

風速表設計比賽 Anemometer Design Competition

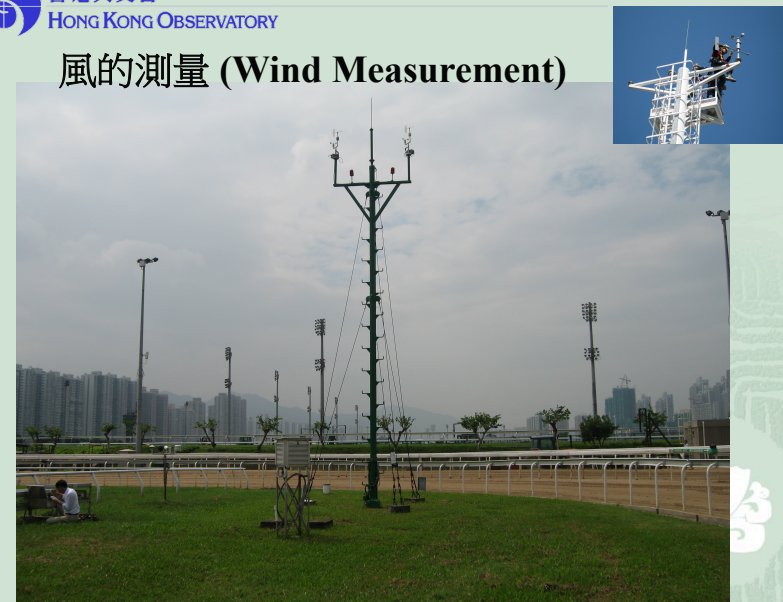
冼球全
K.C.Sin
香港天文台
Hong Kong Observatory
4 / 10 / 2008



風的測量 (Wind Measurement)

- 風是流動中的空氣
- 風是三維向量
- 一般考慮的是離地平面10米高，風的方向和速度(地面風)
- Wind is air in motion
- 3 dimensional vector
- Normally consider wind direction and speed on the X Y plane 10 m above ground(surface wind)

風的測量 (Wind Measurement)



風的測量 (Wind Measurement)

- 風的資料包括
 - 風向
 - 風速
 - 陣風
- **Wind data includes**
 - **wind direction**
 - **wind speed**
 - **gust**



風的測量 (Wind Measurement)

- 陣風是指比平均風速飆升10海里/小時(5米/秒)或以上的瞬時風速。
- **A rapid increase of 5 m/s (10 knots) or more in the instantaneous wind relative to the average wind.**



風向 (Wind Direction)

- 風向是指風吹來的方向
- 表示單位：
 - 方位點(16點，例如：東、南、西、東北等)
 - 從地理上的北方開始順時針方向量度的角度(例如：080°、160°、230°、350°等)
- **The direction that the wind is flowing from is measured in degrees with respect to true north, or described by the compass points i.e. N, NE, NNE, etc.**



風速 (Wind Speed)

- 量度空氣流動的速度：
- 表示單位：
 - 公里/小時
 - 米/秒
 - 海里/小時
- **a measurement of the speed of air movement**
 - **Typically reported in :**
 - **km/hr**
 - **m/s**
 - **knots**



風的測量 (Wind Measurement)

- 風的測量包括
- “瞬時值”
- “平均值”
- Wind measurement includes
- Instantaneous value
- Average value



風力的術語 (Terms for Wind Speed)

- 輕微
- 和緩
- 清勁
- 強烈
- 烈風
- 暴風
- 颶風
- Light
- Moderate
- Fresh
- Strong
- Gale
- Storm
- Hurricane



蒲福氏風級表 (Beaufort Wind Force Scale)

- 透過目視觀察來估計風速
- 通常應用於海上天氣預報和天氣報告
- 共分12級
- Estimate wind speed via visual observation
- Commonly used in marine forecasts and weather forecast
- 12 scales



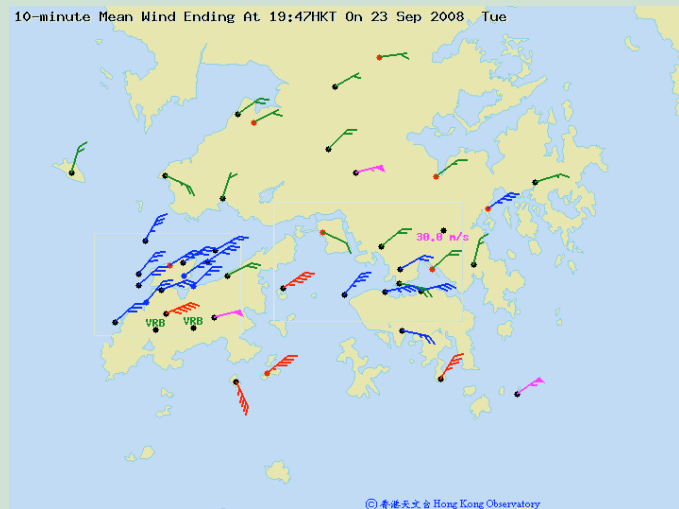
蒲福氏風級表 (Beaufort Wind Force Scale)

蒲福氏風級 Beaufort Scale	風速 (公里/小時) Wind Speed (Km/hr)	術語 (Terms)	陸上情況 On Land	海上情況 On the water
0	<2	微風 Calm	靜，煙直上 Calm, smoke rise vertically	海平波平如鏡 Sea surface smooth and mirror like
1-2	2-12	輕微 Light	人感覺有風，樹葉搖動。 Wind felt on face, leaves rustle	海有玻璃狀不破碎的浪峰 Small wavelets, crest glassy, no breaking
3-4	13-30	和緩 Moderate	塵土飛揚，樹的分枝搖動。 Dust, leave, and loose paper lifted, small tree branches move	海有中浪，間中有浪花。 Large wavelets, scattered whitecaps
5	31-40	清勁 Fresh	小樹開始擺動。 Small trees in leaf begin to sway	海有白頭浪，有浪花。 Moderate waves, many whitecaps, some spray
6-7	41-62	強風 Strong	三號強風信號的風力，大樹搖動，張傘而行有阻力。 Wind force of No. 3 Strong Wind Signal, whole tree moving, resistance felt walking with umbrella	海浪堆疊，白沫吹成條紋。 Larger waves, white foam streaks off breakers

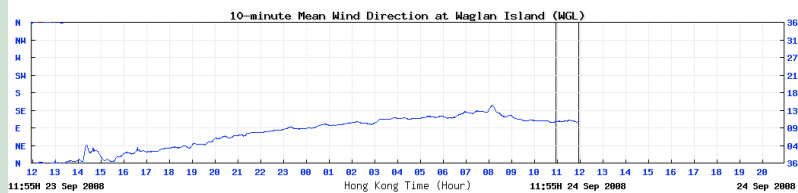


蒲福氏風級表 (Beaufort Wind Force Scale)

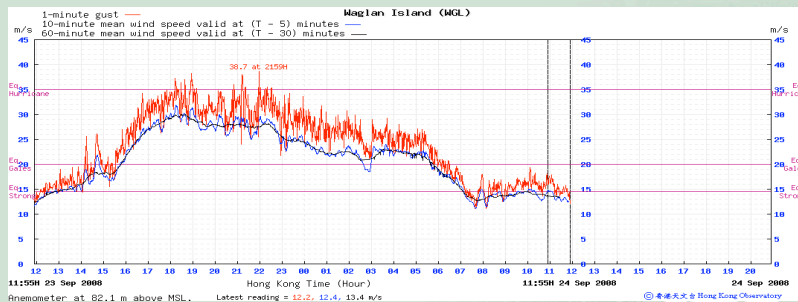
蒲福氏風級 Beaufort Scale	風速 (公里/小時) Wind Speed (Km/hr)	術語 (Terms)	陸上情況 On Land	海上情況 On the water
8-9	63-87	烈風 Gale	八號烈風或暴風信號的風力。小樹枝被吹折，逆風而行舉步維艱。大樹枝折斷，建築物輕微損毀。 Wind force of No. 8 Gale Wind Signal, Small tree branches broken, resistance felt walking against wind. Larger tree branches broken, slight structural damage occurs.	非常大浪，海浪更長，條紋更覺顯著。 Moderate and High wave, dense streaks of foam
10-11	88-117	暴風	狂風怒吼，堅固的屋也有損毀的危險，廣泛地區受破壞。 Considerable structural damage	有極巨浪，白沫遍佈海面，波濤澎湃，視野明顯受阻。 Very high waves, foam patches cover sea, visibility more reduced
12	>117	颶風	十號颶風信號的風力。大樹可能被連根拔起，大件的物件可能會被吹上半空，破壞力極強。 Wind force of No. 10 Hurricane Wind Signal, trees uprooted, wide spread damage	有排山倒海之極巨浪，浪花四射，視野嚴重受阻。 Exceptionally high waves, visibility greatly reduced.



2008年9月23日19時47分的十分鐘平均風向及風速

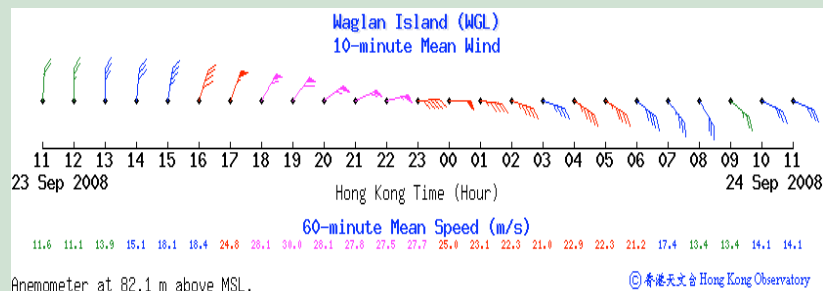


Station at 55.8 m above MSL. © 香港天文台 Hong Kong Observatory



Anemometer at 82.1 m above MSL. Latest reading = 12.2, 12.4, 13.4 m/s © 香港天文台 Hong Kong Observatory

10分鐘平均風向及風速的變化



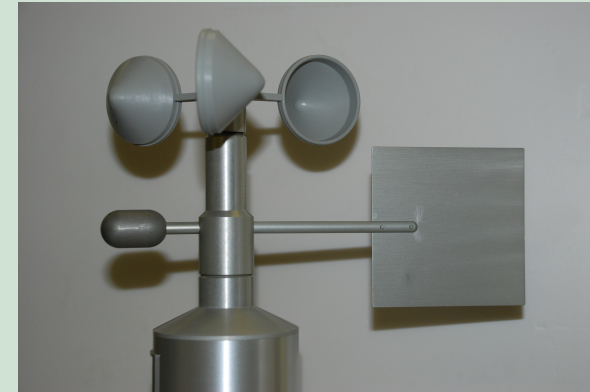
Anemometer at 82.1 m above MSL. © 香港天文台 Hong Kong Observatory

每小時平均風向及風速(10分鐘)的紀錄

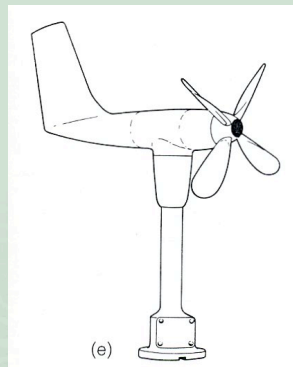
風速表的類別 (Classes of Anemometers)

- 測量風的速度
 - 測量風的壓力
 - 利用其它物理的原理來量度風
- Measure the velocity of the wind
 - Measure the pressure of the wind
 - Other physical principles to measure wind

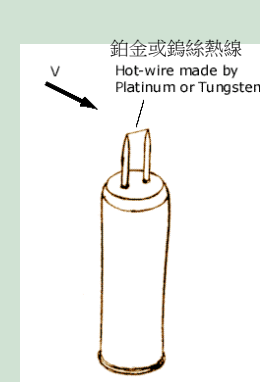
杯型風速表 (Cup Anemometer)



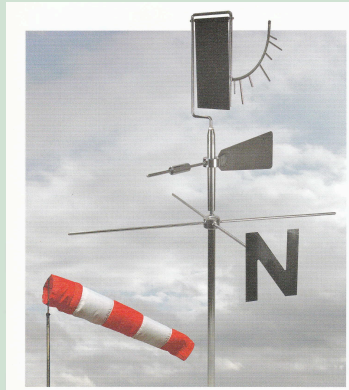
風車型風速表 (Propeller Anemometer)



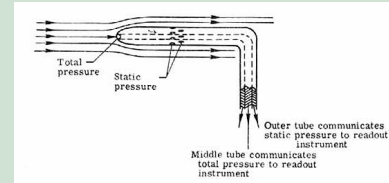
熱線風速表 (Hot-wire Anemometer)



壓力風速表 (Pressure Anemometer)



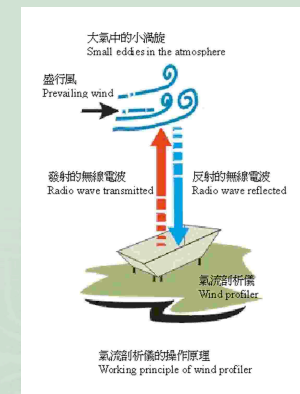
壓力管風速表 (Pressure-tube Anemometer)



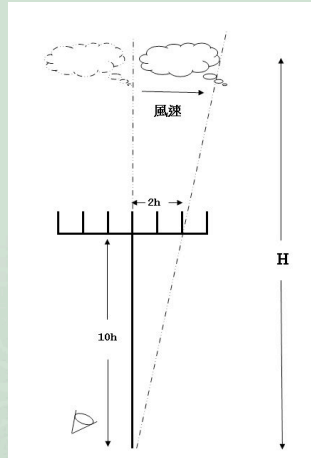
超聲波風速表 (UltraSonic Anemometer)



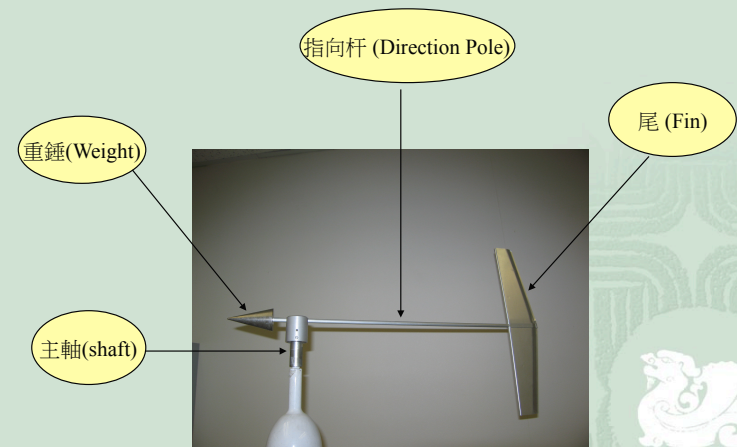
氣流剖析儀 (Wind Profiler)



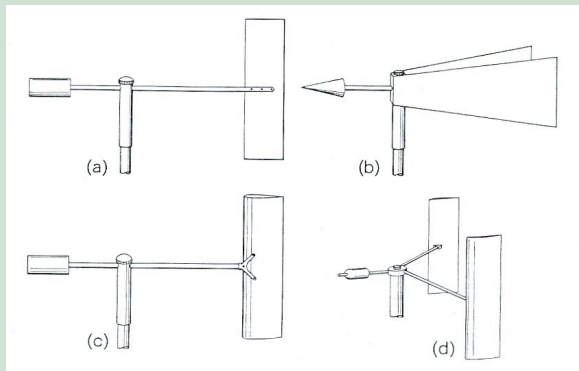
測雲器 (Nephoscope)



風向標的結構 (Structure of a wind vane)



基本風向標的設計 (Basic Design of a wind vane)



風向的轉換方法 (Conversion Method for Wind Direction)

- 觸點式
- 電位器
- 同步機/伺報器
- 編碼盤



- Contact
- Potentiometers
- Synchros/Servo
- Angle-encoder disc

基本風杯的設計 (Basic Design of a wind cup)

- 風杯由三個(或四個)半球形或圓錐形空杯組成，均勻分佈在與轉軸相連的水平支架上。
- 風杯轉速與風速成正比。



- 3 or 4 hemispherical or conical cups mounted at equal angles to each other on a vertical shaft
- Cups rotation proportional to wind speed

風速的轉換方法 (Conversion Method for Wind Speed)

- 計數器
- 觸點式
- 發電機
- 光電計數器

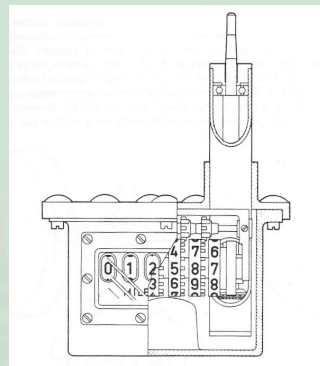


- counter
- Contact switch
- Electrical generator
- Photoelectric switch

記錄風速的方法 (Method to record wind speed)



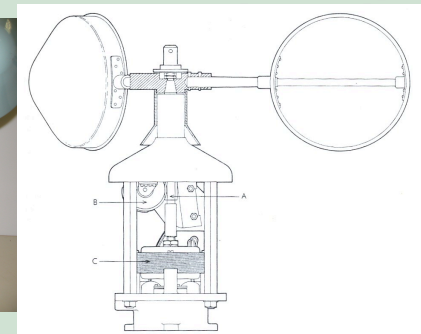
機械計數器 (Mechanical Counting)



記錄風速的方法 (Method to record wind speed)



發電機 (Generator)



設計要求 (Basic Requirements)

- 準確
 - 具有良好的啟動性能
 - 具有良好的動態特性
- **Accurate**
 - **Low start threshold**
 - **Good dynamic response**



春眠不覺曉，處處聞啼鳥。

夜來風雨聲，花落知多少。



謝謝!
Thank You

