



engjiandu Yubao Fangfa ji Jingyan

能见度预报方法及经验

—— 能见度预报经验交流研讨会暨青年科技工作者论坛论文集

北京市气象台
北京气象学会 编



能见度预报方法及经验

——能见度预报经验及观测与预报科技工作者论坛论文集

北京市气象台
北京气象学会 编

 气象出版社
China Meteorological Press

图书在版编目(CIP)数据

能见度预报方法及经验:能见度预报经验交流研讨会暨青年科技工作者论坛论文集/北京市气象台,北京气象学会编. —北京:气象出版社,2010.2
ISBN 978-7-5029-4933-4

I. ①能… II. ①北… III. ①能见度-气象预报-文集
IV. ①P457.7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 022559 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68107112

网 址:<http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:吴晓鹏

封面设计:博雅思企划

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:214 千字

版 次:2010 年 3 月第 1 版

定 价:22.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@263.net

终 审:周诗健

责任技编:吴庭芳

印 张:8.25

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

前 言

能见度的预报一直是气象保障服务的重要内容之一。能见度的好坏关系到航天、航空、海洋船舶和公路交通等安全,同时直接影响到一些重大活动的举行。为了搞好新中国成立 60 周年庆典活动的气象保障服务,北京气象学会和北京市气象台组织在京的气象单位举办了一次有关北京能见度预报的经验交流研讨会。与会的气象技术人员来自中央、军队、民航和地方共 10 多家单位。

此次会议交流内容丰富,其中包括北京能见度的气候特征分析、能见度的预报方法研究、能见度监测方法以及一些新型仪器介绍。特别是在预报方法方面有一些新的研究成果,例如把空气质量的预报方法和大气化学方法应用到日常的能见度预报中来。

为了能使这次会议的技术成果得到更广泛的应用,我们把会议上的部分文章及“国庆 60 周年”气象服务——能见度预报方法研制技术报告汇编成册,以供预报人员和研究人员参考使用。

能见度预报经验交流研讨会暨青年科技工作者论坛会务组

2009 年 8 月 5 日于北京

目 录

前言

“国庆 60 周年”气象服务——能见度预报方法研制技术报告 北京市气象台(1)

第一编 气候特征分析

北京国庆期间能见度特征分析 饶晓琴 乔林(27)

北京秋季能见度气候特征分析 张泉 杨弘 刘睿卉(34)

国庆期间地面形势与首都能见度的关系分析 伍禹新 吴旭丹(38)

北京地区近 46 年秋季(9—10 月)大雾气候特征及地面形势特点分析
..... 孙明生 李永丰 蔡武强(50)

首都机场秋季能见度气候特征及其变化规律 黄继雄 谭杰丽 丁叶风(58)

第二编 预测预报方法

基于非线性支持向量机的大气能见度等级预报方法研究 王在文 张朝林 苏晨等(67)

北京地区秋季能见度气候特征及预报分析 北京军区气象水文中心(73)

北京地区大雾成因分析及预报 弓学忠(78)

北京 9—10 月份雾的分析和预报 康建伟 孙守勋 马环宇等(83)

北京南苑地区秋季烟雾天气分析及预报 刘建永(89)

北京西郊秋冬季节能见度的分析、预报及业务预报系统 孙勇 韩拥军 刘海涛(95)

2006 年 9 月一次持续低能见度过程分析 王世远 严鹏(103)

重庆市区雾的天气特征分析及预报方法研究 马学款 蔡芴宁 杨贵名等(108)

第三编 观测与预报工具

数字摄像能见度监测原理与试验效果检验 高超 孙立潭 李旺等(117)

关于北京市专业气象台开展能见度预报方法研究情况简介 北京市专业气象台(123)

“国庆 60 周年”气象服务

——能见度预报方法研制技术报告

北京市气象台

摘 要

通过对 1985—2008 年 9—10 月和 10 月 1 日北京 20 个观测站的逐 6 小时能见度观测数据,以及 1999—2008 逐 6 小时 grrib 以及 fnl 数据进行处理分析。发现天安门地区 10 月 1 日的能见度变化存在准 2 年振荡周期,这种振荡在近几年偏弱。

我们根据国庆庆典活动对能见度的特殊要求,将天安门地区能见度进行分级,并初步分析了不同级别中典型天气背景特征:能见度为 1~2 级时,底层湿度大于 60%,高空多平直偏西气流或者弱脊前西北气流,850 hPa 北京多处于暖脊前,或者槽、低涡前部,上游有大湿度区配合,地面多处于低压辐合区内;出现 3 级时,北京底层相对湿度在 60%左右,850 hPa 在蒙古北部至呼伦贝尔北部有一个明显的横槽,同时在横槽南侧的河套东部一带,表现为高压环流控制,地面河套东部,即陕西、山西,沿太行山向东北延伸至北京西北为弱高压控制时,北京能见度将受其影响而降低,一般为轻雾;4 级时,底层相对湿度在 40%~60%,高空 500 hPa 偏平或有小波动,850 hPa 多为弱偏南气流控制,08 点前后以轻雾形式出现,14 点转霾或晴。

同时归纳了对能见度预报的几种方法,如天气形势相似法、空气污染指数法、预报经验综合法,并总结了对雾的经验预报方法。

关键词:小波分析 年际变化 能见度 雾 天气形势

1 引言

能见度(visibility)是反映大气透明度的一个指标,航空领域将能见度解释为具有正常视力的人在当时的天气条件下还能够看清楚目标轮廓的最大距离。能见度的大小与当时的天气情况有着密切联系。当出现降雨、雾、霾、沙尘暴等天气过程时,大气透明度较低,因此能见度较差。测量大气能见度一般可用目测的方法,也可以使用大气透射仪、激光能见度自动测量仪等测量仪器测量。

在空气特别干净的北极或是山区,能见度能够达到 70~100 km,然而能见度通常由于大气污染程度和水汽含量的增高而降低。各地气象站报道的有霾(干)或雾(湿)。烟雾可将能见度降低至<50 m,这对于车辆行驶、飞机飞行等是非常危险的,同样在沙尘暴发生的沙漠地区以及有森林大火的地方驾车都是十分危险的。雷雨天气的暴雨不仅使能见度降低,同时由于地面湿滑而不能紧急制动。暴风雪天气也属于低能见度的范畴内。

国际上对烟雾的能见度定义为不足 1 km,薄雾的能见度为 1~2 km,霾的能见度为 2~5 km。能见度的高低,直接影响到汽车和飞机的正常行驶,特别是在 2009 年 10 月 1 日,中华人民共和国成立 60 周年之际,我国将在天安门广场举行新中国第 14 次国庆大阅兵。按照五年一小庆、十年一大庆的惯例,国庆将会举行 60 周年大阅兵。而 60 周年正是中国传统上的一甲子,此次阅兵,将会是新中国成立以来 14 次阅兵最为盛大的一次,因此这次国庆阅兵仪式的重要程度不言而喻,为了能够保障这次阅兵的顺利进行,各种车辆、飞机的正常起降,就必须对天安门地区的能见度提前做出准确的预判,本文通过对天安门地区能见度近十年的 9、10 月份的观测、气象资料分析,以此来揭示该地区在这个特定的时段内能见度的变化规律和重要影响天气系统,为 2009 年 10 月 1 日的能见度预报提供参考依据。

2 数据与方法

北京市气象局资料室提供的 1985—2008 年的北京市 20 个观测站的逐 6 小时能见度观测数据,1999—2008 逐 6 小时 10×10 的 ncep 数据。

考虑到天安门没有观测站点,故以天安门为中心,在其周边就近挑选海淀(54399)、朝阳(54433)、丰台(54514)、石景山(54513)4 个观测站作为基准站,分析天安门地区能见度情况,分析近 24 年天安门地区能见度在逐年 10 月 1 日的气候变化特征,并对其进行小波分析,找出其振荡周期。

根据中华人民共和国气象行业标准,将能见度等级划分为 0~6 级,每个级别的能见度范围、定性用语和影响程度见表 1。

表 1 能见度等级、范围、定性用语和影响程度

等级	范围 m	定性用语	影响程度
0	$V \geq 10000$	好	无影响
1	$10000 > V \geq 2000$	一般	对水上航运略有影响
2	$2000 > V \geq 1000$	较差	对交通略有影响,航运部门应观察能见度变化,注意安全
3	$1000 > V \geq 500$	较差	对交通有影响,铁路、公路、水运、民航等部门应注意能见度变化,加强行业交通管理
4	$500 > V \geq 200$	差	对交通有较大影响,铁路、公路、水运、民航等部门应加强行业交通管理,采取安全措施
5	$200 > V \geq 50$	差	对交通有很大影响,铁路、公路、水运、民航等部门应加强行业交通管制,采取措施保障安全
6	$V < 50$	极差	对交通有极大影响,铁路、公路、水路、民航等部门应采取交通管制,保障交通安全

注:V 为有效水平气象能见度。

本次研究是根据 2009 年 10 月 1 日国庆庆典气象保障要求,以及针对飞机正常起降对大气能见度的特殊要求,将能见度重新划分为六个等级:

一级: < 1 km; 二级: 2~1 km;
三级: 4~2 km; 四级: 6~4 km;
五级: 10~6 km; 六级: >10 km。

根据通过能见度的分级,对近 10 年 9、10 月份天安门区域不同级别能见度天气背景、气象要素进行统计分析,找出在这一特殊时段内,影响天安门区域不同能见度级别中的典型天气形势,利用相似法,为预报员在业务中对能见度的预报提供依据。

3 天安门地区能见度气候特征

对于北京地区的能见度的特征已经有了一些研究,比如王淑英等^[1]通过对 1990—2000 年北京地区大气能见度的统计分析表明,大气能见度有明显的年际变化、季节变化和日变化特征。

王继志等^[2]研究表明,1980—2000 年北京能见度的变化存在显著季节性差异,冬季能见度有转好趋势,夏季,20 世纪 80 年代以来,北京市城区海淀、京西门头沟、石景山、丰台等地、北部及东部等地能见度有逐年转差趋势,冬季和夏季能见度距平呈反位相变化。王继志等发现另一个雾日数高峰区位于北京东部地区,北京夏季雾增加与能见度减低的地区分布趋于一致,可能与北京特殊的“马蹄形”大尺度地形污染物堆积影响有关。

但是大多都是针对整个北京地区的能见度变化,本次则是针对天安门地区的能见度变化特征进行分析。了解该地区能见度的年际变化特征与规律,这将有助于未来能够对该地区提供有针对性的能见度预报。

3.1 年际变化

根据 1985—2008 年的北京市海淀(54399)、朝阳(54433)、丰台(54514)、石景山(54513)4 个观测站近 24 年的逐 6 小时能见度观测数据,通过对四个站同一时次进行平均计算,以四个时次中能见度最低值代表当天的天安门地区能见度,得到近 24 年 10 月 1 日能见度变化序列:

由图 1 可见,该序列存在明显的振荡,1985—1990 年,能见度变化相对平稳,均在 10 km 以上,而在之后的 10 年,能见度高低变化频繁,在 2004 年前后出现峰值,能见度较好,而近三年能见度水平整体明显下降,2007 年仅为 11 km,2008 年天安门地区的能见度再次出现 4 km 的较低值。这与王继志等的研究一致。

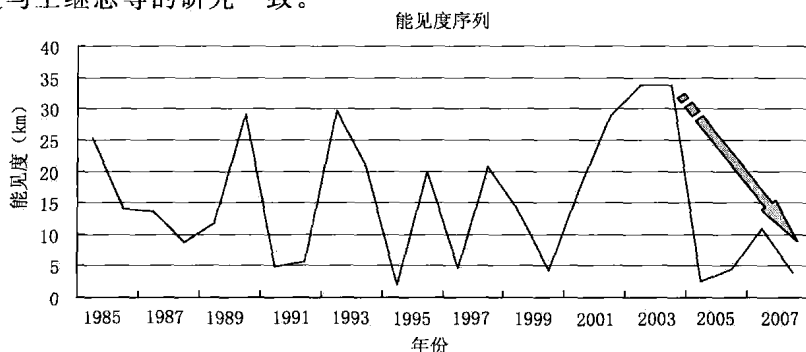


图 1 1985—2008 年天安门地区 10 月 1 日能见度变化

3.2 小波分析

对天安门地区近 24 年 10 月 1 日能见度变化序列进行小波分析,发现:

天安门地区在 10 月 1 日能见度变化上存在准 2 年变化周期,由图 2 可见,1988—1996 年这种准 3 年的振荡周期比较活跃,而在 2000—2008 年间,这种振荡相对减弱,但是从图中仍可以看出这种变化,可以看出,2009 年 10 月 1 日处于这种变化周期的反相位区,也就是说出现低能见度的可能性较大。

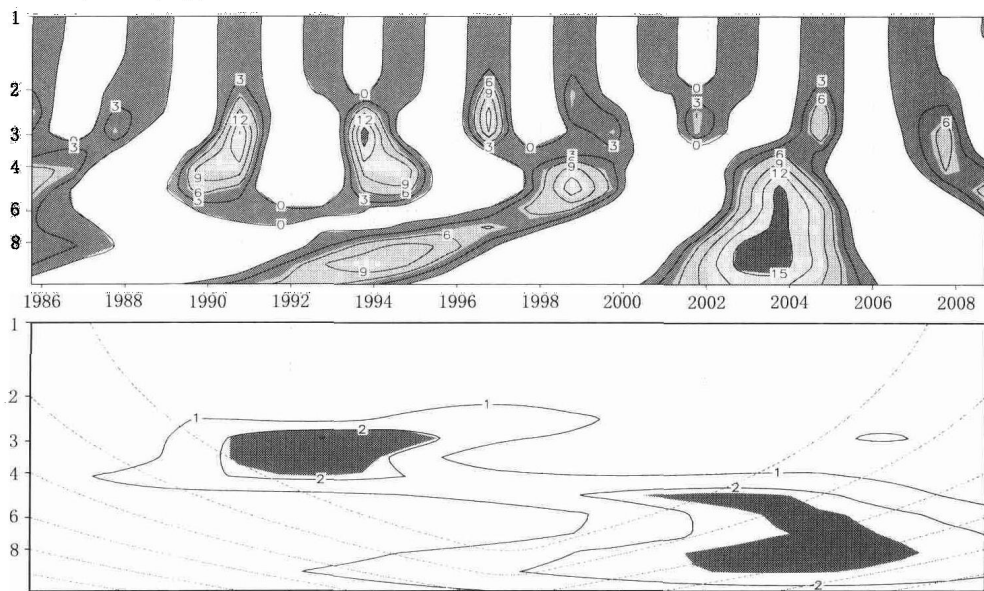


图 2 1985—2008 年天安门地区 10 月 1 日能见度小波分析

4 各级能见度主要天气背景分析

王淑英等^[1]认为北京地区的能见度与相对湿度和空气污染物浓度呈反相关,与风速的相关性较为复杂(有时呈正相关,有时呈反相关);高湿度(相对湿度 $f \geq 80\%$)、小风速(地面风速 $u \leq 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)和雾是造成低能见度的主要气象条件;污染物浓度对能见度的影响以冬季最为明显,秋季次之,夏季最低。

统计分析发现,天安门地区的能见度在过去 10 年的 9、10 月份中共出现能见度小于 1 km 的次数为 33 次,占总数的 5.41%,1~2 km 的比率为 18.20%(见表 2),小于 6 km 的次数在 312 天,占总数的 51.15%。而能见度小于 6 km 则对飞行安全构成一定威胁,当水平能见度小于 1500 m 时,在具有仪表着陆设施的机场,要观测跑道视程。在具有仪表着陆系统的机场上,飞机虽然可以在低能见度下着陆,但目前世界上较大的机场,当跑道视距小于 400 m,判断高度低于 30 m 时,飞机就难以着陆。因此对天安门区域能见度低于 6 km,尤其是对低于 2 km 的天气形势进行分析是有必要的。

表 2 1999—2008 年 9、10 月天安门地区能见度等级、范围、数量和比率

级别	范围	数量	比率
1 级	< 1 km	33	5.41%
2 级	2~1 km	111	18.20%
3 级	4~2 km	104	17.05%
4 级	6~4 km	64	10.49%
5 级	10~6	81	13.28%
6 级	>10 km	217	35.57%

张德山等^[3]根据多年实践经验和 1996—1999 年顺义、朝阳气象站和首都机场气象台资料统计表明,影响低层能见度变化的天气现象有:大雾、沙尘暴、降水、轻雾及烟雾等。而出现以上天气现象的基本条件又决定于大气稳定度、低层水汽含量和低空大气中悬浮颗粒物。根据上述思路首先普查了 1996—1998 年欧亚高空、地面历史天气图,得出首都机场高速公路能见度小于 10 km 的天气形势背景。当高空没有明显冷空气活动时,有 6 种影响首都机场高速公路能见度的地面天气形势场:

- ①华北地形槽
- ②华北小低压
- ③华北均压场(鞍型场、弱气压场)
- ④高压后部
- ⑤冷锋前部
- ⑥弱冷锋过境

那么在 10 月 1 日前后的特殊时段,影响能见度的主要天气形势又有哪些呢?本文着重对前四个级别的能见度较差的天气背景进行分析。这对 2009 年国庆能见度的预报是十分必要的。

4.1 一级能见度典型天气特征

分级标准:将能见度为 <1 km 的定义为一级。

1999—2008 年能见度达到一级标准的共有 33 天,其中选择出现时间在“十一”前后,即 9 月 20 日—10 月 10 日的作为重点分析个例,共有 12 例。

(1)1999 年 10 月 5 日 00 时(世界时,以下皆用 Z 表示),能见度 0.8 km,天气形势:500 hPa 较为平直西风气流。850 hPa 暖脊,地面处于低压辐合区底部,弱高压前部(图 3a、b、c)。

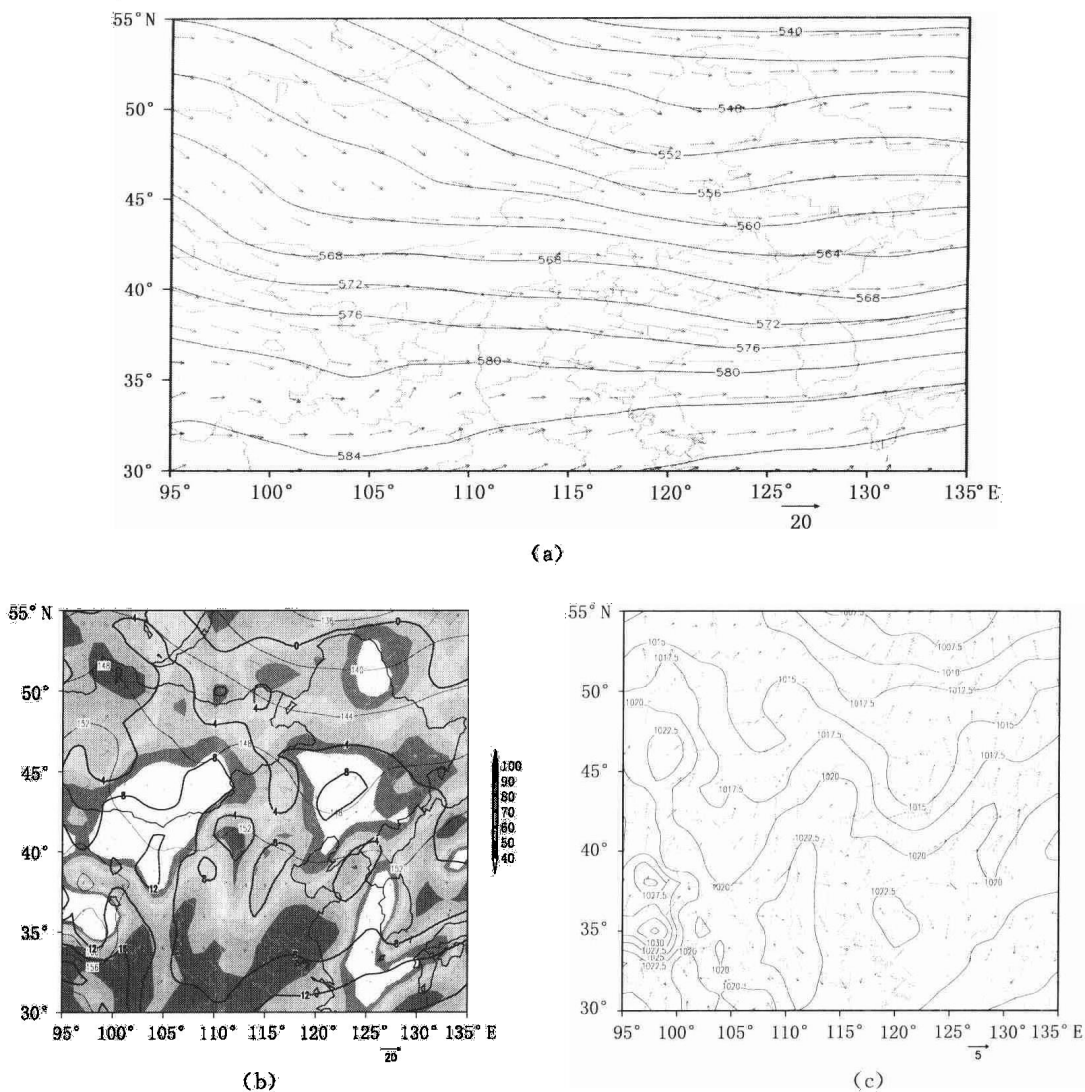


图3 1999年10月5日00Z时的500 hPa天气图(a),850 hPa温度、相对湿度图(b),地面天气图(c)

(2)1999年10月6日00Z时,能见度0.8 km,天气形势:500 hPa:08时前有槽过境,处于槽后西北气流。850 hPa:槽后脊前,相对湿度大值区($RH > 60\%$)。地面:处于低压辐合区内。这种地面形势属于弱冷峰过境,冷空气势力较弱,在地面冷高压真正影响北京前,北京处于低压辐合区内,空气辐散条件差。加之湿度大,能见度较差。

(3)2000年10月2日00Z时,能见度0.4 km,天气形势:500 hPa 弱脊区,受西北偏西气流影响。850 hPa 受暖脊影响,北京西边有一高湿区,未来将影响北京。地面处于弱气压场中,大气层结较为稳定,没有明显冷空气影响,这种气象条件使得能见度很低,并且这种低能见度的状况会持续一段时间,不会很快改善(图4)。

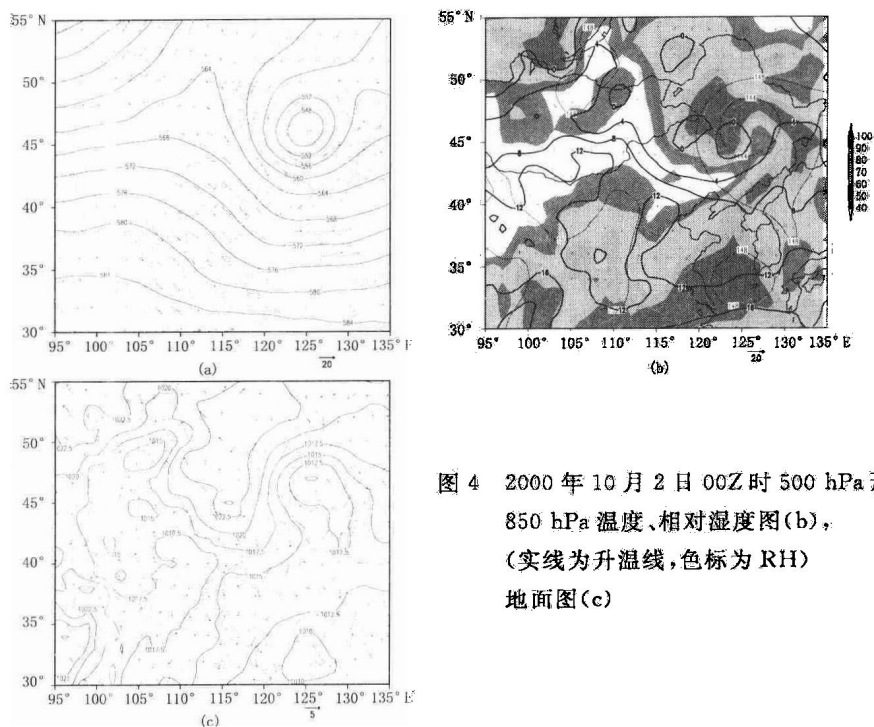


图 4 2000 年 10 月 2 日 00Z 时 500 hPa 形势图(a),
850 hPa 温度、相对湿度图(b),
(实线为升温线,色标为 RH)
地面图(c)

(4)2000 年 10 月 6 日 12Z 时,能见度 0.3 km,天气形势:500 hPa 弱脊控制。850 hPa:低涡辐合区前部,相对湿度大值区($RH > 80\%$)。地面:处于低压辐合区内,辐合主体前部(图 5)。

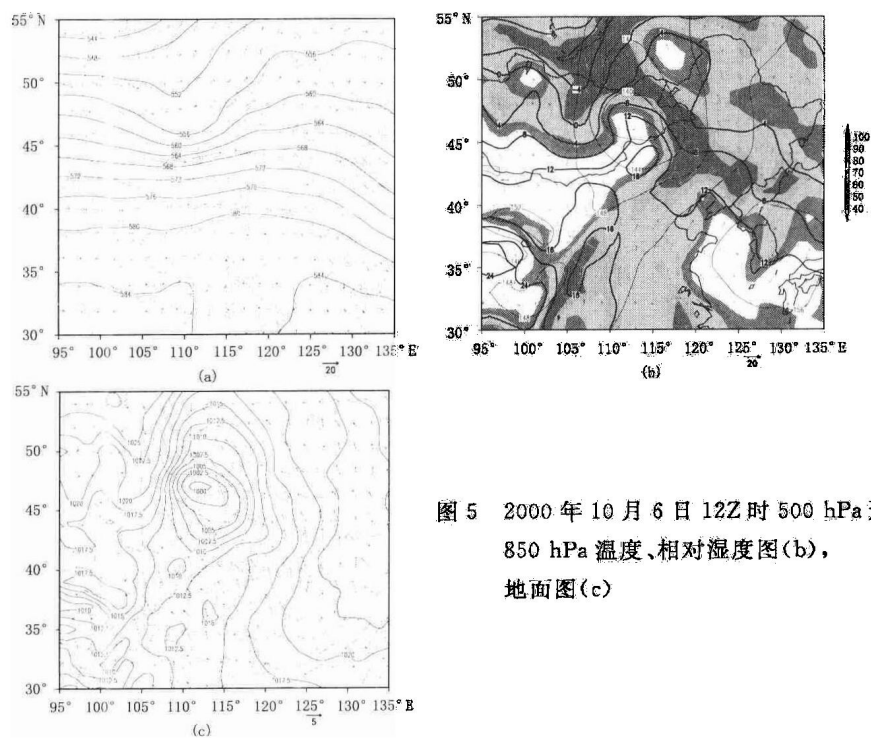


图 5 2000 年 10 月 6 日 12Z 时 500 hPa 形势图(a),
850 hPa 温度、相对湿度图(b),
地面图(c)

(5)2001年10月8日00Z时,能见度0.5 km,天气形势:500 hPa 受槽前西南暖湿气流影响。850 hPa:低涡底前部,相对湿度大值区($RH>80\%$)。地面:处于低压辐合区底前部(图6)。

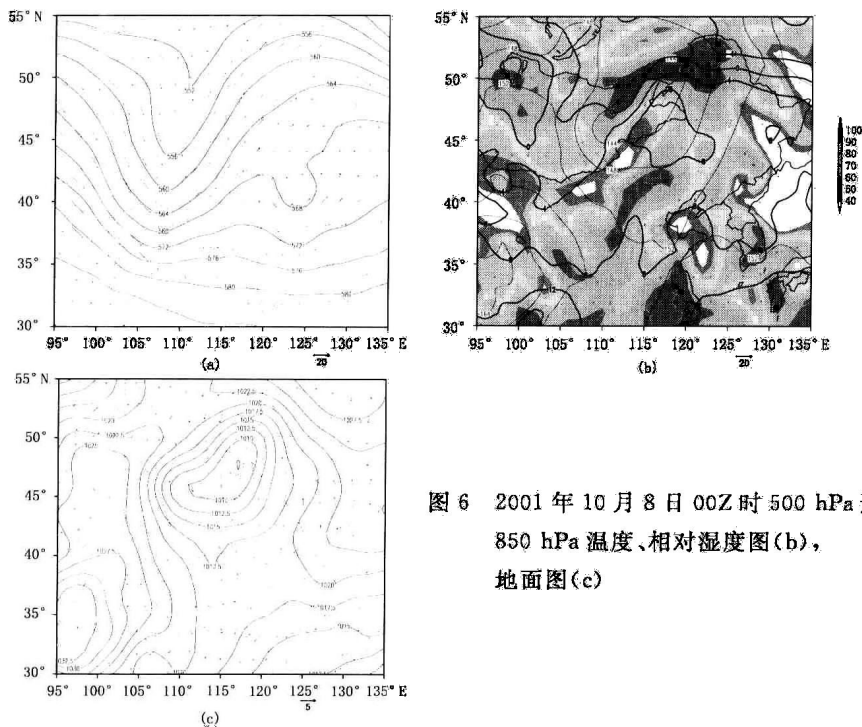


图6 2001年10月8日00Z时500 hPa形势图(a),
850 hPa温度、相对湿度图(b),
地面图(c)

(6)2004年10月7日00Z时,能见度0.8 km,天气形势:500 hPa:浅槽底前部,受弱偏西气流影响。850 hPa:浅槽前部弱脊区。地面:受弱气压场控制(图7)。

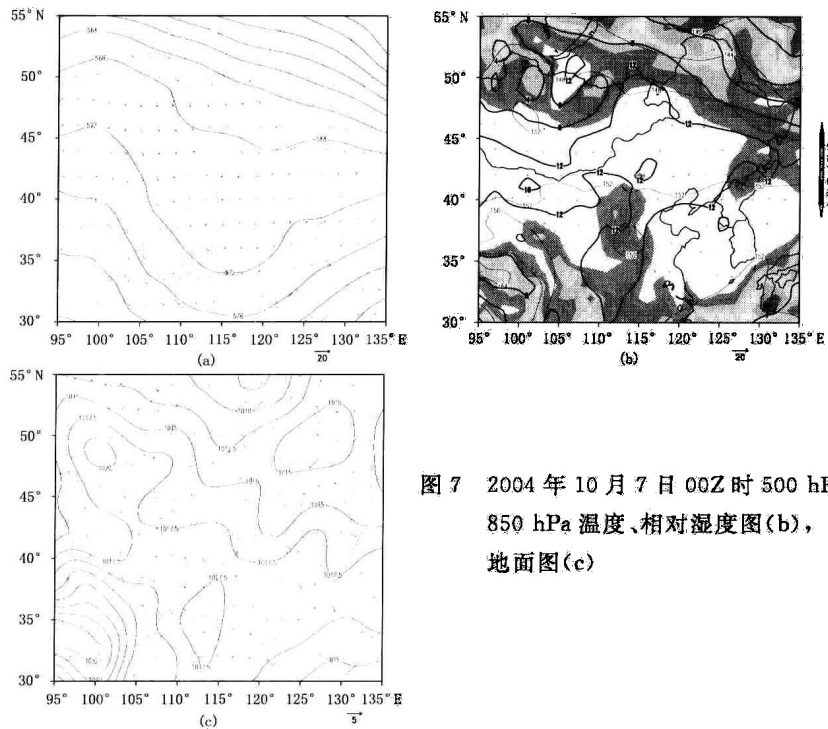


图7 2004年10月7日00Z时500 hPa形势图(a),
850 hPa温度、相对湿度图(b),
地面图(c)

(7)2004 年 10 月 10 日 00Z 时,能见度 0.8 km,天气形势:500 hPa 较为平直西风气流。850 hPa 低涡底部。地面:处于低压辐合区内(图 8)。

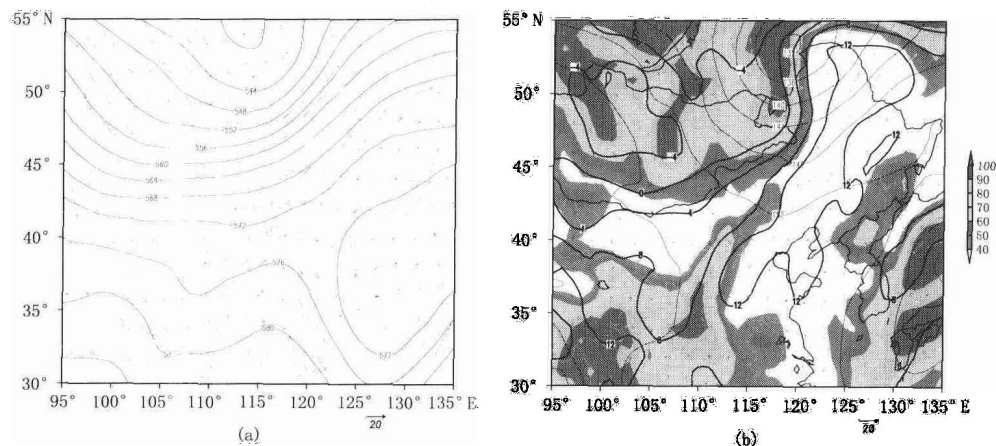


图 8 2004 年 10 月 10 日 00Z 时 500 hPa 形势图(a),850 hPa 温度场和相对湿度场图(b)

(8)2007 年 9 月 15 日 00Z 时,能见度 0.1 km,天气形势:500 hPa:槽后脊前,西北偏西气流。850 hPa:没有明显系统,相对湿度大值区($RH > 60\%$)。地面:均压场。高空槽过境产生降水后,低层处于稳定层结,没有明显冷空气活动,加上湿度较大,容易产生雾,故能见度很低(图 9)。

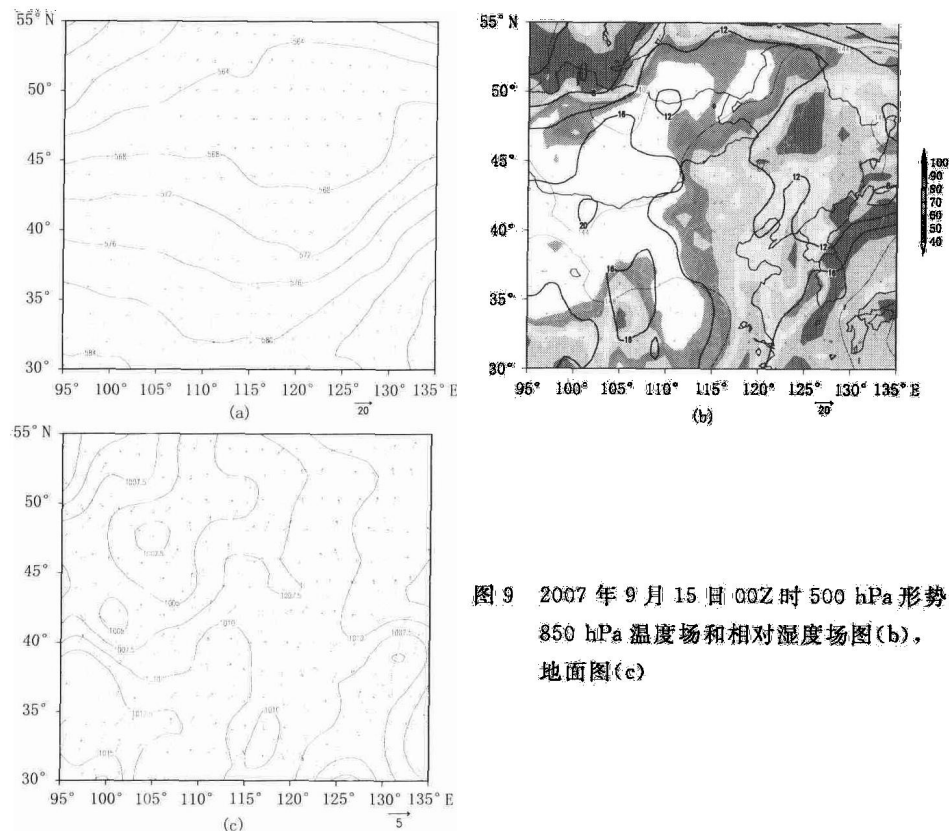


图 9 2007 年 9 月 15 日 00Z 时 500 hPa 形势图(a),
850 hPa 温度场和相对湿度场图(b),
地面图(c)

通过对能见度在 1 级的分析,归纳总结了其中 12 个个例的天气形势背景如表 3 所示。

表 3 一级能见度的天气形势典型特征

时间(地方时)	能见度(km)	500 hPa	850 hPa	地面
2007091508	0.1	槽后脊前,西北偏西气流。	没有明显系统,相对湿度大值区($RH>60\%$)。	均压场
2000100708	0.2	较为平直西风气流。	低涡底后部,相对湿度大值区($RH>70\%$)。	处于低压辐合区内。
2000100620	0.3	弱脊控制。	低涡辐合区前部,相对湿度大值区($RH>80\%$)。	处于低压辐合区内,辐合主体前部。
2000100208	0.4	弱脊区,受西北偏西气流影响。	受暖脊影响,北京西边有一高湿区,未来将影响北京	处于弱气压场中
2001100808	0.5	受槽前西南暖湿气流影响。	低涡底前部,相对湿度大值区($RH>80\%$)。	处于低压辐合区底前部。
2004100920	0.6	500 hPa 脊前。	槽前。	地面 处于弱气压场控制,低压辐合区底前部。
2006100608	0.7	较为平直西风气流。	槽前,相对湿度($RH>50\%$),未来将继续增湿。	处于低压辐合区前。
1999100508	0.8	较为平直西风气流	暖脊,相对湿度大值区($RH>50\%$)。(高温高湿区,未来还将继续增湿)。	处于低压辐合区底部,弱高压前部。
1999100608	0.8	08 时前有槽过境,处于槽后西北气流。	槽后脊前,相对湿度大值区($RH>60\%$)。	处于低压辐合区内。
2004100708	0.8	浅槽底前部,受弱偏西气流影响。	浅槽前部弱脊区。	受弱气压场控制。
2004100808	0.8	脊前。	暖脊	均压场。
2004101008	0.8	较为平直西风气流。	低涡底后部。	处于低压辐合区内。

4.2 二级能见度典型天气特征

分级标准

将能见度为 1~2 km 定义为二级。

个例筛选标准

1999—2008 年 9 月到 10 月份能见度出现二级的天数为 111 天,重点选取其中 22 个个例进行分析。

个例分析

(1)2000 年 10 月 1 日 06Z 时(世界时),能见度 2 km,天气形势:500 hPa;较为平直西风气流,850 hPa;浅槽,相对湿度大值区($RH>60\%$)。(高温高湿区,未来还将继续增湿)地面:处于弱气压场控制(图 10)。

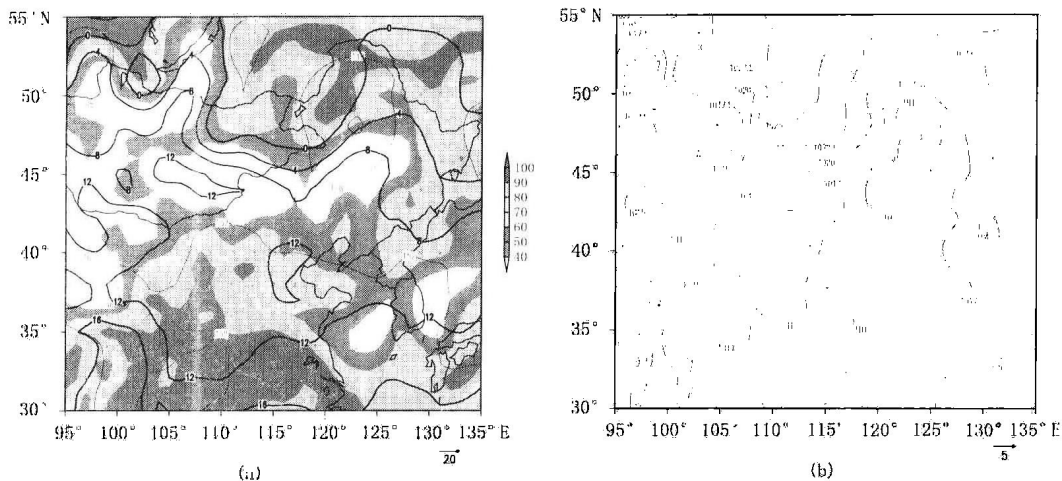


图 10 2000 年 10 月 1 日 06Z 时 850 hPa 温度场和相对湿度场图(a),地面图(b)

(2)2000 年 10 月 3 日 06Z 时,能见度 2 km,天气形势:500 hPa;西北偏西气流。850 hPa;辐合线,相对湿度大值区($RH>70\%$)。地面:处于弱气压场控制(图 11)。

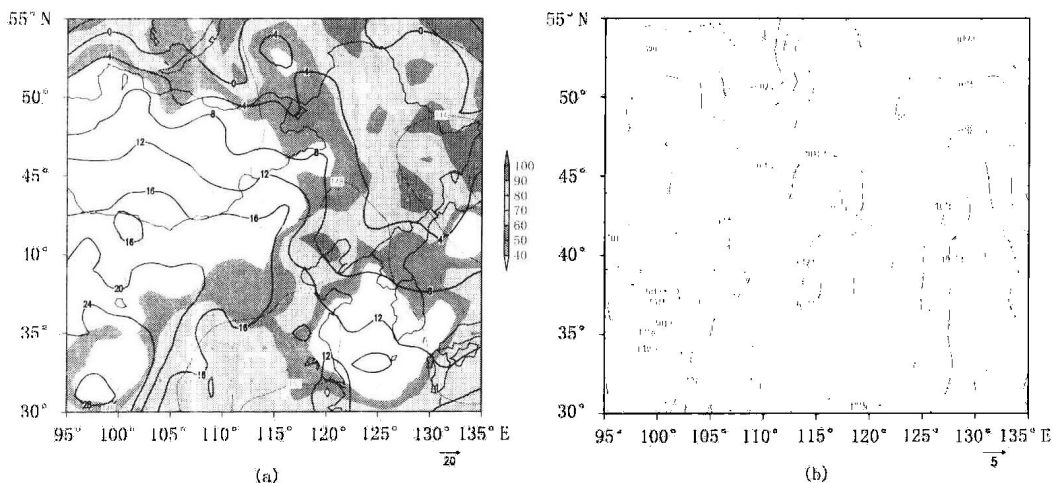


图 11 2000 年 10 月 3 日 06Z 时 850 hPa 温度场和相对湿度场图(a),地面图(b)

(3)2000 年 10 月 4 日 00Z 时,能见度 2 km,天气形势:500 hPa;西北偏西气流;850 hPa;辐合区,地面:处于高压底部前部弱气压场中(图 12)。

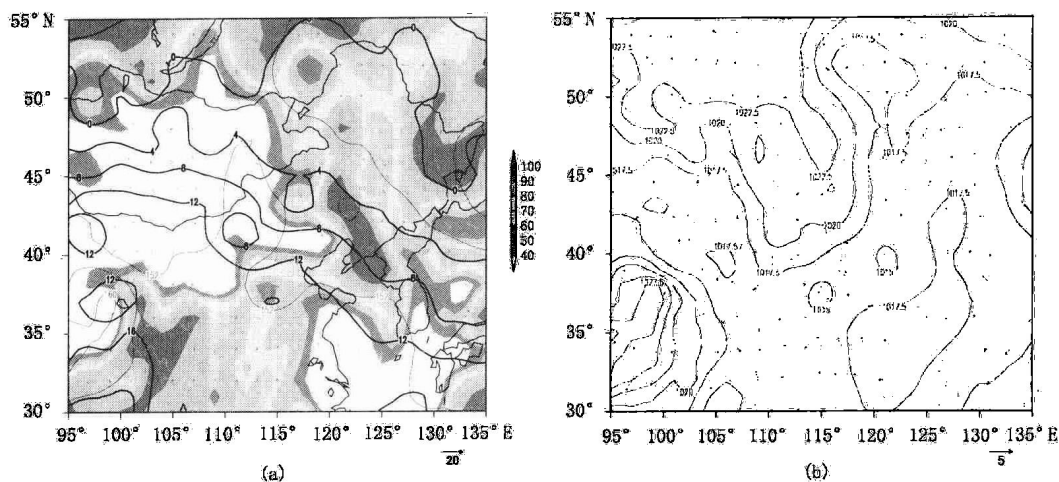


图 12 2000 年 10 月 4 日 00Z 时 850 hPa 温度场和相对湿度场图(a), 地面图(b)

(4) 2001 年 9 月 26 日 12Z 时, 能见度 1.5 km, 天气形势: 500 hPa 西北偏西气流, 850 hPa 辐合区, 相对湿度大值区 ($RH > 60\%$)。地面处于弱气压场控制 (图 13)。

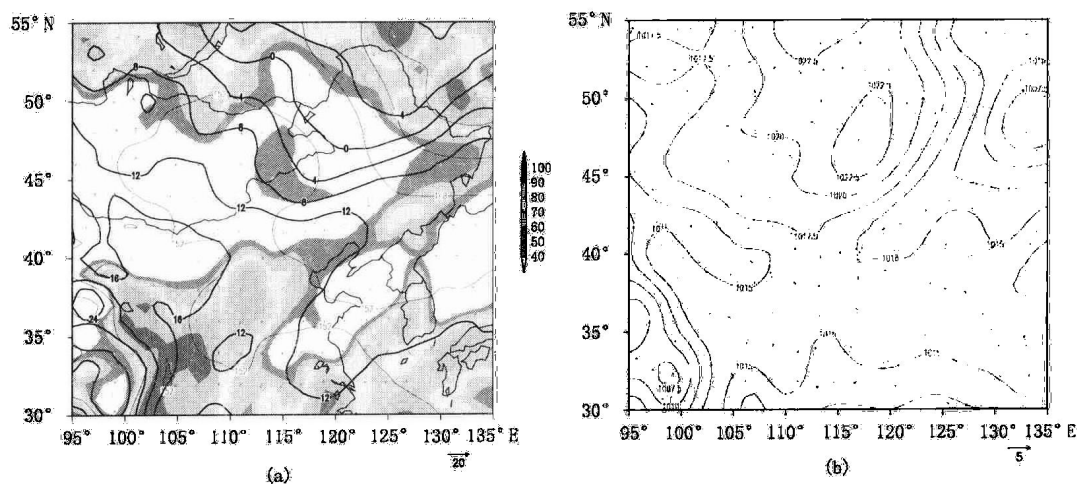


图 13 2001 年 9 月 26 日 12Z 时 850 hPa 温度场和相对湿度场图(a), 地面图(b)

(5) 2001 年 9 月 29 日 12Z 时, 能见度 2 km, 天气形势: 500 hPa 槽底, 850 hPa 槽区, 相对湿度大值区 ($RH > 90\%$)。地面处于弱气压场控制 (图 14)。