

招标内容及要求

在空气质量管理决策支持技术体系中，构建准确、完整、更新及时的大气污染物排放清单，摸清不同污染物的排放情况、分析其污染排放特征、识别大气污染关键来源是提升陕西省空气质量预报和大气污染预警准确性、研究陕西省大气污染的成因、开展区域污染防控及过程应对以及评估污染控制措施效益的必要数据支持和技术支撑，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基础和依据。当前陕西省的大气污染源排放清单主要根据全省第二次全国污染源普查数据建立，在污染源和组分覆盖、时间和空间表征精度、质量评估与校验等方面还存在很大不足，难以支撑陕西省空气质量预报和大气污染精准防控。

以关中地区（西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川、杨凌和韩城）为重点区域，在充分调研和厘清本土重要污染源排放特征和基础数据现状的基础上，通过本土源排放测试补充基础排放数据不足，结合“自下而上”或“自上而下”两种方式，定量表征各类污染源排放量，建立陕西省高精度大气污染源基准年组分排放清单，并通过严格的校验与评估来保障清单的后续应用效果。

通过以上工作，预期能够建立陕西省最新基准年高时空精准、高质量的大气污染源组分排放清单和模式清单，组分覆盖和时空精度能够满足支撑空气质量精准模拟、PM_{2.5}和臭氧二次污染精深分析、统筹制定各城市大气污染物排放与减排指标、指导关中地区排放源管控方向以及联防联控的需要，有望形成陕西省大气污染源排放清单的编制工作机制、逐年升级计划与更新机制，通过持续更新，形成省级业务化的排放清单产品。

1. 大气污染源活动水平调研

结合现场调查、访谈（正式和非正式）、会议和网络查询等调研方式，通过资料调研、部门走访调研、现场调查和入户调研等手段，开展陕西省关中地区大气污染源现状（包括活动水平数据、时间和空间表征数据等）以及重点区域、重点行业、重点污染源现状情况调查，梳理陕西省近年来发布的大气污染防治政策以及实施的工程减排等策略，获取陕西省关中地区 GDP、能源消费类信息、人口、机动车保有量、工业企业活动水平、重要工业行业的治理情况、居民取暖供能的燃料使用情况、典型道路机动车流量和车型分布以及关中各市环境统计等排

放基础数据，其中活动水平数据需要覆盖 2017-2021 年；针对不同大气排放源清单的建立需求，对获取的数据进行分析与处理。

2. 重点行业企业现场调查

根据陕西省 2022 年重污染应急减排清单显示，关中地区约有超过 1 万家涉气企业，重点行业企业约 3400 家，在线监测企业 460 家，涉及的重点行业类型包括电力、钢铁、水泥、炼油、焦化、煤化工、砖瓦、陶瓷、供热等。基于应急减排清单的污染物排放统计，颗粒物主要来源于水泥、砖瓦、电力等行业，二氧化硫主要来源于电力行业，氮氧化物主要来源于水泥、电力、焦化等行业，挥发性有机物主要来源于石化、化工、钢铁、焦化、工业涂装等行业。同时考虑上述行业的减排潜力、减排时效等因素，本项目拟选择煤化工、钢铁、焦化和工业涂装行业作为重点行业对象，从中筛选具有代表性的各类型企业进行实地调查、现场监测，获取第一手资料。工作内容包括：1) 对典型企业进行现场核查，从物料储存、物料转移和输送、工艺过程、设备与管线组件、敞开液面等环节开展现场核查工作，进行企业合规性检查，结合绩效评级标准，指出问题点；2) 利用必要监测手段开展监测，可视化、定量化分析污染特征；3) 组织行业顶尖专家开展把脉问诊，剖析重点行业存在的典型问题、与先进企业和标准的差距，提出减排建议。

3. 本土成分谱数据集建立

收集近年来国内尤其是在西北地区测试建立的挥发性有机物（VOCs）成分谱，分析溶剂使用源、机动车、扬尘源、工艺过程源、固定燃烧源等关中地区重点排放源的成分谱现状与不足；选择关中地区本地 VOCs 成分谱缺失或者含氧 VOCs 组分缺失的重要源和行业，开展重点排放源和行业的 VOCs 排放源测试，获取包括 OVOCs 等 120 多种 VOCs 组分在内的成分谱信息，融合国内外已有的成分谱数据，构建能够反映陕西省关中地区源排放特征的 VOCs 成分谱数据集，并建立响应的空气质量模式气溶胶和臭氧前体物物种谱，为优化陕西省空气质量模式预报提供科学支撑。

4. 基准年组分排放清单建立

以 2021 年为基准年，编制陕西省关中地区高精度大气污染源基准年组分排放清单；清单编制方法以自下而上方式为主，自上而下方式为辅，其中固定燃烧源、工业过程源和机动车等重要排放源使用自下而上方法；组分排放清单覆盖陕

西关中地区五市两区（西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川、杨凌和韩城）；污染物至少涵盖： SO_2 、 NO_x 、 CO 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及其组分、BC、OC、VOCs及组分（含OVOCs组分）、 NH_3 污染物以及包括 CO_2 、 N_2O 和 CH_4 在内的温室气体；污染源至少涵盖：电厂、工业燃烧、民用燃烧、非道路移动源、机动车、有机溶剂使用源、扬尘源、农牧源、工业过程源、存储与运输源、生物质燃烧源、天然源及其他排放源；其中天然源采用MEGAN模型进行计算，通过更新植被利用类型、叶面指数和排放因子优化MEGAN模型；污染物排放因子要求优先采用国家排放源清单技术指南公布的和近年来国内外研究学者公开发表的污染源排放因子。

5. 2017-2021 年历史趋势排放清单建立

基于收集的历史污染源活动水平数据变化、宏观社会发展以及实施的控制措施方案等资料，梳理出关键的措施应用范围及污染物去除效率，重点分析关中各污染源的活动水平变化及控制措施应用效果，结合以上建立的2021年陕西省关中地区基准组分排放清单，考虑排放因子的动态变化，建立陕西省关中地区2017-2021年人为源历史趋势排放清单，并采用站点或卫星观测数据进行趋势校验；根据建立的人为源排放源清单，分别从污染物和污染源结构两方面探讨关中地区排放趋势清单的排放变化特征，并选取有代表性的污染源及污染物分析其时间及空间尺度上的变化差异。

6. 模式 Model-ready 排放清单建立

为进一步提高排放清单的时空精度，利用POI数据、环统数据中的经纬度信息，将规模以上工业源排放的点源化率提升至>90%，利用最新的土地利用类型、夜间灯光强度、卫星柱浓度和拥堵系数等数据，优化建立面源和交通源排放空间特征；获取基准年城市各行业的月活动水平数据，结合气象因子构建多源时间分配系数，优化关中地区重要排放源时间特征；建立覆盖多机制的PM和VOCs（含OVOCs）物种谱，其中气溶胶机制包括AE5和AE6，VOCs机制包括CB05、CB06、SAPRC07、CBM-Z和RADM2等；基于源分类差异化的时间谱、空间谱和物种谱，对2021年陕西省排放清单进行模式网格化处理，构建与空气质量模式匹配的陕西省网格化和model-ready排放清单，满足空气质量模拟和数值预报的需求，其中空间分辨率为3km，时间分辨率可以精确到月、日、小时。

7. 基准年组分排放清单的QA/QC、不确定性分析与评估

制定全面的排放源清单质量保证/质量控制（QA/QC）计划，对各个排放源

数据收集、处理和估算流程进行审核，形成书面的排放源清单质量保证/质量控制报告；利用模型输入定量不确定性分析、排放总量不确定性分析和重要不确定性源识别等方法，开展不同大气污染源、不同污染物、重点行业及关键污染物排放量的不确定性分析，并分析其来源；采用排放源清单横向比较、排放源清单的趋势校验和模型验证等多种方法综合评估 2021 年基准年组分排放清单的合理性。

8. 关中地区重点源动态排放清单建立与快速更新

以关中地区（西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川、杨凌）为重点区域，以 VOCs 排放重要行业（化工、焦化、工业涂装等）、颗粒物及前体物排放重要行业（火力发电、水泥、砖瓦、玻璃、钢铁等）以及生物质开放燃烧为对象，结合 CEMs、用电量、工况监测数据和卫星反演火点数据等，建立污染源排放的快速更新方法，进而快速建立陕西关中地区重要工业行业动态排放清单和生物质开放燃烧动态排放清单，规模以上企业排放和生物质开放燃烧均实现延后 1 天快速更新。

8.1 重要工业行业动态排放清单建立与快速更新

1.1.1 重要 VOCs 排放行业：以化工、焦化、工业涂装等为主要研究对象，重点分析自下而上基准年工业年度排放清单、用电量数据、以及产品产量和原辅料使用月统计数据的关系，构建重要行业排放与特征参数的响应模型，集合基于气温的 VOCs 排放因子修正，建立重要行业排放的快速更新技术及相应的动态排放清单；空间分辨率精准到规模以上重要企业，时间分辨率精准到小时；对于规模以上重要企业，优先利用用电量数据进行动态更新，更新频率不低于 1 天；对于缺失用电量的企业，利用产品产量或原辅料使用量等月统计数据，进行行业差异化的每月动态更新，在此基础上利用行业排放时间特征谱进行每天更新。

1.1.2 重要颗粒物及前体物排放行业：以火力发电、水泥、砖瓦、玻璃、钢铁等为主要研究对象，根据多源大数据与重要行业排放的匹配关系，结合自下而上基准年工业排放清单、CEMs 在线观测等数据，建立重要行业排放与特征参数的响应模型、以及基于 CEMs 在线观测的行业排放时间特征谱（日和小时）；建立重要行业排放的快速更新技术及相应的动态排放清单，空间分辨率精准到重要规模以上企业，时间分辨率精准到小时；对于规模以上重要企业排放，优先利用 CEMs 或者用电量数据进行每天自动表征与更新；对于缺失在线监测数据，利用产品产量、能源消耗量等月统计数据，进行每月动态更新，在此基础上利用行业排放时间特征谱进行每天更新。

8.2 生物质开放燃烧动态排放清单建立与快速更新

通过融合至少 3 颗不同卫星监测火点数据（包括 MODIS、VIIRS 和 Himawari-8 等）以及陕西省本地生物质开放燃烧监控平台，建立陕西省生物质开放燃烧排放快速更新技术及相应的动态排放清单，空间分辨率不低于 3km，时间分辨率不低于 1 小时，动态更新频率不低于 1 天，清单区分森林火灾和秸秆开放燃烧；为保证清单的可靠性，优先采用本土的生物质开放燃烧排放因子，并通过统计不同年份相同时段的辐射功率以及排放数据，结合气象降水等参数，逐网格探索排放、辐射功率潜在关系，构建区域差异化的生物质开放燃烧排放与辐射功率响应关系模型。

9、关中地区高精度大气污染源基准年组分排放清单建立与动态更新成果要求

1) 提供陕西省关中地区大气污染源活动水平调研数据、重点行业企业现场调研数据和时空表征调研数据，其中活动水平调研覆盖 2017-2021 年的 GDP、能源消费类信息、人口、机动车保有量、工业企业活动水平、重要工业行业的治理情况；

2) 以 Excel 表格式提供陕西省本土 VOCs 成分谱和物种谱数据集，数量不少于 80 条，VOCs 物种不少于 300 种，物种谱机制要求包括 CB05、CB06、SAPRC07、CBM-Z 和 RADM2；

3) 以 Excel 表格式提供 2021 年陕西省关中地区（覆盖五市两区）高精度大气污染源基准年组分排放清单数据及时空特征相关数据，面源数据能够区分不同市区和污染源（精细到二级源分类）的排放信息，点源数据能够区分主要企业的排放信息，污染物涵盖 SO_2 、 NO_x 、CO、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及其组分、BC、OC、VOCs 及组分（含 OVOCs 组分）、 NH_3 污染物以及包括 CO_2 、 N_2O 和 CH_4 在内的温室气体，二氧化硫不确定性在 $\pm 25\%$ 以内，氮氧化物和一氧化碳不确定性在 $\pm 50\%$ 以内，其他污染物不确定性在 $\pm 100\%$ 以内；时空特征相关数据能够匹配到二级源；

4) 以 NetCDF 格式提供 2021 年陕西省关中地区（覆盖五市两区）模式 Model-ready 网格化排放清单数据，涵盖天然源，垂直层不少于 18 层，满足 CMAQ 等空气质量模式模拟和数值预报的需求，数据的空间分辨率为 3km，时间分辨率为 1 小时，工业源排放的点源化率 $>90\%$ ；

5) 以 Excel 表格式提供 2017-2021 年陕西省关中地区（覆盖五市两区）趋势排放清单数据，污染物至少覆盖 SO_2 、 NO_x 、CO、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、BC、OC、VOCs、 NH_3

污染物以及包括 CO₂、N₂O 和 CH₄ 在内的温室气体，源分类精细到二级源；

6) 以 CSV 格式提供关中地区重要 VOCs 和颗粒物排放行业的动态排放清单数据集，以 CSV 格式提供关中地区生物质开放燃烧源动态排放清单数据集，数据集的时间分辨率均为 1 小时，至少覆盖 SO₂、NO_x、CO、PM₁₀、PM_{2.5}、VOCs、NH₃ 污染物以及包括 CO₂、N₂O 和 CH₄ 在内的温室气体；

7) 提供的 2021 年基准年排放清单和趋势排放清单数据能够导入到排放源清单管理系统；

8) 提交《陕西省重点行业企业现场调研分析报告》、《陕西省关中地区组分排放清单 QA/QC 和不确定性分析报告》、《陕西省关中地区污染源排放清单建立、组分特征及趋势分析报告》和《陕西省关中地区重点源动态排放清单建立与分析报告》；