

厂内移动源污染物排放系数手册

厂内移动源污染源排放系数手册

1.适用范围

本手册给出了厂内移动源排放系数，仅用于第二次全国污染源普查移动污染源普查中厂内移动源排放量核算，范围包括：挖掘机、推土机、装载机、柴油叉车及其他柴油机械。

废气指标包括：氮氧化物(NO_x)、颗粒物(PM)、挥发性有机物(VOCs)。

2.注意事项

排放系数：基准年内某一类型厂内移动源排放某种污染物质量，单位克/(台·年)。本手册中厂内移动源排放系数基于2017年各省移动源保有量、额定功率、排放因子、负载因子、工作时间等提出，仅适用于2017年厂内移动源排放量测算。

排放因子：某一类型厂内移动源的单台输出 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 的动力功所排放污染物的质量，单位 $\text{g}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

发动机平均负载因子：发动机在各种工况下的输出功率和额定功率的平均比值。

挖掘机：是用铲斗挖掘高于或低于承机面的物料，并装入运输车辆或卸至堆料场的土方机械。

推土机：能够进行挖掘、运输和排弃岩土土方厂内移动源。

装载机：是一种广泛用于公路、铁路、建筑、水电、港口、矿山等建设工程的土石方施工机械，它主要用于铲装土壤、砂石、石灰、煤炭等散状物料，也可对矿石、硬土等作轻度铲挖作业。

柴油叉车：是指对成件托盘货物进行装卸、堆垛和短距离运输作业的各种柴油轮式搬运车辆。

3. 污染物排放量核算方法

厂内移动源排放量核算公式如下。

$$E = \sum_k P_k \times \gamma_k$$

其中， k 为机型； P 为保有量，单位为辆； γ 为排放系数，单位为克/（台·年）。

各类型厂内移动源的排放系数计算公式如下。

$$\gamma_k = G_k \times LF_k \times hr_k \times EF_k$$

γ 为排放系数，单位为克/（台·年）； k 为机型； G 为发动机的平均功率，单位为千瓦/台； LF 为负载因子； hr 为年作业小时数，单位为小时/年； EF 为排放因子，单位为克/千瓦·时。

该公式中厂内移动源保有量可以通过中国厂内移动源工业协会获取，但排放系数需通过综合排放因子测算及额定功率、负荷系数、年工作时间调查获取。

首先，利用国内厂内移动源龙头企业 **ECU** 和 **GPS** 在线监控数据，提取扭矩、转速、位置等信息，识别怠速、行走、作业和停止工况的发动机状态，建立模态百分比数据库。

其次，利用便携式排放测试系统开展实际工况测试，测量瞬时尾气流量、油耗和排放率，利用 **ECU** 单元读取发动机转速、扭矩，建立各循环工况模态输出功率及基本排放因子，结合模态百分比，加权计算得到实测的综合工况排放因子。通过对非道路用发动机的台架数

据进行分类整理分析，得到不同排放阶段和不同功率段发动机的平均排放因子。利用实测的综合工况排放因子对各个功率段的排放因子进行修正，最终得到各种类型机械的不同排放标准、不同功率段的排放因子。

再次，根据实际工况测试得到的发动机平均功率计算得到各类型机械的平均负载因子。利用厂内移动源行业协会及国内厂内移动源龙头企业数据，经分析和处理，得到不同机械额定功率、年工作时间。

最后，将综合排放因子与额定功率、负载因子、年工作时间相乘后得到厂内移动源排放系数。

4.厂内移动源排放系数核算数据来源

4.1 排放因子

厂内移动源的排放因子主要通过非道路用发动机 8 工况台架测试数据为基础排放因子，利用车载排放测试因子作为各类型机械工况因子进行修正，最终得到如表 1 所示的各类型厂内移动源的排放因子。

表 1 厂内移动源排放因子 (g/kW·h)

年份	污染物	挖掘机	推土机	装载机	叉车
2003 年及以前		10.3	10.0	16.3	15.9
2004 年		10.3	10.0	16.3	15.9
2005 年		10.3	10.0	16.3	15.9
2006 年		10.3	10.0	16.3	15.9
2007 年		10.3	10.0	16.3	15.9
2008 年		9.3	9.2	14.8	14.5
2009 年	NOx	9.3	9.2	14.8	14.5
2010 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2011 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2012 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2013 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2014 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2015 年		7.0	6.0	9.8	12.1
2016 年		4.8	4.5	6.7	9.1

2017 年		4.8	4.5	6.7	9.1
2003 年及以前		0.88	0.80	0.84	0.72
2004 年		0.88	0.80	0.84	0.72
2005 年		0.88	0.80	0.84	0.72
2006 年		0.88	0.80	0.84	0.72
2007 年		0.88	0.80	0.84	0.72
2008 年		0.80	0.70	0.76	0.66
2009 年		0.80	0.70	0.76	0.66
2010 年	PM	0.47	0.30	0.36	0.48
2011 年		0.47	0.30	0.36	0.48
2012 年		0.47	0.30	0.36	0.48
2013 年		0.47	0.30	0.36	0.48
2014 年		0.47	0.30	0.36	0.48
2015 年		0.47	0.30	0.36	0.48
2016 年		0.37	0.25	0.34	0.29
2017 年		0.37	0.25	0.34	0.29
2003 年及以前		0.82	1.30	1.36	1.09
2004 年		0.82	1.30	1.36	1.09
2005 年		0.82	1.30	1.36	1.09
2006 年		0.82	1.30	1.36	1.09
2007 年		0.82	1.30	1.36	1.09
2008 年		0.74	1.30	1.24	0.99
2009 年		0.74	1.30	1.24	0.99
2010 年	VOCs	0.58	1.00	0.86	0.76
2011 年		0.58	1.00	0.86	0.76
2012 年		0.58	1.00	0.86	0.76
2013 年		0.58	1.00	0.86	0.76
2014 年		0.58	1.00	0.86	0.76
2015 年		0.58	1.00	0.86	0.76
2016 年		0.38	0.80	0.51	0.49
2017 年		0.38	0.80	0.51	0.49

4.2 各种机械的年均工作小时

厂内移动源年平均工作小时数，又称为年平均开工小时数，是厂内移动源行业的重要指标。通过调研，主要行业骨干企业获取相关数据。

挖掘机和装载机年平均工作小时数根据 83 万余条数据确定，其他机械年均工作小时值采用《非道路移动源排放清单编制指南》中的推荐值。表 2 为厂内移动源年均工作小时。

表 2 厂内移动源年均工作小时

	挖掘机	推土机	装载机	叉车
安徽省	737	770	847	770
北京市	649	770	1139	770
福建省	924	770	997	770
甘肃省	680	770	838	770
广东省	806	770	1212	770
广西壮族自治区	784	770	1130	770
贵州省	838	770	825	770
海南省	880	770	1235	770
河北省	803	770	1338	770
河南省	769	770	835	770
黑龙江省	629	770	731	770
湖北省	753	770	797	770
湖南省	776	770	883	770
吉林省	685	770	805	770
江苏省	766	770	986	770
江西省	824	770	840	770
辽宁省	741	770	1163	770
内蒙古自治区	908	770	1120	770
宁夏回族自治区	638	770	977	770
青海省	585	770	685	770
山东省	776	770	1064	770
山西省	869	770	1280	770
陕西省	657	770	886	770
上海市	333	770	1077	770
四川省	779	770	950	770
天津市	675	770	1135	770
西藏自治区	780	770	878	770
新疆维吾尔自治区	794	770	885	770
云南省	795	770	772	770
浙江省	985	770	1059	770
重庆市	835	770	942	770

4.3 平均负载因子

通过实际测试的数据,获取了部分机械在各个工况下的实际功率,根据机械的额定功率可计算得到了各个工况下的发动机负载率,然后通过各个工况下的时间分布得到各类型机械的平均负载因子(如表 3)。

表 3 厂内移动源平均负载因子

机械类型	挖掘机	装载机	推土机	叉车
平均负载因子	0.75	0.45	0.65	0.28

4.4 平均功率

各个省市厂内移动源的平均功率数据主要依据厂内移动源协会提供的统计数据计算得出，计算过程主要是根据提供的所有机械的功率加和计算出机械功率总和，功率总和除以机械总数得到全国此类机械平均功率，见表4。

表4 厂内移动源平均功率 (kW)

省(市)	挖掘机	推土机	装载机	叉车
安徽省	85.03	120.08	137.92	45.45
北京市	72.98	133.02	139.58	45.46
福建省	116.26	125.74	139.08	45.45
甘肃省	87.94	149.18	136.42	45.45
广东省	101.10	125.77	136.95	45.45
广西壮族自治区	96.81	121.77	136.11	45.46
贵州省	101.26	129.83	138.94	45.44
海南省	93.06	125.15	139.76	45.46
河北省	93.05	131.24	135.62	45.45
河南省	88.74	133.04	137.92	45.45
黑龙江省	97.08	132.63	135.78	45.45
湖北省	88.80	120.97	146.17	45.45
湖南省	88.40	130.24	140.08	45.45
吉林省	83.09	134.33	134.90	45.45
江苏省	83.99	123.45	131.59	45.45
江西省	81.51	119.69	130.69	45.45
辽宁省	101.17	142.56	139.54	45.45
内蒙古自治区	150.46	124.80	129.98	45.45
宁夏回族自治区	106.02	122.89	136.68	45.45
青海省	86.19	124.83	137.44	45.47
山东省	91.08	132.47	143.48	45.45
山西省	100.63	145.59	142.00	45.45
陕西省	89.76	130.53	135.77	45.45
上海市	89.31	146.73	130.76	45.45
四川省	96.24	139.44	140.04	45.45
天津市	104.52	138.45	136.56	45.44
西藏自治区	100.01	152.75	145.41	45.44
新疆维吾尔自治区	98.49	140.60	141.56	45.45
云南省	94.63	133.09	142.76	45.47
浙江省	84.54	128.73	140.09	45.45
重庆市	102.52	123.65	137.57	45.45

5. 污染物排放量核算案例

以 XX 省 XX 市 XX 厂为例，计算该市厂内移动源的排放量。

第一步，查找统计报表，获取厂内移动源保有量数据，具体见表 5；

表 4 XX 省 XX 市 XX 厂内移动源保有量

指标名称	计量单位	代码	指标值
甲	乙	丙	1
二、厂内移动源信息	—	—	—
挖掘机保有量	台	13	100
推土机保有量	台	14	200
装载机保有量	台	15	300
柴油叉车保有量	台	16	400
其他柴油机械保有量	台	17	500
柴油消耗量	吨	18	

第二步，根据省行政区、机型查找排放系数报表，见附表 1 至附表 3；

XX 省	挖掘机	推土机	装载机	叉车	其他柴油机械
NO _x 排放系数	278923	559194	897270	124033	124033
PM 排放系数	22587	78594	75900	7918	7918
VOCs 排放系数	21637	40511	41423	5072	5072

第三步，根据以上两步获取的保有量、排放系数，核算厂内移动源排放量。

(1) 挖掘机排放量

1) NO_x 排放量=保有量×排放系数=100×278923=27.9 吨；

2) PM 排放量=保有量×排放系数=100×21637=2.2 吨；

3) VOCs 排放量=保有量×排放系数=100×22587=2.3 吨。

(2) 推土机排放量

- 1) NO_x 排放量=保有量×排放系数=100×559194=111.8 吨；
- 2) PM 排放量=保有量×排放系数=100×40511=8.1 吨；
- 3) VOCs 排放量=保有量×排放系数=100×78594 =15.7 吨。

(3) 装载机排放量

- 1) NO_x 排放量=保有量×排放系数=100×897270 =269.2 吨；
- 2) PM 排放量=保有量×排放系数=100×41423=12.4 吨；
- 3) VOCs 排放量=保有量×排放系数=100×75900 =22.8 吨。

(4) 柴油叉车排放量

- 1) NO_x 排放量=保有量×排放系数=100×124033=49.6 吨；
- 2) PM 排放量=保有量×排放系数=100×5072=2.0 吨；
- 3) VOCs 排放量=保有量×排放系数=100×7918 =3.2 吨。

(5) 其他柴油机械排放量

- 1) NO_x 排放量=保有量×排放系数=100×124033=62.0 吨；
- 2) PM 排放量=保有量×排放系数=100×5072=2.5 吨；
- 3) VOCs 排放量=保有量×排放系数=100×7918 =4.0 吨。

(6) 厂内移动源排放量

1) NO_x 排放量=挖掘机 NO_x 排放量+推土机 NO_x 排放量+装载机 NO_x 排放量+柴油叉车 NO_x 排放量+其他柴油机械 NO_x 排放量=520.5 吨；

2) PM 排放量=挖掘机 PM 排放量+推土机 PM 排放量+装载机 PM 排放量+柴油叉车 PM 排放量+其他柴油机械 PM 排放量=27.3 吨；

3) VOCs 排放量=挖掘机 VOCs 排放量+推土机 VOCs 排放量+装载机 VOCs 排放量+柴油叉车 VOCs 排放量+其他柴油机械 VOCs 排放量=47.9 吨。

6. 污染物排放系数表

附表 1 厂内移动源 NO_x 排放系数(g/ (台*年))

	挖掘机	推土机	装载机	叉车	其他柴油机械
北京	278923	559194	897270	124033	124033
天津	418365	564757	898409	123298	123298
河北	441002	552554	1051037	121354	121354
山西	515117	616930	1065720	122859	122859
内蒙古	812426	522715	825576	121487	121487
辽宁	445545	591058	930099	123595	123595
吉林	334774	556508	611498	122778	122778
黑龙江	358290	545730	561051	122145	122145
上海	174938	603393	799078	124242	124242
江苏	381168	506031	729031	122323	122323
浙江	483172	522167	837794	122858	122858
安徽	368536	493705	658867	121552	121552
福建	620593	519320	765890	123637	123637
江西	393150	498009	617106	121315	121315
山东	413303	558291	857505	122216	122216
河南	396547	546104	658279	121090	121090
湖北	388626	492783	660074	121439	121439
湖南	398447	530784	709276	121198	121198
广东	464969	515347	932796	123083	123083
广西	492068	538338	646396	121276	121276
海南	468791	505134	957193	120247	120247
重庆	497129	496874	731478	121204	121204
四川	440871	571131	765678	121748	121748
贵州	434493	488085	870719	120787	120787
云南	432714	549882	625299	120746	120746
西藏	429527	597985	698576	118141	118141
陕西	341608	540254	685687	122237	122237
甘肃	343699	613460	645447	121602	121602
青海	290052	526040	521305	120201	120201
宁夏	400417	502129	753422	120812	120812
新疆	452239	585577	711251	122212	122212

附表 2 厂内移动源 PM 排放系数(g/(台*年))

	挖掘机	推土机	装载机	叉车	其他柴油机械
北京	21637	40511	41423	5072	5072
天津	32492	39829	42138	5022	5022
河北	34233	39953	49242	4888	4888
山西	39886	44887	50224	4992	4992
内蒙古	63293	37706	38049	4898	4898
辽宁	34552	42118	43240	5042	5042
吉林	25842	39747	28161	4983	4983
黑龙江	27611	38807	25884	4943	4943
上海	13644	42988	37063	5084	5084
江苏	29773	35864	33577	4954	4954
浙江	37218	36792	38841	4989	4989
安徽	28627	35127	30452	4904	4904
福建	47551	37148	34875	5039	5039
江西	30480	35805	28425	4887	4887
山东	32038	40420	39374	4947	4947
河南	30581	38930	30604	4871	4871
湖北	30050	34868	30628	4896	4896
湖南	30810	37513	33108	4882	4882
广东	35643	36560	43166	5003	5003
广西	38016	38515	29960	4884	4884
海南	35855	35526	44080	4812	4812
重庆	38319	34646	33837	4884	4884
四川	34257	40516	35801	4920	4920
贵州	33253	34013	40331	4848	4848
云南	33430	39179	29073	4847	4847
西藏	32834	41160	32103	4676	4676
陕西	26369	38600	31803	4950	4950
甘肃	26398	43784	29802	4901	4901
青海	22340	38198	23735	4812	4812
宁夏	31156	35600	34701	4853	4853
新疆	34704	42016	32855	4943	4943

附表3 厂内移动源 VOCs 排放系数(g/(台*年))

	挖掘机	推土机	装载机	叉车	其他柴油机械
北京	22587	78594	75900	7918	7918
天津	33878	80703	75869	7850	7850
河北	35708	77817	88762	7670	7670
山西	41729	86550	89955	7810	7810
内蒙古	65755	73714	69909	7684	7684
辽宁	36094	83822	78640	7877	7877
吉林	27137	78880	51756	7800	7800
黑龙江	29051	77526	47482	7744	7744
上海	14149	85575	67559	7934	7934
江苏	30827	71988	61692	7759	7759
浙江	39161	74579	70808	7807	7807
安徽	29833	70151	55724	7690	7690
福建	50347	73566	64903	7877	7877
江西	31833	70447	52220	7667	7667
山东	33464	78549	72615	7749	7749
河南	32134	77539	55650	7646	7646
湖北	31475	70203	55795	7679	7679
湖南	32269	75799	59917	7659	7659
广东	37698	73302	78839	7826	7826
广西	39856	76162	54633	7664	7664
海南	38032	72375	80917	7568	7568
重庆	40288	71367	61859	7660	7660
四川	35687	81381	64677	7710	7710
贵州	35244	70050	73626	7617	7617
云南	35039	78068	52828	7614	7614
西藏	34795	86575	59020	7379	7379
陕西	27675	76642	57992	7753	7753
甘肃	27863	87095	54610	7691	7691
青海	23501	73886	44189	7566	7566
宁夏	32411	71447	63781	7622	7622
新疆	36678	82622	60198	7746	7746