

投稿類別：物理

篇名：  
棒球中的物理

作者：  
黃郁哲。市立永春高中。高一 16 班

指導老師：

蘇郁茜老師

## 壹●前言

棒球，是台灣目前一項非常熱門的運動，這項運動一球就可能左右比賽的結果，每一球都是關鍵，特別是九局下半兩人出局滿壘兩好三壞時，這時要投直球、曲球、滑球、螺旋球、還是指叉球呢？這些球路都是靠著旋轉與空氣產生作用，所以擁有了自己特色，讓我非常的有興趣，所以我去查閱了相關的書籍、網站後了解了這些球路的不同，並將他們做了分類。

## 貳●正文

變化球都是因為自身的旋轉與空氣產生了作用，所以擁有了不同的飛行軌跡，以下就以幾個主要的原理做簡單的介紹。

### 一、白努力定律（Bernoulli's law）

白努力定律簡單來說就是當流體速度增加，流體的壓力就會減少，反之流體速度減少，流體的壓力就會增加，而變化球就是因此有馬格努斯力所以才會產生了球路上的變化。

白努力原理指出，當流體的速度增加（動能增加），流體的壓力與位能和將會減少（如圖一）。

所以根據能量守恆定律。 $\frac{1}{2}mv^2 + mgh + W = constant$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + Fs = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

同除以  $v$

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 + pA\frac{s}{v} = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + p = constant \text{ 即為白努力方程式}$$

其中

$v$  = 流體速度

$g$  = 重力加速度

$h$  = 流體處於的高度

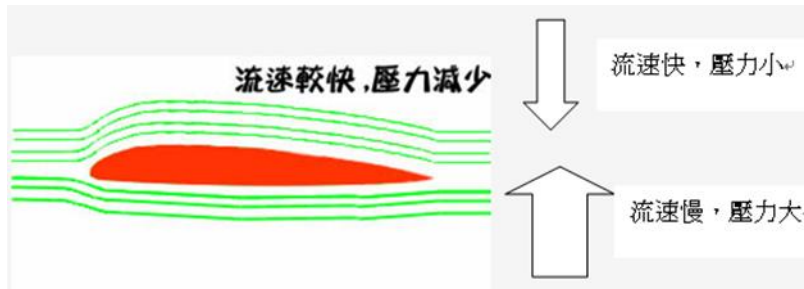
$p$  = 流體所受的壓力強度

$\rho$  = 流體質量密度

$s$  = 路徑長

$S$  = 表面積

適用的範圍為：「穩定的流場且不為黏滯流體且為不可的壓縮流體（密度為常數）且沿任一流線上」



圖一、白努力原理（註一）

## 二、康達效應（Coanda Effect）

康達效應是指流體受到物體的作用力離開本來的流動方向，並隨著表面的曲率不是太大的物體流動的傾向。而流體流過的物體表面會存在著表面摩擦，所以流體的流速將會減慢。流體因受到物體的作用而該變流動方，同時物體受到一來自流體的反作用力。

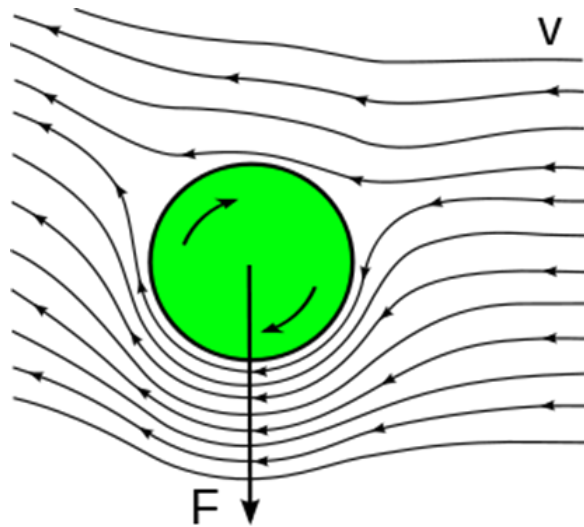


圖二、康達效應

## 三、馬格努斯效應（Magnus Effect）

馬格努斯效應是指流體的速度增加壓力將會減小，流體的速度減少壓力將會

增加，導致旋轉物體在橫向的壓力差，並形成一道橫向的力稱為馬格努斯力。



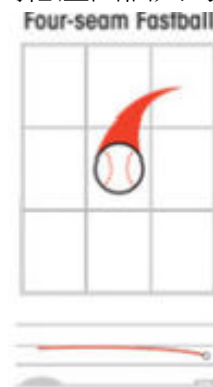
圖三、馬格努斯效應（註二）

#### 四、關於變化球

變化球是一種將球在投出時加入旋轉的投球方式，而變化球有分為正向變化還有反向變化，以右投手來說，正向變化的球軌跡會往右打者的外側移動，反向變化的球軌跡則會往右打者的內側移動。

##### （一）快速直球：

快速直球是投手要取得球數領先，或想取得好球數時使用的一種球路。速度因人而異，雖然說是直球但是軌跡其實是拋物線，因為高低差很少所以才近似直線，高低差因個人的球速不同而有稍微的差異。

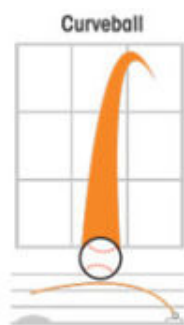


圖四、直球（註十三）

##### （二）曲球：

握球時用食指與中指壓住外側縫線處，右投手出手時運用手腕的順時針旋轉與手指向下施力，讓球向左下旋轉，使得球兩側的空氣產生壓力差產生水平的力，加上重力的作用，球會向打者的外角下墜(右投向左；

左投向右)。



圖五、曲球（註十三）

(三) 滑球：

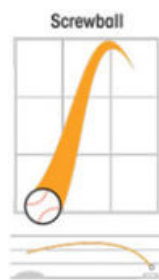
握球時食指與中指握在球的外側縫線處，出手時藉著手指的向下施力，使球造成旋轉，使得球兩側的空氣產生壓力差，進而產生水平方向的分力，加上重力的作用，球會像畫出一道弧線般向打者的外角下墜。跟曲球比較起來，這道弧線比較銳利、快速。前半段軌跡與直球相同，到靠近本壘板時會往打者外角下墜。滑球是速度僅次於直球的變化球種。而且在出手的方式上，滑球也要求能夠讓球出手時有快速的旋轉，這點也跟直球相似。球的握法類似於曲球，但是出手的方式與直球幾乎相同，只是在球將出手前，用手指往下滑的時候，讓球有橫向的旋轉是重點。滑球在投出之後，路徑與直球極為相似，要到接近打者的時候，才會快速地往外角移動與下墜。



圖六、滑球（註十三）

(四) 螺旋球：

螺旋球的變化路徑就像是反向的曲球。而在所有變化球中，只有螺旋球的旋轉方向和其他球種不一樣，從一壘的視角來看從投手丘投往本壘的球可以看出球是往下旋轉，將從投手角度來看，球是呈現左上往右下的方向向前旋轉，使得球兩側的空氣產生壓力差，讓球的移動軌跡為向右下偏移。



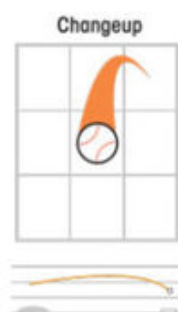
圖七、螺旋球（註十三）

（五） 上升快速球：

上升快速球其實是打者的錯覺。因為人類的體能上有所限制，所以上升快速球不可能真正的出現。真正的情況其實是球旋轉所形成的一股向上的馬格努斯力，讓球受到的重力減少。球轉速越快越明顯，超過了一定的轉速時，球的下墜將會比預期的來的少，造成球上升的錯覺。還有球的高轉速也會增加球表面的紊流，讓形狀阻力減小，所以高轉速讓球的阻力減小，而初速與末速差距便會縮小，讓打者有一種球突然加速的錯覺。

（六） 變速球：

變速球是要利用空氣阻力來減低球的速度，讓打著覺得球速變慢，原因球的旋轉會減少阻力，所以要讓球減少旋轉，以增加阻力使得初速和末速的差距更大，讓打者產生球變慢的錯覺。



圖八、變速球（註十三）

（七） 子彈球：

子彈球其特徵是球的旋轉方向與行進方向呈現垂直，就像是子彈經由來福線射出的螺旋旋轉。而右投手投出的子彈球，球會在進壘時會因為球本身的旋轉和重力因素急速下降並且朝右打者的外角移動。同時擁有接近於快速球的球速與滑球特性。這種飛行方式讓球前進時能更加減低風阻，使得投出的球初速和進入本壘時的末速會更加的接近。此外這

種球路是日本的運動科學家手塚一志提出，提出要擁有這種球路就需要擁有像是丟橄欖球的投球動作和特殊的放球點才有機會投出，但幾乎沒有人天生就習慣這種投球方式，科學家姬野龍太郎合著了《魔球の正体》這本書。

## 參●結論

投手的變化球可以分為兩類，第一種是增加球的旋轉使得球兩邊的壓力差變大讓馬格努斯力增加球的偏移，第二種是讓球的旋轉減少使得重力的影響增加讓球向下的偏移增加。增加球的旋轉這類的有滑球、卡特球、子彈球、螺旋球等，從投手的方向來看，偏離軌跡的方向和球的旋轉方向相反，偏移大小和球的轉數成正關係，讓球的旋轉減少這類的有變速球、蝴蝶球、彈指球等，這類球旋轉的愈慢投的愈慢球因重力的影響就愈多下墜的幅度也就跟著變大。

而關於我們常常聽到打者在打擊時覺得某些投手球質重某些投手球質輕呢，我認為是球棒打到球的地方不一樣，或者是這位投手所投出來的這種球路比其他的投手快，因為每顆球的重量是一樣的，所以球的的力就取決於球的速度，所以球速一樣球打起來感覺應該是一樣的。

## 肆●引註資料

- 一、認識木飛機。2015年3月15日，取自  
[http://host.jkes.tyc.edu.tw/~playgame/theme\\_28.html](http://host.jkes.tyc.edu.tw/~playgame/theme_28.html) (圖一)
- 二、馬格努斯效應- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A9%AC%E6%A0%BC%E5%8A%AA%E6%96%AF%E6%95%88%E5%BA%94> (圖三)
- 三、變化球- 台灣棒球維基館。2015年3月15日，取自  
<http://twbsball.dils.tku.edu.tw/wiki/index.php/%E8%AE%8A%E5%8C%96%E7%90%83>
- 四、滑球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BB%91%E7%90%83>
- 五、螺旋球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%9E%BA%E6%97%8B%E7%90%83>
- 六、快速球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BF%AB%E9%80%9F%E7%90%83#.E5.9B.9B.E7.B8.AB.E7.B7.9A.E5.BF.AB.E9.80.9F.E7.90.83>
- 七、變速球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%AE%8A%E9%80%9F%E7%90%83>
- 八、子彈球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AD%90%E5%BD%88%E7%90%83>

九、顏誠廷（譯）（2013）。**物理之書**。台北市：時報文化出版企業股份有限公司。

十、曲球- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9B%B2%E7%90%83>

十一、流體力學講義 - 義守大學。2015年3月15日，取自

[http://www.isu.edu.tw/upload/81201/-1/news/postfile\\_50865.pdf](http://www.isu.edu.tw/upload/81201/-1/news/postfile_50865.pdf)

十二、白努力定律- 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%AF%E5%8A%AA%E5%88%A9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>

十三、野球小札《淺談變速球》。2015年3月15日，取自

<http://bimeci.pixnet.net/blog/post/151181822-%E9%87%8E%E7%90%83%E5%B0%8F%E6%9C%AD%E3%80%8A%E6%B7%BA%E8%AB%87%E8%AE%8A%E9%80%9F%E7%90%83%E3%80%8B>（圖四）

十四、康達效應 - 維基百科，自由的百科全書。2015年3月15日，取自

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BA%B7%E8%BE%BE%E6%95%88%E5%BA%94>