

《城市大气重污染应急措施选择与实施效果评估技术指南（试行）》
（征求意见稿）

编制说明

项目名称：城市大气重污染应急措施选择与实施效果评估技术指南
(试行)

项目统一编号：

起草单位：中国环境科学研究院、清华大学、北京工业大学

主要起草人：柴发合、胡京南、王红梅、郭秀锐、周昱等

中国环境科学研究院项目管理人：柴发合

环保部科技标准司项目管理人：XXX

目 录

1	任务来源	1
2	指南编制的意义	1
3	编制原则方法及依据	1
3.1	编制原则	1
3.2	编制方法	1
3.3	法律及技术依据	2
4	主要编制工作过程	2
5	国内外开展大气重污染应急措施的经验	3
5.1	工业源应急措施的概况	3
5.2	移动源应急措施的概况	4
5.3	开放源应急措施的概况	5
6	应急措施选择的原则	5
6.1	工业源应急措施选择的原则	5
6.2	移动源应急措施选择的原则	6
6.3	开放源应急措施选择的原则	7
7	指南主要技术内容及说明	7
7.1	工业污染源应急措施	7
7.2	移动污染源应急措施	17
7.3	开放污染源应急措施	21
8	指南实施的环境效益与经济技术分析	28
8.1	环境效益	28
8.2	技术经济分析	28
9	指南实施建议	29

《城市大气重污染应急措施选择与实施效果评估技术指南（试行）》

编制说明

1 任务来源

2013 年 11 月 13 日，环境保护部给中国环境科学研究院下达了编制《城市大气重污染应急措施选择与实施效果评估技术指南》（以下简称《应急措施技术指南》）的任务。2013 年 11 月 15 日，中国环境科学研究院在北京召开了《应急措施技术指南》编制组启动会，并联合清华大学和北京工业大学共同组成编制组，开展《应急措施技术指南》编制工作。

2 指南编制的意义

1) 促进大气重污染应急措施的有效实施

各地虽然已经编制和发布了大气重污染应急预案，但存在应急措施的应用条件不清楚，实施过程不明确，具体操作时缺乏技术指导等问题，本指南在这方面给出了具体的技术指导，促进各地大气重污染应急措施的有效实施。

2) 对应急措施的实施成本和减排效果进行评估

各地虽然已经为应对大气重污染采取了部分应急措施，但对各种措施的实施成本和减排效果缺乏总体的费效分析和评估，本指南在这方面给出了具体的技术指导，帮助各地对应急措施的实施成本和减排效果进行评估，进一步优化和完善应急预案。

3) 促进城市环境空气质量的逐步改善

通过有效应对大气重污染，减少重污染发生的频次和影响，让人民群众切实感受到大气污染防治行动的实施效果，促进城市环境空气质量的逐步改善。

3 编制原则方法及依据

3.1 编制原则

1) 科学性与实用性相结合

通过对各重点领域、重点行业的可控污染源开展调研，并进行技术经济比较分析，筛选确定不同条件下工业源、移动源和开放源的各种应急措施，按严格程度提出分级的响应措施，使指南具有较强的科学性、指导性和可操作性。

2) 因地制宜原则

我国幅员辽阔，各地的地理和气候条件、城市布局和经济结构等差异巨大，在应对大气重污染选择应急措施时，要紧紧密结合各地的地域、经济、产业等具体情况，因地制宜地选择工业源、移动源和开放源的分级应急措施。

3) 以大气污染防治行动计划为依据

在大气污染防治行动计划中，国家制订了一系列针对大气重污染应急应对的政策，制订《应急措施技术指南》要以这些政策为依据。

3.2 编制方法

1) 采取国内外资料调研、各地应急措施的现场调研、重点行业书面调研相结合的方式，以资料和现场调研为主，书面调研为辅；

- 2) 组织行业专家、管理部门座谈研讨, 吸纳各方面意见;
- 3) 通过对我国各地应急措施的现场调研和测试评估, 掌握各种应急措施的实施效果、经济性和环境管理水平。
- 4) 对调研结果进行综合评价分析, 依靠系统科学的评价方法筛选确定工业源、移动源和开放源的各种应急措施, 并按严格程度提出分级的响应措施;
- 5) 编写指南文本、费效评估参考表及编制说明, 公开征求社会意见, 最后送审及报批。

3.3 法律及技术依据

本指南是在下列法律、法规、技术政策等指导下制订的:

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;
中华人民共和国突发事件应对法;
突发环境事件应急预案管理暂行办法;
国务院办公厅转发环境保护部等部门关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见的通知;
重点区域大气污染防治“十二五”规划;
大气污染防治行动计划;
城市大气重污染应急预案编制指南;
其它相关法律、法规、标准、文件等。

4 主要编制工作过程

(1) 项目启动

本项目于2013年11月启动。课题组对包括工业源、移动源和开放源在内的各种污染源进行了调查和分析。

以初步调研为基础, 确定了应急措施的适用范围、技术路线和思路。

(2) 资料收集整理

项目组收集整理了国内外应对重污染天气的各种应急预案、清洁空气行动计划、国家近期出台的相关法规政策等。

(3) 实地调研和座谈

项目组先后对石家庄、邢台、保定、沧州、哈尔滨等重污染城市进行了实地调研。和当地市政府、环保局、环境监测站等进行了交流, 了解这些重污染城市污染源情况、应急预案编制情况及预案实施时的困难和出现的问题等, 给编制组制定应急措施的技术指南提出了好的建议和意见。此外, 编制组还和各重点行业的专家进行沟通, 对提出的应急措施提出意见和建议。

(4) 召开开题论证会

2013年11月15日, 环保部科技司在北京主持召开项目开题论证会。

(5) 召开项目工作汇报会

2013年11月20日, 环保部科技司在北京主持召开项目工作汇报会。

(6) 召开项目进展汇报会

2013年12月6日, 环保部科技司在北京主持召开项目进展工作汇报会。与会领导和专家进行了热烈的研讨, 形成如下意见:

1) 该技术指南编制总体思路可行，内容针对性强，对各地开展大气重污染应急工作具有较好的指导意义，建议修改后尽快征求意见。

2) 技术指南主要包括应急措施选择和实施效果评估两方面；进一步突出各类污染源应急措施选择中的技术指导，精简与管理相关的内容，不必与重污染预警分级直接对应；进一步完善应急措施的实施成本和减排效果分析，为地方急需开展的实施效果预评估提供技术支持。

(7) 形成《应急措施技术指南》及编制说明（征求意见稿）

项目进展汇报会后，编制组根据专家意见对技术指南的文本和实施成本与减排效果分析附表进行了修改和完善，整理了编制说明，形成征求意见稿。

5 国内外开展大气重污染应急措施的经验

5.1 工业源应急措施的概况

针对大点源的主要行业钢铁、火电、水泥、石化、化工、有色金属等6个大气污染物排放比较高的行业进行全面排查，强化对火电、钢铁等重点企业的监管，对污染源实行“定人、定位、定责”，做到“全天候、全方位、全过程、全时段、全覆盖”监管，确保治污设施稳定运行、污染物达标排放。对于目标削减，不可采用平均削减的方法，应广泛征求企业意见，在合理的情况下达到总量削减的目的。此外，重污染天气时天气往往处于静风状态，风力发电负荷很低，火电发电需要提高负荷应对电力供应，难以直接降低火电行业的负荷，因此只有在极重污染天气情况下才能降低部分机组的负荷。对于钢铁行业来说，主要污染工序是焦化、烧结和高炉，由于生产条件限制，正常生产时高炉必须满负荷运行，因此应急响应主要考虑焦化和烧结工序。此外，还要考虑大量无组织排放生产环节。采取限产或关停措施后，应根据实施成本的测算结果，进行相应奖惩措施。水泥窑的污染物排放量占水泥工业的70%以上，控制水泥窑污染物排放就显得非常重要，建议在窑头窑尾分别配袋式除尘+SNCR脱硝。

美国在重污染天气下对于固定源的控制也主要采取使用停产或延迟生产的方法，以北卡罗莱纳州为例，如下表：

表1 美国北卡罗来纳州对固定源的应急措施

行业	控制措施
燃煤或燃油电厂	(1) 使用低灰含量和低硫含量的燃料； (2) 在中午12点到下午4点间进行炉膛清洁和烟尘清除工作； (3) 从警报区域以外的设施调用电力。
通过燃煤或油以生产蒸汽的设备	(1) 在不损害设备的情况下，最大化减少热力和蒸汽需求量； (2) 在中午12点到下午4点间进行炉膛清洁和烟尘清除工作； (3) 执行应急减排计划里的措施。
初级金属行业、炼油和相关行业、造纸和相关行业、玻璃、粘土和混凝行业、化学和相关产品制造	(1) 在不造成人员伤害和设备损伤的情况下，尽可能通过停止、缩减、推迟、延期生产来消除空气污染物的产生；

行业	(2) 消除由垃圾处理过程释放出的颗粒物、气体、水蒸汽或恶臭物质等空气污染物； (3) 维持运作的热量需求到最小； (4) 在中午12点到下午4点间进行炉膛清洁和烟尘清除工作。
----	--

英国在伦敦烟雾事件后也进行了一系列的应急措施，政府提供清洁燃料供居民使用，市民在污染期间必须使用清洁燃料，烟气空气区不得使用含沥青的煤；政府必须对污染发出预警，划定无烟气区和烟气控制区等。1968年对清洁空气行动计划进行修订的时候，进一步确定了污染物种类、规范了燃料类型，并提出了控制工厂烟囱高度的要求。

5.2 移动源应急措施的概况

调整日常通勤方式是推行绿色出行的一个简单方法，鼓励市民长期坚持选择绿色出行方式上下班不仅能够达到节能环保绿色出行的目的，同时也节省了现金。在英国、法国等欧洲国家，许多城市都采取改进公共交通系统和添加自行车道的方式，以减少小汽车的使用，降低人均出行的排放。在法国巴黎，政府鼓励人们乘坐公共交通工具，并且规定当空气质量低于二级时，所有公共汽车和地铁的票价都要降低。严格有效的法规措施，不仅使巴黎的空气质量得以改善，并且在某种程度上鼓励了市民选择绿色出行，即减少了污染同时又为居民节省了开支。与此同时将城区道路由宽变窄，以人为增加道路行驶和停车难度来控制机动车的发展，此举促进了小排量以及车身窄小汽车的发展。另外，为了鼓励市民骑自行车出行，法国政府和赞助商在公共场所为市民提供了大量的自行车，市民只要办一张身份卡，就可以在就近的公共自行车停放处刷卡免费取用或停放。

在大气重污染期间，限制机动车出行是机动车排污调控应急措施中最常用的一项。按照车辆污染等级限行、设置低排放区和征收交通拥堵费都属于限行措施。墨西哥从1998年开始将不同排放控制阶段的车辆分为不同类别，根据污染程度的加重从排放最差的车辆向排放相对较好的车辆依次增加限行频率。修订后的措施中规定尾气检测结果为三类：“00”、“0”和“2”。若车辆取得“00”和“0”标志则不参加限行，同时获得“00”的车辆三年内不再进行车检，其余车辆每6个月进行一次车检。排放优秀的前两级标志车辆行驶不受限制；凡环保标志三级即“2”的车辆，平时每周有一天全天全城停驶。据统计，在墨西哥城区有60%的车辆取得了“00”或“0”标志。实践证明，有区别的限行措施能够减少机动车的排放，并且能够有效控制机动车的增加。在法国巴黎，政府出台规定限制机动车的数量，尤其是控制出租车的数量；规定当空气质量为二级API指数为50-100时，所有车辆根据牌照的单双号交替行驶，而当空气质量达到三级API指数高于100时，凡可能造成污染的车辆（不包括电动车和混合动力车）都严禁在主城区行驶。在圣地亚哥、智利和圣保罗等地也采用了类似的限行措施。在重污染天气下，更加严格的限行措施具有较好的短期效果。

收缴交通拥堵费是减少机动车排放的一种经济手段。合理的经济政策能够促进交通资源的优化配置，通过某些强制的费效机制调整交通结构和优化出行时间，可以达到缓解交通拥堵和控制机动车尾气排放的目的。新加坡于1975年推行新交通政策，对高峰时段进入市中心的车辆征收拥堵费。征收拥堵费后，新加坡进入拥挤区的日交通量减少15%，其中上午上班高峰期交通量减少16%，车速提高22%，据调查此措施不对商业活动造成影响。2003年2月，伦敦市政府开始对工作日早7点至晚6点半进入市中心的机动车，征收5英镑（约人民币50元）的“交通拥堵费”，此后收费区域不断扩大，收费标准也提高到目前的8英镑。伦敦实行中心

区拥堵收费后，进入排放控制区的车辆减少了10%，每天约减少6万辆，废气排放减少了12%。

我国主要采取限号来控制机动车的排放，例如北京、河北等地区在重污染天气时机动车限行比例加至50%。黄标车、无标车、重型货车等污染物高排放量车可限制不可驶入主城区，加大公交车的运输力度，号召市民乘坐公交车出行。

5.3 开放源应急措施的概况

对城市区域内施工点数量、施工面积及施工位置等信息进行统计，对露天砂场、石场要进行覆盖；在重污染发生时，运沙车、运石车等大型车辆应停止运输；此外，对于施工区域，需要加大清扫和洒水的频次，降低扬尘的产生。对于道路扬尘，需定时清洗，加大清扫范围。此外，还需加强秸秆综合利用和禁烧工作：努力拓宽秸秆综合利用渠道。大力开展秸秆肥料化利用，推广秸秆机械化还田、堆沤还田，突出抓好机械化全量直接还田。实行秸秆集中堆放。对于不能及时有效利用的秸秆，要利用村内外空闲地、废弃地实行集中堆放。加大资金投入，设立秸秆综合利用专项资金，对实施综合利用项目单位以奖代补，对禁烧先进区给予补助。

重污染天气发生时，美国的措施有：（1）任何人不得露天焚烧工业废水（液）、生活垃圾、植被或任何形式的垃圾；（2）禁止使用焚烧炉来处理任何形式固体或液体的垃圾。（3）停止非金属矿物的挖掘和开采；（4）停止所有的生产设施，除了那些被要求执行其应急减排计划的单位；（5）停止所有产生灰尘的建设工作，包括整地工程或其他工程。

6 应急措施选择的原则

6.1 工业源应急措施选择的原则

6.1.1 应急控制指标的选择

以市（地）级为应急措施实施单位，主要减排指标为无组织和有组织排放的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物，其中由于挥发性有机物底数不清，暂作为参考指标。

颗粒物、二氧化硫、氮氧化物是常规监测的项目，颗粒物中PM_{2.5}占一定的比例，对颗粒物的应急控制可以有效减少PM_{2.5}的直接排放。二氧化硫和氮氧化物是大气污染物总量控制的指标，也是产生二次PM_{2.5}的重要前体物，在重污染工业发达的城市，PM_{2.5}的直接排放量通常比例很高，但在重污染工业企业很少的大型城市，二次PM_{2.5}的比例有可能超过直接排放的PM_{2.5}，因此要降低PM_{2.5}的浓度，直接排放和二次排放PM_{2.5}的控制都很重要。

挥发性有机物已成为众多南方城市灰霾的重要污染物，这类有机物通过多种化学反应，可能生成一系列产物如二次有机气溶胶、光化学中间产物和臭氧等，并在适当气象条件下造成严重的污染事故如洛杉矶的光化学烟雾事件。因此，控制挥发性有机物可以降低灰霾天气的污染程度。

6.1.2 重点调查行业的选择

首先，将国务院《大气污染防治行动计划》划定的重点行业、《第一次全国污染源普查公报》和《中国环境统计年报》中列出的烟尘、二氧化硫、氮氧化物、粉尘排放量居前几位

的行业列入重点行业，其中非金属矿物制品业主要指建材行业中的水泥、陶瓷、砖瓦、玻璃等子行业。因玻璃与其他三个子行业比主要污染物的排放量小，玻璃窑是该行业主要污染物排放源，因生产工艺条件限制，玻璃窑不能负荷波动太大，也不能采取停产措施，并且该行业在主要重污染城市的分布并不普遍，因此没有列入重点行业，但如果有重污染城市玻璃行业主要污染物的排放量位居前几位，也要采取相应的措施进行减排，但主要减排行动不仅仅是在应急期间。

在重污染行业选择之外还选择了燃煤锅炉。燃煤锅炉是我国仅次于燃煤发电锅炉的第二大煤炭消耗设备。截止2012年底，我国燃煤锅炉保有量约50万台，年消耗4.9亿吨标准煤，占全国能源消耗的18%。我国燃煤锅炉的能效水平及排放指标虽然逐渐改善，但与发达国家和火电等先进行业比，仍然有很大差距。据统计，2012年排放烟尘约410万吨，二氧化硫约570万吨，氮氧化物约200万吨，分别占全国排放总量的32%、26%、15左右（注：参考工信部《工业锅炉系统节能减排行动计划（征求意见稿，2013年9月2日）》）。此外，燃煤锅炉尤其是北方城市有相当大的比例用于居民采暖，重污染应急时是不能停止的。燃煤锅炉的应急措施除考虑热效率和污染物排放状况外，还要重点考虑是否影响民生，各地要根据城市的特点制定燃煤锅炉的应急措施。

重点行业的选择顺序除了考虑污染物排放量因素，还考虑了行业的污染治理水平的因素，其中火电行业是最早大规模开展除尘、脱硫和脱硝的行业，虽然排放量依然最大，但污染治理设施普遍较好，应急时只能适当降低负荷，能够采取的措施污染减排空间较小，因此虽然火电行业污染物排放量大，但按行业排序只放在了第5位。

由于各城市工业结构不相同，主要大气污染物排放量大的行业也各不相同，如果城市有主要污染行业的排序，则按照排放量大、可以容易实施停产、对人民群众生活影响相对较小的原则进行重点行业的选取。因该项工作刚刚开始，建议选择的重点行业数量最多不超过十个。如果城市没有自己的污染物行业排序，则按照钢铁、水泥、工业锅炉、焦化、陶瓷、砖瓦、火电、有色、石化等行业的顺序选择重点行业。

6.1.3 应急措施重点企业的选择

停产、限产的企业主要从各重点行业中筛选，主要筛选原则是污染物（颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物）排放量大、不能达标排放、污染治理设施水平低、运行状况差、生产工艺落后、产能过剩行业的企业；同时还要考虑企业的生产性质，采取停产、限产措施是否可行，采取措施后的环境效益和减排成本等。

6.2 移动源应急措施选择的原则

以地（市）级为单位，重点通过基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域的机动车限行、柴油货车和市区加油站运营调控等应急措施，减少尾气颗粒物、氮氧化物和碳氢化合物排放，以及交通扬尘、油气挥发的产生。

根据应急响应的级别，选择优先采取的控制措施，原则如下，

1) III类应急措施

倡导公众选择公共交通出行、减少小汽车使用，停驶部分公务车，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶一小部分柴油货车。

2) II类应急措施

基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域采用影响范围较小的强制性限行措施，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶一半左右的柴油货车，关停一小部分加油站。

3) I类应急措施

基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域采用影响范围较大的强制性限行措施，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶大部分柴油货车，关停一半左右的加油站。

6.3 开放源应急措施选择的原则

大气重污染应急措施涉及的可控开放源包括扬尘源（施工扬尘、交通扬尘、裸地扬尘）、秸秆燃烧源、露天烧烤及餐饮油烟。开放源的应急措施按照严格程度从低到高分3类措施。选择哪类措施应根据当地实际情况而定，每类措施控制的污染源优先次序也需要根据当地各类开放源的贡献量、减排潜力及减排成本效益比来确定实施的先后次序。按照目前国内大多数城市的发展及源控制现状，在实施III类及II类措施时，施工扬尘应作为优先控制对象，其实是交通扬尘，再次是露天烧烤和餐饮油烟，餐饮企业因涉及到民生问题，可作为最后采取措施的排放源。然而对于餐饮行业发展迅猛的城市，餐饮油烟亦应得到充分关注。另外秸秆燃烧是季节性的排放源，在每年的5~6月及10月应特别关注。I类应急措施则应针对以上提到的4类开放源同时开展。

7 指南主要技术内容及说明

7.1 工业污染源应急措施

7.1.1 实施原则

根据应急响应的需要，筛选出优先采取控制措施的应急控制指标，主要是颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物；再筛选出优先控制的行业；最后，筛选出优先控制的企业，各重点行业筛选原则如下。

7.1.2 钢铁行业

7.1.2.1 应急措施及实施条件

III类应急措施：减少无组织排放颗粒物。露天矿山停止爆破、装矿、转运、破碎等生产；各种原辅材料和燃料堆场每天增加洒水1次抑尘措施。

II类应急措施：减少有组织排放颗粒物。选矿厂等停止破碎、筛分、转载等颗粒物有组织排放。

I类应急措施：降低生产负荷。烧结（球团）工序降低生产负荷30%以上，炼铁工序尽量提高球团矿比例，轧钢工序使用低硫替代燃料。

烧结（球团）工序选择降低负荷的顺序：

（1）脱硫、除尘污染治理设施运行不正常，在最近1次现场监测中排放不达标的烧结机；

（2）烧结面积180平米以下（所有规模球团），三电场及以下静电除尘器或其他简易除

尘，无脱硫设施；

(3) 烧结面积 180 平米以下（所有规模球团），四电场静电除尘器，无脱硫设施；

(4) 烧结面积 180 平米以上（所有规模球团），四电场静电除尘器，无脱硫设施；

(5) 烧结面积 180 平米以上（所有规模球团），四电场静电除尘器+脱硫设施。

实施条件：

钢铁行业废气中的主要污染物为颗粒物、SO₂ 和 NO_x。颗粒物主要污染减排工序集中在原料场、烧结、炼铁、炼钢等工序；SO₂ 主要集中在烧结工序。2009 年全国钢铁企业二氧化硫排放量约 170 万吨，占工业排放的 9.1%，占全国的 7.7%，其中烧结二氧化硫排放量高达 130 万吨，占钢铁行业的 76%；NO_x 主要集中在烧结等工序，目前烧结工序的 NO_x 减排案例非常少。因此，钢铁行业的应急措施主要是烧结工序，主要控制指标为颗粒物和二氧化硫。烧结烟气的治理技术主要包括烧结机烟气循环、湿法和干法脱硫以及高效除尘技术。

由于生产条件制约，正常生产时高炉炼铁需要满负荷运行不能停止生产，烧结工序为保证高炉安全只能适当降低负荷。其他工序主要考虑大量无组织排放颗粒物。

7.1.2.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

(1) 一类措施主要是控制矿山开采和物料堆场的颗粒物无组织排放。

矿山开采排放的颗粒物按施工扬尘计，包括风蚀扬尘、作业扬尘和工地运输交通扬尘，主要排放因子见表 2。

表 2 施工扬尘排放因子系数表

施工扬尘	风蚀扬尘	作业扬尘	交通扬尘
排放单位	g/m ²	Kg/t 料	g/km.车
排放因子	514.80	0.005	0.88

以 200 万 t/a 矿山为例，作业面 2000m²，每天有 100 量运输车，平均运距 10km 计。

矿山开采排放系数（kg/d）=风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

= $(514.8/1000)*2000+0.005*(200*10000/300)+(0.88/1000)*100*10=1063.8$ （kg/d）

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放因子见表 3。

表 3 料堆扬尘排放因子系数表

料堆扬尘	自然风蚀扬尘	作业扬尘
排放单位	g/m ² .a	Kg/t 料
排放因子	425.67	0.004

以 180m² 烧结机为例，烧结机利用系数取 1.25t/m².h。

烧结矿产量=180*1.25*24=5400 (t/d)

物料堆场按 1000m² 计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

$$=(425.67/1000/365)*1000+0.004*(180*1.25*24)=26.1 \text{ (kg/d)}$$

(2) 二类措施主要是选矿厂等停止破碎、筛分、转载等颗粒物有组织排放。

根据钢铁工业产排污系数表选取 180m² 以下烧结机工业粉尘的排污系数为 0.21kg/t. 烧结矿。

(3) 三类措施主要是降低烧结（球团）工序的生产负荷。

根据烧结机面积，脱硫除尘设施情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150% 计。

7.1.3 水泥行业

7.1.3.1 应急措施

III类应急措施：水泥矿山停止爆破、破碎、装运等生产；水泥生产企业加强对厂区内无组织排放的管理，每天洒水 1 次等方式抑制料堆和道路扬尘。

II类应急措施：停止水泥粉磨、包装等生产工序；开展协同处置废物的水泥窑停止处置废物。

I类应急措施：30% 以上的水泥窑实行停产。

选择停产水泥窑的顺序：

(1) 脱硫、除尘污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的水泥窑；

(2) 4000t/d 以下、窑头窑尾均为静电除尘器、没有 SNCR 脱硝；

(3) 4000t/d 以下、窑头配置静电除尘器、窑尾配置袋式除尘器、没有 SNCR 脱硝；

(4) 4000t/d 及以上、窑头窑尾为静电除尘器或袋式除尘器、没有 SNCR 脱硝；

(5) 4000t/d 以下、窑头窑尾为静电除尘器或袋式除尘器+SNCR 脱硝。

实施条件：

分为矿山开采、原辅材料处理（破碎、混合、转运等环节）、水泥窑生产、水泥粉磨包装等环节，因水泥窑的污染物排放量占水泥工业的 70% 以上，控制水泥窑污染物排放就显得非常重要。水泥窑规模通常分为 4000t/d 以下和 4000t/d 及以上两类。通过产排污系数的调查，两类窑在污染治理设施相同的情况下其污染物排放系数是不同的，不同水泥窑烟气治理设施也是有很多种的，其中较好配置的是窑头和窑尾烟气处理均为袋式除尘，且窑尾烟气配置 SNCR 脱硝设施。

此外，水泥行业的有组织排放管理相对较好，但水泥生产过程中产生扬尘点的部位较多，所以粉尘的无组织排放量也较大。因此，在III级应急措施中主要降低的是无组织粉尘的排放，在II级应急措施中增加了有组织粉尘的减排。

7.1.3.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

(1) 一类措施主要是控制矿山开采的颗粒物无组织排放、水泥生产企厂区内无组织排放的管理和采用洒水等方式抑制料堆和道路扬尘。

矿山开采排放的颗粒物按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

以 200 万 t/a 石灰石矿山为例，作业面 2000m²，每天有 100 量运输车，平均运距 10km 计。

矿山开采排放系数 (kg/d) = 风蚀扬尘 + 作业扬尘 + 交通扬尘

$$= (514.8/1000) \times 2000 + 0.005 \times (200 \times 10000/300) + (0.88/1000) \times 100 \times 10 = 1063.8 \text{ (kg/d)}$$

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以日产 4000t 水泥窑为例，物料堆场按 2000m² 计。

物料堆场扬尘排放系数 = 自然风蚀扬尘 + 作业扬尘

$$= (425.67/2000/365) \times 1000 + 0.004 \times 4000 = 20.8 \text{ (kg/d)}$$

水泥行业的无组织排放点很多，排放量也相对较大，无组织排放的管理主要是加强巡查，规范生产，降低跑冒滴漏现象的发生。

无组织粉尘排污系数在 0.1-0.2kg/t 产品，按平均值 0.15kg/t 熟料选取，如果生产工艺落后、规模小，排污系数可取 0.2kg/t 熟料。

(2) 二类措施主要是停止水泥粉磨、包装等生产工序

根据水泥工业产排污系数表选取水泥粉磨站颗粒物的排污系数为 0.453kg/t 水泥。

(3) 三类措施主要是 30% 以上水泥窑实行停产。

根据水泥窑规模，脱硫除尘设施情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150% 计。

7.1.4 焦化行业

7.1.4.1 应急措施

III 类应急措施：抑制煤尘逸散，厂区内每天增加道路洒水 1 次，减少汽车煤炭和焦炭的运输量减少颗粒物无组织排放。

II 类应急措施：采用优质低硫低灰分煤（含硫量 < 0.5%，灰分 < 5.5%）。

I 类应急措施：通过延长焦炉出焦时间，降低焦炉生产负荷 30% 以上。

选择降低焦炉负荷的顺序：

- (1) 脱硫、除尘污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的焦炉；
- (2) 各种工艺及规模炼焦炉，采用湿法熄焦，没有煤气脱硫设施；
- (3) 各种工艺及规模炼焦炉，采用干熄焦，没有煤气脱硫设施；
- (4) 各种工艺及规模炼焦炉，采用干熄焦，有煤气脱硫设施。

实施条件：

焦化行业主要车间包括备煤车间、炼焦车间和煤气净化车间，主要设备为炼焦炉，依装煤方式，可分为顶装焦炉和侧装捣固焦炉，二者主要区别是煤塔顶装煤和捣固成煤饼后侧装入焦炉。

焦化行业大气污染物除焦炉烟囱和管式炉烟囱外，其它大气污染物主要来自备煤（受煤、运煤、破碎）、炼焦（装煤、推焦、筛焦）、熄焦及炉顶、炉门等处的泄露等。其中，颗粒物在各个生产工序都有，污染最严重的是炼焦粉尘，而装煤及推焦操作过程的粉尘排放量约占焦炉粉尘总污染排放量的 90%。焦炉出焦时排放出的烟气含焦尘量大，常被称之为“黑龙污

染”。此外，湿法熄焦排放大量的水蒸气并夹带焦尘，通过改进熄焦塔捕尘装置仍有近 40% 的焦尘和水滴不能被捕集，直接排放到大气中。我国 90% 的机焦生产企业尚采用湿法熄焦工艺。生产 1t 焦炭采用湿法熄焦产生的烟尘约 0.6-0.9kg，采用干法熄焦全部过程 1t 焦炭产生的烟尘约 3-6.5kg，但由于采用了袋式除尘，平均排放烟尘只有 0.11kg/t。济钢将湿法熄焦系统改造成干熄焦系统，烟尘的排放量从 0.628kg/t 降低到 0.0571kg/t，可见干熄焦是焦化行业烟尘减排的有效措施（参考：林正仁，济钢干熄焦工艺环境效益分析，《工业安全与环保》2006 年第 32 卷 7 期）。

焦化行业的二氧化硫主要来自原料煤，其中 30% 的硫进入焦炉煤气，95% 的硫以硫化氢形式存在。因此该行业污染物减排措施主要为控制无组织和有组织排放的颗粒物、焦炉煤气中的二氧化硫。为应对重污染天气，焦化企业应长期储备至少可以连续使用 3 天的优质低硫低灰分煤。焦化行业的氮氧化物主要来自焦炉煤气和高炉煤气。

因焦化行业的工艺特征，该行业主要采取应急措施减排的污染物是无组织和有组织排放的颗粒物和原料煤带入的二氧化硫。

7.1.4.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

（1）一类措施主要是抑制煤尘无组织排放。厂区内每天增加道路洒水，减少汽车煤炭和焦炭的装运输量。

以 100 万 t/a 焦炭生产企业为例，焦炉利用系数 95%。日焦炭产量 $=100 \times 10000 \times 95\% / 365 = 2603$ (t/d)

煤炭和焦炭的无组织排放颗粒物按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

作业面 50m^2 ，每天有 100 量运输车，平均运距 10km 计。

煤炭和焦炭装运排放系数 (kg/d) = 风蚀扬尘 + 作业扬尘 + 交通扬尘

$= (514.8/1000) \times 50 + 0.005 \times 2603 + (0.88/1000) \times 100 \times 10 = 39.6$ (kg/d)

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以物料堆场按 1000m^2 计。

物料堆场扬尘排放系数 = 自然风蚀扬尘 + 作业扬尘

$= (425.67/1000/365) \times 1000 + 0.004 \times 2603 = 13.2$ (kg/d)

（2）二类措施主要是采用优质低硫低灰分炼焦煤（1 级，含硫量 <0.5%，灰分 <5.5%）

《炼焦用煤技术条件》（GBT397-2009）规定了冶金焦用原料煤技术要求，其中最高允许灰分含量是 12%，硫分是 1.75%。因此为应对重污染天气，焦化企业应在重污染高发的冬季储备 3 天的优质 1 级或特级炼焦煤。

使用的炼焦煤从含硫量 1.75% 降低到 0.5% 时，二氧化硫减排系数 = $(1.75\% - 0.5\%) / 1.75\% = 71\%$ ，可以削减二氧化硫 71%。

使用的炼焦煤从含灰量 12% 降低到 5.5% 时，颗粒物减排系数 = $(12\% - 5.5\%) / 12\% = 54\%$ ，可以削减颗粒物 54%。

（3）三类措施主要是降低焦炉生产负荷 30% 以上。

通过延长焦炉出焦时间，降低焦炉的负荷，实现污染物的应急减排。根据炼焦炉污染治理设施采用熄焦方式，是否有煤气脱硫等条件，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如

脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150%计。

7.1.5 有色行业

III类应急措施：采矿场应停止采矿凿岩、爆破、岩矿装运作业；选矿厂应停止矿山破碎、筛分、包装、运输作业。

II类应急措施：停止有色冶炼原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

I类应急措施：降低有色冶炼生产负荷 30%以上，停止有色金属压延加工生产。

选择降低有色冶炼生产负荷的顺序：

- (1) 脱硫、除尘污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的机组；
- (2) 采取简易除尘（四电场及以上静电除尘或袋式除尘之外），没有采取烟气脱硫设施；
- (3) 采取四电场及以上静电或袋式除尘设施，没有烟气脱硫设施；
- (4) 采取四电场及以上静电或袋式除尘设施，配置烟气脱硫设施。

实施条件：

有色金属产品种类十分广泛，根据 1958 年我国对金属元素的划分和分类，出铁、锰、铬以外的 64 重金属和半金属，如铜、铅、镍、钴、锡、锑、镉、汞等划分为有色金属。这 64 种金属根据其物理化学性质和提取方法，又分为轻有色金属、重有色金属、贵金属和稀有金属 4 大类。

有色行业废气排放主要分采选矿过程产生的工业粉尘，有色冶炼过程中的烟尘和二氧化硫，有色金属压延加工中的烟尘和粉尘。应急措施主要是减排工业粉尘、烟尘和二氧化硫。由于有色金属种类多、生产工艺复杂，在选择应急措施时，主要根据当地特点进行针对性控制，具体排放系数要根据金属的种类在产排污系数手册中查找。

7.1.6 火电行业

7.1.6.1 应急措施

III类应急措施：加强机组污染治理设施高效运转的检查，厂区内每天增加道路洒水 1 次（日间最低气温在零度以上），减少汽车煤炭运输量和粉煤灰装运等颗粒物无组织排放。

II类应急措施：采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<15%）。

I类应急措施：降低火电机组负荷 30%以上。

选择降低负荷机组的顺序：

- (1) 脱硫、除尘和脱硝污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的机组；
- (2) 300MW 以下机组，采用静电除尘+干法脱硫，没有 SCR 脱硝设施机组的负荷；
- (3) 300MW 以下机组，采用静电除尘+湿法脱硫，没有 SCR 脱硝设施机组的负荷；
- (4) 300MW~600MW 机组，采用静电除尘+湿法脱硫，没有 SCR 脱硝设施机组的负荷；
- (5) 300MW~600MW 机组，采用袋式/电袋除尘+湿法脱硫，没有 SCR 脱硝设施机组的负荷。

实施条件：

火电行业的耗煤量占全国的 50%以上，是颗粒物、二氧化硫和氮氧化物最大的排放行业，同时也是较早实施烟气除尘、脱硫和脱硝的行业，在污染治理技术方面位于前列，因此其减排潜力远远低于钢铁、水泥等重污染行业。

在重污染天气发生时，天气往往处于静风状态，风力发电负荷很低，火力发电往往需要提高负荷才能应对紧张的电力供应，直接降低火电行业的负荷会影响电力供应安全，因此只有在极重污染天气情况下，各地如果电力负荷较低，可以通过降低部分机组的负荷实现火电行业的污染减排。为应对重污染天气，在冬季燃煤电厂宜长期储备至少可以连续使用 3 天的优质低硫低灰分煤。

7.1.6.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

（1）一类措施主要是加强机组污染治理设施高效运转的检查，厂区内每天增加道路洒水，减少汽车煤炭和粉煤灰装运等颗粒物无组织排放。

加强机组污染治理设施高效运转的检查。以 300MW 机组锅炉为例，煤炭消耗量 3100t/d，根据火电行业的平均颗粒物排放系数 0.0564kg/t 煤炭，如果减排比例按 10%计，则颗粒物的减排量=3100*0.0564*10%=17.5（kg/d）

厂区内每天增加道路和煤堆洒水，主要是抑制道路和煤堆扬尘的产生。

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以物料堆场按 5000m² 计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

= $(425.67/5000/365)*1000+0.004*3100$ =20.1（kg/d）

减少汽车煤炭和粉煤灰装运等，其颗粒物排放按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

以作业面 50m²，每天有 80 量运输车，平均运距 20km 计。

汽车装运的排放系数（kg/d）=风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

= $(514.8/1000)*50+0.005*3100+(0.88/1000)*80*20$ =42.6（kg/d）

（2）二类措施主要是采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<15%）。

如果使用的煤从含硫量 1.5%降低到 0.5%时，二氧化硫减排系数=（1.5%-0.5%）/1.5%=67%，可以削减二氧化硫 67%。

使用的煤含灰量从 25%降低到 15%时，颗粒物减排系数=（25%-15%）/25%=40%，可以削减颗粒物 40%。

（3）三类措施主要是降低火电机组负荷 30%以上。

根据火电机组规模，脱硫除尘和脱硝污染治理设施运行情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘脱硝污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150%计。

7.1.7 陶瓷行业

7.1.7.1 应急措施

III类应急措施：停止原辅材料运输、破碎、筛分作业，厂区道路和露天堆场周边每天增加洒水 1 次。

II类应急措施：停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

I类应急措施：30%以上企业烧成工序停产。

选择烧成工序停车企业的顺序：

(1) 喷雾干燥塔脱硫、除尘污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的企业；

(2) 使用水煤浆为燃料，没有或采取简易除尘（四电场及以上静电除尘或袋式除尘之外），没有采取烟气脱硫设施；

(3) 使用水煤浆为燃料，采取静电或袋式高效除尘，没有烟气脱硫设施；

(4) 使用油/气为燃料，采取静电或袋式高效除尘，没有烟气脱硫设施。

实施条件：

陶瓷行业细分为建筑陶瓷、卫生陶瓷、日用陶瓷和特种陶瓷 4 类，其中污染物排放量大的主要是建筑陶瓷，尤其是使用燃煤为燃料的建筑陶瓷是应急响应措施的主要陶瓷行业。陶瓷行业主要产生大气污染物的生产工序是原料制备和烧成，主要大气污染物是颗粒物、二氧化硫和氮氧化物。

7.1.7.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

(1) 一类措施主要是停止原辅材料运输、破碎、筛分等无组织排放工序，厂区道路和露天堆场周边增加洒水。

停止原辅材料运输、破碎、筛分等工序。排放的颗粒物按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

以生产规模 150 万 m^2/a 的建筑陶瓷企业为例，1 万 m^2 的建筑陶瓷重量约为 270t，按年生产 300d 计，日产量= $150 \times 270 / 300 = 135$ (t/d)

按作业面 20m^2 ，每天有 10 量运输车，平均运距 50km 计。

物料运输、破碎等工序排放系数 (kg/d) = 风蚀扬尘 + 作业扬尘 + 交通扬尘

= $(514.8/1000) \times 20 + 0.005 \times 135 + (0.88/1000) \times 10 \times 50 = 11.4$ (kg/d)

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以日产 135t 陶瓷窑为例，物料堆场按 1000m^2 计。

物料堆场扬尘排放系数 = 自然风蚀扬尘 + 作业扬尘

= $(425.67/1000/365) \times 1000 + 0.004 \times 135 = 1.8$ (kg/d)

(2) 二类措施主要是停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

根据建筑陶瓷工业产排污系数表选取颗粒物排污系数的平均值为 1.387kg/t。

(3) 三类措施主要是 30%以上企业烧成工序停产。

根据陶瓷窑规模，脱硫除尘设施、燃料种类等情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150%计。

7.1.8 砖瓦行业

7.1.8.1 应急措施

III类应急措施：停止原辅材料运输、破碎、转运作业，厂区道路和露天堆场周边每天增加洒水 1 次。

II类应急措施：停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

I类应急措施：所有未上除尘设施的轮窑和未上脱硫设施的煤矸石轮窑和隧道窑焙烧工序停产。

实施条件：

砖瓦行业主要产生大气污染物的生产工序是原料制备和焙烧，主要大气污染物是颗粒物、二氧化硫和氮氧化物。砖瓦窑主要有轮窑和隧道窑，其中比较先进的是隧道窑，轮窑由于工艺落后，普遍缺乏必要的污染治理设施，因此 I 级应急时采取的措施以关停为主。

7.1.8.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

(1) 一类措施主要是停止原辅材料运输、破碎等作业，道路和露天堆场每天增加洒水次数。

停止原辅材料运输、破碎等工序。排放的颗粒物按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

以生产规模 3000 万块/a 的砖瓦企业为例，1 万块标砖的重量约为 25t，按年生产 300d 计，日产量=3000*25/300=250 (t/d)

按作业面 20m²，每天有 20 量运输车，平均运距 30km 计。

物料运输、破碎等工序排放系数 (kg/d) =风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

= $(514.8/20)*20+0.005*250+(0.88/1000)*20*30=12.1$ (kg/d)

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以日产 250t 标砖为例，物料堆场按 1000m² 计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

= $(425.67/1000/365)*1000+0.004*250=2.3$ (kg/d)

(2) 二类措施主要是停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

根据砖瓦工业产排污系数表选取颗粒物排污系数的平均值为 0.049kg/t。

(3) 三类措施主要是 30%以上企业烧成工序停产。

根据砖瓦窑规模、类型（轮窑和隧道窑），原料种类（煤矸石类和其他类）、脱硫除尘设施等情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现

场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150%计。

7.1.9 燃煤锅炉

7.1.9.1 应急措施

III类应急措施：加强锅炉污染治理设施的检查，厂区内每天增加道路洒水和露天煤场洒水 1 次，减少汽车煤炭运输量和粉煤灰装运量等颗粒物无组织排放。

II类应急措施：采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<15%）。

I类应急措施：20t/h 及以上锅炉负荷降低 30%以上、20t/h 以下锅炉停产（生产或生活必须的除外）。

选择降低锅炉负荷或停产的顺序：

（1）脱硫、除尘和脱硝污染治理设施运行不正常，在最近 1 次现场监测中排放不达标的锅炉；

（2）采用麻石水膜、多管旋风等简易除尘，采用简易湿法脱硫的锅炉；

（3）采用静电或袋式除尘，没有采取低氮燃烧和烟气脱硫设施的锅炉；

（4）采用静电或袋式除尘+脱硫，没有采取低氮燃烧设施的锅炉；

（5）采用静电除尘+脱硫+低氮燃烧设施的锅炉。

实施条件：

燃煤锅炉的应急减排措施主要从减少粉尘无组织排放、加强污染设施管理、降低煤中污染物含量和停止部分锅炉生产几方面。其中，选择停产锅炉时一方面从减少污染物排放考虑，另一方面还要考虑燃煤锅炉的用途，用于居民采暖和不能停产的工业生产提供蒸汽或热水的锅炉不作应急响应停产，但这部分锅炉应在当地重污染应急主管部门备案并在应急响应期间使用优质低硫低灰分煤。为应对重污染天气，燃煤锅炉企业应长期储备至少可以连续使用 3 天的优质低硫低灰分煤。

7.1.9.2 实施效果评估方法

针对三类应急措施，计算实施效果主要是确定排放系数：

（1）一类措施主要是加强锅炉污染治理设施高效运转的检查，厂区内每天增加道路洒水，减少汽车煤炭和粉煤灰装运等颗粒物无组织排放。

加强机组污染治理设施高效运转的检查。以 20t/h 燃煤锅炉为例，煤炭消耗量 84t/d。根据燃煤锅炉的平均颗粒物排放系数 0.275kg/t 煤炭，如果按 10%减排，则颗粒物的减排量 = $84 \times 0.275 \times 10\% = 2.3$ (kg/d)

厂区内每天增加道路和煤堆洒水，主要是抑制道路和煤堆扬尘的产生。

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计，包括自然风蚀扬尘和作业扬尘，主要排放系数见表 3。

以物料堆场按 1000m² 计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

= $(425.67/1000/365) \times 1000 + 0.004 \times 84 = 20.8$ (kg/d)

减少汽车煤炭和粉煤灰装运等，其颗粒物排放按施工扬尘计，主要排放系数见表 2。

以作业面 10m^2 ，每天有 4 量运输车，平均运距 20km 计。

汽车装运的排放系数 (kg/d) = 风蚀扬尘 + 作业扬尘 + 交通扬尘

$= (514.8/1000) \times 20 + 0.005 \times 84 + (0.88/1000) \times 4 \times 20 = 5.6 \text{ (kg/d)}$

(2) 二类措施主要是采用优质低硫低灰分煤 (含硫量 < 0.5%，灰分 < 15%)。

如果使用的煤从含硫量 1.5% 降低到 0.5% 时，二氧化硫减排系数 = $(1.5\% - 0.5\%) / 1.5\% = 67\%$ ，可以削减二氧化硫 67%。

使用的煤含灰量从 25% 降低到 15% 时，颗粒物减排系数 = $(25\% - 15\%) / 25\% = 40\%$ ，可以削减颗粒物 40%。

(3) 三类措施主要是降低锅炉负荷或停产。

根据燃煤锅炉的规模、类型，脱硫除尘治理设施等运行情况，从产排污系数表中查出相应的排污系数，如脱硫除尘污染治理设施在最近 1 次现场监测中排放不达标，排放系数按相应规模系数的 150% 计。

7.1.10 石化等挥发性有机物排放行业

III 类和 II 级应急措施：应重点加强对石化行业污染治理设施运行的监管，加强对排放挥发性有机物生产设施的巡检，防治跑冒滴漏。

I 类应急措施：停止石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业涂料、油漆、溶剂等含挥发性有机物的原材料及产品的使用。

实施条件：

挥发性有机物是多种有机物的总称，目前能够识别的有 300 多种。其中，工业源主要包括石油炼制与石油化工、煤炭加工与转化等含 VOCs 原料的生产行业，油类 (燃油、溶剂等) 储存、运输和销售过程，涂料、油墨、胶粘剂、农药等以 VOCs 为原料的生产行业，涂装、印刷、粘合、工业清洗等含 VOCs 产品的使用过程；生活源包括建筑装饰装修、餐饮服务和服装干洗。

我国在挥发性有机物的污染治理方面工作才刚刚开始，由于底数不清现阶段还很难按其他重点污染物的模式和技术开展大规模治理，

由于石化等挥发性有机物排放主要是无组织排放和有机溶剂的使用等，主要措施是从源头清洁生产开始，减少挥发性溶剂的使用和跑冒滴漏。由于工业源挥发性有机物排放情况底数不够清楚，因此现阶段更多的是摸底调查工作，只有在必要时采取强制减排措施。

7.2 移动污染源应急措施

移动污染源应急措施主要以市 (地) 级为单位，重点通过基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域的机动车限行、柴油货车运营调控和暂停运营部分加油站等应急措施，减少尾气颗粒物、氮氧化物和碳氢化合物排放，以及交通扬尘、油气挥发的产生。在考虑限行、调控和暂停运营等应急措施的可操作性和有效性之外，还应尽量减少相关措施对企业生产运营和公众日常生活的影响。

根据应急响应的级别，筛选出优先采取的控制措施，原则如下，

III 类应急措施：主要采用建议性污染减排措施，倡导公众选择公共交通出行、减少小汽车使用，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶 25% 的柴油货车；

II类应急措施：基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域采用影响范围较小的强制性限行措施，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶 50%的柴油货车，暂停运营一小部分加油站；

I类应急措施：基于车牌号码、排放标准、行驶时间和区域采用影响范围较大的强制性限行措施，大型企业和物流园区通过调整优化货运安排停驶 75%的柴油货车，暂停运营一半左右的加油站。

7.2.1 基于车牌号码限行

基于车牌号码限行措施影响人群广泛，实施的社会成本高，应谨慎使用。对于千人均民用汽车保有量低于 100 辆的城市，不建议基于车牌号码限行，可选择基于机动车排放标准限行等其它应急措施。对于城市轨道交通、地面公交和出租车系统不够完备，大范围限行后难以满足居民出行需求的城市，不建议采用单双号限行（50%限行）措施。基于车牌号码限行的措施的限行时间建议为 7:00~20:00，限行区域为环城路及以内的所有路段。限行措施不适用于公交车、出租车和市政车辆。

基于车牌号码限行的措施按照严格程度分为 III、II、I 三类：III 类措施停驶 30%本地注册的公务车；II 类措施对在本地注册登记的机动车每天限行两号（20%限行），在此基础上再停驶 30%的公务车，并对所有外地车辆实施限行；I 类措施对在本地注册登记的机动车单双号限行（50%限行），在此基础上再停驶 30%的公务车，并对所有外地车辆实施限行。

由于基于车牌号码限行的措施覆盖了除出租车、公交车等之外的各种车型，同时公务用车也需要单独进行分类，各种车型的单车减排效果和成本也有所不同，因此在评估措施效益时需要分别进行计算。

对基于车牌号码的限行措施，对其 PM_{2.5}、VOC 和 NO_x 的排放削减效果进行估算，基于分车型限行车辆数量和每辆车日均的排放削减量，可采用以下公式评估其日均总减排效益：

$$TE_i = \sum_j (P_j \times E_{i,j})$$

式中，TE_i 为限行措施对污染物 i 的日均总减排效益，吨；P_j 为车型 j 的车辆日均限行数量，辆；E_{i,j} 为车型 j 车辆污染物 i 的单车日均减排量，吨/辆。

E_{i,j} 可采用以下公式进行计算：

$$E_{i,j} = M_j \times EF_{i,j} / 1000000$$

式中，M_j 为为车型 j 车辆的日均行驶里程，km/辆；EF_{i,j} 为车型 j 污染物 i 的单车日均排放因子，g/km。

对基于车牌号码的限行措施，可采用以下公式评估其日均总成本：

$$TC = \sum_j (P_j \times C_j)$$

式中，TC 为日均总成本，元；P_j 为车型 j 的日均限行车辆数，辆；C_j 为车型 j 的日均限行成本，元/辆。

在此基础上可以通过以下公式计算措施的费效比：

$$CE_i = \frac{TC}{TE_i}$$

式中，CE_i 为限行措施对污染物 i 的费效比，元/吨；TC 为限行措施日均总成本，元；TE_i 为限行措施对污染物 i 的日均总减排效果，吨。

7.2.2 基于机动车排放标准限行

根据《2012 年中国机动车污染防治年报》中的数据，2011 年我国黄标车排放的碳氢化合物、氮氧化物和颗粒物分别占汽车总排放量的 60.4%、63.7%和 86.6%，因此在重污染条件下重点对排放控制水平较差的车辆开展应急调控很有必要。基于机动车排放标准限行相比基于车牌号码限行，影响范围小，费用效益更好，从污染控制的角度出发更有依据；但实施本措施的城市，需已建立较完备的机动车环保标识体系。在已经执行机动车黄、绿标分类的城市，可考虑黄标车限行措施。在已经执行机动车按排放标准分级标识（如一星、二星绿标分别表示车辆达到国 I、国 II 排放标准）的城市，可进一步采取国 I（或国 II）车辆限行措施。基于机动车排放标准限行的措施的限行时间建议为全天，限行区域为环城路及以内的所有路段。限行措施不适用于公交车、出租车和市政车辆。

基于机动车排放标准限行的措施按照严格程度分为 III、II、I 三类：III 类措施倡导减少私人小汽车和摩托车、特别是黄标车和老旧车的使用；II 类措施对在本地注册登记的公务车、私人小汽车、客运和货运车辆，以及所有外地车辆，强制采取黄标车限行措施；I 类措施在黄标车限行的基础上，进一步采取国 I 汽油车限行措施（重点城市可扩大范围至国 II）。

由于基于机动车排放标准的限行措施覆盖了除出租车、公交车等之外的各种车型，同时公务用车也需要单独进行分类，各种车型的单车减排效果和成本也有所不同，因此在评估措施效益时需要分别进行计算。同时随着严格程度的不同，该限行措施覆盖的汽油车和柴油车排放标准范围有所变化，因此在评估排放削减效果时需要进一步按照排放标准进行分类计算。

对基于机动车排放标准的限行措施，对其 PM_{2.5}、VOC 和 NO_x 的排放削减效果进行估算，基于分车型及排放标准的限行车辆数量和每辆车日均的排放削减量，可采用以下公式评估其日均总减排效益：

$$TE_i = \sum_j \sum_k (P_{j,k} \times E_{i,j,k})$$

式中，TE_i 为限行措施对污染物 i 的日均总减排效益，吨；P_{j,k} 为车型 j 中达到排放标准 k 的车辆日均限行数量，辆；E_{i,j,k} 为车型 j 中达到排放标准 k 的车辆污染物 i 的单车日均减排量，吨/辆。

E_{i,j,k} 可采用以下公式进行计算：

$$E_{i,j,k} = M_{j,k} \times EF_{i,j,k} / 1000000$$

式中，M_{j,k} 为为车型 j 中达到排放标准 k 的车辆日均行驶里程，km/辆；EF_{i,j,k} 为车型 j 中达到排放标准 k 的车辆污染物 i 的单车日均排放因子，g/km。

对基于机动车排放标准的限行措施，可采用以下公式评估其日均总成本：

$$TC = \sum_j \sum_k (P_{j,k} \times C_j)$$

式中，TC 为日均总成本，元；P_{j,k} 为车型 j 中达到排放标准 k 的日均限行车辆数，辆；C_j 为车型 j 的日均限行成本，元/辆。

在此基础上可以通过以下公式计算基于排放标准限行措施的费效比：

$$CE_i = \frac{TC}{TE_i}$$

式中，CE_i 为限行措施对污染物 i 的费效比，元/吨；TC 为限行措施日均总成本，元；TE_i 为限行措施对污染物 i 的日均总减排效果，吨。

7.2.3 柴油货车运营调控

由于排放控制水平的差异，目前我国柴油货车的单车污染物（特别是氮氧化物和颗粒物）排放量比私人小汽车高很多。根据《2012 年中国机动车污染防治年报》中的数据，2011 年我国货车排放的氮氧化物和颗粒物分别占我国汽车排放总量的 67.5%和 78.5%，重型货车的氮氧化物和颗粒物排放量分别占到了我国汽车排放总量的 48.6%和 61.0%，而重型货车中绝大多数都是重型柴油货车，因此在重污染条件下重点对柴油货车开展应急调控很有必要。

柴油货车运营调控措施按照严格程度分为 III、II、I 共 3 类，在限行措施外，分别再停运 25%、50%和 75%的柴油货车。主管部门应提前与大型企业和物流园区进行充分的沟通协调，指导和帮助企业制定货物运营的应急调控方案，尽量与相关企业的限产、停产措施配合实施，减少对其正常业务运营的影响。

对柴油货车运营调控措施，对其 PM_{2.5}、VOC 和 NO_x 的排放削减效果进行估算，基于限行车辆数量和每辆车日均的排放削减量，可采用以下公式评估其日均总减排效益：

$$TE_i = \sum_j (P_j \times E_{i,j})$$

式中，TE_i 为货车调控措施对污染物 i 的日均总减排效益，吨；P_j 为货车车型 j 的车辆日均停运数量，辆；E_{i,j} 为货车车型 j 车辆的污染物 i 的单车日均减排量，吨/辆。

E_{i,j} 可采用以下公式进行计算：

$$E_{i,j} = M_j \times EF_{i,j} / 1000000$$

式中，M_j 为为货车车型 j 车辆的日均行驶里程，km/辆；EF_{i,j} 为货车车型 j 污染物 i 的单车日均排放因子，g/km。

对货车运营调控措施，可采用以下公式评估其日均总成本：

$$TC = \sum_j (P_j \times C_j)$$

式中，TC 为日均总成本，元；P_j 为货车车型 j 的日均停运车辆数，辆；C_j 为货车车型 j 的日均停运成本，元/辆。

在此基础上可以通过以下公式计算货车停运措施的费效比：

$$CE_i = \frac{TC}{TE_i}$$

式中，CE_i 为货车运营调控措施对污染物 i 的费效比，元/吨；TC 为措施日均总成本，元；TE_i 为措施对污染物 i 的日均总减排效果，吨。

7.2.4 市区加油站运营调控

市区加油站运营调控措施应在城市机动车限行的情况下配合实施，主要针对未进行油气回收改造的加油站，减少加油过程产生的 VOC 排放，高速公路服务区加油站不在暂停范围。

市区加油站运营调控措施按照严格程度分为 II、I 共两类，对未开展加油站油气回收改造的城市，分别暂停运营 25%和 50%的市区加油站。

市区加油站运营调控措施主要会有助于降低 VOC 的排放，基于减少的加油量可采用以下公式评估其日均总减排效益：

$$TE = (\Delta F \times EF) / 1000000$$

式中，TE 为暂停运营部分加油站措施的 VOC 日均减排量，吨； ΔF 为日均减少的加油量，kg；EF 为单位加油量的 VOC 排放系数，g/kg。

由于冬季和夏季的气温有所不同，而且燃油挥发性指标也有所差别，因此在计算中夏季和冬季需采用不同的单位加油量 VOC 排放因子 EF，在“应急措施实施成本和减排效果评估参考表”中采用的冬季和夏季的排放因子分别为 2.0 g/kg 和 4.5 g/kg。

对关停部分加油站的措施，可采用以下公式评估其日均总成本：

$$TC = \Delta F \times CF$$

式中，TC 为暂停运营部分加油站的日均总成本，元； ΔF 为日均减少的加油量，kg；CF 为减少单位加油量的成本，元/kg。

在此基础上可以通过以下公式计算暂停运营部分加油站措施的费效比：

$$CE = \frac{TC}{TE}$$

式中，CE 为暂停运营部分加油站措施对 VOC 的费效比，元/吨；TC 为措施日均总成本，元；TE 为措施对 VOC 的日均总减排效果，吨。

7.3 开放污染源应急措施

7.3.1 扬尘源

7.3.1.1 施工扬尘

III类应急措施：检查重点施工工地的扬尘控制措施是否到位，扬尘污染防治措施落实不到位的建筑工地一律停止施工。重点施工工地加大洒水降尘频次 1 次。停止土石方和建筑拆除工程。

II类应急措施：检查所有施工工地的扬尘控制措施是否到位，扬尘污染防治措施落实不到位的建筑工地一律停止施工。所有施工工地加大洒水降尘频次 2 次。停止土石方和建筑拆除工程。

I 类应急措施：除应急抢险施工外，所有工地停止施工活动，禁止清运土方、建筑垃圾；

混凝土搅拌站和预制砂浆企业一律暂停生产作业。

实施条件：需统计城市区域内施工点数量、施工面积及施工位置等信息。需抽调人力物力对工地进行全面督查。对重点施工单位可通过在工地设置监控探头，对渣土运输车辆加装GPS 卫星定位系统等措施来加强监管。建议开展社会监督，实行施工扬尘举报有奖制度，凡是举报查证属实的，给予一定的奖励。

向施工企业公布施工扬尘控制措施的监管要求，主要包括以下几方面：①合理安排施工现场，加强三堆，即土堆、料堆、渣堆的防尘管理，尽可能减少堆场数量，并加盖篷布。②施工现场的运输道路定期洒水，使其保持一定的湿度，并指定专人及时清扫工地路面，防止道路扬尘，禁止在施工车道两旁堆放施工弃土。施工工地出口设置车辆清洁设施，所有车辆须清洗轮胎后方可离开。③施工现场尽量不设有混凝土搅拌站，特殊情况下设置搅拌站应尽可能做到封闭严密。④谨防运输车辆装载过满，不得超出车厢板高度，并采取遮盖、密闭措施减少沿途抛洒、遗落。⑤开挖的土方及建筑垃圾及时利用，以防因长期堆放起尘，施工作业面定期洒水，使其保持一定的湿度，以减少起尘量。⑥渣土清运做到统一管理，规定倾倒地点，指定运输路线和时间，运输车辆必须到环卫部门办理准运证，签定防止车辆运输洒漏责任书，为对从事建筑渣土运输的车辆进行规范管理，严格实行密闭运输。⑦施工现场要进行围栏或设置屏障，以缩小施工扬尘扩散的范围。

实施效果估算方法：

建筑施工工地尘的无组织排放源主要为土方堆及运输交通扬尘，其中土方堆产生的扬尘又分为自然风蚀扬尘和作业扬尘。自然风蚀扬尘是由于土方堆表面材料遭受扰动或由于干燥被暴露后因风引起的颗粒物排放。

施工扬尘的排放因子取值见表 4。

表 4 施工扬尘排放因子

污染物	风蚀扬尘排放因子 (g/m ²)	作业扬尘排放因子 (kg/t 料)	工地运输扬尘排放因子 (g/km 车)
PM10	514.80	0.005	0.88
PM2.5	142.72	0.0017	0.35

施工扬尘的活动水平数据主要通过建设部门及统计部门等途径获取相应年份的建筑施工面积，再结合对应的系数推算出土方量及土方表面积。

建筑施工扬尘主要产生于土方堆扬尘及土方、材料运输交通扬尘，亦即建筑施工扬尘排

放量=土方堆扬尘+运输交通扬尘

式中：土方堆扬尘 = 土方堆风蚀扬尘排放量+土方堆作业扬尘排放量
= 土方堆风蚀扬尘排放系数×土方表面积+土方堆作业扬尘排放系数
×土方重量×搬运次数

运输交通扬尘=运输交通扬尘排放系数×运输长度×运输车流量

由于建筑的结构形式不同，其土方量亦不同，框架结构的土方量为 0.55-1.06m³/建筑 m²，
砖混框架结构的土方量为 0.39-0.92m³/建筑 m²。

根据措施实施的覆盖范围确定削减率，乘以排放量即可得各类措施的减排量。

建筑施工扬尘的控制技术大致可以分为以下 6 类：洒水、加盖防尘网、围挡、裸露地面
铺装、车辆清洗等措施。表 5 是北京市环境保护科学研究院对华北地区施工扬尘控制费用的
调查和分析结果。

表 5 施工扬尘控制费用

扬尘控制技术	成本效益（元/千克）
自动车辆清洗措施	30.7
2.4m 围挡	43.0
路面铺装和洒水	74.3
洒水（含水量 10%）	105.5
遮挡密质防尘网	49.1
覆盖防尘布	49.2
平均值	52.8

本指南采用上表中的平均值，即施工扬尘单位减排成本约为 52800 元/t,据此可估算出施
工扬尘控制的总成本。

7.3.1.2 交通扬尘

III/II 类应急措施：在日常道路清扫保洁频次的基础上，所有道路增加清扫保洁和冲洗
频次 1 次。

I 类应急措施：在日常道路清扫保洁频次的基础上，所有道路增加清扫保洁和冲洗频次
2 次；除零摄氏度以下低温天气外，全市广场、空地、各单位门前区域等实施彻底清扫冲洗。

实施条件：环卫部门需统计城市区域的道路清扫面积，估算增加清扫保洁和冲洗频次需
购置的清洁洒水车辆数，以及需聘用的清洁工人数量，以便组织人力物力加大清扫冲洗频次。

实施效果估算方法：

交通扬尘主要发生在公路和街道，既有车辆排放也有道路排放，本指南主要指在公路和街道上的行为所引起的扬尘污染。路面尘的主要来源包括:降尘、车辆遗撒、车轮车身带泥、路面破损、轮胎磨损、生物残骸、道路施工和建筑施工等。而这些路面上的尘土若不能及时去除,在交通车辆的碾压、扰动以及落后清扫方式的作用下，就会形成交通扬尘。

交通扬尘的排放主要与路面尘负荷、车流量、车辆行驶速度和车辆重量有关。路面尘负荷是指单位面积路面上所能收集到的颗粒状物质的量，不同的道路类型其路面尘负荷不同，本研究中，市区道路按照快速路、主干路和支路分类，北京周边区县以及周边省市按照国道、省道、县道、乡道和高速路分类。

交通扬尘的污染物估算方法为：

$$\text{交通扬尘排放量}=\text{交通扬尘排放系数}\times\text{道路长度}\times\text{交通流量}$$

交通扬尘排放系数的估算方法如下式所示：

$$EF=k\left(\frac{sL}{2}\right)^{0.65}\times\left(\frac{W}{3}\right)^{1.5}-C$$

式中，EF—排放因子， $g/(km\cdot\text{辆})$ ；

k—基本排放因子，计算 PM10、PM2.5 时分别取 5.3、1.3；

sL—路面尘负荷， g/m^2 ，不同道路的尘负荷列于表 6；

W—通过道路的车辆的平均重量，t；

C—车辆尾气排放、刹车和轮胎磨擦的排放因子， $g/(km\cdot\text{辆})$ ，计算 PM10、PM2.5 时分别取 0.1317、0.1005。

表 6 不同道路类型的尘负荷（ g/m^2 ）

道路类型	尘负荷（sL）	尘负荷取值范围（sL）
快速路	0.26	[0.08,0.26]
主干道	180	[0.17,180]
支路	80.8	[0.55,80.8]
国道	18.44	[0.13,18.44]
省道	23.52	[0.17,23.52]
县道	88.89	[0.25,88.89]
乡级路	41.47	[0.98,41.47]
高速路	23.1	23.1

交通扬尘的活动水平数据可从交管部门、市政部门、建设部门及统计部门获取，已知以上参数及道路长度、交通流量等数据后，根据排放量和削减率可得各级措施的减排量。

控制交通扬尘的主要措施是采用机械清扫和真空吸扫方式，增加洒水频次。根据文献调研（见表 7），交通扬尘单位减排成本约为 1480 元/t，据此可估算出施工扬尘控制的总成本。

表 7 交通扬尘控制费用调查

控制技术	单车费用 (万元/辆)	折旧费+操作费+ 运行费	单位时间清扫面 积	清扫比例 (%)	治尘费用(元 /t)
真空清扫 车	40.0	11.36 万元/年·车	30000m ² /h·车	90	1480
人工清扫	——	6000 元/人·年	600 m ² /h·人	10	

7.3.2 秸秆燃烧

III/II/I 类应急措施：禁止城市及周边所有区域的农作物秸秆、城市清扫废物、园林废物、建筑废弃物等生物质的违规露天燃烧；

实施条件：估算城市郊区农业秸秆产量，统计秸秆燃烧点数量及分布范围，在每年的 5-6 月份及 10 月份收获季节，在大片农田集中区域设置专人监管，可利用村内外空闲地、废弃地实行集中堆放，可在空气质量良好时有组织有计划地采取燃烧效率高的炉子集中燃烧。严重污染时段需组织人员对秸秆禁烧情况进行 12-24 小时巡查，对重点村庄、重点区域和易出现着火的点进行全方位、全时段监控防范，做到及时发现、及时处理。

政府管理部门应及早建立秸秆回收及综合利用系统，包括出资购置秸秆回收机，组织人力物力集中收购农田秸秆，建立秸秆燃烧发电厂或其他综合利用工厂。为引导广大农民积极主动地综合回收利用秸秆，应采取一定的补贴政策，包括农民处理秸秆所花费的成本，包括补贴农民所付出的劳动成本以及使用机器的经济成本。

实施效果估算方法：

在我国，秸秆除了作为炊事和采暖的燃料燃烧外，露天焚烧的现象亦十分严重。秸秆露天焚烧具有很强的季节性，其燃烧量根据各省市所处气候带、农村生活水平、植被覆盖现状和各种农作物的主要产量等资料进行估算。

秸秆燃烧排放量=秸秆燃烧量×排放因子=农作物产量×谷草比×露天焚烧比例×燃烧效率×排放因子。

排放因子数据如表 8 所示。

表 8 生物质露天焚烧排放因子 (kg/t)

主要污染因子	排放因子	数据收集范围
SO ₂	0.37	[0.37,0.54]
NO _x	2.55	[2.5,3.8]
PM ₁₀	6.37	[6.37,11.7]
PM _{2.5}	3.9	[3.9,9.65]
VOC _s	7	[5.0,15.7]

秸秆露天焚烧的活动水平数据通过调查各地区当年的典型粮食及农作物的产量,并结合各类作物的谷草比和秸秆用于露天焚烧的比例及燃烧效率获得。其中主要的农作物小麦、玉米、水稻、棉花、油料和其他作物的果实产量与秸秆产量之比如表 9。北京、天津、河北三地秸秆用于露天焚烧的比例分别为 10%、10%和 20%,其燃烧效率为 88.9%。据此可得出秸秆实际燃烧量。

表 9 各种农作物果实产量与秸秆产量之比

种类	果实产量与秸秆产量之比
小麦	1/1.37
玉米	1/2.00
水稻	1/0.62
棉花	1/3.00
油料	1/2.00
其他	1/1.00

根据秸秆燃烧禁烧量和削减率可得各级措施的减排量。

根据调研可知,秸秆回收的成本约 40 元/t,据此可估算秸秆回收的总成本。

7.3.3 露天烧烤

III/II 类应急措施:检查城市区域内主次干道交叉路口以及广场、公园、游园绿地等公共场所,一律禁止露天烧烤和店外摆放桌椅经营烧烤。

I 类应急措施:检查城市区域内所有路口以及广场、公园、游园绿地等公共场所,一律禁止露天烧烤和店外摆放桌椅经营烧烤。检查所有正规经营的烧烤店是否安装高效油烟净化器并正常运行,不符合要求的一律停止营业。

实施条件:管理部门需统计城市区域露天烧烤聚集易发点数量和聚集区域。需准备人力物力进行检查。正规经营的烧烤餐厅在规定时间内可在门前空地、院落摆放桌椅经营烧烤,但严禁在店外摆放烧烤炉具。要求所有露天烧烤业户室内要安装通风除尘设备,提倡使用无

烟烧烤炉具，必要时可给予一定的补贴。可开展社会监督，凡是举报存在露天烧烤并查证属实的，给予一定的奖励。

实施效果估算方法：

露天烧烤排放量=烧烤点数量×平均污染物排放因子。露天烧烤排放量及排放因子的研究很少，本指南参考文献中对餐饮行业中烧烤店的排放测试确定排放因子为 0.132kg/d。经过调查统计获得露天烧烤点数量及措施实施后可禁止的烧烤店数量，即可估算出露天烧烤减排量。

经调研，无烟烧烤炉的价格约 400 元/个，将此作为露天烧烤的单位减排成本，即可估算露天烧烤应急措施的实施成本。

7.3.4 餐饮企业

III/II 类应急措施：加大对城市区域重点餐饮单位的监督性检查，保证现有油烟净化设施的正常运行；

I 类应急措施：加大对城市区域重点餐饮单位的监督性检查，对未按要求安装油烟净化设施、排放不达标的餐饮单位，立即暂停营业并责令整改。

实施条件：应统计城市区域的餐饮企业数量、单位及学校食堂数量，掌握餐饮企业的油烟净化设施安装及运行情况。需准备人力物力开展检查工作。重点对大型餐饮单位和 200 餐位以下的饮食服务业（如中小型酒楼、快餐厅、大排档等）进行监管，检查其污染排放控制措施有没有全面实行，在炉灶的使用、治理设施的管理、环境卫生等方面是否与相应的环保要求有所脱节，加强对废气、油烟基本上是无组织排放的小食杂店的监管。

实施效果估算方法：

餐饮企业排放量=餐饮企业个数×平均排放系数。表 10 是文献中对各类餐馆的 PM2.5 排放量测试结果。

表 10 各类餐馆细颗粒物排放量估算

	项目	规模	小时排放量 (kg/h)	全天排放量 (kg/d)	全年排放量 (kg/a)
北京样本餐馆	川菜	中型	0.046	0.275	100
	杭州菜	大型	0.044	0.263	96
	家常菜	大型	0.175	1.05	384
	烧烤	中型	0.022	0.132	48

广州样本餐馆	东北菜	中型	0.019	0.114	42
	川菜	中型	0.07	0.418	153
	东北菜	中型	0.2877	1.72	628
	粤菜	大型	0.905	5.43	1983
	湘菜	中型	0.215	1.29	471
中型餐馆参数	达标理论计算	中型	0.024	0.144	526

根据表 10 的数据，我们引用作者针对中型餐馆（灶头数 6 个，排烟通道流量 12000m³/h，每天营业 6h）的估算值，设定餐馆的平均排放系数为 0.144kg/d。已知餐饮企业的排放量，乘以措施的实施比例以及净化效率，即可知餐饮企业的 PM_{2.5} 减排量。餐饮行业其他污染物的排放量因为缺乏研究支持，无法估算其减排量。

经调研，高效油烟净化器的价格为 4000 元/个，将此作为餐饮企业的单位减排成本，即可估算餐饮企业应急措施的实施成本。

8 指南实施的环境效益与经济技术分析

8.1 环境效益

我国发生大气重污染天气的原因主要是大气污染物排放量超过了大气环境的自净能力，要消除隐患最主要的措施就是减排污染物。由于大气污染物的种类繁多，污染源种类复杂，各地缺乏采取减排措施的经验。

本指南主要针对重点污染物、重点行业、重点企业、重点移动源和重点开放源提出相应的应急控制措施，使各地在制定应急预案时能根据城市特点，选择最佳实用控制措施，实现快速减排污染物，尽快从重污染天气中恢复过来，减少重污染天气对人们生产生活的影响，可以产生较好的环境效益。

8.2 技术经济分析

通过本指南的实施，为各城市开展重污染减排工作提供了很好的技术指导，在快速达到减排效果的同时尽可能降低经济代价，技术经济分析如下：

- （1）有序开展应急准备，减少人力物力的投入；
- （2）加快对本地区重污染行业和企业的了解，制定更为合理的应急控制措施；
- （3）通过对比应急措施的效果和减排成本评估方法，可以更好地选择各行业主要减排的污染物种类和减排方式，实现最低减排成本。

9 指南实施建议

（1）本技术指南是指导各市开展应急响应措施的技术指导，具有普遍性，各市还要结合当地特色，在重点行业方面有所取舍；

（2）本指南中提供了多种排放系数，主要是根据产排污系数和一些经验数据，各地如果有实际监测数据得到的排放系数，应以当地数据为主；

（3）建议各市依据本指南提出应急响应措施，尽快制定更符合本地特色的减排措施；

（4）随着各重点行业发展状况的变化和污染防治技术的进步，适时修订本指南，吸纳各种更为合理的减排技术。