

7 地面风的观测

7.1 概述

- 分类

地面风 高空风
- 定义

垂直分量称为空气的垂直运动
大气**相对地面运动的水平分量**叫做风
风的观测包括风向风速两项
- 风速

单位时间气流运动水平距离
平均值：一定时段内的平均
天气报告中的风速指 2min 内的平均风速
(人工每 5s 记录一次)
瞬时值：相当短的取样时段内平均
静风：<0.25m/s
- 风向

风的来向，共计 16 个方位
方位图
北东北 东北偏北
东东北 东北偏东
东东南 东南偏东
南东南 东南偏南
南西南 西南偏南
西西南 西南偏西
西西北 西北偏西
北西北 西北偏北
- 风玫瑰图

在极坐标底图上，各**风向出现的频率**的统计图，为**风向玫瑰图**
在极坐标地图上，各风向的**平均风速**的统计图，为**风速玫瑰图**
风玫瑰图的应用：主要应用于机场建设、起落等。飞机
- 一般顺风起飞

风级划分

0 静风	0-0.25	
8 大风	17.2-20.7	大风预警
12 飓风	32.7	台风

气象预警

蓝色	6 级以上
黄色	8 级以上
橙色	10 级以上
红色	12 级以上

代表性资料

取一段时间内的平均风速和最多风向
气象台站中，一般取 2min 平均风速与最多风向

平均方法

风速 算术平均
矢量平均法【最常用】：每一个风矢量分为 x、y 方向，叠加全部取平均
风向 算术平均、标量平均、矢量平均、单位矢量
在处理风向平均时特别注意风向过北（风向变化跨零）导致结果失真。（例如 10°、350°）
阵风 强湍流引起的风的急剧变化称为风的阵性。
在规定的时间内，风速对其平均值的持续时间不大于 2min 的正负偏离

标准偏差

表征风的脉动大小

阵风峰值

最大风速

阵风持续时间
- ## 7.2 风向
- 风向标测风

形容

首尾不对称平衡装置，一般由尾翼、指向杆、平衡锤及旋转主轴四部分组成。指向杆所指示的方向，即为风的来向。

原理

利用**风压原理**
直到尾翼两侧风压相同时，受力平衡，不再产生力矩。

起动风速

0.25m/s 当尾翼所受**风的压力矩**>**风向标静摩擦力矩**
灵敏性：很快地反映风向变化
稳定性：分享改变时，本身惯性引起的摆动要小

测量误差

启动误差、动态偏角、惯性误差、转换误差、零位误差
在 2min 平均后一般能被忽略不计

风向信号转换与记录
-

光电码盘 格雷码

每一个角度状态的变化只有一位二进制数发生变化，持续沿用到现在

7.3 旋转式风速仪

风杯型风速计

原理 风压原理

$V = K\omega = 2\pi KN$ 与风速呈现线性关系，式中 V 为风速， K 为风杯系数， ω 为角速度， N 为转数。 K 一般在 2.2-3 之间。普遍使用

旋桨式风速计

将风速与风向测量相结合、能逆风绕水平转动，转速正比于风速

$$v = \frac{N}{B \tan \theta} \quad B \text{ 为风车系数、} N \text{ 为单位时间翼片转数、}$$

θ 螺旋桨翼片迎风角

缺点：成本较高

误差分析：启动误差、滞后误差、惯性误差

7.4 热线式风速仪和超声风速仪

热线式风速仪

结构 非常细的金属丝，通过金属丝的散热率来测风

原理 通电让金属丝加热，风吹让金属丝散热。有两种方法，恒温变流，恒流变温（测量阻值）

方向 与风向垂直【局限性】、对工作环境高、灰尘、水附着干扰、金属丝已损坏

优点 体积相当小，对测量环境没有破坏性，测量容易，灵敏度高，响应快，惯性小

缺点 金属丝易断、工作环境要求高（灰尘）

误差 1. 环境气温变化造成的误差

2. 热线方向与气流方向不垂直

3. 空气密度改变导致的误差

超声风速仪

结构 三个爪形结构，收发一体，三个方向，采样空间的大气密度与流速的改变影响速度

原理 声速随风速产生变化。声速会与风向上的气流速度叠加，顺风变快

同时测得正向、反向信号传输时间，即可联立方程组解得风速

$$u = \frac{(t_b - t_o)c^2}{2d}, \text{ 式中 } c \text{ 为声速 } c = \frac{2d}{t_b + t_o}. \text{ 同理可得到其他两个方向的风速。}$$

同时，可以给出温度与湿度的量（声速与温湿度相关）

误差 阴影效应 由于绕流作用，迎风面探头背后会产生一定的尾流，导致声波传播路径偏长，使风速偏低。
取决于探头外形、风矢量与超声探头轴线夹角。

特点 快速响应、极端精确、微机控制、无活动部件、易安装、低功耗

7.5 地面风的特征与应用

仪器安装 高度：10-12m

地点：开阔空旷，远离障碍物等，具有代表性

1. 天气预报，风的测量是相当大的难点
2. 城市规划
3. 森林防火
4. 军事气象
5. 能源发电