

4.3 技术方案（实施方案）

4.3 技术方案（实施方案）

I. 许昌市大气污染源排放清单编制

大气污染物排放清单是研究城市环境空气质量变化成因和开展污染排放控制管理的基础工作，也是制定环境空气质量达标规划和重污染天气应急预案的重要支撑和依据。2017 年是《大气污染防治行动计划》（以下简称“大气十条”）第一阶段目标的收官之年，许昌市 2017 年大气污染物排放源清单的建立，将为许昌市明确阶段性环境污染整治方向、出台污染控制措施、并为及时评估各项污染控制措施的效果提供重要的技术支撑，同时，对于科学引导区域环境污染控制决策、推行污染物排放总量控制和开展许可证发放、污染物排放标准建立和污染预警联动等工作具有深远的意义。

（一）总体要求

1、工作目标

依据大气污染源排放清单编制技术指南和手册为许昌市建立规范的污染源排放清单编制方法；通过污染源实地调查，摸清许昌市主要大气污染源现状，建立全市大气污染源数据库，为制定大气污染防治工作方案，解决大气环境存在的突出问题，降低全市大气污染物排放量，实现大气环境质量持续改善提供基础数据和技术支持；基于本地数据，以 2017 年为基准年，构建完整、准确、更新及时的，覆盖十大类污染源、九种主要污染物的大气污染源排放清单；科学描述大气污染物排放状况，分析大气污染物排放特征和时空分布特征，为许昌市局地大气污染控制和空气质量改善提供科学依据和数据基础；开发许昌市 2017 年三层嵌套高分辨率网格化排放清单，为许昌市的空气质量模拟和空气质量达标分析提供排放输入数据。

2、编制方法

许昌市大气污染源清单编制方法与国家环保部发布的《国家大气污染物排放源清单编制技术指南》保持总体一致，兼顾许昌市污染源特点，采用自上而下结合自下而上的方法。

3、编制依据

按照国家环保部颁布的《大气污染源排放清单编制技术指南》（以下简称“源清单指南”）和《城市大气污染物排放清单编制技术手册》编制许昌市大气污染源清单，具体包括以下指导文件：

大气细颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）；

大气可吸入颗粒物一次源排放清单编制技术指南（试行）；

道路机动车排放清单编制技术指南（试行）；

非道路移动污染源排放清单编制技术指南（试行）；

生物质燃烧源排放清单编制技术指南（试行）；

大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）；

大气氨源排放清单编制技术指南（试行）；

城市扬尘排放源清单编制技术指南（试行）；

民用煤大气污染物排放清单编制技术指南（试行）；

城市大气污染物排放清单编制技术手册。

4、基准年

本次清单编制工作基准年为 2017 年。

5、污染物种类

二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、一氧化碳（CO）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）、黑炭（BC）、有机碳（OC）、挥发性有机物（VOCs）、氨（NH₃），共计 9 项。

6、排放源种类

排放源包括固定燃烧源、工艺过程源、移动源、溶剂使用源、农业源、扬尘源、生物质燃烧源、储存运输源、废弃物处理源和其他排放源等十大类，其他排放源包括餐饮油烟排放源等。

针对污染物产生机理和排放特征的差异，按照部门/行业、燃料/产品、燃烧/工艺技术以及末端控制技术将每类排放源分为四级，自第一级至第四级逐级建立完整的排放源分类分级体系。第三级排放源重点识别排放量大、受燃烧/工艺技术影响显著的重点排放源。其中，工业源、交通源等重点源类细化至四级。

7、编制范围

清单覆盖许昌市全域，包括魏都区、建安区、禹州市、长葛市、鄢陵县、襄城县、市城乡一体化示范区、经济技术开发区、东城区。

8、成果产出

建立许昌市大气污染源排放的 1km×1km 网格化排放清单。

9、相关业绩合同（见 4.4 业绩情况表）

（二）排放源分类及清单编制技术框架体系建立

1、建立许昌市大气排放源分类体系

根据国家排放清单编制指南要求，识别许昌市大气污染源类别，参考国家清单编制指南，结合许昌市污染源特点，根据不同污染源的排放影响因素，建立许昌市大气污染源四级分类体系。

（1）固定燃烧源

固定燃烧源是指利用化石燃料燃烧时产生热量，为发电、工业生产和生活提供热能和动力的燃烧设备。

固定燃烧源第一级分类包括电力、热力及燃气生产和供应业所辖行业、采矿业所辖行业、制造业所辖行业和民用源；第二级分类包括煤炭、各种气体和液体燃料等化石燃料；第三级分类包括锅炉和炉灶等燃烧设备；第四级分类包括除尘、脱硫和脱硝三类污染控制措施和无控制措施的情况。

（2）工艺过程源

工艺过程源是指工业生产和加工过程中，以对工业原料进行物理和化学转化为目的的工业活动。

工艺过程源第一级分类包括黑色金属冶炼和压延加工业、有色金属冶炼和压延加工业、非金属矿物制品业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、化学原料和化学制品制造业、化学纤维制造业、橡胶和塑料制品业、造纸和纸制品业、酒、饮料和精制茶制造业、食品制造业、农副食品加工业以及纺织业；第二级分类涵盖上述行业主要工业产品，如水泥、生铁、粗钢、化学纤维等；第三级分类涵盖主要生产工艺和技术设备，如新型干法生产线、转炉、电炉等；第四级分类包括除尘、脱硫和脱硝三类污染控制措施和无控制

措施的情况，其中脱硫措施仅针对烧结（球团）工艺，脱硝措施仅针对水泥熟料生产线。

（3） 移动源

移动源是指由发动机牵引、能够移动的各种客运、货运交通设施和机械设备。

移动源第一级分类包括载客汽车、载货汽车和摩托车等道路移动源和工程机械、农用机械、船舶等非道路移动源；第二级分类包括道路移动源的主要车型和非道路移动源的主要机械类型；第三级分类包括国 1 前、国 1、国 2、国 3、国 4 和国 5 等排放水平机动车的运行、启动、蒸发和刹车过程；第四级均按无控情况处理。

（4） 溶剂使用源

溶剂使用源是指生产、使用有机溶剂的工业生产和生活部门。其中，有机溶剂包括脂肪烃、芳香烃、氢化烃、萜烯烃、卤代烃、醇、醛酸酯、乙二醇及其衍生物、酮、醚缩醛、含氮有机物及含硫有机物等。

溶剂使用源第一级分类包括印刷印染、表面涂层、农药使用等溶剂使用行业；第二级分类包括杀虫剂、除草剂、杀菌剂使用及建筑涂料、汽车喷涂和表面涂装等溶剂使用过程；第三级分类包括水性涂料、溶剂涂料、传统油墨、新型油墨等涂料溶剂类型；第四级均按无控情况处理。

（5） 农业源

农业源是指在农业生产中排放大气污染物的各种农业活动。

农业源第一级分类包括氮肥施用、畜禽养殖、土壤本底、固氮植物、秸秆堆肥和人体粪便等；第二级分类包括化肥、畜禽、固氮植物和秸秆等；第三级分类包括散养、集约化养殖和放牧等三种畜禽养殖模式，其它农业源在第二级排放源层面直接建立第四级源分类；第四级均按无控情况处理。

（6） 扬尘源

扬尘源是指在自然力或人力作用下各种不经过排气筒、无组织、无规则排放地表松散颗粒物质的颗粒物排放源。

扬尘源第一级分类包括土壤扬尘、道路扬尘、施工扬尘和堆场扬尘；第二级分类涵盖农田、荒地、道路、施工工地和料堆等扬尘排放表面；第三级分类涵盖各种土壤、道

路和施工过程；第四级分类包括洒水、清扫、喷洒抑尘剂等城市扬尘源治理措施。

(7) 生物质燃烧源

生物质燃烧源是指锅炉、炉具等使用未经过改性加工的生物质材料燃烧过程，以及森林火灾、草原火灾、秸秆露天焚烧等。

生物质燃烧源第一级分类包括生物质燃料和生物质开放燃烧两个部门；第二级分类包括秸秆、薪柴、生物质成型燃料、草原、森林等；第三级分类包括生物质锅炉、户用生物质炉具和开放燃烧等燃烧方式；生物质锅炉第四级排放源分类包括除尘、脱硫和脱硝三类污染控制措施和无控制措施的情况，其它生物质燃烧源均按无控情况处理。

(8) 储存运输源

储存运输源是指挥发性油气产品被收集、储存、运输和销售的过程。

第一级分类包括油气储运；第二级分类包括原油、汽油、柴油、天然气等油气产品的储存、运输以及加油站销售过程；第三级排放源层面不再细分；第四级分类包括加油站的一次、二次及三次油气回收和无油气回收的情况。

(9) 废弃物处理源

废弃物处理源是指由工业和生活部门产生、进入集中处理处置设施内的废水、固体废弃物以及烟气脱硝过程副产物。

废弃物处理源的第一级分类包括污水处理、固体废弃物处理和烟气脱硝三个部门；第二级分类包括废水、固体废弃物和脱硝烟气；第三级分类包括固体废弃物处理的填埋、焚烧和堆肥技术以及烟气脱硝中选择性非催化还原法和选择性催化还原法；第四级均按无控情况处理。

(10) 餐饮油烟源

第一级分类包括餐饮油烟；第二级分类为炊事油烟；第三级分类不再细分；第四级分类包括油烟净化器和无控制措施的情况。



2、技术路线

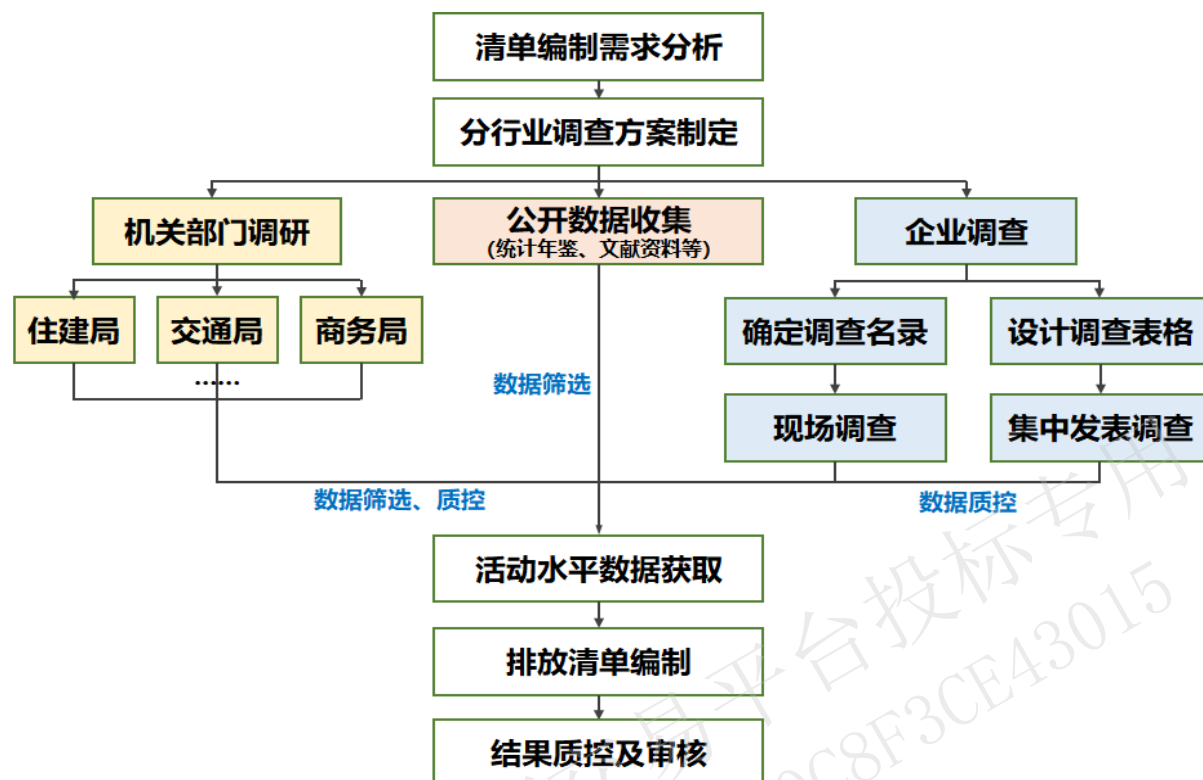


图 1 技术路线图

3、建立源清单调查的审核制度

建立以源清单编制技术组成员，调查组成员以及专业调查员为成员的数据质量评估小组。数据质量评估小组负责对调查表数据进行评估审核。凡录入调查系统的调查表，必须经评估审核后才可上报。

建立数据质量责任制。数据质量评估小组组长对调查数据负领导责任，各调查组成员负具体责任。各调查组认真做好培训、布置、收表、审核、数据处理、评估、上报等各环节工作，增强在各阶段中的质量意识，并采取具体的质量控制措施，以保证调查数据能反映真实状况。

(三) 主要污染源活动水平数据收集与调研

1、污染源活动水平调查

(1) 污染源基本情况排查

通过收集分析总量考核数据、环境统计数据以及市场监督管理局的注册企业名单、

“散乱污”企业排查名单、锅炉排查名单、工地名单、机动车分区县保有量等数据，获取各类主要污染源的数量、燃料消耗量以及产品产量等关键的活动水平，建立全面的污染源排查清单。

（2） 调查方案和表格设计

基于污染源基本情况排查，了解许昌市大气污染源重点行业及目前污染源数据收集存在的重点和难点，制订了详细的重点工业点源、移动源的调研方案；针对不同类别的污染源，设计污染源调查表。调查表见附件 2 至附件 4，污染源调查方案见下文。建立统一、标准化的调查、收集数据规范以及质控体系。

（3） 调查工作培训

对清单调查人员进行技术培训，培训内容包括调查方案、调查内容、调查表指标解释、调查技巧、质量控制方法等，确保调查人员明确调查规范，掌握调查内容和技巧，以保证调查数据有效、可靠。

（4） 市直部门基础数据实地调查

通过对走访许昌市相关局委办，获取各部门污染源数据信息，并进行数据整理和校核。调研范围主要包括市生态环境局、市统计局、市发改委、市住建局、市市场监督管理局、市农业农村局、市农机局、市气象局、市交通局、市城管局、市工信局、市公安局、市自然资源规划局、市商务局、市供电公司、市燃气公司、市自来水公司等单位。

1) 许昌市生态环境局

- ① 市环境统计数据；
- ② 市第二次全国污染源普查数据；
- ③ 市排污申报数据；
- ④ 重点源在线监测数据，涵盖有色、水泥、砖瓦、电力、化工等；
- ⑤ 重点调查企业名单信息。

2) 许昌市统计局

- ① 市统计年鉴、各县（市）区统计年鉴；
- ② 全市各街道办事处、乡镇常住人口数与家庭户数（分城市、农村地区）等统计资料；



- ③ 市规模以上工业企业详单（提供到行业分类代码的小类层面）；
- ④ 市煤炭、天然气月消费量，市电力、工业、供热、民用等分行业的煤炭、天然气月消费量；
- ⑤ 许昌市行业发展概况等信息。

3) 许昌市发改委

- ① 市各县（市）区城市建成区集中供热率和集中供热面积；许昌市、各县（市）区城市建成区范围内，各街道办事处集中供热面积；
- ② 全市市政道路资料，主要包括我市市政道路名称、等级、长度、宽度等；
- ③ 全市市政道路铺装（包括新铺装道路和道路修补）信息，包括道路名称、路段（含起止点经纬度）、铺装面积、施工起止日期及铺路沥青用量；
- ④ 市电力、工业、供热、民用等行业天然气年消费量和每月消费量；
- ⑤ 车用天然气年消费量和每月消费量；
- ⑥ 市加气站名称、地址、经纬度，全市各加气站年销售量和分月销售量；
- ⑦ 市在用工程机械的种类、数量、功率、生产（销售）日期等。

4) 许昌市住建局

- ① 市各县（市）区、各街道办事处（乡镇）房屋竣工面积；
- ② 市在用建筑机械的种类、数量、功率、生产（销售）日期等。

5) 许昌市市场监督管理局

- ① 全市各类工业企业名称、行业类别、地址、主要产品等信息；
- ② 全市干洗行业、汽车维修行业企业名称、地址、经纬度等信息；
- ③ 市在用锅炉所属单位、编号、吨位、型号、燃料类型、燃烧方式等信息；
- ④ 市成品油质量抽检信息；
- ⑤ 市行政区域内全部涉及餐饮油烟的餐饮服务单位（不包括水吧、冷饮吧等）的名称、规模、地址等信息。

6) 许昌市农业农村局、市农机局

- ① 全市各类农业机械、农用运输车、柴油发电机组的数量、功率、生产（销售）日期等；
- ② 全市各乡镇、街道办事处主要农作物种植类型、产量、种植面积、种植区域（相

应分布图层)以及固氮植物(大豆、花生、绿肥)种植面积等信息;

- ③ 全市各乡镇、街道办事处各类秸秆的产生量、综合利用方式、综合利用率;各类型作物秸秆的堆肥比例;
- ④ 各县(市)区各类作物常用农药的类型、名称、喷洒月份及每亩用量;
- ⑤ 各县(市)区各类作物施用氮肥的类型、名称、施用时间及每亩用量;
- ⑥ 收集许昌市生物质燃烧源数据,包括农村家用秸秆、薪柴消耗量、燃烧设备类型、农作物秸秆燃烧数量和燃烧时间等。

7) 许昌市气象局

- ①市 2017 年全年气象数据。

8) 许昌市交通局

- ① 市行政区域内公路的名称、类型、长度、宽度、分布图等;
- ② 市各主要公路车流量变化情况及平均车速;
- ③ 市公交车、出租车平均车速、车辆行驶路线及里程、燃料消耗量等;
- ④ 市载货汽车载重率分布统计;
- ⑤ 市汽修企业名称、地址、经纬度等信息;
- ⑥ 全市公路铺装(包括新铺装道路和道路修补)信息,包括公路名称、路段(含起止点经纬度)、面积、施工起止日期及铺路沥青用量。

9) 许昌市城管局

- ① 各县(市)区不同等级道路保洁清扫方式和频率;
- ② 全市渣土堆场的地理位置、占地面积、堆放量和扬尘控制措施;
- ③ 全市生活垃圾处理场名称、地理位置,各场生活垃圾每月处理量及处理方式

10) 许昌市工信局

- ① 市燃料油、汽柴油等主要能源年消费量和每月消费量;
- ② 市电力、工业、供热、民用等行业燃料油、汽油、柴油年消费量和每月消费量;
- ③ 车用汽、柴油年消费量和每月消费量;
- ④ 全市加油站名称、地址、经纬度,全市各加油站汽、柴油年销售量和分月销售量;
- ⑤ 全市储油库名称、地址、经纬度,各储油库年度原油和汽、柴油年周转量和分



月周转量，各储油库原油和汽、柴油铁路、公路年运输量和分月运输量；

⑥ 全市民用散煤替代工作开展情况。

11) 许昌市公安局

- ① 市车辆基础信息，包括车牌号、车辆型号、车辆类型、车辆识别代码（VIN 号）、初次登记日期、累计行驶里程（km）、累计行驶里程截止时间、燃料种类、排放标准、营运类型、车辆用途等；
- ② 各类道路（快速路、主干路、次干路、支路等）每天不同时间段、每周、节假日不同车型的车流量、车速等信息；
- ③ 全市典型道路卡口位置、视频监控等信息。

12) 许昌市自然资源规划局

- ① 全市土地利用类型、乡镇及街道办事处行政区划 GIS 图层；
- ② 市高分辨率（分辨率<1m）遥感影像；
- ③ 许昌市 2017 年城市绿化面积。

13) 许昌市商务局

- ① 全市各类工业企业名称、行业类别、地址、主要产品等信息；
- ② 全市干洗行业、汽车维修行业、餐饮行业等企业名称、地址、经纬度等信息；
- ③ 收集许昌市油气存储与运输相关信息，包括油库数量、位置、汽柴油存储量，加油站的数量、位置、汽柴油销售量、油气回收装置安装和使用情况等。

14) 许昌市供电公司

- ① 许昌市 2017 年企业发电量及用电量。

15) 许昌市燃气公司

- ① 许昌市 2017 年燃气用量。

16) 许昌市自来水公司

- ① 许昌市 2017 年水用量。

(5) 重点污染源排放状况调查

1) 加强与许昌市生态环境部门的协作沟通，收集许昌市环境统计、污染源普查、排污申报等工业源数据资料和重点源在线监测数据，工业企业涵盖有色、水泥、砖瓦、



电力、化工等重点行业。展开发改委、工信、住建、城管、农业农村等重要部门的走访调研，收集民用、农业等污染源相关数据资料。

2) 收集许昌市的能源消耗、人口、机动车保有量等基础统计数据 and 行业发展概况等信息，并对上述数据进行筛选和处理，以满足大气排放源清单的建立需求。

通过协调许昌市统计部门获取许昌市统计年鉴、各县（市）区统计年鉴，获取全市各街道办事处、乡镇常住人口数与家庭户数（分城市、农村地区）等统计资料，获取全市规模以上工业企业详单（提供到行业分类代码的小类层面），获取全市煤炭、天然气月消费量、全市电力、工业、供热、民用等分行业的煤炭、天然气月消费量等数据，对上述数据进行筛选和处理，以满足大气排放源清单的建立需求。收集许昌市行业发展概况等信息，了解许昌市社会经济环境概况。

3) 开展许昌市机动车保有量和技术构成、道路车流量、平均车速和车型分布数据调查，调查时间段覆盖高峰期、非高峰期等代表性时段，调研道路包括不同等级公路和城市道路，覆盖的机动车车型包括客车、出租车、公交车、载货车等。

① 车辆基础信息调查

通过协调公安、环保、交通等相关职能部门，获取全市道路机动车信息，分车型、车辆用途、燃料种类、排放控制水平统计许昌市全市道路机动车数量、行驶里程等资料，覆盖的机动车车型包括客车、出租车、公交车、载货车等。协调公安部门提供全市机动车清单，形成许昌市车辆基础信息统计表

② 基础道路信息调查

通过协调国土、规划、市政、交通等部门，获取全市地理信息图层，按高速公路、国道、省道、县乡路、城市快速路、主干路、次干路、支路，统计全市道路信息。

③ 机动车年均行驶里程调查

对全市主要车型年均行驶里程进行调查，确定市道路机动车年均行使里程数。针对许昌市主要车辆检测场，物流公司，出租车公司和公交公司进行实地调查，获取部分车型年均行驶里程。

④ 道路车流量、平均车速调查

对全市典型道路交通流量和机动车行驶速度进行调查，调查时间段覆盖高峰期、非高峰期等代表性时段。通过协调交通部门和公安部门，获取许昌市小时交通流量、日均

道路交通量、城市主要卡口交通日均流量等数据。

4) 收集许昌市非道路移动机械相关数据, 包括非道路移动机械类型、燃料种类、功率分布、排放标准等级以及工作时间和燃料消耗量等。

① 工程机械

对许昌市全市工程机械按类型、燃料种类、排放控制水平进行统计。工程机械主要包括: 挖掘机、推土机、装载机、叉车、压路机、摊铺机、平地机及其他。按照其功率范围, 将每类机械分为小于 37kw、37-75kw、75-130kw、大于等于 130kw 四部分 (或按农业主管部门的划分方法) 并统计其数量及燃料消耗量。

根据各类工地使用工程机械的特点, 将全市工地分为建筑工地、拆迁工地、道路施工工地等。选取有代表性的工地, 调查各类工地施工过程中各种工程机械的使用情况, 做出不同工地各类机械使用强度随施工进度的变化曲线, 并统计其燃油消耗量。统计各类工地不同工程机械的燃油消耗量、并测定其燃油硫含量。

调查全市各类工地位置、工程量和工期, 进行污染物时空分布。

② 农业机械

通过实地调研或协调农业部门或查阅公开数据等途径获取全市及各区县 (市) 农业机械类型、分类型保有量、功率分布、燃料类型、燃料消耗量等数据。

③ 船舶

通过实地调研或协调交通部门或查阅相关公开数据等途径获取船舶类型、分类型保有量、载重级、载客位、船舶发动机类型、转速、数量、功率分布、燃料类型、含硫率、船舶抵港离港次数、不同模式的活动时间和航行速度等数据。

5) 收集许昌市油气存储与运输相关信息, 包括油库数量、位置、汽柴油存储量、加油站的数量、位置、汽柴油销售量、油气回收装置安装和使用情况等。

通过实地调研或协调生态环境、商务等部门收集许昌市各区县储油库数量、位置、原油、汽油、柴油存储量、油气回收情况等, 各区县油罐车保有量、原油运输量、汽油运输量、柴油运输量、天然气运输量、油罐车数量、油气回收装置安装和使用情况等, 各区县加油站的数量、位置、汽柴油销售量、油气回收装置安装和使用情况等信息。

6) 收集许昌市生物质燃烧源数据, 包括农村家用秸秆、薪柴消耗量、燃烧设备类型、农作物秸秆燃烧数量和燃烧时间等。

通过实地调研或协调农业农村部门收集许昌市农村家用秸秆信息，包括农村家用秸秆、薪柴消耗量、燃烧设备类型、农作物秸秆燃烧数量和燃烧时间等；通过协调林业部门收集许昌市 2017 年森林火灾信息，包括森林火灾过火面积等。

7) 针对扬尘源，基于高分卫星影像，自动识别位置、面积等详细信息。

① 土地利用方式调查

在遥感和地理信息系统技术的支持下，运用 ARCINFO 和 ERDASIMAGINE 平台，应用 IKONOS 卫星和 SPOT 卫星的影像数据并融合，分析解译卫星图像，同时结合监测数据和实际调查数据，对许昌市不同土地利用方式的分布和对大气扬尘源排放的影响进行调查。

② 建筑施工裸地调查

利用高分辨率卫星数据反演建筑施工裸地的空间分布格局，利用目视解译获取建筑施工裸地的空间范围和面积分布，结合建筑施工裸地的排放因子，在空间上定量获取建筑施工裸地扬尘排放。根据建筑施工裸地变化的实际情况，将 2017 年建筑施工裸地分为拆迁平整阶段、土石方阶段、主体施工阶段、主体完工未绿化阶段和城区其他裸地 5 种状态。

8) 基于许昌重点工业企业情况，筛选一定比例的重点污染源，针对工业企业的工艺流程、废气净化设备、生产状况、时间变化、经纬度、排口位置等详细调研。

① 针对 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、BC、OC、 SO_2 、 NO_x 、CO、 NH_3 等颗粒物和气态污染物排放量较大的企业开展调查，调查重点为有色、水泥、砖瓦、电力、化工等重点行业，以及各类大中型锅炉、窑炉使用单位。筛选一定比例的重点企业调查对象，根据确定的重点企业类别，分别设计企业调查表（调查表详见附件 2），对活动水平、污染控制措施等信息开展调查、核实和校验。现场调查覆盖环境统计以及规模以上的涉气企业。

② 全部按照点源处理，活动水平数据调查收集组织县（市）区环保部门开展实地调查，填写调查表格。

③ 实地调查时，逐个排污设施调查收集活动水平信息。重点调查内容有，燃料信息：包括燃料类型、消耗量、燃料灰份、燃料硫份、燃料中硫的转化率、分批次入炉煤质数据；锅炉：包括锅炉吨位、类型、型号、燃烧方式；排气筒及烟

气参数：包括烟囱坐标、烟囱编号、烟囱高度、烟囱出口内径、烟气温度、烟气流速、烟气排放量；污染控制措施：包括对应处理设施编号、除尘方式、除尘效率、脱硫方式、脱硫效率、脱硝方式、脱硝效率、VOCs 处理方式、VOCs 去除效率等；工艺流程：工业生产工艺流程信息；生产状况：原料消耗量、产品产量等；时间变化：全年产品生产时间变化；经纬度：工厂坐标。

- ④ 与环境数据统计体系结合，从环境统计和污染源普查等数据库获取相关企业信息进行完善和补充。

9) 建立许昌市 2017 年大气污染源活动水平数据库

依据源清单指南，按照规范格式整理汇总许昌市人为源活动水平调查数据，建立许昌市 2017 年大气污染源活动水平数据库，满足大气污染源清单编制需求以及排放源时空分配需求。

- ① 对比分析调查结果中污染源分类、基本信息和活动水平数据的完整性和可用性，查漏补缺，对于缺失的源类，采用区域排放清单数据进行补充，建立分类合理、信息完整的污染源活动水平数据库。
- ② 对活动水平数据进行宏观约束、查漏补缺和异常值剔除。综合采用城市能源平衡、工业品产量和消费量等统计数据对活动水平进行宏观约束和整体校验，对实际调查数据查漏补缺，确保活动水平数据的完整性。
- ③ 以燃料组分、控制设备去除效率、重点企业活动水平数据为重点，对分布特征不合理、明显错误的异常数据进行剔除，确保活动水平数据的合理性。
- ④ 建立活动水平映射提取技术，建立活动水平数据库到排放计算参数的完整映射关系，通过排放源映射和计算参数提取，获取排放计算模型所需数据。

10) 提供详细的重点工业点源、移动源的调研方案、调研表格设计及编制

基于污染源基本情况排查，了解许昌市大气污染源重点行业及目前污染源数据收集存在的重点和难点，设计调查方案；针对不同类别的污染源，设计污染源调查表。调查表见附件 2 至附件 4，污染源调查方案（a、b）如下：

a. 许昌市大气污染源排放清单工业点源调查工作方案

b. 许昌市大气污染源排放清单移动源调查工作方案

许昌市大气污染源排放清单工业点源调查工作方案

1、调查工作要求

调查人员要求：安排环境专业人员组织和参与调查工作，提高现场调查和发表调查的数据质量。

调查工作时间要求：调查人员需根据确定后的工业企业调查名单制定明确的时间安排和人员安排，保证按时完成工作，并对调查情况进行上报。

污染源调查要求：发表调查要求电话沟通企业携带相关资料（营业执照复印件或照片、环评报告书、企业公章等信息）来各区县生态环境局统一协调组织进行调查表培训和现场填报工作，现场由技术团队进行数据质控和校核。

现场调查需要至少安排两组人员进行调查，保证每日的调查工作量。现场调查重点需要校核填报数据结果或重新调整相关内容，并对企业的生产工艺过程、生产环境、末端处理设施进行复核，核实相关填报情况，需要对涉及的工艺过程、末端处理设施进行拍照留存。

清单系统填报要求：对通过现场调查和发表调查核对过之后的调查表，需按照系统填报的要求，每周六日将填报结果进行系统录入，由专业技术人员进行二次审核，审核结果如存在异议，需由调查人员进行核实并反馈，直至无异议。

2、调查工作内容

许昌市大气污染物排放清单编制工作，通过全面、细致的部门调研和重点排放源实地调查，以 2017 年为基准年全面收集许昌市全市范围内各类大气污染源基础信息、活动水平和排放系数等相关资料与数据，编制许昌市 2017 年大气污染源排放清单，分析大气污染物排放特征。

2.1 重点污染源排放状况调查

针对 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、BC、OC、 SO_2 、 NO_x 、CO、 NH_3 等颗粒物和气态污染物排放量较大的企业开展调查，调查重点为有色、水泥、砖瓦、电力、化工等重点行业，以及各类大中型锅炉、窑炉使用单位。筛选重点企业调查对象，根据确定的重点企业类别，分别设计企业调查表，对活动水平、污染控制措施等信息开展调查、核实和校验。现场调查覆盖环境统计以及污染源普查的涉气企业。

2.2 VOCs 排放重点行业调查

筛选化工化纤、包装印刷、表面涂装、制药、电子信息、纺织、木材加工、玻璃制造、家具等 VOCs 排放重点企业作为调查对象，并根据重点企业类别，分别设计企业调查表，对产品活动水平、工艺过程等信息进行调查、核实和校验。现场调查覆盖 VOCs 排放重点企业。

2.3 其他工业排放源调查

设计企业调查表简表，对产品活动水平、工艺过程等信息进行调查、核实和校验。现场调查覆盖除环统、污普和 VOCs 重点企业外的全部规模以上涉气企业。发表调查所有县区上报规模以下企业，对结果进行抽查。

2.4 非重点锅炉（燃煤、燃气、生物质锅炉）调查

针对许昌市除重点污染源中锅炉外的非重点企业的锅炉，包括各类燃煤、燃气和生物质锅炉开展调查，收集活动水平、污染控制措施等信息，并进行核实和校验。

3、调查工作流程

3.1 工业企业调查确认调查对象

根据各部门资料汇总进行资料整理汇总分析，获取工业企业调查对象名录；其中市直部门调研不到的数据由市生态环境局协调各区县相关部门进行资料的补充。

根据调查企业名录下发至各个区县进行名单确认，根据各区县反馈名单，确定最终调查企业目录。

3.2 确认调查分组和调查表填报类型

根据各区县反馈的企业名单，确定最终调查企业名单，由技术团队进行调查表表格的分类和分行业调查表的划分，确定不同工业企业填报类型。

3.3 调查人员工作培训

排放清单编制技术团队负责对污染源调查人员进行相关技术培训，培养一批对清单调查技术比较熟悉的专业技术人员。在培训阶段，严格要求，强化责任，通过培训让所有参与调查的人员具有明确的调查目标，掌握调查内容和技巧，全面保障调查数据的可靠性。

3.4 污染源调查

根据反馈的调查企业名单确定现场调查和发表调查企业名单，对于调查进展情况，

需要调查人员每日 18:00 前上报企业调查情况。

3.4.1 企业发表调查

(1) 由各区县市生态环境局和技术团队根据各区县的企业联系方式或各区县市工业企业工作群等移动通讯手段,进行电子版调查表格的发放,让企业对于调查表格有一个比较清晰的认识。确认需要填写的具体数据,核对相关资料来源,保证数据的真实可靠,通知企业携带相关企业信息资料(营业执照原件或复印件、环境影响评价报告书、煤质分析质量报告单、产品货单进出明细和企业公章等)以方便会场培训查阅;

(2) 现场填报或回收调查表,以会场培训的形式进行调查表质控和填报指导,针对企业填报中存在的明显错误,需要填写企业调查信息问题反馈表,予以审核及修正,更新在线填报信息;

(3) 针对未开展调查的企业说明原因。在线填报过程中,若某企业存在以下原因:企业停产,地址更改或搬迁,倒闭等,未能获取的企业相关信息,需要在企业账号下填写该企业未调查的详细原因。

3.4.2 企业现场调查

现场调查需覆盖全部规模以上涉气企业,重点调查对象为环统、污普和 VOCs 重点企业,现场调查企业主要工作流程如下:

(1) 由各区县市生态环境局和技术团队根据各区县的企业联系方式或各区县市工业企业工作群等移动通讯手段,进行电子版调查表格的发放,让企业对于调查表格有一个比较清晰的认识。确认需要填写的具体数据,核对相关资料来源,通知企业准备相关数据资料以方便现场查阅;

(2) 调查人员分组到企业开展现场调查,审核企业材料,进行询问和现场考证。完成调查表格的填写,完成调查表内容之外,还需定位企业经纬度,拍摄企业生产及控制过程中的重要环节照片,收集排污申报等纸质材料等;

(3) 提交纸质版的调查表格。对于现场调查过程中遇到的特殊问题,通过 QQ 或微信群进行解答,并做好记录,更新在线填报信息;

(4) 针对未开展调查的企业说明原因。在线填报过程中,若某企业存在以下原因:企业停产,地址更改或搬迁,倒闭等,未能获取的企业相关信息,需要在企业账号下填写该企业未调查的详细原因。



3.4.3 调查数据的审核和反馈

(1) 污染源清单调查表完成填报和复核确认后，需每周末将本周全部所填报调查表录入清单系统，并由清单编制技术团队审核和反馈，技术支持和指导工作由清单编制团队提供；

(2) 基于数据审查的检查要点，审核在线填报数据，确定周审核工作计划；

(3) 汇总调查企业情况并分类：1. 已调查企业，2. 未调查企业及未调查原因；

(4) 对数据校核提供技术支持，清单编制技术团队针对上传的企业调查数据开展校核工作；

(5) 对有问题的调查数据提出复核意见。

3.4.4 污染源补充调查

各区县发表调查和现场调查结束后，将调查结果进行分析和说明，并由清单调查团队进行校核和评估，确认无误后，提交市生态环境局进行审核和并反馈，如需要补充部分重点企业，需要结合调查企业名单由市生态环境局或区县生态环境局进行协调来进行补充调查，然后将补充调查的企业填报清单系统，并进行审核。

4、调查工作时间安排

依据许昌市环境监测中心的工作要求，制定调查工作时间表。

5、调查成果提交

5.1 许昌市工业企业污染源清单调查表（加盖企业公章）：

许昌市工业企业发表调查（污染源清单调查表加盖企业公章）和现场调查成果（许昌市所有涉气规上企业，均需要进行现场调查，企业现场调查企业照片）。

5.2 现场调查企业需要提供照片：

照片按照“企业名称+时间+地点+装备情况（生产工艺、末端处理工艺）对于有多个工艺或末端处理工艺的企业，可以进行编号即可）”进行标注。

5.3 对于未填报企业，需要补充企业情况说明（加盖企业公章）

5.4 清单系统数据填报

污染源调查表录入排放清单编制系统，并通过审核。



许昌市大气污染源排放清单移动源调查工作方案

1、调查工作要求

调查人员要求：安排环境专业人员组织和参与调查工作，提高部门调研和运输企业发表调查的数据质量。

调查工作时间要求：调查人员需根据调查工作量制定明确的时间安排和人员安排，保证按时完成工作，并对调查情况进行上报。

移动源调查要求：

调查需要至少安排两组人员进行调查，保证每日的调查工作量。现场调查重点需要校核填报数据结果或重新调整相关内容，并对调查现场拍照留存。

清单系统填报要求：对通过部门调研和运输企业发表调查核对过之后的调查表，需按照系统填报的要求，每周六日将填报结果进行系统录入，由专业技术人员进行二次审核，审核结果如存在异议，需由调查人员进行核实并反馈，直至无异议。

2、调查工作内容

许昌市大气污染物排放清单编制工作，通过全面、细致的移动源部门调研和运输企业调查，以 2017 年为基准年全面收集许昌市全市范围内移动源源基础信息、活动水平和排放系数等相关资料与数据，编制移动源源排放清单，分析移动源大气污染物排放特征。

1) 车辆基础信息调查

调研公安、环保、交通等相关职能部门，获取全市道路机动车信息，分车型、车辆用途、燃料种类、排放控制水平统计许昌市全市道路机动车数量、行驶里程等资料。覆盖的机动车车型包括客车、出租车、公交车、载货车等。协调公安部门获取许昌市车辆基础信息统计表。

2) 基础道路信息调查

调研国土、规划、市政、交通等部门，获取全市地理信息图层，获取高速公路、国道、省道、县乡路、城市快速路、主干路、次干路、支路，统计的全市道路信息。

3) 机动车年均行驶里程调查

调查全市主要车型年均行驶里程，确定市道路机动车年均行使里程数。针对许昌市主要车辆检测场，物流公司，出租车公司和公交公司进行实地调查，获取部分车型年均

行驶里程。

4) 道路车流量、平均车速调查

调研交通部门和公安部门，获取许昌市小时交通流量、日均道路交通量、城市主要卡口交通日均流量等数据。

5) 工程机械

调查许昌市全市工程机械按类型、燃料种类、排放控制水平等。工程机械主要包括：挖掘机、推土机、装载机、叉车、压路机、摊铺机、平地机及其他。按照其功率范围，将每类机械分为小于 37kw、37-75kw、75-130kw、大于等于 130kw 四部分（或按农业主管部门的划分方法）并统计其数量及燃料消耗量。

根据各类工地使用工程机械的特点，将全市工地分为建筑工地、拆迁工地、道路施工工地等。选取有代表性的工地，调查各类工地施工过程中各种工程机械的使用情况，做出不同工地各类机械使用强度随施工进度变化曲线，并统计其燃油消耗量。统计各类工地不同工程机械的燃油消耗量、并测定其燃油硫含量。调查全市各类工地位置、工程量和工期，进行污染物时空分布。

6) 农业机械

调研农业部门或查阅公开数据等途径获取全市及各区县（市）农业机械类型、分类型保有量、功率分布、燃料类型、燃料消耗量等数据。

7) 船舶

调研交通部门或查阅相关公开数据等途径获取船舶类型、分类型保有量、载重级、载客位、船舶发动机类型、转速、数量、功率分布、燃料类型、含硫率、船舶抵港离港次数、不同模式的活动时间和航行速度等数据。

3、调查工作流程

3.1 确认调查对象

根据各部门资料汇总进行资料整理汇总分析，获取调查对象名录。其中市直部门调研不到的数据由市生态环境局协调各区县相关部门进行资料的补充。

根据调查名录下发至各个区县进行名单确认，根据各区县反馈名单，确定最终调查目录。

3.2 制定调查表格



由技术团队进行调查表表格的制定。

3.3 调查人员工作培训

排放清单编制技术团队负责对污染源调查人员进行相关技术培训，培养一批对清单调查技术比较熟悉的专业技术人员。在培训阶段，严格要求，强化责任，通过培训让所有参与调查的人员具有明确的调查目标，掌握调查内容和技巧，全面保障调查数据的可靠性。

3.4 污染源调查

根据反馈的调查名单确定现场实地调查名单，对于调查进展情况，需要调查人员每日 18:00 前上报企业调查情况。

3.5 调查数据的审核和反馈

(1) 污染源清单调查表完成填报和复核确认后，需每周末将本周全部所填报调查表录入清单系统，并由清单编制技术团队审核和反馈，技术支持和指导工作由清单编制团队提供；

(2) 基于数据审查的检查要点，审核在线填报数据，确定周审核工作计划；

(3) 汇总调查企业情况并分类：1. 已调查单位 2. 未调查单位及未调查原因；

(4) 对数据校核提供技术支持，清单编制技术团队针对上传的企业调查数据开展校核工作；

(5) 对有问题的调查数据提出复核意见。

3.6 污染源补充调查

各区县发表调查和现场调查结束后，将调查结果进行分析和说明，并由清单调查团队进行校核和评估，确认无误后，提交市生态环境局进行审核和反馈，如需要补充部分重点企业，需要结合调查企业名单由市生态环境局或区县生态环境局进行调查调来补充调查，然后将补充调查的企业填报清单系统，并进行审核。

4、调查工作时间安排

依据许昌市环境监测中心的工作要求，制定调查工作时间表。

5、调查成果提交

5.1 许昌市运输企业和工程机械调查表（加盖企业公章）：

许昌市运输企业和工程机械调查表见附件 4（加盖企业公章）。

5.2 现场调查企业需要提供照片：

照片按照“企业名称+时间+地点+实际情况”进行标注；

5.3 对于未填报企业，需要补充企业情况说明（加盖企业公章）

5.4 清单系统数据填报

污染源调查表录入排放清单编制系统，并通过审核。

11) 燃煤、燃气、生物质锅炉调查

针对许昌市各类燃煤、燃气和生物质锅炉开展调查，收集活动水平、污染控制措施等信息，并进行核实和校验。

- ① 协调市市场监督管理局锅检获取全市锅炉所属单位、编号、吨位、型号等信息和分布。
- ② 根据锅检所的数据，结合市局污防处掌握的全市燃煤锅炉淘汰情况和环境中有相关数据，确定固定燃烧源调查对象。
- ③ 全部按照点源处理，活动水平数据调查收集应组织县（市）区环保部门开展实地调查，填写调查表格。
- ④ 实地调查时，应逐个排污设施调查收集活动水平信息。重点调查内容有，燃料信息：包括燃料类型、消耗量、燃料灰份、燃料硫份、燃料中硫的转化率、分批次入炉煤质数据；锅炉：包括锅炉吨位、类型、型号、燃烧方式；排气筒及烟气参数：包括烟囱坐标、烟囱编号、烟囱高度、烟囱出口内径、烟气温度、烟气流速、烟气排放量；污染控制措施：包括对应处理设施编号、除尘方式、除尘效率、脱硫方式、脱硫效率、脱硝方式、脱硝效率等。
- ⑤ 与环境数据统计体系结合，从环境统计和污染源普查等数据库获取相关企业信息进行完善和补充。

12) 民用和经营性散煤消费量调查

对民用和经营性散煤消费量开展入户调查。调查范围覆盖许昌市所辖各县区、园区，按照比例抽样完成有效调查问卷。

- ① 协调市直部门获取全市供热管网现状分布和规划情况、城市未供热小区分布、建筑面积和人口数。

- ② 现场调查，可采取召集居民集中填报配合入户现场调查的方式开展问卷调查。问卷填写方式可采取调查员询问调查对象填写，也可以现场发问卷由调查对象填写后再经调查员确认审核的形式。入户调研的同时了解各县（市）区冬季采暖形式的变化情况；采集农村居民使用的散煤样品，重点分析其与大气污染物相关参数；记录农村散煤燃烧所使用的炉灶特征。更新各县（市）区散煤燃烧活动水平及排放因子。了解各县（市）区电能及清洁能源替代情况。
- ③ 选取典型村庄开展农村居民原煤散烧实际问卷调查和入户调查，获取农村居民户均采暖季和非采暖季燃煤量以及其他能源使用情况。调查范围覆盖许昌市所辖各县（市）、区。
- ④ 利用遥感与 GIS 技术获取民用燃煤平房的空间分布及面积，结合现场抽样调查估算单位平房面积的燃煤量，从而测算某地区民用煤活动水平数据。利用高分辨率遥感影像，对全市平方面积和分布进行遥感监测，获取平房斑块，并对结果进行实地验证、汇总和统计，得到遥感解译的建筑基底面积；抽样入户调查平房的实际建筑基底面积。
- ⑤ 计算各村的污染物排放量，并将排放量数据进行空间表达，得到精确到村的高分辨率农村居民原煤散烧排放清单。

13) 开放扬尘调查

针对土壤扬尘，在遥感和地理信息系统技术的支持下，运用 ARC/INFO 和 ERDAS/IMAGINE 平台，应用 IKONOS 卫星和 SPOT 卫星的影像数据并融合，分析解译卫星图像，同时结合监测数据和实际调查数据，对许昌市不同土地利用方式的分布和对大气扬尘源排放的影响进行调查研究，获取土壤扬尘的活动水平及排放系数相关指标。

针对许昌市各类施工工地，基于高分卫星影像，开展建筑施工裸地调查，自动识别位置、面积等详细信息。利用高分辨率卫星数据反演建筑施工裸地的空间分布格局，利用目视解译获取建筑施工裸地的空间范围和面积分布，结合建筑施工裸地的排放因子，在空间上定量获取建筑施工裸地扬尘排放。

针对道路扬尘，参考源清单编制指南，制定科学合理的采样分析方案和质控方案。结合许昌市的实际情况，确定不同类型的道路扬尘排放系数，开展道路扬尘实地调查。

针对许昌市重点工业企业、采石和采矿、港口码头等企业的堆场及散状物料堆场活

动水平和扬尘控制情况开展调查。

① 土壤扬尘源

土壤扬尘源活动水平数据通过面源的方式获取。

协调自然资源规划部门获取全市土地利用现状类型和土壤机械组成（砂土、壤土和黏土等）。

通过协调市气象部门获取气象数据；通过协调农业部门获取全市作物种植类型、面积及生长周期等信息。

② 道路扬尘源

道路扬尘源活动水平数据按面源方式获取。

协调市自然资源规划局获取全市各类道路分布 GIS 图层；协调市交警支队获取道路卡口车流量数据，协调城管局和交通局获取不同类型道路保洁措施。

通过实际调查或查询机动车年检数据库获取不同类型车辆重量。

③ 施工扬尘源

施工扬尘源活动水平数据一般按面源方式获取。协调市建局、城管等部门获取全市施工工地信息，包括施工地点、施工数量、施工面积、施工时间计划。

通过县市区生态环境局实地调查获取施工地点、施工数量、施工面积、施工进度和扬尘控制措施等。

④ 堆场扬尘源

堆场扬尘源活动水平数据一般按面源方式获取。堆场扬尘源活动水平的调查按照不同类型采取不同的调查方法。

通过协调市城管部门获取有关建筑渣土及垃圾、生活垃圾堆放等堆放信息，包括渣土场位置、堆放物料、占地面积、装卸操作情况、扬尘污染控制措施等信息。

通过各县（市）区生态环境局实地调查获取工业料堆、工业固体废弃物堆放信息（包括堆料名称、堆场表面积/占地面积、扬尘控制措施等）和装卸操作信息（包括年装卸量和装卸过程扬尘控制措施等）。

14) 畜禽养殖调查

基于农业农村的畜禽养殖企业名单，筛选大型畜禽养殖企业开展实地调查。

- ① 获取全市畜禽养殖种类和数量，各规模化畜禽养殖厂的详细信息，具体内容包括：养殖场位置、规模、养殖种类、存栏量、粪便管理方式等。
- ② 抽样核实，验证各部门提供数据的真实性。
- ③ 计算畜禽养殖氨排放量，并将排放量数据进行空间表达，得到高分辨率氨排放清单。

（四）大气污染源排放因子调查

依据国家清单编制指南并参考国内外研究现状，按照规范格式整理汇许昌市人为源排放因子调查数据。基于污染源调查数据，参考国家清单编制指南给出的排放系数和许昌市本地实测研究成果，同时采用科技文献《全国污染源普查工业污染物产排污系数手册》、《美国环境保护总署推荐的 AP-42 排放系数手册推算》调研、权威排放因子数据共享等方式获取各类污染源的排放系数，收集整理相近燃料/产品、工艺技术、污染控制技术的排放测试结果，获取相应排放因子，进而建立完整的许昌市污染源排放因子数据库，包含 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 VOC 、 NH_3 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 BC 、 OC 等 9 种污染物。

1、工业源排放因子

对工业源排放因子，根据许昌市燃料属性、运行工况等特征进行校正。通过实地调查或部门调研获取许昌市发电机组以及工业锅炉的燃煤硫分、灰分数据，采用物料衡算法计算燃煤发电机组和燃煤工业锅炉的主要污染物排放；通过实地调查，掌握工业源主要生产设施的运行工况，校正与之相关的污染源排放因子，得到本地化排放因子。

2、机动车排放因子

道路移动源排放系数由基准排放系数结合实际情况修正获得，逐月计算排放系数所用的修正因子有环境修正因子、平均速度修正因子、劣化修正因子和其他使用条件（如负载系数、油品质量等）修正因子。

通过公开资料收集或部门调研获取许昌市 2017 年风速、风向、能见度、气压、气温、降水量等气象数据，得到环境修正因子。

通过在典型城市道路和公路进行路段调研或部门数据收集，获取不同车型机动车的平均车速，得到平均速度修正因子。

通过对油品含硫量、乙醇掺混度和柴油车载重对车辆排放状况的调研，得到其他使



用条件（如负载系数、油品质量等）修正因子。

3、道路扬尘排放因子

针对道路扬尘，对许继大道、莲城大道、魏武大道、建设路、魏文路、文峰路等主干道和关键道路积尘载荷走航测量，测算相应道路扬尘排放因子，建立许昌市道路扬尘（PM₁₀和PM_{2.5}）排放系数。

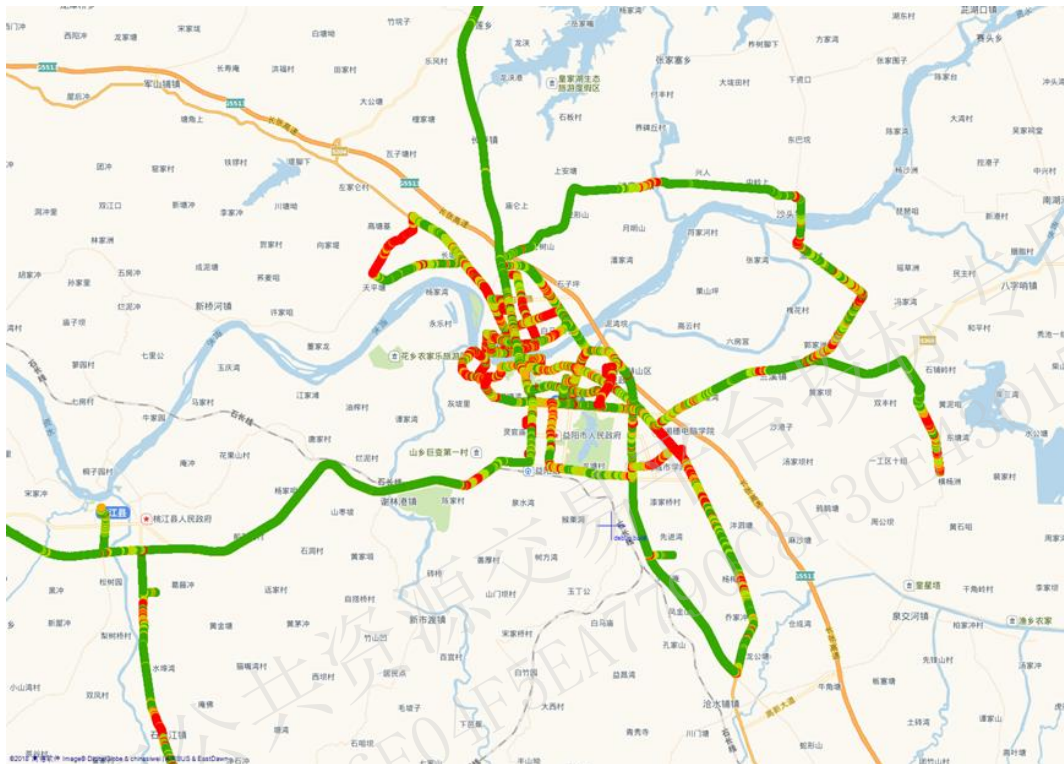


图 2 某城市道路积尘分布示意图

（五） 大气污染源排放量定量核算

根据许昌市排放源分类体系，针对不同排放源采用自上而下和自下而上相结合的方式选择合适的核算方法（包括排放因子法、物料衡算法、模型估算法等），对各级、各类排放源的排放量进行逐一分类核算。

对工业源，选取有色、水泥、砖瓦、电力、化工、纺织、医药、食品、烟草、装备制造等 10 个重点行业使用自下而上的方式核算，对于污染源现有的烟囱信息进行搜集，包括经纬度、海拔、高度、烟囱直径等。

对于扬尘源，通过应用卫星反演技术，结合裸露地分布信息和气候、土壤、植被等环境要素构建风蚀扬尘模型，反映许昌在月时间尺度的裸露地变化过程。



对各类污染源的排放量数据进行整合，完成许昌市 2017 年基准年排放清单的编制，以 EXCEL、GIS 空间网格形式呈现，详细分析许昌市 SO₂、NO_x、VOCs、PM_{2.5} 和 PM₁₀ 等主要大气污染物的排放特征、空间分布、行业分布及排放强度等，编制许昌市大气污染源排放清单编制技术报告。

各污染源污染物排放量计算方法如下：

1、化石燃料固定燃烧源

化石燃料固定燃烧源使用基于多源环境数据提取排放计算参数的方法。研究环境统计、污染源普查、总量核查全口径等现有环境数据融合的技术方法，获取排污设备活动水平、燃料组分、排放因子、控制设备类型和脱硫脱硝效率，并与现场调查数据融合，计算各类污染物排放量。有色、水泥、砖瓦、电力、化工、纺织、医药、食品、烟草、装备制造等 10 个重点行业使用自下而上的方式核算。

A、工业部门

化石燃料固定燃烧源工业部门主要包括电力、热力及燃气生产和供应业，以及采矿业和制造业，一般按点源处理。对于化石燃料固定燃烧源中的第四级排放源，某种污染物的排放量由下式计算：

$$E=A \times EF(1-\eta)$$

其中，A 为第四级排放源对应的燃料消耗量。A 为该排放源的活动水平。EF 为污染物的产生系数， η 为污染控制技术对污染物的去除效率，当排放源处于无控状态时， η 为 0。

B、民用部门

化石燃料固定燃烧源民用部门一般按面源处理。对于民用部门第四级排放源，排放量由下式计算：

$$E=A \times EF \times (1-\eta)$$

其中，A 为第四级排放源燃料消耗量；EF 为污染物产生系数； η 为污染控制设施对污染物的去除效率。

2、工艺过程源

工艺过程源使用基于多源环境数据提取排放计算参数的方法。研究环境统计、污染



源普查、总量核查全口径等现有环境数据融合的技术方法，获取排污设备活动水平、燃料组分、排放因子、控制设备类型和脱硫脱硝效率，并与现场调查数据融合，计算各类污染物排放量。有色、水泥、砖瓦、电力、化工、纺织、医药、食品、烟草、装备制造等 10 个重点行业使用自下而上的方式核算，对于污染源存有的烟囱信息进行搜集，包括经纬度、海拔、高度、烟囱直径等。

A、有色冶金

有色冶金工业是指通过熔炼、精练、电解或其它方法从有色金属矿、废杂金属料等有色金属原料中提炼常用金属的生产活动。

对于有色冶金行业的第四级排放源，排放量由下式计算：

$$E = A \times EF \times (1 - \eta)$$

其中，A 为第四级排放源对应的有色冶金产品产量。对于点源，A 为该排放源的活动水平；对于面源，A 为清单中最小行政区单元的活动水平。EF 为各污染物的产生系数； η 为污染控制技术对各污染物的去除效率。

对于安装烟气排放连续监测系统的企业，参考《国控污染源排放口污染物排放量计算方法》，采用排放口自动监测数据计算 SO₂、NO_x 和颗粒物排放量，公式如下：

$$E = \sum_k C \times Q \times T$$

其中，k 为烟道监测断面；C 为污染物小时平均排放浓度；Q 为小时平均烟气排放量；T 为总生产小时数。

B、其他工艺过程源

其他工艺过程源包括水泥、平板玻璃制造业、其他非金属矿物制品业、有色金属冶炼和压延加工业、石油和天然气开采业、石油加工、炼焦和核燃料加工业、化学原料和化学制品制造业、化学纤维制造业、造纸和纸制品业、橡胶和塑料制品业、食品制造业、农副食品加工业、酒、饮料和精炼茶制造业以及纺织业等。一般按点源处理。

对于其他工艺过程源中的第四级排放源，某种污染物的排放量由下式计算：

$$E = A \times EF(1 - \eta)$$

A 为第四级排放源对应的工业产品产量。对于点源，A 为该排放源的活动水平。EF 为污染物的产生系数； η 为污染控制技术对污染物的去除效率，当排放源处于无控状态

时, η 为 0。

3、扬尘源

扬尘源排放清单覆盖建筑扬尘、道路扬尘以及土壤扬尘等主要排放源, 建立分类分级体系, 考虑土地类型、道路类型、铺装情况、控制措施等因素对排放因子的影响。对于施工扬尘, 利用高分辨率卫星数据反演建筑施工裸地的空间分布格局, 利用目视解译获取建筑施工裸地的空间范围和面积分布。

A、土壤扬尘

土壤扬尘按面源处理, 排放量计算公式如下:

$$W_{Si} = E_{Si} \times A_S$$

● W_{Si} 为土壤扬尘中 PM_i (空气动力学粒径在 $0 \sim i\mu m$ 间的颗粒物, 下同) 总排放量, t/a。

● E_{Si} 为土壤扬尘源的 PM_i 排放系数, $t/(m^2 \cdot a)$ 。

● A_S 为土壤扬尘源的面积, m^2 。

土壤扬尘源的 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 排放量可根据土壤扬尘中相关粒径分布情况估算获得。

B、道路扬尘

道路扬尘包括铺装道路和未铺装道路的扬尘排放量, 计算公式如下:

$$W_{Ri} = E_{Ri} \times L_R \times N_R \times \left(1 - \frac{n_r}{365}\right) \times 10^{-6}$$

● W_{Ri} 为道路扬尘源中颗粒物 PM_i 的总排放量, t/a。

● E_{Ri} 为道路扬尘源中 PM_i 平均排放系数, $g/(km \cdot 辆)$ 。

● L_R 为道路长度, km。

● N_R 为一定时期内车辆在该段道路上的平均车流量, 辆/a。

● n_r 为不起尘天数。

C、施工扬尘

施工扬尘源中颗粒物排放量的总体计算公式如下:

$$W_{Ci} = E_{Ci} \times A_C \times T$$

该公式适用于总体估算整个建筑施工区域的排放总量, 式中:

- W_{Ci} 为施工扬尘源中 PM_i 总排放量, t/a。
- E_{Ci} , 整个施工工地 PM_i 的平均排放系数, t/($m^2 \cdot$ 月)。
- A_C 为施工区域面积, m^2 。
- T 为工地的施工活跃月份数, 一般按施工天数/30 计算。

其中, 施工区域面积 A_C 利用高分辨率卫星数据反演方法获取。

D、堆场扬尘

堆场的扬尘源排放量是装卸、运输引起的扬尘与堆积存放期间风蚀扬尘的加和, 计算公式如下:

$$W_Y = \sum_{i=1}^m E_h \times G_{Yi} \times 10^{-3} + E_W \times A_Y \times 10^{-3}$$

- W_Y 为堆场扬尘源中颗粒物总排放量, t/a。
- E_h 为堆场装卸运输过程的扬尘颗粒物排放系数, kg/t。
- m 为每年料堆物料装卸总次数。
- G_{Yi} 为第 i 次装卸过程的物料装卸量, t。
- E_W 为料堆受到风蚀作用的颗粒物排放系数, kg/ m^2 。
- A_Y 为料堆表面积, m^2 。
-

4、移动源

移动源通过对交通流、气温、湿度、海拔等影响排放的重要动态过程建模和参数化, 使用与动态气象参数耦合的高分辨率城市机动车排放表征技术方法。

A、道路移动源

道路移动源按照面源处理, 对于道路移动源中的第四级排放源, 清单中最小行政单元内某种污染物的排放量由下式计算:

$$E = P \times VMT \times EF$$

P 为对应车型的车辆保有量, EF 为污染物的排放因子, VMT 为该车型的年均行驶里程。

B、非道路移动源

非道路移动源按照面源处理，基于第四级排放源计算排放量，公式如下：

$$E=A \times EF$$

其中，A 为第四级排放源活动水平。对于飞机，A 为起飞着陆循环次数；对于其它非道路移动源，A 为燃油消耗量。EF 为污染物排放系数。

5、溶剂使用源

A、印刷印染

印刷印染产生 VOCs 排放，排放量计算公式如下：

$$E=Q \times EF$$

式中，Q 为油墨或染料消费量；EF 为单位质量油墨或染料的 VOCs 排放系数。按照当前行业控制水平，可认为印刷印染无 VOCs 末端控制措施。

B、表面涂层

表面涂层按照涂层施用对象分为建筑涂料、汽车喷涂和其它表面涂层。建筑涂料分为建筑内墙涂料和建筑外墙涂料；汽车喷涂根据喷涂车型分为汽车、自行车、摩托车、轿车和其它汽车五类；其它表面涂层包括饮料罐涂层、漆包线涂层、金属家具涂层、家电涂层、装修木器、木制家具、机床涂层、设备制造涂层等。

表面涂层产生 VOCs 排放，排放量计算公式如下：

$$E=Q \times EF$$

式中，Q 为建筑涂料表观消费量、汽车制造修补用漆或饮料罐生产线、家电、机床设备等产品消费量或产量；EF 为生产或消费单位产品对应的 VOCs 排放系数。按照当前排放控制水平，可认为无 VOCs 末端控制措施。

C、农药使用

农药使用源包括施用杀虫剂、除草剂和杀菌剂等排放源。

农药使用产生 VOCs 排放，排放量计算公式如下：

$$E=Q \times EF$$



式中，Q 为农药施用量；EF 为单位质量农药使用的 VOCs 排放系数。按照当前的控制水平，可认为农药使用过程无 VOCs 末端控制措施。

D、其它溶剂使用

其它溶剂使用源包括除印刷印染、表面涂层和农药使用之外的溶剂使用源，包括沥青铺路、木材生产、医药生产、印刷设备清洗、胶粘剂使用、打字机、其它办公用品、干洗、去污脱脂、生活和商业溶剂使用等排放源。

其它溶剂使用产生 VOCs 排放，排放量计算公式如下：

$$E = Q \times EF$$

式中，Q 为沥青消费量、木材生产量、化学药品产量、印刷设备清洗所用汽油消费量、胶粘剂使用量、打字机量、文教体育用品企业、三氯乙烯/四氯乙烯消费量；EF 为消费单位产品对应的 VOCs 排放量，表示为 g/kg 沥青、g/m³ 木材、g/kg 药品、g/kg 汽油、g/kg 胶粘剂、t/厂/年、g/kg 干洗剂。按照当前的控制水平，可认为溶剂使用源无 VOCs 末端控制措施。

6、农业源

农业源排放清单使用基于气温、湿度、降水等重要气象过程参数的农业 NH₃ 排放动态建模方法。

农业源均按面源处理。

A、氮肥施用

氮肥施用过程会产生氨排放，排放量计算公式为：

$$E = \sum_i (A_i \times EF_i)$$

其中，i 为化肥种类（包括尿素、碳铵、硝铵、硫胺、其它氮肥），A 为活动水平，即各种氮肥施用量；EF 为氨排放系数。

B、畜禽养殖

畜禽养殖中动物排泄物产生大量氨排放。动物排泄产生的粪便包括室内和户外两部分，室内粪便在圈舍中停留一段时间后，会汇集进行存储腐熟处理和施肥。畜禽粪便管理阶段包括户外、圈舍内、粪便存储处理和后续施肥。后三种方式属于室内粪便管理，



具有尿液和粪便两种形态，动物户外排泄的尿液和粪便通常混合在一起。畜禽排泄物释放大气氨包含户外、圈舍-液态、圈舍-固态、存储-液态、存储-固态、施肥-液态、施肥-固态共七部分。根据粪便管理阶段和形态，畜禽养殖氨排放总量计算公式如下：

$$E_i = \sum_i (A_i \times EF_i \times \gamma)$$

其中， i 为畜禽粪便类型，分为户外、圈舍-液态、圈舍-固态、存储-液态、存储-固态、施肥-液态、施肥-固态； A 为活动水平，指畜禽排泄物在不同管理阶段、粪便不同形态中含有的总铵态氮量； EF 为氨排放系数； γ 为氮-大气氨转换系数。

7、生物质燃烧源

A、生物质锅炉

生物质锅炉排放量采用下面公式计算：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为第四级排放源活动水平，即生物质锅炉燃料消耗量； EF 为排放系数。

对于生物质锅炉，由于其规模相对较大，可安装除尘器等污染控制设施，在这种情况下，排放系数 EF 应由下面公式计算得到：

$$EF = EF_0 \times (1 - \eta)$$

式中， EF_0 为污染物产生系数； η 为污染控制设施的去除效率。

B、生物质炉灶

生物质炉灶排放量采用下面公式计算：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为排放源活动水平，即生物质炉灶燃料消耗量； EF 为排放系数。

C、开放燃烧

生物质开放燃烧排放量计算公式如下：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为排放源活动水平，即生物质开放燃烧消耗的生物量； EF 为排放系数。

8、储存运输源

A、油气储运



油气储运源是指原油、汽油、柴油、天然气在储藏、运输及装卸过程中逸散泄露造成可挥发性有机物排放的排放源。油气储运源的排放过程主要包括油品灌装、油品运输和油品储存过程。本章节介绍的油气储运排放计算方法涵盖了原油运输至炼油厂、储油库的收油/发油作业、油罐车油品运输、加油站卸油作业、机动车加油、天然气运输排放源。

油气储运源排放采用排放系数法进行计算。计算公式如下：

$$E_{i,j} = \sum_m EF_{i,j,m} \times Q_{i,j}$$

式中， i 为油气储运源的排放子源， j 为各省、市、自治区， m 代表第三级排放源的技术和工艺。 EF 为排放源可挥发性有机物实际排放系数， Q 为油气运输量或储存量。

9、废弃物处理源

A、污水处理

污水处理产生的大气污染物排放量采用下式计算：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为排放源活动水平，即污水处理量； EF 为排放系数。

B、固体废弃物处理

固体废弃物处理产生的大气污染物排放量采用下式计算：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为第四级排放源活动水平，即由填埋、堆肥或焚烧等方式处理的固体废弃物的量； EF 为排放系数。

C、废气处理

废气处理源排放量采用下面公式计算：

$$E = A \times EF$$

式中， A 为排放源活动水平，即脱硝烟气对应的燃煤量； EF 为烟气脱销的 NH_3 排放系数。

10、其它排放源

A、餐饮油烟



对于餐饮油烟源，某一种大气污染物的排放量 E 的计算采用下面的公式：

$$E = A \times EF \times (1 - \eta)$$

式中， A 为排放源活动水平； EF 为排放系数； η 为油烟净化器去除效率。

（六）排放清单时空分布特征分析

1) 分析化石燃料固定燃烧源、工艺过程源、移动源、溶剂使用源、农业源、扬尘源、生物质燃烧源、储存运输源、废弃物处理源和其他排放源等十大类的污染物排放量，二级源污染物排放分担率，污染源污染物排放空间分布特征等。分析魏都区、建安区、禹州市、长葛市、鄢陵县、襄城县、市城乡一体化示范区、经济技术开发区、东城区等污染物排放量及排放占比、各地区主要污染物排放分布特征等。分析工业源，包括有色、水泥、砖瓦、电力、化工等主要工业行业的污染物排放量及排放占比、主要污染物排放特征等。

2) 以 2017 年许昌市大气污染物排放源清单为基础，针对不同的行业或污染源类型，建立全市基准年的高时空分辨率大气排放清单，分析不同排放源的空间分布特征和时间排放规律，为制定减排和控制策略提供重要的依据。以污染源的空间分布规律和空间活动规律，区分点源、面源和线源分析排放源空间分布特征，空间精度为 $1\text{km} \times 1\text{km}$ 。建立包括 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 VOCs 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 BC 、 OC 、 NH_3 等 9 种污染物的排放清单空间分布特征。点源根据其经纬度坐标将其排放直接定位在网格，并基于企业生产负荷数据计算逐时排放量。活动水平调查时收集排污设备经纬度、燃料消耗/产品月产量和典型周、日生产负荷动态变化曲线。面源标识到行政区，采用代用参数权重法将排放分配到网格，并根据时间分配系数计算逐时排放量。

（七）排放清单校验和不确定性分析

通过制定许昌市大气污染物排放源清单质控、校验和不确定性分析方案，来评估和保障清单编制整体质量。具体校验方法包括全过程 QA/QC 方法与措施、排放清单结果评估与校验方法、不确定性分析方法。

1、质控方法与措施

清单编制过程安排专人对数据进行检查和校对，通过正确性检验、一致性检验和完整性检验确保数据质量和数据传递的准确性。

在清单编制过程中，为保证清单结果质量，需要对数据收集和处理过程、相关计算过程、清单完整性等进行的一般性质量检查，QA/QC 程序贯穿于清单编制的整个过程，项目组将严格依照排放源清单 QA/QC 与验证体系，对清单编制过程进行审核，将清单编制审核流程分为过程审核、结果审核和输出审核三大过程。

表 1 数据审核过程

审核流程	审核程序	审核人员	审核内容
过程审核	校核	各源清单负责人	分别对各源清单估算过程、清单结果贡献率分析、及横向对比等进行分析校验
结果审核	初审	各源清单负责人	分别对各源清单活动数据、排放因子、估算方法等输入过程、编制过程进行审核
	二审	清单小组成员	各源清单负责人进行交叉检查，对数据来源、清单结果等进行审核，减少人为错误
	再审	清单编制领导小组	对整体清单结果进行审核，确保估算方法、因子选取和排放量结果的合理性
	终审	清单编制专家	研究探讨清单结果及清单编制过程中的问题，提出意见或建议
输出审核	报告输出	非清单编制人员	对整个报告中文字描述、图表、表格、报告格式等进行逐字检查，确保质量

2、排放清单结果评估与校验

采用模型观测校验、宏观统计数据校核和结果横向校验 3 种清单校验方式，对清单结果进行校验与评估。

（1）模型观测校验

将排放清单作为空气质量模型的输入，利用空气质量模型进行模拟，并与同时段空气质量观测结果比较，可对排放清单进行间接验证。将观测浓度的均值、时间变化趋势，或者空间分布特征与模型模拟结果进行比较，识别二者之间的相似性和差异性，从而可以诊断排放清单中可能存在的问题，并可对不同排放清单的可靠性进行评估。

（2）宏观统计数据校核

通过宏观统计数据校核许昌市排放清单编制结果的合理性进行初步评估，依靠主要能源产品消耗量和工业产品产量结合平均排放系数校核排放量总量。

依据宏观统计数据约束活动水平。收集城市工业燃煤消耗量统计数据，逐行业校核清单编制中收集的活动水平数据，对差异大的行业仔细排查。点源排放量计算结果与环境统计各企业污染物排放量核对，逐一核实差别较大的排放源，排查造成差异的原因。

（3）结果横向校验

排放源清单横向校验从污染源排放量、污染源贡献率等多个方面对比独立的排放源清单研究成果分析结果的合理性。

在进行许昌市基准年排放源清单横向对比时，优先使用许昌市其它研究人员针对相同基准年开发的类似的排放源清单研究成果进行比较；其次，使用同一研究区域、其它邻近基准年的排放源清单研究成果，作为重要比较对象；最后，在已建立区域清单的名单中，筛选与许昌市发展水平较为一致、产业结构相类似的同类区域清单进行对比分析。

3、不确定性分析

不确定性分析采用蒙特卡洛方法评估排放总量置信区间，甄别重要污染源信息，评估排放清单准确性。

（1）确定输入数据的概率分布函数。在样本库抽取随机样本，通过模拟获得包含分布形式、平均值及标准方差三类信息的概率分布函数，以相对标准方差来表达该数据

的不确定度。

(2) 不确定性传递。应用数学模拟方法将众多输入数据的不确定性传递演算得到清单的不确定性。采用蒙特卡洛数值分析方法在各数据的个体概率密度函数上选择随机值，计算相应的输出值，重复定义次数，每次计算结果构成了输出值的概率密度函数，当输出值的平均值不再变化时，结束重复计算，得到排放清单的不确定度。根据不确定性分析结果，提出进一步清单降低不确定度的方法及后续的改进意见。

许昌市公共资源交易平台投标专用
E4333A0976F04F5EA7790C8F3CE43015



II、许昌市颗粒物和 VOCs 来源解析

按照《河南省人民政府办公厅关于印发河南省 2018 年大气污染防治攻坚战实施方案的通知（豫政办〔2018〕14 号）》和《许昌市人民政府办公室关于印发许昌市 2018 年大气污染防治攻坚战实施方案的通知》要求，为深入推进全市大气污染防治攻坚战，持续改善环境空气质量，根据国家环境空气质量监测预报预警能力建设规范，参考国内及省内其他城市建设方案，开展颗粒物和 VOCs 来源解析研究工作，初步建立许昌市全市范围内的大气污染防治管理决策支撑能力，建成较完善的大气污染防治制度和专家咨询等运行管理机制，并为后续的全市范围内空气治理方案提供示范作用，对全市范围内的大气污染防治工作实现科学管控，科学治理。

（一）总体要求

依据《环境空气质量监测规范（试行）》的相关要求布设许昌市环境受体采样点，选择若干国家环境空气质量监测点，同时综合考虑功能区分布、人口密度、环境敏感程度等因素，结合许昌市的气象主导风向，在不同功能区域布置监测点，分别为：不同环境功能梯度、覆盖许昌市主建成区的颗粒物及 VOCs 前体物在线及手工采样观测（按国家规范从采样仪器校准比对、观测人员培训、观测场地、观测时间、样品保存及称重等方面开展规范性颗粒物的监测）。

许昌市大气颗粒物和 VOCs 来源解析研究，采用排放清单、受体模型和空气质量模型联用的综合源解析方法，以颗粒物和 VOCs 的离线和在线监测为研究内容，获取观测数据，运用综合源解析方法，进行污染物来源解析工作，明确许昌市大气颗粒物和 VOCs 主要来源贡献，评价污染治理成效，对许昌市大气污染防治工作实现科学管控，科学治理。

为进一步确定许昌市冬防期间颗粒物主要污染成因和特征，开展颗粒物质量浓度、颗粒物含碳气溶胶、无机盐和含重金属颗粒及主要气态污染物等的连续观测，深入探讨不同排放源气溶胶颗粒的物理化学特征及二次气溶胶的形成和演变过程，运用受体模型和 CMAQ 空气质量模型来进行许昌市冬防期间常态条件与重污染过程大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 来源解析，明晰许昌市大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 主要来源变化，评价污染治理成效，明确未来治理方向。

为深入了解臭氧及前体物的污染特征及分布规律,在现有监测网络数据基础上进行加强观测,分析研究 VOCs 污染物的时空分布规律和特征,并结合臭氧生成敏感性指示剂和后向轨迹分析,运用受体模型和 CMAQ 空气质量模型等研究方法,开展典型污染过程大气 VOCs 和臭氧来源解析,为臭氧来源解析提供重要的本地观测数据,实现 VOCs 和臭氧污染防治工作科学化和精细化。

(二) 许昌市颗粒物来源解析

采用受体模型和空气质量模型联用的综合源解析方法,开展常态条件与重污染过程大气颗粒物来源解析,明晰许昌市大气颗粒物主要来源变化,评价污染治理成效,明确未来治理方向。

1. 源解析模型应用及许昌市本地化源解析结果的对比验证

利用大气颗粒物中化学组分不同时间序列和空间分布的信息,基于受体模型定量解析特征因子化学成分谱,分析示踪化学物种在各类源排放代表因子中的分布特征,评估不同区域冬防期间不同排放源对环境大气中 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 浓度的贡献率;以排放清单为基础对颗粒物二次来源进行再分配,进而获得完整的一次源排放本地贡献,并与区域贡献评估结果进行综合分析,全面解析许昌市不同采样点冬防期间大气 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 来源。同时比较许昌周边城市源解析结论,深入分析异同点。

基于外场离线观测、实验室理化分析和许昌市现有的在线数据,获得 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 质量浓度及化学成分数据,采用受体模型 PMF 定量解析其本地来源及其相对贡献率,并采用 CMB 受体模型解析颗粒物模型做对比。

2. 采用大气数值模型模拟二次源和区域源贡献

基于三代空气质量模型 CMAQ,优化区域排放清单,构建许昌市本地排放清单,优化二次反应参数,定量评估许昌市本地排放和区域排放对许昌市大气 $PM_{2.5}$ 的贡献水平,分析区域贡献在不同季节、不同时段和不同污染状况下对许昌市大气 $PM_{2.5}$ 浓度水平的影响,定量计算本地排放源和外来污染源以及许昌市本地区域内不同产业排放对许昌市主建成区颗粒物的贡献,进而解析获得完整的许昌市 $PM_{2.5}$ 来源贡献率。



利用源模型进行来源解析，应根据模式的适用范围、对模型参数的要求及环境管理的需求进行合理选择。建议依据拟进行源解析的地域范围选择适合的空气质量模型，城市和区域尺度采用第三代空气质量模型 Models-3/CMAQ。

CMAQ 模型最典型的特点即采用了基于“一个大气”的设计理念，考虑了复杂的物理及化学过程，能够同时模拟各种尺度、各种复杂的大气环境问题，因此本研究利用 CMAQ 模型模拟许昌市本地源贡献前后的大气环境效果。CMAQ 模型主要由边界条件模块 (BCON)、初始条件模块 (ICON)、光分解率模块 (JPROC)、气象-化学预处理模块 (MCIP) 和化学输送模块 (CCTM) 构成。化学输送模块 (CCTM) 是 CMAQ 的核心，污染物在大气中的扩散和输送过程、气象化学过程、气溶胶化学过程、液相化学过程、云化学过程以及动力学过程均由 CCTM 提供输入数据和相关参数，其它模块的主要功能主要是为 CCTM 提供输入数据和相关参数。CCTM 模块可输出多种气态污染物和气溶胶组分的逐时浓度以及逐时的能见度和干湿沉降。CMAQ 模型所需气象数据由 WRF 中尺度气象学模型模拟，WRF 模式输出结果经气象-化学预处理模块 (MCIP) 处理后作为 CMAQ 模式的输入气象场。

综合各项研究结果，以 CMAQ 模型三层嵌套技术定量模拟分析基准年和减除许昌市本地排放源贡献的大气环境效果，结合气象、地形要素和产业布局针对不同类型的排放来源和区域差异性污染提出适用于许昌市的 $PM_{2.5}$ 污染防治实施框架，提出针对性的对策与建议，针对许昌市地方工业、交通和施工工地的特点，分别进行了相关对策和建议，为许昌市的颗粒物污染防治提供技术支持。

针对许昌市地方工业的特点，建议加快制定工业锅炉的改造升级（包括生物质改造或天然气改造），全面提升工业锅炉烟气排放标准，针对许昌市水泥、玻璃、电力、化工、冶金、烟草等主要行业，加快制定适合许昌市行业大气污染物排放标准，对于污染物处理工艺进行提升，按照生态环境部 2018 年推广应用技术进行末端处理工艺改造；

对于许昌市建筑施工场地的管理，建议全面加强施工现场扬尘治理，裸露土方扬尘污染控制，建筑施工现场封闭管理，施工过程的防尘降尘管理，建筑和生活垃圾的处理控制，全面加强房屋建筑和市政工程拆除作业扬尘治理，全面加强混凝土搅拌站扬尘治，实现“六个百分百”，提高建筑施工颗粒物等污染排放标准；

制定许昌市交通源特点，建议从高排放车后处理改造升级工作和提高燃油标准，结合国家柴油车攻坚战的要求，对于柴油车安装颗粒物捕集器 (DPF) 和催化还原装置

(SCR), 配备实时排放监控装置, 并实现与环境保护等相关部门联网, 对高排放车辆进行实时管控。

3. 颗粒物手工样品采集

(1) 离线样品采集

a. 采样点位

源解析采样点原则上设置在城市建成区内, 优先考虑国控监测点或市控监测点, 在此基础上增设点位并兼顾点位相对均匀分布并覆盖全部建成区。兼顾城市内功能区分布, 设置有 4 个采样点, 各监测点使用相同仪器和滤膜进行同步采样。结合城市规划考虑监测点的布设, 使确定的监测点能兼顾未来城市发展的需要。

大气 $PM_{2.5}$ 具有良好的扩散性, 空间分布较为均匀, 根据 2018 年许昌市各站点年均大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度的分布情况 (数据详见下表 2), 各点位的 $PM_{2.5}$ 平均浓度相差不大, 监测站和市一中监测点位年均大气 $PM_{2.5}$ 浓度略高于开发区, 而市监测站的监测数据基本可以反映中心城区的平均大气 $PM_{2.5}$ 浓度水平。许昌学院属于省控站点, 位于许昌中心城区的上风向, 属于文教功能区, 可作为背景点位;

大气 PM_{10} 扩散性较差, 一般各点位周围的扬尘源贡献率较高, 根据许昌市各国控站点的监测数据显示, 许昌市中心城区的各点位的 PM_{10} 平均浓度相差较小, 开发区和监测站点位的年均大气 PM_{10} 浓度略高于市一中, 而位于许昌市主建成区中心位置的市监测站的监测数据基本可以反映中心城区的平均大气 PM_{10} 浓度水平。

许昌市属暖温带亚湿润季风气候, 热量资源丰富, 雨量较多, 光照充足, 无霜期长。春季干旱多风沙; 夏季炎热雨集中; 秋季晴和气爽日照长; 冬季寒冷少雨雪。许昌市全年主导风向东北风, 冬季主导风向为东北风。综合考虑项目需求、采样成本与采样点代表性, 以许昌市区为研究对象, 根据许昌市主建成区面积和人口数, 对照大气颗粒物源解析采样点位数量要求, 同时考虑不同功能区大气颗粒物来源解析以及许昌市周边大气颗粒物的跨界输送, 在城区共设立 4 个采样点 (市一中、监测站、开发区和许昌学院, 具体采样点位信息见表 3, 分布图见下图)。监测站代表中心城区的污染情况, 周边主要受机动车影响; 开发区离市政府较远, 离农村和煤矿较近, 周边易受煤矿运输、周边

居民烧煤影响；市一中受机动车影响明显，许昌学院点位属于省控点位，位于中心城区上风向，且周围属于文教区，可作为参照点位。各监测点使用相同仪器和滤膜进行同步采样。

表 2 2018 年许昌各监测点位大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 浓度值

监测站点名称	市一中	监测站	开发区
$PM_{2.5}$ 浓度值	63.6	64.5	62.2
PM_{10} 浓度值	111.4	111.9	113.0



表 3 大气颗粒物源解析采样点分布

名 称	地 理 坐 标		具体位置	功能定位	距地面高度	监测点 位类型
	经度	纬度				
市一中	113.830535	34.038453	市一中	居住区	10 m	国控
监测站	113.839877	34.020144	监测站	混合区	25 m	国控
开发区	113.790986	33.995362	开发区	工业区	12 m	国控
许昌学院	113.874758	34.05107	许昌学院	文教区	12 m	省控

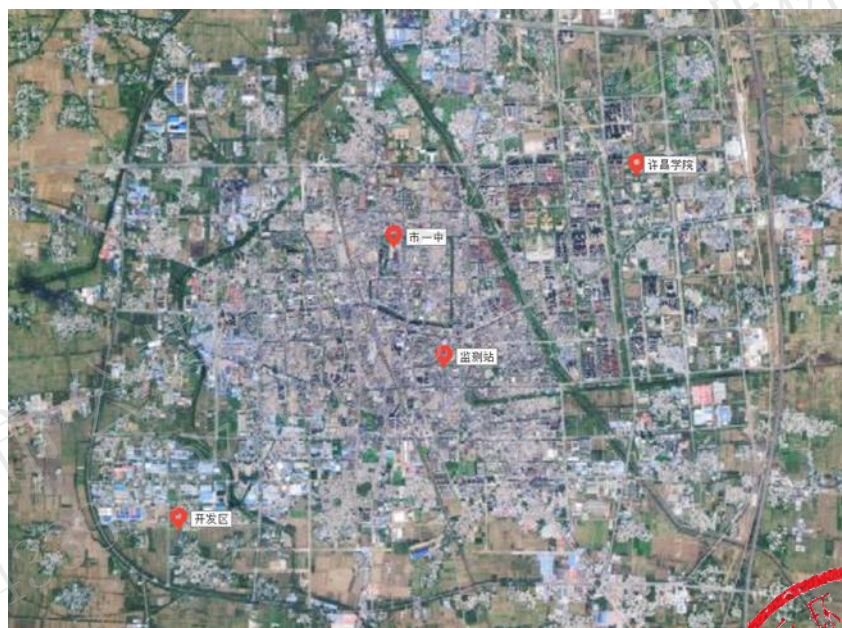


图 3 源解析采样点分布

注：后续源解析采样点位可根据市监测站的需求和实际情况，进行调整和确认。

b. 采样时间及频率

采集频次：各采样点 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 样品采集在许昌市冬防季期间，分别选取 12 月和次年 1 月大气颗粒物浓度相对高的月份，能较好的反映许昌市冬防季期间的大气颗粒物污染状况。拟在 12 月、次年 1 月开展采样工作，每个月所有点位同步进行采样，每

个月每个点位连续采集 24 天有效样品，且每月收集 4 套空白样品、4 套平行样品(每周一套)，并且避开特殊天气。

采样时间：在全部 4 个观测点逐日采集大气 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 样品进行理化分析。原则上白天从早 10:00 到第二天早 10:00，每次采样持续 24 小时，实际采样时根据各季节大气边界层变化情况调整采样时间，特殊天气或雾霾等高污染时段需要调整采样时段。

c. 采样仪器及采样滤膜

采样仪器：本研究采用青岛崂应生产的 2030 型中流量 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 采样器(如图 4 所示)进行环境大气的颗粒物 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 采样（采样流量为 100 L min^{-1} ）。滤膜为 $\phi 90\text{mm}$ 的石英膜和聚丙烯滤膜。更换凡士林：每隔五个采样日清洗一次铝制碰撞盘，并更换上面的凡士林。连续采样。采样设备每 5 个采样日重新进行流量、环境温度、环境压力的校准。

采用大气综合采样仪，型号均为 2030 型中流量，其配置为：

- (1) 中流量环境空气采样器，流量为 100L/min 。
- (2) 切割头：10 微米和 2.5 微米。



图 4 青岛崂应 2030 型颗粒物采样器

各采样点同步采样，每个采样点均采集 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 样品，每个点粒每 2 个样品（1 个石英滤膜、1 个聚丙烯滤膜），满足化学组分分析需要。

每个采样点采用 2 台采样器，分别选用石英滤膜和聚丙烯滤膜进行采样，用于 OC/EC 分析、元素分析和离子分析。为保证采样的顺利进行，共备用大气采样仪器 4 台，以防大气采样器发生故障。



d. 采样器性能要求

①所有采样仪器均需经省级计量鉴定部门鉴定合格，并在有效使用期内。

②为保证结果的可比性，所有采样点必须使用同一厂家同一型号的采样仪器，并详细记录采样仪器型号等各种参数。

③采样前将所有选定的同型号的采样仪器放置于同一采样点同样高度，水平相距 2-4 米。在 12-20 小时的时间内采集颗粒物并测定含量，相对偏差 $\leq 10\%$ 则仪器合格，可以使用。

④采样器从进气口到滤纸，所有暴露于空气样本的内部表面应以硫酸浴加以阳极化处理以产生一干净且均匀的表面，同时表面处理不可超过 1000 mg/ft^2 (1.08 mg/cm^2)。阳极化处理表面不可有污点或着色，阳极化处理后对象需浸入沸腾的去离子水不小于 15 分钟。

⑤采样仪器经过校正，在每次采样前，对受体采样泵的流量按国标的方法进行标定，保证采样泵的流量计保持稳定。

⑥采样器应做防水、漏电保护。将电源用密封盒或密封袋（拉链袋）进行包裹覆盖，电源周围接口以胶带密封。

⑦在采样过程中，当滤纸温度超过环境温度 5°C 且持续超过 30 分钟。

⑧ $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 采样器性能和技术指标符合《环境空气颗粒物（ PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ ）采样器技术要求及检测方法》（HJ 93-2013）的要求。

e. 采样滤膜准备

①所有滤膜要使用 X 光看片机认真检查，不得有针孔或任何缺陷。

②随机取已经选定的有机膜和无机膜各 3 张，分别进行空白试验以检测 Na、Mg 等 20 种待测无机元素的含量、总碳和离子等待测组分的含量。根据试验结果确认所选用的两种滤膜其待测物空白浓度均在检出限以下。

③为去除滤膜中挥发份对称重的影响，各种滤膜在采样前均要放入烘箱或马弗炉内进行烘烤或灼烧，将膜内的挥发份或其它组分除掉。

④有机和无机滤膜在烘烤后应放入干燥器中进行充分的干燥平衡 3 天。

⑤滤膜称量精确到 $1\mu\text{g}$ 。



⑥标准质控滤膜：在所有滤膜经过烘烤并干燥平衡后，分别取有机和无机滤膜 5-10 张，每张滤膜非连续称量 10 次以上，以平均值作为该张滤膜的原始重量。将这些滤膜作为标准滤膜。每次称量空白滤膜之前，称量两张标准滤膜。

⑦天平室应做到恒温恒湿。

⑧对用一定数量的两种滤膜进行空白实验，保证滤膜本身的待测物浓度在检出限以下。

⑨称量后的滤膜平展置于滤膜保存盒中，应避免弯曲或折叠。

f. 采样准备

采样后，滤膜上颗粒物区域与周边滤膜应存在清晰界限，当界面模糊时应检查采样头的气密性。用镊子小心取下滤膜，使采样“毛”面朝内，以采样有效面积的长边为中

线对叠好，放回表面光滑的纸袋并储存于盒内。

环境气象参数测定：在采样过程中，应根据现场条件采集大气温度、压力、相对湿度、风向、风速等气象参数。

g. 切割器定期清洗

切割器定期清洗：10 微米和 2.5 微米两种切割器对应颗粒物 PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 样品，清洗周期：空气质量优、良情况下累计采样 168h（7 天）清洗一次切割器，如遇轻度及以上污染天气，则每天采样后及时清洗一次切割器。

h. 采样流量检查

用检定有效期内的流量计检查采样流量，一般情况下累计采样 168h（7 天）检查一次，流量误差不能超过采样器设定流量（16.7L/min）的 $\pm 2\%$ ，超过限值则必须进行流量校准，校准方法参考《环境空气颗粒物（ $PM_{2.5}$ ）手工监测方法（重量法）技术规范》（HJ 656-2013）。

i. 采样器环境温度检查与校准

每次颗粒物采样前检查 1 次，使用温度计检查采样器的环境温度示值误差，如误差超过 $\pm 2^{\circ}C$ ，则需对采样器进行温度校准。

j. 采样器环境大气压检查与校准

每次采样前检查 1 次，使用气压计检查采样器的环境大气压示值误差，如误差超过 $\pm 1\text{kPa}$ ，则需对采样器进行压力校准。

k. 气密性检查

1 个月做两次气密性检查，每完成 4 个样品的采样，需对采样系统进行内部和外部校正，采样器泄漏率小于 60mL/min 。检查步骤参考《环境空气颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）手工监测方法（重量法）技术规范》（HJ 656-2013）。

l. 平行样的要求

在采样的同时由不同的采样人员在同一地点采集同一类样品，平行样的数量保持在样品量的 10%，或每个 $\text{PM}_{2.5}$ 采样现场需在全年采样时间中保证有 15% 的时间进行平行采样，例如采集平行样时，每次平行采集 4 个 $\text{PM}_{2.5}$ 样品，其中 2 个石英滤膜、2 个聚丙烯滤膜。平行样的相对标准偏差 $\leq 20\%$ 。

m. 全程序空白的要求

在采样点随采样的同时架设两台装有采样仪器，选用与采样相同的两种滤膜，但并不开动仪器。除了不启动采样器外，其余操作全部同样品的采集操作过程，这样收集到的滤膜就是现场空白质控样。每个采样日采集一组现场空白质控样，在几个采样点位中随机进行。

采样期间加采 10% 的全程序空白样，采样当日分别采集 1 个石英滤膜空白样品，1 个聚丙烯滤膜空白样品。空白样按照样品编码规则进行编码。

以每天所有现场空白质控样采样前后称量重量的差值取平均值作为判断指标，若在 $\pm 30\mu\text{g}$ 以内，则当天所有样品符合要求；否则，需要将各点位样品重量减去该平均值进行本底修正。实验室批空白两次称重差值在 $\pm 15\mu\text{g}$ 以内，测试批次符合要求。

n. 有效采样时长

有效采样时长大气颗粒物组分监测为测定日平均浓度，每日采样时长 24h。若遇特殊情况无法采足 24h，则采样时间也应不少于 20h，并在采样记录中注明原因。

o. 样品保存与运输

(1) 采样后所有滤膜用锡纸夹好，分别放入单独的保存盒中。其中石英滤膜等无机滤膜置于带有干燥剂的冷藏箱中避光保存，避免样品中挥发、半挥发成分的损失；有机膜放入干燥器保存，由专人保管运送至实验室。

(2) 用于有机物分析的滤膜应对折后用铝箔包裹，-20℃条件下密封冷藏保存；用于无机物分析的滤膜冷藏（4℃）避光保存。

(3) 注意保持实验室的恒温恒湿和冷藏设备的有效运转。

(4) 样品运输途中使用铝箔包裹滤膜盒防止样品污染，并注意防止滤膜倒置。每周一将上周一至周日采集的样品寄回滤膜称重实验室。

(5) 样品编号：

项目名称—采样站点名称+样品种类（PM₁₀、PM_{2.5}）—滤膜的材质（Q 表示石英滤膜、P 表示聚丙烯滤膜）+采样日期（按年月日顺序）。如 XXPM2.5-Q20190320 表示 2019 年 3 月 20 日在 XX 采样点用石英滤膜采集的大气 PM_{2.5} 样品。

p. 环境样品代表性分析

在颗粒物各排放源的排放量具有季节稳定性的前提下，受体采样的代表性除与采样仪器有关以外，主要受采样期间气象条件的制约。因此，采样期间的气象条件的代表性可以反映环境样品的代表性。气象条件代表性的主要含义是指采样期间的主要气象条件与当季的主要气象条件的一致性。如果存在较高的一致性，则在此时段采到的样品的平均值应该能够较好的代表当季的污染状况；否则，就不能够代表当季的污染状况。采样期间的主要气象条件与当季的主要气象条件的一致性，可用采样期间主要气象因子监测值的平均值与当季主要气象因子监测值的平均值的相对偏差来表示。在采样结束后，将采样期间主要气象因子（平均气温、主导风向、平均风速等）监测值的平均值与当季主要气象因子监测值的平均值的相对偏差来表示。在相对偏差≤20%的情况下，我们认为采样期间的气象条件和当年当季的气象条件基本一致，所采集的样品具有较好的代表性。

(2) 滤膜样品称重

采样前后滤膜分别称重，每次称量前，滤膜首先在恒温（20～23℃）恒湿箱（相对

湿度 RH 35~45%)中放置 24h 以上至恒重,然后用微电子天平称重,且每两次称重的误差分别小于 30 μ g (采样前的滤膜)和 50 μ g (采样后的滤膜)。称重后的滤膜保存于聚苯乙烯皮氏皿中,用聚乙烯封口袋密封,冷藏于 4℃的冰箱内。颗粒物采样记录表见附件 5 和附件 6。

PM_{2.5} 样品称重严格遵照《环境空气颗粒物 (PM_{2.5}) 手工监测方法 (重量法) 技术规范》(HJ 656-2013) 开展,质量保证与质量控制关键要求如下:

a.平衡时间

滤膜平衡时间不少于 24h,平衡温度应控制在 15℃-30℃内任意一点,控温精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,平衡湿度应控制在 $50 \pm 5\% \text{RH}$ 。滤膜采样前后应在相同温、湿度条件下进行称重前的平衡。

b.称重

称重过程中,首次称重后应在相同平衡条件下平衡 1h 后再称重,因采样为小流量采样,同一滤膜两次称重质量差小于 0.04mg,否则重新进行平衡、称重。

c.空白滤膜使用时间

空白滤膜须在称重后放入膜盒并密封干燥保存及运输,称重后 20 日内使用于实际样品采集,如超过该期限则该空白滤膜作废,不再用于实际样品采集。

d.采样后滤膜称重时间

样品滤膜于 4℃密封冷藏保存,应于采样后 20 日内完成称重,超过 30 日则未称重则该样品作废。

e.标准滤膜的制作

在所有滤膜经过烘烤并干燥平衡后,使用无锯齿状镊子夹取空白滤膜若干张,分别取有机和无机滤膜 5-10 张,每张滤膜非连续称量 10 次以上,以平均值作为该张滤膜的原始重量。将这些滤膜作为标准滤膜。每次称量空白滤膜之前,称量两张标准滤膜。标准滤膜的 10 次称量应在 30min 内完成。



f.标准滤膜的使用

每批次称量采样滤膜的同时应称量 2 张标准滤膜,若标准滤膜称量结果在原始质量的 $\pm 0.5\text{mg}$ (小流量采样) 范围内, 则该批次滤膜称量合格, 否则应重新称量该批次滤膜。

g.天平及操作要求

采样前后滤膜称量应使用同一台天平, 天平精度为百万分之一。操作天平应佩戴无粉末、抗静电、无硝酸盐、磷酸盐、硫酸盐的乙烯基手套。

h.现场空白样品的称重

在采样点随采样的同时架设两台装有采样仪器, 选用与采样相同的两种滤膜, 但并不开动仪器。除了不启动采样器外, 其余操作全部同样品的采集操作过程, 这样收集到的滤膜就是现场空白质控样。每个采样日采集一组现场空白质控样, 在几个采样点位中随机进行。

对用一定数量的两种滤膜进行空白实验, 保证滤膜本身的待测物浓度在检出限以下。称量后的滤膜平展置于滤膜保存盒中, 应避免弯曲或折叠。现场空白样品与同批次实际样品一起进行恒重、称量。相关要求与实际样品称重相同。

以每天所有现场空白质控样采样前后称量重量的差值取平均值作为判断指标, 若在 $\pm 30\mu\text{g}$ 以内, 则当天所有样品符合要求; 否则, 需要将各点位样品重量减去该平均值进行本底修正。实验室批空白两次称重差值在 $\pm 15\mu\text{g}$ 以内, 测试批次符合要求。

(3) 水溶性离子组分分析测试

使用离子色谱仪分析石英滤膜中的阳离子 5 种: Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 和阴离子 4 种: F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 。使用的阳离子柱为 CS12A 柱, 阴离子柱为 AS11-HC 和 AG11-HC 保护柱及 ASRS 抑制器。具体方法为: 剪取四分之一滤膜放入 15ml 溶样瓶中, 加入 10ml 去离子水 ($R>18.2\text{M}\Omega$), 超声萃取 1 小时, 脱色摇床振荡 1 小时, 再用 $0.45\mu\text{m}$ 的过滤器过滤到进样瓶中待测。阳离子用 CS12A 柱进行分析, 所用淋洗液为 20mM 的 MSA, 流速为 $1\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$; 阴离子用 AS11-HC 和 AG11-HC 保护柱及 ASRS 抑制器进行分析, 淋洗液为 20mM 的 KOH, 流速为 $1\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$ 。在离子色谱仪分析时, 标



准物质使用国家标准物质中心的标准溶液进行配制,标准曲线的相关性达到3个9以上。样品测定结果均进行空白校正。水溶性无机离子实验质量控制采用美国沙漠所(DRI)质量控制标准,每测定10个样品复检1个,样品浓度在 $0.030\text{--}0.100\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ 范围时,允许的标准偏差为 $\pm 30\%$;浓度在 $0.100\text{--}0.150\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ 之间时,要求标准偏差为 $<20\%$;样品浓度大于 $0.150\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ 时,允许的标准偏差为 10% 。

使用石英滤膜采集的样品测试水溶性离子组分。水溶性离子组分测试采集严格遵照《环境空气颗粒物中水溶性阳离子(Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})的测定离子色谱法》(HJ 800-2016)、《环境空气颗粒物中水溶性阴离子(F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-})的测定离子色谱法》(HJ 799-2016)及《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南(试行)》开展,质量保证与质量控制关键要求如下:

a.样品前处理

使用标准分膜器或陶瓷刀进行滤膜切割,样品前处理器具均为1次性使用,避免交叉污染;样品的超声提取过程在超声的外部水溶液环境中加冰块,以减少目标物的损失量。

b.离子色谱噪声信号及峰

离子色谱基线稳定,噪声信号不大于 $0.02\mu\text{S}/\text{cm}$,峰形对称因子在 $0.8\text{--}1.2$ 内(峰无明显拖尾),不同物质峰无交叠,否则需更换离子色谱柱、抑制器或调整淋洗条件。

c.实验室空白

每批次颗粒物滤膜样品,应分析3个实验室空白,实验室空白测定结果应低于方法测定下限,3个空白平行样测定值的相对偏差应 $\leq 20\%$ 。

d.全程序空白

每批次颗粒物滤膜样品的全程序空白样品与该批次样品同时测定,全程序空白测定结果应低于方法测定下限,否则需核查该批次样品是否受污染。

e.标准曲线

阳离子(Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})及阴离子(SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 F^- 、 Cl^-)标准曲



线浓度点不少于 6 个点，曲线的相关系数应 ≥ 0.999 ；标准曲线浓度范围适中，根据样品浓度设置合理的曲线范围； NH_4^+ 使用二次曲线拟合，其余物质为 1 次线性拟合；标准曲线使用时间不超过 3 周，每次重新配制淋洗液后须重新绘制标准曲线，绘制标准曲线所使用的标准溶液须为当天现配。绘制的标准曲线须使用有证标准质控样品进行准确性检验，质控样品测定值须在有效浓度范围内，标准曲线绘制完成后加 1 个空白纯水样品再进行样品测试，避免高浓度标样的残留对样品测定产生干扰。

f. 样品测试

每批次大气颗粒物滤膜样品测定前，应测定标准曲线中低浓度、高浓点（各 2 个点）的标准溶液，其测定结果与标准曲线该点理论浓度之间的相对误差 $\leq 5\%$ ，此外，还须加测 1 个当天现配的有证标准质控样品，标准质控样品测定结果在有效值范围内，则该曲线合格，否则，应重新绘制标准曲线，合格后再进行样品的测试。每批次样品测试完成后须再加测 1 个有证标准质控样品，如质控样品测定结果不在有效范围则，该批次样品需重新测试。

g. 平行样测试

每批次大气颗粒物滤膜样品测定 20%的平行双样，样品数量少于 10 个时，测定 2 个平行双样。平行双样测定结果的相对偏差 $\leq 7\%$ 。平行双样取样方法为切割同一滤膜上不同位置、相同面积的试样，或为当天采集的 2 个平行样品上分别取相同面积的试样。

h. 样品测定中的加标回收测试

每批次样品加测 10%加标回收样品，实际样品的加标方式为将标准溶液滴加在样品上，待溶液风干后按照样品操作过程进行前处理后上机测试，对于未检出组分加标量为低浓度点，对于浓度大于测定下限的组分，加标量不高于样品实际浓度的 3 倍。实际样品加标回收率须在 80% ~ 120%。

（4） 碳质组分 OC/EC 分析

使用 DRI Model 2001 热光碳分析仪分析石英滤膜中的有机碳/元素碳（OC/EC）。该仪器采用 IMPROVE-A（Interagency Monitoring of Protected Visual Environment）分析协

议规定的热光反射法(TOR)。在无氧的纯氮环境中,分别在 140℃(OC₁)、280℃(OC₂)、480℃(OC₃)和 580℃(OC₄)温度下,对 0.526cm²的滤膜片进行加热,将滤膜上的颗粒态碳转化为 CO₂;然后再将样品在含 2%氧气的氮气环境下,分别于 580℃(EC₁)、740℃(EC₂)和 840℃(EC₃)逐步加热,此时样品中的元素碳释放出来。上述各个温度梯度下产生的 CO₂,经 MnO₂催化,在还原环境下转化为可通过火焰离子检测器(FID)检测的 CH₄。样品在加热过程中,部分有机碳可发生裂解现象而形成裂解碳,用 OP 表示。IMPROVE 协议规定: OC = OC₁+OC₂+OC₃+OC₄+OP; EC = EC₁+EC₂+EC₃-OP。该仪器检测限低于 1μg•m⁻³。每 10 个样品中任选 1 个样品进行重复检测,要求检测出的总碳气溶胶偏差<5%, OC 和 EC 的偏差<10%。

EC/OC 组分测试采集严格遵照《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南(试行)》开展,质量保证与质量控制关键要求如下:

a.系统空白检查

每日测样前必须先运行烤炉(BAKE),后运行系统空白(IMPROVE_A),若系统空白的 TC > 0.5 μg,须重新烤炉,再运行系统空白。

b.系统稳定性检测

每日测样前、后各运行一次 CH₄三峰校准(AUTOCALIB)来检查仪器的状态是否良好。三峰峰面积数据(OC₃/EC₁/Calibration peak area)的相对标准偏差≤5%,大于 5%则需重新运行方法(AUTOCALIB),重新进行三峰校准,测样前三峰相对标准偏差在要求范围内方可开展样品测试,测样后如三峰校准达不到要求则该批次样品需重新测定;FID 信号绝对值漂移小于 3mV;Calibration peak area 绝对值应相对稳定,如出现急剧下降的情况应检查炉体气密性。

c.标准曲线校准

仪器冷启动或更换 CH₄气后应建立新的标准曲线,标准曲线相关系数大于 0.995。

三峰校准检查正常后,测样前运行一次预烧空白滤膜加标(0.018 mol/L KHP 溶液)来验证标准曲线,其测定结果与实际浓度值的相对误差<20%,否则应查找原因或重新建

立标准曲线。

d.实验室空白

每批样品做 1 个以上的实验室空白试样，其测定结果低于方法检出限。

f.全程序空白

每批次颗粒物滤膜样品的全程序空白样品与该批次样品同时测定，全程序空白测定结果低于方法测定下限，否则须核查该批次样品是否受污染，如该批次产品受到污染，需要重新进行补充采样，以保证实验结果准确可靠。

g.精密度

每批次样品按 15%的比例进行平行双样测定，样品数量少于 10 个时，测定两个平行双样。平行双样测定结果相对偏差，有机碳 $<7\%$ ，无机碳 $<15\%$ 。

h.加标回收

每 15 个样品或每批次（少于 20 个样品/批）样品，分析 2 个空白滤膜加标（加标浓度为标准曲线中间浓度点），加标方式为将标准溶液滴加在空白滤膜上，风干，按照样品操作过程进行前处理后上机测试，其测定结果与实际浓度值的相对偏差 $<15\%$ ，否则应查找原因或重新建立标准曲线。

（5） 元素组分分析测试

使用聚丙烯滤膜采集的样品测试元素组分。元素组分测试采集，严格遵照《环境空气颗粒物中无机元素的测定能量色散 X 射线荧光光谱法》（HJ 829-2017）及《环境空气颗粒物来源解析监测技术方法指南（试行）》开展，质量保证与质量控制关键要求如下：

a.标准曲线校准

XRF 测定滤膜（负载在聚碳酸酯核孔膜的单元素标准样品 XRF Calibration Standards）中金属元素，根据所用仪器提供的线性回归校正模型和程序对系列薄膜标样含量和强度进行回归分析，建立校准曲线。每季度核对校准曲线，每次校准选取标准样品 XRF Calibration Standards 其中一组中间浓度分析，其相对误差满足表 4 要求，

否则，应查明原因，重新建立校准曲线。

表 4 质控样品中各元素实验室内测试准确度要求

元素	相对误差范围 (%)
Ba、Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Se、Pb、Al、Si、K、Ca	-8~8
Na、Mg、As、Cd、Sn、S、P、V、Sc	-15~15

b.漂移校正

为了对仪器漂移进行监控及校正，应在建立校准曲线的过程中使用仪器厂商提供的标准样品作为漂移校正样品进行测定，记录方法建立时标准样品中各元素的仪器响应值。应根据仪器的稳定性，定期对漂移校正样品进行测量，用于仪器的漂移监控与校正。漂移校正样品的测量该在同一批次样品测量周期内完成。漂移校正样品元素强度测量值（计数率，cps）大于 1100。

也可将含有各元素的土壤标准样品压片制成漂移校正和监控样，通过多次测定（ $n \geq 7$ ），以平均值作为该质控样品的真值。每天每批样品测定 2 个土壤标准样品质控样，其测定值的相对误差满足表 5 要求。

表 5 质控样品中各元素实验室内测试准确度要求

元素	相对误差范围 (%)
Ba、Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Se、Pb、Al、Si、K、Ca	-8~8
Na、Mg、As、Cd、Sn、S、P、V、Sc	-15~15

c.实验室空白

每批样品分析三个空白滤膜，其目标元素的测定值小于方法测定下限。

d.全程序空白

每批次颗粒物滤膜样品的全程序空白样品与该批次样品同时测定，全程序空白测定结果低于方法测定下限，否则须核查该批次样品是否受污染。



e.精密度

每批样品抽取 15%的样品进行重复测定。样品数量小于 15 个时，测定 2 个样品。
当元素含量高于测定下限时，平行样测试结果相对偏差满足表 6 的要求。

表 6 各元素平行测定精密度要求

元素	相对偏差 (%)
Al、P、S、K、Ca、Zn	≤5
Mg、Si、Ti、Ni、Cr、Mn、Fe、Cu、Pb、As	≤10
Ba、Co、Se、Na、Cd、Sn、V、Sc	≤20

使用 XRF 分析实际样品前，须通过分析市售混合元素薄膜标准样品（与单元素标准样品 XRF Calibration Standards 不同来源）进行方法准确性的验证，验证结果满足表 7 要求后，方可进行实际样品的分析。

表 7 各元素平行测定相对误差要求

元素	相对误差 (%)
Ba、Ti、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Se、Pb、Al、 Si、K、Ca	-10%~10%
Na、Mg、As、Cd、Sn、S、P、V、Sc	-20%~20%

4. 受体模型来源解析

采用 PMF 受体模型，根据各因子载荷情况并结合源特征标识物分析，推断其可能代表的污染源类型，进而确定各类源贡献比例。以许昌市排放清单 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 分担率为分配系数，将二次源中硫酸盐、硝酸盐和铵盐进一步分配到一次来源中，获得完整的一次本地源贡献率。

PMF 受体模型假设 X 为 n×m 矩阵，n 为样品数，m 为化学成分数目，那么矩阵 X 可以分解为矩阵 G 和矩阵 F，其中 G 为 n×p 的颗粒物排放源源贡献矩阵，F 为 p×m 的污染源成分谱矩阵，p 为主要污染源的数目。定义为：

$$X=GF+E \quad (1)$$

式中，E 为残差矩阵，表示 X 与 GF 之间存在的差异；

PMF 分析的目的是最小化 Q, Q 定义为:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(\frac{e_{ij}}{s_{ij}} \right)^2 \quad (2)$$

$$e_{ij} = x_{ij} - \sum_{k=1}^p g_{ik} f_{kj} \quad (3)$$

式中, s_{ij} 为样品 i 的第 j 种组分的不确定度, 由用户根据仪器检测限和测量偏差自行确定; x_{ij} 、 g_{ik} 、 f_{kj} 和 e_{ij} 分别为 X、G、F 和 E 矩阵的元素。

在 $g_{ik} \geq 0$, $f_{kj} \geq 0$ 的约束条件下, 通过迭代最小化算法对 Q 求解, 可以同时确定污染源贡献值 G (相对值) 和污染源成分谱 F (化学成分的相对浓度值)。

PMF 模型是在已知受体成分谱而源谱未知的情况下, 结合源的标识物和运算结果, 推断排放源类型及其对受体贡献。PMF 模型可以估计非负的源成分谱和源贡献率, 解析结果更符合实际情况。与其它因子分析方法一样, PMF 模型不能直接确定因子数目, 需要考虑研究区域的实际情况, 并尝试多次运行软件, 根据分析结果和误差、Q 值以及改变因子数目时 Q 值的相对变化等, 确定合理的因子数目。

PMF 模型法中受体样品在同一点位进行采集, 有效受体样品量不少于 80 个, 所有有效分析的化学成分, 要纳入模型进行拟合; 低于分析方法检出限的化学成分, 采用 1/2 检出限作为输入参数。

基于颗粒物离线采样数据和许昌现有颗粒物在线观测数据, 采用 PMF 受体模型定量解析许昌市机动车、燃煤、生物质燃烧、扬尘等一次细颗粒物来源, 区分一次和二次来源贡献, 并定量识别二次污染的一次来源贡献。以排放清单为基础对颗粒物一次来源进行再分配, 获得完整的一次源排放本地贡献。采用 CMB 受体模型解析颗粒物模型做对比。

5. 空气质量模型模拟

采用主流空气质量模型 CMAQ, 优化区域排放清单, 构建许昌市本地排放清单, 优化二次反应参数, 定量评估许昌市本地排放和区域排放对许昌市大气 $PM_{2.5}$ 的贡献水平, 分析区域贡献在不同季节、不同时段和不同污染状况下对许昌市大气 $PM_{2.5}$ 浓度水平的影响, 定量计算本地排放源和外来污染源以及许昌市本地区域内不同产业排放对许昌市主建成区颗粒物的贡献, 进而解析获得完整的许昌市 $PM_{2.5}$ 来源贡献率。

利用源模型进行来源解析，应根据模式的适用范围、对模型参数的要求及环境管理的需求进行合理选择，进行源解析的地域范围选择适合的空气质量模型，城市和区域尺度采用第三代空气质量模型。

第三代空气质量模型，在各污染源排放量（或排放强度）确定的前提下，此类模型包含了污染源追踪模块，可较好模拟颗粒物在大气中的扩散、生成、转化、清除等过程。代表性模式有 Models-3/CMAQ、NAQPMS、CAMx、WRF-chem 等。

本研究根据许昌市城市现状和目前国内主流技术力量，以 CMAQ 模型三层嵌套技术定量模拟分析基准年和减除许昌市本地排放源贡献的大气环境效果，定量评估和解析许昌市本地和区域排放对许昌市的贡献和影响。

CMAQ 模型最典型的特点即采用了基于“一个大气”的设计理念，考虑了复杂的物理及化学过程，能够同时模拟各种尺度、各种复杂的大气环境问题，因此本研究利用 CMAQ 模型模拟许昌市本地源贡献前后的大气环境效果。CMAQ 模型主要由边界条件模块（BCON）、初始条件模块（ICON）、光分解率模块（JPROC）、气象-化学预处理模块（MCIP）和化学输送模块（CCTM）构成，见图 3。化学输送模块（CCTM）是 CMAQ 的核心，污染物在大气中的扩散和输送过程、气象化学过程、气溶胶化学过程、液相化学过程、云化学过程以及动力学过程均由 CCTM 提供输入数据和相关参数，其它模块的主要功能主要是为 CCTM 提供输入数据和相关参数。CCTM 模块可输出多种气态污染物和气溶胶组分的逐时浓度以及逐时的能见度和干湿沉降。CMAQ 模型所需气象数据由 WRF 中尺度气象学模型模拟，WRF 模式输出结果经气象-化学预处理模块（MCIP）处理后作为 CMAQ 模式的输入气象场。



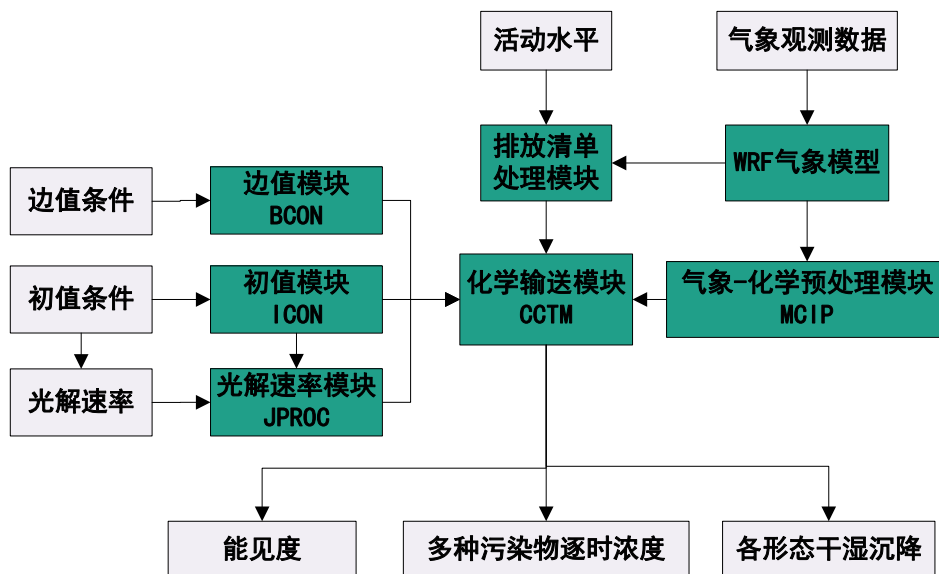


图 5 WRF-CMAQ 空气质量模拟系统

a.建立高分辨率的排放源清单

根据许昌市大气污染源排放清单编制工作成果，建立多化学组份（包括 SO_2 、 NO_x 、 CO 、 NH_3 、 BC 、 OC 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 VOCs 等，其中 VOCs 依据复杂模型所采用的化学反应机制进行物种分配）、高空间分辨率（水平嵌套网格内层分辨率不低于 $3\text{km} \times 3\text{km}$ ）、高时间分辨率（反映各类排放源季、月、日、小时变化规律）的排放源清单。

b.空气质量模型的模拟计算

根据选定的空气质量模型要求，输入相应分辨率的地形高程、下垫面特征及环境参数。利用 MM5、WRF 等气象模式为空气质量模型系统提供三维气象要素场（水平方向嵌套网格内层分辨率不低于 $3\text{km} \times 3\text{km}$ ，垂直方向边界层内分层不少于 10 层）。利用大气污染物环境背景值或实际监测资料作为模型运算初始条件，模型外层网格污染物浓度模拟结果作为内层网格的边界条件。收集模拟区域内各类监测数据进行模型结果校验。采用复杂模型内置的敏感性评估模块、源追踪模块、源开关法等，模拟建立颗粒物源排放与受体之间的对应关系，获得各地区各类污染源排放对环境浓度的贡献。

基于现有源清单数据和许昌市环保系统已有源调查数据、空气污染指数数据以及组分网数据；优化参数，输入适用于许昌市本地的污染物二次反应方程，利用空气质量模型，模拟许昌市典型空气污染过程和四季污染特征，定量计算外来污染源输送和本地不

同行业以及重点源对许昌市 $\text{PM}_{2.5}$ 的来源贡献。

6. 许昌市大气颗粒物综合防治对策研究

在上述研究结果的基础上，将研究结果与许昌地区社会经济发展实际情况相结合，结合近年来大气污染防治工作开展现状，对照国家有关法律、法规、规划、技术标准和规范要求，借鉴其他国家和地区的先进经验和做法，有针对性地形成许昌市大气污染综合防控的总体建议，特别是提供适合许昌市冬防期有针对性的大气颗粒物污染防治对策和建议，根据“分类治理、协同控制”的原则，许昌市大气颗粒物（ PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ）污染防治对策，可从扬尘源、工业源、移动源和生活源等不同方面来源进行研究，进一步深化源头污染治理，加强污染源控制，强化移动源污染防治，治理城市生活污染源，为空气质量的持续改善和管理目标的顺利实现提供决策依据，为打赢蓝天保卫战提供技术支持和保障。

针对许昌市地方工业源的特点，建议加快制定工业锅炉的改造升级（包括生物质改造或天然气改造），全面提升工业锅炉烟气排放标准，针对许昌市水泥、砖瓦、电力、化工、冶金、烟草等主要行业，加快制定适合许昌市行业大气污染物排放标准，对于污染物处理工艺进行提升，按照生态环境部 2018 年推广应用技术进行末端处理工艺改造；

对于许昌市建筑施工场地等扬尘源的管理，建议全面加强施工现场扬尘治理，裸露土方扬尘污染控制，建筑施工现场封闭管理，施工过程的防尘降尘管理，建筑和生活垃圾的处理控制，全面加强房屋建筑和市政工程拆除作业扬尘治理，全面加强混凝土搅拌站扬尘治，实现“六个百分百”，提高建筑施工颗粒物等污染排放标准。

制定许昌市交通等移动源特点，建议从高排放车后处理改造升级工作和提高燃油标准，结合国家柴油车攻坚战的要求，对于柴油车安装颗粒物捕集器（DPF）和催化还原装置（SCR），配备实时排放监控装置，并实现与环境保护等相关部门联网，对高排放车辆进行实时管控。

（三）许昌市臭氧和挥发性有机物来源解析

采用排放清单、受体模型和空气质量模型联用的综合源解析方法，并结合臭氧生成敏感性指示剂和后向轨迹分析，开展典型污染过程大气 VOCs 和臭氧来源解析，明晰许

昌市大气 VOCs 和臭氧主要来源，评价 VOCs 污染治理成效，明确未来臭氧污染防治的方向和目标。

1、离线 VOCs 采样与分析

本项目对许昌市进行网格化布设采样点，应用罐采样后在实验室测量。

(2) 采样点位

采样点位布设依据《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ 664-2013）的相关要求布设受体观测点，观测点的选择应根据环境条件和污染状况进行合理布设，根据设备情况 and 研究需求可选择多观测点或特定地点的观测。按照臭氧污染的空间分布规律通常可设置 4 类观测点，包含上风向和背景特征监测点、臭氧前体物浓度排放高值监测点、臭氧浓度高值监测点与下风向监测点，形成全面监控臭氧分布及变化的监测网。同时综合考虑许昌市功能分布、人口密度、臭氧前体物污染排放类型及强度等，优先选择国家或省市级环境空气质量监测点。

根据以上相关技术规范，本研究中许昌市共设置 8 个点位，点位须涵盖人口密集区、上风向或背景点位、VOCs 高浓度点位、O₃ 高度浓度点位与下风向点位。

VOCs 采样点的设置根据许昌市中心城区的主导风向，其中夏季多为偏南风，冬季主导风向为东北风，许昌市全年主导风向东北风，所以选择覆盖城市主导风向的国控点位（市一中、监测站、开发区）和省控点位（许昌学院、芙蓉广场和兴业大厦），另外选取了夏季主导风向的上风向和下风向：车管所和北大附中。

表 8 VOCs 源解析采样点分布

名 称	地 理 坐 标		具体位置	功能定位	距地高度	监测点 位类型
	经度	纬度				
市一中	113.830535	34.038453	市一中	居住区	10 m	国控
监测站	113.839877	34.020144	监测站	混合区	25 m	国控
开发区	113.790986	33.995362	开发区	工业区	12 m	国控
许昌学院	113.874758	34.05107	许昌学院	文教区	12 m	省控

芙蓉广场	113.854771	34.085662	芙蓉广场	商业区	10 m	省控
兴业大厦	113.826015	34.129496	兴业大厦	工业区	25 m	省控
车管所	113.87184	33.986432	车管所	物流区	15 m	自选
北大附中	113.806036	34.057075	北大附中	文教区	12 m	自选

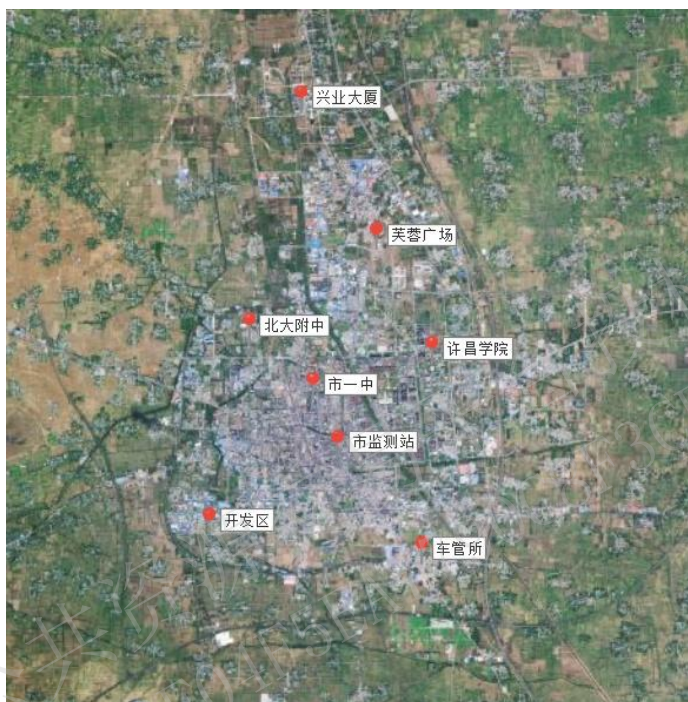


图 6 中心城区 VOCs 采样点位分布图

(3) 采样和分析方法:

按《HJ 759-2015 环境空气挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法》进行,也可参照国内外其他现行标准;

VOCs 离线观测方法参考《环境空气挥发性有机物的测定罐采样/气相色谱-质谱法》(HJ 759-2015)、《空气醛、酮类化合物的测定高效液相色谱法》(HJ 683-2014)、《环境空气挥发性有机物的测定吸附管采样-热脱附-气相色谱-质谱法》(HJ 644-2013)、《环境空气挥发性卤代烃的测定活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法》(HJ 645-2013)及美国 EPA T014/15 等。采样过程和分析过程严格执行质量保证/质量控制措施。

(4) 采样时间和频率:

①在 2019 年臭氧 4 个典型污染月份 5 月、6 月、7 月和 8 月,每月连续采样 2 天,

每天分 7:00-8:00 和 14:00-15:00 两个时间段采集；

②每个点位每天采集 2 个 VOCs 样品；

③对 8 个离线采样点位的所有 VOCs 样品采集工作须同步进行。

(5) 采样仪器：

苏玛罐是美国环保署在空气监测规定的用于采集存储 VOCs 的一种空气采样罐，本项目使用 3.2L 罐体和阀芯均惰性化处理的苏玛罐(Silonite Can with FSL TOV-1 Valve)以避免采集的样品发生后续反应。采样前苏玛罐以高纯氮进行清洗并抽至真空，采样时使用限流采样器完成一小时恒流采样。采样高度依据现场实际情况确定，距地面高度不超过 15 米。苏玛罐是美国环保署在空气监测规定的用于采集存储 VOCs 的一种空气采样罐，罐的内表面经过钝化处理，以保证成分在存储过程中保持稳定，阀门通常采用高质量、金属对金属密封、不锈钢薄膜 2/3-转阀，阀门和传输管线具有加热功能，确保消除样品驻留。

苏玛罐一般用于低浓度气体的采集，因为不易清洗引起本底较高，容易给下次测量造成误差。

(6) 样品号码编写

举 例：

苏玛罐：XCVs201906111#1 (XC 许昌，Vs-VOCs，2019-2019 年，06-6 月，11-11 日，1#1-1 号点位第 1 个样品，许昌 VOCs 2019 年 6 月 11 日 1 号点位的第 1 个样品) 苏玛罐外张贴标签。

(7) 分析物种

每个 VOCs 样品需分析 PAMS 的 57 个物种和醛酮类物质 (OVOCs) 含 29 种烷烃 11 种烯烃、16 种芳香烃、1 种炔烃、13 种醛、酮类物质。

a. PAMS 物种分析

PAMS 物种具体为：乙烷、丙烷、异丁烷、正丁烷、环戊烷、异戊烷、正戊烷、2,2-二甲基丁烷、2,3-二甲基丁烷、2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、正己烷、甲基环戊烷、2,4-二甲基戊烷、环己烷、2-甲基己烷、2,3-二甲基戊烷、3-甲基己烷、2,2,4-三甲基戊烷、正庚烷、甲基环己烷、2,3,4-三甲基戊烷、2-甲基庚烷、3-甲基庚烷、正辛烷、正壬烷、正癸烷、正十一烷、正十二烷、异戊二烯、乙烯、丙烯、反-2-丁烯、1-丁烯、顺-2-



丁烯、1-己烯、苯乙烯、1-戊烯、顺-2-戊烯、反-2-戊烯、苯、甲苯、乙苯、间对-二甲苯、邻-二甲苯、异丙苯、正丙苯、间乙基甲苯、对乙基甲苯、1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、1,2,3-三甲基苯、邻乙基甲苯、间二乙基苯，或 1,3-二乙基苯、对二乙基苯或 1,4-二乙基苯、乙炔。

样品分析采用美国环保署 (U.S. EPA) 推荐的 TO-14、TO-15 方法。SUMMA 罐空气样品分析由预浓缩仪—气相色谱/质谱联用仪 (GC/MSD/FID/ECD) 完成。先抽取采样罐中的 300ml 气体至 Entech7100 型预浓缩系统富集浓缩，再经三步预浓缩进样系统进样。样品首先进入一级冷阱，冷冻温度为-160℃，解吸温度 10℃。一级冷阱解吸出的气体于-40℃下再次浓缩于二级冷阱中，解吸温度 180℃。之后在聚焦冷阱中冷冻样品，冷冻温度为-170℃。聚焦冷冻完毕后，聚焦冷阱利用加热的氮气快速升温使冷冻在毛细柱头的 VOCs 迅速气化，在氮气载气的推动下，解吸进入 GC 的毛细柱分离，随后进入检测 (MSD/FID/ECD) 检测；

分析过程利用了 Dean-Switch 装置使 C4-C12 的 VOCs 组分通过 DB-624 色谱柱 (60m×0.25mm×1.8μm) 进行分离后进入 MSD 进行检测，另外的 C2-C4 组分通过 PLOT (A1/KCl) 色谱柱 (30m×0.25mm×3.0μm) 分离后进入 FID 进行定量分析。GC-MS/FID 系统升温程序如下：GC 柱箱初始温度为 30℃，保持 7min；然后以 5℃/min 升温至 120℃，保持 5min；再以 6℃/min 升温至 180℃并保持 7min，全程运行 47min 载气为纯度大于 99.999%高纯氮气。

b. 醛酮化合物分析方法

13 种醛酮类物质 (OVOCs) 包括甲醛、乙醛、丙烯醛、丙酮、丙醛、丁烯醛、甲基丙烯醛、2-丁酮、正丁醛、苯丙醛、戊醛、间甲基苯甲醛、己醛。

每个样品需采集 1h 左右。醛酮化合物的采集使用涂布 2,4-二硝基苯肼 (2,4-dinitrophenyl-hydrazine, DNPH) 的硅胶柱，通过抽气泵进行，以 2L/min 的流量采集，每个样品采集 2h，采样体积约为 240L。在采样管的前面，装涂布碘化钾 (KI) 的铜管，以去除大气本底中 O₃ 影响。

醛酮化合物的分析方法依据美国环境保护署分析方法 TO-11A (USEPA, 1996)。采集的样品用 2mL 乙腈缓慢地洗脱下来，用 2mL 容量瓶定容，然后 10μL 样品通过自动进样器注入高效液相色谱 (LC-20AD; 日本岛津)。分析条件：Agilent RP-C18 反相

柱 (250mm×4.6mm×5μm); 流动相 (乙腈和水) 梯度 60% 乙腈 (20min), 70 ~ 100% 乙腈 (3min), 100% 乙腈 (6min); 100 ~ 60% 乙腈 (5min); 然后 60% 乙腈 (5min); 流动相速率 1mL/min; 紫外检测波长 360nm。用 6 个浓度 (范围 0.15 ~ 10μg/mL) 的标样对仪器进行校正, 基本包括样品的浓度范围。检测到污染物的浓度和响应值线性关系较好 ($R^2 > 0.995$), 重复分析的相对标准偏差 (SD) 小于 5%, 用混合标样的最小浓度连续进样 7 次得醛酮污染物仪器检测限 ($0.05 \sim 0.15\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。

2、在线 VOCs 连续观测

根据臭氧污染区域传输特性, 许昌市全年主导风向为东北风, 在许昌学院省控点位, 布设 1 个 VOCs 在线连续观测点位。许昌学院点位位于许昌市中心城区上风向位置、 O_3 浓度最大值区观测点。

VOCs 在线观测采用中科院生态中心研发的大气中非甲烷烃类 (NMHCs) 自动在线分析仪 (GC-FID) 测量 96 种组分 (烷烃 28 种, 烯烃 11 种, 芳香烃 16 种、卤代烃 26 种、OVOCs 13 种、乙腈和乙炔), 同时开展过氧乙酰、 NO_x 、 NO_y 等氧化活性物质在线观测。监测频率为每小时一个样品, 相对标准偏差小于 5%, 检测限小于 50ppt; 该仪器在富集 VOCs 的同时, 脱除水和二氧化碳, 提高仪器的灵敏度、改善分离效果, 同时提高仪器的检测效果, 可测量 VOCs 物种一百余种, 检测时间分辨率为 30 分钟, 仪器的精密度与稳定性均小于 5%。在外场观测中为了保证尽可能多地采集有效数据, 须隔日或者隔两日进行单标校准实验, 每次重复进样三到五次, 每个月进行多点矫正, 比较影响因子地波动, 并评估仪器地方法检出限和精密度。

3、臭氧前体物 VOCs 组成及来源解析研究

针对臭氧污染 VOCs 前体物的控制, 应根据环境受体 VOCs 观测结果开展臭氧生成关键 VOCs 前体物识别、VOCs 来源解析工作, 结合 VOCs 重点污染识别, 确定重点控制 VOCs 物种与污染源。

VOCs 是 O_3 的重要前体物, 环境空气中 VOCs 的来源、污染源的排放量以及对环境空气的贡献研究是控制大气 O_3 的基础性研究。基于调研分析得到的排放特征优先控制的企业、物种, 实施有组织污染源监测和无组织排放监测, 采用气相色谱-质谱法



(GC-MS)等方法,基于“自动、实时为主,手工采样分析为辅”的路线,可以获得许昌市 VOCs 的精细化来源结果。

(1) VOCs 组成研究

基于 VOCs 采样分析数据,分析许昌市的 VOCs 不同化学组分分布特征,分析 VOCs 不同组分的臭氧生成潜势 (OFP),确定影响臭氧生成的关键 VOCs 组分及其化学活性。

根据 VOCs 样品分析结果判断环境 VOCs 浓度水平及组成的日变化特征和季节变化特征,确定 VOCs 主要污染物种。

a. 臭氧生成关键 VOCs 前体物识别

通过对不同检出非甲烷烃类 (NMHCs) 和含氧挥发性有机物 (甲醛、乙醛、丙酮等) 的臭氧生成潜势 (OFP) 进行估算,结合国控点数据与臭氧浓度变化进行相关性分析,推测臭氧污染有重要贡献的环境 VOCs 物种类型。

通过臭氧生成潜势 (Ozone Formation Potentials, OFP) 来表征不同 VOCs 组分生成臭氧的潜能。OFP 的计算可以采用某 VOCs 物种的大气环境浓度与其最大增量反应活性的乘积,或者采用等效丙烯浓度法来进行计算:

臭氧生成潜势 OFP 代表 VOCs 物种在最佳反应条件下对 O_3 生成的最大贡献, OFP 是综合衡量 VOCs 物种的反应活性对 O_3 生成潜势的指标参数, OFP 广泛用于评估 VOCs 在某一地区 O_3 生成中的作用。

通过臭氧生成潜势来表征不同 VOCs 组分生成臭氧的潜能。OFP 的计算可以采用某 VOCs 物种的大气环境浓度与其最大增量反应活性的乘积,或者采用等效丙烯浓度法来进行计算:

MIR 是基于最佳臭氧生成条件,如在光化学辐射较强和最佳 $Q(NMHCs)/Q(NO_x)$ 条件下臭氧的最大生成量。利用 MIR 方法得到的臭氧生成潜势并不意味着可以代表本地区实际的臭氧浓度水平,因为大气中臭氧实际浓度同时受气象因素和大气传输过程等条件的影响。然而在一般城市区域的夏季, NO_x 浓度高、光辐射较强, O_3 主要来源于局地生成, MIR 可以用来辨认高反应活性的物质。基于大气中 NMHCs、OVOCs 和 CO 的每小时观测数据,与最大增量反应活性相乘:

$$OFP_i = \sum_{j=1}^m [VOCs]_i \times MIR_i$$

其中， OFP_i 为环境中第 i 个 VOCs 物种的臭氧生成潜势 $\mu g/m^3$ ； $[VOCs]_i$ 为环境中第 i 个 VOCs 物种的浓度 $\mu g/m^3$ ； MIR_i 为第 i 个 VOCs 物种的最大增量反应活性。不同化合物在不同的 VOC/NO_x 的比值下 MIR 值可通过查阅相关文献获取。

基于大气中 NMHCs、OVOCs 和 CO 的每小时观测数据，计算获得其丙烯等效浓度：

$$\text{丙烯等效浓度} = \frac{\sum k_{VOC_i} [VOC_i]}{k_{\text{丙烯}}}$$

通过对比不同 VOCs 组分的 OFP，选取 OFP 较大的 VOCs 化合物为关键 VOCs 前体物。



表 9 大气醛酮污染物的丙烯等价浓度和臭氧生成潜势 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

污染物	kOH ¹	污染物	MIR ²
甲醛	9.37	甲醛	7.2
乙醛	15	乙醛	5.5
丙酮	0.17	丙酮	0.56
丁醛	24	丁醛	5.28
戊醛	33	戊醛	4.42
丙酮	20	丙醛	6.5
苯甲醛	12	苯甲醛	-0.57
己醛	30	己醛	3.79
环己酮	6.4	环己酮	0.85
m/o-甲基苯甲醛	17.5	总浓度 ³	
p-甲基苯甲醛	18		
总浓度 ³			

备注:

1 醛酮污染物与 OH 自由基在 298K 时的反应速率常数 ($\times 10^{12}\text{cm}^3/\text{molecule/s}$)

2 MIR 最大反应活性增量($\text{g O}_3/\text{g carbonyls}$)

3 表中所有醛酮污染物的总浓度



表 10 大气醛酮污染物对 OH 自由基的去除作用

	ROH ¹
甲醛	0.98
乙醛	1.58
丙酮	0.023
丁醛	2.35
戊醛	2.85
丙醛	1.96
苯甲醛	1.29
己醛	3.04
2-丁酮	0.115
环己酮	0.60
总浓度 ²	

备注:

1 醛酮污染物与 OH 自由基反应速率常数($10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$)

2 表中所有醛酮污染物的总浓度

(2) VOCs 来源解析研究

利用 PMF 受体模型算法开展许昌市的 VOCs 源解析研究, 定量解析许昌市总 VOCs 和关键组分的来源构成。

基于 PMF 受体模型的 VOCs 来源解析技术方法: 受体模型法是基于受体点 VOCs 组分观测数据和各排放源的 VOCs 化学组成信息(源成份谱)来定量解析排放源行业贡献率的方法, 其不依赖详细的排放源强信息和气象资料。受体模型主要包括化学质量平衡模型(CMB)和因子分析类模型(PMF、PCA/MLR、UNMIX、ME2 等)。国内外广泛应用的是正交矩阵因子分析(PMF)模型。

利用 PMF 受体模型算法开展许昌市的 VOCs 源解析研究, 定量解析许昌市总 VOCs 和关键组分的来源构成。利用正交矩阵因子(PMF)受体模型, 对大气 VOCs 的来源进行初步分析, 推断对臭氧形成有重要贡献的主要行业。

PMF 即正交矩阵因子分解法(Positive Matrix Factorization), 是由来自芬兰的 Paatero 和 Tapper 于 1993 年在传统因子分析法的基础上发展的一种有效的大气颗粒物源解析数据分析方法。使用该方法时, 首先利用权重计算出大气颗粒物中各化学组分的误差, 然

后通过最小二乘法来确定出大气颗粒物的主要污染源及其贡献率。PMF 是一种有效的、新颖的大气颗粒物源解析方法，具有不需要测量源成分谱，分解矩阵中元素分担率为非负值，可以利用数据标准偏差来进行优化，并且可处理遗漏数据和不精确数据等特点。此后，随着 PMF 模型的广泛应用，被 U.S.EPA 推荐用于大气颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）和 VOCs 等污染物的源解析。目前，PMF 源解析方法已经成功地用于对多个国家和地区大气颗粒物及 VOCs 的来源分析，通用的 PMF 源解析的模型为 U.S.EPA PMF 5.0 版本（替代 U.S.EPA PMF 3.0 版本）。

正交矩阵因子分析 (PMF) 模型根据长时间序列的受体化学组分数据集进行 VOCs 来源解析，不需要源类样品采集，提取的因子是数学意义的指标，通过源类特征的化学组成信息进一步识别实际的 VOCs 源类。

选择环境空气浓度较大、观测数据相对完善、来源指示性强的 VOCs 物种（20 种 VOCs 物种）开展 VOCs 源解析工作。

PMF 分析过程中，有效受体样品数量符合 PMF 运行要求。

所有有效分析的化学成分纳入模型进行拟合；低于分析方法检出限的化学成分，采用 1/2 检出限作为输入参数。

对于光化学污染特征明显的地区，应考虑光化学反应对 PMF 解析的影响，依据活性对拟合组分进行筛选或对 VOCs 消耗进行校正后结合源模型技术方法进行来源解析。

4、臭氧生成敏感性的指示剂分析

将光化学反应中某些特定的产物或中间体的比值（ $\text{H}_2\text{O}_2/\text{HNO}_3$ 比值、 $\text{H}_2\text{O}_2/\text{NO}_z$ 比值（ $\text{NO}_z=\text{NO}_y-\text{NO}_x$ ）、基于卫星遥感的 HCHO/NO_2 比值等）与臭氧生成敏感性相关联，通过对这些产物或中间体开展外场观测来判断臭氧生成机制。

利用追踪和识别臭氧来源的模式技术，通过敏感性试验的方法，研究臭氧生成敏感性指示剂在许昌市的本地应用，选取较为适用的臭氧生成敏感性指示剂，并生成许昌市的臭氧控制区，即 NO_x 和 VOC 哪类前体物作为优先控制对象。

建立基于观测数据的盒子模式，绘制 EKMA 曲线，获得许昌市大气 O_3 -VOCs- NO_x 敏感科学的科学依据。利用模式敏感性分析方法（EKMA）识别出许昌市及周边地区大气光化学生成的敏感性，分析许昌市主城区大气光化学生成是受 VOCs 控制还是 NO_x

控制，并界定出 NO_x 或 VOCs 控制区的区域范围。

本研究拟采用的盒子模型，以 RACM₂ 机理为主，LIM1 机理中异戊二烯相关内容为补充，输入气象参数、痕量气体和光解速率常数的实测资料作为模型的边界条件，模拟 O₃ 的浓度，计算臭氧生成速率并分析其与前体物的非线性关系。模型的步长为 1 小时，对于时间分辨率高于 1 小时的原始数据，需要经过 1 小时平均处理后才能作为边界条件输入模型中。此外，为计算长寿命物种的初始浓度，在正式模拟前增加时长为 2 天的模型预热期。除实测物种外，盒子模型还能计算多种未测物种的浓度，如有机硝酸盐等二次产物。这类二次产物在实际大气中可通过干湿沉降或传输去除，模型中为避免二次产物浓度不断积累，引入了一个恒定的去除速率 $1.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ，以表示干湿沉降或传输等物理去除途径。这一恒定去除速率的引入意味着模型中污染物的稀释时长设置为 24 小时，即二次物种寿命不超过 24 小时，从而避免了模型输出的二次物种过度积累。模型的不确定性是反应动力学常数的不确定性 ($\pm 10\%$)、光解速率常数的不确定性 ($\pm 10\%$) 和痕量气体 (O₃、NO_x、VOCs、CO、HONO 等) 测量的不确定性 ($\pm 5\sim 30\%$) 的综合结果，根据 Monte-Carlo 方法计算得到模型的不确定性为 $\pm 40\%$ 左右。

描述 O₃ 与其前体物活性之间非线性关系的方法是直接基于观测结果的盒子模型进行二次物种生成的分析。是一种改良的经验动力学建模方法 (Empirical Kinetic Modeling Approach, EKMA)，不同于传统的 EKMA 以拉格朗日方法建立基于源排放的模型，以跟踪、模拟污染气团；本研究中改良的 EKMA 方法是一种基于欧拉方法建立的受体模型，直接基于观测结果，建立受体点观测数据与二次物种生成之间的联系，从而从化学反应机理层面理解前体物与光化学产物之间的非线性关系，最大程度减少因中间过程的不确定性导致的模拟结果不确定性。使用泰安观测站点的观测期间的平均结果作为输入值输入盒子模型，包括温度、气压、湿度、光解速率常数、NO₂、VOCs 等参数，先模拟计算基准模拟条件下的臭氧浓度。此后分别改变 NO₂、VOCs 和 CO 的浓度，通过一系列情景假设，模拟计算不同的 NO_x 与 VOCs 活性条件下的臭氧生成速率 (P_{O_3}) 并绘制等值线，从而描述臭氧局地生成速率与前体物活性非线性关系 (EKMA 曲线)。值得注意的是，在模型变化模拟条件时，需与实际情况相结合，比如在实际减排控制中，天然源 VOCs—异戊二烯是不受人为控制的，因此对于 VOCs 浓度的改变，主要考虑烷烃、烯烃和芳香烃这三类人为源 VOCs 的浓度。

5、臭氧来源在线数值模拟追踪

以 CMAQ 模型三层嵌套技术定量模拟分析基准年和减除许昌市本地排放源贡献的大气环境效果，定量评估和解析许昌市本地和区域排放对许昌市的贡献和影响。

CMAQ 模型最典型的特点即采用了基于“一个大气”的设计理念，考虑了复杂的物理及化学过程，能够同时模拟各种尺度、各种复杂的大气环境问题，因此本研究利用 CMAQ 模型模拟许昌市本地源贡献前后的大气环境效果。CMAQ 模型主要由边界条件模块 (BCON)、初始条件模块 (ICON)、光分解率模块 (JPROC)、气象-化学预处理模块 (MCIP) 和化学输送模块 (CCTM) 构成。化学输送模块 (CCTM) 是 CMAQ 的核心，污染物在大气中的扩散和输送过程、气象化学过程、气溶胶化学过程、液相化学过程、云化学过程以及动力学过程均由 CCTM 提供输入数据和相关参数，其它模块的主要功能主要是为 CCTM 提供输入数据和相关参数。CCTM 模块可输出多种气态污染物和气溶胶组分的逐时浓度以及逐时的能见度和干湿沉降。CMAQ 模型所需气象数据由 WRF 中尺度气象学模型模拟，WRF 模式输出结果经气象-化学预处理模块 (MCIP) 处理后作为 CMAQ 模式的输入气象场。

(1) 人为源前体物源排放清单编制

①活动水平数据选取原则

优先采用实地调查的方式获取。无法开展活动水平调查时，可采用环境统计和污染源普查数据中获取相应信息。调研数据包括统计数据、行业报告、政府公报等公开发布数据；估算数据包括表观消费量、时间序列法、线性回归法计算得到数据等。

②排放因子数据选取原则

优先本土实测并验证可信的排放系数以及国家制定的排放标准限值；无本土数据或排放标准限值的情况下参考国外参考文献或排放系数数据库数据，需要参考我国技术水平是否吻合，如不吻合，参考《工业污染源产排污系数手册》提供的我国相应部门工艺、规模等信息对其进行修正；以上方法均不可采用的情况下应用模型估算或物料衡算法。NO/NO₂ 和 VOCs 的分物种清单或源谱可参考成熟的源排放成分谱或开展实测。

③根据空气质量模式气相化学机理，将清单中的 VOCs 污染物物种按模式反应机理分配到真实存在的单一物种或根据化学键或分子结构组合的模式机理代表物种（如 NO、NO₂）以及活性较强 VOCs 的物种（如甲醛、乙醛、丙酮、甲醇、甲酸、乙酸、乙二醛、

甲基乙二醛、联乙酰、苯酚、甲酚、硝基苯酚、芳香醛、甲基丙烯醛、甲基乙烯基酮、甲烷、乙烯、异戊二烯、乙炔、苯等)。

(2) 天然源 VOCs 排放清单

对于天然源，污染源排放采用美国国家大气研究中心研发的 MEGAN 模式，估算许昌天然源 VOCs 排放量，其 VOCs 排放量 E 的计算采用下面的公式：

$$E = EF \times \gamma \times \rho$$

式中，EF 为排放因子； γ 为排放活动因子标准化率； ρ 为冠层内 VOCs 产生和消耗因子。

天然源活动水平数据调查与收集包括植被覆盖参数采用 MEGAN 中默认的植被分布、叶生物量、叶面积指数，气象数据采用中尺度气象预测模型 WRF 进行模拟生成的模拟值。

天然源排放因子的获取由三种方式：实测法、文献调研法和模型提供的缺省值。许昌市天然源 VOCs 的排放因子采用 MEGAN 中提供的缺省值。

(3) 空气质量模型的模拟计算

根据选定的空气质量模型要求，输入相应分辨率的地形高程、下垫面特征及环境参数。利用 MM5、WRF 等气象模式为空气质量模型系统提供三维气象要素场（水平方向嵌套网格内层分辨率不低于 $3\text{km} \times 3\text{km}$ ，垂直方向边界层内分层不少于 10 层）。

利用大气污染物环境背景值或实际监测资料作为模型运算初始条件，模型外层网格污染物浓度模拟结果作为内层网格的边界条件。收集模拟区域内各类监测数据进行模型结果校验。采用复杂模型内置的敏感性评估模块、源追踪模块、源开关法等，模拟建立颗粒物源排放与受体之间的对应关系，获得各地区各类污染源排放对环境浓度的贡献。

基于离线 VOCs 采样分析、排放清单和数值模拟等方法，可以获取臭氧及其前体物生成（或排放）和消耗的信息，并计算出臭氧污染过程中许昌市臭氧及其前体物的区域贡献分布状况和行业贡献分布状况，分析不同行业的贡献量；同时，还对生成的臭氧进行示踪，从而可对本地生成和外部传输的臭氧进行贡献分析。

6、臭氧污染来源后向轨迹分析

(1) 后向轨迹模式分析

后向轨迹计算的模式是 Hysplit4.7, 该模式是一种欧拉和拉格朗日型混合的计算模式。其平流和扩散的处理采用拉格朗日方法, 而浓度计算则采用欧拉方法。模式采用地形 σ 坐标, $\sigma = 1 - z/Z_{top}$, z 为距离地面高度, Z_{top} 为模式顶高。水平网格与输入的气象场相同, 垂直方向分为 28 层, 气象要素场线性内插到各 σ 层上。

计算轨迹时气团位置的公式如下:

$$P(t + \Delta t_h) = P(t) + 0.5[V(P, t) + V(P', t + \Delta t_h)]\Delta t_h \quad (1)$$

$$P'(t + \Delta t_k) = P(t) + V(P, t)\Delta t_k \quad (2)$$

式中 Δt_h 为可变时间步长, 根据一个时间步长内气团移动不超过半个气象格距大小决定。

轨迹模式所采用的气象资料是 NCEP (National Centers for Environmental Prediction) 的 FNL 全球分析资料, 并经过 ARL (NOAA-Air Resources Laboratory) 的预处理模块转化成模式所需要的格式。FNL 分析资料源自 NCEP 的全球资料同化系统 GDAS (Global Data Assimilation System), 该系统使用 MRF 谱模式进行预测和资料同化, 每日执行 4 次, 即世界时 (UTC) 00、06、12 和 18 时。GDAS 的资料后处理模块将 Sigma 坐标谱系数的气象场转化为全球 $1^\circ \times 1^\circ$ (360×181 个格点) 压力坐标的分析资料, ARL 与处理模块则将北半球的部分转化为 129×129 个格点的极地投影坐标系。其水平分辨率为 190.5 km, 资料的垂直网格为 14 层, 分别为表面层、1000、925、850、700、500、400、300、250、200、150、100、50 和 20 hPa 等压面。使用该气象资料运行 Hysplit4.7 模式, 计算在冬防期间 TRACE-P 期间抵达许昌市的每天 8 次的 120 小时的后向气流轨迹。轨迹起始点距地面 500 m 高度的风场能够反映边界层的平均流场特征, 进而可较准确地描述达到许昌地区的气团移动路径, 从而揭示许昌区域大气污染的可能来源, 由该点向后推 120 小时, 最后输出每小时气团所在的三维空间位置。

结合许昌市臭氧重污染过程期间的许昌市本地气象监测站的气象资料, 分析气象因素对许昌市中心城区范围内城市臭氧重污染形成的影响, 包括风速风向、温湿度、光照强度、边界层高度等与臭氧形成的关联关系, 并利用 Hysplit 后向轨迹模型, 有效地解析典型臭氧重污染事件的发展过程中污染物的可能外来源; 另外, 通过臭氧污染季节的气团轨迹综合分析, 获取许昌市臭氧的主要输送通道。

(2) 基于粒子扩散数值模型

通过构建拉格朗日粒子扩散模式和源排放模式，实现许昌市的大气污染来源定性，基于 LPDM (Lagrangian Particle Distribution Model) 溯源模式实现及时追踪本地与外来污染情况，进一步能够通过追踪结果为本地管控和重大活动期间的联防联控提供科学、有效的依据。

①LPDM 溯源模式

1) WRF 气象模式

WRF (Weather Research Forecast) 模式是用于大气研究和业务预报需求的新一代中尺度数值天气，应用于几十米到数千公里的跨尺度气象研究；

WRF 模式的运行主要分为气象和地形数据的输入、预处理 (WPS, real)、数据同化 (可选部分；OBSGRID, ERFDA)、模式求解和后处理；

该模式是美国气象界联合开发的新一代中尺度模式。WRF 模式集成了迄今为止中尺度领域最新的研究成果，适合用来进行 3 至 10 公里内高分辨率模拟的数值模式，也可以做各种不同广泛应用的数值模式。该模式采用高度模块化、并行化和分层设计技术。

2) WRF 模式网格设置

使用三层嵌套，第一层覆盖中国中部地区，第二层包括河南省，第三层只包括许昌市；分辨率分别为 27km、9km、3km。

②LPDM 溯源模式

LPDM 拉格朗日粒子释放模式不同于通常计算单点的轨迹模式，而是通过计算气块群的运动轨迹，进而实现对大气物质的输送和扩散过程的模拟。拉格朗日气块模式计算大量的气块轨迹去描述空气的输送和扩散，这里所谓的气块并不是真实的气块，而是指无穷小的空气块。作为新一代的拉格朗日模式工具，它可以用来模拟点源、线源、面源和三维大气源排放的大气示踪物质 (tracers) 的长期和中尺度输送、扩散、干湿沉降及其辐射衰减过程，其时间上的前向轨迹模拟可以用来模拟排放源的轨迹—扩散过程，而后向模拟可以确定排放源的影响区域。和化学模式相比，拉格朗日气块模式优于欧拉模式的主要是积分过程中空间分辨率不受数值离散的影响，保持了较高的精度。此后模式被广泛应用于很多方面，包括核事件后的放射性物质的输送、温室气体循环、对流层—平流层交换及其水循环等。如大气污染输送、森林火灾污染的中尺度输送过程研究、甚至气候学时间尺度上的全球污染物的输送研究。近来被用于对流层—平流层交换的研

究。

拉格朗日模式的区域填充技术为研究区域提供了便利方法。在模式积分之初，将整个经纬度及高度范围确定的一个区域尺度甚至全球尺度的三维空间划分为足够多的气块（如前文所述，也即所谓的“气块”）。“气块”按照大气密度而均匀分布在此三维空间之中，每个“气块”具有相同的质量，所有“气块”质量总和等于整个三维空间大气质量。模式积分开始之后，“气块”将在风、压、温度等驱动下而自由运动。对于有限区域而言，模式积分开始之后，将累积流入边界上的物质通量，一旦边界流入质量超过了一个空气“气块”所具有的质量，那么在此边界之上将有一个新的“气块”产生。同理，在有限区域的流出边界之上，将有“气块”消失。

③模式总体要求

为达到摸清城市污染源情况、异常成因，需要提供模拟城市污染溯源，建立拉格朗日快速溯源模拟服务。具体要求如下：

1) 溯源结果的水平空间分辨率：城市达 3km 分辨率；模型可以实现高时间分辨率的污染物来源分析；

2) 模式实现追溯潜在的大气污染源贡献空间分布特征，能够明确城市电力、交通、工业、生活行业对其影响情况；

3) 模式网格设置：溯源许昌市及河南省分辨率能够达到 3km；

4) 应用模式：(a) 尺度气象模式：本项目要求使用 WRF 作为气象模式，为拉格朗日粒子释放模式模拟并准备气象场输入。(b) 源排放清单模式：使用许昌市大气污染源排放清单和目前广泛使用的 MEIC 排放清单作为源排放清单数据，处理源清单数据并准备拉格朗日粒子释放传输模式所需源排放场。(c) 拉格朗日粒子释放模型：要求使用拉格朗日快速污染溯源模式作为计算模式。要求气象、源排放清单、拉格朗日粒子释放传输等核心模式的建立和参数设置充分体现城市大气的实际状况和特点，实现模式的本地化。

④模型实现内容

基于拉格朗日快速溯源模式，通过气象模式的精细化网格数据，通过计算大量粒子的运动轨迹来模拟源区排放的示踪物对中心城区的影响，实现许昌市的臭氧污染的重点潜在源区及影响强度的模拟，结合高分辨率排放清单，LDPM 可提供重点源区对受体城

市的相对贡献大小。

7、臭氧污染控制对策分析

总结以上数据分析和数值模拟分析成果，结合文献调研和理论分析，结合本地化的许昌市大气污染源排放清单和空气质量模型 CMAQ，初步总结许昌市发生臭氧污染的主要成因和机制，包括天气形势和气象要素特征、污染分布特征和污染来源等，模拟许昌市臭氧污染过程，与已有的监测数据进行对比，评估模式的模拟效果，并进行相应的调整，最终确定许昌市臭氧的区域与行业来源解析结果，分析许昌臭氧成因及对防控措施进行可行性研究，为下一步的臭氧污染应急控制和治理规划提供科学依据。

许昌市公共资源交易平台投标专用
E4333A0976F04F5EA7790C8F3CE43015



相关附件

目录

附件 1 许昌市大气污染物排放清单编制工作需市直及有关部门提供的基础数据资料

附件 2 重点行业企业调查表

附件 3 其他工业企业调查表

附件 4 面源部门调研调查表

附件 5 PM_{2.5} 中流量采样记录本

附件 6 PM₁₀ 中流量采样记录本

许昌市公共资源交易平台投标专用
E4333A0976F04F5EA7790C8F3CE43015



附件 1 许昌市大气污染物排放清单编制工作需市直及有关部门提供的基础数据资料

表 1 工业企业数据收集需求

部门	数据名称	数据要求
生态环境局	环境统计	
生态环境局	总量核查数据	
统计局	规模以上工业企业逐企业工业产品产量	
统计局	规模以上工业企业逐企业按行业分组能源消费量	
生态环境局	排污申报数据、排污许可企业清单	
生态环境局	工业企业清洁能源替代方案及成果	
生态环境局	秋冬季错峰生产	
生态环境局	秋冬季错峰运输	
生态环境局	重污染应急（工业、扬尘、移动源和 VOCs）	
生态环境局	二污普调查数据-企业清查结果	
生态环境局	电力行业新建机组名单	
生态环境局	钢铁行业新建企业名单	
生态环境局	焦化行业新建企业名单	
生态环境局	平板玻璃行业新建企业名单	
生态环境局	石油化工业新建企业名单	
生态环境局	水泥行业新建企业名单	
生态环境局	工业锅炉清单	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施
生态环境局	非工业锅炉名单	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施
生态环境局	燃煤锅炉取缔名单	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施
生态环境局	锅炉提标改造（超低改造）	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施
生态环境局	机组/锅炉清洁能源改造名录	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施

部门	数据名称	数据要求
生态环境局	关停机组清单	企业名称、锅炉类型、燃料类型、燃料消耗量、末端控制措施
生态环境局	VOC 排放重点企业清单	企业名称, 产品名称, 产品产量, 溶剂使用量, 末端控制措施
生态环境局	工业企业提标改造名单	企业名称、产品类型、产品产量、生产工艺、末端控制措施
生态环境局、经信委	关停、淘汰企业以及新增企业 (不符合环保政策的和落后产能企业)	企业名称、产品类型、产品产量、生产工艺、末端控制措施
生态环境局	散乱污企业名单(入园、取缔等)	
生态环境局	散乱污企业取缔	

注： 1、基础资料以 2017 年为主；2、基础资料涵盖全市范围；3、提供电子版；



表 2 面源数据收集需求

污染源类别	数据类型	获取表格名称	获取部门	关键字段
通用信息	气象	2017 年基本气象资料	气象局	分区县的温度, 相对湿度, 降水量, 平均风速, 每 10 分钟风速
	人口	分区县乡镇人口数	公安局/统计局	分区县的常住人口, 城镇人口, 乡村人口
	分区县 GDP	分区县 GDP	统计局	分区县的 GDP 数据
	能源	能源平衡表	统计局	2017 年全市的能源平衡表
固定燃烧源	散煤	2017 年各区县散煤消耗量调查表	统计局/生态环境局/工信局	各区县城市与农村散煤消耗量
		2017 年散煤替代完成情况调查表	生态环境局/工信局	各区县煤改电或煤改气户数
	天然气	2017 年天然气消耗量	市天然气公司	分区县的天然气销售量
	非工业锅炉	非工业锅炉调查表	生态环境局	区县, 非工业锅炉蒸吨数, 燃料类型, 燃料消耗量, 末端控制措施 (脱硫、脱硝、除尘)
溶剂使用源	建筑涂料	2017 年新增建筑面积	住建局	新增建筑面积
	农药使用	农药施用调查模板表	农业农村局	农药类型及全年溶剂使用量
	干洗	干洗企业调查表	生态环境局	干洗企业名称, 经纬度, 有机溶剂使用量, 有机溶剂末端处理措施
	汽修	汽修企业调查表	交通局/生态环境局	汽修企业名称, 溶剂类型, 溶剂性质, 溶剂使用量, VOC 治理技术, VOC 控制效率
移动源	机动车	机动车保有量	公安局	机动车注册数据 (车型、燃料类型、行政区划、初次登记时间、排放标准)
	工程机械	工业企业非道路移动机械工程作业机械保有量	生态环境局/工信局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型, 保有量、燃料消耗量
		非道路移动机械工程作业	交通局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型, 保有量

污染源类别	数据类型	获取表格名称	获取部门	关键字段
		机械保有量		
		公路施工工地非道路移动机械工程作业机械保有量	公路局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型，保有量、燃料消耗量
		矿山开采非道路移动机械工程作业机械保有量	自然资源规划局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型，保有量
		施工和拆除工地非道路移动机械工程作业机械保有量	住建局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型，保有量、燃料消耗量
		水利工地非道路移动机械工程作业机械保有量	自然资源规划局	分区县的非道路移动机械工程作业机动车辆类型，保有量、燃料消耗量
	农业机械	农业机械保有量	农机局	分区县的农业机械类型，保有量、燃料消耗量
农业源	畜禽养殖	畜禽存栏出栏量	农业农村局	分区县不同畜禽的存栏出栏量，一般生长周期大于一年填报存栏量，生长周期小于一年填报出栏量。
		2017 年养殖场信息调查表	农业农村局	分区县养殖场名称、畜禽种类、存栏量或出栏量
	氮肥施用	氮肥施用调查表	农业农村局	分区县的施肥面积，土壤酸碱度，施肥方式
	固氮植物	2017 年固氮植物种植情况统计表	农业农村局	分区县大豆，花生和绿肥的种植面积
	秸秆堆肥	2017 年秸秆堆肥调查表	农业农村局	分区县用于堆肥的秸秆量和堆肥比例
扬尘源	道路扬尘	分区县城市道路长度和类型	城管局	分区县的不同类型道路（快速路、主干道、次干道、支路）的长度
		道路扬尘控制措施	城管局	不同城市道路采取的控制措施
		公路里程调查表	公路局	分区县的国道、省道、县道、乡道、专用路、乡村道路、高速路、一级公路、二级

污染源类别	数据类型	获取表格名称	获取部门	关键字段
				公路、三级公路、四级公路等长度数据
		公路交通流量	交通局	每个区县选取几条公路（国道、省道、县道、高速路等），提供 1-12 月的日交通流量和自动化调查站采集的地点车速，逐月填报。
		道路交通流量调查表	市公安局交警支队	每个区县选取几条城市道路（主干道、次干道、支路等），提供 1-12 月的日交通流量和自动化调查站采集的地点车速，逐月填报。
	土壤扬尘	保定市农村土地利用现状二级分类面积汇总表	国土局	分区县的耕地、园地、林地、草地、城镇村级工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地
	施工扬尘	201 年施工工地占地面积调查表	住建局	各区县各施工工地占地面积（包括建筑施工工地和道路施工工地）
生物质燃烧	生物质开放燃烧	秸秆燃烧量/森林火灾燃烧面积或燃烧量	农业农村局/自然资源局	秸秆燃烧量/森林火灾燃烧面积或燃烧量
储存运输源	油罐车	油罐车调查模板表	交通局	油罐车注册区县，天然气、原油、汽油或柴油的运输量，对应区县的油罐车保有量，油气回收装置安装情况
	储油库	储油库信息调查表	商务局	汽油、柴油、原油储量、油气回收装置（一次回收、二次回收）
	加油站	加油站信息调查表	商务局	汽油、柴油销售量、油气回收装置（一次回收、二次回收、三次回收）
废弃物处理源	固废处理	垃圾处理厂调查表	生态环境局/城管局	垃圾填埋量、垃圾焚烧量或垃圾堆肥量
	废水处理	污水处理厂调查表	生态环境局	污水处理量
	烟气脱硝	烟气脱硝设施运行信息	生态环境局	2017 年烟气脱硝设施运行信息
餐饮油烟源	餐饮面源	2017 年餐饮行业调查表	市场监督管理局/城管局	分区县不同规模的餐饮企业数及对应固定灶头数，不同规模企业的餐饮油烟控制措施覆盖率及控制效率

附件 2 重点行业企业调查表

表 1 电力行业 2017 年调查表

企业编号:

企业名称:

所属区县:

调查表目录

表 1 电力行业企业基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 2 发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 3 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 4 露天堆场信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页

附件材料:

附件 1 环境影响评价报告书

☐提供

☐未提供

附件 2 煤质分析质量报告单

☐提供

☐未提供

附件 3 产品货单进出明细

☐提供

☐未提供

附件 4 现场照片

☐提供

☐未提供

其他附件 (请注明):



表 1- 电力行业企业基本信息表

联系人信息											
填报人*		联系电话*		企业联系人*		联系电话*		邮箱*			
基本信息											
企业名称*		组织机构代码*		统一社会信用代码*		排污许可证编号*		法人代表			
所属行业（大、中、小类）											
SO ₂ 总量控制限值（吨/年）		NO _x 总量控制限值（吨/年）		年生产天数（天）		开业时间（年/月/日）		工业总产值（当年价格）（万元）		数据年份*	
环统是否覆盖*		环境统计年份		环统二氧化硫排放量（吨）		环统氮氧化物排放量（吨）		环统烟粉尘排放量（吨）		环统 VOC 排放量（吨）	
总量核查是否覆盖*		总量核查年份		总量核查二氧化硫排放量吨		总量核查氮氧化物排放量（吨）					
地址信息		县（县级市、区、旗）*		乡（镇）*		街（村）*				路（门牌号）*	
中心纬度*	度	分	秒	中心经度*		度		分		秒	
生产概况											
工业锅炉数*（个）		工业锅炉总蒸吨数（蒸吨）		发电机组数*（个）		露天堆场数*（个）					

表 2 发电机组信息表 (2-1)

企业名称:																
一、基本信息																
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术																
机组编号		设备类型		锅炉铭牌型号			装机容量* (兆瓦)			是否 热电 联产*		投运时间 (年/月/日)			关停时间 (年/月/日)	
发电量/供热量信息	全年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月		7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月		
发电量 (亿千瓦时)																
供热量 (万吉焦)																
二、燃料信息																
燃料类型 1*	燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 (%)			燃料灰 分 (%)		燃料挥 发分 (%)		煤炭产地			运输方式		
	全年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月			
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)																
混烧燃料类 型*	燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 (%)			燃料灰 分 (%)		燃料挥 发分 (%)		煤炭产地			运输方式		
	全年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月			
混烧燃料消耗量 (万吨)																

表 2 发电机组信息表 (2-2)

三、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择: (1) 烟气循环流化床法 (2) 石灰石/石灰-石膏法 (3) 密相干法 (4) 无 (5) 炉内喷钙法 (6) 双碱法 (7) 氧化镁法 (8) 氨法 (9) 旋转喷雾干燥法 (10) 海水法 (11) 炉内掺烧 (12) 其他脱硫技术									
		脱硫工艺 *	脱硫岛效率 (%)	投运率 (%)	脱硫剂名称	脱硫剂使用量 (吨)	脱硫烟气旁路	投运时间 (年/月/日)			
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术 *	燃烧器出口浓度 (mg/m3)						投运时间 (年/月/日)		
脱硝设备		脱硝工艺请选择: (1) 其它脱硝技术 (2) 选择性非催化还原法 (3) 选择性催化还原法 (4) 无									
		脱硝工艺 *	脱硝效率 (%)	投运率 (%)	脱硝剂名称	脱硝剂使用量 (吨)	投运时间 (年/月/日)				
除尘设备		除尘工艺请选择: (1) 重力沉降法 (2) 惯性除尘法 (3) 湿法除尘法 (4) 普通静电除尘法 (5) 高效静电除尘法 (6) 布袋除尘法 (7) 电袋复合除尘法 (8) 单筒旋风除尘法 (9) 多管旋风除尘法 (10) 湿式除尘 (11) 其它除尘技术 (12) 无									
		除尘工艺 *	废气收集率 (%)		除尘效率 (%)	投运率 (%)	投运时间 (年/月/日)				
四、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度 (米)		排放口直径 (米)		废气含氧量 (%)		废气温度 (摄氏度)			
是否安装 *		是否联网	是否通过验收	是否国控重点污染源 *		是否省控重点污染源 *		是否市控重点污染源 *			

表3 锅炉信息表 (3-1)

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
锅炉用途请选择: (1) 生产 (2) 生活														
锅炉编号*		设备类型*		锅炉铭牌 型号		锅炉容量 (蒸吨)		锅炉 用途		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)		
二、燃料信息														
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品														
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤														
燃料类型 1*		燃料热值 (千卡/千克或 千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		燃料挥发 分 (%)		煤炭产地		运输方式	
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类 型*		燃料热值 (千卡/千克或 千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		燃料挥发 分 (%)		煤炭产地		运输方式	
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表3 锅炉信息表 (3-2)

三、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术									
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）			
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）						投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无									
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）				
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无									
		除尘工艺*	废气收集率(%)		除尘效率(%)	投运率(%)		投运时间（年/月/日）			
四、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）	废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）				
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*		

表 4 露天堆场信息表

企业名称:											
料堆类型: (1) 工业原料堆 (2) 建筑原料堆 (3) 工业固体废弃物 (4) 建筑渣土及垃圾 (5) 生活垃圾 (6) 其他 (请填写备注)											
料堆材料: (1) 球团矿 (2) 块矿 (3) 煤炭 (4) 炉渣 (5) 烟道灰 (6) 碎焦炭 (7) 混合矿石 (8) 烧结矿 (9) 石灰岩 (10) 陈年石灰石 (11) 各种石灰石产品 (12) 芯球 (13) 尾矿 (14) 表土 (15) 接触地面 (16) 煤粉尘堆 (17) 铁矿石 (18) 煤矸石 (19) 其他 (请填写备注)											
控制措施: (1) 洒水 (2) 围挡 (3) 化学剂 (4) 编织布覆盖 (5) 出入车辆冲洗 (6) 其他											
堆场编号*	基本信息*							运载信息*		控制措施 (多选)	备注: 其他 控制措施
	料堆类型	备注: 其他 堆场类型	料堆材料	备注: 其他 堆场材料	占地面积 (平方米)	最高高度 (米)	日常储存 量 (吨)	年物料运载 车次 (车)	单车运载量 (吨/车)		

表 2 水泥行业 2017 年调查表

企业编号:

企业名称:

所属区县:

调查表目录

表 1 水泥行业企业基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页
表 2 自备发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页
表 3 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页
表 4 熟料生产信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页
表 5 水泥生产信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页
表 6 露天堆场信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共____页

附件材料:

附件 1 环境影响评价报告书

☐提供

☐未提供

附件 2 煤质分析质量报告单

☐提供

☐未提供

附件 3 产品货单进出明细

☐提供

☐未提供

附件 4 现场照片

☐提供

☐未提供

其他附件 (请注明):



表 1 水泥行业企业基本信息表

联系人信息											
填报人*		联系电话*		企业联系人*		联系电话*		邮箱*			
基本信息											
企业名称*		组织机构代码		统一社会信用代码*		排污许可证 编号*		法人代表			
所属行业（大、中、小类）											
SO ₂ 总量 控制限值 （吨/年）		NO _x 总量 控制限值 （吨/年）		年生产天 数（天）		开业时间 （年/月/日）		工业总产值 （当年价格） （万元）		数据年份*	
环统是否覆盖*		环境统计 年份		环统二氧 化硫排放 量（吨）		环统氮氧化 物排放量 （吨）		环统烟粉尘排 放量（吨）		环统 VOC 排放量（吨）	
总量核查是否 覆盖*		总量核查 年份		总量核查二 氧化硫排放 量吨		总量核查氮 氧化物排放 量（吨）					
地址信息		县、区		乡（镇）*				街（村）*			路（门牌号）*
中心纬度*	度	分	秒	中心经度*		度	分	秒			
生产概况											
工业锅炉数		工业锅炉总 蒸吨数		发电机组数*（个）		露天堆场数*（个）					

表2 自备发电机组信息表（2-1）

企业名称：															
一、基本信息															
设备类型请选择：（1）燃气锅炉（2）燃油锅炉（3）煤粉炉（4）流化床炉（5）自动炉排层燃炉（6）整体煤气化联合循环发电（7）生物质锅炉（8）不分技术															
机组编号*		设备类型		锅炉铭牌型号		装机容量*（兆瓦）			是否热电联产*		投运时间（年/月/日）			关停时间（年/月/日）	
发电量/供热量信息		全年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
发电量（亿千瓦时）															
供热量（万吉焦）															
二、燃料信息															
燃料类型1*		燃料热值（千卡/千克或千卡/标准立方米）			燃料硫份*（%）		燃料水分*（%）		煤炭产地			运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
燃料1消耗量（万吨或立方米）															
混烧燃料类型*		燃料热值（千卡/千克或千卡/标准立方米）			燃料硫份*（%）		燃料灰分*（%）		煤炭产地			运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
混烧燃料消耗量（万吨）															

表2 自备发电机组信息表（2-2）

三、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术									
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）			
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）						投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无									
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）				
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无									
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率（%）	投运率（%）	投运时间（年/月/日）					
四、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度（米）	排放口直径（米）		废气含氧量（%）	废气温度（摄氏度）					
是否安装*	是否联网	是否通过验收	是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*	是否市控重点污染源*					

表 3 锅炉信息表 (3-1)

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
锅炉用途请选择: (1) 生产 (2) 生活														
锅炉编号*		设备类型*		锅炉铭牌 型号		锅炉容量 (蒸吨)		锅炉 用途		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)		
二、燃料信息														
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品														
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤														
燃料类型 1*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类 型*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表3 锅炉信息表 (3-2)

三、末端控制设备信息												
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术										
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）				
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）							投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无										
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）					
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无										
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率(%)	投运率(%)	投运时间（年/月/日）						
四、在线监测信息												
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）		废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）				
是否安装*		是否联网		是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*		

表4 熟料生产信息表(4-1)

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 新型干法 (2) 其它旋窑 (3) 立窑														
窑炉编号*		设备类型*		投运时间(年/月/日)		关停时间(年/月/日)								
二、燃料信息														
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品														
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤														
燃料类型 1*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		燃料挥发分* (%)		煤炭产地		运输方式		
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类型*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		燃料挥发分* (%)		煤炭产地		运输方式		
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
混烧燃料消耗量(万吨)														
三、产品信息														
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
熟料产量(万吨)														

表4 熟料生产信息表 (4-2)

四、末端控制设备信息									
脱硝设备		脱硝工艺请选择: (1) 其它脱硝技术 (2) 选择性非催化还原法 (3) 选择性催化还原法 (4) 无							
		脱硝工艺*	脱硝效率 (%)	投运率 (%)	脱硝剂名称	脱硝剂使用量 (吨)	投运时间 (年/月/日)		
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度 (mg/m3)				投运时间 (年/月/日)		
窑头除尘设备		除尘工艺请选择: (1) 重力沉降法 (2) 惯性除尘法 (3) 湿法除尘法 (4) 普通静电除尘法 (5) 高效静电除尘法 (6) 布袋除尘法 (7) 电袋复合除尘法 (8) 单筒旋风除尘法 (9) 多管旋风除尘法 (10) 湿式电除尘 (11) 其它除尘技术 (12) 无							
		除尘工艺*	废气收集率 (%)	除尘效率 (%)	投运率 (%)	投运时间 (年/月/日)			
窑尾除尘设备		除尘工艺*	废气收集率 (%)	除尘效率 (%)	投运率 (%)	投运时间 (年/月/日)			
五、在线监测信息									
排放口信息		排放口高度 (米)	排放口直径 (米)	废气含氧量 (%)	废气温度 (摄氏度)				
是否安装*	是否联网	是否通过验收	是否国控重点污染源*	是否省控重点污染源*	是否市控重点污染源*				

表 5 水泥生产信息表

企业名称:													
一、基本信息													
设备类型请选择: (1) 粉磨													
粉磨站编号*		设备类型*		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)							
二、产品信息													
	全年*	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
水泥产量 (万吨)													
三、末端控制设备信息													
除尘设备	除尘工艺请选择: (1) 重力沉降法 (2) 惯性除尘法 (3) 湿法除尘法 (4) 普通静电除尘法 (5) 高效静电除尘法 (6) 布袋除尘法 (7) 电袋复合除尘法 (8) 单筒旋风除尘法 (9) 多管旋风除尘法 (10) 湿式电除尘 (11) 其它除尘技术 (12) 无												
	除尘工艺*	废气收集率 (%)	除尘效率 (%)	投运率 (%)	投运时间 (年/月/日)								
四、在线监测信息													
排放口信息		排放口高度 (米)	排放口直径 (米)		废气含氧量 (%)		废气温度 (摄氏度)						
是否安装*		是否联网		是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*			

表 6 露天堆场信息表

企业名称:											
料堆类型: (1) 工业原料堆 (2) 建筑原料堆 (3) 工业固体废弃物 (4) 建筑渣土及垃圾 (5) 生活垃圾 (6) 其他 (请填写备注)											
料堆材料: (1) 球团矿 (2) 块矿 (3) 煤炭 (4) 炉渣 (5) 烟道灰 (6) 碎焦炭 (7) 混合矿石 (8) 烧结矿 (9) 石灰岩 (10) 陈年石灰石 (11) 各种石灰石产品 (12) 芯球 (13) 尾矿 (14) 表土 (15) 接触地面 (16) 煤粉尘堆 (17) 铁矿石 (18) 煤矸石 (19) 其他 (请填写备注)											
控制措施: (1) 洒水 (2) 围挡 (3) 化学剂 (4) 编织布覆盖 (5) 出入车辆冲洗 (6) 其他											
堆场编号*	基本信息*							运载信息*		控制措施 (多选)	备注: 其他 控制措施
	料堆类型	备注: 其他 堆场类型	料堆材料	备注: 其他 堆场材料	占地面积 (平方米)	最高高度 (米)	日常储存 量 (吨)	年物料运载 车次 (车)	单车运载量 (吨/车)		

表 3 有色金属冶炼行业 2017 年调查表

企业编号: _____

企业名称: _____

所属区县: _____

调查表目录

表 1 有色金属冶炼行业企业基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 2 自备发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 3 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 4 露天堆场信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页

附件材料:

- 附件 1 环境影响评价报告书 ☐ 提供 ☐ 未提供
- 附件 2 煤质分析质量报告单 ☐ 提供 ☐ 未提供
- 附件 3 产品货单进出明细 ☐ 提供 ☐ 未提供
- 附件 4 现场照片 ☐ 提供 ☐ 未提供
- 其他附件 (请注明):



表 1 有色金属冶炼行业企业基本信息表

联系人信息											
填报人*		联系电话*		企业联系人*		联系电话*		邮箱*			
基本信息											
企业名称*		组织机构代码		统一社会信用代码*		排污许可证编号*		法人代表			
所属行业（大、中、小类）											
SO ₂ 总量控制限值（吨/年）		NO _x 总量控制限值（吨/年）		年生产天数（天）		开业时间（年/月/日）		工业总产值（当年价格）（万元）		数据年份*	
环统是否覆盖*		环境统计年份		环统二氧化硫排放量（吨）		环统氮氧化物排放量（吨）		环统烟粉尘排放量（吨）		环统 VOC 排放量（吨）	
总量核查是否覆盖*		总量核查年份		总量核查二氧化硫排放量吨		总量核查氮氧化物排放量（吨）					
地址信息		县、区		乡（镇）*		街（村）*			路（门牌号）*		
中心纬度*	度	分	秒	中心经度*		度	分	秒			
生产概况											
工业锅炉数		工业锅炉总蒸吨数		发电机组数*（个）		露天堆场数*（个）					

表2 自备发电机组信息表（2-1）

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
机组编号*		设备类型		锅炉铭牌型号		装机容量* (兆瓦)			是否热电联产*		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)	
发电量/供热量信息	全年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
发电量 (亿千瓦时)														
供热量 (万吉焦)														
二、燃料信息														
燃料类型 1*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		煤炭产地		运输方式			
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类型*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		煤炭产地		运输方式			
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表2 自备发电机组信息表(2-2)

三、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术									
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）			
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）						投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无									
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）				
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无									
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率(%)	投运率（%）	投运时间（年/月/日）					
四、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）		废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）			
是否安装*		是否联网		是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*	

表3 锅炉信息表(3-1)

企业名称:													
一、基本信息													
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术													
锅炉用途请选择: (1) 生产 (2) 生活													
锅炉编号*		设备类型*		锅炉铭牌 型号		锅炉容量 (蒸吨)		锅炉 用途		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)	
二、燃料信息													
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品													
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤													
燃料类型 1*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)													
混烧燃料类 型*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
混烧燃料消耗量 (万吨)													

表3 锅炉信息表 (3-2)

三、末端控制设备信息										
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术								
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）		
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）					投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无								
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）			
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无								
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率(%)	投运率(%)	投运时间（年/月/日）				
四、在线监测信息										
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）	废气含氧量（%）	废气温度（摄氏度）				
是否安装*		是否联网	是否通过验收	是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*		

表 4 露天堆场信息表

企业名称:											
料堆类型: (1) 工业原料堆 (2) 建筑原料堆 (3) 工业固体废弃物 (4) 建筑渣土及垃圾 (5) 生活垃圾 (6) 其他 (请填写备注)											
料堆材料: (1) 球团矿 (2) 块矿 (3) 煤炭 (4) 炉渣 (5) 烟道灰 (6) 碎焦炭 (7) 混合矿石 (8) 烧结矿 (9) 石灰岩 (10) 陈年石灰石 (11) 各种石灰石产品 (12) 芯球 (13) 尾矿 (14) 表土 (15) 接触地面 (16) 煤粉尘堆 (17) 铁矿石 (18) 煤矸石 (19) 其他 (请填写备注)											
控制措施: (1) 洒水 (2) 围挡 (3) 化学剂 (4) 编织布覆盖 (5) 出入车辆冲洗 (6) 其他											
堆场编号*	基本信息*							运载信息*		控制措施 (多选)	备注: 其他 控制措施
	料堆类型	备注: 其他 堆场类型	料堆材料	备注: 其他 堆场材料	占地面积 (平方米)	最高高度 (米)	日常储存 量 (吨)	年物料运载 车次 (车)	单车运载量 (吨/车)		

表 4 砖瓦行业 2017 年调查表

企业编号:

企业名称:

所属区县:

调查表目录

表 1 砖瓦行业企业基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 2 砖瓦信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 3 自备发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 4 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页

附件材料:

附件 1 环境影响评价报告书

☐ 提供 ☐ 未提供

附件 2 煤质分析质量报告单

☐ 提供 ☐ 未提供

附件 3 产品货单进出明细

☐ 提供 ☐ 未提供

附件 4 现场照片

☐ 提供 ☐ 未提供

其他附件（请注明）:



表 1 砖瓦行业企业基本信息表

联系人信息											
填报人*		联系电话*		企业联系人*		联系电话*		邮箱*			
基本信息											
企业名称*		组织机构代码		统一社会信用代码*		排污许可证 编号*		法人代表			
所属行业（大、中、小类）											
SO ₂ 总量 控制限值 （吨/年）		NO _x 总量 控制限值 （吨/年）		年生产天 数（天）		开业时间 （年/月/日）		工业总产值 （当年价格） （万元）		数据年份*	
环统是否覆盖*		环境统计 年份		环统二氧 化硫排放 量（吨）		环统氮氧化 物排放量 （吨）		环统烟粉尘排 放量（吨）		环统 VOC 排放量（吨）	
总量核查是否 覆盖*		总量核查 年份		总量核查二 氧化硫排放 量吨		总量核查氮 氧化物排放 量（吨）					
地址信息		县、区		乡（镇）*				街（村）*			路（门牌号）*
中心纬度*	度	分	秒	中心经度*		度	分	秒			
生产概况											
工业锅炉数		工业锅炉总 蒸吨数		发电机组数*（个）		露天堆场数*（个）					

表 2 砖瓦信息表

企业名称:										
一、基本信息										
设备编号*		所属排放源*		生产工序		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)		
二、产品信息										
产品名称				产品产量单位				产品年产量		
四、末端控制信息										
有机废气处理	VOC 回收技术请选择: (1) 吸收法 (2) 吸附法 (3) 冷凝法 (4) 膜分离法 (5) 其他: 请注明 (6) 无 VOC 销毁技术请选择: (1) 热力燃烧法 (2) 催化燃烧法 (3) 生物降解法 (4) 光催化降解法 (5) 等离子体技术 (6) 水幕 (7) 植物喷淋									
	VOC 回收技术*	备注: 其他回收技术	VOC 销毁技术*	备注: 其他销毁技术	处理效率 (%)	设备风量 (m³/h)	年运行时间 (小时)	有机废气排放浓度 (mg/m³)		
五、在线监测信息										
排放口信息		排放口高度 (米)			排放口直径 (米)	废气含氧量 (%)		废气温度 (摄氏度)		
排放出口废气流速 (米/秒)		废气排放流量	年均 SO₂ 排放浓度			年均 NOx 浓度		年均烟粉尘浓度		
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源		是否市控重点污染源*	

表3 自备发电机组信息表（3-1）

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
机组编号*		设备类型		锅炉铭牌型号		装机容量* (兆瓦)			是否热电联产*		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)	
发电量/供热量信息	全年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
发电量 (亿千瓦时)														
供热量 (万吉焦)														
二、燃料信息														
燃料类型 1*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		煤炭产地		运输方式				
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类型*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份* (%)		燃料灰分* (%)		煤炭产地		运输方式				
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表3 自备发电机组信息表(3-2)

三、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术									
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）			
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）						投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无									
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）				
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无									
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率(%)	投运率（%）	投运时间（年/月/日）					
四、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度（米）	排放口直径（米）		废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）				
是否安装*	是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*			

表4 锅炉信息表(4-1)

企业名称:													
一、基本信息													
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术													
锅炉用途请选择: (1) 生产 (2) 生活													
锅炉编号*		设备类型*		锅炉铭牌 型号		锅炉容量 (蒸吨)		锅炉 用途		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)	
二、燃料信息													
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品													
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤													
燃料类型 1*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)													
混烧燃料类 型*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)		燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
混烧燃料消耗量 (万吨)													

表4 锅炉信息表(4-2)

三、末端控制设备信息										
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术								
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）		
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）					投运时间（年/月/日）		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无								
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）			
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无								
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率（%）	投运率（%）	投运时间（年/月/日）				
四、在线监测信息										
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）		废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）		
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*	

表 5 化工行业 2017 年调查表

企业编号:

企业名称:

所属区县:

调查表目录

表 1 化工企业基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 2 生产线信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 3 自备发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 4 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 5 泄露信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 6 有机液体装卸信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 7 有机液体储罐信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 8 露天堆场信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 9 工业涂装信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
附件 1 填表说明			

附件材料:

附件 1 环境影响评价报告书	<input type="checkbox"/> 提供	<input type="checkbox"/> 未提供
附件 2 煤质分析质量报告单	<input type="checkbox"/> 提供	<input type="checkbox"/> 未提供
附件 3 产品货单进出明细	<input type="checkbox"/> 提供	<input type="checkbox"/> 未提供
附件 4 现场照片	<input type="checkbox"/> 提供	<input type="checkbox"/> 未提供
其他附件 (请注明):		



表 1 化工企业基本信息表

联系人信息											
填报人*		联系电话*		企业联系人*		联系电话*		邮箱*			
基本信息											
企业名称*				法人代表							
企业所属行业请选择：石化与化工；国民经济行业分类：对照《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2018）分别将行业门类、大类、中类及小类名称填写在方格内											
所属行业（大、中、小类）											
组织机构代码*		统一社会信用代码*		开业时间 （年/月/日）		年生产天数 （天）		数据年份*			
排污许可证 编号*		SO2 总量控制限值（吨/年）		NOx 总量控制限值（吨/年）		工业总产值 （当年价格）（万元）					
环统是否覆盖*			环统 SO2 排 放量（吨）		环统 NOx 排放量 （吨）	环统烟粉尘 排放量（吨）		环统 VOC 排 放量（吨）			
地址信息		县（县级市、 区、旗）*		乡（镇）*			街（村）*			路（门牌号）*	
中心纬度*				中心经度							
生产概况											
产品类型请选择：化工：1.基础化学原料制造、2.肥料制造、3.农药制造、4.涂料、油墨、颜料及类似产品制造、5.合成材料制造、6.专用化学产品制造、7.炸药、火工及焰火产品制造、8.日用化学产品制造。											
产品类型*		工业锅炉个数*（个）	工业锅炉总蒸吨数（蒸吨）		发电机组数*（个）		露天堆场数*（个）		有机液体储罐数*（个）		
是否有焚烧炉*		焚烧炉燃料类型	焚烧炉燃料使用量（吨）		污水排放量（吨）		废水自处理率(%)		污水处理池是否加盖		
生产线/产品信息	产品名称*	备注：其他产品名称	产品产量（吨）	产品名称*	备注：其他产品名称	产品产量（吨）	产品名称*	备注：其他产品名称	产品产量（吨）		

表2 生产线信息表

企业名称:																	
一、基本信息																	
生产线编号*				投运时间(年/月/日)				关停时间(年/月/日)									
二、产品及生产线信息																	
企业所属行业、所属排放源、产品类型、生产线类型、单位之间的关系见附表1, 请按照附表中的选项填写:																	
所属排放源*	产品类型*	产品名称*	生产线类型*	单位*	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
三、燃料信息																	
燃料类型请选择: (1) 原煤 (2) 洗精煤 (3) 其他洗煤 (4) 型煤 (5) 焦炭 (6) 其它焦化产品 (7) 煤矸石 (8) 原油 (9) 汽油 (10) 煤油 (11) 柴油 (12) 燃料油 (13) 其它液体燃料 (14) 石油沥青 (15) 石油焦 (16) 其它石油制品 (17) 焦炉煤气 (18) 高炉煤气 (19) 其它煤气 (20) 天然气 (21) 液化天然气 (22) 液化石油气 (23) 炼厂干气 (24) 转炉煤气 (25) 其他气体燃料																	
燃料类型*		燃料热值(千卡/千克或千卡/标准立方米)		燃料硫份* (%)		燃料灰分 (%)		燃料挥发分 (%)		煤炭产地					运输方式		
			全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
燃料消耗量(万吨或立方米)																	
四、有机原料使用信息																	
有机原料	名称*	使用量(吨)*	名称*	使用量(吨)*	名称*	使用量(吨)*											

表 2 生产线信息表 (2-2)

五、末端控制设备信息											
脱硫设备		脱硫工艺请选择： (1) 烟气循环流化床法 (2) 石灰石/石灰-石膏法 (3) 密相干法 (4) 无 (5) 炉内喷钙法 (6) 双碱法 (7) 氧化镁法 (8) 氨法 (9) 旋转喷雾干燥法 (10) 海水法 (11) 其他脱硫技术									
		脱硫工艺*	脱硫岛效率 (%)	投运率 (%)	脱硫剂名称	脱硫剂使用量 (吨)	脱硫烟气旁路	投运时间 (年/月/日)			
脱硝设备		脱硝工艺请选择： (1) 其它脱硝技术 (2) 选择性非催化还原法 (3) 选择性催化还原法 (4) 无									
		脱硝工艺*	脱硝效率 (%)	投运率 (%)	脱硝剂名称	脱硝剂使用量 (吨)		投运时间 (年/月/日)			
除尘设备		除尘工艺请选择： (1) 重力沉降法 (2) 惯性除尘法 (3) 湿法除尘法 (4) 普通静电除尘法 (5) 高效静电除尘法 (6) 布袋除尘法 (7) 电袋复合除尘法 (8) 单筒旋风除尘法 (9) 多管旋风除尘法 (10) 其它除尘技术 (11) 无									
		除尘工艺*	废气收集率 (%)		除尘效率 (%)	投运率 (%)		投运时间 (年/月/日)			
有机废气处理		VOC 回收技术请选择： (1) 吸收法 (2) 吸附法 (3) 冷凝法 (4) 膜分离法 (5) 其他：请注明 (6) 无 VOC 销毁技术请选择： (1) 热力燃烧法 (2) 催化燃烧法 (3) 生物降解法 (4) 光催化降解法 (5) 等离子体技术 (6) 水幕 (7) 植物喷淋 (8) 其他：请注明 (9) 无									
		VOC 回收技术*	备注：其他回收技术	VOC 销毁技术*	备注：其他销毁技术	处理效率 (%)	设备风量 (m³/h)	年运行时间 (小时)	有机废气排放浓度 (mg/m³)		
六、在线监测信息											
排放口信息		排放口高度 (米)	排放口直径 (米)		废气含氧量 (%)		废气温度 (摄氏度)				
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*		

表3 自备发电机组信息表（3-1）

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
机组编号*		设备类型		锅炉铭牌型号		装机容量* (兆瓦)			是否热电联产*		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)	
发电量/供热量信息	全年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
发电量 (亿千瓦时)														
供热量 (万吉焦)														
二、燃料信息														
燃料类型 1*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份* (%)			燃料灰分* (%)			煤炭产地		运输方式	
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类型*		燃料热值 (千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份* (%)			燃料灰分* (%)			煤炭产地		运输方式	
	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表3 自备发电机组信息表(3-2)

三、末端控制设备信息										
脱硫设备		脱硫工艺请选择： （1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术								
		脱硫工艺*	脱硫岛效率 (%)	投运率 (%)	脱硫剂名称	脱硫剂使用量 (吨)	脱硫烟气旁路	投运时间(年/月/日)		
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度(mg/m3)					投运时间(年/月/日)		
脱硝设备		脱硝工艺请选择： （1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无								
		脱硝工艺*	脱硝效率 (%)	投运率 (%)	脱硝剂名称	脱硝剂使用量(吨)	投运时间(年/月/日)			
除尘设备		除尘工艺请选择： （1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无								
		除尘工艺*	废气收集率(%)	除尘效率(%)	投运率(%)	投运时间(年/月/日)				
四、在线监测信息										
排放口信息		排放口高度 (米)		排放口直径 (米)		废气含氧量 (%)		废气温度 (摄氏度)		
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*	

表4 锅炉信息表(4-1)

企业名称:														
一、基本信息														
设备类型请选择: (1) 燃气锅炉 (2) 燃油锅炉 (3) 煤粉炉 (4) 流化床炉 (5) 自动炉排层燃炉 (6) 整体煤气化联合循环发电 (7) 生物质锅炉 (8) 不分技术														
锅炉用途请选择: (1) 生产 (2) 生活														
锅炉编号*		设备类型*		锅炉铭牌 型号		锅炉容量 (蒸吨)		锅炉 用途		投运时间 (年/月/日)		关停时间 (年/月/日)		
二、燃料信息														
燃料类型: (1) 高炉煤气 (2) 液化石油气 (3) 转炉煤气 (4) 焦炉煤气 (5) 其他气体燃料 (6) 其他煤气 (7) 炼厂干气 (8) 天然气 (9) 液化天然气 (10) 燃料油 (11) 其他液体燃料 (12) 汽油 (13) 其它石油制品 (14) 石油焦 (15) 原油 (16) 煤油 (17) 柴油 (18) 洗精煤 (19) 原煤 (20) 其他洗煤 (21) 型煤 (22) 生物质成型燃料 (23) 煤矸石 (24) 焦炭 (25) 其它焦化产品														
混烧燃料类型: (1) 煤矸石 (2) 原煤 (3) 其他洗煤 (4) 洗精煤 (5) 型煤														
燃料类型 1*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料 1 消耗量 (万吨或立方米)														
混烧燃料类 型*		燃料热值(千卡/千克 或千卡/标准立方米)			燃料硫份 * (%)		燃料灰 分* (%)		煤炭产地		运输方式			
		全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
混烧燃料消耗量 (万吨)														

表 4 锅炉信息表 (4-2)

三、末端控制设备信息														
脱硫设备		脱硫工艺请选择：（1）烟气循环流化床法（2）石灰石/石灰-石膏法（3）密相干法（4）无（5）炉内喷钙法（6）双碱法（7）氧化镁法（8）氨法（9）旋转喷雾干燥法（10）海水法（11）炉内掺烧（12）其他脱硫技术												
		脱硫工艺*	脱硫岛效率（%）	投运率（%）	脱硫剂名称	脱硫剂使用量（吨）	脱硫烟气旁路	投运时间（年/月/日）						
低氮燃烧		是否采用低氮燃烧技术*	燃烧器出口浓度（mg/m3）								投运时间（年/月/日）			
脱硝设备		脱硝工艺请选择：（1）其它脱硝技术（2）选择性非催化还原法（3）选择性催化还原法（4）无												
		脱硝工艺*	脱硝效率（%）	投运率（%）	脱硝剂名称	脱硝剂使用量（吨）	投运时间（年/月/日）							
除尘设备		除尘工艺请选择：（1）重力沉降法（2）惯性除尘法（3）湿法除尘法（4）普通静电除尘法（5）高效静电除尘法（6）布袋除尘法（7）电袋复合除尘法（8）单筒旋风除尘法（9）多管旋风除尘法（10）湿式电除尘（11）其它除尘技术（12）无												
		除尘工艺*	废气收集率(%)		除尘效率（%）		投运率（%）		投运时间（年/月/日）					
四、在线监测信息														
排放口信息		排放口高度（米）		排放口直径（米）		废气含氧量（%）		废气温度（摄氏度）						
是否安装*		是否联网		是否通过验收		是否国控重点污染源*		是否省控重点污染源*		是否市控重点污染源*				

表 5 泄露信息表

企业名称:													
一、实施 LDAR 信息													
基本信息	生产装置总数 (套) *			涉及 VOC 装置 (套) *			开展 LDAR 装置 (套) *			开展 LDAR (轮) *			
	未开展 LDAR 装置 (套) *			豁免装置 (套) *			动静密封点总数 (个) *			不可达点 (个) *			
设备泄漏 VOC 排放 估算结果	估算方法							泄漏排放量 (吨) *					
	第 1 轮检测		密封点 (个)		泄漏密封点 (个)				修复 (个)				
	第 2 轮检测		密封点 (个)		泄漏密封点 (个)				修复 (个)				
	第 3 轮检测		密封点 (个)		泄漏密封点 (个)				修复 (个)				
设备泄漏 VOC 损耗量削减潜力分析			是否达标		是否达到国内水平, 达到国内先进水平						削减潜力 (吨/年)		
二、未实施 LDAR 信息													
元件数量													
阀 (件)			泵 (件)		压缩机	安全阀 (件)			法兰 (件)			开口管线	采样连
气体	轻液体	重液体	轻液体	重液体	(件)	气体	轻液体	重液体	气体	轻液体	重液体	(件)	接 (件)

表 6 有机液体装卸信息表

企业名称:										
有机液体装卸信息										
装在方式请选择: (1) 汽车 (2) 火车 (3) 船舶										
操作方式请选择: (1) 液下装载 (2) 喷溅装载 (3) 底部装载										
油气回收方式请选择: (1) 活性炭吸附 (2) 焚烧炉 (3) 水洗涤吸收塔 (4) 氮封 (5) 水封 (6) 低温罐火炬 (6) 其他: 请注明 (7) 无										
装卸或装桶	序号*	作业部/ 车间	装车站 台编号*	装载物料名称*	装载方式*	操作方式*	年装载量* (吨/年)	装载物料密度* (kg/m ³)	油气回收控制技术*	备注: 其他油气回收控 制技术



表 7 有机液体储罐信息表

企业名称:									
储罐类型请选择: (1) 固定拱顶罐 (2) 卧式固定顶罐 (3) 内浮顶罐 (4) 外浮顶罐									
油气回收控制技术请选择: (1) 活性炭吸附 (2) 焚烧炉 (3) 水洗涤吸收塔 (4) 氮封 (5) 水封 (6) 低温罐火炬 (7) 其他: 请注明 (8) 无									
编号*	储罐类型*	储罐体积* (m ³)	储罐高* (m)	储罐直* (m)	年进出料 次数 (次)	存储液体组份 ①单一物质写名称即可; ②混合物质写每种组分的 名称及质量百分比, 比如“50%苯、50 甲苯”)	分子量*	油气回收控 制技术*	备注: 其他油气 回收控制技术



表 8 露天堆场信息表

企业名称:											
料堆类型: (1) 工业原料堆 (2) 建筑原料堆 (3) 工业固体废弃物 (4) 建筑渣土及垃圾 (5) 生活垃圾 (6) 其他 (请填写备注)											
料堆材料: (1) 球团矿 (2) 块矿 (3) 煤炭 (4) 炉渣 (5) 烟道灰 (6) 碎焦炭 (7) 混合矿石 (8) 烧结矿 (9) 石灰岩 (10) 陈年石灰石 (11) 各种石灰石产品 (12) 芯球 (13) 尾矿 (14) 表土 (15) 接触地面 (16) 煤粉尘堆 (17) 铁矿石 (18) 煤矸石 (19) 其他 (请填写备注)											
控制措施: (1) 洒水 (2) 围挡 (3) 化学剂 (4) 编织布覆盖 (5) 出入车辆冲洗 (6) 其他											
堆场编号*	基本信息*							运载信息*		控制措施 (多选)	备注: 其他 控制措施
	料堆类型	备注: 其他 堆场类型	料堆材料	备注: 其他 堆场材料	占地面积 (平方米)	最高高度 (米)	日常储存 量 (吨)	年物料运载 车次 (车)	单车运载量 (吨/车)		

表9 工业涂装信息表

企业名称:													
一、基本信息													
工序编号*		所属排放源		喷涂工序		投运时间(年/月/日)		关停时间(年/月/日)					
二、喷涂产品信息													
喷涂产品类型		喷涂产品名称		喷涂产品产量单位		喷涂产品年产量							
三、溶剂使用信息													
喷涂使用溶剂类型						喷涂使用溶剂性质							
溶剂使用量 (千克)	全年*	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
四、末端控制信息													
有机废气处理	VOC回收技术*	备注: 其他回收技术	VOC销毁技术	其他销毁技术	处理效率	设备风量(m³/h)	运行时间(小时)	有机废气排放浓度(mg/m³)					
五、在线监测信息													
排放口信息	排放口高度(米)		排放口直径		废气含氧量(%)		废气温度						
排放出口废气流速(米/秒)		废气排放流量	年均SO ₂ 排放浓度		年均NO _x 排放浓度		年均烟粉尘浓度						
是否安装*		是否联网	是否通过验收		是否国控、省控、市控重点污染源								

附件 3 其他工业企业调查表

表 1 2017 年规上工业企业排放源调查表

企业编号: _____
 企业名称: _____
 所属行业: _____
 所属区县: _____

调查表目录

表 1 基本信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 2 产品及燃料信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 3 排放口信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 4 自备发电机组信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 5 锅炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 6 窑炉信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 7 原辅料及产品信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 8 溶剂使用信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 9 有机液体储罐及装载信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
表 10 露天堆场信息表	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 无	共_____页
附表 1-3 填表说明			

附件材料:	
附件 1 环境影响评价报告书	<input type="checkbox"/> 提供 <input type="checkbox"/> 未提供
附件 2 煤质分析质量报告单	<input type="checkbox"/> 提供 <input type="checkbox"/> 未提供
附件 3 产品货单进出明细	<input type="checkbox"/> 提供 <input type="checkbox"/> 未提供
附件 4 现场照片	<input type="checkbox"/> 提供 <input type="checkbox"/> 未提供
其他附件 (请注明):	



表 1 基本信息表

企业名称*					所属行业*			
国民经济门类*		国民经济大类*			国民经济中类		国民经济小类	
组织机构代码					统一社会信用代码*			
企业联系人*					联系电话*			
工业总产值（当年价格） （万元）					年用电量 （度）			
地址信息		区（县）*		乡（镇）		街道办（村）		门牌号
纬度*					经度*			
连续生产/间歇生产					生产月份			
投产年份					年生产天数（天）			
年煤炭消耗量 （吨）			年燃气消耗量 （万立方米）			年燃油消耗量 （吨）		
锅炉数（台）			锅炉总蒸吨数 （吨/小时）			工业窑炉数 （座）		
煤炭来源地					煤炭运输方式			
主要原料来源地					原料运输方式			
是否重点污染源	<input type="checkbox"/> 国控 <input type="checkbox"/> 省控 <input type="checkbox"/> 市控 <input type="checkbox"/> 否							

填表人：

手机号：

填表时间： 年 月 日

表 2 产品及燃料信息表

燃料类型	单位	燃料消耗量												
		全年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月

所属排放源	产品类型	产品名称	单位	产品产量												
				全年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月

企业所属行业、所属排放源、产品类型、单位之间的关系见附表 1，请按照附表中的选项填写：

表 3 排放口信息表

编号	排放口高度 (米)	排放口直径 (米)	排放出口废气流 速 (米/秒)	废气排放流量 (标立方米/小时)	废气温度 (摄氏度)	废气含氧量 (%)	是否安装在线 监测装置
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

表 4 自备发电机组信息表

编号	基本信息						燃料信息					排放口 编号
	锅炉类型	装机容量 (兆瓦)	投运时间 (年/月)	关停时间 (年/月)	年发电量 (万千瓦时)	年供热量 (吉焦)	燃料类 型	单位	年消耗 量	硫份 (%)	灰分 (%)	

二氧化硫治理措施				氮氧化物治理措施				烟粉尘治理措施			
脱硫 工艺	年工作 时间 (小时)	脱硫效率 (%)	对应机组编 号 (多选)	脱硝工艺	年工作 时间 (小时)	脱硝效率 (%)	对应机组编 号 (多选)	除尘工 艺	废气收集 率 (%)	除尘效率 (%)	对应机组编 号 (多选)

表 5 锅炉信息表

编号	基本信息					燃料信息				排放口编号
	锅炉类型	锅炉用途 (多选)	锅炉容量 (蒸吨)	投运时间(年 /月)	关停时间(年 /月)	燃料类型	年消耗量	硫份 (%)	灰分 (%)	

二氧化硫治理措施				氮氧化物治理措施				烟粉尘治理措施			
脱硫 工艺	年工作 时间(小时)	脱硫效率 (%)	对应锅炉编 号(多选)	脱硝工 艺	年工作 时间(小时)	脱硝效率 (%)	对应锅炉编 号(多选)	除尘 工艺	废气收 集率(%)	除尘效率 (%)	对应锅炉编 号(多选)

表 6 窑炉信息表

编 号	产品信息					窑炉信息			原料信息			燃料信息				排放口 编号	
	所属 排放 源	产品 类型	产品名 称	产量 单位	年产量	窑炉 类型	投运时 间 (年/ 月)	关停时 间 (年/ 月)	原料名 称	年消 耗量 (吨)	硫份 (%)	燃料类 型	单位	燃料年 消耗量	硫份 (%)	窑 头	窑 尾

二氧化硫治理措施				氮氧化物治理措施				烟粉尘治理措施		
脱硫 工艺	年工作 时间（小时）	脱硫效率 （%）	对应窑炉 编号	脱硝 工艺	年工作 时间	脱硝效率 （%）	对应窑炉 编号	除尘工艺	除尘效 率（%）	对应窑炉 编号

表 7 原辅料及产品信息表

编号	产品信息					工段信息		原料信息			辅料信息			排放口 编号
	所属 排放 源	产品 类型	产品名 称	产量 单位	年产量	工段名称	投运时间（年/ 月）	原料名 称	单位	年使 用量	辅料名 称	单 位	年使 用量	

二氧化硫治理措施				氮氧化物治理措施				有机废气治理措施				烟粉尘治理措施			
脱硫 工艺	年工作 时间(小时)	脱硫效 率(%)	对应工 段编号	脱硝 工艺	年工作 时间(小时)	脱硝效 率(%)	对应工 段编号	VOC 回收	对应 工段 编号	VOC 销毁	对应工 段编号	除尘 工艺	废气收 集率 (%)	除尘效率 (%)	对应工段 编号

表 8 溶剂使用信息表

编号	产品信息						溶剂信息				VOC 治理措施		排放口 编号
	所属 排放 源	溶剂使 用工序	溶剂使用对 应产品类型	溶剂使用对 应产品名称	产量 单位	产品年 产量	溶剂 类别	溶剂名 称	溶剂性质	年使用量 (吨)	VOC 回 收方式	VOC 销 毁方式	



表 9 有机液体储罐及装载信息表

储罐编号	储罐类型	体积（立方米）	高度（米）	直径（米）	存储液体成分	年进出料次数

装车站台编号	装载物料名称	装载方式	操作方式	年装载量（吨）	装载物料密度（kg/m ³ ）	油气回收技术

表 10 露天堆场信息表

编号	基本信息					运载信息		控制措施（多选）
	料堆类型	料堆材料	占地面积 （平方米）	最高高度 （米）	日常储存量（吨）	年物料运载车 次（车）	单车运载量 （吨/车）	

许昌市公共资源交易平台

E4333A0976F04F5EA7790C8F



表 2 2017 年规下工业企业调查表

一、企业基本信息															
企业名称*						所属行业*									
国民经济门类*				国民经济大类*		橡胶和塑料制品业		国民经济中类				国民经济小类			
企业联系人*						联系电话*									
组织机构代码				统一社会信用代码				年工业总产值（万元）				用电量（度）			
连续/间歇生产				生产月份				年生产天数				投产年份			
地址信息				县（区）*				镇（街道办）				村（街道办）		路、门牌号	
纬度*						经度*									
二、生产工段/工艺信息															
编号	产品及工艺信息						原料信息		燃料信息		治理措施		排放口高度（米）		
	所属排放源	产品类型	产品名称	年产量	产量单位	生产工段/工艺名称	原料名称	年消耗量	燃料名称	年消耗量	脱硫工艺	除尘工艺			
PC1	塑料														
PC2	塑料														

三、有机溶剂使用信息											
编号	所属排放源	溶剂使用工序	溶剂使用对应产品类型	溶剂使用对应产品名称	产量单位	年产量	溶剂类型	溶剂名称	溶剂性质（油性/水性）	年使用量（吨）	VOC 治理技术（多选）
RJ1											
RJ2											

四、锅炉信息								
编号	基本信息			燃料信息		治理措施		排放口高度（米）
	锅炉容量（吨）	投运时间(年/月/日)	关停时间(年/月/日)	燃料类型	年消耗量	脱硫工艺	除尘工艺	
GL1								
GL2								

五、露天堆场信息（料堆类型选择 1. 工业原料、2. 工业废弃物、3. 生活垃圾）								
编号	基本信息					运载信息		扬尘控制措施（多选）
	料堆类型	料堆材料	占地面积（平方米）	料堆高度（米）	日常存储量（吨）	单车运载量（吨）	年物料运载车次	
DC1								
DC2								

备注：

填表人：

手机号：

填表时间： 年 月

附件 4 面源部门调研调查表

表 1 分区县道路长度和类型调查表

区县	城市道路长度(KM)	道路类型
XX 区		快速路
XX 区		主干道
XX 区		次干道
XX 区		支路
XX 县		快速路
XX 县		主干道
XX 县		次干道
XX 县		支路

表 2 分区县乡镇人口数调查表

区县	常住人口	城镇人口	乡村人口



表 3 公路里程调查表

区县	公路 通车 总里 程	国道	省道	县道	乡道	专用 路	乡村 路	高速	一 级	二 级	三 级	四级	等 外 路	无 路 面 里 程

表 4 各区县散煤消耗量调查表

区县	城市散煤消耗量(吨)	农村散煤消耗量(吨)	合计(吨)



表 5 非工业锅炉调查表

区县	单位名称	锅炉蒸吨数	燃料类型	燃料消耗量	脱硫措施	脱硝措施	除尘措施

表 6 干洗企业调查表

区县	经度	纬度	企业名称	有机溶剂使用量	使用量单位	有机溶剂末端处理措施	处理效率



表 7 垃圾处理厂调查表

区 县	经 度	纬 度	垃圾处理厂名 称	垃圾填埋量(吨)	垃圾焚烧量(吨)	垃圾堆肥量(吨)

表 8 汽修企业调查表

区 县	详 细 地 址	经 度	纬 度	企 业 名 称	溶 剂 类 型	溶 剂 性 质	溶 剂 使 用 量	使 用 量 单 位	VOC 治 理 技 术 1	VOC 控 制 效 率 1	VOC 治 理 技 术 2	VOC 控 制 效 率 2	VOC 治 理 技 术 3	VOC 控 制 效 率 3

溶剂类型请选择：油漆/涂料、胶黏剂、稀释剂														
溶剂性质请选择：粉末、溶剂型、水性														
使用量单位填报千克														

表 9 污水处理厂调查表

县	经度	纬度	污水处理厂名称	污水处理量

表 10 油罐车调查表

区县	活动水平				油罐车保有量 (辆)	是否安装油气回收装置	油气回收装置	油气回收装置对 VOC 去除效率 (%)
	天然气运输量(万立方米)	原油运输量(万吨)	汽油运输量(万吨)	柴油运输量(万吨)				



表 11 农药施用调查表

区 县	活动水平 1（折百量）（万吨）							活动水平 2（折百量）（万吨）						
	杀 虫 剂	杀 螨 剂	除 草 剂	杀 菌 剂	杀 鼠 剂	植物 调节 剂	其 他	敌 敌 畏	氧 化 乐 果	氯 氰 菊 酯	百 草 枯	草 甘 膦	稻 瘟 净	多 菌 灵

表 12 氮肥施用调查表

县(县级市、 区、旗)	施肥面 积(亩)	土壤酸 碱度	温度(摄 氏度)	施肥 方式	全年施肥量(万吨)					
					尿 素	碳 铵	硝 铵	硫 胺	其它 氮肥	复合 肥



表 13 基本气象资料

区县	站名	观测时间	气温 4 次平均℃	本站气压 4 次平均 HPA	相对湿度 4 次平均%	20-20 降水量 MM	10 分钟 风速 M/S	日最大 风风速 M/S	日最大 风风向	云量

表 14 储油库信息调查表

县(县级市、区、旗)	储油库名字	活动水平			油气回收	
		原油储存量 (万吨)	汽油储存量 (万吨)	柴油储存量 (万吨)	回收方式	去除效率 (%)

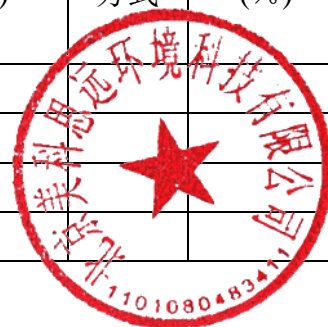


表 15 加油站信息调查表

县(县级市、区、旗)	加油站名称	活动水平		油气回收		经度	纬度
		汽油销售量 (万吨)	柴油销售量 (万吨)	回收方式	去除效率 (%)		

表 16 道路交通流量调查表

许昌市 2017 年度 XX 月城区典型路段 24 小时交通量调查表

所属道路	典型路段	小时	平均速度 (公里/小时)	汽车平均日交通量 (辆/时)													
				重型货车	中型货车	轻型货车	微型货车	大型客车	中型客车	小型客车	微型客车	三轮汽车	低速货车	公交车	出租车	普通摩托	轻便摩托
甲	城市快速路	1	1	2	3	4	5	6								7	8
	城市主干道	2															
	城市次干道	...															
	支路	24															

说明：1 统计时间要求：xx 年 1 月至 12 月，逐月填报（每月选工作日、非工作日各一天，提供 24 小时交通量）。

1. 统计范围要求：地级市辖区城市快速路、主干道、次干道、支路，各 5 条。

表 17 天然气消耗量调查表

序号	县区名称	销售总量（万方）
合计		

表 18 施工工地占地面积调查表

区县	施工工地占地面积	单位：平方米
备注：施工工地包括建筑施工工地和道路施工工地		



表 19 工程机械调查表

公司名称	地址	机械类型	保有量 (辆)	燃油消耗量 (吨)	安装尾气处理装置情况
备注：施工工地包括建筑施工工地和道路施工工地					

表 20 交通运输企业调查表

公司名称	地址	车辆类型	保有量 (辆)	燃料类型	燃油消耗量 (吨)	安装尾气处理装置情况



附件 5 PM_{2.5} 中流量采样记录本

PM_{2.5} 中流量采样记录本

许昌市公共资源交易平台投标专用
E4333A0976F04F5EA7790C8F3CE43015

XX 年 XX 月



PM_{2.5} 中流量采样记录表

(如遇恶劣天气, 请延迟一天采样)

◆ 样品编号: XXPM2.5-Q20190320-1

开始日期 (月/日)	开始时间 (时:分)	结束日期 (月/日)	结束时间 (时:分)
累积体积	标况体积	累计时间	平均温度
备注: 采样中, 如有特殊情况 (下雨, 仪器坏了等), 请写明。			

◆ 样品编号: XXPM2.5-Q20190320-2

开始日期 (月/日)	开始时间 (时:分)	结束日期 (月/日)	结束时间 (时:分)
累积体积	标况体积	累计时间	平均温度
备注: 采样中, 如有特殊情况 (下雨, 仪器坏了等), 请写明。			

附件 6 PM₁₀ 中流量采样记录本

PM₁₀ 中流量采样记录本

许昌市公共资源交易平台投标专用
E4333A0976F04F5EA7790C8F3CE43015

XX 年 XX 月



PM10 中流量采样记录表

(如遇恶劣天气, 请延迟一天采样)

◆ 样品编号: XXPM10-Q20190320-1

开始日期 (月/日)	开始时间 (时:分)	结束日期 (月/日)	结束时间 (时:分)
累积体积	标况体积	累计时间	平均温度
备注: 采样中, 如有特殊情况 (下雨, 仪器坏了等), 请写明。			

◆ 样品编号: XXPM10-Q20190320-2

开始日期 (月/日)	开始时间 (时:分)	结束日期 (月/日)	结束时间 (时:分)
累积体积	标况体积	累计时间	平均温度
备注: 采样中, 如有特殊情况 (下雨, 仪器坏了等), 请写明。			

