

环 境 保 护 技 术 文 件

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）

目 次

前言	I
1 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 术语和定义	1
2 基本信息收集和分析	1
2.1 城市自然条件和社会状况	1
2.2 城市大气污染源排放状况	1
3 应急的准备工作	2
3.1 实施工业源环境信息公开制度	2
3.2 开展石化等行业挥发性有机物摸底调查	2
3.3 加强机动车环保标识制度建设	2
3.4 严格实施新车环保准入制度	2
3.5 提前收集开放源基本信息	2
3.6 制定重点污染源应急响应预案	2
4 应急措施	2
4.1 工业污染源应急措施	3
4.2 移动污染源应急措施	9
4.3 开放污染源应急措施	12
5 应急措施的效果与成本评估参考表	14

前言

为贯彻执行《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》及相关法律、法规、标准、文件等，制定本技术指南。

本指南可作为城市大气中污染应急工作的参考技术资料。

本指南由环境保护部科技标准司提出并组织制订。

本指南起草单位：中国环境科学研究院、。

本指南 2013 年 月 日由环境保护部批准、发布。

本指南由环境保护部解释。

1 总则

1.1 适用范围

本技术指南为全国可能发生大气重污染天气时，地（市）级及以上城市人民政府在专项应急预案中针对工业源、移动源和开放源选择具体应急措施及开展应急措施的实施效果预评估提供的技术指导。

1.2 术语和定义

1.2.1 应急措施：

在可能发生大气重污染天气时，地（市）级及以上城市人民政府在专项应急预案中针对工业源、移动源和开放源采取的临时性调控措施，包括建议性污染减排措施和强制性污染减排措施。

1.2.2 III类/II类/I类应急措施：

针对各类排放源的应急措施按严格程度分为三类，根据可能发生大气重污染的严重程度，可从宽至严（依次为III类、II类、I类）选择不同严格程度的应急措施。

2 基本信息收集和分析

当地环保部门应当组织对城市大气污染相关情况进行调查，收集所需数据和资料，至少包括以下内容：

2.1 城市自然条件和社会状况

分析城市所处的地理位置、地形条件和气象状况，辖区内人口分布、城市功能分区和产业分布情况，居民集中区和易感人群密集区等环境敏感点分布情况，地区生产总值、工业增加值、能源消耗量、发电量、主要耗能产品产量和增长速度等。

2.2 城市大气污染源排放状况

2.2.1 工业源排放基础信息

重点调查钢铁、水泥、焦化、有色冶炼、火电、石化、陶瓷、砖瓦行业和燃煤工业锅炉，对辖区内上述行业中重点调查单位排放的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物进行统计和减排核算，对4种污染物建立工业源排放清单和数据库，并根据不同污染物的排放量按行业和企业进行年度排序，作为工业源实施应急减排的主要依据之一。

2.2.2 移动源排放基础信息

对辖区内各类机动车保有量、油品销售和使用情况、交通状况和管控措施、机动车排污控制状况等开展调研分析，建立城市移动源排放清单和数据库。

2.2.3 开放源排放基础信息

对城市集中供暖管网未覆盖范围内居民分布状况、采暖及生活燃料使用情况、城市周边土地利用情况、农田秸秆焚烧处理情况、城市建设规划及建筑施工管理情况等进行统计调查，建立城市开放源排放清单和数据库。

3 应急的准备工作

在应急响应阶段开始前，应做好必要的准备工作，以保障各种应急措施的有效实施，预防和减少大气重污染的发生频次。

3.1 实施工业源环境信息公开制度

列入年度废气类重点工业源的企业要定期公开污染物排放状况、治理设施运行情况等环境信息，定期发布大气污染物排放监测结果，接受社会监督。同时，建立辖区内环境违法信息公众举报平台，加大查处企业违法排污力度。此外，地方环保部门要建立和重污染企业定期沟通的制度，解决企业在减排中面临的问题，使企业重视日常污染减排工作。

3.2 开展石化等行业挥发性有机物摸底调查

更好地推进挥发性有机物污染治理。石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业是挥发性有机物排放的主要行业，开展摸底调查，改进现有工艺和使用替代工艺降低挥发性有机溶剂的使用。

3.3 加强机动车环保标识制度建设

积极推进机动车环保管理机构和环保标识制度建设，在用车应定期参加排放年检并取得环保标识，没有环保标识的车辆一律不准上路；对国 I 以前的汽油车和国 III 以前的柴油车发放黄标，对国 I 及以后的汽油车和国 III 及以后的柴油车发放绿标，并根据排放标准阶段对绿标进一步细分。

3.4 严格实施新车环保准入制度

管理部门在为新车注册登记的过程中，要严格依照环保部发布、满足当前新生产机动车排放标准的环保型式核准目录，对环保型式核准目录中未包含的车型一律不予上牌。

3.5 提前收集开放源基本信息

应统计建筑工地的数量、施工面积及分布区域等，调查餐饮企业、学校及单位食堂的数量及油烟净化器安装运行情况，露天烧烤集中点数量及分布区域，统计农田面积、秸秆产生量，以乡镇为单位建立运行良好的秸秆回收利用系统

3.6 制定重点污染源应急响应预案

预案编制内容应包括应急准备和应急响应两部分。应急准备阶段应特别准备重污染天气下使用的清洁原辅材料及燃料，成立由主管领导为组长的应急响应工作组，从接到应急指令开始的应急响应阶段，可实现提前 24 小时的限产限行、停产及恢复方案，开展应急措施的实施效果预评估。

4 应急措施

为预防和减缓大气重污染的发生，需要根据污染程度的预警分级选择不同严格程度的应急措施。由于大气重污染是一个连续累积的过程，其生成和消散都需要一定时间，建议根据各级重污染的预警发生时间，提前 24 小时开始采取相应级别的应急措施，并在重污染过程结束后停止。

根据重污染预警，在启动和停止实施各级应急措施时，建议提前 48 小时向相关行业和企业发出通知，通过电视、广播、报刊、互联网等媒体和短信等方式提前 24~48 小时向公众发出通知。

4.1 工业污染源应急措施

4.1.1 选择原则

4.1.1.1 应急措施控制指标

城市以地（市）级为应急措施实施单位，主要减排指标为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和挥发性有机物（VOCs）。

4.1.1.2 应急措施重点行业

城市重点行业数量不宜超过十个。如果城市有相关重点行业污染物排放量的排序，可直接作为采取应急调控措施的重点行业优先度排序；否则，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。

4.1.1.3 应急措施重点企业

根据应急响应的需要，在开展应急调控的重点行业中选择优先采取的控制措施和限产停产的企业。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。

4.1.2 钢铁行业

4.1.2.1 应急措施

1) 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。

2) II类应急措施

减少有组织排放颗粒物。选矿厂停止破碎、筛分、转载等工序的生产，减少颗粒物有组织排放。

3) 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。

4.1.2.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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。

矿山开采排放系数=风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

2) II类措施

主要是选矿厂停止破碎、筛分、转载等生产工序。

根据钢铁工业产排污系数表选取烧结机工业粉尘的排污系数。

3) I类措施

主要是降低部分烧结（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。

4.1.3 水泥行业

4.1.3.1 应急措施

1) 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。

2) 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。

3) I类应急措施

30%以上的水泥窑实行停产。

4.1.3.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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。

矿山开采排放系数=风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

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，按生产工艺、规模等条件进行选取。

2) II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。

3) I类措施

主要是部分水泥窑实行停产。

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。

4.1.4 工业锅炉

4.1.4.1 应急措施

1) 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。

2) II类应急措施

采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<15%）。

3) 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）。

4.1.4.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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和减排比例，可以计算出颗粒物的减排量。

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。

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。

2) II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) I类措施

主要是降低部分锅炉负荷或停产。

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。

4.1.5 焦化行业

4.1.5.1 应急措施

1) 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。

2) 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%）。

3) 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。

4.1.5.2 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，各类应急措施排放系数的核算

方法如下：

1) III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。

煤炭和焦炭的无组织排放颗粒物按施工扬尘计。

煤炭和焦炭装运排放系数=风蚀扬尘+作业扬尘+交通扬尘

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。

物料堆场扬尘排放系数=自然风蚀扬尘+作业扬尘

2) II类措施

主要是采用优质低硫低灰分炼焦煤。

《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%。通过降低原料煤中的硫分和灰分，减排颗粒物和二氧化硫。

3) I类措施

主要是降低部分焦炉生产负荷 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。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。

4.1.6 陶瓷行业

4.1.6.1 应急措施

1) 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。

2) II类应急措施

停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

3) I类应急措施

30%以上企业烧成工序停产。

4.1.6.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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。

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计。

2) II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。

3) I类措施

主要是陶瓷企业烧成工序停产。

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。

4.1.7 砖瓦行业

4.1.7.1 应急措施

1) 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。

2) II类应急措施

停止原料制备工序，减少有组织排放粉尘。

3) 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。

4.1.7.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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。

物料堆场排放的颗粒物按料堆扬尘计。

2) II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。

3) I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。

4.1.8 火电行业

4.1.8.1 应急措施

1) 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。

2) II类应急措施

采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<15%）。

3) I类应急措施

降低火电机组负荷 30%以上。

4.1.8.2 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，各类应急措施排放系数的核算方法如下：

1) III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。根据煤炭消耗量,火电行业的平均颗粒物排放系数及减排比例,可以计算出颗粒物的减排量。

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。

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。

2) II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,可以削减二氧化硫 67%。使用的煤从含灰量 25%降低到 15%时,可以削减颗粒物 40%。

通过降低燃料煤中的硫分和灰分,减排颗粒物和二氧化硫。

3) I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。

4.1.9 有色行业

4.1.9.1 应急措施

1) 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。

2) 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。

3) 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。

4.1.9.2 实施效果评估方法

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。

4.1.10 石化等挥发性有机物排放行业

1) III类/II类应急措施

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。

2) 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。

4.2 移动污染源应急措施

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。

4.2.1 基于机动车牌照号码限行

4.2.1.1 应急措施

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 30%本地注册登记的公务车。

2) II类应急措施

对在本地注册登记的公务车、私人小汽车、客运和货运车辆、摩托车和低速载货汽车，每天限行两号（20%限行）；在此基础上再停驶 30%的公务车；对所有外地车辆实施限行；限行时段为 7:00~20:00，限行区域为环城路及以内的所有路段。公交车、出租车和市政车辆不限行。

3) I类应急措施

对在本地注册登记的公务车、私人小汽车、客运和货运车辆、摩托车和低速载货汽车，进行单双号限行（50%限行）；在此基础上再停驶 30%的公务车；对所有外地车辆实施限行；限行时段为 7:00~20:00，限行区域为环城路及以内的所有路段。公交车、出租车和市政车辆不限行。

4.2.1.2 实施效果评估方法

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减排效益：

$$TE_i = \sum_j (P_j \times E_{ij})$$

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_{ij} 为车型*j*车辆污染物*i*的单车日均减排量，吨/辆。

E_{ij} 可采用以下公式进行计算：

$$E_{ij} = M_j \times EF_{ij} / 1000000$$

式中， M_j 为为车型*j*车辆的日均行驶里程，km/辆； EF_{ij} 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。

4.2.2 基于机动车排放标准限行

4.2.2.1 应急措施

1) III类应急措施

倡导公众选择公共交通出行，减少私人小汽车使用，停驶 30%本地注册登记的公务车。

2) II类应急措施

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，采取黄标车限行措施；限行时段为全天，限行区域为环城路及以内的所有路段。公交车、出租车和市政车辆不限行。

3) I类应急措施

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，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）；限行为全天，限行区域建议为环城路及以内的所有路段。公交车、出租车和市政车辆不限行。

4.2.2.2 实施效果评估方法

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。

4.2.3 柴油货车运营调控

4.2.3.1 应急措施

1) III类应急措施

对大型企业和物流园区的柴油货车进行运营调控，除限行措施外，再暂停运营 25% 的柴油货车，相应的货运需求在重污染过程结束后再进行补充。

2) II类应急措施

对大型企业和物流园区的柴油货车进行运营调控，除限行措施外，再暂停运营 50% 的柴油货车，相应的货运需求在重污染过程结束后再进行补充。

3) I类应急措施

对大型企业和物流园区的柴油货车进行运营调控，除限行措施外，再暂停运营 75% 的柴油货车，仅保留 25% 的柴油货车（建议选取排放控制水平最高的车辆）进行保障民生的货物运输，相应的货运需求在重污染过程结束后再进行补充。

4.2.3.2 实施效果评估方法

对柴油货车运营调控措施，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。

4.2.4 市区加油站运营调控

4.2.4.1 应急措施

1) **II类应急措施**：配合机动车限行中的 II 类应急措施，对未开展加油站油气回收改造的城市，建议充分考虑市区内加油站的分布情况，暂停运营 20%左右的加油站。高速路服务区加油站不在运营调控的范围。

2) **I类应急措施**：配合机动车限行中的 I 类应急措施，对未开展加油站油气回收改造的城市，建议充分考虑市区内加油站的分布情况，暂停运营 50%左右的加油站。高速路服务区加油站不在运营调控的范围。

4.2.4.2 实施效果评估方法

对关停部分加油站的措施，可采用以下公式评估其日均总减排效益：

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

式中， TE 为关停部分加油站措施的 VOC 日均减排量，吨； ΔF 为日均减少的加油量，kg； E_F 为单位加油量的 VOC 排放因子，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：

$$TC = \Delta F \times C_F$$

式中， TC 为关停部分加油站的日均总成本，元； ΔF 为日均减少的加油量，kg； C_F 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关停部分加油站措施的费效比：

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

式中， CE 为关停部分加油站措施对 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。

4.3 开放污染源应急措施

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。按照目前国内大多数城市的发展及源控制现状，施工扬尘应作为优先控制对象，其次是交通扬尘，再次是露天烧烤和餐饮油烟，对于餐饮行业发展迅猛的城市，餐饮油烟亦应得到关注；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。

4.3.1 施工扬尘

4.3.1.1 应急措施

1) 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。

2) 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。

3) 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。

4.3.1.2 实施效果评估方法

首先估算建筑扬尘排放量,建筑施工扬尘排放量=土方堆扬尘+运输交通扬尘=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。

然后估计实施应急方案的施工工地面积比例,即可估算出施工扬尘减排量。

根据调研可知,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。

4.3.2 交通扬尘

4.3.2.1 应急措施

1) III类/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。

2) 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。

4.3.2.2 实施效果评估方法

交通扬尘排放量=道路车流量×道路长度×排放因子。

排放因子的估算公式为: $EF = k \left(\frac{sL}{2} \right)^{0.65} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{1.5} - C$,其中 k—基本排放因子,计算

PM10 和 PM2.5 时分别取 5.3、1.3; sL—路面尘负荷, g/m²; 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·辆)。然后估计实施应急方案的道路比例,即可估算出交通扬尘减排量。

根据调研可知,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。

4.3.3 秸秆燃烧

4.3.3.1 应急措施

III类/II类/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。

4.3.3.2 实施效果评估方法

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。

根据秸秆禁烧比例，即可估算秸秆燃烧减排量。

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。

4.3.4 露天烧烤

4.3.4.1 应急措施

1) III类/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。

2) 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。

4.3.4.2 实施效果评估方法

烧烤排放量=烧烤点数量×平均污染物排放因子。

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。

4.3.5 餐饮企业油烟

4.3.5.1 应急措施

1) III类/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。

2) 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。

4.3.5.2 实施效果评估方法

餐饮企业排放量=餐饮企业个数×平均排放系数。

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。

5 应急措施的效果与成本评估参考表

工业污染源、移动污染源和开放污染源应急措施的减排效果与实施成本评估可参考本指南所附 Excel 表单。如城市已开展过相关研究，建议采用本地实测数据和实际价格作为减排效果和实施成本的测算依据。

基于对各类应急措施的费效分析结果，进行不同行业、不同企业间的比选，筛选费效较好的应急措施，在未来的应急调控中有限选择。针对应急调控中出现的问题和不足，进一步修改和完善现有应急响应预案。

附 录

（资料性附录）

附表 1 工业源应急措施的效果及成本评估方法

类别	钢铁行业应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/t)	总成本(万 元/d)	费效比(万 元/t)	规模等级	产量 (t/d)	排放系 数	单位	降低负荷 (%)	削减率 (%)	备注
III	露天矿山停止爆破、装矿、转运、破碎等颗粒物		PM	1063.8	30	20.00	18.80	200 万 t/a	6667	1063.81	kg/d	100%	100%	按施工扬尘计， 矿 山 作 业 面 2000m ² ， 每 天 100 辆车， 运距 10km 计
	各种原辅材料和燃料堆场增加洒水等抑尘措施		PM	13.1	0	0.20	15.32	180m ²	5400	26.11	kg/d	0%	50%	堆场按 1000m ² 计，烧结机利用 系数按 1.25 计
II	停止破碎、筛分、转载等颗粒物有组织排放		PM	1134.0	20	10.80	9.52	180m ²	5400	0.21	kg/t	100%	100%	
I	烧结工 序降低 生产负 荷 30%	第一类：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	PM	873.2	66.7	36.00	41.23	180m ²	5400	0.54	kg/t	30%	30%	售价 1100 元，其 中成本 900 元， 人工及利润等 200 元，脱硫除 尘脱硝费用各占 1/3
			SO ₂	5832.0	66.7	36.00	6.17	180m ²	5400	3.6	kg/t	30%	30%	
			NO _x	946.1	66.7	36.00	38.05	180m ²	5400	0.584	kg/t	30%	30%	

结机												
第二类: 烧结面积 180 平方米以下(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	PM	899.9	66.7	36.00	40.00	180m2	5400	0.556	kg/t	30%	30%	售价 1100 元, 其中成本 900 元, 人工及利润等 200 元, 脱硫除尘脱硝费用各占 1/3
	SO2	5832.0	66.7	36.00	6.17	180m2	5400	3.6	kg/t	30%	30%	
	NOx	946.1	66.7	36.00	38.05	180m2	5400	0.584	kg/t	30%	30%	
第三类: 烧结面积 180 平方米以下(所有规模球团), 四电场静电除尘器, 无脱硫设施	PM	395.3	66.7	36.00	91.07	180m2	5400	0.244	kg/t	30%	30%	售价 1100 元, 其中成本 900 元, 人工及利润等 200 元, 脱硫除尘脱硝费用各占 1/3
	SO2	5832.0	66.7	36.00	6.17	180m2	5400	3.6	kg/t	30%	30%	
	NOx	946.1	66.7	36.00	38.05	180m2	5400	0.584	kg/t	30%	30%	
第四类: 烧结面积 180 平方米以上(所有规模球团), 四电场静电除尘器, 无脱硫设施	PM	395.3	66.7	36.00	91.07	180m2	5400	0.244	kg/t	30%	30%	售价 1100 元, 其中成本 900 元, 人工及利润等 200 元, 脱硫除尘脱硝费用各占 1/3
	SO2	5832.0	66.7	36.00	6.17	180m2	5400	3.6	kg/t	30%	30%	
	NOx	845.6	66.7	36.00	42.57	180m2	5400	0.522	kg/t	30%	30%	
第五类: 烧结面积 180 平方米以上(所有规模球团)	PM	395.3	66.7	36.00	91.07	180m2	5400	0.244	kg/t	30%	30%	售价 1100 元, 其中成本 900 元, 人工及利润等 200 元, 脱硫除尘脱硝费用各占 1/3
	SO2	1166.4	66.7	36.00	30.86	180m2	5400	0.72	kg/t	30%	30%	

		团)，四电场静电除尘器+脱硫设施	NOx	845.6	66.7	36.00	42.57	180m2	5400	0.522	kg/t	30%	30%	200 元，脱硫除尘脱硝费用各占 1/3
类别	水泥行业应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/吨)	总成本(万元/d)	费效比(万元/t)	规模等级	产量 (t/d)	排放系数	单位	停产(%)	削减率 (%)	备注
III	水泥矿山停止爆破、破碎、装运等生产；		PM	1064	30	20.00	18.80	200 万 t/a	6667	1063.82	kg/d	100%	100%	按施工扬尘算，矿山作业面 2000m2，每天 100 辆车，运距 10km 计
	水泥生产企业加强对厂区内无组织排放的管理。		PM	60	0	0.10	1.67	4000t/d	4000	0.150	kg/t	0%	10%	减排费用主要是人员成本
	采取洒水等方式抑制料堆和道路扬尘		PM	10.4	0	0.20	19.22	4000t/d	4000	20.81	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计，洒水 2000m2
II	停止水泥粉磨、包装等生产工序		PM	1812	20	8.00	4.42	4000t/d	4000	0.453	kg/t	0%	100%	
I	30% 以上水泥密停产	第一类：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密	PM	453.6	50.0	6.00	13.23	4000t/d	4000	0.378	kg/t	30%	30%	售价 300 元，其中成本 200 元，人工及利润等 100 元，除尘脱硫脱硝费用分别占 50%、10%和 40%计
			SO2	130.8	10.0	1.20	9.17	4000t/d	4000	0.109	kg/t	30%	30%	
			NOx	2095.2	40.0	4.80	2.29	4000t/d	4000	1.746	kg/t	30%	30%	
		第二类：4000t/d	PM	302.4	50.0	6.00	19.84	4000t/d	4000	0.252	kg/t	30%	30%	售价 300 元，其

	以下、窑头窑尾均为静电除尘器、没有 SNCR 脱硝	SO2	130.8	10.0	1.20	9.17	4000t/d	4000	0.109	kg/t	30%	30%	中成本 200 元，人工及利润等 100 元，除尘脱硫脱硝费用分别占 50%、10%和 40%计
		NOx	2095.2	40.0	4.80	2.29	4000t/d	4000	1.746	kg/t	30%	30%	
	第三类：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	PM	226.8	50.0	6.00	26.46	4000t/d	4000	0.189	kg/t	30%	30%	售价 300 元，其中成本 200 元，人工及利润等 100 元，除尘脱硫脱硝费用分别占 50%、10%和 40%计
		SO2	130.8	10.0	1.20	9.17	4000t/d	4000	0.109	kg/t	30%	30%	
		NOx	2095.2	40.0	4.80	2.29	4000t/d	4000	1.746	kg/t	30%	30%	
	第四类：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	PM	226.8	50.0	6.00	26.46	4000t/d	4000	0.189	kg/t	30%	30%	售价 300 元，其中成本 200 元，人工及利润等 100 元，除尘脱硫脱硝费用分别占 50%、10%和 40%计
		SO2	130.8	10.0	1.20	9.17	4000t/d	4000	0.109	kg/t	30%	30%	
		NOx	1900.8	40.0	4.80	2.53	4000t/d	4000	1.584	kg/t	30%	30%	
	第五类：4000t/d 以下、窑头窑尾为静电除尘器或袋式除尘器	PM	226.8	50.0	6.00	26.46	4000t/d	4000	0.189	kg/t	30%	30%	售价 300 元，其中成本 200 元，人工及利润等 100 元，除尘脱
		SO2	130.8	10.0	1.20	9.17	4000t/d	4000	0.109	kg/t	30%	30%	

		+SNCR 脱硝	NOx	1047.6	40.0	4.80	4.58	4000t/d	4000	0.873	kg/t	30%	30%	硫脱硝费用分别占 50%、10%和 40%计
类别	工业锅炉应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/吨)	总成本(万元/d)	费效比(万元/t)	规模等级	耗煤量 (t/d)	排放系数	单位	降低负荷或停产 (%)	削减率 (%)	备注
III	加强锅炉污染治理设施的检查		PM	2.31	0	0.10	43.35	20t/h	84	0.275	kg/d	0%	10%	以 20t/h 锅炉为例,耗煤量 3.5t/h 计
	减少汽车煤炭运输量和粉煤灰装运量。		PM	1.69	20	0.05	29.80	20t/h	84	5.638	kg/d	30%	30%	按施工扬尘计,作业面 10m2,每天运 4 车,运距 20km
	厂区内每天增加道路洒水和露天煤场洒水 1 次		PM	0.78	0	0.20	257.35	20t/h	84	1.554	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计,洒水 1000m2
II	采用优质低硫低灰分煤 (含硫量<0.5%,灰分<15%)		PM	9.23	50.0	0.42	45.52	20t/h	84	0.275	kg/t	0%	40%	煤中灰分和硫分降低 10% 和 0.5%计;使用优质煤 1t增加成本 100 元,脱硫除尘各占 50%
			SO2	4.49	50.0	0.42	93.50	20t/h	84	0.134	kg/t	0%	40%	
I	20t/h 以下部	第一类:脱硫、除尘污染治理	PM	10.38	100.0	0.25	24.28	20t/h	84	0.412	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元,成本 600 元,人

分锅炉 停产	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	SO2	3.37	80.0	0.20	59.84	20t/h	84	0.134	kg/t	30%	30%	工及利润等 200元,脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		NOx	84.86	20.0	0.05	0.59	20t/h	84	3.368	kg/t	30%	30%	
	第二类: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	PM	13.23	100.0	0.25	19.05	20t/h	84	0.525	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元,成本 600 元,人工及利润等 200元,脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	2.10	80.0	0.20	96.00	20t/h	84	0.083	kg/t	30%	30%	
		NOx	84.86	20.0	0.05	0.59	20t/h	84	3.368	kg/t	30%	30%	
	第三类: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	PM	0.61	100.0	0.25	410.26	20t/h	84	0.024	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元,成本 600 元,人工及利润等 200元,脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	3.31	80.0	0.20	60.95	20t/h	84	0.131	kg/t	30%	30%	
		NOx	84.86	20.0	0.05	0.59	20t/h	84	3.368	kg/t	30%	30%	
	第四类:采用静电或袋式除尘+脱硫,没有采取低氮燃烧设施的锅炉	PM	0.61	100.0	0.25	410.26	20t/h	84	0.024	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元,成本 600 元,人工及利润等 200元,脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	0.95	80.0	0.20	213.33	20t/h	84	0.038	kg/t	30%	30%	
		NOx	84.86	20.0	0.05	0.59	20t/h	84	3.368	kg/t	30%	30%	
	第五类:采用静电除尘+脱硫+	PM	0.61	100.0	0.25	410.17	20t/h	84	0.024	kg/t	30%	30%	锅炉低氮燃烧按 30%效率计

		低氮燃烧设施的锅炉	SO2	1.32	80.0	0.20	152.38	20t/h	84	0.053	kg/t	30%	30%	
			NOx	59.40	20.0	0.05	0.85	20t/h	84	2.357	kg/t	30%	30%	
类别	焦化行业应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/吨)	总成本(万元/d)	费效比(万元/t)	规模等级	焦炭产量(t/d)	排放系数	单位	降低负荷 (%)	削减率 (%)	备注
III	减少汽车煤炭和焦炭装运量。		PM	11.89	20	1.56	131.34	100 万 t/a	2603	39.634	kg/d	30%	30%	按施工扬尘计，作业面 50m2，每天运 100 车，运距 10km
	厂区内每天增加道路洒水和露天煤场洒水 1 次		PM	6.60	0	0.50	75.81	100 万 t/a	2603	13.191	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计，洒水 1000m2
II	采用优质低硫低灰分煤（含硫量<0.5%，灰分<5.5%）		PM	509.88	100	14.10	27.65	100 万 t/a	2603	0.362	kg/t	0%	54%	煤中灰分和硫分降低 6.5% 和 1.25%计;使用优质煤 1t增加成本 200 元，脱硫除尘各占 50%
			SO2	2030.35	100	18.59	9.16	100 万 t/a	2603	1.092	kg/t	0%	71%	
I	降低焦炉生产负荷 30% 以上	第一类：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	PM	1159.1	200.0	15.62	13.47	100 万 t/a	2603	1.485	kg/t	30%	30%	煤售价 1000 元，成本 800 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、
			SO2	1463.2	160.0	12.49	8.54	100 万 t/a	2603	1.874	kg/t	30%	30%	

	放不达标的焦炉（湿熄焦）	NOx	604.6	40.0	3.12	5.17	100 万 t/a	2603	0.774	kg/t	30%	30%	50%和 10%
	第二类：各种工艺及规模炼焦炉，采用湿法熄焦，没有煤气脱硫设施	PM	772.8	200.0	15.62	20.21	100 万 t/a	2603	0.990	kg/t	30%	30%	煤售价 1000 元，成本 800 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	1463.2	160.0	12.49	8.54	100 万 t/a	2603	1.874	kg/t	30%	30%	
		NOx	604.6	40.0	3.12	5.17	100 万 t/a	2603	0.774	kg/t	30%	30%	
	第三类：各种工艺及规模炼焦炉，采用干熄焦，没有煤气脱硫设施	PM	367.5	200.0	15.62	42.49	100 万 t/a	2603	0.471	kg/t	30%	30%	煤售价 1000 元，成本 800 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	1463.2	160.0	12.49	8.54	100 万 t/a	2603	1.874	kg/t	30%	30%	
		NOx	604.6	40.0	3.12	5.17	100 万 t/a	2603	0.774	kg/t	30%	30%	
	第四类：各种工艺及规模炼焦炉，采用干熄焦，有煤气脱硫设施	PM	367.5	200.0	15.62	42.49	100 万 t/a	2603	0.471	kg/t	30%	30%	煤售价 1000 元，成本 800 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、
		SO2	242.3	160.0	12.49	51.57	100 万 t/a	2603	0.310	kg/t	30%	30%	

			NOx	604.6	40.0	3.12	5.17	100 万 t/a	2603	0.774	kg/t	30%	30%	50%和 10%
类别	火电行业应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/吨)	总成本(万 元/d)	费效比(万 元/t)	规模等级	耗煤量 (t/d)	排放系 数	单位	降低负荷 或停产 (%)	削减率 (%)	备注
III	加强锅炉污染治理设施的检查		PM	17.48	0	0.10	5.72	300MW	3100	0.056	kg/d	0%	10%	以 300MW 机组 锅炉为例,耗煤 量 3100t/d 计
	减少汽车煤炭运输量和 粉煤灰装运量。		PM	12.79	20	1.86	145.38	300MW	3100	42.648	kg/d	30%	30%	按施工扬尘计, 作业面 50m2,每 天运 80 车,运距 20km
	厂区内每天增加道路和 露天煤场洒水 1 次		PM	10.08	0	0.50	49.62	300MW	3100	20.153	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计, 洒水 5000m2
II	采用优质低硫低灰分煤 (含硫量<0.5%,灰分 <15%)		PM	69.91	50.0	15.50	221.73	300MW	3100	0.056	kg/t	0%	40%	煤中灰分和硫分 降低 10%和 1% 计;使用优质煤 1t 增加成本 100 元,脱硫除尘各 占 50%
			SO2	143.29	50.0	15.50	108.17	300MW	3100	0.069	kg/t	0%	67%	
I	降低火 电机组 负 荷 30%	第一类:脱硫、 除尘污染治理 设施运行不正 常,在最近 1 次	PM	78.6	100.0	31.00	394.19	300MW	3100	0.085	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元, 成本 600 元,人 工及利润等 200 元,脱硫除尘脱
			SO2	64.5	80.0	24.80	384.62	300MW	3100	0.069	kg/t	30%	30%	

	现场监测中排放不达标的机组	NOx	4009.5	20.0	6.20	1.55	300MW	3100	4.311	kg/t	30%	30%	硝费用各 40%、50%和 10%
	第 二 类： 300MW 以下机组，采用静电除尘+干法脱硫，没有脱硝设施机组的负荷	PM	81.8	100.0	31.00	378.79	300MW	3100	0.088	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元，成本 600 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	27.6	80.0	24.80	897.57	300MW	3100	0.030	kg/t	30%	30%	
		NOx	4901.1	20.0	6.20	1.27	300MW	3100	5.270	kg/t	30%	30%	
	第 三 类： 300MW 以下机组，采用静电除尘+湿法脱硫，采用 SNCR 脱硝设施机组的负荷	PM	26.0	100.0	31.00	1190.48	300MW	3100	0.028	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元，成本 600 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	7.9	80.0	24.80	3144.65	300MW	3100	0.008	kg/t	30%	30%	
		NOx	3431.7	20.0	6.20	1.81	300MW	3100	3.690	kg/t	30%	30%	
	第 四 类： 300MW ~ 600MW 机组，采用静电除尘+湿法脱硫，没有脱硝设施机组的负荷	PM	20.0	100.0	31.00	1550.39	300MW	3100	0.022	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元，成本 600 元，人工及利润等 200 元，脱硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
		SO2	7.9	80.0	24.80	3137.25	300MW	3100	0.009	kg/t	30%	30%	
		NOx	4026.9	20.0	6.20	1.54	300MW	3100	4.330	kg/t	30%	30%	
	第 五 类： 300MW ~	PM	20.0	100.0	31.00	1550.39	300MW	3100	0.022	kg/t	30%	30%	煤售价 800 元，成本 600 元，人

		600MW 机组， 采用袋式/电袋 除 尘 + 湿 法 脱 硫，采用 SNCR 脱硝设施机组 的负荷	SO2	7.9	80.0	24.80	3137.25	300MW	3100	0.009	kg/t	30%	30%	工及利润等 200 元，脱硫除尘脱 硝费用各 40%、 50%和 10%
			NOx	2827.2	20.0	6.20	2.19	300MW	3100	3.040	kg/t	30%	30%	
类 别	陶瓷行业应急措施		污 染 物	减 排 量 (kg/d)	单 位 成 本 (元/吨)	总 成 本(万 元/d)	费 效 比(万 元/t)	规 模 等 级	产 品 产 量(t/d)	排 放 系 数	单 位	降 低 负 荷 (%)	削 减 率 (%)	备 注
Ⅲ	停止原辅材料运输、破 碎、筛分作业		PM	3.42	20	0.08	23.66	150 万 m2/a	135	11.411	kg/d	30%	30%	按施工扬尘计， 作业面 20m2，每 天运 10 车，运距 50km
	厂区道路和露天堆场周 边每天增加洒水 1 次			0.89	0	0.30	335.21	150 万 m2/a	135	1.790	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计， 洒水 1000m2
Ⅱ	停止喷雾干燥等原料制 备工序		PM	74.90	40	0.22	2.88	150 万 m2/a	135	1.387	kg/t	0%	40%	停产 1t 增加成本 80 元，脱硫除尘 各占 50%
			SO2	143.62	40	0.22	1.50	150 万 m2/a	135	2.660	kg/t	0%	40%	
Ⅰ	30% 以 上企业	第一类：喷雾干 燥塔脱硫除尘	PM	84.3	200.0	0.81	9.61	150 万 m2/a	135	2.081	kg/t	30%	30%	1t 瓷砖人工及利 润按 400 元，脱

烧成工 序停产	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	SO2	107.7	160.0	0.65	6.02	150 万 m2/a	135	2.660	kg/t	30%	30%	硫除尘脱硝费用 各 40%、50%和 10%
		NOx	95.1	40.0	0.16	1.70	150 万 m2/a	135	2.347	kg/t	30%	30%	
	第二类:干燥塔和烧成窑使用水煤浆燃料,烧成窑没有或采取简易除尘	PM	88.4	200.0	0.81	9.16	150 万 m2/a	135	2.184	kg/t	30%	30%	1t 瓷砖人工及利 润按 400 元,脱 硫除尘脱硝费用 各 40%、50%和 10%
		SO2	228.2	160.0	0.65	2.84	150 万 m2/a	135	5.635	kg/t	30%	30%	
		NOx	100.6	40.0	0.16	1.61	150 万 m2/a	135	2.483	kg/t	30%	30%	
	第三类:干燥塔和烧成窑使用水煤浆之外其他液体燃料,烧成窑没有或采取简易除尘	PM	59.0	200.0	0.81	13.74	150 万 m2/a	135	1.456	kg/t	30%	30%	1t 瓷砖人工及利 润按 400 元,脱 硫除尘脱硝费用 各 40%、50%和 10%
		SO2	152.1	160.0	0.65	4.26	150 万 m2/a	135	3.757	kg/t	30%	30%	
		NOx	100.6	40.0	0.16	1.61	150 万 m2/a	135	2.483	kg/t	30%	30%	
	第四类:使用气体燃料,烧成窑	PM	53.4	200.0	0.81	15.17	150 万 m2/a	135	1.318	kg/t	30%	30%	1t 瓷砖人工及利 润按 400 元,脱

		采取静电或袋式高效除尘,没有烟气脱硫设施	SO2	63.3	160.0	0.65	10.24	150 万 m2/a	135	1.563	kg/t	30%	30%	硫除尘脱硝费用各 40%、50%和 10%
			NOx	89.5	40.0	0.16	1.81	150 万 m2/a	135	2.211	kg/t	30%	30%	
类别	砖瓦行业应急措施		污染物	减排量 (kg/d)	单位成本 (元/吨)	减排费用 (元/d)	费效比(万元/t)	规模等级	产品产量(t/d)	排放系数	单位	降低负荷 (%)	削减率 (%)	备注
Ⅲ	停止原辅材料运输、破碎、筛分作业		PM	3.62	20	0.15	41.41	3000 万块/a	250	12.074	kg/d	30%	30%	按施工扬尘计,作业面 20m2,每天运 20 车,运距 30km
	厂区道路和露天堆场周边每天增加洒水 1 次			1.16	0	0.30	258.48	3000 万块/a	250	2.321	kg/d	0%	50%	按料堆扬尘计,洒水 1000m2
Ⅱ	停止原料制备工序		PM	4.93	40	0.40	81.17	3000 万块/a	250	0.049	kg/t	0%	40%	停产 1t 制备增加成本 40 元
Ⅰ	企业砖瓦窑工序停产	现场监测未达标排放的各类砖瓦窑	PM	46.7	60.0	0.45	9.63	3000 万块/a	250	0.623	kg/t	30%	30%	1t 砖瓦人工及利润按 120 元,脱硫除尘脱硝费用各 50%、50%
			SO2	639.9	60.0	0.45	0.70	3000 万块/a	250	8.532	kg/t	30%	30%	
			NOx	0.0	0.0	0.00	0.00	3000 万块/a	250	0.944	kg/t	0%	0%	
		未上除尘设施	PM	31.2	200.0	1.50	48.14	3000 万块/a	250	0.415	kg/t	30%	30%	1t 砖瓦人工及利

	的所有轮窑	SO2	44.5	160.0	1.20	26.97	3000 万块/a	250	0.593	kg/t	30%	30%	润按 120 元，脱硫除尘脱硝费用各 50%、50%
		NOx	0.0	0.0	0.00	0.00	3000 万块/a	250	1.512	kg/t	0%	0%	
	未上脱硫设施的煤矸石类轮窑和隧道窑	PM	8.9	200.0	1.50	168.44	3000 万块/a	250	0.119	kg/t	30%	30%	1t 砖瓦人工及利润按 120 元，脱硫除尘脱硝费用各 50%、50%
		SO2	639.9	160.0	1.20	1.88	3000 万块/a	250	8.532	kg/t	30%	30%	
		NOx	0.0	0.0	0.00	0.00	3000 万块/a	250	0.944	kg/t	0%	0%	

附表 2 移动源应急措施的效果及成本评估方法

基础信息											
	总计	私人轻型客车 (包括微型和 轻型)	公务轻型客 车(包括微型 和轻型)	出租车	轻型货车 (包括微型 和轻型)	社会重型客 车(包括中型 和重型)	公务重型客 车(包括中型 和重型)	公交车	重型货车(包 括中型和重 型)	摩托车	其它
机动车保有量(万辆)	520.5	400	35	6.8	14	11	1	2.7	10	20	20
默认比例											
黄标车比例		0.08	0.08		0.5	0.5	0.5		0.5		
国一汽油车比例		0.15	0.15		0.08						
国二汽油车比例		0.2	0.2		0.1						
根据默认比例计算的 保有量(万辆)											
黄标车		32	2.8		7	5.5	0.5		5		
国一汽油车		60	5.25		1.12						
国二汽油车		80	7		1.4						

基于机动车牌照号码限行														
类别	措施	比例 (20%, 50%等)	停驶车辆数 (万辆/天)	成本(元/ 车*天)	减排量(克/辆*天)			总成本(万 元/天)	总减排量(吨/天)			费效比(万元/吨)		
					PM2.5	NOx	VOCs		PM2.5	NOx	VOCs	PM2.5	NOx	VOCs
Ⅲ类应 急措施	停驶 30% 公务车	-	10.8	100	2.2	57.5	43.8	1080	0.2	6.2	4.7	4615	174	228
Ⅱ类应 急措施	每天限行 两号	20%	98.2	114	5.0	103.0	42.4	11240	4.9	101.1	41.6	2296	111	270
Ⅰ类应 急措施	单双号限 行	50%	245.5	114	5.0	103.0	42.4	28100	12.2	252.8	104.0	2296	111	270

基于机动车排放标准限行													
类别	措施	停驶车辆数 （万辆/天）	成本（元/ 车*天）	减排量（克/辆*天）			总成本（万元/ 天）	总减排量（吨/天）			费效比（万元/吨）		
				PM2.5	NOx	VOCs		PM2.5	NOx	VOCs	PM2.5	NOx	VOCs
Ⅲ类应 急措施	停驶 30%公务车	10.8	100	2.2	57.5	43.8	1080	0.2	6.2	4.7	4615	174	228
Ⅱ类应	黄标车限行	52.8	313	35.7	585.1	226.5	16544	18.8	308.9	119.6	879	54	138

急措施													
I 类应 急措施	黄标车限行+国 I 汽油车限行	119.2	177	37.1	623.3	302.4	21124	19.8	334.3	169.9	1066	63	124
	黄标车限行+国 I、II 汽油车限 行	207.6	131	38.1	651.8	335.6	27184	20.7	359.5	199.3	1315	76	136

柴油货车运营调控														
类别	措施	比例 (25%, 50%等)	停驶车 辆数(万 辆/天)	成本(元 /车*天)	减排量(克/辆*天)			总成本 (万元/ 天)	总减排量(吨/天)			费效比(万元/吨)		
					PM2.5	NOx	VOCs		PM2.5	NOx	VOCs	PM2.5	NOx	VOCs
Ⅲ类应 急措施	25%的柴 油货车暂 停运营	25%	2.5	1000	108.0	1800.0	162.0	2500	2.7	45.0	4.1	926	56	617
Ⅱ类应 急措施	50%的柴 油货车暂 停运营	50%	5	1000	108.0	1800.0	162.0	5000	5.4	90.0	8.1	926	56	617

I 类应急措施	75%的柴油货车暂停运营	75%	7.5	1000	108.0	1800.0	162.0	7500	8.1	135.0	12.2	926	56	617
---------	--------------	-----	-----	------	-------	--------	-------	------	-----	-------	------	-----	----	-----

市区加油站运营调控												
类别	措施	比例	加油量减少比例	成本（元/kg）	VOCs 排放因子（g/kg）		总成本（万元/天）	减少加油量(kg/天)	VOC 减排量(吨/天)		费效比（万元/吨）	
					冬季	夏季			冬季	夏季	冬季	夏季
II 类 应急措施	暂停运营 20%左右的加油站	20%	20%	0.75	2	4.5	226.1925	3015900	6.0	13.6	38	17
I 类 应急措施	暂停运营 50%左右的加油站	50%	50%	0.75	2	4.5	565.4813	7539750	15.1	33.9	38	17

附表 3 开放源应急措施的效果及成本评估方法

施工扬尘应急措施												
类别	应急措施	污染源比重 (%)	控制效率 (%)	削减率 (%)	减排量 (t)		实施成本 (万元)		施工总面积 (万 m ²)	重点单位施工面积 (万 m ²)	排放量 (t)	
					PM10	PM2.5	PM10	PM2.5			PM10	PM2.5
III 类应急措施	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	60	70	42	23901	8035	126197	42425	2800	1680	56907	19131
II 类应急措施	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	100	70	70	39835	13392	210329	70708	2800	1680	56907	19131
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。	100	70	70	39835	13392	210329	70708	2800	1680	56907	19131

交通扬尘应急措施												
类别	应急措施	污染源比重 (%)	控制效率 (%)	削减率 (%)	减排量 (t)		实施成本 (万元)		道路总面积(万 m ²)	主干道面积(万 m ²)	排放量 (t)	
					PM10	PM2.5	PM10	PM2.5			PM10	PM2.5
Ⅲ类应急措施	主要道路增加清扫保洁和冲洗频次 1 次	38	70	26.37	18.93	4.61	2.80	0.68	6272	2363	71.78	17.47
Ⅱ类应急措施	所有道路增加清扫保洁和冲洗频次 1 次	90	70	63	45.22	11.01	6.69	1.63	6272	2363	71.78	17.47
Ⅰ类应急措施	所有道路增加清扫保洁和冲洗频次 2 次; 市广场、空地、各单位门前区域等实施彻底清扫冲洗	100	70	70	50.25	12.23	7.44	1.81	6272	2363	71.78	17.47

秸秆燃烧应急措施														
类别	应急措施	污染源 比重 (%)	控制 效率 (%)	削减率 (%)	露天焚烧减排量 (t)					实施成本 (万元)				
					PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	VOC _s	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	NO _x	VOC _s
III类应急措施	禁止农作物秸秆燃烧	90	70	63	903.88	553.40	52.50	361.84	993.27	3.62	2.21	0.21	1.45	3.97
II类应急措施	禁止农作物秸秆燃烧	90	70	63	903.88	553.40	52.50	361.84	993.27	3.62	2.21	0.21	1.45	3.97
I类应急措施	禁止农作物秸秆、 园林废物、清扫废物等燃烧	100	70	70	1004.31	614.88	58.34	402.04	1103.64	4.02	2.46	0.23	1.61	4.41

露天烧烤应急措施										
类别	应急措施	污染源比重(%)	控制效率(%)	削减率(%)	减排量(t)	实施成本(万元)	露天烧烤点数量	主要道路交叉口露天烧烤点数量	PM2.5 排放因子(kg/d)	单位减排成本(元/个)
III类/II类应急措施	城市区域内主次干道交叉路口区域一律禁止露天烧烤	56	70	38.89	2.38	400.00	18000	10000	0.132	400
I类应急措施	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。	100	70	70	2.38	720.00	18000	10000	0.132	400

餐饮企业应急措施										
类别	应急措施	污染源比重(%)	控制效率(%)	削减率(%)	减排量(t/d)	实施成本(万元)	餐饮企业个数	PM2.5 排放因子(kg/d)	单位减排成本(元/t)	
III类/II类应急措施	无	-	-	-	-	-	-	-	-	
I类应急措施	检查城市区域的重点餐饮单位的油烟净化设施是否正常运行，未按要求安装油烟净化设施、排放不达标的餐饮单位应立即暂停营业并责令整改。	50	60	30	2.98	27600	69000	0.144	4000	