

我国北方地区的污染天气分型

邹旭东¹ 李岱松² 杨洪斌¹

(1. 中国气象局沈阳大气环境研究所, 沈阳 110016; 2. 朝阳市环境科学研究所, 朝阳 122000)

摘要:概述了近年来我国北方各地区污染天气分型, 将污染天气划分为沙尘天气和空气质量天气。结果表明: 影响我国北方地区产生沙尘暴的天气系统主要为蒙古气旋, 其次为偏南风干冷锋天气系统, 大气中污染物浓度过高多出现在地面高压系统的控制下; 提出了天气分型研究重点是应用天气分型结论形成自动业务化的天气预测模式。

关键词: 北方地区; 污染天气分型; 天气系统; 业务自动化

天气分型是通过对历史天气图的分析, 研究总结出各种天气所对应的天气系统形势分布特征, 在预报天气时作为参考。全面了解我国北方地区污染天气分型情况, 可以概括出包括辽宁在内的我国北方地区各种大气污染的天气形势, 从而为空气质量预报提供可靠的依据。根据查阅的资料, 将我国北方地区的污染天气分型, 归纳出易生成沙尘暴和空气质量污染的天气系统, 以便于在天气分型的基础上制作相似分析预报^[1]。

1 污染天气分型

一般来说, 城市的经济发展可导致空气质量下降。在保持高速发展的同时保持良好的城市环境, 人们对环境污染也日益关注, 对于污染天气分型方面的研究也越来越多。污染天气分型是指污染天气出现时, 从大范围天气形势中所归纳出来的不同天气类型, 用于在天气形势分析基础上制作空气质量预报。

关于污染天气分型的分类之前还没有人做过。为了能够有条理地说明问题, 本文将污染天气分型分为沙尘天气和空气质量天气; 两者的不同之处在于, 沙尘污染为上游污染源平流输送, 空气质量污染为本地污染源排放。对于我国北方地区来说, 沙尘暴天气多发生在春季, 空气质量污染天气多发生在冬季。文中所提到的我国北方地区包括东北、华北和西北。

2 沙尘天气

当出现沙尘天气时, 大气颗粒物污染会急剧加大。沙尘天气是我国北方地区一种严重的气象灾害。沙尘暴天气多发生在我国北方地区的春季, 大

多由地表干旱、空气湿度较低和干冷锋过程所引起。造成我国北方地区沙尘暴天气的天气系统主要来源于蒙古。

2001年春季沙尘天气对我国北方地区产生了较大的影响。根据卫星遥感监测到的沙尘过程的图像特征并对产生沙尘的天气系统进行云图分型, 最后得出沙尘天气主要发生在3种天气系统及相应的云系分布类型下, 即高压前部偏东风过程及锋前偏东、偏南风所引起的沙尘天气, 锋面云系过境所引起的沙尘天气, 蒙古气旋快速发展所引起的沙尘天气。其中蒙古气旋暴发性发展所形成的沙尘天气影响范围最大、强度最强^[2]。

沙尘暴的产生是高、低空环流配合发展的结果。对1981~1997年春季我国北方沙尘暴天气进行综合分析, 从冷空气移动的路径和影响方式, 归纳为西北冷锋型、西方槽脊移动型和北方路径型^[3]。

采用中国中央气象台出版的历史天气图资料, 对1957~1996年和2001~2002年间发生在我国北方的33次特强沙尘暴过程的天气系统进行了分析研究, 归纳出形成各次沙尘暴过程的天气系统的热力和动力结构、活动特征及高低层系统的相互配置。依据触发沙尘暴强风的主要地面天气系统为主要依据, 将形成我国北方特强沙尘暴的天气系统, 划分成纯冷锋型、蒙古气旋与冷锋混合型、蒙古冷高压型和干飑线与冷锋混合型4种类型^[4]。

吉林沙源主要来自于上游的我国新疆、甘肃、内蒙古及蒙古等地, 同时吉林西部的白城、松原地区疏松干燥的土层也能提供一定的沙源。因此, 在沙源不变的情况下, 做好沙尘天气预报的关键在于强风及动力不稳定因素的预报。选取1960~2001年共42 a 1~12月全省50个气象站的沙尘天气资料。

收稿日期: 2005-11-16; 修定日期: 2006-11-02。

基金项目: 国家科技攻关计划项目(2003BA614A-03)资助。

作者简介: 邹旭东, 男, 1979年生, 硕士, 主要从事大气污染数值模拟方面的研究, E-mail: zouxnd-163.com@163.com。

通过普查历史天气图,按地面影响系统并结合高空环流形势,将影响吉林的沙尘天气主要分成以下 3 种类型:南高北低型、低压强发展型、冷锋或副冷锋过境型^[5]。

辽宁地处欧亚大陆东岸,西临内蒙古及河北北部,属于温带大陆性季风气候。辽宁春季环流特征为短波槽脊活动频繁,中纬度西风加强,天气系统活动周期缩短,移速明显加快;在地面上表现为冷、暖锋交替并伴随强变压梯度频繁出现,由此产生 6 级以上大风或 8 级以上的瞬时大风;春季,蒙古国、中国内蒙古的东部(昭盟、呼盟)及辽宁部分地区春季气候干旱,土壤荒漠化严重,为辽宁沙尘暴天气提供了大量沙源;大风和强上升气流为形成辽宁沙尘暴天气提供了动力和传播条件^[6]。选用 1971~2002 年高空天气图和地面天气图,对辽宁 3 站以上 44 个强沙尘暴天气个例的 500 hPa、地面形势进行分析研究,将辽宁沙尘暴分为 4 种主要天气类型:冷锋型、强锋区动量下传型、热低压型、蒙古低压型^[7]。

沙尘暴是河西东部地区一种危害极大的灾害性天气。它的频繁发生是环境状况恶化的重要表现,同时又大大加快了土地沙漠化的进程。分析 1981~2000 年我国西北地区的逐日气象资料,以及 1951~2000 年的典型沙尘暴个例资料,得出影响沙尘暴产生的主要气候因子有气温和降水及天气环流条件。产生沙尘暴的天气形势有 3 种:系统性锋面大风、对流性大风、脊前动量下传风。根据沙尘暴发生的天气形势和日际特点,将沙尘暴天气分为新疆冷槽型、西风槽东移发展型和高空脊前西北气流型 3 种类型^[8]。

强沙尘暴天气,是指强风从地而卷起大量沙尘使能见度极度恶化的灾害性天气。强沙尘暴对我国西北地区,尤其是南疆到内蒙古西部一带危害极大。统计 1957~1993 年西北地区强沙尘暴天气过程共 15 例,其中特强沙尘暴 8 例。根据沙尘暴出现前一日 20 时 500 hPa 环流特征,将所选的个例分为 5 种类型:欧洲阻塞、冷槽加深东移型;乌山长脊、西西伯利亚低槽加深东移型;西风带不稳定槽脊发展型;新疆长脊、东亚大槽后强西北气流型;亚洲两槽一脊一大风型^[9]。

3 空气质量天气

空气质量天气是指除沙尘暴天气之外,二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)及可吸入颗粒物 PM₁₀浓度过高的天气。关于空气质量污染天气分型的研究不多。需要指出的是,城市的空气质量与天气形势有着直接的关系,不同天气形势反映了各气象因子

对空气质量的综合影响。大气对污染物的扩散能力决定着城市的空气质量。大气污染都发生在高压天气中,受水平辐散气流的控制,风速小且多下沉逆温,污染物浓度高;如果低空辐合上升运动明显,低层风速较大,污染物浓度就低。

哈尔滨是我国最北部的老工业城市,冬季寒冷,烧煤取暖所造成的烟雾排放是最大的污染源。对 2000~2003 年 11~12 月至翌年 1~2 月哈尔滨市中等以上污染个例分析研究,划分出几种天气形势,即高压前部型、弱高压型、南高北低型和弱低压型^[10]。

将地面天气形势按其对沈阳空气质量的影响程度分成 9 种类型:长白山小高压弱梯度型、长白山小高压地形槽型、高压前部弱梯度型、高压前部中梯度型、高压内部型、低压冷锋型、高压前部弱地形槽型、高压前部强梯度型、高压前部冷中心型。其中,影响沈阳空气质量的主要天气形势为长白山小高压弱梯度型、长白山小高压地形槽型、高压控制型和低压冷锋型(锋前型),它们对应着空气污染程度较重的天气^[11]。

兰州是我国冬季大气污染最严重的城市之一。通过对污染天气形势的分析,可得出影响冬季兰州污染的天气分型。选用 1996 年和 1998 年兰州市气象台的地面资料、高空探测资料和历史天气图资料得出,蒙古高压是影响我国兰州地区的主要天气系统,因此,可以将蒙古高压的变化看作我国兰州地区天气污染的变化的主要指标。研究认为,影响兰州地区污染地面气压形势分为 4 类:高压前部型、高压区域型、高压南部型和高压后部型;高空天气形势分为 3 类:冷平流型、暖平流型和过渡型^[12]。

4 污染天气分型自动业务化

随着计算机科学技术的飞速发展,应用天气分型为业务预报服务,建立天气分型自动预报系统,是天气分型研究的重点。设计思路:在数值模式预报结果的基础上,建立天气图客观预报系统,与历史上相同季节污染天气的典型天气形势查找相似,通过最小距离法,将最相似的一天作为当日的预报值。系统主要完成污染指数计算、预报要素、污染浓度预报等级等项的显示及查询功能^[10]。

实践表明,在污染预报中根据天气分型的结论,采取建立业务运行模式(包括数值模式、统计模式)与天气形势经验分型相结合的办法,可有效地提高大气主要污染物预报精确度和高浓度污染预报能力^[10~11]。

5 展望

综合我国北方各地区的污染天气分型,将污染

天气分型划分为沙尘天气和空气质量天气。影响我国北方地区,特别是东北地区出现沙尘暴的天气系统是蒙古气旋,而空气质量污染天气多发生在冬季和春季地面高压系统的控制之下。

天气分型不失为制作各种天气预报的一种简便有效的手段。目前,天气分型的方法被广泛地应用在与天气形势分析相关的各个方面。天气分型法是应用天气预报的传统方法,将天气分型法与数值计算模拟法相结合制作天气预报,既提高了预报结果的精确度,又可合理地避免了数值计算结果中出现的异常情况。过去天气分型的过程都是人工完成的,其中会难以避免地出现各种人为造成的误差,影响天气分型法的效果。为此,今后应建立各种天气分型自动预报系统,实现资料收集、检索到计算发报均采用自动化流程,以提高天气预报的业务化、系统化,更好地服务于现代化天气预报业务。

致谢:感谢中国气象局沈阳大气环境研究所李昌杰高工提出宝贵的意见。

参考文献

- [1] 冯新建.暴雨的分型相似预报方法[J].贵州气象,2001(2):15-15.
- [2] 吴晓京,郑新江,李小龙,等.东亚春季沙尘天气的卫星云图特征分析和分型[J].气候与环境研究,2004,9(1):1-7.
- [3] 赵翠光,刘还珠.我国北方沙尘暴发生的环流形势分析[J].应用气象学报,2004,15(2):245-247.
- [4] 刘景涛,钱正安,姜学恭,等.中国北方特强沙尘暴的天气系统分型研究[J].高原气象,2004,23(4):540-546.
- [5] 王宁,张红.吉林省沙尘天气的时空分布特征及其分型预报研究[J].吉林气象,2003(2):24-26.
- [6] 刘万军,李祥云,王瀛,等.辽宁2001年与近10年沙尘天气对比分析[J].辽宁气象,2002(1):2-5.
- [7] 蒋大凯,陈艳秋,盛永.辽宁沙尘暴天气预报方法研究[J].辽宁气象,2005(3):5-5.
- [8] 李岩瑛,李耀辉,罗晓玲,等.河西走廊东部沙尘暴预报方法研究[J].中国沙漠,2004,24(5):607-608.
- [9] 薛琳,许东蓓.西北区春季强沙尘暴环流背景分析[J].甘肃气象,1996,14(1):11-13.
- [10] 袁美英,周秀杰,张桂华,等.天气形势对哈尔滨市空气质量影响的初步研究[J].气象,2005,31(1):55-58.
- [11] 张菁,石宇虹,祖歌.沈阳主要大气污染物浓度预报方法与业务化[J].辽宁气象,2003(1):20-20.
- [12] 王宝鉴,许东蓓,蒲彦玲,等.兰州市冬季空气污染的天气成因分析及浓度预报[J].甘肃气象,2001,19(4):18-19.

Introduction of pollution weather types in northern China

ZOU Xudong¹ LI Daisong² YANG Hongbin¹

(1. Institute of Atmospheric Environment, CMA, Shenyang 110016;

2. Institute of Chaoyang Environmental Sciences, Chaoyang 122000)

Abstract: Pollution weather types were summarized in this paper, and they were divided into sand dust weather and air quality weather. Mongolia cyclone became the main weather system caused sand storm in northern region of China, followed by southerly air-dry cold front weather systems. The higher concentrations of atmospheric pollutants were controlled by ground high pressure weather systems. It was indicated that the research emphasis of weather types should form weather forecast model of automatic operation based on weather types.

Key words: Northern region; Pollution weather types; Weather system; Automatic operational application