ICS

DB

陕　西　省　地　方　标　准

DB 61/ XXXXX—XXXX

环境空气臭氧预报技术指南

Technical guide for ozone prediction of ambient air in Shaanxi Province

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

陕西省市场监督管理局　　发 布

目 次

前　　言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 预报方案 2
5 一般工作流程 2
6 模式臭氧预报 3
7 模式臭氧预报结果优选 3
8 人工订正 4
9 预报会商 5
10 预报工作评估及案例分析 5
11 信息记录和上报 6
附 录 A（资料性）陕西省臭氧预报背景资料 7
附 录 B（资料性）预报会商纪要表 9

前　　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由陕西省生态环境保护厅提出。

本文件由陕西省生态环境保护标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：陕西省环境监测中心站、中科三清科技有限公司。

本文件主要起草人：吕婧 杨震 吴卫东 刘旗龙 曹磊 高飞 李毅辉 徐衡 许依蕾 高研芬 郭晋君 陈静 张淳 尚宇 郑龙

本文件为首次发布。

本文件由陕西省环境监测中心站负责解释。

联系信息如下：

单位：陕西省环境监测中心站

电话：029-85429112

地址：陕西省西安市雁塔区西影路106号

邮编：710054

环境空气臭氧预报技术指南

1 范围

本文件规定了环境空气臭氧预报方案、一般工作流程、模式臭氧预报与结果优选、人工订正、预报会商、预报工作评估、案例分析、信息记录及报送。

本文件用于指导和规范业务化的环境空气臭氧预报工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）其有效版本适用于本文件。

GB 3095 环境空气质量标准

HJ 633 环境空气质量指数（AQI）技术规定

HJ 1130 环境空气质量数值预报技术规范

3 术语和定义

3.1

环境空气臭氧预报 Ozone forecasting of ambient air

基于近地面臭氧形成特点，结合区域臭氧前体物排放及臭氧形势特点，对环境空气中的臭氧浓度、时空变化进行预报，预测城市和区域环境空气臭氧状况和潜在污染过程，为群众日常生活和生产活动提供指导和服务，为管理部门臭氧污染防治采取应对措施提供科学依据。

[来源：《环境空气预报预警方法技术指南》（第二版）第四十八章第一节，有修改]

3.2

环境空气质量数值预报 Numerical forecasting of ambient air quality

以大气动力学理论为基础，结合排放源清单，建立大气污染物浓度在空气中的输送扩散数值模型，借助计算机定量预报大气污染物浓度及其动态区域分布，同时还可用于污染来源追踪与分析。

[来源：《环境空气预报预警方法技术指南》（第二版）第四十八章第一节，有修改]

3.3

环境空气质量统计预报 Statistical forecasting of ambient air quality

以大气污染物与气象观测资料为基础，将历史上的污染物浓度数据及同期气象资料（如风速、风向、温度、湿度等气象因子）利用统计方法进行数学分析，建立具有一定可信度的统计关系或数学模型，利用该关系对未来大气污染物浓度进行预报。

[来源：《环境空气预报预警方法技术指南》（第二版）第四十八章第一节，有修改]

3.4

天气形势　Synoptic situation

指天气系统在天气图上的分布特征及其所表示的大气运动状态，又称环流形势或气压形势。

[来源：《环境空气预报预警方法技术指南》（第二版）第四十八章第三节和《天气学原理和方法》中第五章 5.1，有修改]

3.5

位势高度　Geopotential height

以单位质量的物体从海平面上升到某高度克服重力所作的功来表示的。在气象学中，为了理论计算和应用的方便，等压面上各个不同地点的高度不采用一般的几何高度，而采用位势高度。

[来源：《环境空气预报预警方法技术指南》（第二版）第四十八章第三节]

4　预报方案

4.1　内容

包括预报时限、预报人员、预报时长、上报公开途径、会商、预报产品要求等。

4.2　基本要求

4.2.1　预报时限

通常每日10时前完成。重大活动或特殊过程的臭氧预报依据省、市相关时限要求。

4.2.2　预报人员

至少2人以上，主副班制。

4.2.3　预报时长

应不少于7天。

4.2.4　报送及公开途径

根据省、市相关要求按时按需报送、公开。

4.2.5　会商

明确会商流程、会商对象、会商时间及频次、会商内容、会商方式要求等内容。重大活动或特殊过程的臭氧预报依据省、市相关要求开展。

4.2.6　预报产品要求

4.2.6.1　预报产品包括臭氧小时浓度（O_3_1h）、臭氧日浓度最大 8 小时滑动平均值（O_3_8h）、臭氧的空气质量分指数（IAQI）、臭氧等级。

4.2.6.2　预报产品时长为24小时、48小时、72小时、168小时等，一般不少于72 h。

4.2.6.3　预报产品时间分辨率为1小时、3小时、6小时、12小时、24小时。

4.2.6.3　重大活动或特殊过程依据省、市相关要求。

5　一般工作流程

一般工作流程主要包括模式臭氧预报及结果优选、人工订正、预报会商、预报工作评估及案例分析等。具体工作流程见图1。

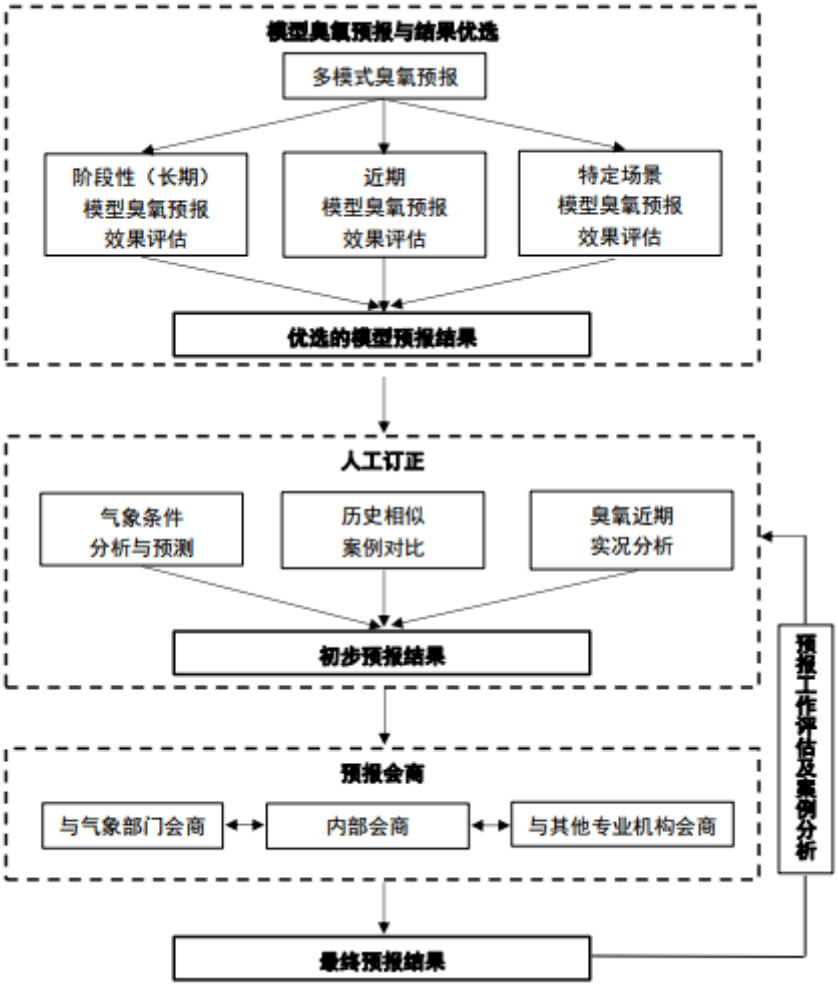

图1 一般工作流程图

6 模式臭氧预报

模式臭氧预报包括统计模式臭氧预报和数值模式臭氧预报，是开展臭氧预报工作的基础。应选择至少3个较为完整反映臭氧及其前体物排放、平流扩散、干湿沉降、化学反应等理化过程的第三代环境空气质量模式如中科院大气物理所的NAQPMS、美国的Model-3/CMAQ模式、WFR-chem模式、CAMx模式等），同时数值预报模式需不定期的对污染源排放清单数据进行本地化更新或采用动态更新的污染源清单数据。

7 模式臭氧预报结果优选

7.1 模式预报效果评估

对各空气质量预报模式的臭氧预报结果及相对应时间段的实测结果给出定量关系和评价，包括阶段性（长期）、近期及特殊场景下臭氧预报效果评估等。

7.1.1 阶段性（长期）模式臭氧预报效果评估

对建模以来最近一次调优后或历史同季节的模式臭氧预报结果进行评估。

7.1.2 近期模式臭氧预报效果评估

对近期（2-4周）的模式臭氧预报结果进行评估。

7.1.3 特定场景模式臭氧预报效果评估

对特定场景（特定时段、特定区域、特定气象条件和特定污染级别等）下的模式臭氧预报结果进行评估。

7.1.4 评估对象

GB 3095中确定的臭氧日最大8小时滑动平均值（O_3_8h）。

7.1.5 评估方法

参照HJ 1130对预报结果进行评估。

7.1.6 评估时效

对预报模式提前24小时、48小时、72小时、168小时等臭氧预报结果分别进行评估。

7.2 模式预报结果优选

根据7.1.1、7.1.2、7.1.3模式臭氧预报效果的评估结果，选择预报效果最佳的2-3个模式臭氧预报结果作为参考。

8 人工订正

具有良好预报经验的预报员通过分析未来相关气象条件变化得出臭氧污染潜势，采用相似案例比对的方法，结合历史和近期臭氧污染规律，确定模型预报结果可否接受，对不可接受的预报结果进行人工修正，形成初步预报结果。

8.1 人工订正工作条件

8.1.1 预报工作人员

应熟悉待预报城市的臭氧污染规律（见附录A.1）、不同气象条件下臭氧等级分布规律（见附录A.2）、典型臭氧案例特征（见附录A.3）、地形地貌特征、臭氧前体物污染源排放情况等背景资料及臭氧预报流程，具有良好的臭氧预报经验，可独立开展臭氧预报工作。

8.1.2 数据资料

应具有待预测城市及周边臭氧及其前体物实况监测数据、气象实况及预测资料、臭氧相关污染物排放源资料等臭氧预报相关分析资料。

8.2 气象条件分析与预测

8.2.1 气象条件分析

分析至少三个国际主流气象机构两个主要时次的气象预报产品，明确臭氧生成和扩散传输的潜势并初步判定臭氧污染等级。

8.2.1.1 500hPa 和 700hPa 位势高度演变决定了云和降水的生成、发展，影响臭氧前体物的湿清除和到达低层紫外线强度等。重点分析 500hPa 和 700hPa 高空槽和脊的发展变化，明确待预报区域云和降水的天气特征，得出未来一段时间的臭氧生成的潜势。

8.2.1.2 850hPa 位势高度重点分析风速、风向、温度和相对湿度的变化。风速、风向和温度决定大气边界层的垂直扩散和水平传输能力，相对湿度决定大气边界层内的干湿状况，明确臭氧生成和扩散传输的潜势。

8.2.1.3 综合 8.2.1.1 和 8.2.1.2，预判未来一段时间待预报城市天气类型，结合该城市不同天气类型下臭氧等级分布规律（见附录 A.2），初步判定臭氧污染等级。

8.2.1.4　分析 925hPa 位势高度和地面气压场，明确大气控制形势的强度。低压系统通常导致不稳定天气，云量增多，常出现阴雨天气，不利于臭氧生成；而高压系统控制时以晴好天气为主，利于臭氧生成。重点分析地面温度、相对湿度及风速等气象因子演变，根据臭氧生成与温度呈正相关，与相对湿度、气压和风速呈负相关的规律，结合待预报城市不同气象因子下臭氧等级分布规律（见附录 A.2），最终判定未来一段时间的臭氧生成潜势及污染等级。

8.3 历史臭氧相似案例对比

以历史臭氧案例为基础，从主导天气形势及气象影响因素等方面进行比对分析，分析相似主导因素下城市臭氧污染水平的变化趋势特征，为臭氧预报提供参考，初步确定臭氧日浓度（O_3_8h）。

8.4 近期臭氧实况分析

分析近2-4周内的臭氧实况，在臭氧污染机理不明和前体物源清单缺失的现状下，把握近期的臭氧污染情况。通过气象条件对比，进一步修正臭氧日浓度，最终确定臭氧预报结果。

9　预报会商

9.1 会商形式

包括空气质量预报部门内部成员会商、部门间会商、与气象或其他专业机构会商等。

9.2 会商方式

包括团队讨论、电话会商、视频会商、邮件会商、QQ会商、微信会商等。

9.3 会商内容

包括臭氧及前体物浓度实况、气象条件与污染潜势、污染范围和预报结果等。

9.4 会商纪要及会商档案

会商结束后形成会商纪要，建立会商档案。

9.4.1 会商纪要

包括会商参与单位及人员、会商时间及地点、会商方式、各工作组汇报内容及形式、会商结果（会商纪要表见附录B）等内容。

9.4.2 会商档案

包括各部门发言资料、会商纪要表等。

10　预报工作评估及案例分析

10.1 预报工作评估

主要依照《环境空气质量预报成效评估方法技术指南》和《环境空气质量数值预报技术规范》（HJ1130-2020）中的相关技术方法，通过对预报过程的回顾和结果对比，对臭氧日浓度（O_3_8h）进行评估。分析目标区域臭氧生成、转化、消减、去除过程，找出预报结果与实测结果差异的原因，并对造成偏差的原因进行分类，形成评估总结，完善相关记录，对特殊污染过程或重大偏差进行定期或不定期内部交流、讨论。

10.2 案例分析

10.2.1　针对历史案例开展气象场类型分类、成因研判、来源分析、过程推演及相似案例比较等方面，满足入库条件或者通过分析认为可以入库的，输入案例库，补充完善臭氧基础案例库。

10.2.2　臭氧基础案例库主要包括案例的气象要素、天气分型、环境空气质量六参数及臭氧前体物等相关污染物的日、小时浓度。案例分析包括臭氧污染时序演变、空间分布（全国、区域、全省及站点）、天气形势、要素分析、前体物组分分析、关联分析、溯源分析、轨迹分析、预报记录、会商等内容。

11　信息记录和报送

信息记录根据实际情况制定预报值班日志记录，内容应包含但不限于：值班人员、预报时间、预报前7天空气质量情况、历史同期前后一周空气质量情况、气象条件分析结果、初步预报结果、会商情况（会商各方意见）、最终预报结果和实测结果等。

信息报送按照各地区相关要求执行。

附 录 A
（资料性）
陕西省臭氧预报背景资料

A.1 陕西省臭氧污染规律

陕西省臭氧污染规律包括臭氧浓度、污染级别及臭氧作为首要（超标）污染物天数的月变化特征和小时浓度的日变化特征。

A.1.1 月变化特征

陕西省臭氧月浓度分布特征呈单峰型，月浓度峰值出现在6-8月，轻度及以上污染天集中分布在6-8月，以臭氧作为首要（超标）污染物集中出现的月份为4-9月。

A.1.2 日变化特征

陕西省臭氧小时浓度日变化趋势呈单峰型，14：00到17：00易出现峰值。

A.2 陕西省各市不同气象条件下臭氧等级分布规律

A.2.1 不同气象因子条件下臭氧等级分布规律

a）温度

关中和陕北地区，日均气温小于20℃时，臭氧等级以优良为主；介于20-25℃之间时，臭氧等级以优良为主，出现少量轻度污染；大于25℃时，臭氧等级以良至轻度污染为主，出现少量中度污染。其中臭氧轻度污染，介于25-30℃之间占比较少，大于30℃时占比增多。

陕南地区，日均气温小于25℃时，臭氧等级以优良为主，其中优占比较多；大于25℃时，臭氧等级以良为主，出现少量轻度污染。

b）相对湿度

日均相对湿度小于70%时，臭氧等级以良至轻度污染为主，个别城市出现中度或重度污染；大于70%时，臭氧等级以优良为主。

c）气压

日均气压值越高，臭氧等级越低；反之，日均气压值越低越容易出现中度或重度污染。

d）风速

日均风速越小，轻度及中度污染天占比越大；反之，日均风速越大，优良天占比越大。

A.2.2 不同天气类型条件下臭氧等级分布特征

a）雨

受降雨天气影响，臭氧等级以优良为主，个别城市会出现轻度污染。

b）阴

阴天，臭氧等级以良为主，个别城市会出现轻度污染。

c）多云和晴

多云天和晴天，多云天的臭氧超标（轻度及以上污染）天多于晴天。

关中各市及榆林臭氧等级以良至轻度污染为主，个别城市会出现中度及以上污染。陕南各市及延安臭氧等级以良为主，会出现少量轻度污染。

A.3 典型案例预报要点

A.3.1 臭氧优等级案例气象因子特点

关中地区日均气温、日最高气温、日相对湿度和日均风速分别介于16-25℃、21-31℃、53-86%和1.2-2.6m/s时，出现臭氧优级天的几率较大。陕北地区日均气温、日最高气温、日均相对湿度和日均风速分别介于14-23℃、20-29℃、35-78%和1.6-3.1 m/s时，出现臭氧优级天的几率较高。陕南地区日均

气温、日最高气温、日均相对湿度和日均风速分别介于18-27℃、23-33℃、62-83%和1-1.8 m/s时，出现臭氧优级天的几率较高。

A.3.2 臭氧中度及以上污染案例气象因子特点

关中中东部城市，当日均风速小于2.4m/s、日均气温大于28℃、日最高气温大于34℃和日均相对湿度小于60%时，出现中度及以上污染的风险加大；关中北部的铜川市和陕北的榆林市，当日均风速小于3.8m/s、日均气温大于20℃、日最高气温大于25℃和日均相对湿度小于58%时，出现中度及以上污染的风险加大。

附 录 B
（资料性）
预报会商纪要表

会商时间	
会商地点	
会商方式	
会商部门	
参会人员/专家组成员 （重大活动保障）	
会商内容	
历史空气质量 回顾和现状	
各部门（个人）意见	
会商总结	
会商建议 （重大活动保障）	/
预报组组长签字 （重大活动保障）	/
专家组组长签字 （重大活动保障）	/

《环境空气臭氧预报技术指南》

编制说明

（征求意见稿）

陕西省环境监测中心站

二〇二一年十一月

项目名称：环境空气臭氧预报技术指南（征求意见稿）

项目统一编号：SDBXM 41-2020

承担单位：陕西省环境监测中心站 中科三清科技有限公司

编制组主要成员： 吕婧 杨震 吴卫东 刘旗龙 曹磊 高飞 李毅辉 徐衡 高研芬 许依蕾 郭晋君 陈静 张淳 尚宇 郑龙

目录

1.项目背景.....1
1.1 任务来源.....1
1.2 工作过程.....1
1.2.1 成立标准编制组.....1
2.标准编制的必要性.....2
2.1 臭氧污染防控的形势发展需要.....2
2.2 国家及陕西省政策对环境空气预警预报的要求.....3
2.3 臭氧预报存在的问题.....4
2.4 陕西省环境空气臭氧预报现状.....5
3.国内外预报相关技术方法研究.....6
3.1 国外相关标准情况.....6
3.2 国内相关标准情况.....6
3.3 创新说明.....7
4.采用的原则、方法和技术路线.....7
4.1 采用的原则.....7
4.2 采用工作方法和技术路线.....7
5.标准研究内容.....8
5.1 适用范围.....8
5.2 规范性引用文件.....8
5.3 术语和定义.....9
5.4 模式臭氧预报及结果优选.....10
5.5 臭氧预报实例.....12
5.6 臭氧预报背景资料分析.....18
6.其它实验（或验证）情况分析.....28
7.知识产权说明.....28
8.其他应予以说明的事项.....28

环境空气臭氧预报技术指南

编制说明

(征求意见稿)

1. 项目背景

1.1 任务来源

2020 年 6 月，根据陕西省市场监督管理局《关于下达 2020 年第二批地方标准制修订项目计划的通知》（陕质监标函〔2020〕606 号），下达了《陕西省环境空气臭氧预报技术指南》标准制修订项目任务，项目统一编号为 SDBXM 41-2020。项目承担单位：陕西省环境监测中心站。

1.2 工作过程

1.2.1 成立标准编制组

2020 年 1 至 3 月，编制组根据计划通知，结合陕西省实际情况对任务进行调研分析和研究。同时综合分析国内外有关臭氧预报技术资料和研究成果，及编制组多年的臭氧预报实践经验，确定了本指南制定的技术路线和分工，并在此基础上完成了指南申请书和草案。

2020 年 6 月，陕西省环境监测中心站接到此项标准制修订任务后，立即成立了由我站空气质量预测预报中心及地市生态环境监测站专家组成的标准编制组，承担此项标准的研究制定工作。

1.2.2 完成标准初稿

2020 年 7 月至 8 月，陕西省环境监测中心站组织召开了规范开题报告编制研讨会，根据指南草案内容对指南开题报告初稿进行深入研讨，提出修改意见。编制组针对修改意见，开展新一轮的调研和资料收集工作，进一步完善了技术指南草案和开题报告初稿。

2020 年 9 月，陕西省生态环境保护厅召开指南的开题论证会，建议进一步完善技术路线。

2020 年 10 月至 2020 年 12 月，编制组结合开题论证会的会议意见，修改完善技术路线。再次开展调研和资料收集工作，同时对臭氧预报人工经验可量化部分进行进一步的量化

和半量化分析。

2021 年 1 月至 8 月，陕西省基于环境空气质量模型的臭氧预报技术指南编制说明初稿编写完成。

1.2.3 征求意见、完善标准

2021 年 9 月至 10 月，陕西省环境监测中心站组织开展指南的技术论证会，并按照专家意见进行了完善。2021 年 11 月陕西省生态环境厅组织召开了技术指南审查会，技术指南编制组根据审查会意见，进行了完善和修改。

2. 标准编制的必要性

2.1 臭氧污染防控的形势发展需要

（1）污染问题凸出

随着城市化进程的不断加快，环境空气臭氧污染尤其是近地面臭氧污染日益严重，已经成为困扰我国经济快速发展的主要环境问题之一。2019 年，全国 337 个地级及以上城市细颗粒物（$PM_{2.5}$）浓度降至 36μg/m^3，臭氧浓度却在近四年上涨了 21%。2017 年至 2019 年，陕西省 50%的城市臭氧年浓度超过了国家空气质量标准（GB3095-2012）中二级空气质量标准限值，在 337 个城市臭氧年浓度排名中均处于倒数 100 名之内。2019 年臭氧年浓度（第 90 百分位数浓度）为 161μg/m^3，超过了空气质量标准限值（160μg/m^3），同比上升 1.3 个百分点，臭氧问题亟需整治。

（2）污染治理难，预报因素多

陕西省各级政府针对臭氧污染问题，陆续颁布并实施了一系列臭氧污染防控的政策措施，但臭氧污染情况改善依然较难。前体物排放来源多，控制环节多，加之臭氧污染机理复杂，影响因素较多，且影响因素变化快、幅度大，同时不同区域臭氧生成，传输条件不同，精准预报难度大，同时颗粒物浓度的下降在一定时间内导致臭氧生成条件变得成熟，导致臭氧浓度变化，前体物及生成条件的复杂多变导致预报的不确定性增加。致使各级政府难以制定有针对性的臭氧污染防控措施。

（3）环境空气质量预报科学有效服务污染防治与治理

环境空气质量预报是将环境空气质量集合气象、污染源等信息通过一定的科学规律和算法相结合，对痕量气体、气溶胶等多种大气污染物在城市、区域、全球尺度下的不同类型污染过程进行模拟预测研究，为当前城市及区域污染防控与治理提供有力技术支撑。目前，国外臭氧预报模式主要有数值预报、统计预报两种方法。而国内臭氧污染预报缺乏统

一的技术指南，不能规范预报技术。因此，制定基于环空气质量模式的臭氧预报技术指南有必要意义。

2.2 国家及陕西省政策对环境空气预警预报的要求

国家《打赢蓝天保卫战三年行动计划》和《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020 年）》、《陕西省蓝天保卫战 2020 年工作方案》等相关政策中对环境空气质量预报工作提出要求，具体如下：

（1）国家相关政策要求

国家《打赢蓝天保卫战三年行动计划》指出，加强重污染天气应急联动。强化区域环境空气质量预测预报中心能力建设，2019 年底前实现 7-10 天预报能力，省级预报中心实现以城市为单位的 7 天预报能力。开展环境空气质量中长期趋势预测工作。完善预警分级标准体系，区分不同区域不同季节应急响应标准，同一区域内要统一应急预警标准。当预测到区域将出现大范围重污染天气时，统一发布预警信息，各相关城市按级别启动应急响应措施，实施区域应急联动。2021 年 11 月 2 日《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》正式印发。近年来，在全国 $PM_{2.5}$ 浓度大幅下降的同时，臭氧浓度却总体呈缓慢上升态势，臭氧已成为影响空气质量的重要制约因素。下一步，在继续强化 $PM_{2.5}$ 治理的同时，加快补齐臭氧污染防治短板，突出臭氧污染重点时段，以京津冀及周边地区、汾渭平原、长三角地区以及粤港澳大湾区、成渝地区、长江中游城市群为重点，研究建立 $PM_{2.5}$ 和臭氧协同控制机制。根据意见要求，要以减污降碳协同增效为抓手，以 $PM_{2.5}$ 和臭氧协同控制为主线，实现空气制来那个全面改善。要创新管理体制机制，推进大气污染防治体系、治理能力现代化，其中要求要完善“国家-区域-升级”空气质量预报体系提升大气环境监管监控能力。同时要求推进关键法律法规制修订，完善环境标准和技术规范体系。

（2）陕西省相关政策要求

《陕西省铁腕治霾打赢蓝天保卫战三年行动方案（2018-2020 年）》指出，加强关中地区联防联控，建设统一调度和信息平台，建成国家环境空气质量西北区域预测预报中心。2019 年底前实现 7-10 天预报能力，省级预报中心实现以城市为单位的 7 天预报能力。当预测到区域将出现大范围重污染天气时，统一发布预警信息，各相关城市按级别启动应急响应措施，实施区域应急联动。强化环境保护、气象等多部门联动，加快培养和引进专业预报人员，不断提高预报预警准确度，及时科学应对重污染天气。

《陕西省蓝天保卫战 2020 年工作方案》指出，加强关中地区联防联控，深化汾渭平原大气污染防治协作，建立健全区域联防联控机制。建设国家空气质量西北区域预警预报中心三期工程，提升重污染天气预报预警能力，提高重污染天气预报预警的准确度。完善生态环境、气象等多部门联防联动机制，根据预报预警信息，适时开展大气污染防治人工增雨联合作业试验。

2.3 臭氧预报存在的问题

（1）缺失系统化的臭氧预报技术方法

目前，我国现有的环境空气质量预报工作指导性的专著仅有《环境空气质量预报预警方法技术指南（第一版）》和《环境空气质量预报预警方法技术指南（第二版）》。其中，仅《环境空气质量预报预警方法技术指南（第二版）》中部分篇章提及臭氧预报要点，目前我省还没有指导性的臭氧预报系统规范，大多数地区在臭氧预报工作中停留在预报员的经验层面，预报技术、程序的不规范导致臭氧预报准确率较低，各地区预报能力提升的背景参考规范缺失，导致臭氧预报工作无序，预报经验整理，案例库建设难以规范化、统一化形成，亟需结合我省臭氧污染地域特点和多年成熟的臭氧预报工作经验，构建基于陕西省区域特点的环境空气质量模式的臭氧预报技术指南。

（2）模式预报难度大

目前，国内外臭氧预报模式主要有数值预报、统计预报两种方法。数值预报主要利用空气质量模式将复杂的大气物理、化学模式系统化，建立污染物排放、气象、化学反应相关的模式，模拟空气质量的变化。事实上，除气象数据外，数值预报还需要较为准确的污染物排放数据、详细的地理环境、边界条件等数据支撑，通过大量的计算实现。但是由于污染源的污染物排放动态变化较大，难以获得精确的污染源数据，数值预报目前的预报效果往往难以达到理想的效果。

现有统计模式的建模方法主要针对各变量和目标因子的相关性进行多元线性回归或者多项式回归，因此用到的因子较少，在针对较大的数据量时模式拟合的泛化性及准确性有所欠缺。

（3）臭氧污染特点地域性强

对流层臭氧化学生成机制复杂，与前体物的关系呈非线性，同时受反应条件影响较大，致使臭氧污染特点地区差异大。陕西省南北延伸很长，达到 800 千米以上，横跨 4 个气候带，导致臭氧生成条件（太阳辐射的强度、时长和温度）及其前体物的自然排放源（植被类

型）自北向南差异较大。经济发展不均衡及臭氧前体物的工业排放源分布情况也导致了各市臭氧前体物人为排放源的较大差异。上述臭氧生成条件和其前体物排放源的差异决定了陕西省各市臭氧预报要点不能千篇一律，应深入研究建立细化到市的预报要点。

2.4 陕西省环境空气臭氧预报现状

（1）臭氧预报在陕西省预报工作中持续时间长、比重大

环境空气质量预报工作以判断每日的首要（超标）污染物、空气质量指数及污染等级为主。由于污染类型的生成机理不同，判断每日的首要（超标）污染物（即判断当日主要的污染类型）成为预报工作的重中之重。2017-2019 年，根据陕西省各市首要污染物统计结果显示，各市臭氧作为首要污染物持续出现的月份跨度为 5 至 11 个月，即臭氧作为预报重点的月份长达 5 至 11 个月。2017-2019 年，陕西省以 $PM_{2.5}$ 为首要（超标）污染物天数占比分别为 30.6%、23.7%、27.1%，以臭氧为首要（超标）污染物的占比分别为 31.2%、31.6%、33.2%。臭氧作为首要污染物天数超过 $PM_{2.5}$ 且呈逐年上升趋势。综上，臭氧预报在陕西省环境空气质量预报工作中持续时间长、比重大。

（2）专业的预报从业人员少

环境空气质量臭氧预报工作的开展需要环境科学、气象学、大气物理学、大气化学、统计学和计算机学等多学科的支撑。这就要求预报员是具有较高专业知识的复合型人才。我省预报从业人员专业结构及专业知识参差不齐，业务综合素质有待提高。为提高陕西省从业人员的整体预报能力，本技术指南对多年预报经验进行总结，建立适合陕西省预报实际工作所需的预报流程、梳理流程中所涉及的预报要点，弥补陕西省各市预报员对臭氧预报知识的欠缺，提高臭氧预报能力，为打赢蓝天保卫战，建设一支预报时效快、准确率高的预报员队伍奠定基础。

（3）陕西省现有模式预报准确率低

陕西省环境空气质量预报系统由 4 种数值预报模式和 4 种统计预报模式构成。数值预报模式主要包括中科院开发的嵌套网格空气质量预报系统模式 （NAQPMS）、美国环保署（EPA）的区域多尺度空气质量模式（CMAQ）、美国环境技术公司(Evnviron)的综合三维网络区域光化学模式（CAMx）、美国国家海洋及大气管理局（NOAA）预报系统实验室（FSL）、美国太平洋西北国家实验室（UCAR）等多家组织联合开发的在线耦合空气质量模式（WRF-Chem）。统计预报模式包括支持向量、线性回归、神经网络和随机森林 4 种统计模式。2017-2019 年据模式预报准确率统计结果显示，典型臭氧污染季首要（超标）污染物、AQI 和污

染等级准确率分别为 62%、31%和 41%，并不能满足现阶段臭氧污染防控工作对预报准确率的要求。

针对上述模式预报结果不佳的现状，陕西省臭氧预报工作需要在模式预报结果的基础上进行人工订正。2017 至 2019 年典型臭氧污染季，人工订正后的首要（超标）污染物、AQI 和污染等级准确率分别为 92%、67%和 66%，比模式预报准确率分别增加了 30、36 和 25 个百分点。虽然准确率大幅提高，仍不能满足当前及未来臭氧污染精细化管控要求。

陕西省环境空气臭氧预报技术指南将以我省多年预报经验为基础，以模式预报、人工订正和会商等为预报基本框架和流程，通过大数据分析方法“量化”预报员经验，明确臭氧预报要点，以达到提高臭氧预报准确率的目的。本技术指南填补了我省臭氧预报技术空白，规范和完善了我省预报技术体系，提高了我省臭氧预报准确率，可满足臭氧污染治理精细化管控需求。

（4）预报程序不规范

陕西省目前预报没有规范化程序指导，各地市在臭氧预报中只是根据各地预报员自身经验，对预报模式的引用，天气形势的分析，都存在较大的差异，难以形成地区、区域、省级臭氧预报经验汇总，对全省臭氧预报能力提升不利。规范化、程序化的预报技术体系，有利于区域臭氧预报技术交流，提升我省各地市臭氧预报能力。

3. 国内外预报相关技术方法研究

3.1 国外相关标准情况

世界气象组织制定的《生物气象和空气质量预报规范》（WMO/TD No.1184）标准，主要是在模式效果评估等方面提出了要求。

欧盟的《城市空气质量预报实践规范》标准，在交换区域空气质量保护和政策发展方面有良好的经验，提出了三个不同复杂层次的预报系统。该标准主要成果是提出“CITEAIR”方法，促进本地空气质量预报系统在其他地区的业务化运行，该规范无法就我省特点对臭氧预报做出技术性指导。

3.2 国内相关标准情况

我国现有的环境空气质量预报工作指导性的专著仅有《环境空气质量预报预警方法技术指南（第一版）》、《环境空气质量预报预警方法技术指南（第二版）》和 《环境空气质量数值预报技术规范（征求意见稿）》。仅《环境空气质量预报预警方法技术指南（第二版）》

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/718127002013006140