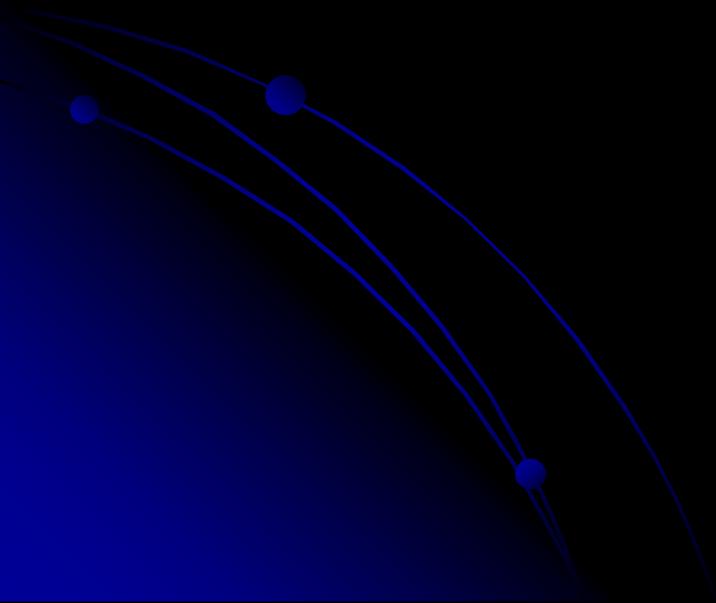


# 第十二章 气象要素预报

## 第一节 风的预报



# 前言

## A. 风对生产和军事活动都有直接的影响

- 对生产：
- 对军事：
  - 1) 对航空：决定飞机的起落方向；测风造成飞机偏航；轰炸、空降受高空风的影响。
  - 2) 对航海：影响航速；与浪直接相关。
  - 3) 对航天：发射前后对箭体影响；着陆。
  - 4) 对环境：污染问题等

## B. 风决定着气象要素和天气现象的分布

- 1) 各种平流都与风有关。
- 2) 风与垂直运动有关，而垂直运动决定着云，降水等天区变化。
- 3) 风影响视程障碍现象的生消。



## ●影响飞机的飞行和操作

飞机的起飞、着陆通常选择**逆风**进行，以缩短跑道距离。如风速为5m/s时，若由逆风起飞改为顺风起飞，则滑跑距离增长为1.8倍。

**侧风**会使飞机产生扭转和倾斜，甚至使飞机冲出跑道或倾斜旋转。一般6—8米 / 秒的侧风对现代飞机起落妨碍不大；超过11米 / 秒，则双引擎飞机就难起落。

在对地面轰炸和扫射时，必须计算风的影响。

## ●影响伞兵空降

空降时，伞兵离开飞机后的着陆点，是与开伞高度及以下的风有密切的关系。风可使伞兵偏离预定着陆点，若遇有升降气流时，则伞兵着陆的时间将前后不一，难以准时集中，影响战斗。如1943年，美、英军在西西里岛登陆时，在距前沿阵地10公里地段空降，因受大风影响，着陆时散布过广，有的堕入海中，损失很大。

## ●影响导弹的飞行

风是影响导弹可靠性的重要因素之一，尤其对初始段弹道影响较大。

## ●对飞船的影响

近地面风和高空风对飞船着陆有很大影响：当飞船返回舱下降到大约20 km高度时，气动阻力与其重力基本相等，返回舱以150 m/s左右的平衡速度下降，此时打开降落伞。在降落伞下降的过程中，**空中和近地面层风向、风速以及空中风切变**对其落点的飘移和宇航员的安全都有很大影响。

# 一、地面风的预报

地面风指的是近地面层的风，一般陆地是指距地面10米左右的风。

## （一）影响地面风的因子

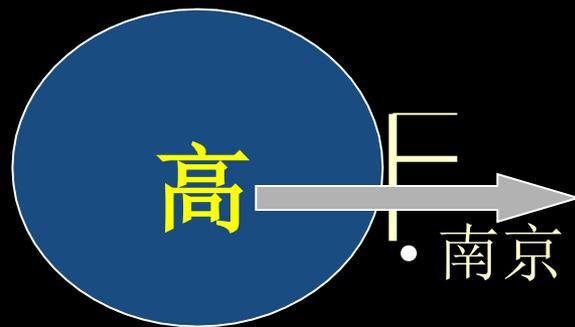
- 1、气压场
- 2、摩擦的作用
- 3、地形的作用
- 4、地形的热力影响
- 5、动量传递作用

## 1、气压场

中高纬度，不考虑摩擦时，地转风公式成立：

例：

$$(1) \text{ 地转风 } \mathbf{V}_g = -\frac{1}{f\rho} \nabla P \times \mathbf{k}$$



风向：N—S

风速：大—小—大

可见，气压场的预报是预报风的基础。

风压定律是预报风的主要理论依据：

风向：背风而立，高压在右（低压在左）；

风速：与气压梯度成正比（等压线越密风越大）。



## (2) 变压风（非地转风，偏差风的一种）

由偏差风公式

$$\mathbf{v}' = -\frac{1}{f} \frac{d\mathbf{v}}{dt} \times \mathbf{k} = -\frac{1}{f} \left( \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \dots \right) \times \mathbf{k}$$

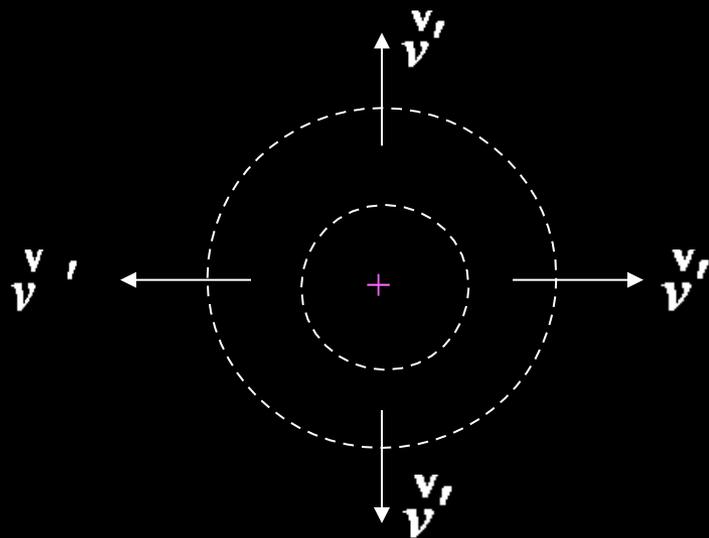
其中第一项：

$$\begin{aligned} \mathbf{r}' &= -\frac{1}{f} \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} \times \mathbf{k} = -\frac{1}{f} \frac{\partial}{\partial t} \left( -\frac{1}{f\rho} \nabla p \times \mathbf{k} \right) \times \mathbf{k} \\ &= -\frac{1}{f^2 \rho} \nabla \frac{\partial p}{\partial t} \end{aligned}$$

——变压风

变压风: 
$$\mathbf{v}' = -\frac{1}{f^2 \rho} \nabla \frac{\partial p}{\partial t}$$

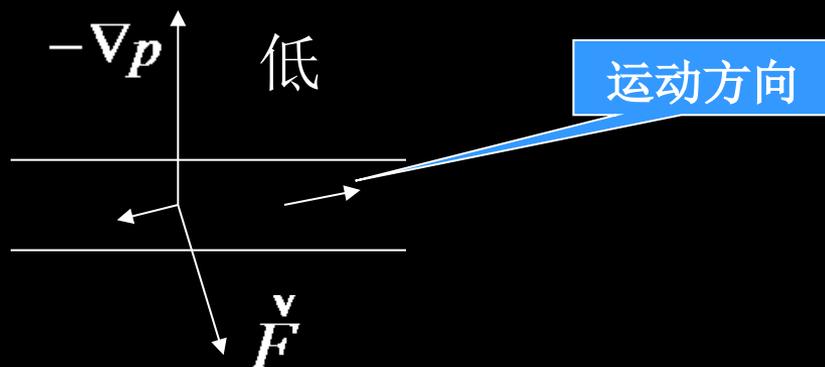
变压风沿变压梯度方向吹，其大小与变压梯度成正比。



偏差风（图中虚线为等变压线）

一般，实际风 = 系统性风 + 变压风

## 2、摩擦的作用



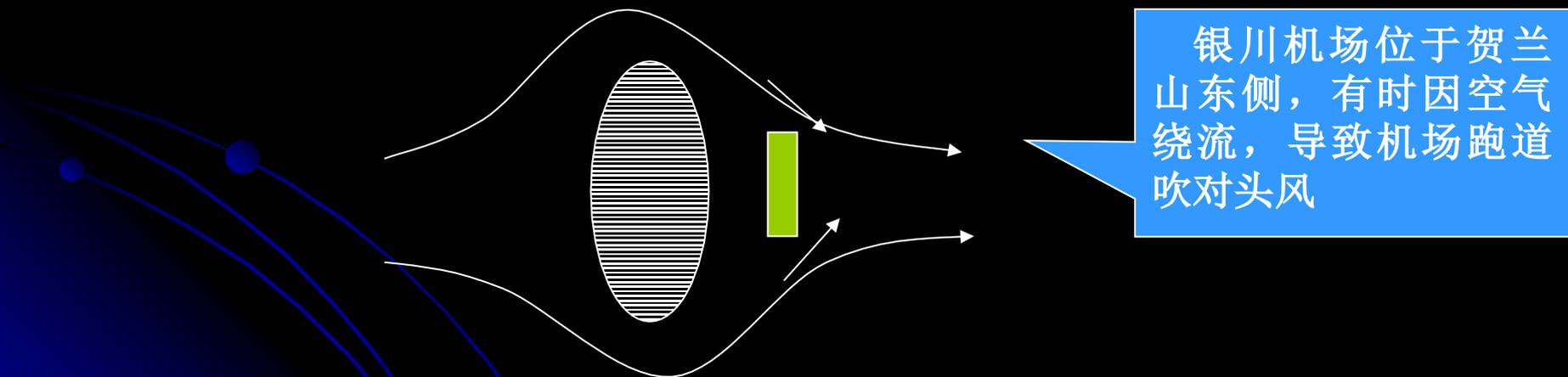
如果摩擦力越大，则实际风越小，实际风与地转风的夹角越大。

在中纬度地区，陆地上地面风风速约为地转风的35-45%，在海上约为60-70%。

陆地上实际风与地转风的夹角约为35-45°，海上约为15-20°

### 3、地形的动力影响

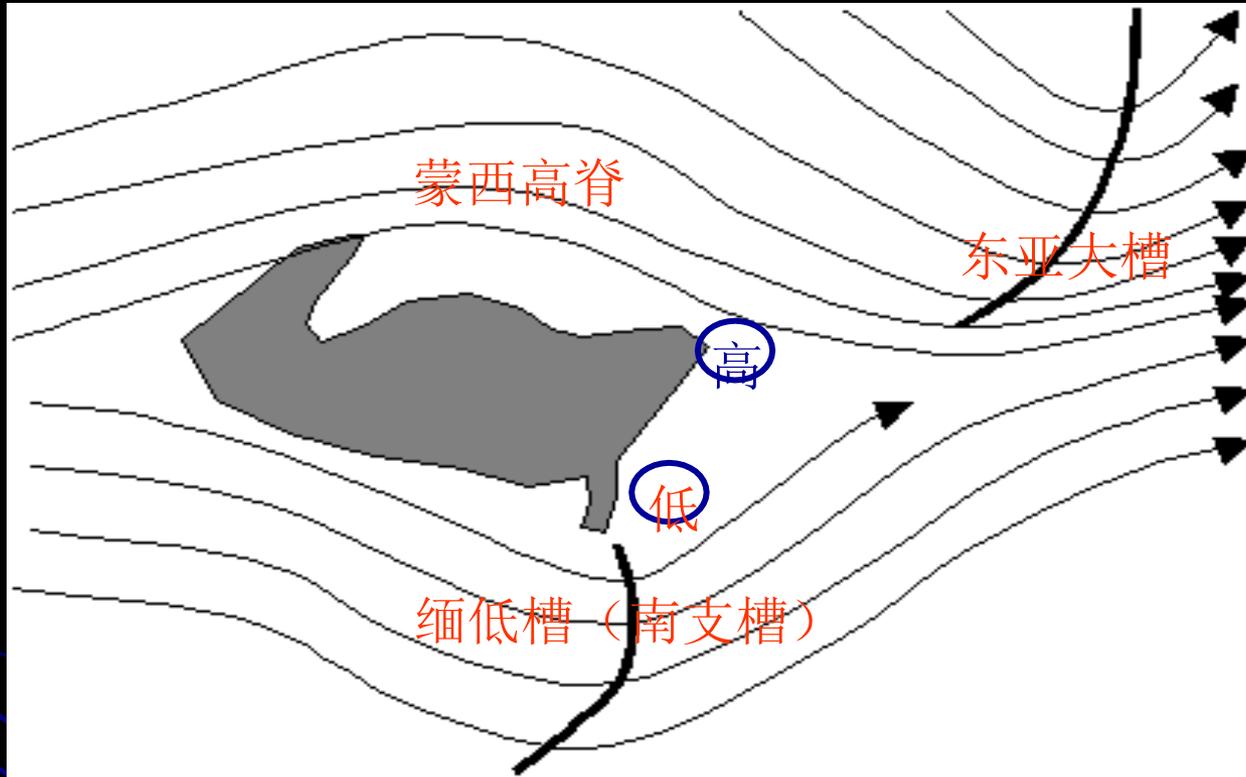
#### (1) 地形的阻挡作用



银川机场位于贺兰山东侧，有时因空气绕流，导致机场跑道吹对头风

银川机场对头风成因示意图

# 青藏高原地形的动力影响



**绕流-侧边界摩擦：**高原北侧有反气旋性切变，易形成反气旋小高压（兰州小高压），高原南侧有气旋性切变，易形成气旋小低压（西南涡）

## (2) 地形的引导作用

当空气流经狭谷走廊或山口，由于**狭管效应**，风速将会加大。

台湾海峡、两湖盆地、东北平原等地都比较明显。

最著名的是新疆的阿拉山口、达坂城等地。在阿拉山口冷空气通过时经常造成12级以上的大风，平均年大风日数达165.8天，其频率比周围台站高3—4倍。

**狭管效应**:除了使**风速加大**，对**风向**也有很大影响，由于河谷、山谷的引导使得风向只能沿河谷或山谷的走向吹，受影响大的地区局地的**盛行风向只有两个甚至一个方向**。如宝鸡、天水全年盛行东风，兰州盛行东北风等。

# 峡谷风

- 当空气由开阔地区进入狭窄谷口时，气流的横截面积减小，由于空气质量不可能在这里堆积，于是气流加速前进，从而形成强风，称为峡谷风或“穿堂风”

在我国的台湾海峡、松辽平原等地，两侧都有山岭，地形像喇叭管。当气流直灌管口时，经常出现大风，就是由于这个缘故。

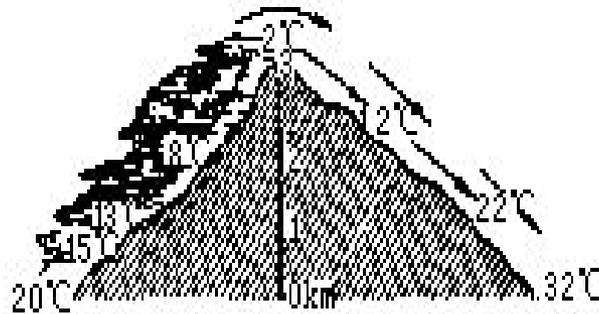


图 6·30 焚风的形成

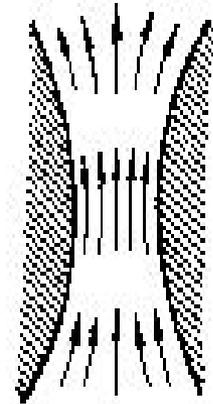


图 6·31 峡谷风

# 地形雨与焚风



### (3) 下坡风

空气翻越山脉或从高原下坡时造成的下坡大风。

1974年4月29日银川出现大于40米/秒的大风

**焚风(Foehn):** 山较高。气流过山，山前凝结，水汽减少，山后下沉增温形成**干热风**。太行山东侧常见。

**布拉风(Bora):** 山较低，两侧温差大。冷空气越山后虽有下沉增温，但因山不高，下山的空气仍较背风坡一侧冷得多。一种**寒冷、干燥的偏北风**。南疆、库车等地常出现。

## 焚风（出现在山区）

沿着山坡向下吹的**炎热而干燥的风**。



**利弊：**

**有利的方面：**

- 1、初春促使积雪**消融**。
- 2、夏末促使粮食和水果**早熟**。

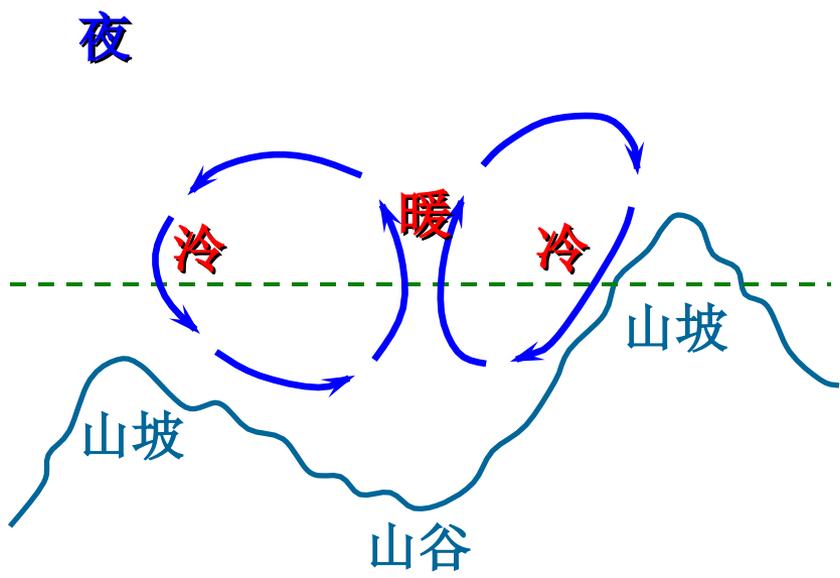
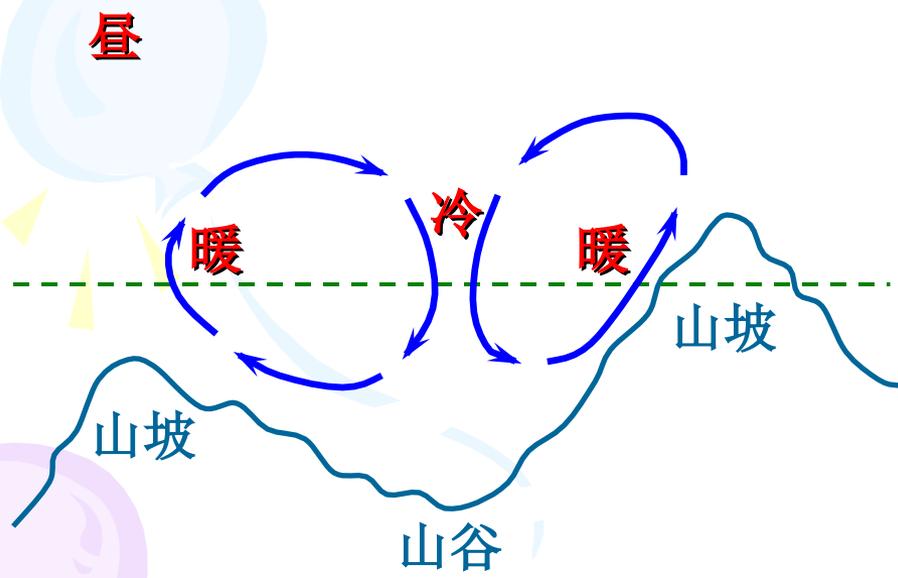
**不利的方面：**

**强大的焚风易造成北方小麦空瘪粒现象，在林区易造成森林火灾。**

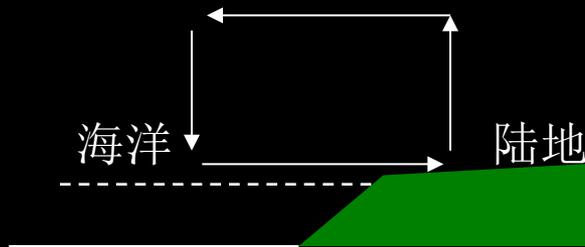
# (4)山谷风 (出现在山区)

白天 近地面气流: 山谷 → 山坡 谷风 (上坡风)

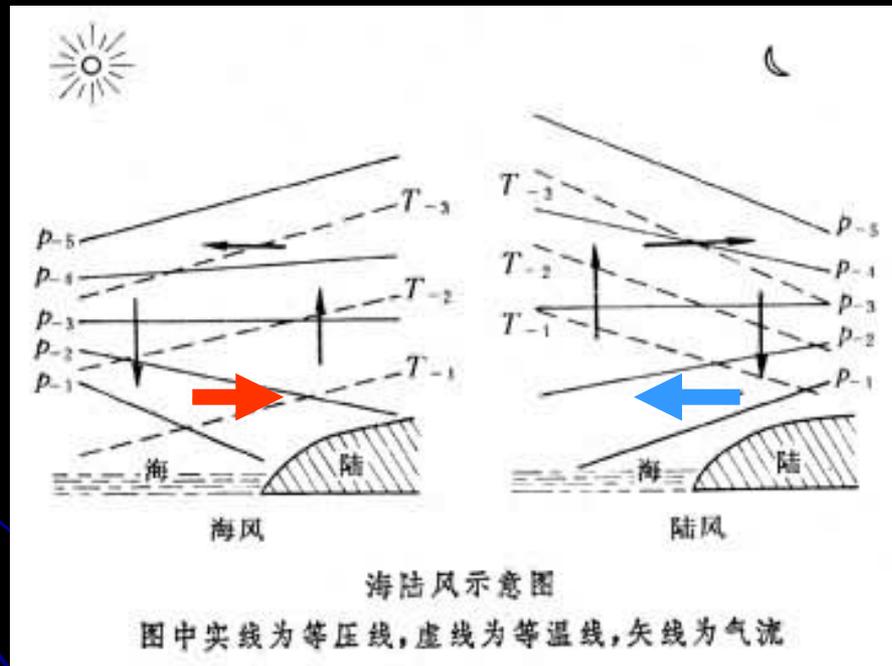
夜间 近地面气流: 山坡 → 山谷 山风 (下坡风)



## 4、地形的热力影响



sea breeze and land breeze



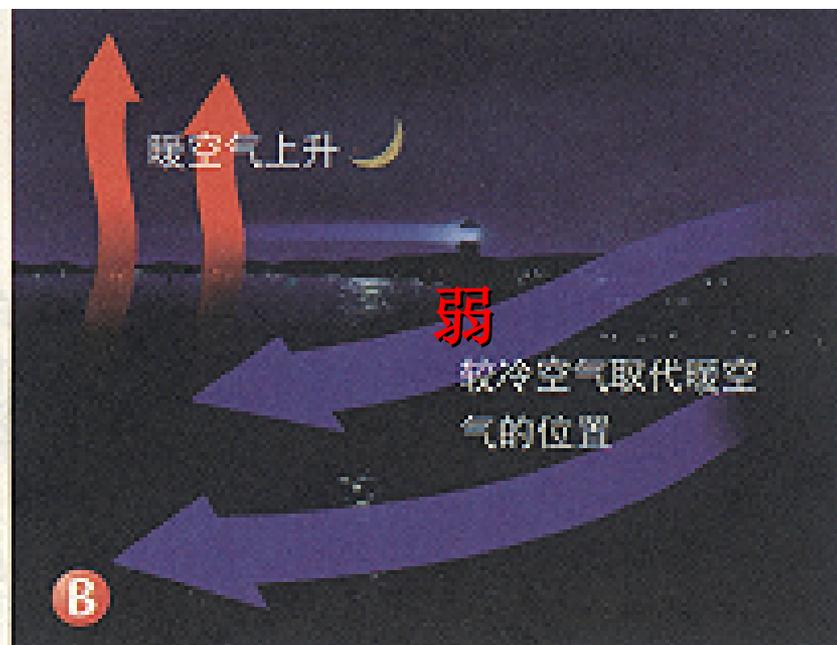
因海洋和陆地受热不均匀而在海岸附近形成的一种有日变化的风系。

# 海陆风（出现在沿海地区或岛屿上）

**成因：**海陆昼夜热力差异。

白天 近地面气流：海洋  陆地 海风

夜间 近地面气流：陆地  海洋 陆风



## 5、动量传递作用：是造成风的日变化的主要原因

对流、乱流混合作用。

使得上层失去动量，下层获得动量，即上层动量向下层传递。

Richardson数：

$$R_i = \frac{g}{T} \frac{(\gamma_d - \gamma) v}{\left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)^2}$$

地面风：

白天风速大，风向向空中（850hPa）风向偏转；

夜间风速小，风向受空中风向影响小。

这种动量传递作用的大小，决定于大气的层结稳定性和垂直方向的风切变的大小，即决定于Richardson数的大小。

Richardson数越大，动量传递作用越强，反之越弱。

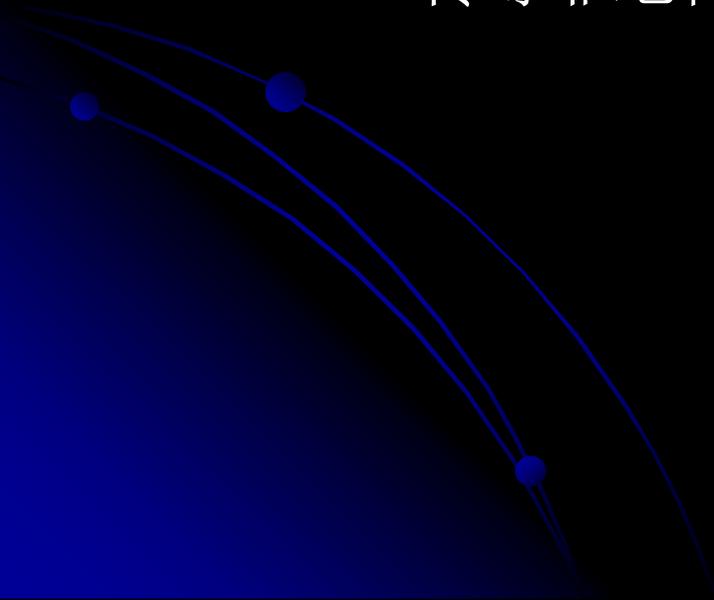
## (二)地面风的预报方法

### 1、系统性风的预报

气压系统较强，主要由大范围气压场所决定的风，称为**系统性风**。

(1)制作形势预报，根据未来形势预报未来的地转风

(2)在地转风的基础上考虑地形、热力环流、动量下传等非地转因素进行订正



## 系统性风的预报思路

由于系统性风主要由大范围气压场所决定，它与气压场的关系符合摩擦层中的风压定律。所以只要预报出大范围气压系统的发生发展和移动，就能较容易地作出地面风的预报。

先作出地面形势预报。本区在预报时效内受何气压系统影响？位于该系统的何部位？系统强度变化如何？

根据摩擦层中的风压定律，判断本站（区）风的变化趋势，作出初步的风向风速预报。

综合考虑本地的地形、热力环流和动量传递（日变化）作用，订正风向风速的初步预报，作出最后定时定量的预报结论。

## 2、地方性风的预报

**地方性风**是指在大范围气压场分布比较均匀的情况下，因地方特殊条件而形成的局地热力环流或动力环流中的风。

地方性风的特点：

- 风速小
- 风向变化大
- 日变化明显
- 不完全符合地转风原理

预报方法：

在地面形势预报本区将受**弱气压场**（弱高压、高压脊、鞍形场）影响时进行。

**主要是风向的预报**（风速小）

## 1) 统计资料的应用:

由历史资料, 找出当地地方性风的规律, 据此做出预报。如: 是否吹海(湖)陆风、山谷风等。

## 2) 分析气压场、变压场:

下垫面较均一, 地方性热力环流不明显时, 气压场(变压场)的微弱变化, 可引起风向的改变。这时, 风常表现为直接从

气压高处-----气压低处吹

正变压处-----负变压处吹

所以, 可以通过分析每一小时的实况图, 掌握小范围气压场(变压场)的微弱变化, 预报风向的转变。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/775233111202011214>