

# 從網球拍設計原理談如何選購合適的網球拍

江勁彥

## 壹、前言

根據國際網球總會(ITF)在2000年的統計資料中，目前全世界有203個國家超過6千萬年齡介於5-95歲的網球人口在從事這項老少咸宜的運動(江勁彥，民89)。近年來，隨著社會的進步與經濟的發展，網球這個名詞已不再是「貴族」才得以享受之運動；再者，由於網球運動日漸普及，當技術水準趨於某一水平時，運動器材與輔助器材的研發、改進及其使用即成為影響運動表現的關鍵要素，而在種種的器材因素中，如比賽用球、比賽場地表面等競賽規則的規定，是無法改變的事實；而網球拍、網線等用具的選用，則往往是選手及從事網球運動者競相改變的重點了(陳帝佑、洪得明、劉宇、陳重佑、黃長福，民87)。有鑑於每個人的體能、年齡、打法各有不同，因此對於球拍的要求也就不同，古諺云：工欲善其事，必先利其器，選擇球拍除了需要考量自己的技術程度和擊球習慣外，球拍的良窳也會影響球場上的表現，更有可能使用不合適的球拍而造成運動傷害的發生，所以選擇適合自己的網球拍便成為非常重要之課題。

### 名詞解釋

- 材質：**指構成結構體強化材之纖維。(陳帝佑，1998a)
- 回復係數：**球體反彈垂直速度與球體入射的垂直速度兩者之比值。(相子元，1997)
- 振動響應：**外力加諸於某結構體上，激發結構體其它特定點對某一固定參考座標的位移所做連續週期性變化的反應。(林寶城，1997)
- 撞擊：**若兩物體的相撞發生於一段非常短的時間內，而且在期間二物體施與彼此相當大的力，則稱為撞擊。(相子元，1998)
- 勁度：**指球拍框架受外力作用時彎曲的難易程度。在相同外力作用下，彎曲程度越小者，勁度越大。(蘇榮立，1996)
- 轉動慣量：**為影響物體轉動之特性，相當於物體作直線運動時之質量，慣量與質量不同處在於所選取轉軸的位置，轉動慣量大時不易改變其慣性因而不易被旋轉。(相子元，1998)

## 貳、網球拍設計原理探討

隨著科技的進步與運動科學的快速發展，網球拍所使用的材質從 60 年代的木製、70 年代金屬演變到 80 年代的碳纖維、玻璃纖維直到今日人工合成之複合材料的蓬勃應用，也形成了目前市售網球拍琳琅滿目之光景（江勁彥，民 89）；人工合成之複合材料會如此的受到青睞，其理由不外乎是材料本身具質輕、高彈性、高強度等優點，這皆是天然複合素材所達不到的物性。網球拍對網球之需要，不外乎是使人能藉此來獲得最佳化擊球狀態；從事網球運動者為了通過球拍與來球產生心靈和技術的契合，網球拍的材質與結構設計便成為選購之考量因素。

因此隨著網球拍材料的多樣化，球拍的設計發展明顯的往質輕精緻、高回復係數以及低振動響應...等方向著手改良（陳帝佑，民 87）。由於球拍框是網球拍最基本的架構，亦是網球拍功能的基礎，故其設計之優劣，對擊球表現影響甚及；Baker 和 Wilson (1978) 認為網球拍有三種性質會影響擊球的結果，分別為網線材質的種類、網線的張力、網球拍框的彈性及球拍振動情形。所以，Elliott (1982) 研究指出球拍框的大小、形狀及質料會影響擊球後之球速和球的旋轉度；而 Groppel、Shin、Thomas 和 Welk 等人 (1987) 採用不同張力、織型及材質的球線，指出其對擊球與球拍框間有相當大的影響。而有關網球拍振動之研究，相子元 (1997) 指出，當球碰撞網線後，拍框之振動勢必由人體握拍之手臂來吸收，造成手臂負荷而產生疲勞甚至傷害。對於球拍的勁度而言，林寶城 (1997) 從網球拍模態之固有頻率的觀點研究，發現勁度越大的球拍框，越有利於擊球的反彈球速，然而，球拍的勁度夠，可以使球與球線接觸的時間減低至千分之四秒以下，球的撞擊及球拍撞擊頻率幾乎一致，因而減少了球拍振動的產生，因此，球拍之振動特性亦是球拍重要設計因素之一。

由 Brody (1979) 的研究顯示，勁度高的網球拍比勁度低的網球拍產生的球速要高的主要機制為勁度高的球拍在變形之際，球之能量損失較少，故自動度高的球拍反彈回來的速度便會較高；而勁度低的球拍，會失去很多的能量，而這些能量不會再傳回到球上。近年來，蘇榮立 (1996) 從網球拍的勁度、網線的張力與控球、擊球後的球速進一步研究，發現勁度高和磅數高的球拍在控球上及球速上，會比勁度低和磅數低的球拍有助於控球及球速的表現。依據上述的研究，網球拍結構設計與材質的使用，確切地影響其控球、回擊球速與人體負荷的種種問題。

## 參、選購網球拍時應考量之要素

Dunlop 球拍設計總監 Mark Macky 在 TENNIS 雜誌曾說：「只為一個球

技等級——如初級、中級、高級——設計一款球拍已經不足以滿足市場需求了，今日，球拍公司都針對各式球風的使用者設計適合的球拍，以適應他們不同的特性。例如，一個上網型打法的人想要的球拍，就與底線型的球拍完全不同。」因此消費者在選購時應更有自主權，根據自己的擊球特性來選購理想之網球拍，而選購時可以依下列幾個要素供作參考：

### 一、球拍重量

長久以來，我們普遍認為較重的球拍，能產生較快之球速，事實上在 Brody (1979) 的研究曾指出，拍頭的加速度也是決定球速之關鍵，因此即使手持較輕之球拍，只要拍頭揮拍速度增加，同樣能打出較快之球速。由於一般休閒運動者肌力較選手弱，建議使用重量介於 280~320 公克，選手級則適用 320~340 公克。

### 二、握柄尺寸

握柄尺寸需視手掌大小而定，選擇覺得舒適的握柄即可，一個較粗大的握柄容易使腕部疲勞；而太細小的握柄擊球瞬間容易轉動翻拍，合適的握柄尺寸應是握住握柄後，大拇指尖與其餘四指尖間距為一指之距離。一般的男性較適用尺寸為  $4\frac{1}{4}~\text{to}~4\frac{1}{2}$ ；女性則適用  $4\frac{1}{8}~\text{to}~4\frac{3}{8}$ 。握把是球拍與人體的接觸點，球拍抓不牢靠、握起來感覺不舒適、再精緻昂貴的球拍、再好的球技都無法發揮，所以握柄皮、握柄布需時時留意，應保持乾燥並時常更換，以維持最佳握拍狀態。

### 三、球拍面大小

網球拍之拍面大小分為大、中、小三種，大拍面相對有較大之寬容度，就算是擊中球時偏離中心點，也可以將球穩定擊出，意謂好球區或是「甜蜜點」或「甜區」比較大，英文稱之為 *Sweet Spot*。當球體撞擊球拍時落在甜區的時候，球的反彈能力較大，球速相對增加，而經由拍框傳達至手臂之振動相對愈小；反之，拍面愈小甜區愈小。大拍面較適合女性、初學者及年紀大者，大約為 110~115 平方英吋；一般的網球選手都喜歡使用 90~100 平方英吋的中拍面網球拍，它也是一種較適合休閒者使用之拍面。

### 四、球拍平衡

平衡牽涉一支球拍拍頭重或輕的問題，拍頭重適合底線型打法或擅長單打者；拍頭輕則適合網前截擊型或專攻雙打者，因為網前來回速度快，正、反拍之間需作迅速之切換，拍頭過重將增加準備時間。球拍測定儀器可以測量出頭重或輕，而選購時可找出球拍之中點線垂直球拍加以判定即可。

### 五、拍形構造

每一支球拍面的形狀，都有它獨特的設計理念，主要的不同就是甜區不同，這可從拍子的簡介或吊示牌中看出。至於構造方面，整支球拍會有不同的勁度(軟硬度)存在，吊示牌中也會有顯示，大部份是以數字來表

示，以 WILSON 系列球拍為例：6.5 的勁度比 5.0 的勁度小。拍框的厚、薄控程度使控球性也不盡相同，較厚實之拍框有較大轉動慣量，可降低球拍翻轉，阻振性也會比較薄球拍來的好（相子元，1998）。

#### 六、網線張力

網線張力需視拍型而定，同樣的網線張力分別穿在大、中、小型拍面，則屬小拍面感覺最硬，一般休閒者之建議網線張力為 53 到 63 磅之間，職業選手往往都穿到 70 磅左右，但仍需考量球拍框所能負荷之最大限度而定。高網線張力則形變少，因而儲存較少能量，故反彈球速低，但有利控球，可以為你帶來較好之控球效果；反之，低網線張力會產生彈簧床作用而使反彈力增加，相對的控球性就會降低。

#### 七、網線種類

目前市售網球拍均不含網線，需自行額外選購，而一支理想的網球拍，如果沒有良好的網線配合，將很難顯現出網球拍之優越性能，網球線大致分為兩類：合成線與腸線。合成線因具有不怕潮濕、耐磨、壽命較長（數月以上），又能大量生產且價格合理等優點而普遍盛行，但是合成線也有缺點，那就是容易因鬆弛而使磅數變化。TENNIS 雜誌的器材顧問 Bruce Levine 曾說：「腸線給你最佳的力量、控制、與感覺的組合。有一些合成線雖然很好，但沒有任何一種可以像腸線那麼好」。因為腸線的彈性很好，所以腸線是長期患有網球肘或其他手臂疾病的人的一個很好的選擇，國際網總的統計顯示，目前職業球員都喜歡用腸線，ATP 和 WTA 巡迴賽的前 100 名球員中，大約有 75% 使用腸線，包括山普拉斯與辛吉絲。腸線價格昂貴，彈性佳、穩定性好，缺點是怕潮濕、壽命短。選擇網線有兩種思考方向：一為耐用取向、二為舒適取向。既耐用又好打的線太少，原因是線越粗越耐用，而越細越好打，所以三兩天就會斷線的人可以穿上直徑 1.35mm 到 1.45mm 較粗的線，但是粗線的手感並不好；而細線一般在 1.20mm 到 1.30mm 之間，對於切球較敏銳，彈力也佳相對使用壽命也會減短。目前在國內大型的體育用品專賣店也都有販售這兩種球線，腸線的售價從 800 至 1200 元不等；合成線從幾十元到 600 元都有。

### 肆、結語

在一場漫長的網球比賽中，平均揮拍次數超過一千次以上，尤其在現代強力網球盛行之風格的運動形式下，網球拍是最直接和人體接觸的地方，如果選購一支不適合自己擊球模式的網球拍，不但無法增加運動能力表現，可能會因使用上的不妥適而形成負擔，更可能造成運動傷害，將得

不償失。因此，瞭解網球拍之結構與設計原理，進而選擇合適之網球拍，實為網球選手、教練與休閒運動者不得不加以重視之要件。

## 參考文獻

### 一、中文部份

- 江勁彥（2000）。現代科技與網球。國際網球雜誌，42 84-85。
- 林寶城（1997）。網球拍振動特性分析。國立台灣師範大學博士論文。
- 相子元（1997）。網球拍振動之有限元素分析。國立體育學院論叢，7(2) 29-38。
- 相子元（1998）。運動生物力學。國立體育學院教練研究所，11。
- 陳帝佑（1998a）。不同材質網球拍的振動及其影響控球能力之分析。國立體育學院碩士論文。
- 陳帝佑、洪得明、劉宇、陳重佑、黃長福（1998b）。網球拍拍柄材質之振動阻尼比研究。體育學報，25 91-100。
- 蘇榮立（1996）。球拍勁度與網線張力對網球拍恢復係數及發球表現之影響。國立體育學院碩士論文。

### 二、英文部份

Baker, J., & Wilson, B. (1978). The effect of tennis racket stiffness and string tension on ball velocity after impact. Research Quarterly for Exercise and Sport, 49 (3), 255-259.

Brody, H. (1979). Physics of the tennis racket. American Journal of Physics, 47 (6), 482-487.

Elliott, B. (1982). The influence of tennis racket flexibility and string tension on rebound velocity following a dynamic impact. Research Quarterly for Exercise and Sport, 53 (4), 277-281.

Groppel, J.L., Shin, I.S., Thomas, J.A. & Welk, G.J. (1987). The effects of string type and tension on impact in midsize and oversize tennis racket. International Journal of Sport Biomechanics, 3, 40-46.

