

Exploration on Environmental Air Quality Evaluation and Air Quality Prediction Technology — Taking Kuitun City in China as an Example

Fuxing Li

Kuitun Environmental Protection Monitoring Station, Kuitun, Xinjiang, 833200, China

Abstract

Environmental protection, monitoring first. In today's increasingly developed science and technology, monitoring technology automation, information is the premise and guarantee of ecological environmental monitoring. In recent years, Kuitun City has steadily carried out environmental air quality monitoring work, and timely compared the concentration data of six pollutants with the same period of the previous year to form an air quality daily report, which provides a basis for evaluating the annual environmental air quality. Carry out the county and city environmental air quality forecast business in the "Kui-Du-Uzbekistan" region, and evaluate the forecast results based on the air quality status of Kuitun City in 2023 and the winter forecast data. In the period of heavy pollution weather, timely response, multiple measures to provide early warning decision-making suggestions for higher authorities.

Keywords

ambient air quality; the cause of formation; forecast; air pollution control

环境空气质量评价及空气质量预报技术初探——以中国奎屯市为例

李馥星

奎屯市环境保护监测站, 中国·新疆 奎屯 833200

摘 要

环境保护, 监测先行。在科技日益发达的今天, 监测技术自动化、信息化则是生态环境监测的前提和保障。近年来, 奎屯市扎实开展环境空气质量监测工作, 及时将六项污染物浓度数据与上年同期进行对比, 形成空气质量日报, 对评价年度环境空气质量提供依据。开展“奎-独-乌”区域县市环境空气质量预报业务, 基于2023年奎屯市空气质量状况, 及冬季预报的数据, 对预报结果进行评估。在重污染天气时期及时响应, 多措并举为上级主管部门提供预警决策建议。

关键词

环境空气质量; 成因; 预报; 大气污染防治

1 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速, 环境污染问题愈加凸显。奎屯市受地理位置、气候等原因, 在冬季的采暖期, 空气质量成为最受关注的话题之一。空气污染会对市民的健康和周边的环境造成不良的影响, 空气质量的有效监测、预报以及大气污染防治工作的科学推进已经成为近些年生态环境监测领域的工作重点方向。

2 环境空气质量监测模式

奎屯市位于天山北麓准噶尔盆地西南缘, 东与沙湾县

接壤, 西与乌苏市毗邻, 北与克拉玛依市相接, 南与克拉玛依市独山子区相连。市辖 6 个街道, 1 个乡和国家级奎屯—独山子经济技术开发区及兵团第七师天北新区, 是伊犁哈萨克自治州直属市。

当前, 奎屯市环境空气质量监测模式为仪器自动监测, 设有环境空气质量自动监测站(以下简称空气自动站)。空气自动站是空气质量控制和对空气质量进行合理评估的基础平台, 是一个城市空气环境保护的重点设施, 其功能是对存在于大气、空气中的污染物质进行定点、连续或者定时的采样、测量和分析。为了对空气质量进行监测, 一般在一个环保重点城市设立若干个空气站, 每个环境空气质量评价城市点代表范围一般为半径 500m~4km, 有时也可扩大到半径 4km 至几十千米(如对于空气污染物浓度较低, 其空间变化较小的地区)的范围^[1], 奎屯市辖区设有两个区控自动监

【作者简介】李馥星(1991—), 女, 中国湖北宜城人, 本科, 工程师, 从事生态环境监测研究。

测站,分别为奎屯市老干局站点、华新番茄公司站点,站内安装多参数自动监测仪器,主要是对空气中的常规六参数和气象参数(风速、风向、温度、湿度、气压)进行24小时实时在线自动监测,将监测结果实时存储并加以分析后得到相关的数据,站点技术人员再将分析出的数据提供给当地市委、市政府以及上级主管部门作为空气质量好坏参考,并辅助环保决策。

3 环境空气质量状况

奎屯市环境空气质量评价区域点基本监测项目为:二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、臭氧(O_3)、可吸入颗粒物(PM_{10})、细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)。湿沉降项目为:降雨量、PH、电导率、氯离子、硝酸根离子、硫酸根离子、钙离子、镁离子、钾离子、钠离子、铵离子。根据常年监测分析,可知奎屯市大气降水总体水平为弱碱性,其中硫酸根离子所占比重最大,其次是钙离子、铵离子。冬季的采暖期,随着燃煤用量增大,燃烧时产生的二氧化硫增多,导致排放量增加,二氧化硫被氧化成硫酸雾、硫酸盐气溶胶等物质,进行形成酸雨。

3.1 环境空气质量评价

2023年,奎屯市环境空气质量已达到所定目标值。全年空气优良天数313天,优良天数比例为85.8%,同比上升3.3个百分点。重污染天数12天,同比下降0.5个百分点。 $\text{PM}_{2.5}$ 日均浓度为 $0.034\text{mg}/\text{m}^3$,与上年同期持平。 PM_{10} 日均浓度为 $0.072\text{mg}/\text{m}^3$,与上年同期持平。10月—12月,空气优良天数85天,优良天数比例为92.4%,同比上升6.5个百分点。重污染天数0天,同比下降1.1个百分点。 $\text{PM}_{2.5}$ 日均浓度为 $0.034\text{mg}/\text{m}^3$,同比下降12.8个百分点。 PM_{10} 日均浓度为 $0.066\text{mg}/\text{m}^3$,同比下降12个百分点。

3.2 影响空气质量结果的成因分析

影响奎屯市冬季环境空气质量的首要污染物主要是 $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} 。

①降水因素。降雨、降雪对降低污染物浓度起到沉降等关键作用,如在冬季重污染天气影响下,一场强降雪可以使空气质量转为优良级别,但是影响是双向的,降雪的同时空气湿度也会有所增加,这时大气污染也会加重。

②风速和风向因素。该因素直接关系污染物的扩散程度,通常地面 $1\text{m}/\text{s}$ 以上的风速有利于污染物的扩散清除,即风速越大,污染物越不易聚集,堆积的污染物扩散速度更快,稀释越快。在冬季,强冷空气入侵的几率较高,会伴随出现大风及降水,空气质量也会明显好转。

③逆温因素。一方面,奎屯市是天山北坡城市带,冬季的城市气温较低,逆温层深厚,大气层结构稳定,导致空气流动速度慢,导致垂直对流较差,静风时污染物不易扩散;另一方面,逆温对奎屯冬季空气质量预报起着关键作用,当冬季冷空气过后立即被高压控制,2日内就会建立起逆温层,

最终引起城市空气质量重污染^[2]。

4 空气质量预报

4.1 预报内容

根据《新疆环境空气质量预报业务技术指导书(地州市)》相关工作要求,奎屯市环境保护监测站(以下简称奎屯站)在“奎一独一乌”区域开展会商和预报预测未来三到七天的空气质量等级、AQI范围、首要污染物,重点关注重污染天气。

4.2 预报模式及方法

奎屯站运用CMAQ多尺度空气质量模型系统进行预报工作。基于未来气象因素的变化,一是研究高空环流形式、天气情况、高空湿度以及历史图。奎屯市处于新疆北部,当新疆北部处于高空槽后或脊前,扩散条件较为不利,污染物出现累积。二是研究地面气压场,地面气压场可以反映出局地的气象扩散条件。一般高压中心、高压底部高压后部均压场等条件,不利于污染物扩散,地面风速小,垂直扩散差。三是结合奎屯市污染源排放情况、空气中污染物沉降、扩散累积、当地的空气质量、历史值的变化规律,将前两周数据和同期对比,预测未来空气质量变化趋势及主要污染物。

4.3 预报结果评估

以奎屯市冬季采暖期为例,2023年10月1日至2024年1月3日,评估天数95天,有效天数65天,预报时效为24小时的AQI范围准确率、AQI级别准确率、首要污染物准确率、 $\text{PM}_{2.5}$ 范围准确率及偏差见表1。

表1 预报结果准确率及偏差

预报指标	AQI 范围	AQI 级别	首要污染物	$\text{PM}_{2.5}$ 范围
评估天数(天)	95			
有效天数(天)	65	65	36	46
准确率(%)	47.69	80.00	88.89	43.48
偏高(%)	38.46	15.38	—	45.65
偏低(%)	13.85	4.62	—	10.87

采用上述预报模式和方法,结合预报结果统计,奎屯市环境空气质量级别预报准确率达80%,级别准确,且AQI的预报级别准确率高于AQI范围准确率。AQI范围、AQI级别、 $\text{PM}_{2.5}$ 范围的预报偏高率占比较高,均高于偏低率, $\text{PM}_{2.5}$ 范围的偏高情况最为明显。在重污染天气期间,实时监测与空气质量预报效果显著,有效预测了多次空气质量污染事件,并及时采取了应对措施,降低了污染物浓度。

4.4 空气质量预报工作中存在的问题

空气质量预报现在仍处于初步探索阶段,虽然取得了一定的效果,但在数据获取、分析、模型泛化能力等方面仍有待提高。今后可进一步研究跨区域合作和数据共享机制,提高预报系统的整体性能。①气象条件的不确定性。气象条件是影响空气质量的关键因素之一,但气象系统的复杂性和动态变化使得预报精度存在一定的误差和不确定性。②污染

源排放的不确定性。空气质量受到各种污染源排放的影响,包括工业排放、交通排放、农业排放等。但是由于在城市的不同区域、不同行业、不同企业的排放量、排放浓度存在显著性差异,且排放行为受多种因素影响,如生产工艺、生产设备、环保政策等,因此污染源的排放具有很大的不确定性和复杂性。③大气化学过程的不确定性。在大气化学模式中,需要考虑许多化学反应和过程,如氧化剂、气溶胶、大气降水等。这些化学过程的发生和演化机理非常复杂,且受到多种因素的影响,如温度、湿度、光照等,因此难以准确预测未来的空气质量状况。④数据处理和模式模拟的局限性^[3]。空气质量预报需要利用大气化学模式进行模拟和预测,然而目前的大气化学模式在处理高分辨率数据、实时数据等方面还存在一定的局限性和挑战,如数据精度、数据更新频率等,这些因素都会影响预报结果的准确性和可靠性。

空气质量预报工作是一个复杂而艰巨的任务,需要不断改进和提升技术水平,提高研究大气污染机理成因分析能力,加强日常数据监测,提高预报精度和时效性,最终达到精准化空气质量预报预警的效果。同时,需要加强环保意识,控制污染源排放,减少空气污染对人类健康和生态环境的影响。

4.5 在大气污染防治工作中的应用——重污染天气预警

为全面贯彻落实《新疆维吾尔自治区大气污染防治条例》《新疆维吾尔自治区突发事件预警信息发布管理办法》及《奎屯市重污染天气应急预案(2023修订版)》有关要求,保障公众的健康出行,奎屯市实行区域联动,不断强化重污染天气应对能力,提高环境管理精细化水平,加强空气质量和气象条件的日常监测,科学预警,积极响应。奎屯站主动作为,积极应对,密切关注城市环境空气中 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的浓度水平,深入分析数据变化规律,对 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 的污染形势开展分析研判。通过主动学习提高空气质量预报技术的能力,加强与其他站的沟通交流,学习预报预测先进经验,掌握前沿的预报知识。深度剖析新疆北坡城市带重污染天气典型案例,摸清冬季重污染特征和变化规律,进一步为重污染天气预测预报的科学性和准确率积累经验。

为减少污染持续时间、降低污染严重程度,最大程度确保公众身体健康,奎屯站坚持365天预报值班制。根据《奎屯市重污染天气应急预案(2023修订版)》,重污染天气预警是以空气质量指数AQI日均值大于200或 $PM_{2.5}$ 日

均浓度大于115微克/立方米的持续天数作为预警启动的基本条件。预警等级由低到高依次为黄色预警、橙色预警、红色预警。黄色预警:预测日AQI>200或日AQI>150持续48小时及以上。橙色预警:预测日AQI>200持续48小时或日AQI>150持续72小时及以上。红色预警:预测日AQI>200持续72小时且日AQI>300持续24小时及以上。2023年奎屯站发出奎屯市重污染天气预警建议4次,其中黄色预警建议2次,橙色预警建议2次,为全市大气污染防治工作提供了有力的技术支撑。

下一步,奎屯站将进一步加大对冬季特征污染物研究力度,更准确、更精细地开展空气质量预测预报服务,努力为相关管理部门提供有效的防控对策建议,预防和减轻污染带来的不利影响,为奎屯市打好大气污染防治攻坚战继续助力。

5 “十四五”期间大气污染防治成效

2023年是“十四五”规划的第三年,三年来奎屯市大气污染防治工作成效显著,制定了一系列针对性的防治措施^[4],推进“奎一独一乌”区域大气污染防治联防联控,同防同治;推广清洁供暖,不断优化能源消费结构,提升重污染天气防范水平,扎实开展大气污染治理气象评估;加强区域环境改善,持续调整能源结构;开展清洁生产示范,推进重点行业污染防治;控制污染物的排放,改善城市空气质量;加强建筑施工与道路运输环境管理,有效控制城市扬尘。措施实施后,大气污染程度明显降低,空气质量得到显著改善。通过全市部门协作与社会多方的支持参与,实现了信息共享和资源整合。通过媒体宣传增强了公众的环保意识和参与度。

参考文献

- [1] HJ 664—2013 环境空气质量监测点位布设技术规范(试行)[S].2013-09-22.
- [2] 蔡沅辰.南京市空气质量预报效果评估及误差分析[J].环境监控与预警,2023,15(2):28-32.
- [3] 丁俊男.我国空气质量预报系统建设及业务化应用[J].中国环境科学学会2022年科学技术年会——环境工程技术创新与应用分会场论文集(三),2022:396-400.
- [4] 新疆奎屯市人民政府,新疆奎屯市人民政府办公室.奎屯市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[Z].2021-01-15.