

沈阳市环境空气质量综合预报系统的设计与建立

Design and Building on Comprehensive Forecasting System of Air Quality in Shenyang City

苏枳枳,任万辉

(沈阳市环境监测中心站 沈阳 110016)

摘要 介绍了沈阳市环境空气质量数值预报系统的设计和建立,在原有的统计预报系统中增加了天气预报模式方法,最后将两种方法有机的结合起来,形成了沈阳市环境空气质量综合预报系统。

关键词 空气质量 综合预报 建立

Abstract In this article we introduced the design and building of Shenyang air quality numerical forecasting system. In the statistics forecasting system, we added the model of weather forecasting. Then we combined numerical forecasting system with statistics forecasting system. In the end, we established comprehensive forecasting system of air quality in Shenyang city.

Key words Air Quality Comprehensive Forecasting Building

空气污染危害人类健康,破坏生态环境,对人类生存和生态环境有重要的影响。开展空气污染预报是加强空气污染防治,实现环境综合管理和决策科学化的重要手段,是将监测信息尽快转化为决策依据的好形式;开展空气污染预测预报,可以指导生产,控制污染物的排放,预防严重污染事件的发生,保护人民群众生活环境和生态环境,减少不必要的经济损失;同时开展空气污染研究,进行空气污染预报,对提高公众环境意识,促进城市的环境保护工作也大有好处。空气污染预报也是当今环境科学研究的热点与难题^[1],通过各类预报方法与监测手段相结合,可对痕量气体、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。

按照空气污染预报的方法可以将城市空气污染预报分为潜势预报、统计预报和数值预报3类^[2]。潜势预报是指根据事先确定的气象因子判断,根据天气形式和气象参数,预报未来出现严重污染的可能性。统计预报方法是以统计学方法为

基础,建立大气污染浓度与气象参数间的统计预报模型,计算预测大气污染浓度;数值预报方法是以大气动力学理论为基础,建立大气污染浓度在空气中的稀释扩散数值模型^[3],通过计算机高速计算来预测大气污染物浓度在空气中的动态分布。当前,无论是国际还是国内,城市空气质量预报的发展趋势是采用技术上更先进、更量化的,并且有着更广泛应用领域的数值预报方法。按照预报的要素划分,分为污染潜势预报和污染浓度预报,其中统计方法和数值方法都属于后者。综合预报是将数值预报和统计预报相互结合的一种方法,该方法有利于预报结果的对比和验证。

1 环境空气质量数值预报系统

沈阳市环境空气质量数值预报系统是消化吸收中科院大气物理研究所开发的嵌套网络空气质量预报系统^[1](The Nested Air Quality Prediction Model System,以下简称NAQPMS)而建立的,NAQPMS系统主要由基础数据子系统、中尺度天气

收稿日期:2010-09-15

作者简介:苏枳枳(1980-),女,工程师。研究方向:环境空气质量监测和预测。

预报子系统、空气质量预报子系统和预报结果分析子系统 4 部分组成,主要架构见图 1。

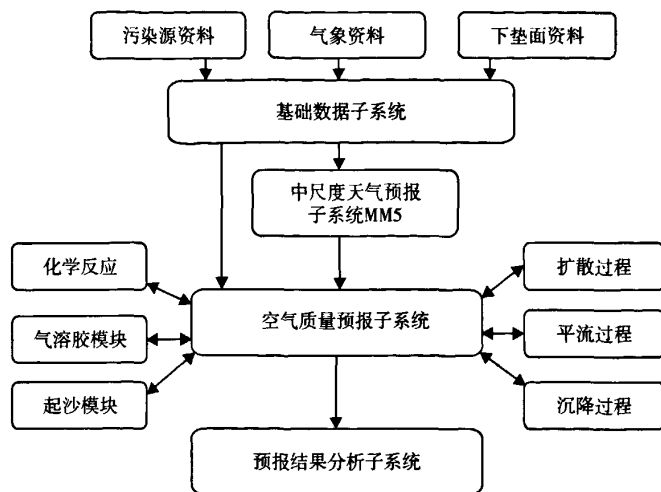


图 1 沈阳市环境空气质量数值预报系统主要架构

1.1 基础数据子系统

该子系统是整个空气污染数值预报业务系统的基础,它由地理地形资料(USGE)、污染源资料(WYGE)和气象资料(NCEP)等 3 部分组成。下垫面资料采用美国地质调查局(USGS)提供的植被、地形高度等资料;污染源资料(WYGE)主要包括大气污染物的排放浓度资料和每个污染源的地理经纬度资料,将整个区域划分为诸多网格,每个网格处理为一个污染物面源,包括各污染物的排放率和网格的地理经纬度资料。气象数据(NCEP)主要包括 2 类数据,一类是经过 GCM(全球大气环流模式)处理后的网格化气象数据,另一类是原始台站的气象实测数据。

1.2 中尺度天气预报子系统

中尺度天气预报子系统采用第五代中尺度天气预报模式(MM5)进行气象场的模拟。MM5 是美国国家大气科学研究中心(NCAR)与宾夕法尼亚州立大学合作发展的第五代中尺度静力/非静力模式^[4],其采用 σ 垂直坐标,四维资料同化技术,多重网格嵌套功能,对不同尺度天气现象间的相互作用有较好的分辨模拟能力,其中的中尺度对流系统、锋面、海陆风、山谷风及城市热岛效应等已广泛应用于气象、环保研究和实时天气业务预报。

1.3 空气质量预报子系统

空气质量预报子系统为整个模式系统的核心,主要处理污染物的排放、平流输送、扩散和干、湿沉降和气相、液相及非均相反应等物理与化学过程。其空间结构为三维欧拉输送模式,垂直坐标采用地形追随坐标。水平结构为多重嵌套网格,采用单向、双向嵌套技术,分辨率为 3~81 km,垂直不等距分为 20 层。其中考虑的主要污染物包括 SO_2 、 NO_x 、 O_3 、 CO 、 NH_3 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 等。

1.4 预报结果分析子系统

预报结果分析子系统主要是对模式的输出结果进行转化,使得公众更为直观清晰的理解污染物的变化情况。

2 沈阳环境空气质量统计预报系统的改进

统计预报方法是利用大量的历史资料建立污染物浓度与气象条件或非气象条件之间具有一定可信度的统计关系,根据这种统计关系进行预报。沈阳市在 2001 年已经建立了统计预报方法,此方法只采用了回归预报模式。改进的统计预报模式融入了天气模式预报方法和逐步回归预报法。

2.1 天气模式预报方法

天气模式预报法是在总结多年预报经验的基础上开发的一种预报方法^[5],以往资料中介绍的

天气模式预报法只能做定性预报,而这次开发的天气模式法既可以做定性预报也可以做定量预报,是每日业务预报中最实用而且具有指导性的一种预报方法。

天气模式预报方法认为在某一段时间内,污染源排放量变化相对较小,可视为“准定常”值,空气中污染物浓度变化主要由气象条件决定,而气象条件变化的根本原因在于不同天气形势的转变,在同种天气形势下,气象条件基本相同,反之则气象条件差别很大。

利用沈阳市环境监测中心站的监测数据统计分析 2003 年和 2004 年各个季节各天气形势下污染物的平均浓度,确定重污染天气形势和轻污染天气形势,作为定性预报依据,同时统计各种天气形势下污染物浓度的比值,该比值作为不同天气形势之间转变时污染物浓度的转换系数。在每天的业务预报中,利用前一天污染物实际浓度和天气形势转变时对应的浓度转换系数得出预报结果。

2.2 逐步回归预报法

逐步回归预报法是统计预报中最常见的预报方法,逐步回归算法是在提供的全部因素中,按其对应变量 Y 作用显著程度的大小,由大到小逐个引进回归方程,那些对因变量 Y 作用不显著的变量自始至终都不能被引入回归方程,而已被引进回归方程的变量,在引进新变量后,常有可能会由显著变为不显著,这样要从回归方程中剔除,以保证在众多预报因子中挑选出最佳的组合因子,建立最优预报方程。

3 沈阳环境空气质量综合预报系统的建立

在环境空气质量数值预报和统计预报的基础上,将二者的优点相互结合,多种方法共同运算、共同会商,形成了环境空气质量综合预报系统。

环境空气质量数值预报系统有自己独立的天气预报模式和污染源处理系统,但是并没有考虑污染物前一天的浓度情况;统计预报模式考虑了前一天污染物的浓度,但是没有相应的天气模式和污染源情况。为此,综合预报系统将数值预报

系统中的天气预报模式输出的气象因子来驱动逐步回归预报模式和天气模式预报模式,解决了很多气象因子在环保部门日常业务中不容易获得的难题,同时为了提高预报准确率,还将数值预报输出的天气资料和实况资料进行对比分析,找出其中的关系,另外几种模式共同运行,形成了一个会商模式结果,让预报人员充分了解各种模式的运算情况,以便对未来的空气质量做出正确的判断。

4 结论

沈阳市环境空气质量数值预报系统是在综合国际上成熟的天气预报模式、空气污染预报模式、计算机并行集群技术等国际先进技术的基础上,结合沈阳市的地理、地形、污染源排放资料以及加入源解析的最新研究成果而建立起来的高速有效的计算机软硬件系统。

沈阳市环境空气质量统计预报系统在采用传统的回归预报模式的基础上增加了天气预报模式方法,使预报人员能够深入了解各种天气形势下的污染物浓度状况,以便准确预测未来情况。

环境空气质量综合预报系统的建立充分吸收了数值预报系统和统计预报系统的优点,在高性能计算机的支持下实现业务自动化运行,不仅提高了预报的及时性,而且二者的有机结合也进一步提高了预报准确率。

参考文献

- [1] 王自发,谢付莹,王喜全,等.嵌套网格空气质量预报模式系统的发展与应用[J].大气科学,2006,30(5):778-790.
- [2] 于桂云,金世洲,王洪涛,等.城市空气质量预报的意义及其进展[J].黑龙江环境通报,2002,26(3):80-81.
- [3] 崔应杰,王自发,朱江,等.空气质量数值模式预报中资料同化的初步研究[J].气候与环境研究,2006,11(5):616-626.
- [4] Grell G A, Dudhia J, Stauffer D R. A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)[J]. NCAR Technical Note, 1994, 138.
- [5] 刘从容,任万辉,杜毅明,等.沈阳市环境空气质量天气模式预报方法[J].环境保护科学,2006,32(2):1-3.