

口頭加壁報發表

測量風速所用的物理實驗法

吳明德

台北市立麗山高中

E-mail: mingtewu@gmail.com

傳統物理教學會依運動學、牛頓力學、熱學、波動、電磁等單元循序漸進，這種教學法方便學習，但是難以激發學生學習興趣，常會讓學生有不知道學物理有什麼用的缺點。本人在麗山高中教授十多年物理專題，常發現很多學生研究時不會活用各單元物理知識，解決實驗所需的各種理論。

若用電腦資訊系統來比喻，傳統的教材像是樹狀結構分支，具有條理分明方便索引的優點，缺點在於零碎的知識分佈在各單元中。反觀問題導向教學可算是超鏈結的知識鏈結方式，老師若能清楚掌握問題本質與適當鏈結，相信能夠改善傳統物理教學的缺失。

約十年前，在士林科教館的暑期科展班隊，我曾嘗試以測量風速為題，分為四個不同方法，成為同學們分組研究的題目。近日麗山高中的同學製作簡易低風速教學風洞，需要測量風洞內的風速，我要求同學採用不同實驗方法測量。本文整理歷年測量風速物理小實驗，希望能分享給對流體物理實驗有興趣的師生。

測量風速的方法，依據所需不同的物理知識列出：

- 運動學（記錄微粒在流體運動）：用容易標識與質量極輕的物體（例如紙屑、鋁粉），以攝影分析影格時間內，所標記物體移動的距離即可算出風速，此實驗法準確度容易受限於攝影畫素與影格時距。
- 靜力平衡（細線懸垂物體受風吹偏角度）：用細線繫乒乓球，乒乓球有重力向下，與受風吹拂阻力向右，與細線張力，三力平衡。可以先測量乒乓球重量，再由細線偏移角度計算乒乓球阻力大小，再由球的截面積、阻力係數、空氣密度等數據，最後求得風速大小。
- 牛頓定律（動量時變率計算流體壓力）：當消防員緊抓水管向前噴水，會感受到管子向後的反作用力。空氣與水都是流體，在精密的電子秤上方，裝設向上噴氣的管路，同樣的電子秤能測量增加的力量，而此力量來自空氣動量的時變率，可由管路截面積與空氣密度算出空氣的流速。
- 流體力學（皮氏管測量流速）：皮氏管有兩個管口，一個管口正對風向所測得為動壓，另一管口側對流向，測得是靜壓，兩管以連通管相接並內盛液體，由液面差算出壓力差，再由伯努利定律求出風速。
- 都卜勒效應（頻率差測流速）：都卜勒效應告訴我們，波源與觀測者間相對運動或風速會改變其觀測頻率。所以可以用一對超聲波發射/接收器，觀測接收頻率偏移量可求出風速。
- 電阻率（熱線風速計）：高中物理有介紹金屬的電阻率與溫度有關係，並且也有惠斯同電橋測量電阻等實驗。若給一個極細不易氧化的金屬細絲通電加熱，而風場將此熱線強制對流散熱，由電橋可以求出此熱線電阻，再由電阻率與溫度關係算出溫度，最後由標準風速計對應求出風速。
- 法拉第定律（感應電動勢）：一般傳統風速計就是葉輪接上發電機，風速與葉輪的轉速成正比，而由法拉第電磁感應定律，感應電動勢也與轉速成正比。所以用簡單的伏特計就可以推算風速。

本文透過幾個測量風速的方法，作為高中物理專題實驗課程中，老師問題導向教學的運用的教學實例。