




• 孙欣 陈力强 主编

# 辽宁省高影响 天气预报技术

High Impact Weather Forecast Technology  
in Liaoning Province

 辽宁科学技术出版社  
LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

辽宁省优秀自然科学著作

# 辽宁省高影响 天气预报技术

孙欣 陈力强 主编

辽宁科学技术出版社

沈阳

© 2015 孙 欣 陈力强

### 图书在版编目 (CIP) 数据

辽宁省高影响天气预报技术 / 孙欣, 陈力强主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2016.1  
(辽宁省优秀自然科学著作)  
ISBN 978-7-5381-9469-2

I. ①辽… II. ①孙… ②陈… III. ①天气预报—辽宁省 IV. ①P45

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第238961号

---

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳旭日印刷有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印 张: 17.25

字 数: 377千字

印 数: 1~1000

出版时间: 2016年1月第1版

印刷时间: 2016年1月第1次印刷

责任编辑: 李伟民

特邀编辑: 王奉安

封面设计: 嵘 嵘

责任校对: 周 文

---

书 号: ISBN 978-7-5381-9469-2

定 价: 50.00元

联系电话: 024-23284526

邮购电话: 024-23284502

<http://www.lnkj.com.cn>

# 本书编委会

主 编 孙 欣 陈力强  
副主编 陈传雷 陆忠艳 阎 琦 吴曼丽  
张炳川 孙力威  
编 委 陆井龙 杨 青 吴晓峰 李雅南  
韩江文 黄 阁 韩秀君 梁 寒  
曲荣强 王 鹏 贺 慧 贾旭轩  
王太微 赵 明 聂安琪 刘 硕  
李 萍 李 爽 李玉鸣 王晓丽  
田 莉 林海峰 张 楠 苏 航  
关 颖 孙虹雨  
编 辑 贺 慧

## 目 录

<b>1 辽宁省春季第一场透雨特征及预报技术指标研究</b>	001
1.1 辽宁地区透雨预报的重要性	001
1.2 透雨的气候概况和服务重点	001
1.3 春季透雨天气学概念模型	003
1.4 物理量定量指标	010
1.5 中尺度分析判断暴雨落区	012
1.6 透雨客观预报产品展示	013
1.7 省、市级集约化透雨预报业务流程	015
1.8 透雨查询系统	015
<b>2 辽宁省区域性暴雨特征及预报指标研究</b>	019
2.1 概述	019
2.2 建立区域暴雨预报天气学概念模型及诊断预报模型	021
2.3 建立区域性暴雨物理量诊断预报模型	040
2.4 暴雨预报中尺度分析业务规范及暴雨落区预报方法	070
2.5 建立完善省、市集约化的暴雨预报业务流程	073
<b>3 辽宁省强对流天气预报方法研究</b>	074
3.1 中尺度对流天气环境场条件分析	074
3.2 多普勒天气雷达资料分析	074
3.3 卫星资料分析	076
3.4 不同灾种的强对流天气的物理量产品分析研究	077
3.5 未来设想	081
<b>4 热带气旋预报方法研究</b>	082
4.1 热带气旋预报的重要性	082
4.2 应用资料与方法	082
4.3 影响辽宁热带气旋的气候特征	084

4.4	不同登陆地点的天气形势及风雨影响特征	088
4.5	北上台风降水的影响因子	092
4.6	北上台风预报流程	094
5	<b>大雾预报技术指标体系和预报流程完善</b>	096
5.1	资料来源及其相关定义	096
5.2	辽宁省区域性大雾的气候特征	096
5.3	辽宁省大雾的环流分型及预报概念模型	099
5.4	辽宁省区域性大雾物理量定量指标	105
5.5	大雾消散预报指标	107
5.6	中尺度分析	108
5.7	辽宁省区域性大雾预报流程	110
6	<b>夏季高温预报方法研究</b>	111
6.1	辽宁省夏季高温气候特征	111
6.2	时空分布特征	112
6.3	高温出现的天气学特征及预报概念模型	114
6.4	高温天气的参考条件	117
6.5	高温预报流程	118
7	<b>初霜预报技术指标体系和预报流程完善</b>	119
7.1	概述	119
7.2	初霜冻的统计特征分析	119
7.3	辽宁初霜冻形成原因分析	120
7.4	初霜冻环流分型	120
7.5	初霜冻物理量预报指标	125
7.6	中尺度分析	126
8	<b>辽宁省区域性寒潮预报指标研究</b>	129
8.1	概述	129
8.2	资料和方法	129
8.3	寒潮气候特征分析	130
8.4	主要天气环流特征——北半球极涡强度指数	137
8.5	辽宁区域性寒潮天气学分型	138
8.6	区域性寒潮物理量预报指标	155
8.7	寒潮中尺度分析模型	156
8.8	区域性寒潮预报流程	157
9	<b>辽宁省海上大风预报指标研究</b>	158
9.1	海上大风气候特征	158

9.2	海上大风天气学概念模型 .....	167
9.3	海上大风物理量预报阈值 .....	178
9.4	海上大风中尺度分析概念模型 .....	179
9.5	海上大风客观定量预报方法 .....	181
9.6	海上大风预报业务流程 .....	182
10	<b>辽宁省区域性大雪预报指标研究</b> .....	183
10.1	引言 .....	183
10.2	资料和方法 .....	183
10.3	大雪气候特征分析 .....	183
10.4	区域性大雪天气学分型 .....	188
10.5	区域性大雪物理量预报指标 .....	207
10.6	区域性大雪客观定量预报方法 .....	208
10.7	建立完善省、市集约化大雪预报业务流程 .....	209
11	<b>严寒预报方法</b> .....	210
11.1	概述 .....	210
11.2	个例选取 .....	212
11.3	大尺度环流背景 .....	213
11.4	天气学分型 .....	213
11.5	物理量诊断分析 .....	216
11.6	中尺度分析(天气形势与严寒落区关系) .....	219
11.7	短期预报流程及预报着眼点 .....	220
12	<b>辽宁春季西南大风概念模型及指标研究</b> .....	221
12.1	偏南大风的时空分布特征 .....	221
12.2	典型西南大风个例档案 .....	223
12.3	西南大风的形势特点和概念模型 .....	231
12.4	西南大风的预报指标和预报流程 .....	235
12.5	西南大风典型个例分析 .....	237
13	<b>辽宁省沙尘天气气候特征及预报指标研究</b> .....	241
13.1	资料 .....	241
13.2	辽宁省沙尘时空分布特征 .....	241
13.3	影响辽宁地区的沙尘天气源地及传输路径 .....	243
13.4	辽宁沙尘天气分型 .....	244
13.5	辽宁地区沙尘天气物理量特征分析 .....	245
13.6	中尺度分析 .....	247
13.7	预报流程 .....	247

<b>附录 中尺度对流天气环境场条件分析</b> .....	249
1 水汽条件分析 .....	249
1.1 概述 .....	249
1.2 显著湿区 .....	249
1.3 干舌 .....	249
1.4 干线 (露点锋) .....	250
2 不稳定条件分析 .....	250
2.1 概述 .....	250
2.2 温度脊 (暖脊) .....	250
2.3 温度槽 (冷槽) .....	251
2.4 850 hPa (或 700 hPa) 与 500 hPa 温度差 .....	251
3 抬升条件分析 .....	251
3.1 概述 .....	251
3.2 辐合区 .....	252
3.3 大风速带 .....	253
3.4 高空分流区 .....	253
3.5 标识流线 .....	254
4 特征物理量分析 .....	254
4.1 概述 .....	254
4.2 比湿分析 ( $q$ ) .....	254
4.3 垂直速度分析 .....	254
4.4 水汽通量散度分析 .....	255
4.5 低层假相当位温 ( $\theta_{se}$ ) .....	255
5 综合图制作 .....	255
5.1 综合图分析内容 .....	255
5.2 高空综合图制作 .....	256
5.3 地面综合图制作 .....	257
5.4 中尺度分析要素表填写 .....	258
6 多普勒天气雷达资料分析 .....	259
6.1 雷达强度产品分析 .....	259
6.2 雷达径向速度产品分析 .....	259
6.3 垂直液态水含量分析 .....	260
6.4 回波顶高分析 .....	260
6.5 雷达风廓线产品分析 .....	260
7 卫星资料分析 .....	260



7.1	红外云图分析	260
7.2	可见光云图分析	260
7.3	红外云图、可见光云图综合分析	261
7.4	水汽云图综合分析	261
7.5	TBB分析	262
8	中尺度天气分析流程、方法示意图	262
9	术语和定义	263
9.1	中尺度天气	263
9.2	中尺度分析	263
9.3	锋	264
9.4	切变线	264
9.5	辐合线	264
9.6	急流轴	264
9.7	干线(露点锋)	264
9.8	标识流线	264
9.9	干舌	264
9.10	槽线	264
9.11	冷槽	264
9.12	暖脊	264
9.13	中尺度对流系统	264
9.14	飚线	265
10	中尺度天气分析符号	265

# 1 辽宁省春季第一场透雨特征及预报技术指标研究

## 1.1 辽宁地区透雨预报的重要性

在辽宁农业生产中，在透雨出现的前提下，能够保证春播的顺利进行。从而确保出全苗，继而为农业丰收打基础。在日常业务工作中，有关春季播种的气象要素预报——透雨预报，沈阳中心气象台专家型预报团队对辽宁透雨预报做进一步研究。

## 1.2 透雨的气候概况和服务重点

### 1.2.1 定义

- (1) 春播期（4—5月）出现的，第一场超过10 mm的降水。
- (2) 全省透雨：全省70%以上地区出现超过10 mm的降水。
- (3) 辽西透雨：朝阳、阜新、锦州和葫芦岛地区均出现超过10 mm的降水。

### 1.2.2 春季透雨的时空分布

从辽宁省春季第一场透雨的时间分布（图1.1）来看，春季第一场透雨平均日期为4月24日。辽宁省的第一场透雨时间大部分出现在4月中旬到5月上旬（占透雨总数的89%）。辽宁省东部地区春季透雨出现日期最早为4月中旬，中部为4月下旬，西部为5月上旬。



图1.1 辽宁省春季第一场透雨平均出现日期

### 1.2.3 春耕条件及关注重点

- (1) 5 cm地温稳定通过5℃，气温稳定通过8℃。
- (2) 土壤湿度60%。
- (3) 5 d内2次5 mm降水，或1次10 mm降水。

从平均透雨量的空间分布(图1.2b)可以看出，透雨量从南至北呈阶梯状递减。辽宁省按照上述条件对春季大气演变情况分析，提出辽西重点关注透雨，辽东重点关注温度。

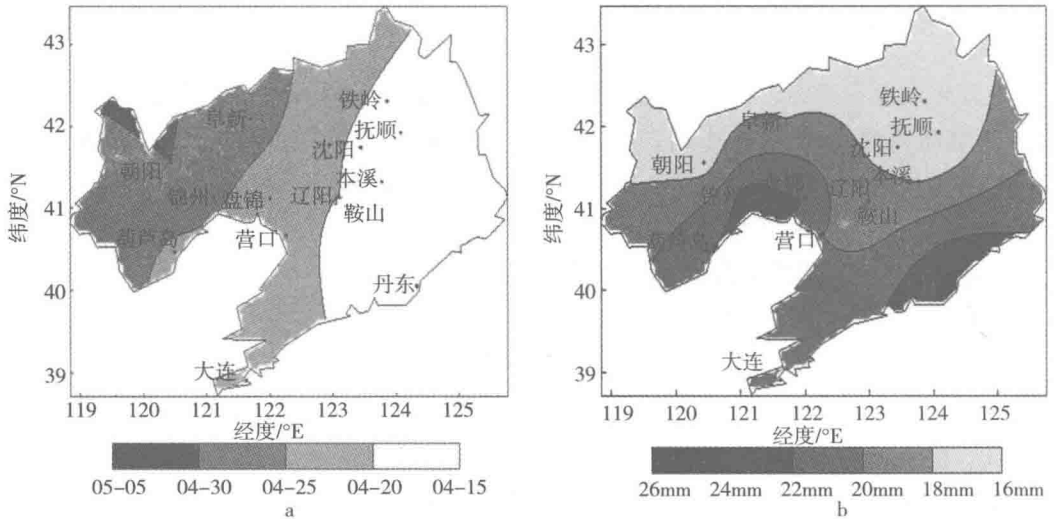


图1.2 1961—2007年辽宁省透雨平均出现日期(a)和平均透雨量(b)的空间分布

表1.1为透雨日期分布。

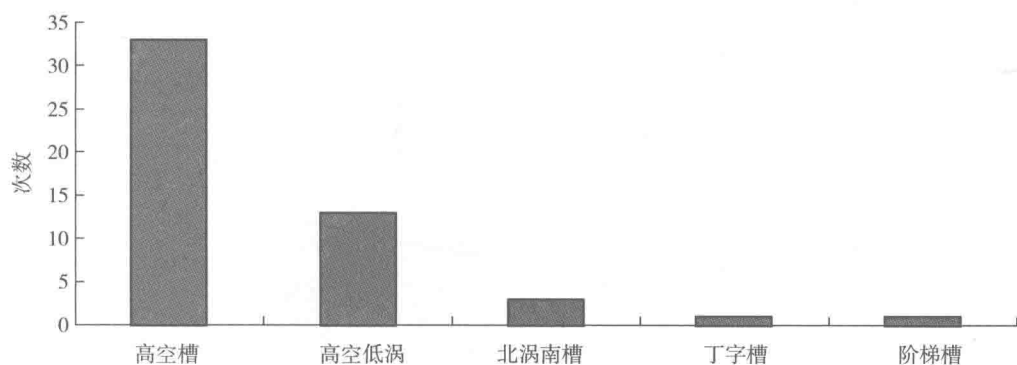
表1.1 透雨日期分布

年份	日期	年份	日期	年份	日期	年份	日期	年份	日期	年份	日期	年份	日期
		1961	04-04	1971	05-01	1981	05-02	1991	04-12	2001	05-06	2011	04-17
		1962	04-02	1972	04-08	1982	05-03	1992	04-11	2002	04-06	2012	04-24
		1963	05-07	1973	04-06	1983	04-26	1993	05-07	2003	04-18		
		1964	04-17	1974	04-06	1984	05-28	1994	05-03	2004	04-01		
		1965	05-04	1975	04-08	1985	04-28	1995	05-09	2005	04-06		
1956	04-23	1966	04-15	1976	04-22	1986	04-19	1996	05-07	2006	05-05		
		1967	04-29	1977	04-16	1987	04-20	1997	05-28	2007	04-13		
1958	04-25	1968	04-08	1978	04-29	1988	04-11	1998	04-23	2008	04-22		
1959	04-21	1969	04-20	1979	04-07	1989	05-12	1999	04-12	2009	04-19		
1960	05-15	1970	05-09	1980	05-14	1990	04-13	2000	04-09	2010	04-19		

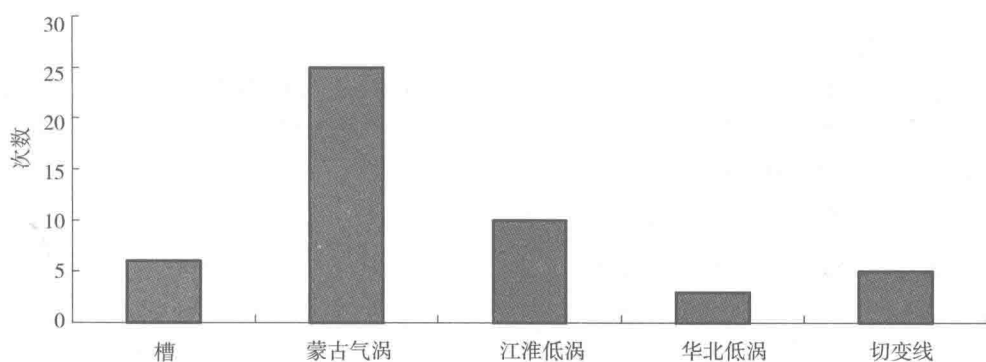
### 1.3 春季透雨天气学概念模型

#### 1.3.1 透雨主要影响系统

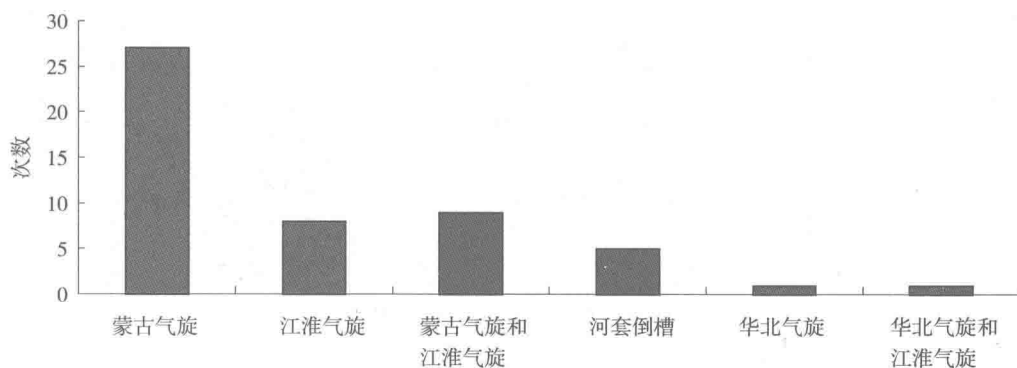
从以往的透雨个例来分析观察,通常透雨天气高空多有高空槽或低涡影响,低层存在西南急流,输送暖湿水汽,相对湿度达到70%以上(图1-3)。



a 高空主要影响系统



b 低空 850 hPa 主要影响系统



c 地面主要影响系统

图 1.3 主要影响系统

### 1.3.2 透雨天气学分型及天气形势特点

按照全省70%以上地区出现超过10 mm的降水划分标准,辽宁省1956—2012年共筛选出56次透雨个例。以地面系统为主分型可分为3类:江淮气旋(倒槽)型、蒙古气旋型、华北气旋(倒槽)。见图1.4。

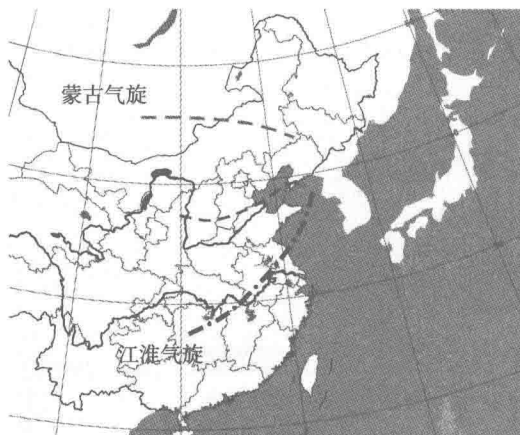


图 1.4 我国气旋分布图

#### 1.3.2.1 江淮气旋型

由于江淮气旋通常携带大量南来暖湿气流,因此江淮气旋引起的降雨强度大、发展迅速,容易造成严重的洪涝灾害,是造成辽宁区域透雨的重要天气系统之一。

(1) 500 hPa。见图1.5。

- ①西风槽东移或其南段与南支槽同位相合并。
- ②强盛南支槽东移(南支槽主导)。

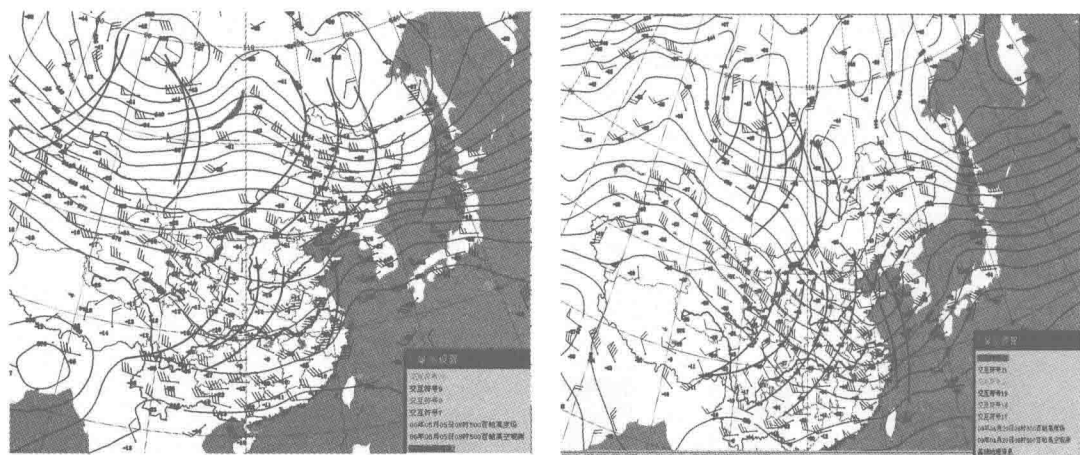


图 1.5 江淮气旋型透雨 500 hPa 天气形势图

(2) 850 hPa。见图1.6。

- ①西南涡发展东北上急流强、建立早,且一直向北延伸。
- ②西北路、东北路冷空气与强低空急流携带的暖湿空气交汇。

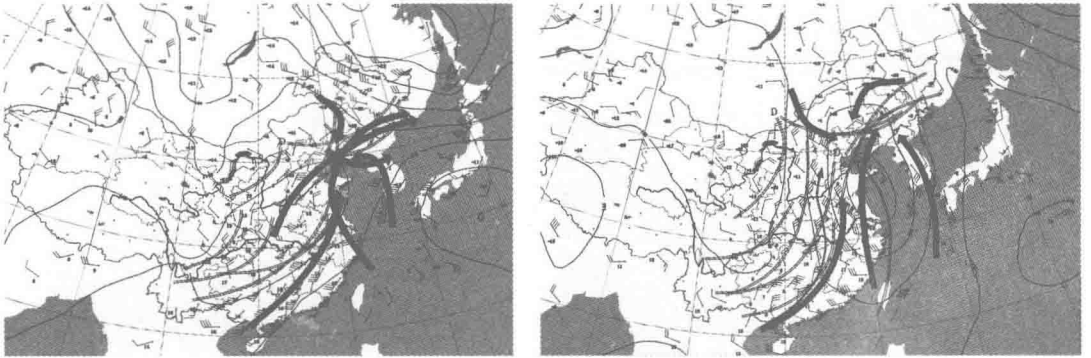


图 1.6 江淮气旋型透雨 850 hPa 天气形势图

(3) 地面。见图 1.7。

- ①江淮气旋形成发展北上。
- ②入海高压强大。

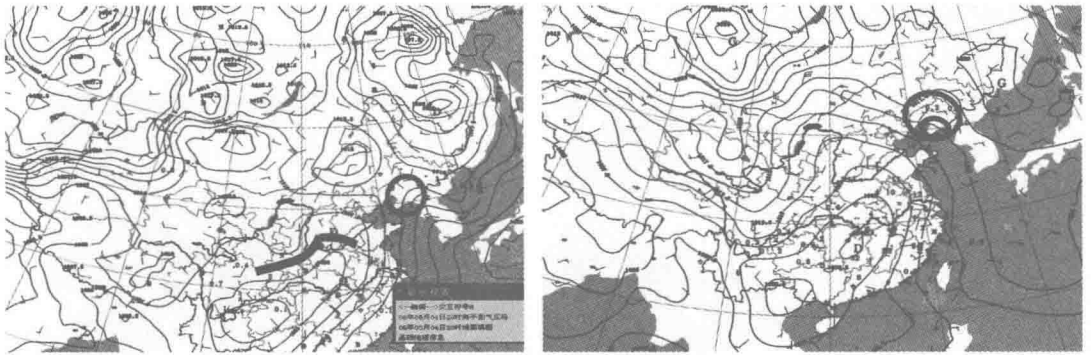


图 1.7 江淮气旋型透雨地面图

### 1.3.2.2 蒙古气旋型

(1) 500 hPa。见图 1.8。

- ①西风槽强烈发展东移（西风槽主导）。
- ②南支槽东移建立水汽通道。

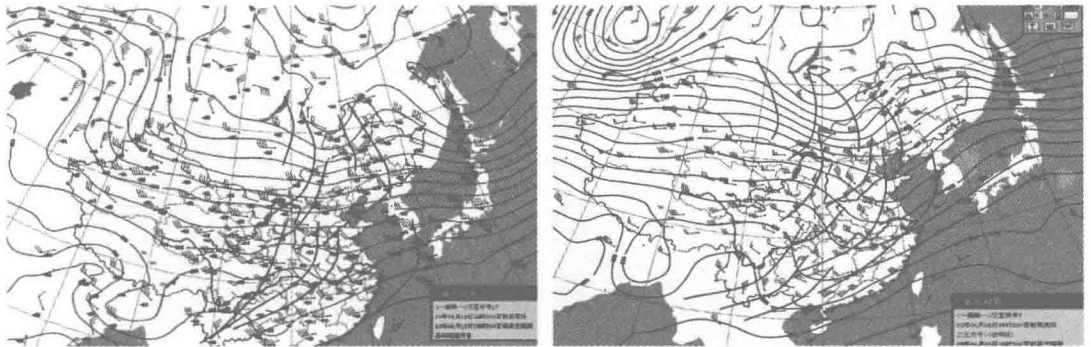


图 1.8 蒙古气旋型透雨 500 hPa 天气形势图

(2) 850 hPa。见图 1.9。

- ①蒙古低涡东移。

- ②急流强且一直向北延伸。
- ③北路冷空气与强低空急流携带的暖湿空气交汇。

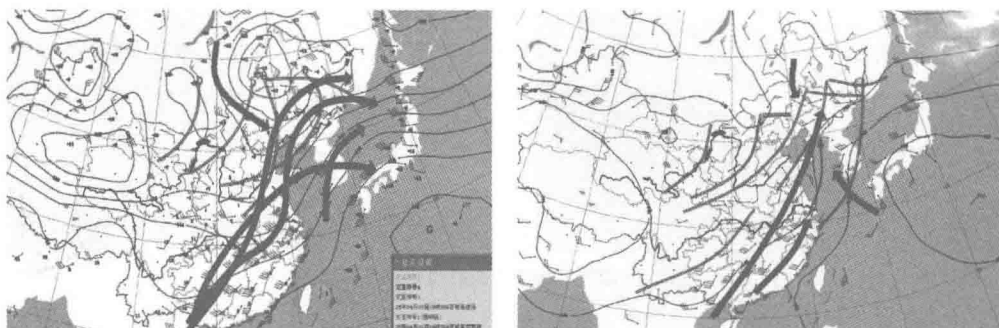


图 1.9 蒙古气旋型透雨 850 hPa 天气形势图

(3) 地面。见图 1.10。

- ①蒙古气旋发展强盛，或蒙古气旋冷锋与倒槽结合。
- ②气旋后部冷高压东南下，锋面发展。

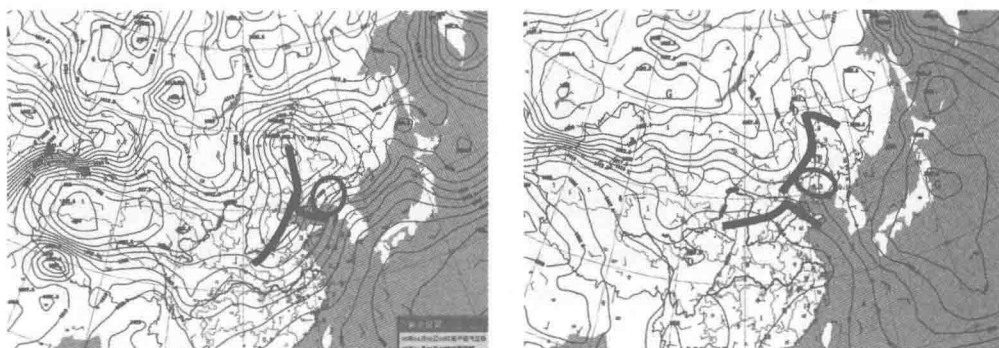


图 1.10 蒙古气旋型透雨地面图

### 1.3.2.3 华北气旋（河套倒槽型）型

(1) 500 hPa。见图 1.11。

- ①西风槽强烈发展东移或丁字槽（西风槽主导）。
- ②南支槽偏南、偏西，西风槽以南一致的西南气流。

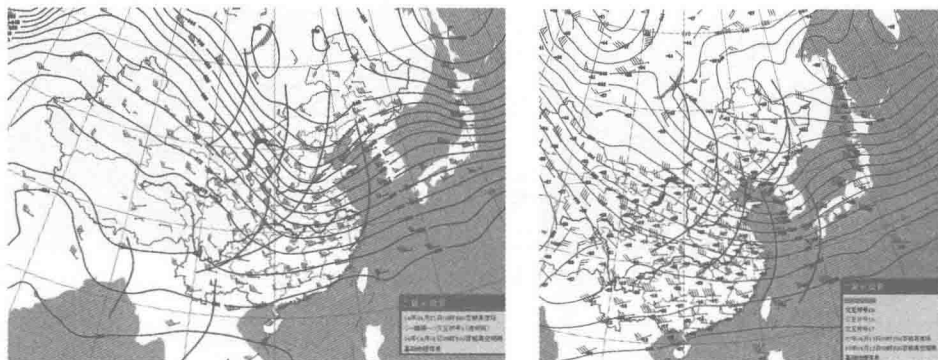


图 1.11 华北气旋型透雨 500 hPa 天气形势图

(2) 850 hPa。见图 1.12。

- ①西北（华北）低涡发展东移。
- ②偏北、偏南急流辐合明显。
- ③冷暖湿空气对峙。

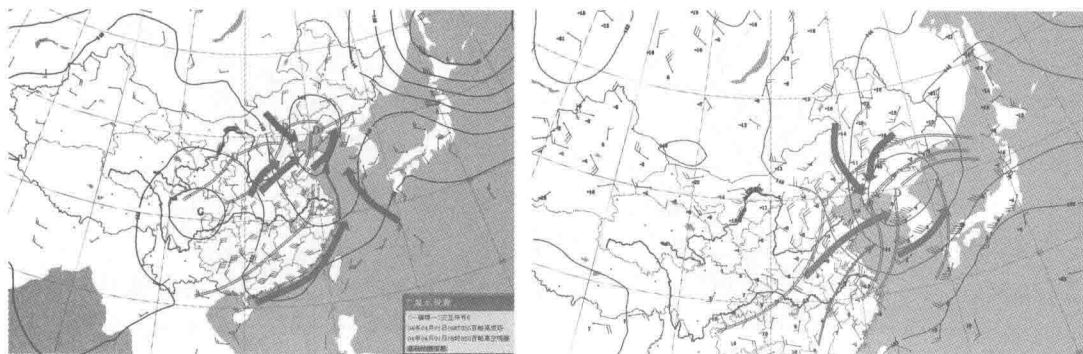


图 1.12 华北气旋型透雨 850 hPa 天气形势图

(3) 地面。见图 1.13。

- ①华北气旋发展强盛，或蒙古气旋冷锋与倒槽结合。
- ②气旋后部冷高压东南下，冷锋发展。

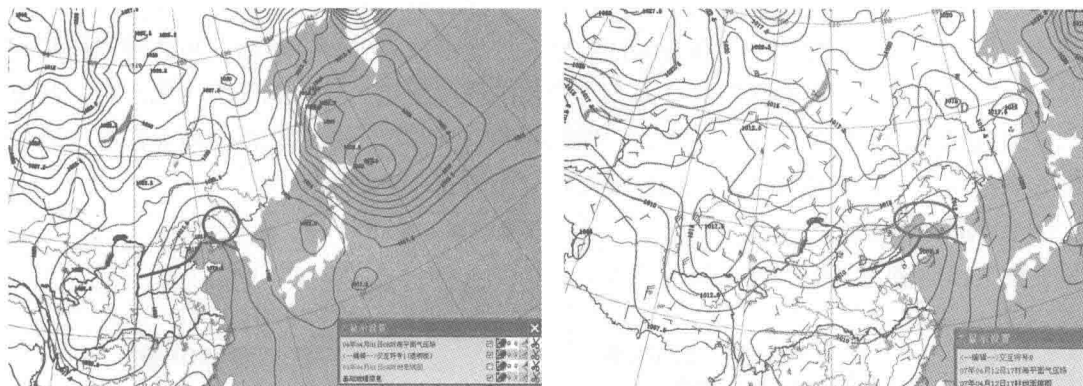


图 1.13 华北气旋型透雨地面图

### 1.3.3 透雨概念模型

#### 1.3.3.1 江淮气旋型

图 1.14 为江淮气旋型透雨概念模型。

(1) 亚欧中高纬度高空呈两槽一脊形势，贝加尔湖（以下简称“贝湖”）高压脊前为宽广的东亚大槽，冷空气沿西北气流南下，同时中纬度地区形成南支槽，南支槽东移北抬并加深，与东移南压的东亚大槽同位相合并同时加强。西南低空急流逐渐形成，引导我国西南低值系统（在  $28 \sim 32^{\circ}\text{N}$ 、 $103 \sim 107^{\circ}\text{E}$  区域内）东移北上加强且一直向北延伸。西北路（ $40^{\circ}\text{N}$  以北）冷空气与南上的低空急流携带的暖湿空气在辽宁省地区交汇，形成明显的低空切变。在  $25 \sim 35^{\circ}\text{N}$ 、 $100 \sim 120^{\circ}\text{E}$  有地面倒槽、气旋波、气旋生成，在低空西南急流作用下迅速发展北上。在东南海上和我国内蒙



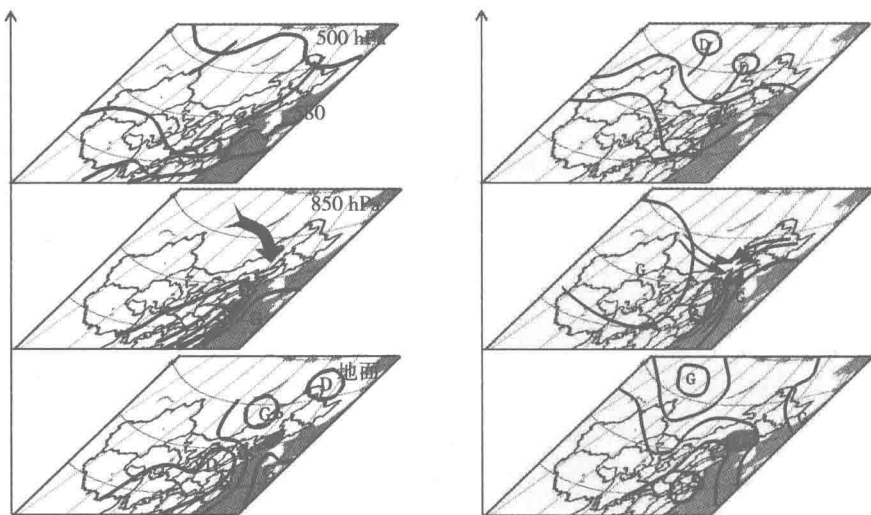


图 1.14 江淮气旋型透雨概念模型

古地区有稳定高压存在，大兴安岭地区存在低压中心，使得南上气旋顶部持续影响辽宁地区，产生较强降水过程。

(2) 亚欧中高纬度高空呈两脊一槽形势，贝湖东侧不断有短波槽引导冷空气沿新疆北部高压脊前西北气流南下，在我国江淮地区上游形成南支槽，与南下短波槽同位相合并加强。东亚低空呈鞍形场控制，海上为稳定的高压阻挡，我国东部为浅低压带，西南低空急流偏东携带暖湿气流与西北路、东北路冷空气在辽宁地区交汇。地面江淮气旋强盛，东移南上，辽宁地区位受气旋的暖湿切变影响，产生降水。

### 1.3.3.2 蒙古气旋型

图 1.15 为蒙古气旋型透雨概念模型。

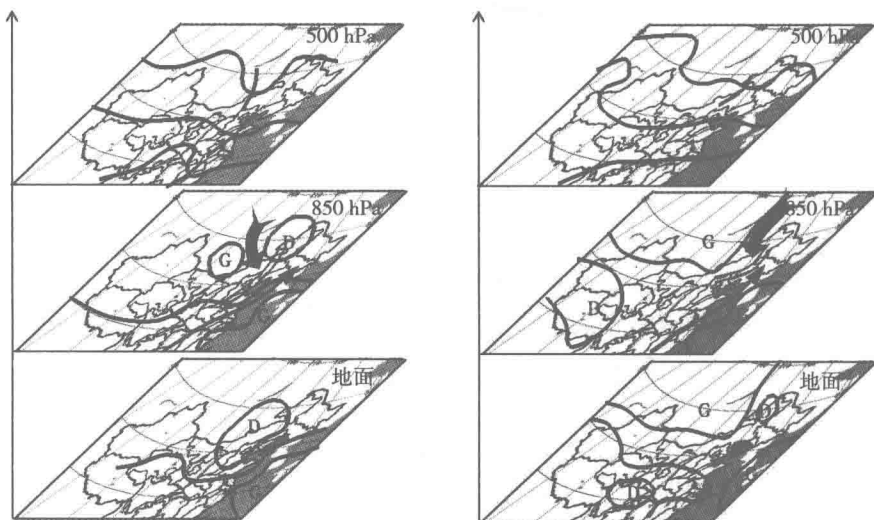


图 1.15 蒙古气旋型透雨概念模型