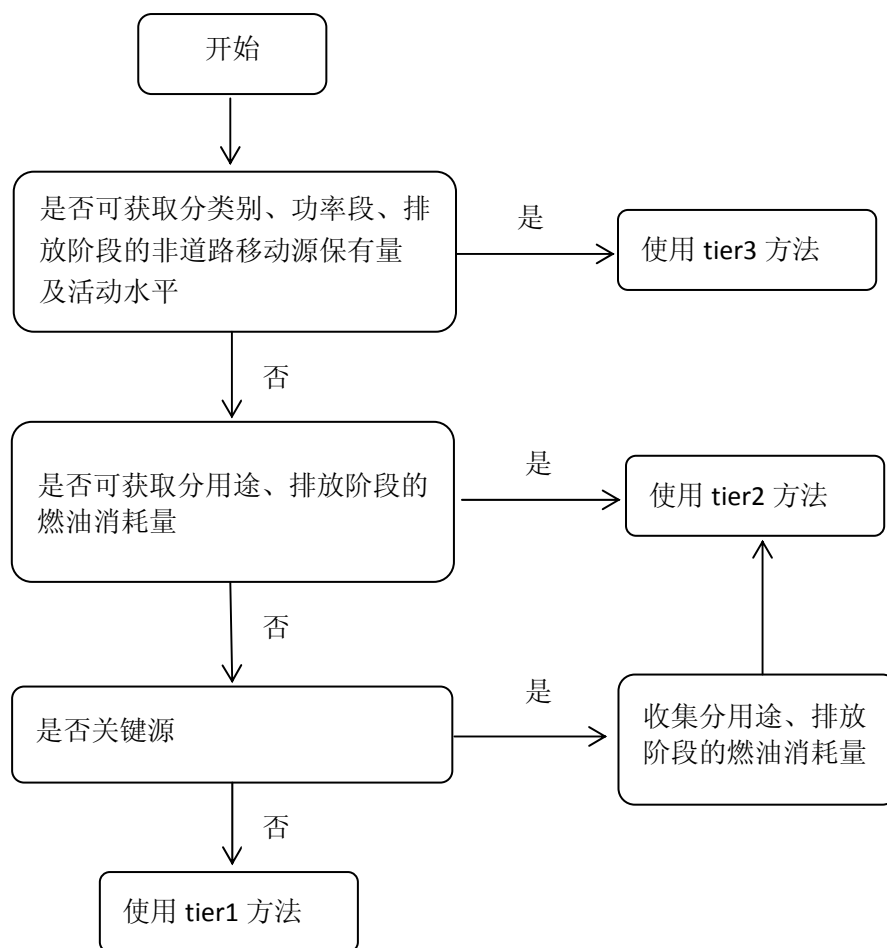


图 1 欧盟非道路移动污染源排放计算决策树

6 主要技术内容及说明

6.1 排放源分类分级方法

参照国际经验及我国目前的实际状况，将非道路移动污染源按用途分为工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组、铁路内燃机车、船舶、飞机。

其中，参考《中国工程机械工业年鉴》，将工程机械分为挖掘机、推土机、装载机、叉车、压路机摊铺机、平地机及其他；参考《中国统计年鉴》、《中国农业机械年鉴》，将农业机械分为拖拉机、联合收割机、农用运输车、排灌机械及其他。

我国于 2007 年 4 月发布了《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)》(GB20891-2007), 将工程机械、农业机械、柴油发电机组等按功率分为 6 个区间, 分别为 560~130、75~130、37~75、18~37、8~18、0~8kw, 每个区间赋予不同的排放限值。考虑到 8~18、0~8 功率段无 HC、NO_x、PM 排放限值, 560kw 以上功率段的非道路移动机械较少, 因此将 8~18、0~8 功率段并入 18~37kw 功率段, 560kw 以上功率段并入 560~130kw 功率段。即将工程机械、农业机械、柴油发电机组分为~130、75~130、37~75、0~37kw, 共 4 个功率段。

目前, 我国已制定工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组国III阶段排放标准, 为此, 将这些机械按排放标准分为国 I 前、国 I、国 II、国III, 共四个阶段; 我国尚未制定船舶、铁路内燃机车、飞机等的排放标准, 因而统一按国 I 前阶段处理。

我国非道路移动源分类见图 2。

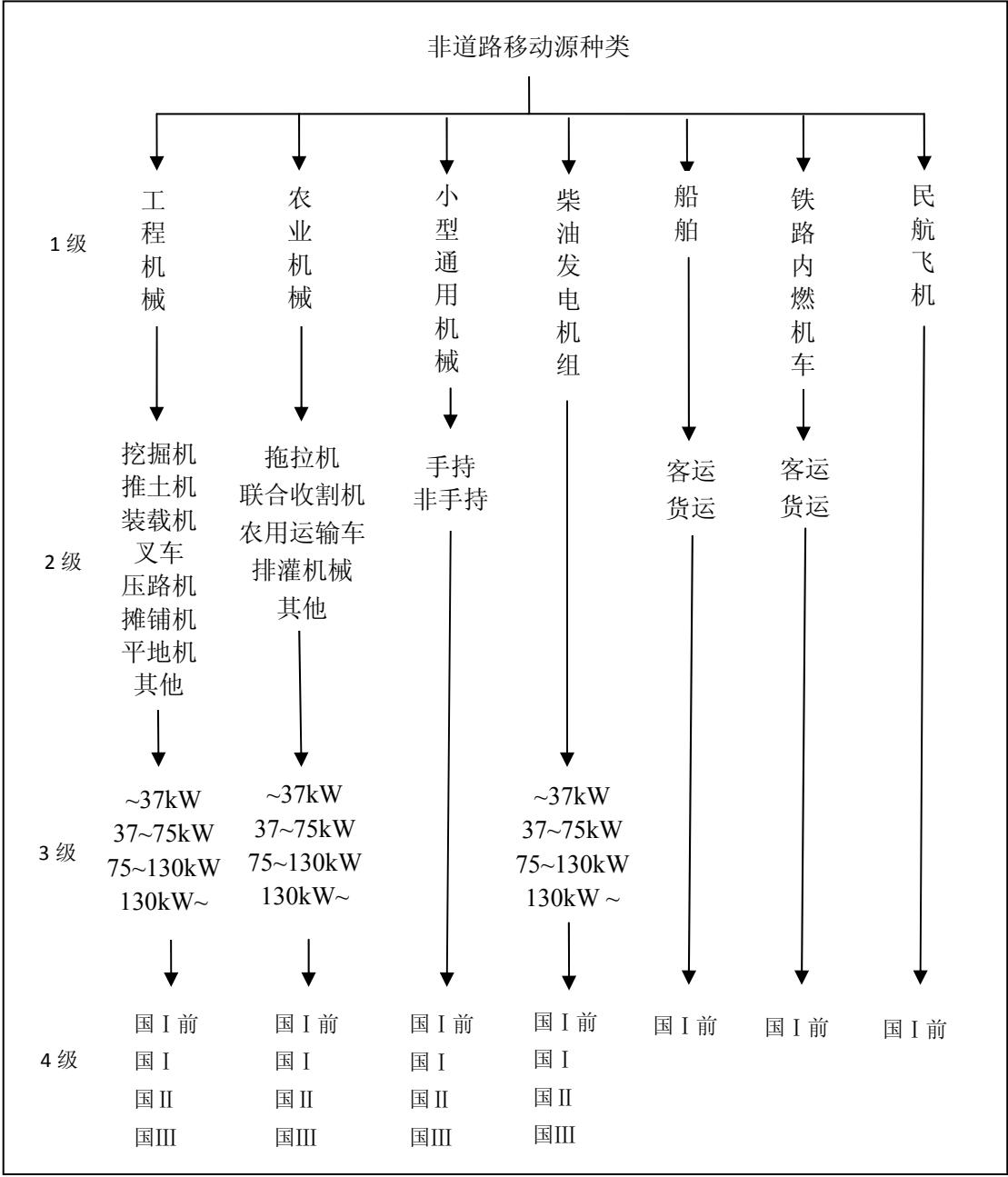


图 2 非道路移动源分类

6.2 排放量计算方法

6.2.1 非道路移动机械

包括工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组等。

6.2.1.1 方法选择

参照欧盟排放清单，根据计算结果的准确程度，依次分为复杂方法、一般方法、简易方法，使用者可基于掌握的排放源相关信息，选择合适的方法，详见图

3。

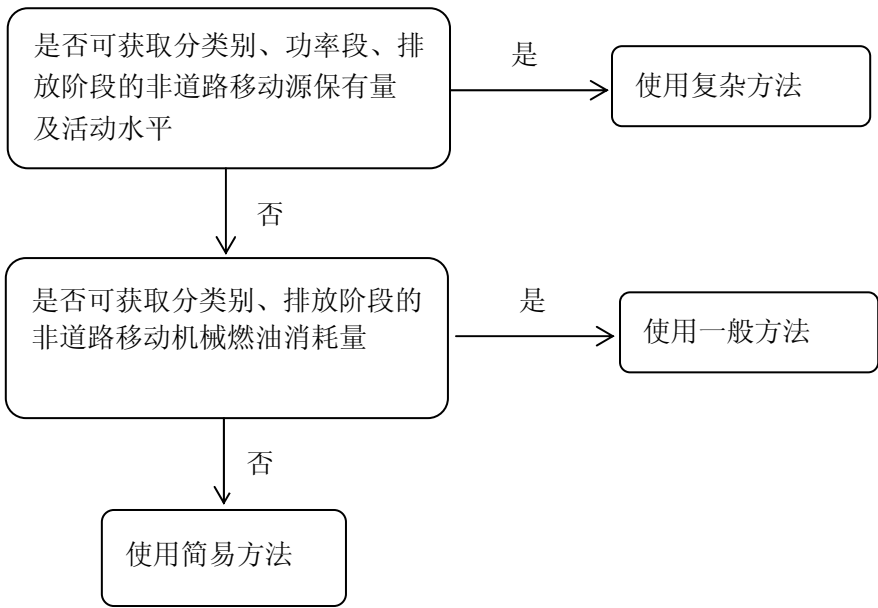


图 3 非道路移动污染机械排放计算决策树

6.2.1.2 简易方法

1) 计算方法

适用于简易方法的的计算公式如下：

$$E = \sum_{i=1}^n (Y_i \times EF_i) \times 10^{-6} \tag{4}$$

式中：E—非道路移动机械污染物排放量，吨； Y_i —i 用途非道路移动机械燃油消耗量，千克； EF_i —i 用途非道路移动机械平均排放因子，克/千克燃料；n—非道路移动机械用途数，种。

2) 排放因子

鉴于我国非道路移动机械排放标准参照欧盟标准制定，因此指南中适用于简易方法的平均排放因子采用欧盟 EMEP/CORINAIR 中的 tier1 排放因子，详见表 5。

表 5 适用于简易方法的非道路移动机械平均排放因子（g/kgfuel）

部门	PM	PM _{2.5}	THC	NO _x	CO
工程机械	2.086	2.086	3.385	32.792	10.722
农业机械	1.738	1.738	3.366	35.043	10.939

小型通用机械	/	/	242.197	2.765	620.793
柴油发电机组	2.086	2.086	3.385	32.792	10.722

6.2.1.3 一般方法

1) 计算方法

对于农用运输车，与低速汽车等同。考虑到 2007 年全国污染源普查时已建立其排放量计算方法，因此指南沿用了该方法，计算公式如下：

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^p (P_{i,k} \times EF_{i,k} \times M_{i,k}) \times 10^{-6} \quad (5)$$

式中：E—农用运输车污染物排放量，吨； $P_{i,k}$ —i 机型、k 阶段农用运输车保有量，辆； $EF_{i,k}$ —i 机型、k 阶段农用运输车稳定运行综合排放因子，克/公里； $M_{i,k}$ —i 机型、k 阶段农用运输车年均行驶里程，公里/(年·辆)；n—农用运输车车型种类数，种；p—农用运输车排放阶段数，个。

对于其他非道路移动机械排放量，其一般方法的计算公式如下：

$$E = \sum_{i=1}^n (Y_{i,j} \times EF_{i,j}) \times 10^{-6} \quad (6)$$

式中：E—非道路移动机械污染物排放量，吨； $Y_{i,j}$ —i 类别，j 阶段非道路移动机械燃油消耗量，千克； $EF_{i,j}$ —i 类别，j 阶段非道路移动机械平均排放因子，克/千克燃料；n—非道路移动机械部门数，种。

2) 排放因子

指南中适用于一般方法的平均排放因子，由编制组参考欧盟清单、非道路移动机械型式核准数据，并根据机动车中心和北京理工大学实测数据给出。目前机动车中心、北京理工大学应用车载排放测试系统（PEMS）对 50 辆工程机械、37 台拖拉机、收割机进行了实际使用状态下的工况采集和排放测试，分析了其瞬态排放特征，结合工况特征参数，建立了我国本土的非道路移动污染机械排放因子数据库。

适用于一般方法的平均排放因子见表 6 至表 7。

表 6 适用于一般方法的农用运输车排放因子 (g/km)

类别	级别	PM	PM _{2.5}	THC	NO _x	CO
三轮农用 运输车	国 I 前	0.18	0.17	2.85	1.10	0.96
	国 I	0.18	0.17	2.85	1.10	0.96
	国 II	0.14	0.13	1.88	0.89	0.76
四轮农用 运输车	国 I 前	0.19	0.18	2.85	1.10	0.89
	国 I	0.19	0.18	2.85	1.10	0.89
	国 II	0.15	0.14	1.84	0.89	0.70

表 7 适用于一般方法的其他非道路移动源机械排放因子 (g/kgFuel)

类别	级别	PM	PM _{2.5}	THC	NO _x	CO
G<37kW	国 I 前	4.80	4.56	5.20	42.00	26.00
	国 I	4.00	3.80	5.20	42.00	26.00
	国 II	3.80	3.61	5.20	30.00	26.00
	国 III	2.50	2.38	5.00	27.30	22.75
37< G <75kW	国 I 前	4.34	4.12	5.65	45.60	28.20
	国 I	3.69	3.51	5.65	39.90	28.20
	国 II	1.74	1.65	5.65	30.40	21.70
	国 III	1.66	1.52	4.76	16.67	21.42
75< G <130kW	国 I 前	3.81	3.62	6.19	47.60	23.80
	国 I	3.33	3.16	6.19	43.80	23.80
	国 II	1.43	1.36	4.76	28.60	23.80
	国 III	1.22	1.12	3.91	13.66	21.96
G>130kW	国 I 前	3.50	3.33	6.50	50.00	25.00
	国 I	2.70	2.57	6.50	46.00	25.00
	国 II	1.00	0.95	5.00	30.00	17.50
	国 III	0.90	0.80	4.00	14.00	15.00

6.2.1.4 复杂方法

1) 计算方法

对于农用运输车排放量，其复杂方法与一般方法等同。

对于其他非道路移动机械排放量，其复杂方法的的计算公式如下：

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^p (P_{i,j,k} \times G_{i,j,k} \times LF_{i,j,k} \times hr_{i,j,k} \times EF_{i,j,k}) \times 10^{-6} \quad (7)$$

式中：E—非道路移动机械污染物排放量，吨； $P_{i,j,k}$ —i 机型、j 功率段、k 阶段非道路移动机械保有量，台； $G_{i,j,k}$ —i 机型、j 功率段、k 阶段非道路移动机械平均额定净功率，千瓦/台； $LF_{i,j,k}$ —i 机型、j 功率段、k 阶段非道路移动机械负载因子； $hr_{i,j,k}$ —i 机型、j 功率段、k 阶段非道路移动机械年均使用小时数，小时； $EF_{i,j,k}$ —i 机型、j 功率段、k 阶段非道路移动机械排放因子，克/千瓦时；n—非道路移动机械种类数，种；m—非道路移动机械功率段数，个；p—非道路移动机械排放阶段数，个。

2) 排放因子

指南中适用于复杂方法的平均排放因子，由编制组参考欧盟清单、非道路移动机械排放型式核准数据，并根据机动车中心和北京理工大学实测数据给出。

适用于复杂方法的农用运输车排放因子见表 5；其他非道路移动源的平均排放因子见表 8。

表 8 适用于复杂方法的其他非道路移动源机械排放因子（g/kWh）

类别	级别	PM	PM _{2.5}	THC	NOx	CO
G < 37kW	国 I 前	1.20	1.14	1.30	10.50	6.50
	国 I	1.00	0.95	1.30	10.50	6.50
	国 II	0.95	0.90	1.30	7.50	6.50
	国 III	0.55	0.52	1.10	6.00	5.00
37 < G < 75kW	国 I 前	1.00	0.95	1.30	10.50	6.50
	国 I	0.85	0.81	1.30	9.20	6.50

	国 II	0.40	0.38	1.30	7.00	5.00
	国 III	0.35	0.32	1.00	3.50	4.50
75 < G < 130kW	国 I 前	0.80	0.76	1.30	10.00	5.00
	国 I	0.70	0.67	1.30	9.20	5.00
	国 II	0.30	0.29	1.00	6.00	5.00
	国 III	0.25	0.23	0.80	2.80	4.50
G > 130kW	国 I 前	0.70	0.67	1.30	10.00	5.00
	国 I	0.54	0.51	1.30	9.20	5.00
	国 II	0.20	0.19	1.00	6.00	3.50
	国 III	0.18	0.16	0.80	2.80	3.00

6.2.1.5 推荐方法

1) 计算方法

鉴于目前适用于复杂方法的相关参数可由相关年鉴或调查获取，且复杂方法准确程度最高，因此推荐采用复杂方法计算。

2) 相关参数获取

1、保有量

对于农业机械，首先，通过统计部门或农业部门获取 1 级保有量；其次，通过实地抽样调查、文献调研等多种途径获得相关功率段分布，确定 2 级保有量；最后，通过调取机械登记注册年分布，或通过实地抽样调查、文献调研等途径获取排放阶段分布，确定 3 级保有量。

对于工程机械、小型通用机械、柴油发电机组等，首先，考虑到目前相关职能部门尚未统计其保有量，但相关行业协会已统计每年销售量，因此，建议按照近几年销量叠加获得 1 级保有量，经咨询相关行业协会，工程机械、柴油发电机组平均使用年限为 10 年，小型通用机械平均使用年限为 2 年，因此，建议工程机械、柴油发电机组保有量由 10 年销售量叠加获取，小型通用机械由 2 年销售量叠加获取；其次，通过实地抽样调查、文献调研等多种途径获得相关功率段分布，确定 2 级保有量；最后，通过销售日期，确定 3 级保有量。

工程机械、柴油发电机组保有量由近十年销量、进出口量叠加获得，见公式（8）。工程机械销量、进出口量采用《中国工程机械工业年鉴》数据，柴油发电

机组销量采用《中国内燃机工业年鉴》数据。

$$P = \sum_{i=q-9}^q (X_i + A_i - B_i) \quad (8)$$

式中：P—工程机械或柴油发电机组保有量，台； X_i —i 年工程机械或柴油发电机组销量，台； A_i —i 年工程机械或柴油发电机组进口量，台； B_i —i 年工程机械或柴油发电机组出口量，台；q—调查目标年。

小型通用机械保有量由近两年销量、进出口量叠加获得，见公式（9）。小型通用机械销量、进出口量采用内燃机工业协会数据。

$$P = \sum_{i=q-1}^q (X_i + A_i - B_i) \quad (9)$$

式中：P—小型通用机械保有量，台； X_i —i 年小型通用机械销量，台； A_i —i 年小型通用机械进口量，台； B_i —i 年小型通用机械出口量，台；q—调查目标年。

分功率段保有量基于实际调查获得，并按销售日期划分排放阶段，详见表 9。

表 9 基于销售日期的排放标准判定方法

类型		国 I 前	国 I	国 II	国 III
工程机械	挖掘机	~2008.10.1	2008.10.1~ 2010.10.1	2010.10.1~ 2016.4.1	2016.4.1~
	推土机				
	装载机				
	叉车				
	压路机				
	摊铺机				
	平地机				
	其他				
农业机械	大中型拖拉机				
	小型拖拉机				
	联合收割机				
	三轮农用运输车	~2007.1.1	2007.1.1~ 2008.1.1	2008.1.1~	
	四轮农用运输车				
	排灌机械	~2008.10.1	2008.10.1~ 2010.10.1	2010.10.1~ 2016.4.1	2016.4.1~
	其他				
小型通用机械	手持式	~2012.3.1	2012.3.1~	2014.1.1~	

			2014.1.1		
	非手持式	~2012.3.1	2012.3.1~ 2016.1.1	2016.1.1~	
柴油发电机组		~2008.10.1	2008.10.1~ 2010.10.1	2010.10.1~ 2016.4.1	2016.4.1~
船舶	客运	~至今			
	货运	~至今			
铁路内燃机车	客运	~至今			
	货运	~至今			
民航飞机		~至今			

注：三轮农用运输车排放标准等同于三轮汽车，四轮农用运输车等同于低速货车。

2、农用运输车年均行驶里程

建议基于实际调查数据获得年均行驶里程。

指南采用问卷调查的方式，选取沈阳、大连两城市，调查了 118 辆三轮农用运输车、143 辆四轮农用运输车，行驶里程分布情况如下图所示：

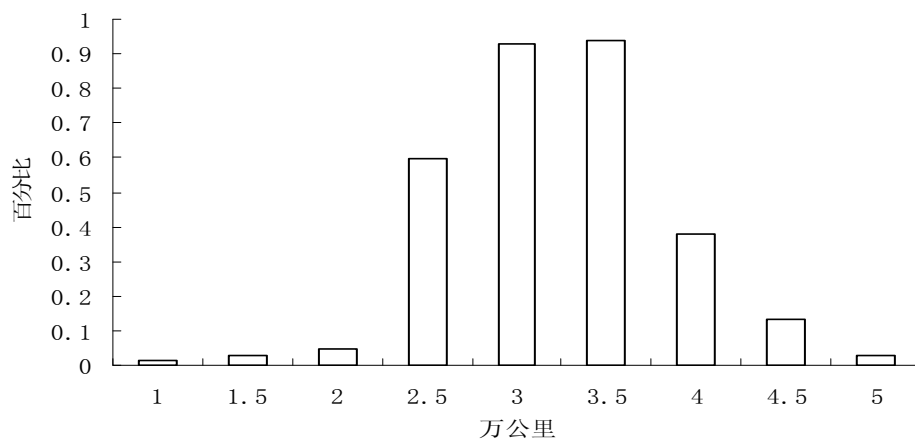


图 4 四轮农用运输车年均行驶里程分布比例图

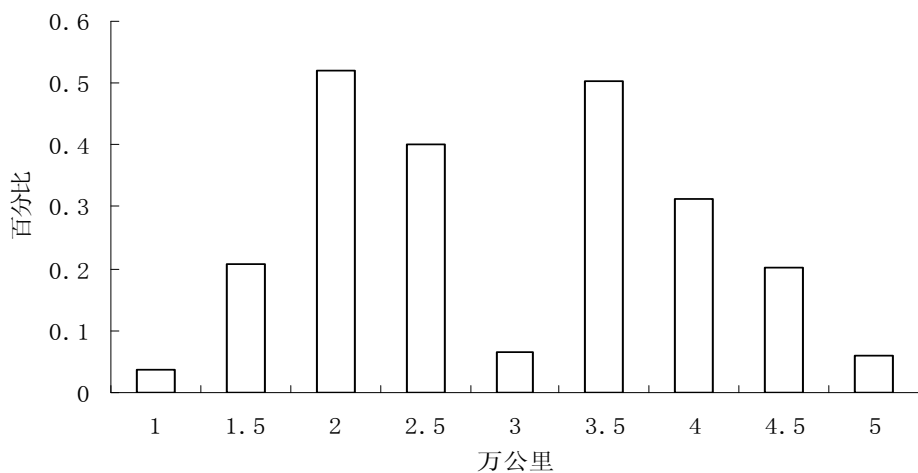


图 5 三轮农用运输车年均行驶里程分布比例图

以车辆年均里程分布比例作为权重，计算得到三轮农用运输车年均行驶里程为 23000 公里，四轮农用运输车为 30900 公里。

3、额定净功率

建议农业机械平均额定净功率采用《中国统计年鉴》、《中国农业机械工业年鉴》数据；其余非道路移动机械平均额定净功率采用实际调查数据。

指南通过调研年鉴数据、提取环保达标车型数据、咨询相关行业协会，获取我国不同非道路移动污染机械平均额定净功率，详见表 10。

表 10 非道路移动源推荐平均额定净功率

类型		平均额定净功率 (kW)
工程机械	挖掘机	80
	推土机	80
	装载机	80
	叉车	40
	压路机	80
	摊铺机	80
	平地机	80
	其他	30
农业机械	大中型拖拉机	29.2
	小型拖拉机	9.6
	联合收割机	42.5

	排灌机械	14.9
	其他	3.0
小型通用机械	手持式	0.7
	非手持式	4.5
柴油发电机组		88

4、负载因子

建议基于实际调查数据获得负载因子，经咨询相关行业专家，推荐取 0.65。

5、年均使用小时数

建议通过实地抽样调查、文献调研等多种途径获取。

对于工程机械、柴油发电机组，指南通过下列公式计算获取其年均使用小时数推荐值。

$$hr = \frac{hr_f}{LF \times S} \qquad (10)$$

式中： hr_f —全负荷操作条件下的总设计小时数，小时；LF—负载因子；S—总使用年限，年。

其中， hr_f 取 5000 小时，LF 取 0.65，S 取 10 年。

对于农业机械，年均使用小时数推荐值采用美国数据。

对于小型通用机械，年均使用小时数推荐值采用行业协会数据。

表 11 非道路移动源推荐年均使用小时数

类型		年均使用小时数（小时）
工程机械	挖掘机	770
	推土机	770
	装载机	770
	叉车	770
	压路机	770
	摊铺机	770
	平地机	770
	其他	770
农业机械	大中型拖拉机	500
	小型拖拉机	500
	联合收割机	150

	排灌机械	380
	其他	380
小型通用机械	手持式	50
	非手持式	125
柴油发电机组		770

6.2.2 铁路内燃机车

6.2.2.1 计算方法

对于铁路内燃机车排放量，基于燃料消耗量计算，方法如下：

$$E = (Y \times EF) \times 10^{-6} \quad (11)$$

式中：E—铁路内燃机车排放量，吨；Y—铁路内燃机车柴油消耗量，千克；EF—铁路内燃机车排放因子，克/千克燃料。

6.2.2.2 排放因子

指南中的铁路内燃机车排放因子，由编制组通过应用国内外相关研究结果，比较分析获得。

表 12 铁路内燃机车排放因子（g/kgFuel）

类别	PM	PM _{2.5}	THC	NO _x	CO
铁路内燃机车	2.07	1.97	3.11	55.73	8.29

6.2.2.3 燃油消耗量

对于铁路内燃机车，考虑到统计部门或交通运输部门未公开其燃油消耗量，但可由《中国统计年鉴》、《中国交通年鉴》获得客货周转量、货运日产量、铁路货运内燃机车油耗系数，因此，铁路内燃机车燃油消耗量可通过公式换算获得，计算公式如下：

$$Y_{\text{铁路}} = Y_{\text{铁路客}} + Y_{\text{铁路货}} \quad (12)$$

式中： $Y_{\text{铁路客}}$ —客运铁路内燃机车柴油消耗量，千克； $Y_{\text{铁路货}}$ —货运铁路内燃机车柴油消耗量，千克。

货运铁路内燃机车柴油消耗量等于铁路内燃机车货运周转量与相关油耗因子的乘积。对于铁路内燃机车货运周转量，其推导过程如下：

$$RC = H/T$$

式中： RC —货运机车日产量； H —铁路货运总重吨公里数； T —货运机车台日数。

铁路货运总重吨公里数包括货运周转量、车辆本身的自重。鉴于车辆本身的自重不到货运周转量的 5%，因此假定铁路货运总吨公里数约等于其货运周转量。由该公式可以推出：

$$Z_{\text{货合}} = 365 \times (RC_{\text{货内}} \times T_{\text{货内}} + RC_{\text{货电}} \times T_{\text{货电}})$$

$$Z_{\text{货合}}/RC_{\text{货合}} = 365 \times (T_{\text{货内}} + T_{\text{货电}})$$

式中： $Z_{\text{货合}}$ —货运铁路机车合计货物周转量，万吨公里； $RC_{\text{货合}}$ —货运铁路机车合计日产量，万吨公里； $RC_{\text{货内}}$ —货运铁路内燃机车日产量，万吨公里； $RC_{\text{货电}}$ —货运铁路电力机车日产量，万吨公里； $T_{\text{货内}}$ —货运铁路内燃机车台日数，台/天； $T_{\text{货电}}$ —货运铁路电力机车台日数，台/天。

由上述两项公式可推导出铁路内燃机车货运周转量，换算公式如下：

$$Z_{\text{货内}} = Z_{\text{货合}} \times \frac{RC_{\text{货电}} \times RC_{\text{货内}} - RC_{\text{货合}} \times RC_{\text{货内}}}{RC_{\text{货合}} \times RC_{\text{货电}} - RC_{\text{货合}} \times RC_{\text{货内}}} \quad (13)$$

式中： $Z_{\text{货内}}$ —铁路内燃机车货物周转量，万吨公里； $Z_{\text{货合}}$ —铁路机车合计货物周转量，万吨公里； $RC_{\text{货合}}$ —货运铁路机车合计日产量，万吨公里； $RC_{\text{货内}}$ —货运铁路内燃机车日产量，万吨公里； $RC_{\text{货电}}$ —货运铁路电力机车日产量，万吨公里。

客运铁路内燃机车柴油消耗量等于铁路内燃机车客运周转量与相关油耗因子的乘积，油耗因子由往年数据推导获得。假定客运周转量中内燃机车、电力机

车的比例与货运周转量等同，则给获得铁路内燃机车客运周转量，即：

$$Z_{客内} = Z_{客合} \times \frac{RC_{客电} \times RC_{客内} - RC_{客合} \times RC_{客内}}{RC_{客合} \times RC_{客电} - RC_{客合} \times RC_{客内}} \quad (14)$$

式中： $Z_{客内}$ ——铁路内燃机车客运周转量，万人公里； $Z_{客合}$ ——铁路机车合计客
运周转量，万人公里； $RC_{客合}$ ——货运铁路机车合计日产量，万吨公里； $RC_{客内}$ ——
货运铁路内燃机车日产量，万吨公里； $RC_{客电}$ ——货运铁路电力机车日产量，万吨
公里。

6.2.3 内河、沿海船舶

6.2.3.1 计算方法

对于内河、沿海船舶排放量，基于燃料消耗量计算，方法如下：

$$E = (Y \times EF) \times 10^{-6} \quad (15)$$

式中：E——内河、沿海船舶排放量，吨；Y——内河、沿海船舶燃油消耗量，
千克；EF——内河、沿海船舶排放因子，克/千克燃料。

6.2.3.2 排放因子

指南中的船舶排放因子，由编制组参考欧盟清单，并根据机动车中心和北京
理工大学实测数据给出。目前机动车中心、北京理工大学应用车载排放测试系统
（PEMS）对 18 艘船舶进行实际使用状态下的工况采集和排放测试，分析了其瞬
态排放特征，结合工况特征参数，建立了我国本土的内河、沿海船舶排放因子数
据库。

表 13 内河、沿海船舶排放因子（g/kgFuel）

类别	PM	PM _{2.5}	THC	NO _x	CO
柴油	3.81	3.65	6.19	47.6	23.8
燃料油	6.20	5.60	2.7	79.3	7.40

6.2.3.3 燃油消耗量

内河、沿海船舶燃油消耗量采用交通运输部门数据，或通过客货周转量计算获得，详见公式（16）。客货周转量采用《公路水路交通运输行业发展统计公报》、《中国交通年鉴》数据。

$$Y_{船舶} = (0.065 \times Z_{客} + Z_{货}) \times YX \tag{16}$$

式中： $Y_{船舶}$ —内河、沿海船舶燃油消耗量，千克； $Z_{货}$ —内河、沿海船舶货物周转量，万吨公里； $Z_{客}$ —内河、沿海船舶客运周转量，万人公里； YX —内河、沿海船舶油耗系数，千克/万吨公里，建议由调查获得，推荐取 50。

6.2.4 民航飞机

6.2.4.1 计算方法

对于民航飞机排放量，基于 LTO 计算，方法如下：

$$E = (C_{LTO} \times EF) \times 10^{-3} \tag{17}$$

式中：E—民航飞机污染物排放量，吨； C_{LTO} —民航飞机起飞着陆循环次数，次；EF—民航飞机起飞着陆循环时的排放因子，千克/LTO。

6.2.4.2 排放因子

指南中的民航飞机排放因子，由编制组通过应用国内外相关研究结果，比较分析获得。

表 14 基于 LTO 方法的民航飞机排放因子(kg/LTO)

类别	PM	PM _{2.5}	THC	NOx	CO
民航运输飞机 LTO	0.54	0.53	2.68	16.29	9.14

6.2.4.3 着陆起飞次数

起飞着陆循环次数基于起降架次获得，一次起飞着陆循环等于两次起降。起降架次采用民用航空局数据，详见《民航机场生产统计公报》。

6.3 源排放清单的应用与评估

6.3.1 排放清单的应用

基于排放清单，可以筛选出非道路移动污染源重点区域及重要行业，明确污染防治的方向，协助制定合理有效的控制方案。

同时，排放清单可作为空气质量模型的输入，进行空气质量的模拟。空气质量模型需要输入网格化的排放清单以及气象场。模型模拟结果可得到污染物浓度的空间分布图以及时间序列变化图，进行时空连续变化的污染特征分析。

通过减排情景设计得到减排清单，作为模型的输入，可以模拟政策实施之后的空气质量状况，并与基准情景对比，对政策实施效果进行预评估。

6.3.2 排放清单的评估与验证

在进一步利用排放清单进行控制策略分析之前，对排放清单的可靠性进行分析是十分重要的。用于分析排放清单可靠性的方法主要包括排放清单的不确定性分析和利用空气质量模型的模拟结果进行清单的间接验证。

其中，通过排放清单的不确定性分析，可以得到排放总量的置信区间范围，进而评估排放清单的可靠性。

利用空气质量模型的模拟结果和观测结果，在时间变化趋势、空间分布和化学组分构成等方面进行比较，可以间接验证排放清单的准确性。

7 指南实施建议

1) 为保证排放清单的可比性，建议依据本指南提出的技术路线，结合当地数据可获取程度，确定一整套相关参数获取方案，并于之后年份按同一方案进行更新。

2) 目前，我国尚未生产或销售国III阶段排放标准的工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组，未制定船舶、铁路内燃机车、飞机等的国I阶段排放标准，这部分非道路移动机械排放因子无法通过实测获得。为此，对于工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组，其国III阶段排放因子采用欧洲数据；对于船舶、铁路内燃机车、飞机，仅给出国I前阶段排放因子。之后，我们将根据非道路移动污染源污染控制技术的发展状况，适时修订和完善本指南。

3) 指南依据年鉴数据、环保达标车型数据、行业咨询数据，给出平均额定

净功率、平均使用小时数等的推荐值。无法获取相关数据的地区，可按推荐值取值；有条件的地区，建议根据实际调查结果取值。