

气象学与气候学

第五章 天气系统

授课老师：杨静 教授

13426150125

yangjing@bnu.edu.cn

京师科技大厦B901

第五章 天气系统

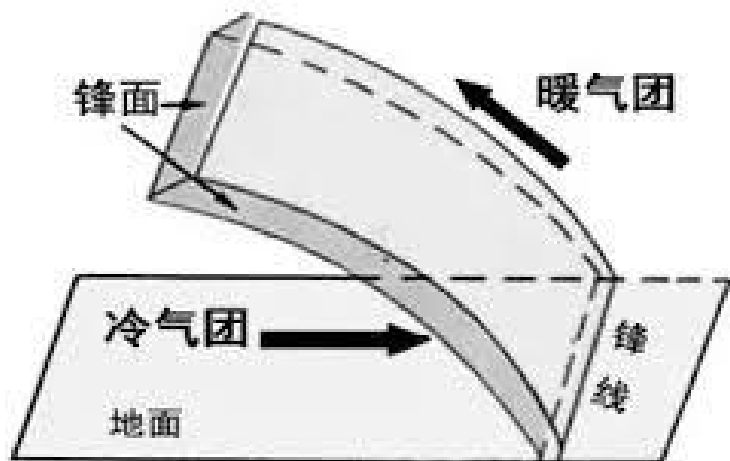
■ 锋

- 锋的定义和结构
- 锋的特征
- 锋的分类
- 锋的天气
- 锋生和锋消

第五章 天气系统

■ 锋：定义

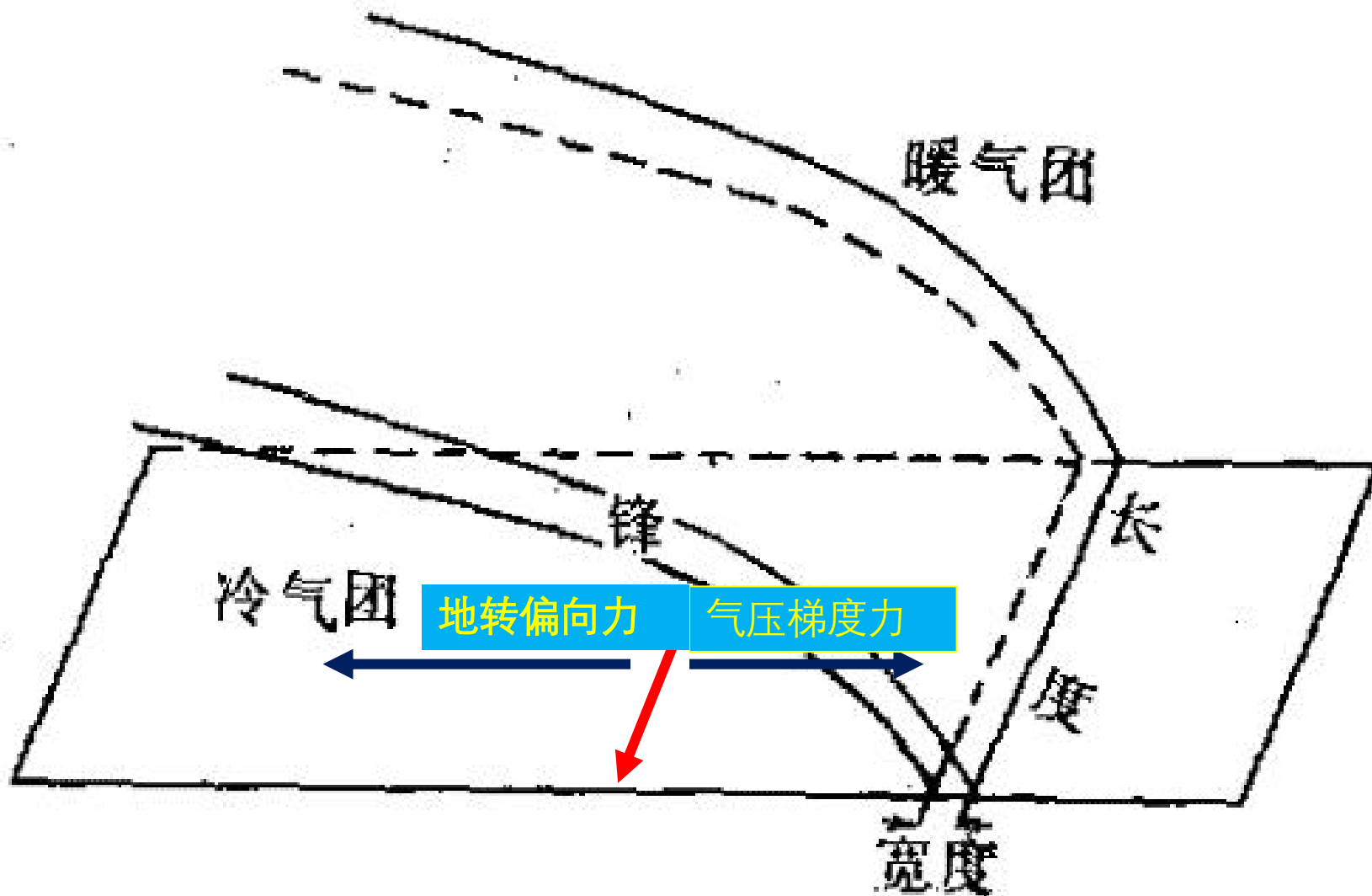
是**冷暖气团**相交地带，
是**温带**地区重要的天气系统，
是**三维空间**的天气系统。



- ◇ 锋的宽度与气团宽度相比很窄，称为**锋面**。
- ◇ 锋面与地面的交线为**锋线**。
- ◇ 锋面和锋线统称为**锋**。

第五章 天气系统

■ 锋：结构



第五章 天气系统

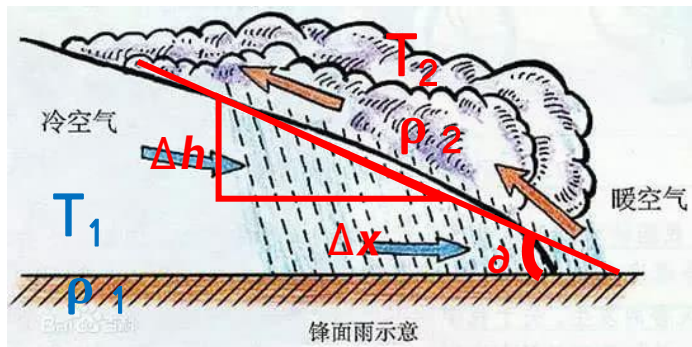
■ 锋：结构

□ 锋面坡度： 锋面倾斜程度

◇ 锋面坡度的形成和维持是地转偏向力作用的结果

◇ 地转偏向力和锋面气压梯度力达到平衡，气流平行于锋面做地转运动

学习参考：锋面坡度的计算



根据静力方程：
$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot \Delta h}{\Delta x}$$

以及地转平衡：
$$-\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial x} + fV_g = 0$$

可推导得：
$$-\frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot \Delta h}{\Delta x} \cdot \frac{1}{\rho_m} + f \cdot \Delta V_g = 0$$

整理得：
$$\frac{(\rho_1 - \rho_2)}{\frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2)} \cdot g \cdot \tan \vartheta = f \cdot \Delta V_g$$

移项整理得：
$$\tan \vartheta = \frac{f}{g} \cdot \Delta V_g \cdot \frac{\frac{1}{2}(\rho_1 + \rho_2)}{(\rho_1 - \rho_2)}$$

根据状态方程：
$$P = \rho RT$$

上式整理得：
$$\tan \vartheta = \frac{f}{g} \cdot \Delta V_g \cdot \frac{\frac{1}{2}(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2})}{(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})}$$

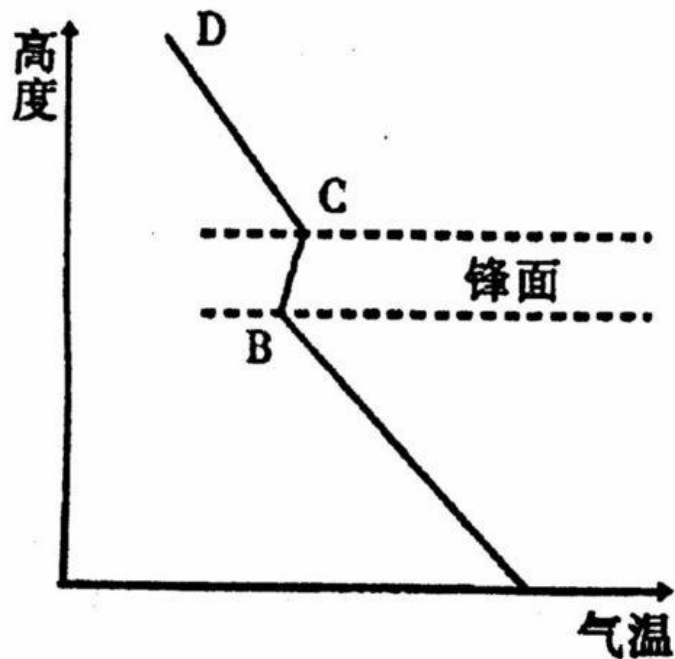
则：
$$\tan \vartheta = \frac{f}{g} \cdot \Delta V_g \cdot \frac{T_m}{\Delta T}$$

第五章 天气系统

■ 锋：特征

✧ 锋面的**温度梯度**比单一气团的温度梯度**大得多**。

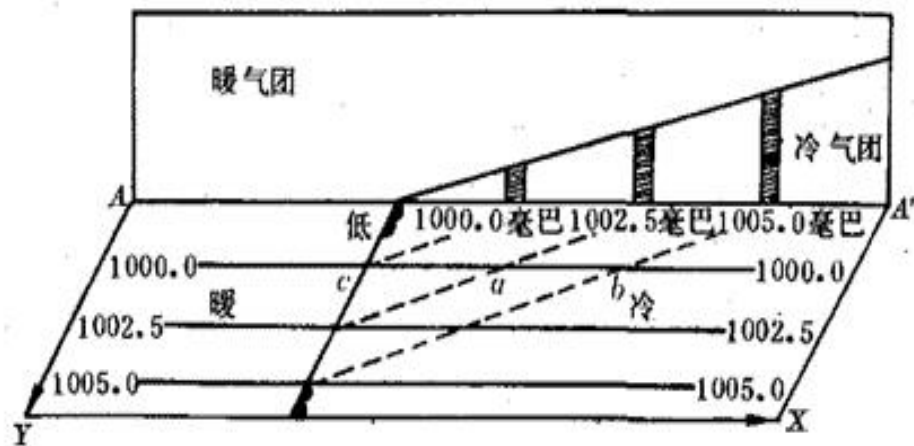
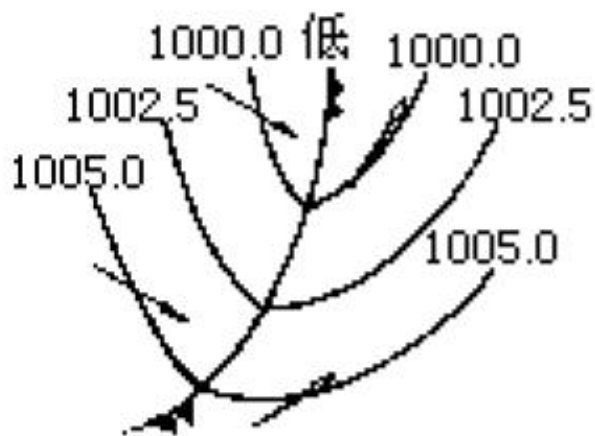
✧ 在锋区附近，因为锋下部是冷气团，上部是暖气团，会出现**锋面逆温**。



第五章 天气系统

■ 锋：特征

与气压场相适应，锋线附近的风场成**气旋式切变**。

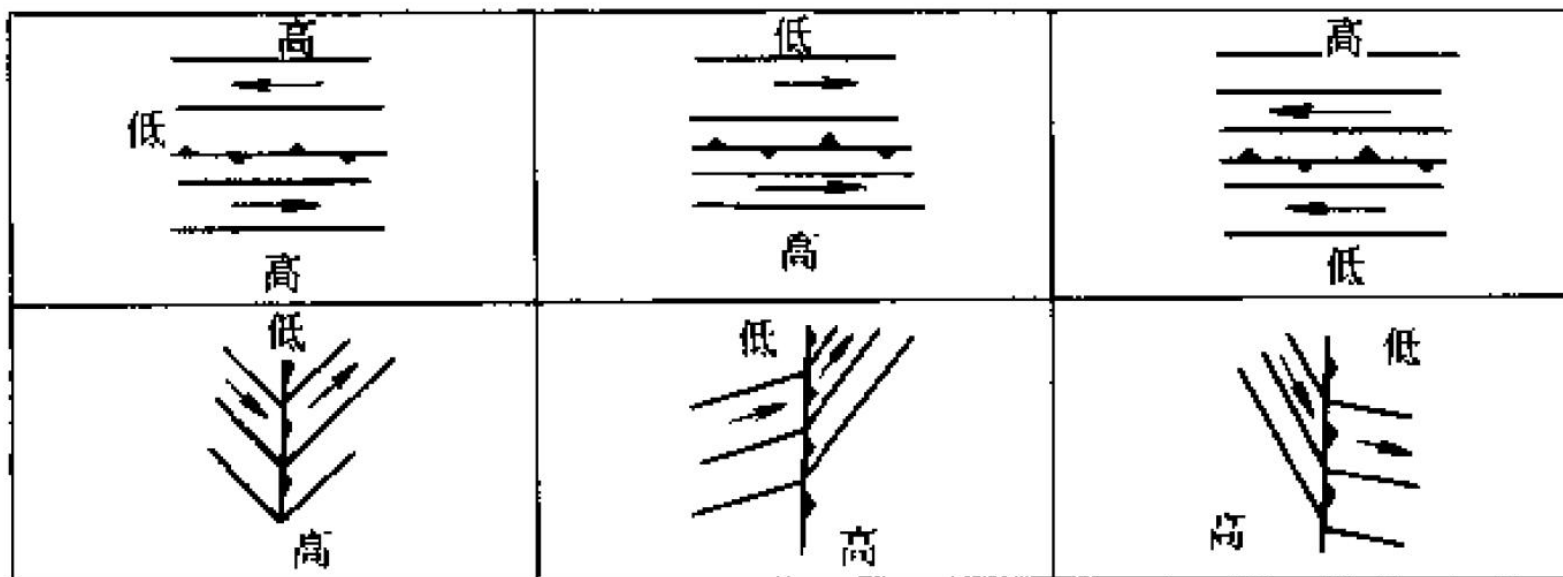


锋附近气压分布

第五章 天气系统

■ 锋：特征

与气压场相适应，锋线附近的风场成**气旋式切变**。



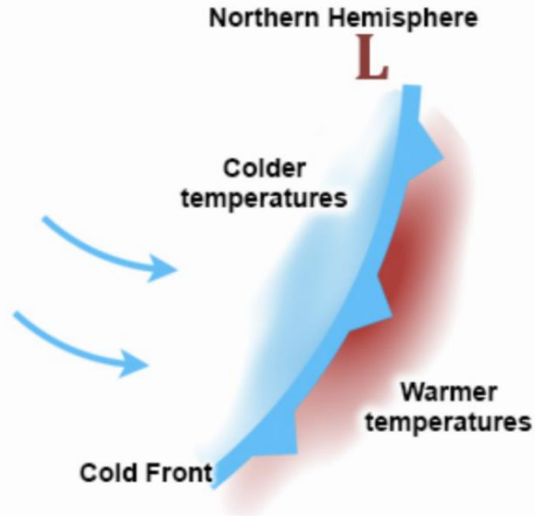
气旋式切变的几种形式 (锋的位置)

第五章 天气系统

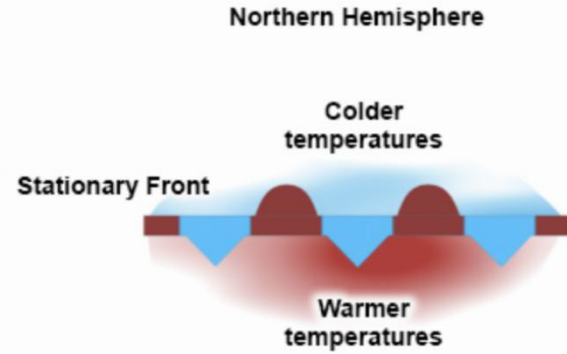
■ 锋：分类

- 暖锋
- 冷锋
- 准静止锋
- 锢囚锋

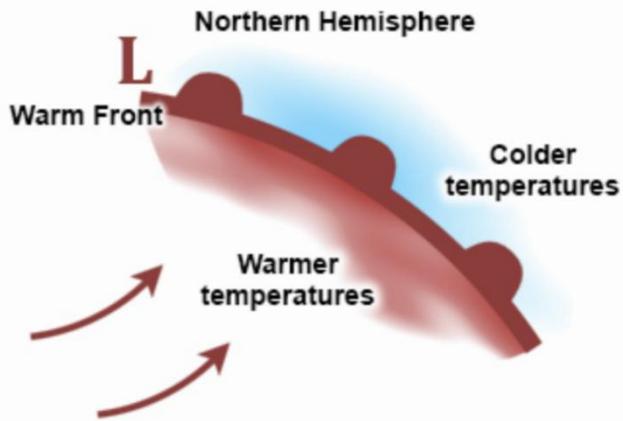
Cold Front



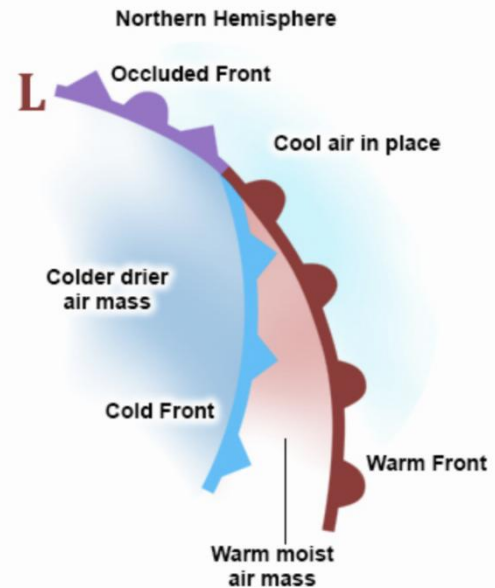
Stationary Front



Warm Front



Occluded Front



Front symbols on weather maps

Cold Front



Warm Front



Stationary Front

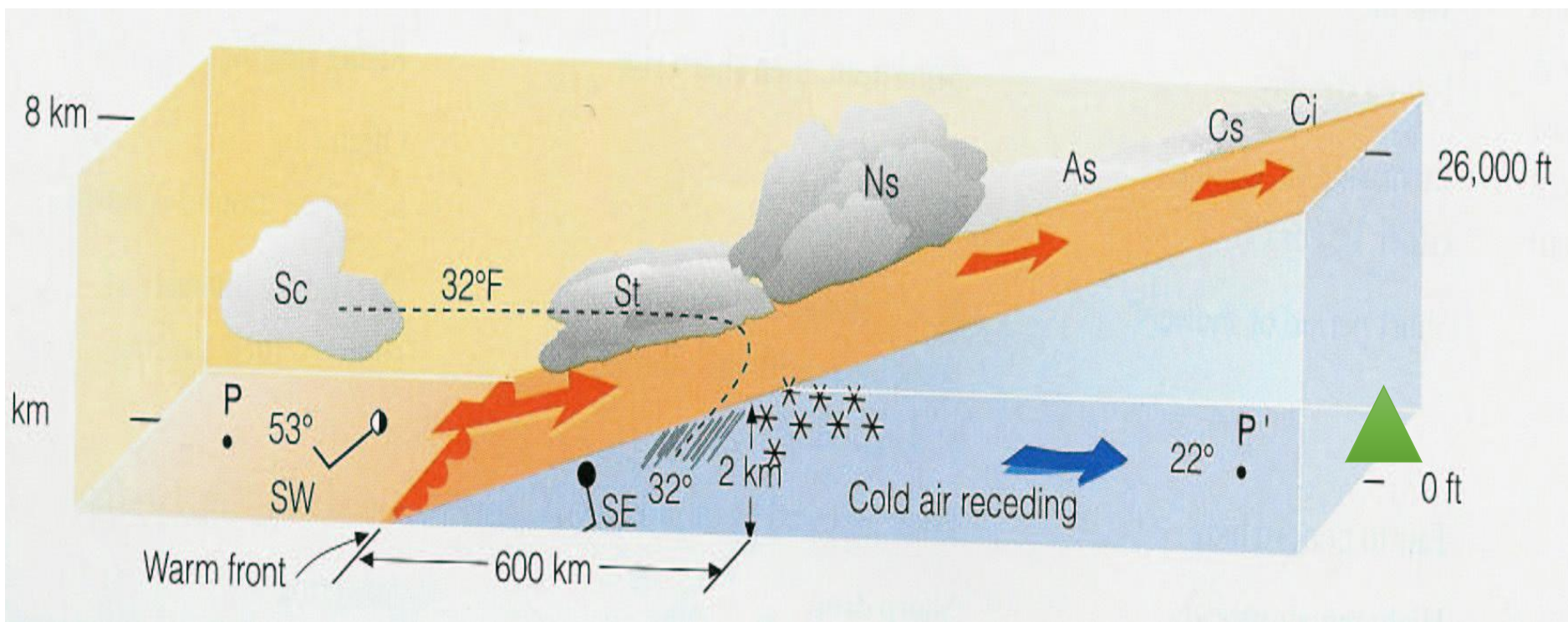


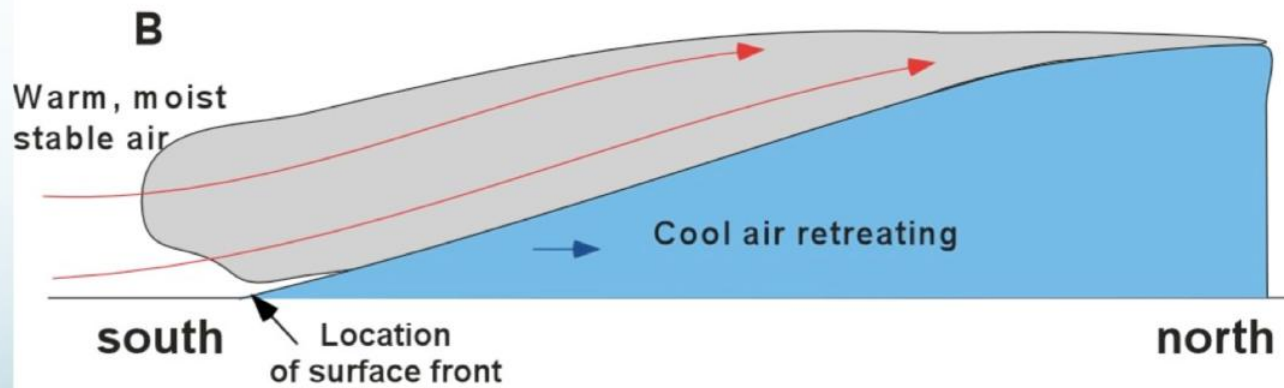
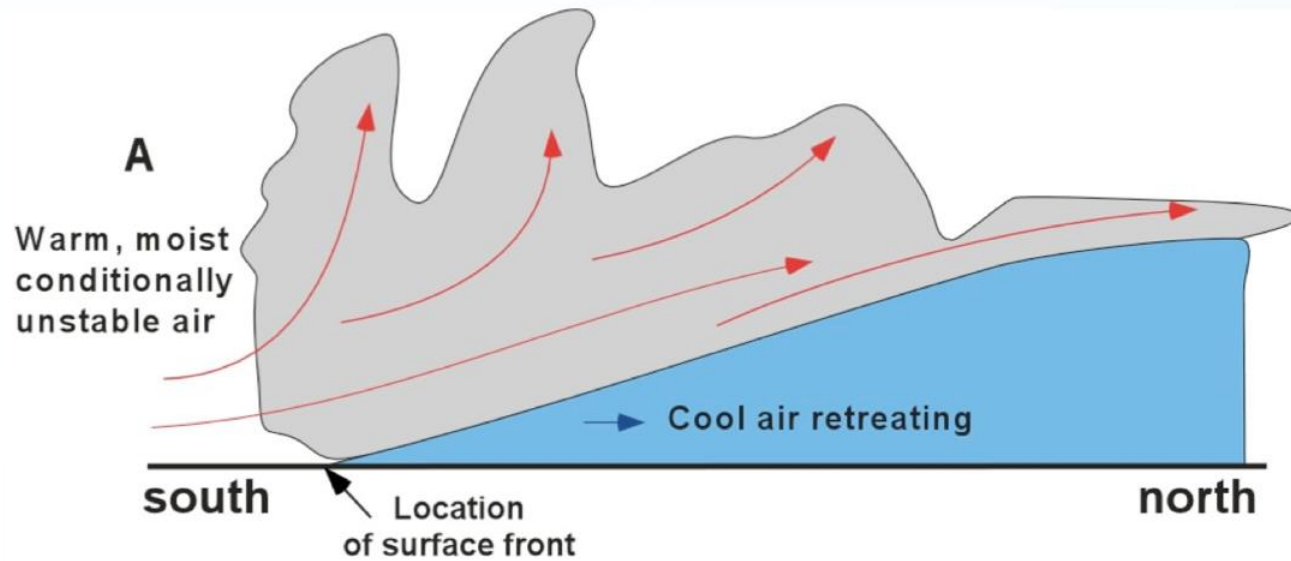
Occluded Front



第五章 天气系统

暖锋：锋在移动过程中，锋后暖气团起主导作用，推动锋面向冷气团一侧移动的锋。
坡度较小





THE CLOUD COLLECTOR'S HANDBOOK

The Cloud Collector's
Handbook

云彩收集者手册

[英] 比尔·施密特·罗宾逊 著
王辰 译



天空的美，云知道

中信出版社

北京天文馆天文爱好者俱乐部出品

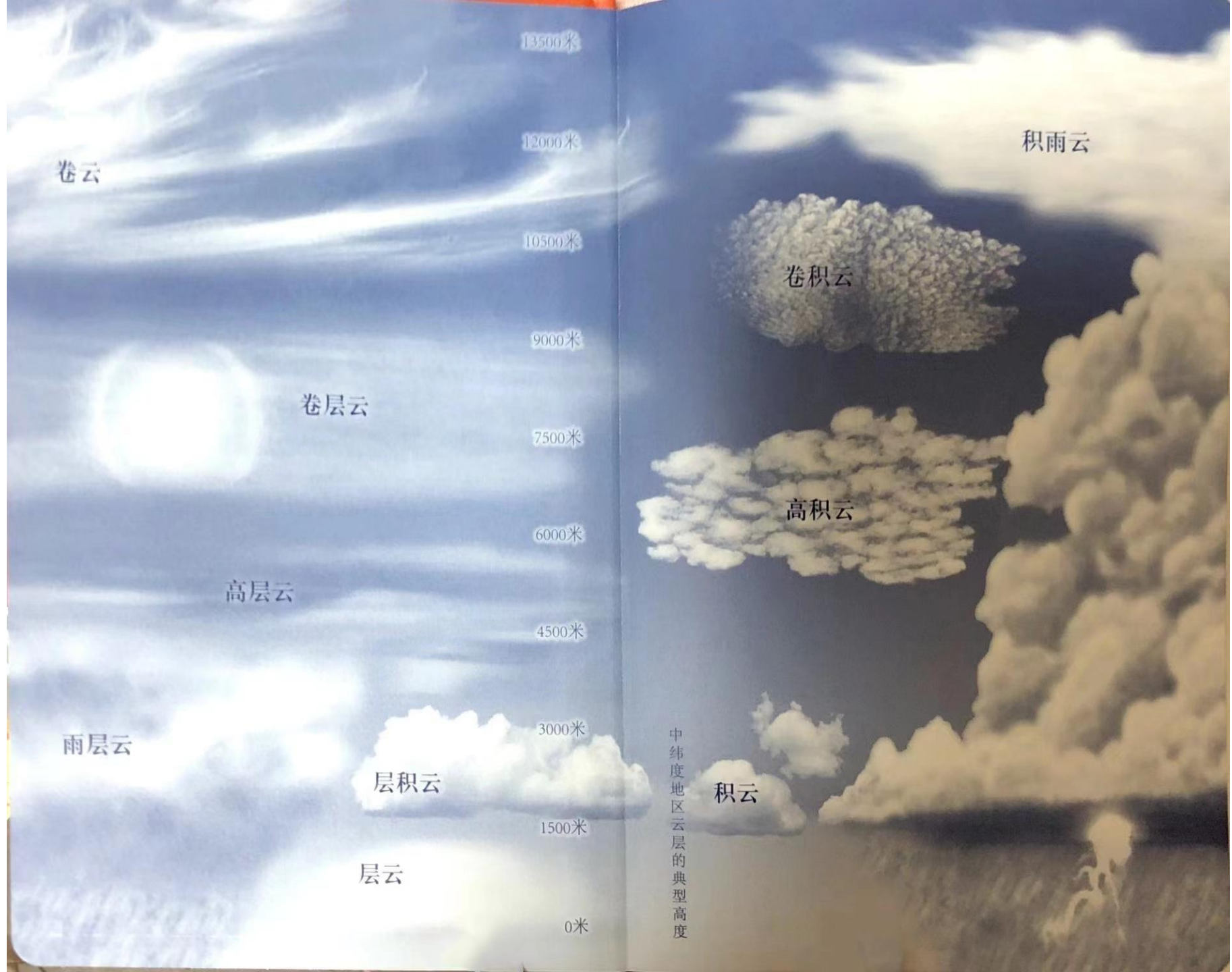
本书将为您介绍以下知识：

- ☐ 云的成因和云对天气的影响
- ☐ 如何识别各种云
- ☐ 如何通过云来判断天气
- ☐ 世界上最美的云——卷层云“天”也

云彩收集者手册

THE CLOUD COLLECTOR'S HANDBOOK

中信出版社



卷云

13500米

12000米

10500米

9000米

卷层云

7500米

6000米

高层云

4500米

雨层云

3000米

层积云

1500米

层云

0米

积雨云

卷积云

高积云

积云

中纬度地区云层的典型高度

第五章 天气系统

■ 锋：分类

暖锋天气：

□层状云系，毛毛雨

□冻雨

◆春季暖气团含量少，少有降水

◆夏季暖空气条件不稳定，强降水和暴雨

◆天气现象主要在锋前

锋的天气 (复习)

不稳定能量的种类

1. 不稳定型；
2. 稳定型；
3. 潜在（条件）不稳定型

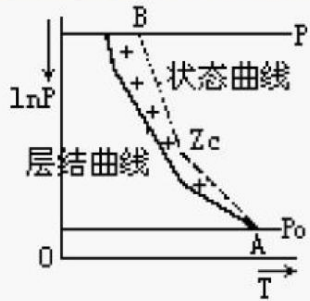


图2·27 正不稳定能量

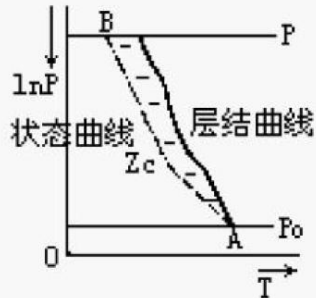


图2·28 负不稳定能量面积

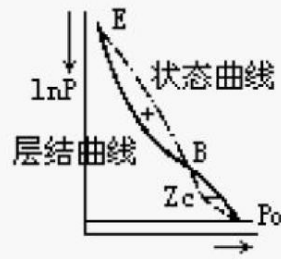
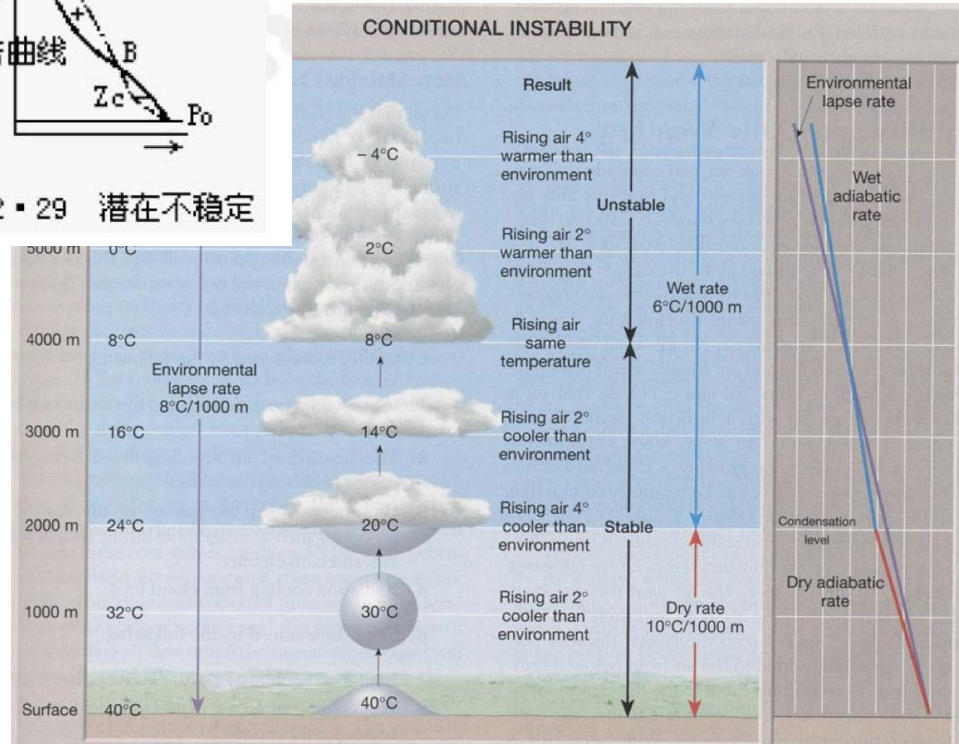
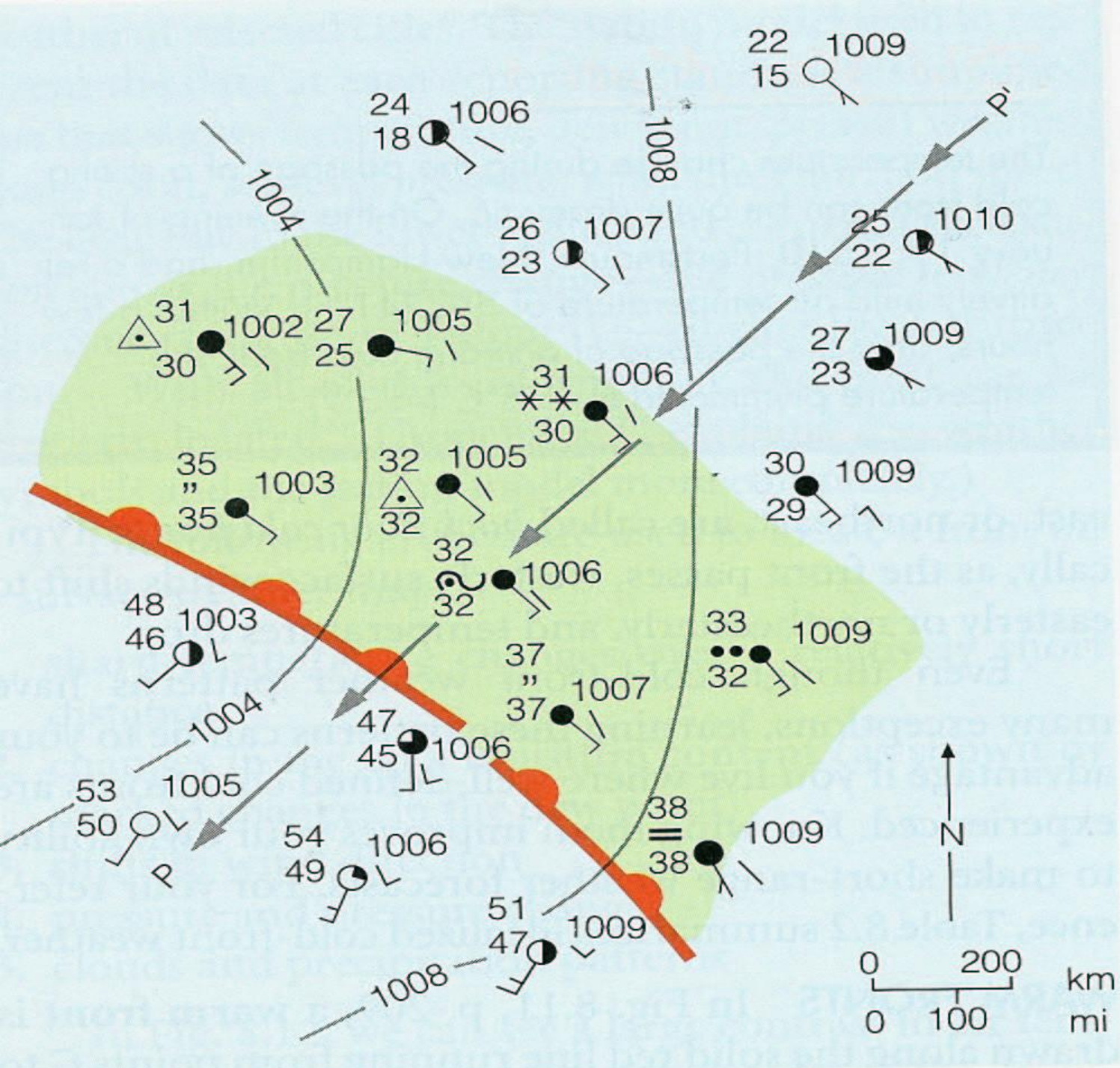






















图2·29 潜在不稳定



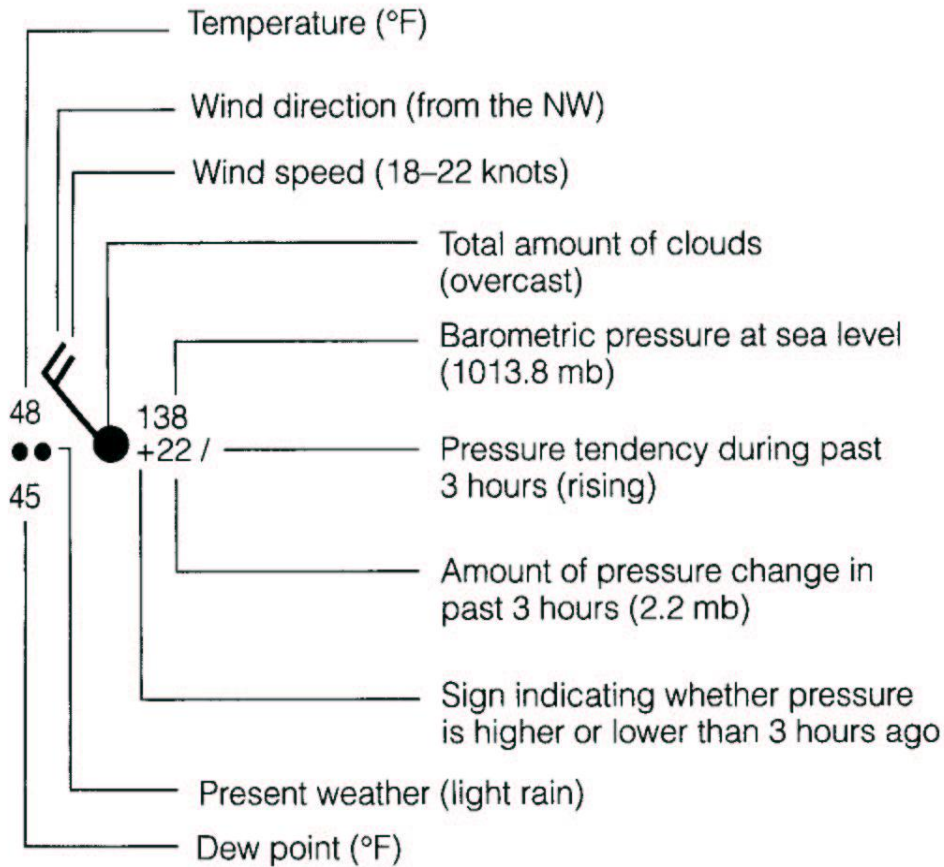
典型暖锋



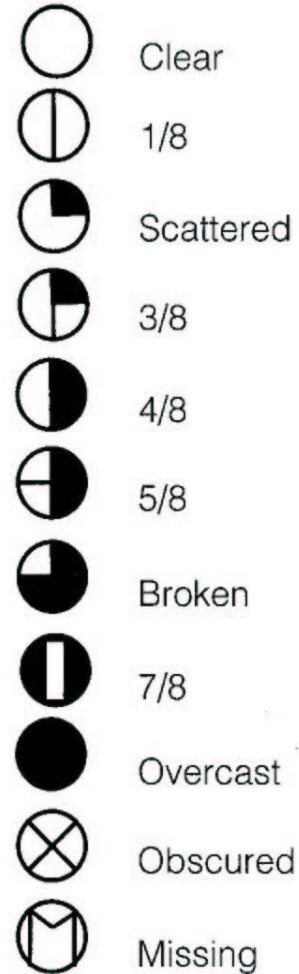
Common Weather Symbols

	Light rain		Rain shower
	Moderate rain		Snow shower
	Heavy rain		Showers of hail
	Light snow		Drifting or blowing
	Moderate snow		Dust storm
	Heavy snow		Fog
	Light drizzle		Haze
	Ice pellets (sleet)		Smoke
	Freezing rain		Thunderstorm
	Freezing drizzle		Hurricane

Simplified Surface-Station Model



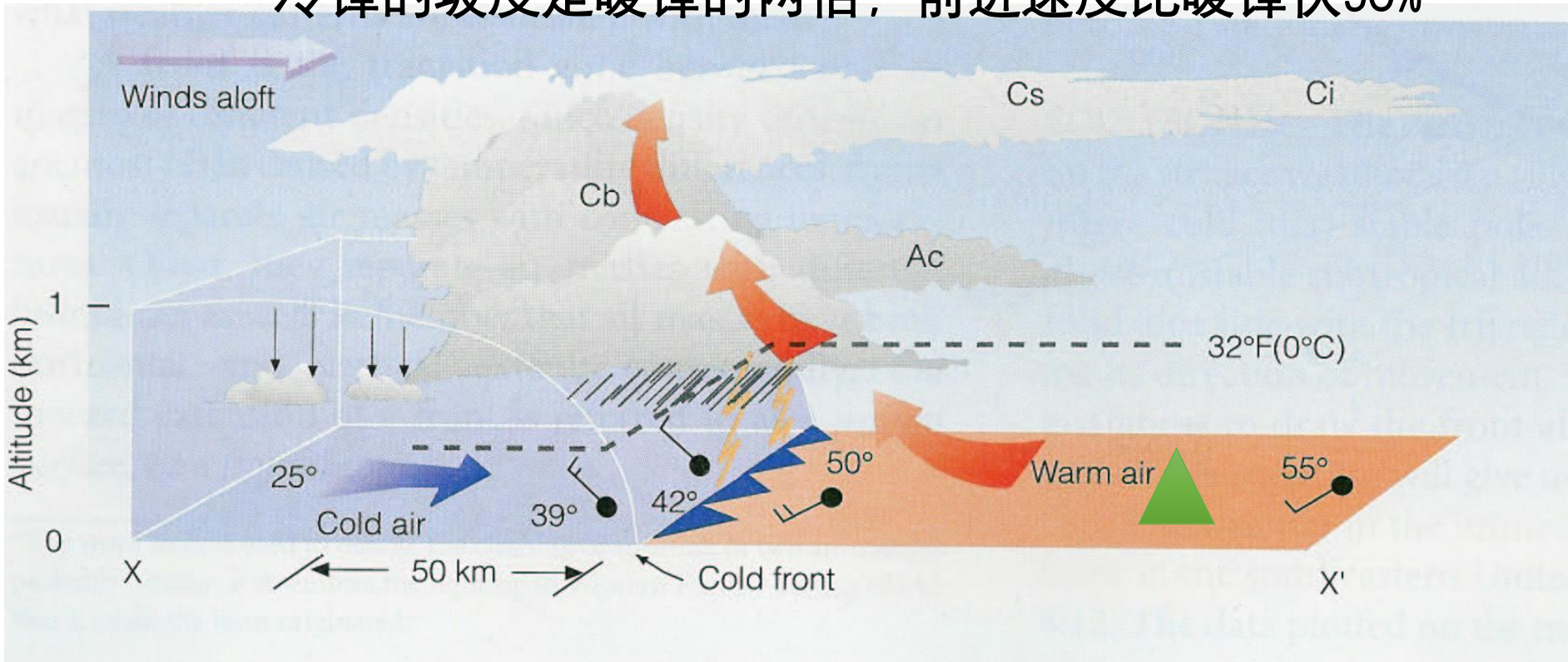
Cloud Coverage



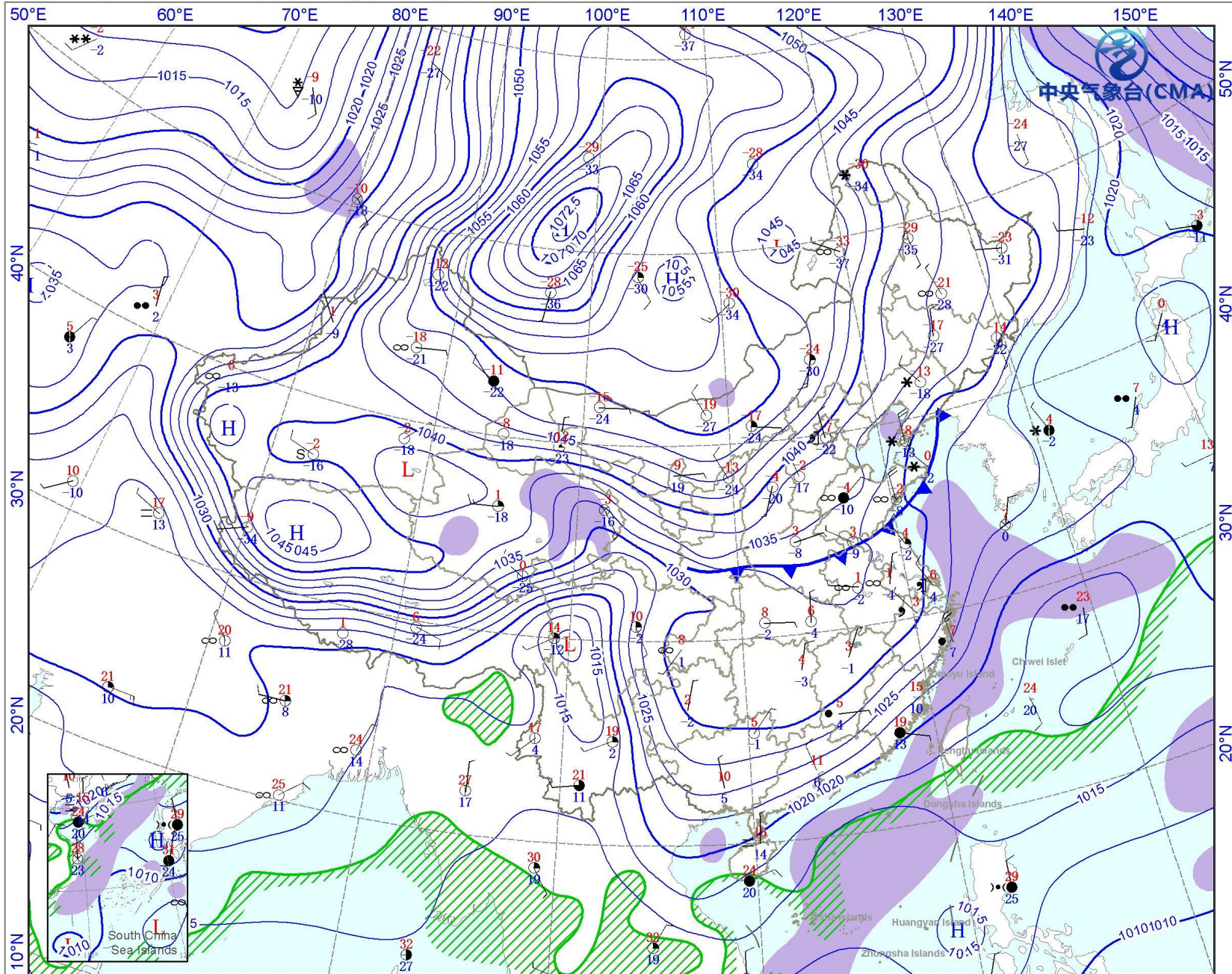
第五章 天气系统

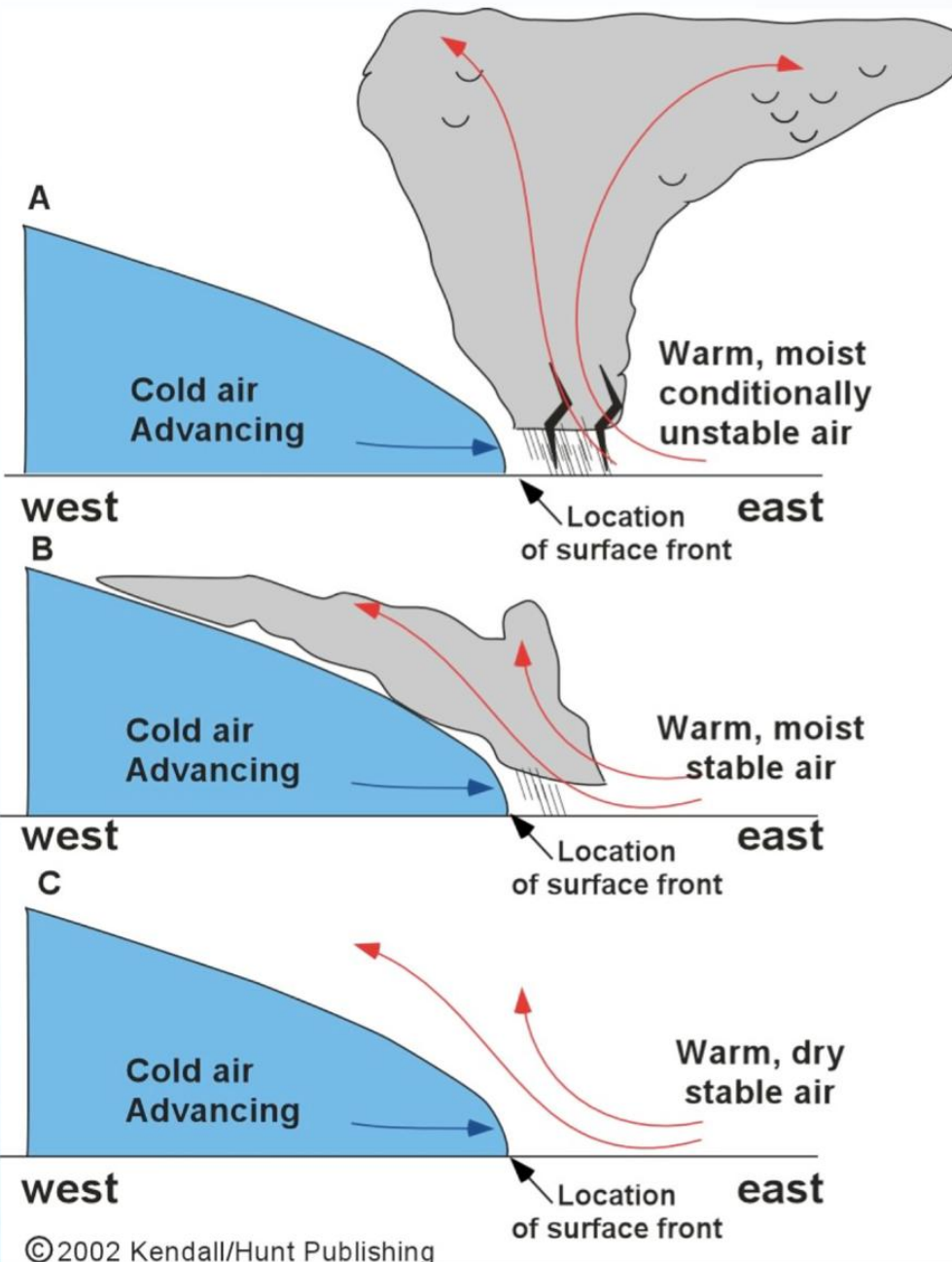
冷锋：冷气团推动锋面向暖气团一侧移动的锋。坡度较大。

冷锋的坡度是暖锋的两倍，前进速度比暖锋快50%



19 DEC 2023 06UTC (19 DEC 2023 14BJT) Sea Level Pressure(hPa)





第五章 天气系统

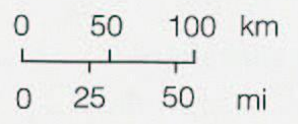
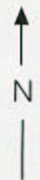
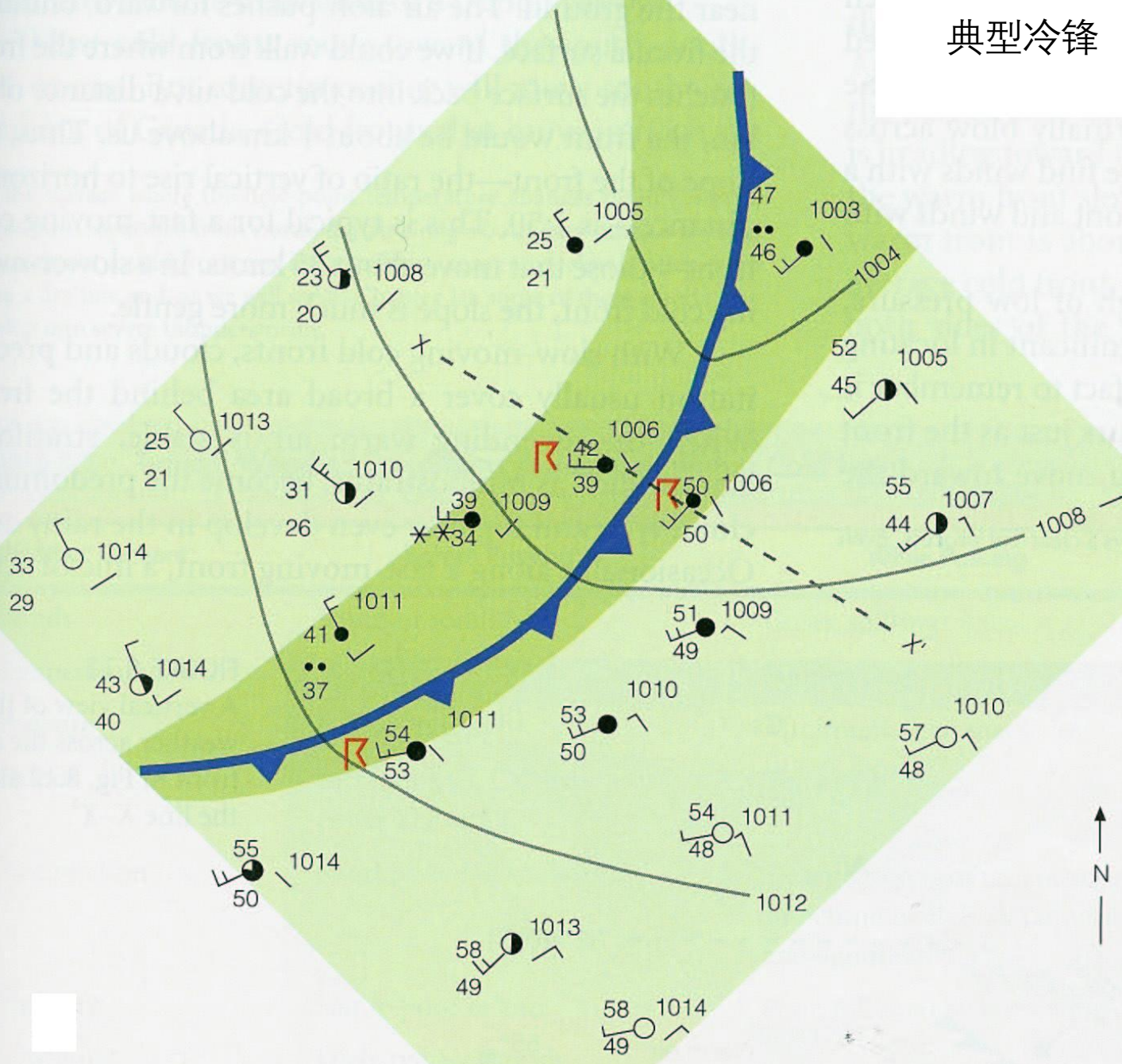
■ 锋：分类

冷锋天气：

- 如果暖气团较稳定、水汽充沛时，产生层状云
- 云系的分布序列与暖锋相反，云区比暖锋狭窄。
- 锋线附近容易出现积雨云和雷阵雨天气。

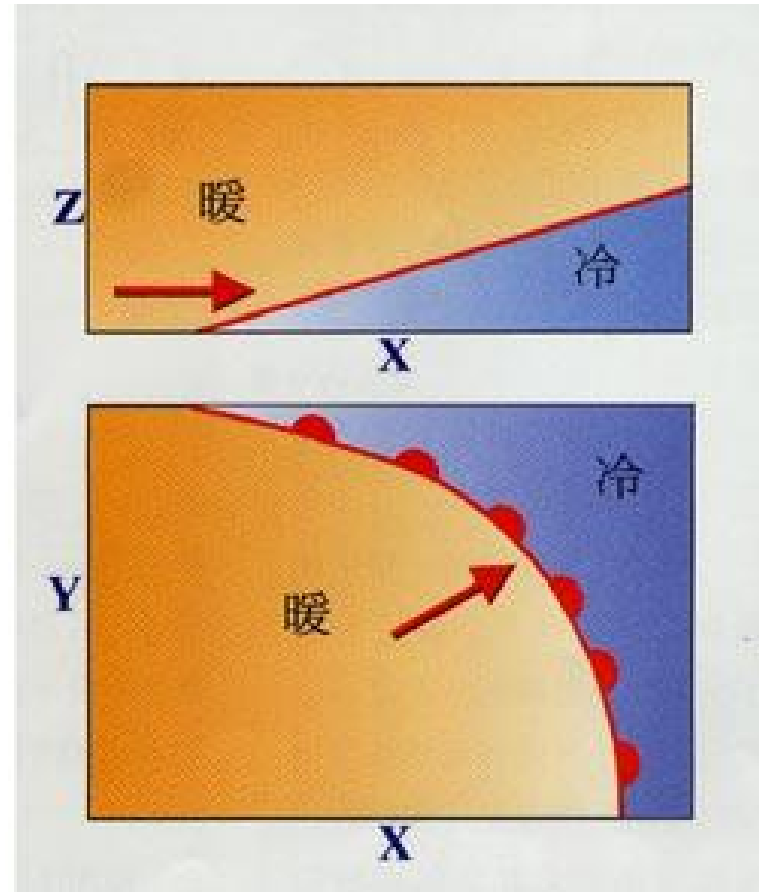
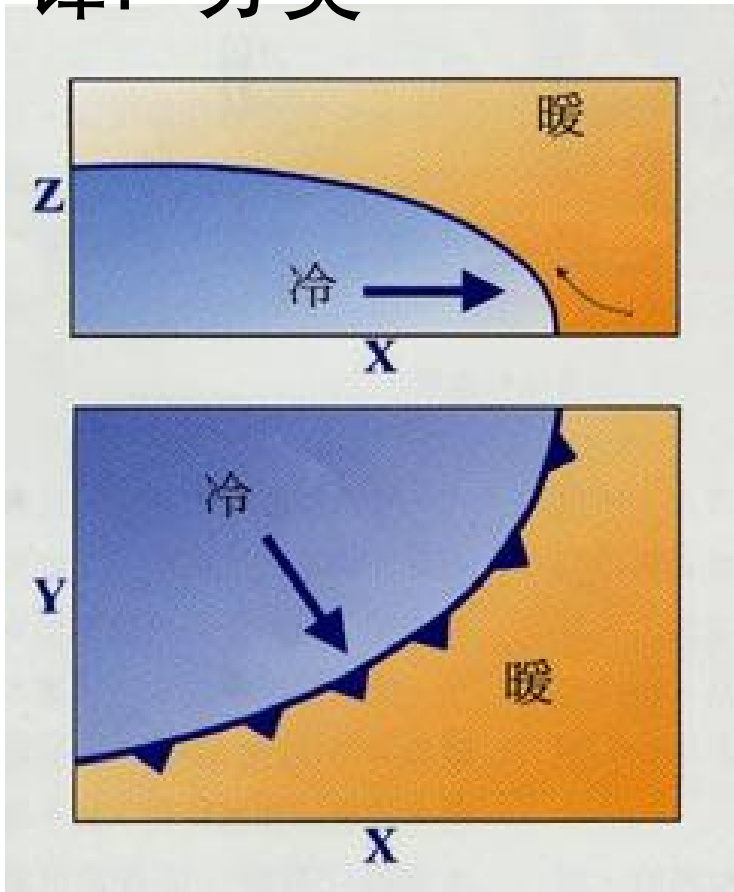
典型冷锋

$$C=5/9(F-32)$$



第五章 天气系统

■ 锋：分类



第五章 天气系统

■ 锋：分类

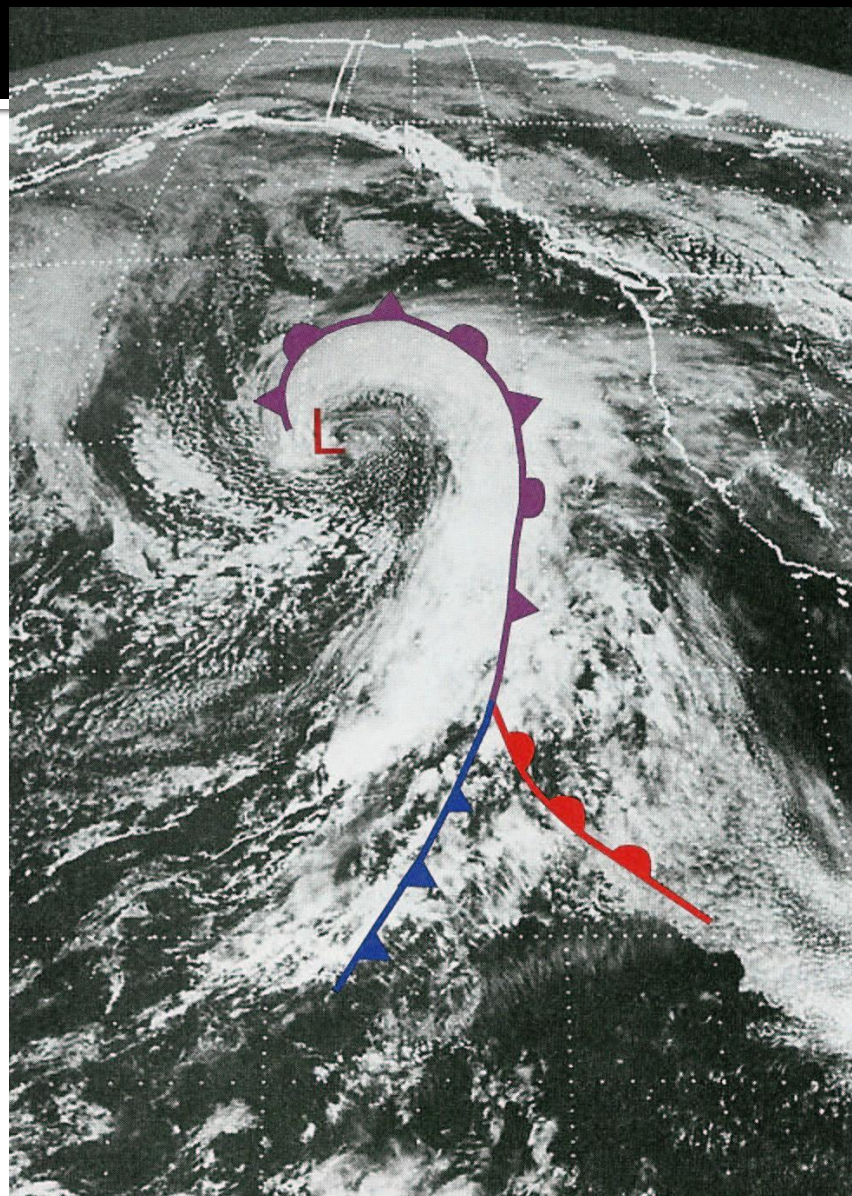
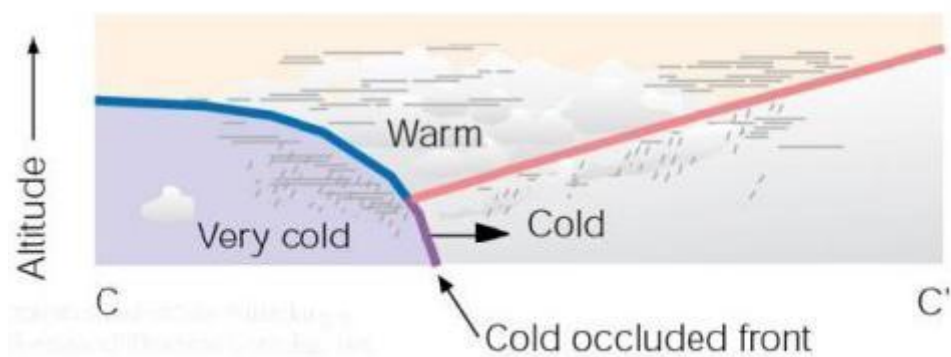
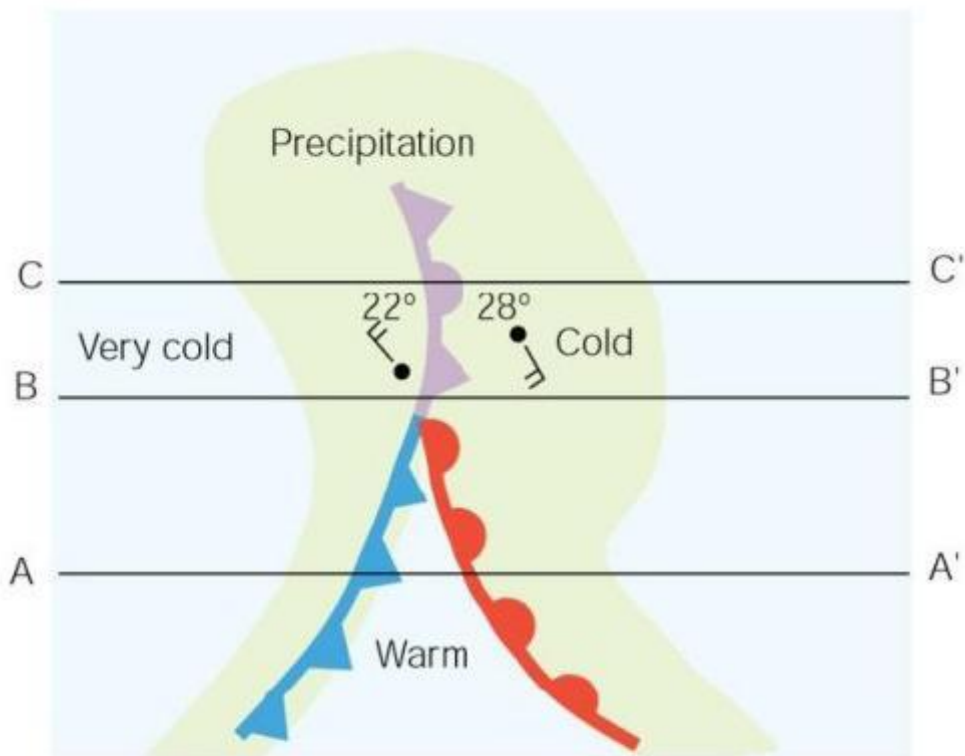
□ 准静止锋天气：

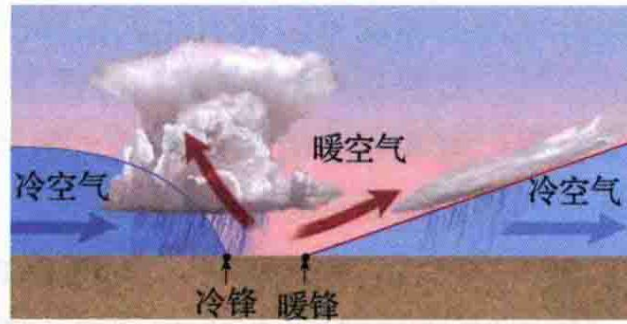
◆ 连续性降水

江南春雨：“清明时节雨纷纷”。

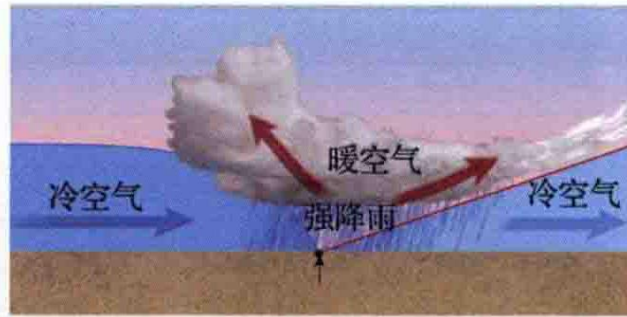
梅雨

锢囚锋：两条移动的锋（冷锋和暖锋）合并而成

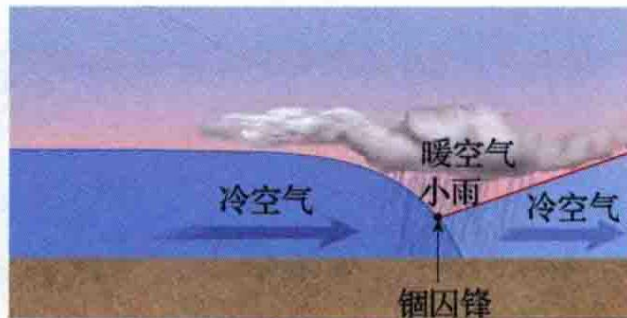




(a) 成熟中纬度气旋



(b) 部分锢囚的中纬度气旋



(c) 完全锢囚的中纬度气旋

第五章 天气系统

■ 锋：分类

□ 锢囚锋天气：

与原来锋面相联系而更加复杂的天气。

如：云层变厚、降水增强、降雨区扩大

第五章 天气系统

■ 锋：锋生和锋消

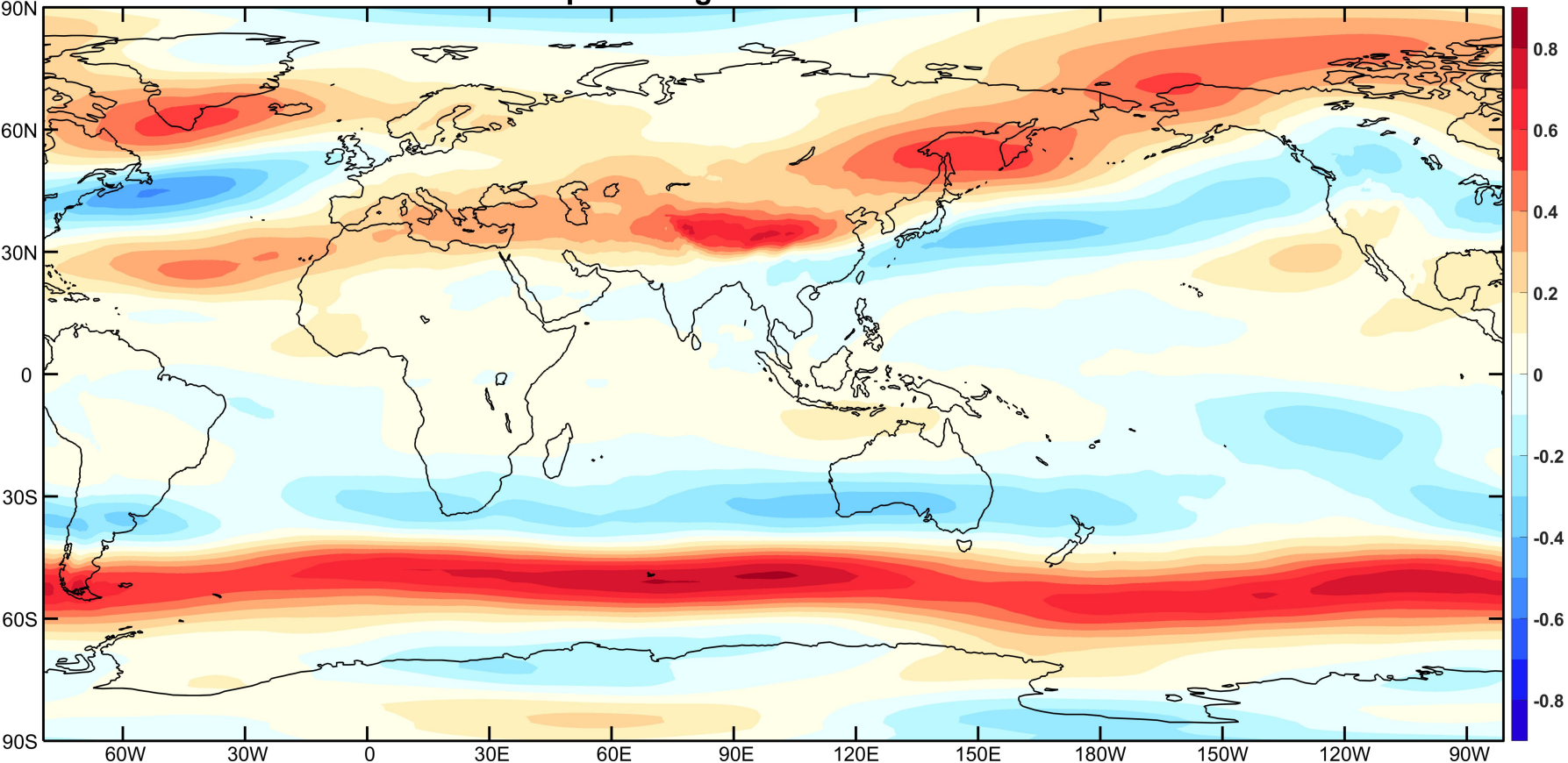
■ 对流层低层水平辐合/辐散

■ 垂直运动

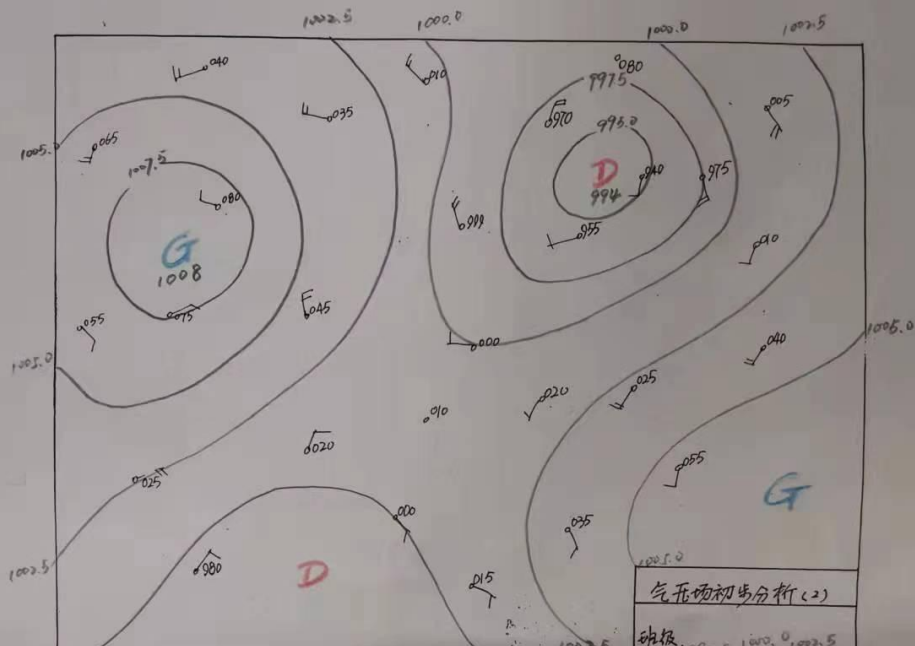
思考：

根据三圈环流，全球范围内，锋容易在什么位置形成？

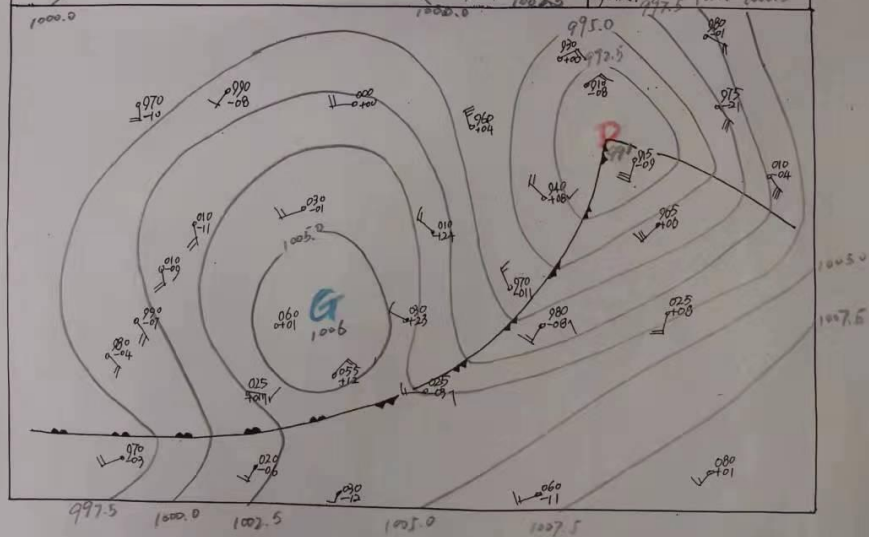
Temperature gradient 1981-2010: Jan.



鞍形场



锋面气旋



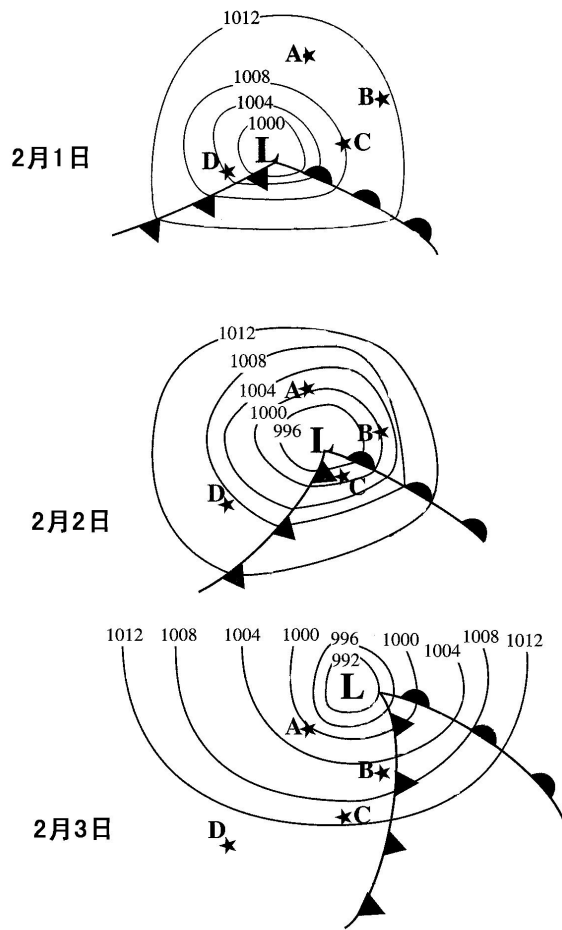
冷暖锋的确定考虑
3小时变压

第五章 天气系统

气团和锋：小结

- 气团的定义和分类，影响我国的主要气团
- 冷、暖锋附近的主要天气特征和形成原因

Homework 5



下图为北半球中纬度某一地区2月1日早晨8点钟观测的地面天气形势图，2月2日和2月3日为预测形势图。根据这些天气图，试对城市A, B, C, D未来天气变化作出预报：（以2月1日为预报发布日）

城市___：今天上午有雨，下午雨停。明天多云，下雨概率30%，西南风，午后可能有大雨。后天天气晴朗，气温下降，西风。

城市___：今天上午有短时阵雨，西风。明天天气晴朗，气温偏低。后天气温上升较快。

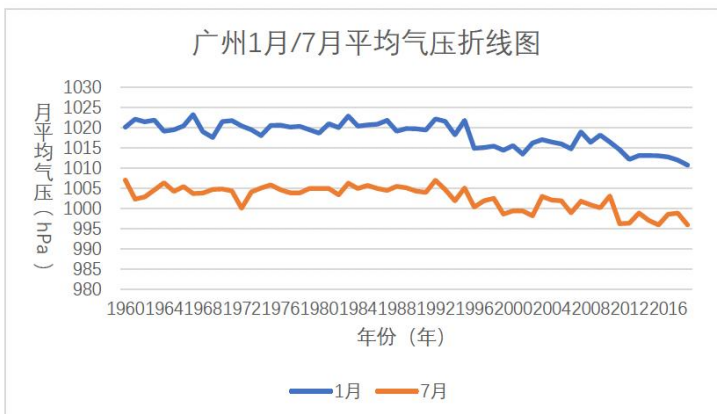
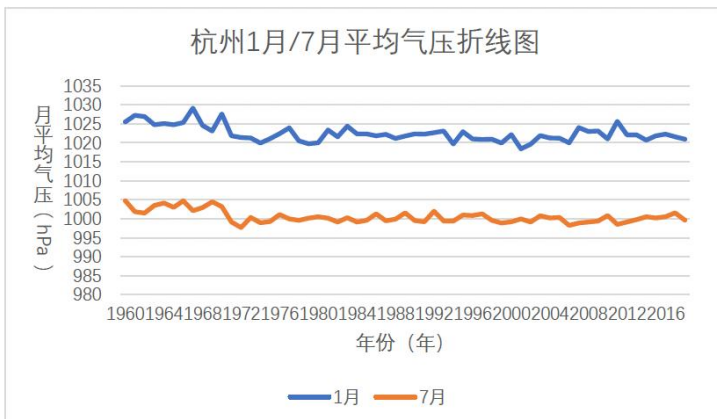
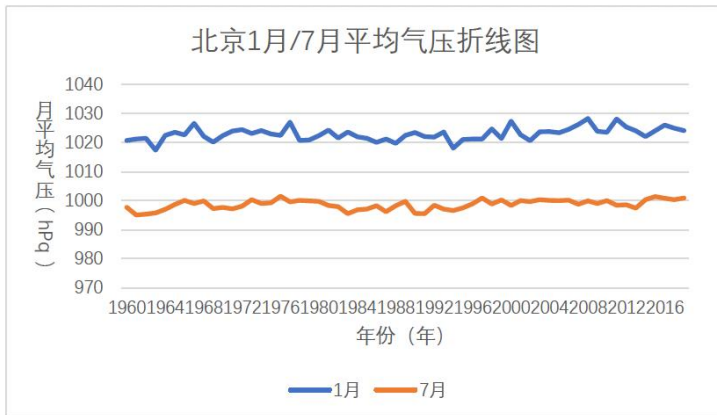
城市___：今天局部地区多云，东北风。今晚天空云量逐渐增加。明天可能有雨，东北风。后天天气寒冷，局部地区多云，强西风。

城市___：今天局部地区多云，今晚天空云量增加。明天有雨，东南风。后天上午雨停，大风降温。

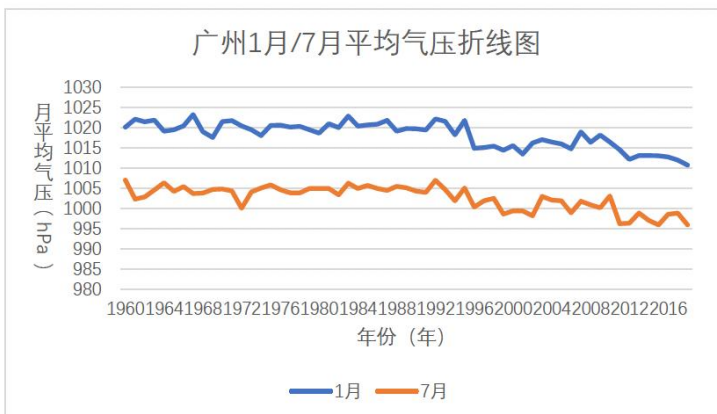
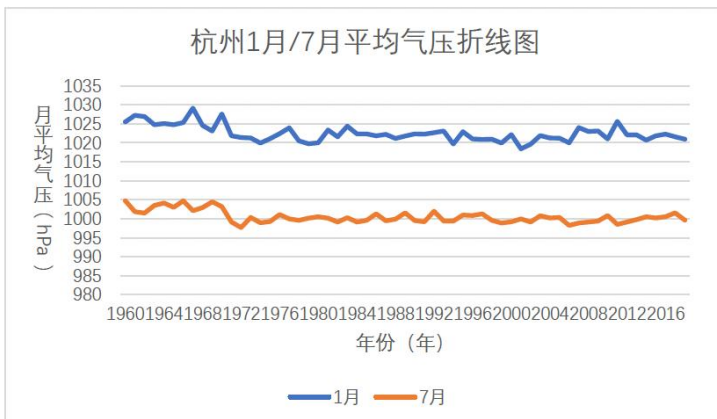
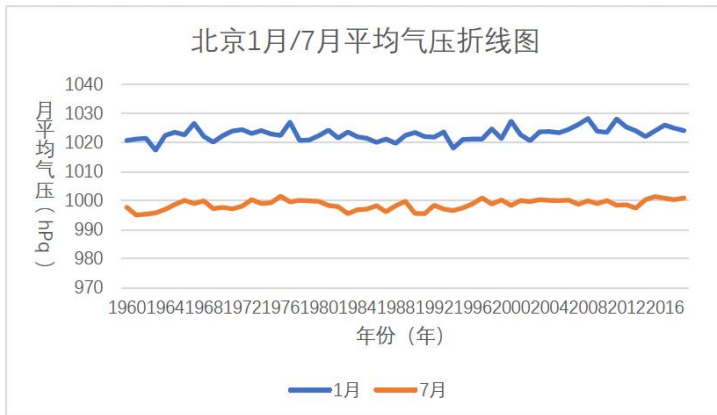
气压数据分析作业总结

- 研究目标清晰
- 物理分析
- 图表（**单位**，图例，说明）
- 站点地理位置
- 数据说明
- 处理方法说明

探究气压冬季和夏季的差异

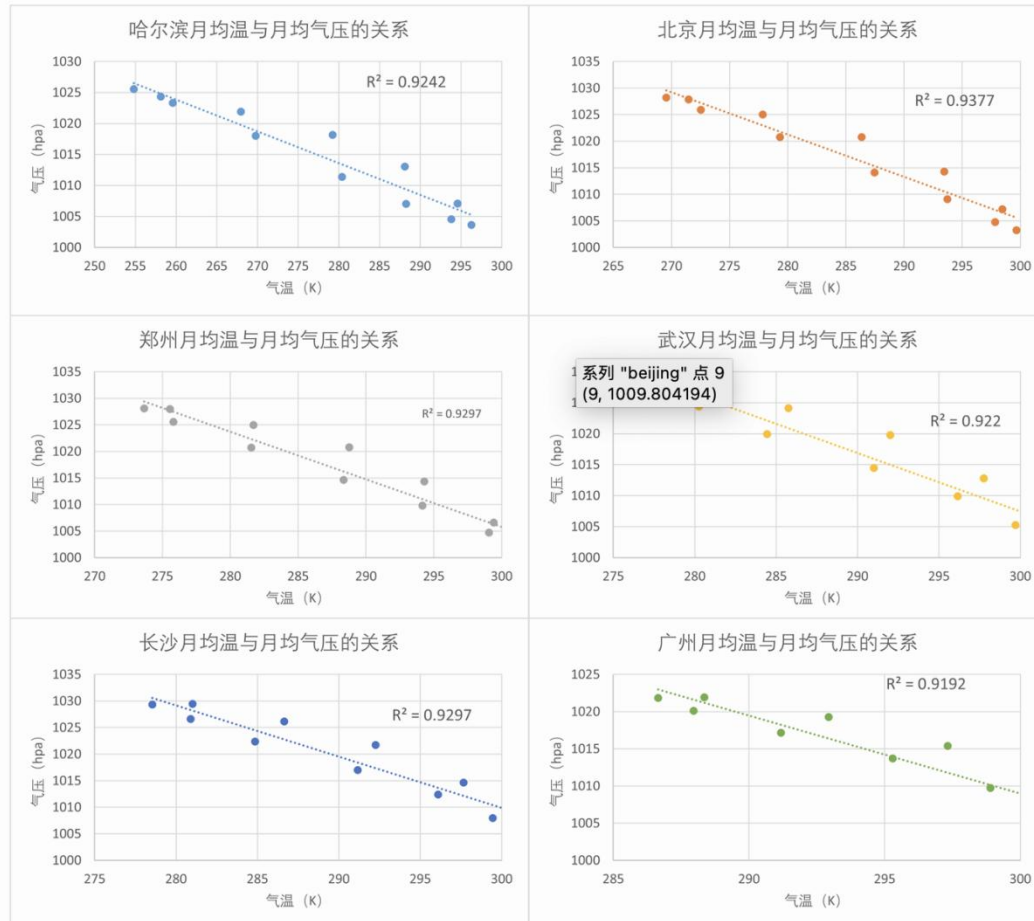


探究气压冬季和夏季的差异



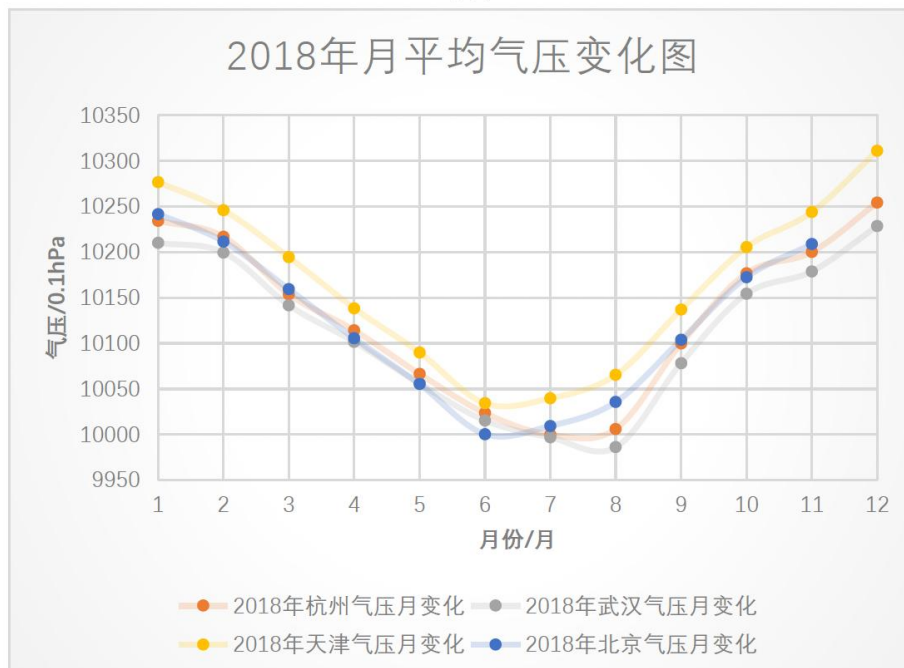
2. 气压随月份/温度变化的关系

可以看出，气压与月份具有明显的相关特征。1月，各站气压达到最高值；1-7月，气压下降；7月份，各站气压达到最低值；7月-次年1月，各站气压上升；因此形成一个完整的周期循环。与气温-月份曲线对比可以看出，气压变化的本质是气温的变化，气压与气温呈明显的负相关，气压的下降期正是气温的上升期，反之亦然。因此我做了一个简单的趋势分析。



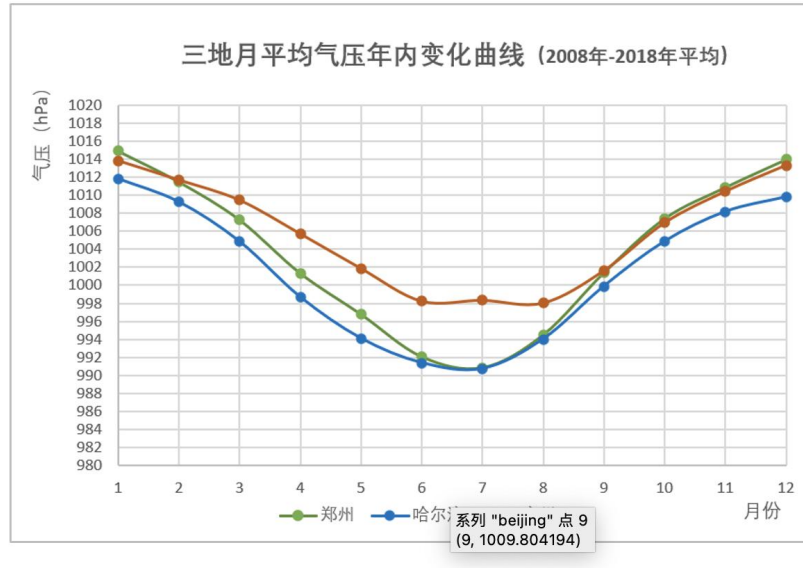


图表 2



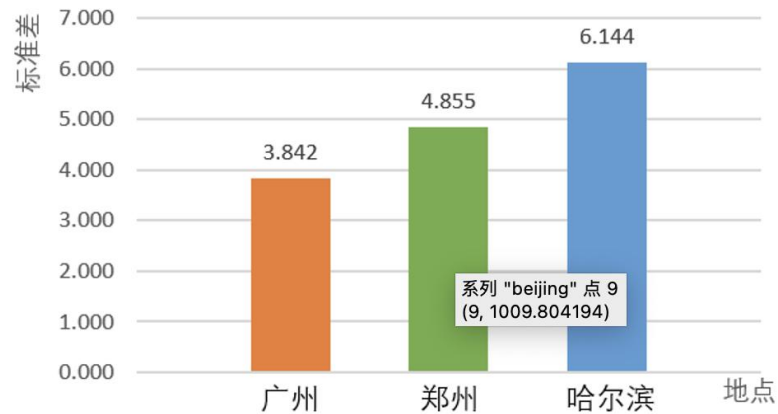
图表 3

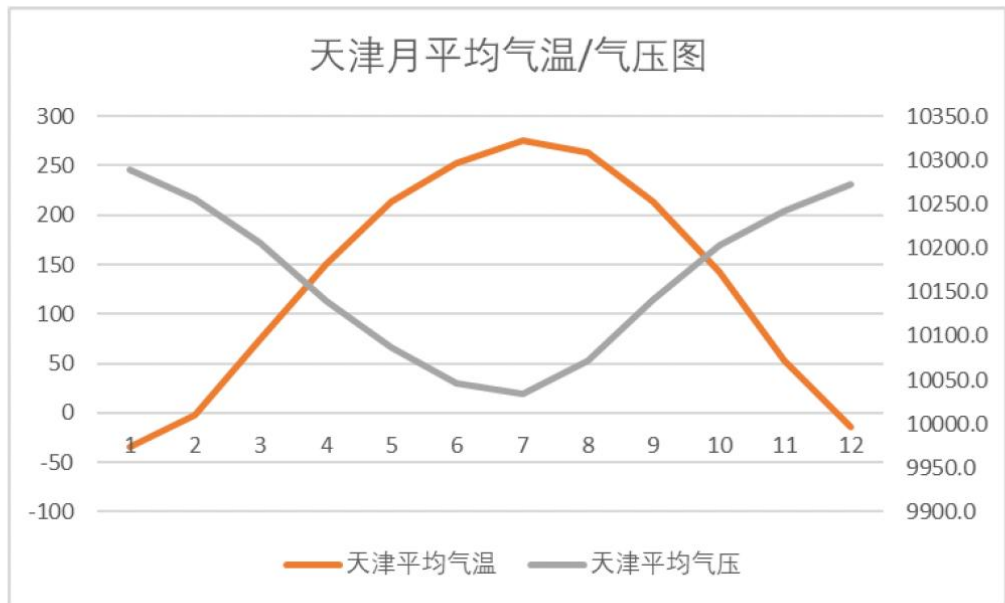
2.3 气压随纬度变化规律的分析



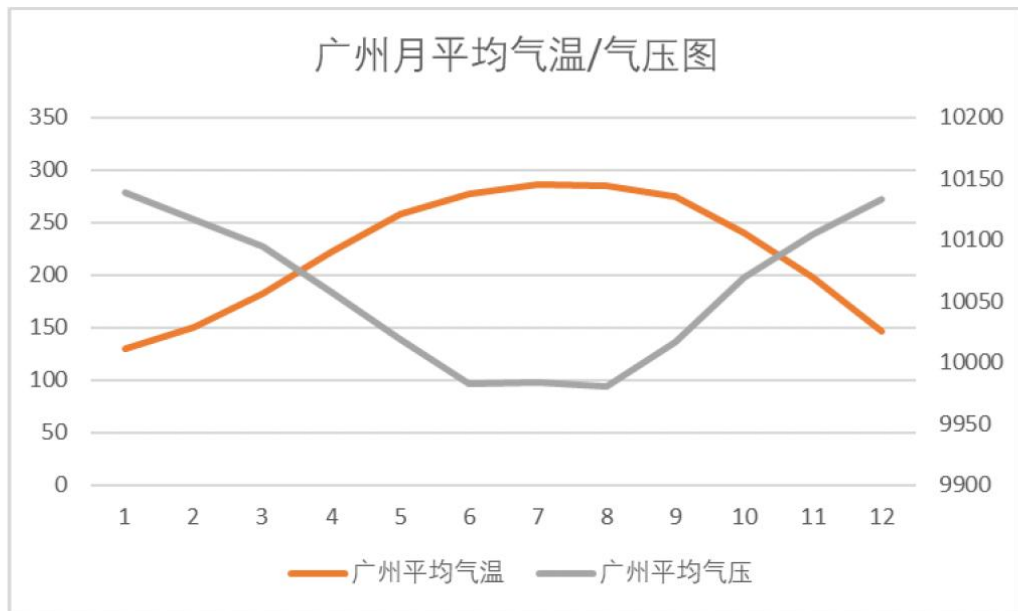
2.2 三地气压周期性的差异分析

三地的气压非周期性程度比较



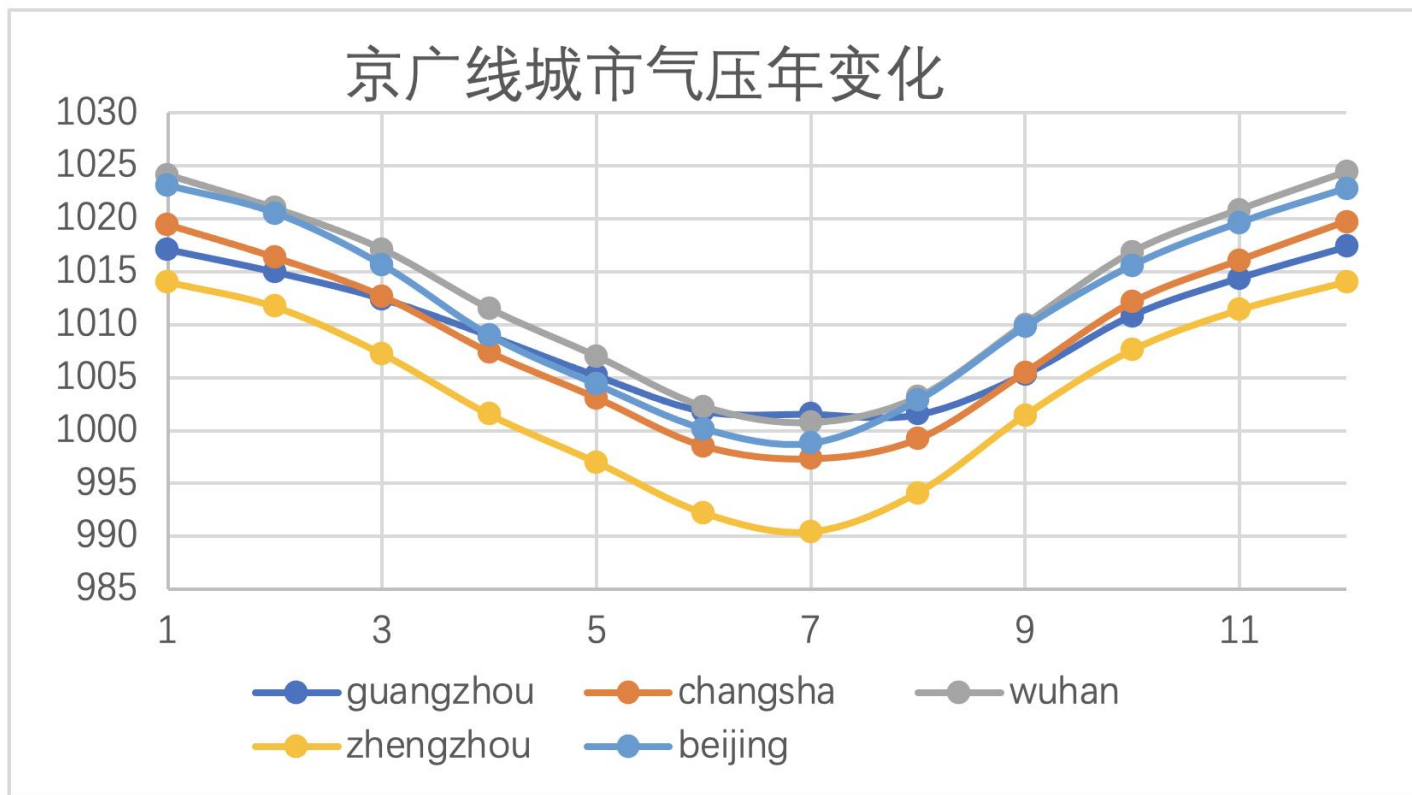


图表 1 2008-2018 天津气温/气压月均分布图

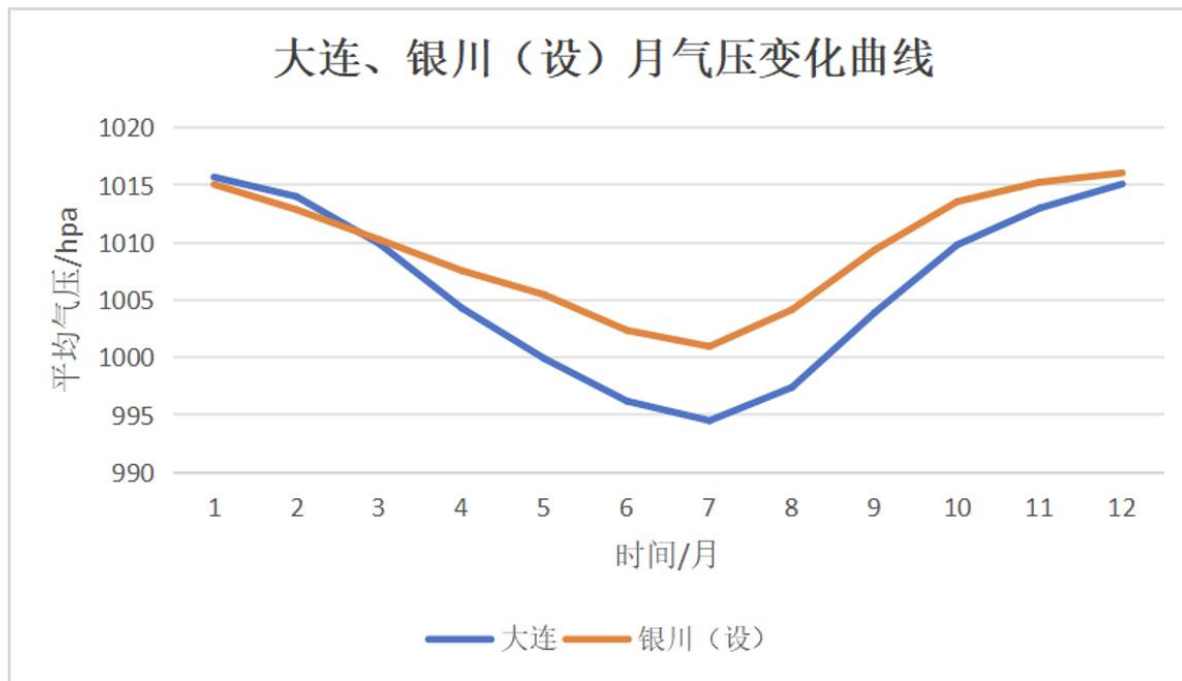


图表 2 2008-2018 广州气温/气压 月均分布图

将数据做成如下图所示曲线图：



送东南风，也就是东南季风。因为海陆位置的影响，大连更易收到夏季风的影响，所以温度更高，气压更低。而冬季亚欧大陆受西伯利亚高压控制，北半球海洋受阿留申低压控制，所以由陆地向海洋吹送西北风，也就是西北季风。虽然银川在内陆理应更容易受到冬季风的影响，但因为其西北部有贺兰山阻挡，所以冷空气难以到达，故冬季气温下降不大，气压升高不多。



这张图是将银川的各月平均气压值都加上 118.76hpa，也就是尽可能的去除海拔对气压的影响。可以更直观的看出，沿海的大连比内陆的银川月平均气压变化幅度更大，并且大连夏季的气压要明显低于银川的，忽略下垫面的影响，银川的冬季气压值理论上应该高于大连的。

- 日常作业的批改如果有不清楚或者批改错误的地方，期末可以随时和我或者助教联系！
- 网站上有答案和优秀作业展示！