

杨晓春, 吴其重, 赵荣, 等. 西安空气质量预报系统业务运行评估 [J]. 陕西气象, 2015 (5): 41-43.

文章编号: 1006-4354 (2015) 05-0041-03

# 西安空气质量预报系统业务运行评估

杨晓春<sup>1</sup>, 吴其重<sup>2</sup>, 赵荣<sup>1</sup>, 杜萌萌<sup>1</sup>, 郭庆元<sup>1</sup>, 唐文哲<sup>1</sup>

(1. 西安市气象局, 西安 710016; 2. 北京师范大学, 北京 100875)

**摘要:** 利用 2014 年 8 月至 2015 年 1 月西安市环保局实况监测数据、西安空气质量预报系统 (XAWRF-CMAQ) 预报产品及国家气象中心空气质量预报指导产品, 按照中国气象局发布的《城市空气质量预报检验评估和考核办法 (试行)》对 XAWRF-CMAQ 进行业务运行评估。结果显示: 在评估时段内, XAWRF-CMAQ 空气质量预报考核评分为 61.1, 空气质量预报准确性评分为 71.0, 重污染预报能力评分为 0.36, 达到中国气象局的要求。另外, XAWRF-CMAQ 的预报结果对粗颗粒物存在一定程度的偏低估计, 这可能是由于系统对颗粒物排放估计偏低所引起。

**关键词:** 西安空气质量预报系统; 运行评估; 准确性

**中图分类号:** P457

**文献标识码:** A

西安地区高速城镇化的发展, 导致大气污染物大量排放, 引起严重的空气污染问题, 影响着公众的健康<sup>[1]</sup>。基于环境气象业务的需求, 西安空气质量预报系统 (XAWRF-CMAQ)<sup>[2]</sup>于 2013 年 8 月开始业务化运行, 该系统每日提供未来 72 h 逐小时空气质量数值预报产品。为了检验 XAWRF-CMAQ 的精度, 更好地满足业务化的需求, 根据中国气象局发布的《城市空气质量预报检验评估和考核办法 (试行)》(以下简称《办法》), 结合西安市空气质量实况监测数据及国家气象中心下发的空气质量 24 h 预报指导产品, 对 XAWRF-CMAQ 的产品进行业务化评估。

## 1 数据与方法

文中所采用的数据包括: 2014 年 8 月至 2015 年 1 月西安市环保局 13 个监测站逐时实况数据 (其中有效数据为 161 d), 相应时段 XAWRF-CMAQ 的 24、48 h 预报产品及国家气象中心下发的 24 h 预报指导产品。为了便于比较评估, 实况和 XAWRF-CMAQ 预报产品数据均选用日平均值, 其中, 实况数据由西安市环境

监测站点逐时实况数据 24 h 平均计算得到, XAWRF-CMAQ 采用与监测站点相近的模式网格点数据进行 24 h 平均; 国家气象中心预报指导产品采用西安地区逐日预报值。

在此基础上, 参照《办法》中制定的标准进行计算评分, 实现对 XAWRF-CMAQ 的业务评估。

### 1.1 空气质量预报考核评分和 AQI 预报 $T_p$ 评分方法

#### 1.1.1 空气质量预报考核评分 《办法》中逐日空气质量预报考核评分计算公式为

$$R = 0.2S_1 + 0.8S_2, \quad (1)$$

式中,  $R$  为逐日空气质量预报质量评分,  $S_1$  为资料传输时效评分,  $S_2$  为空气质量预报精确度评分。  $S_2$  的计算公式为

$$S_2 = 0.1f_1 + 0.4f_2 + 0.1f_3 + 0.2f_4 + 0.2f_5, \quad (2)$$

式中,  $f_1$  为首要污染物预报正确性评分, 若预报的首要污染物与实况一致, 则判定为首要污染物预报正确, 得 100 分, 否则为错误, 得 0 分; 若有两种或多种污染物并列为首要污染物, 预报出其中

收稿日期: 2015-04-27

作者简介: 杨晓春 (1984—), 女, 汉族, 陕西西安人, 硕士, 工程师, 主要从事天气气候研究。

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金 (NO. 41305121)

一种即判定为首要污染物预报正确。 $f_2$  为空气质量指数(Air Quality Index, AQI) 预报级别正确性评分,若预报与实况级别相同得 100 分,相差一个等级得 50 分,相差两个等级得 25 分,其余不得分。首要污染物预报技巧评分  $f_3$ 、AQI 等级预报

技巧评分  $f_4$  的规则为:国家气象中心指导预报与地方预报均为正确或错误的情况下,得分为 0;指导预报正确,地方预报错误,得分为 -100;指导预报错误,地方预报正确,得分为 100。AQI 预报数值误差评分  $f_5$  的评分规则如表 1 所示。

表 1 AQI 预报数值误差评分

| 预报值与实况误差 | 0 ~ 25 | 26 ~ 50 | 51 ~ 100 | 101 ~ 150 | 151 ~ 500 |
|----------|--------|---------|----------|-----------|-----------|
| 评分       | 100    | 80      | 60       | 30        | 0         |

1.1.2 AQI 预报  $T_s$  评分 《办法》参照降水  $T_s$  评分计算方法,制定了 AQI 的  $T_s$  评分规则,用以衡量高浓度污染(AQI 为五、六级)的预报能力。例如 AQI 为五级的预报  $T_s$  评分公式为

$$T_s = A_c / (A_f + A_o - A_c) \quad (3)$$

其中,  $A_c$  为评分时段内 AQI 预报与实况均为五级的天数,  $A_f$  为评分时段内 AQI 预报为五级的天数,  $A_o$  为 AQI 实况为五级的天数。若  $A_f + A_o - A_c = 0$ , 则  $T_s = 0$ 。

## 1.2 空气质量预报准确性评分方法

为了进一步评估 XAWRF-CMAQ 的预报准确性,剔除“预报技巧”因素,将  $f_3$ 、 $f_4$  的系数按公式(2)中原有比例分配到其他三项,则逐日空气质量预报准确性评分  $S_3$  为

$$S_3 = (0.1f_1 + 0.4f_2 + 0.2f_5) \times 10/7, \quad (4)$$

$$S_3 \approx 0.15f_1 + 0.57f_2 + 0.28f_5. \quad (5)$$

## 2 XAWRF-CMAQ 业务考核结果

### 2.1 空气质量预报考核评分和 AQI 预报 $T_s$ 评分

2.1.1 空气质量预报考核评分 根据公式(1),对 XAWRF-CMAQ 预报产品进行逐日空气质量预报考核评分。对于资料传输时效评分  $S_1$ , XAWRF-CMAQ 在每日 10 时前完成所有预报产品的计算和制作,完全满足《办法》对预报时效的要求,可认定  $S_1$  的得分为 100。

在评估时段内, XAWRF-CMAQ 对于首要污染物预报正确的仅有 31 d, 因此,  $S_2$  中首要污染物预报正确性评分  $f_1$  的总分为 3 100。通过分析表明,首要污染物预报错误主要是由于系统对  $PM_{10}$ 、 $PM_{2.5}$  颗粒物的漏报,说明系统对颗粒物污染的预报存在不足。

统计分析了评估时段内 XAWRF-CMAQ 预报产品 AQI 预报等级分布(表 2)。由表 2 可以看出,当 AQI 为二、三级时, XAWRF-CMAQ 的预报准确率较高; AQI 为一级和五级时, XAWRF-CMAQ 漏报较明显。进一步分析表明, AQI 为一级, XAWRF-CMAQ 漏报 13 d, 主要原因是 XAWRF-CMAQ 点源的  $SO_2$  排放过高,这与近几年我国大型工矿企业脱硫工程的逐步实施,而系统中所使用污染源清单数据收集年份较早有一定关系<sup>[3]</sup>;而 AQI 为五级,系统漏报 6 d,漏报的主要原因是系统对  $PM_{2.5}$  浓度的峰值低估所引起。XAWRF-CMAQ 的 AQI 预报级别正确性评分  $f_2$  的平均分为 76.0。

表 2 2014 年 8 月至 2015 年 1 月 XAWRF-CMAQ 预报产品 AQI 预报等级统计

| 实况 | 预报产品 AQI 预报等级统计 |    |    |    |    |
|----|-----------------|----|----|----|----|
|    | 一级              | 二级 | 三级 | 四级 | 五级 |
| 一级 |                 | 12 | 1  |    |    |
| 二级 | 4               | 68 | 16 | 4  |    |
| 三级 |                 | 14 | 12 | 7  |    |
| 四级 |                 | 3  | 7  | 2  | 1  |
| 五级 |                 | 1  | 2  | 3  | 4  |

XAWRF-CMAQ 预报产品首要污染物预报技巧  $f_3$  的平均分为 -11.9, 造成负技巧的主要原因有两方面。一方面是由于系统中点源的  $SO_2$  排放过高,导致  $SO_2$  预报浓度偏高。当实况 AQI 为一级时,系统误判为 AQI 二级或三级且首要污染物为  $SO_2$ 。另一方面是由于系统的污染源清单中扬尘过少,导致  $PM_{10}$  预报浓度偏低。当实

况 AQI 为二级或三级,且首要污染物为  $PM_{10}$  时,系统将首要污染物误判为  $PM_{2.5}$ 。

AQI 等级预报技巧  $f_4$  的平均分为 12.9,表明在 AQI 等级预报中, XAWRF-CMAQ 优于国家气象中心预报指导产品。AQI 预报数值误差  $f_5$  的平均分为 88.4。

综上可得,评估时段内, XAWRF-CMAQ 的空气质量预报考核评分  $R_{\text{xa}} = 61.1$ 。《办法》要求空气质量预报考核评分 60 分为合格,因此,在完全没有预报员人工干预的情况下, XAWRF-CMAQ 每日自动生成的预报产品在时效和精度上满足《办法》要求,同时也满足西安市空气质量预报的业务需求。

2.1.2 AQI 预报  $T_s$  评分 对 XAWRF-CMAQ 预报产品及国家气象中心预报指导产品的重污染天气预报能力进行评分。实况资料显示,在评估时段内 AQI 为五级的重污染天气共出现 10 d,首要污染物均为  $PM_{2.5}$ 。依据公式 (3) 计算获得, XAWRF-CMAQ 的产品和国家气象中心预报指导产品  $T_s$  评分分别为  $T_{s(\text{xa})} = 0.36$ ,  $T_{s(\text{bj})} = 0.17$ 。结果显示,两种预报产品对重污染天气预报的准确性均偏小,对高浓度污染物的预报能力有限。在日常检验中也可以发现,西安空气质量预报系统对于污染物的峰值预报偏低,这与系统的污染源数据收集范围还存在一定的不足导致排放量偏小有直接关系。

## 2.2 空气质量预报准确性评分

公式 (5) 去除了预报技巧评分,可以表征预报产品客观的预报性能,利用该公式分别对 XAWRF-CMAQ 预报产品及国家气象中心预报指导产品进行准确性评分,计算得到 XAWRF-CMAQ 预报产品准确性评分  $S_{3(\text{xa})} = 71.0$ ,国家气象中心预报指导产品准确性评分  $S_{3(\text{bj})} = 67.2$ 。可以看出, XAWRF-CMAQ 预报产品的准确性略优于指导产品。同理利用公式 (5)

计算得到 XAWRF-CMAQ 的 48 h 预报产品准确性评分为 65.2,由此可见,随着预报时效的增加, XAWRF-CMAQ 预报产品的精度也有所下降。

## 3 结论

采用 2014 年 8 月至 2015 年 1 月西安市环保局实况监测数据、XAWRF-CMAQ 的预报产品以及国家气象中心下发的预报指导产品,参照《城市空气质量预报检验评估和考核办法(试行)》对西安空气质量预报系统进行业务运行评估,得到结果。

(1) 在完全没有预报员人工干预的情况下,西安市空气质量预报系统每日自动生成的产品质量考核评分为 61.1,达到《办法》的要求,满足业务需求。

(2) XAWRF-CMAQ 的重污染过程  $T_s$  得分为 0.36,略优于指导产品的 0.17。

(3) XAWRF-CMAQ 预报产品的准确性评分为 71.0,略优于指导产品的准确性评分。

(4) 在评估中发现, XAWRF-CMAQ 对粗颗粒的预报存在不足。下一步工作将考虑在系统中开展粗颗粒物排放敏感性测试实验,以期改善 XAWRF-CMAQ 在  $PM_{10}$  预报方面的效果。

## 参考文献:

- [1] 世界卫生组织关于颗粒物、臭氧、二氧化氮和二氧化硫的空气质量准则风险评估概要 [EB/OL]. (2005) [2006-04-15]. [http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_chi.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_chi.pdf?ua=1).
- [2] 杨晓春,赵荣,吴其重,等.西安空气质量预报系统及检验[J].陕西气象,2014(2):10-13.
- [3] 陈焕盛,吴其重,王自发,等.华北大电厂脱硫对奥运期间区域空气质量影响[J].环境科学学报,2014,34(3):598-605.