

國立台東大學體育學系
體育教學碩士班碩士論文

指導教授：溫卓謀

2007 年四大網球公開賽女子單打選手
競賽表現之標記分析

研 究 生：羅申奇 撰

中華民國九十七年八月

國立台東大學體育學系
體育教學碩士班碩士論文

2007 年四大網球公開賽女子單打選手
競賽表現之標記分析

研 究 生： 羅 申 奇 撰

指導教授： 溫卓謀 博士

中華民國九十七年八月

國立台東大學

學位論文考試委員審定書

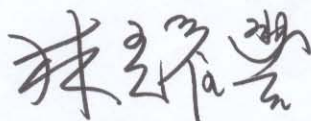
系所別：體育教學碩士班

本班 羅申奇 君

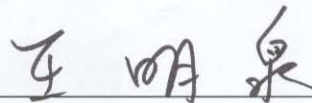
所提之論文 2007年四大網球公開賽女子單打選手競賽表現
之標記分析

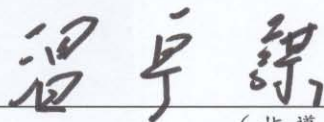
業經本委員會通過合於 ☒ 碩士學位論文條件

論文學位考試委員會：



(學位考試委員會主席)





(指導教授)

論文學位考試日期：97年8月19日

國立台東大學

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 體育教學碩士班 系(所)

九十七 學年度第 一 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：2007年四大網球公開賽女子單打選手競賽表現之標記分析

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單 位
☒	☐	國家圖書館
☒	☐	本人畢業學校圖書館
☒	☐	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

☒同意 ☐不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請

文號為：_____，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
☒	☐	☐	☐

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：

溫宇課

(親筆簽名)

研究生簽名：

羅申奇

(親筆正楷)

學 號：

1494020

(務必填寫)

日 期：中華民國 97 年 08 月 日

1.本授權書(得自 <http://www.lib.ntnu.edu.tw/theses/> 下載)請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2.依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議：研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本:2008/05/29

謝 誌

還清楚記得三年前來到東大時的心情是喜躍中摻雜著不安的，經常擔心自己是否有能力做到。現在，論文終於完成了，心裡充滿了感動和感謝。

首先要感謝指導教授溫卓謀老師在這段期間毫不保留地悉心指導，尤其在我疑惑不解的時候還是很有耐心的重複說明，一步步帶著我修改完成論文，讓我不僅學習到許多做研究的方法和技巧，也體會了做研究者所應該秉持的客觀、嚴謹的態度。其次，要感謝本校王明泉老師在統計考驗方法上的指導和建議，屏東教育大學林耀豐老師對論文研究之方法及邏輯給予許多專業且具體的意見，使得論文更加完整。

能一路走到這裡，要感謝的人好多。感謝系上師長們無私的指導和每一次見面時親切的寒暄和勉勵，讓我在摸索的過程中倍覺溫馨；感謝文瑞學長提供的許多寶貴經驗和建議，經常在我遇到麻煩、情緒低落的時候給我協助打氣，讓我在這裡的學習不至於徬徨和苦悶；感謝學校同事和好朋友們的關心和鼓勵，當然也得向幾位同組的夥伴和們致上感謝，與大家熬夜寫報告、趕論文的這一段日子，肯定會留在我記憶中成為美好回憶的一頁，謝謝大家！

最後也是最想感謝的是一直默默支持我的家人們，你們的體諒和期許是我能夠堅持下去的動力，更感謝太太文雀把孩子們照顧得這麼好，讓我可以安心的專注於學業。最後，以此論文獻給我最親愛的家人、師長、朋友及我生命中的貴人，願與你們分享這份喜悅。

羅申奇 謹誌

2008 年 8 月 20

2007 年四大網球公開賽女子單打選手

競賽表現之標記分析

研究生：羅申奇

指導教授：溫卓謀

2008.08

摘要

本研究目的在比較四大網球公開賽頂尖女子單打選手擊球拍數與時間因素的差異、分析不同場地材質及獲勝與落敗選手在各項擊球效果與得分型態的差異，並進一步建立競賽獲勝率的預測公式。本研究採用標記分析法，以 2007 年四大網球公開賽女子單打前八強選手之競賽影片為分析對象；自變項為不同材質網球場地(澳洲網球公開賽、法國網球公開賽、溫布頓網球公開賽、美國網球公開賽)及競賽結果(勝、負)；依變項包括 1.競賽模式(每回合平均拍數、擊球拍數段落分布、每回合平均拉鋸時間、擊球方向、擊球落點、擊球型態) 2.擊球效果(發球、接發球與來回擊球等前八拍效果) 3.得分型態(發球得分、接發球得分、網前得分、底線擊球得分、對方發球雙誤得分)。所得資料以獨立樣本單因子變異數分析、百分比同質性卡方檢定、獨立樣本二因子變異數分析及多元逐步迴歸分析進行統計考驗，顯著水準(α)設為 .05。在本研究範圍所獲得的結論為：(一)四大網球公開賽女單競賽模式的主要差異在擊球拍數段落分布、回合拉鋸時間、擊球方向、擊球落點和擊球型態。(二)本研究發現不同材質網球場地與競賽勝負球員在擊球效果比較上沒有交互現象，獲勝球員在發、接發等前六拍的效果顯著優於落敗選手；在不同材質網球場地的擊球效果沒有差異。(三)本研究發現不同材質網球場地與競賽勝負球員在得分型態比較上沒有交互現象；四大網球公開賽女單競賽勝負球員得分型態的主要差異在發球得分、接發球得分、網前得分和底線得分；在不同材質網球場地的主要差異在發球得分、接發球得分和對手發球雙誤得分。(四)預測四大網球公開賽女單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式分別為：澳洲公開賽= $[-.49 \times \text{第七拍效果} + .46 \times \text{第三拍效果}]$ ；法國公開賽= $[.47 \times \text{第五拍效果} + .48 \times \text{第四拍效果} + .29 \times \text{第一拍效果} + .28 \times \text{第六拍效果}]$ ；溫布頓公開賽= $[.46 \times \text{第六拍效果} + .31 \times \text{第三拍效果} + .34 \times \text{第二拍效果} + .29 \times \text{第五拍效果}]$ ；美國公開賽= $[.38 \times \text{第六拍效果} + .33 \times \text{第三拍效果}]$ 。本研究根據研究結果提出建議，以供網球訓練及未來研究參考。

關鍵詞：網球、四大網球公開賽、競賽表現、標記分析

Notational analysis of women's singles competitive performances in the Four Grand Slam Tournaments in 2007

Graduate: Shen-Chi Lo

Adviser: Chou-Mou Won

2008.08

Abstract

This study focused on women's singles players in the four majors to find out their difference in the number of strokes and the influence of time factors. Besides, the effects of court surfaces and each stroke types on both victorious and defeated players were also analyzed to establish a winning rate prediction formula. Notational analysis was adopted. Video recordings of the top eight women's singles players in the four majors in 2007 were collected and analyzed. Court surface (Australian Open, Roland-Garros [French Open], Wimbledon, and the US Open) and competitive result (victory, defeat) were designed as independent variables. Competitive modes (average strokes per game, paragraph distribution of numbers of strokes, average rally time per game, striking direction, placement, and striking pattern), stroke effect (effects of the first eight strokes, including service, service return, and rally), and scoring patterns (scoring at ace, kill a service, approach, baseline return, double faults of the opponent) were used as dependent variables. The collected data were processed using independent sample one-way ANOVA, chi-square test of homogeneity, independent sample two-way ANOVA, and multiple regression analysis with the level of significance (α) set as .05. The results of this study were as follows. (1) The major difference among the women's singles players in the four majors lay in paragraph distribution of number of strokes, rally time per game, striking direction, ball placement, and striking patterns. (2) No interactive relationship was found between stroke effects and court surfaces or competitive results. The winning players presented better effects of the first six strokes,

including service and service return, than the defeated ones. Different court surfaces would not influence stroke effects. (3) No interaction relationship between scoring patterns and court surfaces or competitive results. The main difference between victorious and defeated players in the four majors lay in scoring at service, service return, approach, and baseline. The main difference among different court surfaces lay in scoring at service, service return, and double faults of the opponent. (4) The standardized regression equations for predicting the winning rate for women's singles in the four majors were: the winning rate in the Australian Open = $[-.49 \times \text{the effect of the seventh stroke} + .46 \times \text{the effect of the third stroke}]$; the winning rate in the French Open = $[.47 \times \text{the effect of the fifth stroke} + .48 \times \text{the effect of the fourth stroke} + .29 \times \text{the effect of the first stroke} + .28 \times \text{the effect of the sixth stroke}]$; the winning rate in the Wimbledon = $[.46 \times \text{the effect of the sixth stroke} + .31 \times \text{the effect of the third stroke} + .34 \times \text{the effect of the second stroke} + .29 \times \text{the effect of the fifth stroke}]$; the winning rate in the US Open = $[.38 \times \text{the effect of the sixth stroke} + .33 \times \text{the effect of the third stroke}]$. Finally, based on the research findings, suggestions were proposed as a reference for tennis training and future studies.

Key words: tennis, The Four Grand Slam Tournaments (The Four Majors), competitive performance, notational analysis

目次

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目次.....	IV
表次.....	VI
圖次.....	IX
第一章 緒論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究問題與假設	4
第四節 研究範圍與限制	6
第五節 名詞操作型定義	8
第二章 文獻探討	10
第一節 理論基礎	10
第二節 網球單打技戰術相關研究	15
第三節 場地質料與網球標記分析之相關研究	30
第四節 文獻總結	38
第三章 研究方法	44
第一節 研究對象	44
第二節 研究架構	45
第三節 研究工具	52
第四節 研究流程	54
第五節 資料處理與統計分析	56
第四章 結果與討論	60
第一節 不同材質網球場地女子網球選手競賽模式之差異	60
第二節 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)	71
女子網球選手擊球效果的差異	71

第三節 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)	86
女子網球選手得分型態的差異	86
第四節 不同材質網球場地競賽女子網球選手的	96
獲勝率之預測公式	96
第五章 結論與建議	113
第一節 結論	113
第二節 建議	117
參考文獻	120
一、中文部分	120
二、英文部分	122



表 次

表 2-1 網球相關研究之範圍、量化指標、目的統整表.....	38
表 3-1 2007 年四大網球公開賽女子單打競賽一覽表.....	44
表 3-2 接發球效果的評分判定表.....	49
表 3-3 網球單打競賽標記分析紀錄表.....	53
表 3-4 網球單打競賽觀察類目表.....	53
表 3-5 研究假設與統計分析方法對應表.....	58
表 4-1-1 不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數描述統計摘要表.....	60
表 4-1-2 不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數變異數分析摘要表.....	61
表 4-1-3 不同網球賽別女單競賽拍數段落回合次數分配摘要表.....	63
表 4-1-4 不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間描述統計摘要表.....	64
表 4-1-5 不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間變異數分析摘要表.....	65
表 4-1-6 不同網球賽別女單競賽擊球方向數分配摘要表.....	66
表 4-1-7 不同網球賽別女單競賽擊球落點次數分配摘要表.....	68
表 4-1-8 不同網球賽別女單競賽擊球型態次數分配摘要表.....	70
表 4-2-1 不同網球賽別及競賽結果發球效果描述統計摘要表.....	72
表 4-2-2 不同網球賽別及競賽結果發球效果變異數分析摘要表.....	73
表 4-2-4 不同網球賽別及競賽結果接發球效果變異數分析摘要表.....	75
表 4-2-5 不同網球賽別及競賽結果第三拍效果描述統計摘要表.....	77
表 4-2-6 不同網球賽別及競賽結果第三拍效果變異數分析摘要表.....	77
表 4-2-7 不同網球賽別及競賽結果第四拍效果描述統計摘要表.....	79
表 4-2-8 不同網球賽別及競賽結果第四拍效果變異數分析摘要表.....	79
表 4-2-9 不同網球賽別及競賽結果第五拍效果描述統計摘要表.....	80
表 4-2-10 不同網球賽別及競賽結果第五拍效果變異數分析摘要表.....	81
表 4-2-11 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果描述統計摘要表.....	82
表 4-2-12 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果變異數分析摘要表.....	82
表 4-2-13 不同網球賽別及競賽結果第七拍效果描述統計摘要表.....	83
表 4-2-14 不同網球賽別及競賽結果第七拍效果變異數分析摘要表.....	84

表 4-2-15 不同網球賽別及競賽結果第八拍效果描述統計摘要表	85
表 4-2-16 不同網球賽別及競賽結果第八拍效果變異數分析摘要表	86
表 4-3-1 不同網球賽別及競賽結果發球得分描述統計摘要表	87
表 4-3-2 不同網球賽別及競賽結果發球得分變異數分析摘要表	87
表 4-3-4 不同網球賽別及競賽結果接發球得分變異數分析摘要表	90
表 4-3-5 不同網球賽別及競賽結果網前得分描述統計摘要表	91
表 4-3-6 不同網球賽別及競賽結果網前得分變異數分析摘要表	92
表 4-3-7 不同網球賽別及競賽結果底線得分描述統計摘要表	93
表 4-3-8 不同網球賽別及競賽結果底線得分變異數分析摘要表	94
表 4-3-9 不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分描述統計摘要表	95
表 4-3-10 不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分變異數分析摘要表	96
表 4-4-1 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	97
表 4-4-2 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表	98
表 4-4-3 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要	98
表 4-4-4 澳洲公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表	99
表 4-4-5 預測澳洲公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表	99
表 4-4-6 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	100
表 4-4-7 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表	100
表 4-4-8 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表 ...	101
表 4-4-9 法國公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表	102
表 4-4-10 預測法國公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表	103
表 4-4-11 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	104
表 4-4-12 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表	105
表 4-4-13 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表	105
表 4-4-14 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表	106
表 4-4-15 預測溫布頓公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表	107
表 4-4-16 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	108

表 4-4-17 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表	109
表 4-4-18 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表 .	109
表 4-4-19 美國公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表	110
表 4-4-20 預測美國公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表	111



圖 次

圖 2-1 運動競賽標記分析的內涵.....	12
圖 2-2 網球得分型態圖.....	16
圖 3-1 研究架構圖.....	45
圖 3-2 網球接發球位置區域圖.....	48
圖 3-3 網球接發球落點區域圖.....	48
圖 3-4 網球擊球位置區域圖.....	50
圖 3-5 網球擊球落點區域圖.....	51



第一章 緒論

本章主要說明進行本研究的動機、目的和限制。全章共分為五節：第一節為問題背景、第二節為研究目的、第三節為研究問題與假設、第四節為研究範圍與限制、第五節為名詞操作型定義。

第一節 問題背景

2006 年，職業網壇又有一位巨星隱退——網壇名將阿格西在該年度四大滿貫最後一場的美國網球公開賽落敗後，在全場球迷熱情的掌聲中正式宣布退休，告別了征戰多年的職業網壇。總計職業生涯中共獲得 58 次的冠軍，而且其中包含 8 次的大滿貫冠軍，更是職業網球史上第五個締造同時囊括四大滿貫賽冠軍光榮紀錄的偉大選手之一。

而山普拉斯——另一位網球名將，也是截至目前為止職業網壇獲得最多大滿貫冠軍的男子選手，生涯總計獲得 63 個冠軍，包含了 7 個溫布頓公開賽、5 個美國公開賽、2 個澳洲公開賽等共 14 個大滿貫賽事的冠軍。山普拉斯屬於全面型的選手（林俊宏、洪章岑，2005），各項網球技術的表現都被公認具備很高的水準和穩定性，然而從其生涯中獲勝的內容來看，14 個大滿貫冠軍中卻有高達 12 個是在快速球場（麥吉誠，1992）上贏得的，可見山普拉斯相當擅長在快速球場上比賽，但在屬於慢速球場（麥吉誠，1992）的法國公開賽中，卻總是難以有好的發揮，直到他 2003 宣布退休為止，終究未能贏得法國網球公開賽的冠軍，令許多喜歡他的球迷感到相當惋惜。

四大網球公開賽中，溫布頓公開賽每年六月份於英國倫敦附近的全英網球俱樂部的草地球場上舉行；法國公開賽於每年五月中旬在巴

黎市郊的 Roland Garros Stadium 紅土球場舉行；澳洲公開賽從 1972 年開始改為人工合成纖維皮面的球場比賽，地點也在 1986 年時轉移到墨爾本國家網球中心；比賽地點在紐約市新國家網球中心的美國公開賽也在 1978 年改於由瀝青配合特殊塗料而成的速維龍材質球場比賽。所以從那一年以後，四大網球公開賽場地的材質便各不相同，每年參加四大網球公開賽的選手，都必須在四種以上質料、屬性均不相同的場地上輪番競技，這些場地不論是在球和球場表面相互作用的摩擦係數、彈性恢復係數、球速，或者選手步伐的移動……等，都存在著相當程度的差異。國內學者翁梓林（1993）研究網球在紅土球場與硬地球場表面碰撞之比較中就發現：紅土與硬地球場表面具有不同的彈性恢復係數 (Coefficient of Restitution) 和摩擦係數 (Coefficient of Friction)，會使得球觸地反彈的角度出現差異。

從過去的許多職業比賽中發現，不同的場地經常會產生不同的冠軍。劉中興（2003）以 2001 年法國、溫布頓和美國等三個職業網球公開賽為對象，探討職業網球男子球員在不同材質球場攻守技術及戰略的表現時也發現：在紅土球場、硬地球場和草地球場等三種不同材質球場比賽，除了發球和總得分之外，共有其它包括 Ace、雙發失誤、第一發球贏球率、第二發球贏球率、致勝球、非受迫性失誤、破發比率、破發點次數、上網成功率以及上網次數等，高達十項的網球攻守技術變項達到顯著差異。O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 比較頂尖女子網球選手在草地球場和紅土球場的競賽策略時也發現：女子網球選手在草地球場比紅土球場贏得更多的發球和網前得分。因此研究者想了解男子、女子網球選手是否會因為球場質料的不同，而在比賽時進行技術、

戰術的調整？同時擁有四大公開賽的冠軍的那些球員，是因為擁有全面性足以應付各種不同材質球場的技術，還是他（她）們在不同球場比賽時的調整比其他選手來得更確切而有效率呢？

近年來，許多媒體在轉播運動競賽的過程中都會藉助電腦運動資訊系統，利用空檔時間即時的將諸如：競賽雙方過去的對戰紀錄、戰術分析以及目前雙方表現的各項統計數據等量化資訊呈現出來，提供觀眾更多樣的訊息，同時也加深了運動報導的深度（黃晉揚、黃俊清，2000；張厥偉、楊清瓏，2007）。但是這些統計數據僅能提供賽事的概略性輪廓，並無法細膩的擷取到整場比賽過程所能釋出的全部資訊。Hong 與 Tongs (2000) 提到標記分析能夠獲得比賽過程正確而且全面的訊息，並從中分離出選手的動作、位置、特定擊球出現的時機或頻率、以及擊球後的效果，而且可以在賽後才來進行。國外學者 O'Donoghue 與 Ingram (2001) 就曾利用標記分析的電腦化系統，探討選手的性別、場地型態的差異對於競賽的時間因素、每一球來回對打的平均拍數以及得分型態的影響。

基於上述原因和動機，研究者擬蒐集 2007 年四大網球公開賽之女子單打前八強至決賽的比賽內容，也使用標記分析的方法，詳細的記錄和分析選手在四大網球公開賽中的戰術和策略，探究頂尖女子網球選手是否在不同的球場質料的比賽中會有不同的競賽模式和競賽表現，同時找出在各種不同材質球場比賽時最重要的技術因子和戰術，若能夠從中獲得相當具有價值的訊息，將可以提供給國內網球教練和運動員作為技術訓練和戰術擬定的參考，讓國內網球菁英們在轉戰職業網壇的過程，能有更充分的適應和準備而更加順利。

第二節 研究目的

現今職業網球四大滿貫賽事比賽球場的表面材質都不相同，頂尖職業網球選手在技術水平差距縮小的狀況下，必須嘗試從球場材質等的差異方面取得優勢，在比賽時可能會有不同的技術表現或採取不同的戰術運用。因此，本研究之研究目的如下：

- 一、探討不同材質網球場地，女子網球選手競賽模式的差異。
- 二、探討不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對女子網球選手擊球效果的影響。
- 三、探討不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對女子網球選手得分型態的影響。
- 四、建立在不同材質網球場地，預測女子網球選手獲勝率的預測公式。

第三節 研究問題與假設

根據上述研究目的，本研究提出下列的研究問題與假設：

問題一：不同材質網球場地，女子網球選手競賽模式的差異是否達顯著水準？

- 1-1 不同材質網球場地每回合平均擊球拍數的差異達顯著水準。
- 1-2 不同材質網球場地擊球拍數段落分布的差異達顯著水準。
- 1-3 不同材質網球場地每回合平均拉鋸時間的差異達顯著水準。
- 1-4 不同材質網球場地擊球方向的差異達顯著水準
- 1-5 不同材質網球場地擊球落點的差異達顯著水準
- 1-6 不同材質網球場地擊球型態的差異達顯著水準

問題二：不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對女子網球選手前八拍擊球效果的影響，是否達顯著水準？

2-1 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手發球效果的影響達顯著水準。

2-2 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手接發球效果的影響達顯著水準。

2-3 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第三拍效果的影響達顯著水準。

2-4 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第四拍效果的影響達顯著水準。

2-5 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第五拍效果的影響達顯著水準。

2-6 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第六拍效果的影響達顯著水準。

2-7 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第七拍效果的影響達顯著水準。

2-8 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對於選手第八拍效果的影響達顯著水準。

問題三：不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）對女子網球選手得分型態的影響，是否達顯著水準？

3-1 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）在發球得分的差異達顯著水準。

3-2 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）在接發球得分的差異達顯著水準

3-3 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）在網前得分（包含發球上網、接發球上網和之後的隨球上網）的差異達顯著水準。

3-4 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）在底線擊球得分的差異達顯著水準。

3-5 不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）藉由對方發球雙誤得分的差異達顯著水準。

問題四：不同材質網球場地競賽，擊球的效果能否有效預測女子 網球選手的獲勝率？

4-1 澳洲公開賽擊球的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。

4-2 法國公開賽擊球的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。

4-3 溫布頓公開賽擊球的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。

4-4 美國公開賽擊球的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。

第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

(一) 本研究收集 2007 年四大網球公開賽女子單打前八強至決賽(部份賽事因研究限制而以其他賽事遞補)之競賽影片，共計 28 場（共計 64 盤 587 局 3830 回合 18969 拍）為研究的資料，分析每場比賽從發球到死球的每一拍的時間因素和技術、戰術的運用情形，選手的體能狀況和心理層面的因素不在本研究的範圍。

(二) 本研究僅比較頂尖獲勝及落敗女子網球選手在四大公開賽不同材質網球場地之競賽表現差異。因為男子選手與女子選手在諸

多方面仍存在著差異，因此研究所得到的結果無法擴及男子選手。

- (三) 本研究在針對不同材質網球場地之獲勝率預測部分，將頂尖女子網球選手視為一個整體，並不進行個別選手之間的比較。

二、研究限制

- (一) 受限於正式網球比賽場地表面材質種類繁多，無法將所有類型全部採樣進行研究，僅以澳洲網球公開賽、法國公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽等四大網球公開賽之四種材質球場作為代表，此為本研究的限制之一。
- (二) 本研究之競賽過程為錄自電視轉播之比賽畫面，部分比賽內容可能因為拍攝的距離較遠，而產生記錄上的誤差，此為本研究的限制之二。
- (三) 每一回合的開始時間記錄由發球員球觸擊球拍時間起算，到死球（球觸網、出界、兩次彈跳）結束，但部份出界球攝影鏡頭無法捕捉到落地（第二次彈跳）的鏡頭，此時便以球離開鏡頭畫面時間為結束時間，可能造成時間計算上的誤差，此為本研究的限制之三。
- (四) 由於比賽進行當時天氣不穩定的因素，使得部分賽事未轉播或所錄製影片的部分競賽過程不甚完整，因此只就錄得且整盤賽完的內容進行分析，前八強蒐集不齊全的賽事則以其他場次代替，此為本研究的限制之四。（澳洲公開賽八強賽事有左手持拍選手，因此另選一場十六強賽事遞補分析—2007 年 WTA 排名分別為第 14 和第 25；法國公開賽以一場三十二強賽事遞補分析

——一位闖進四強，另一位 2007 年 WTA 排名為第 8；美國公開賽兩場八強賽事未轉播，以十六強和三十二強賽事各一場遞補分析——四位選手中有二位闖進八強，另二位之 2007 年 WTA 排名分別為第 9 和第 14；溫布頓公開賽以第一輪和第二輪賽事各一場遞補分析——2007 年 WTA 排名分別為第 1、5、43 和 67)。

第五節 名詞操作型定義

一、女子網球單打選手

本研究指的是 2007 年四大網球公開賽中，女子單打項目晉級八強的選手。

二、不同材質網球場地

指職業網壇每年均會舉辦的澳洲公開賽、法國公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽等四大網球公開賽之場地質料。

(一) 澳洲網球公開賽場地質料：以人工合成纖維草皮鋪設而成。

(二) 法國網球公開賽場地質料：以鵝卵石、碎石、煤渣和紅磚粉鋪設成的土質球場。

(三) 溫布頓網球公開賽場地質料：種植天然草皮再加以修剪而成

(四) 美國網球公開賽場地質料：以瀝青配合特殊塗料鋪設而成的速維龍球場。

三、競賽表現

本研究之競賽表現包含拍數（每回合擊球拍數、擊球拍數段落分布）及競賽時間因素（每回合平均拉鋸時間）、擊球型態（正手上旋、反手上旋、正手切球、反手切球、截擊、高壓球、高吊

球、短吊球等八種型態)、擊球落點(右後場、左後場、右前場、左前場等四個選項)、擊球方向(直線和對角線等兩個方向)、擊球效果(五種效果)、得分型態(發球得分、接發球得分、網前得分、底線擊球得分及對方發球失誤得分等五種型態)、獲勝率。

四、獲勝率

本研究指對戰雙方選手每盤比賽的獲勝率，其公式為：獲勝率
＝該盤比賽的總得分÷(該盤比賽總得分＋該盤比賽總失分)
×100% (溫卓謀，2006)。

五、標記分析

是指針對運動競賽中運動員的擊球位置、擊球型態、落點和擊球效果以及時間因素加以記錄然後進行分析，以找出競賽雙方的優缺點(Hong & Tongs, 2000)。包含競賽編號、開始時間、結束時間、場次、局次、回合數、盤次、選手 a、選手 b、分數、總拍數、得分方、發球員、發球場區、發球場區、發球落點、發球效果、接球員、接球位置、接球型態、接球效果、接球落點、三拍球員、三拍位置(擊球位置)三拍型態、三拍效果、三拍落點、四拍球員……獲勝選手等內容。

第二章 文獻探討

針對研究主題，本章將分別就標記分析的理論基礎、網球單打技戰術分析、場地材質與網球標記分析之相關研究以及文獻總結等四個小節來加以論述。

第一節 理論基礎

一、訊息回饋與動作學習的相關理論

有關運動技能學習的階段與模式，相關的理論和學說很多，其中如謹桃 (Gentile's Model) 模式、訊息處理模式 (Information Processing Models)、訊息傳遞模式 (Cybernetic Model)、亞當斯閉圈學說 (Adams Closed-loop Theory) 等，都認為透過回饋所蒐集的知覺，可作為運動學習的一種刺激，從而引起正確的動作學習或修正 (簡曜輝，1980)。文章中也舉出費茲 (Fitts, 1965) 曾提出：「人類對於某一特殊行為的反應，在時間及空間的本質上，為輸入系統 (Reportor)、輸出系統 (Effector) 及回饋作用 (Feedback) 高度組織化的過程。」訊息經由人類的感官系統輸入後，經歷中樞神經的解釋、辨別再將決定送至肌肉、骨骼等輸出系統，同時產生回饋作用提供增強或錯誤的訊息。

費茲並且將運動學習的過程分為認知期、修正期和自動期。而在修正期中，針對回饋的部份做出這樣的說明：「回饋是學習的一種重要的概念，回饋代表吾人處理訊息時，輸出及輸入系統的交互作用。我們無論學習一種新的運動技能或表現一種純熟的技術，回饋作用都一直存在」 (Fitts, 1964)。綜合兩位學者的觀點，回饋是達成動作學習目標所必要的訊息，所以學習者在學習過程中獲取適當的回饋，對於提升動作表現是必要的。

二、標記分析的內涵

Hong 與 Tongs (2000) 提到：標記不僅可以提供即時 (real-time) 的回饋，也能夠在賽後 (post-event) 藉由錄影帶，獲取正確而且全面的訊息，並從中分離出選手的動作、位置、特定擊球出現的時機或頻率、以及擊球後的效果等，而以這些訊息為基礎，便能很容易的識別出選手本身甚或是競賽對手的優點和缺點。所以強調在進行標記分析時必須要將整個完整的比賽過程予以標記，其內容包含有時間因素（比賽的節奏、運動與休息時間比）、空間因素（球員的位置、擊球的落點）、技術型態使用的頻率和效果、得失分的型態與戰術的應用等（如圖 2-1）。

O'Donoghue 與 Ingram (2001) 指出網球競賽是包含技能、戰術、體能與心理穩定性的挑戰性活動，在比賽的過程中選手們必須在每一次的站位以及擊球上不斷重複的作出決定；選手們執行他們的比賽策略及戰術，盡其所能的增加自己贏得比賽的機會，而這必須立基在自己對於本身、甚至是對手之優缺點訊息的掌握或了解程度上。想要獲得勝利，除了要擁有有各項良好的基本技能之外，更必須具有洞悉對手，選擇與應用適當戰術的能力。選手或教練在擬定比賽策略的計畫時，除了須針對敵我雙方各項技術表現能力和強、弱勢的部份做出評估和因應外，還必須將比賽時的環境因素如氣候狀況以及球場質料等，也納入考慮之內，而決定這些的過程應該要有具體的數據加以相佐才能更切實際。

標記分析是探討、分析運動員競賽表現策略選擇與戰術運用的一項很好的方法，且已經廣泛的應用在對於對手和本身的分析上，它可

以藉由錄影方式全程拍攝競賽過程，蒐集比賽所有整體的資料，再加以標記，並透過統計學的角度來分析，使能夠具體地呈現各項攻守技術與比賽勝負之間的關聯性，讓教練和選手對於整個比賽過程中各項攻守戰略及技術的重要性有更全面的了解，這些有效及充份的訊息可以當做比賽當中對現場狀況立即反應的參考，或做為教練及選手事後檢討，以供研擬未來訓練或作戰策略的依據。國內外許多學者專家就藉由記錄比賽過程中的各項攻守技術與得失分率等資料，透過標記分析取得整體性的資料，使能夠呈現多方面且具完整相關的回饋訊息，並運用在許多不同運動項目中（劉中興，2003），成為擬定或修訂選手訓練計畫，及實際比賽時破解對手攻防策略的重要參考依據。

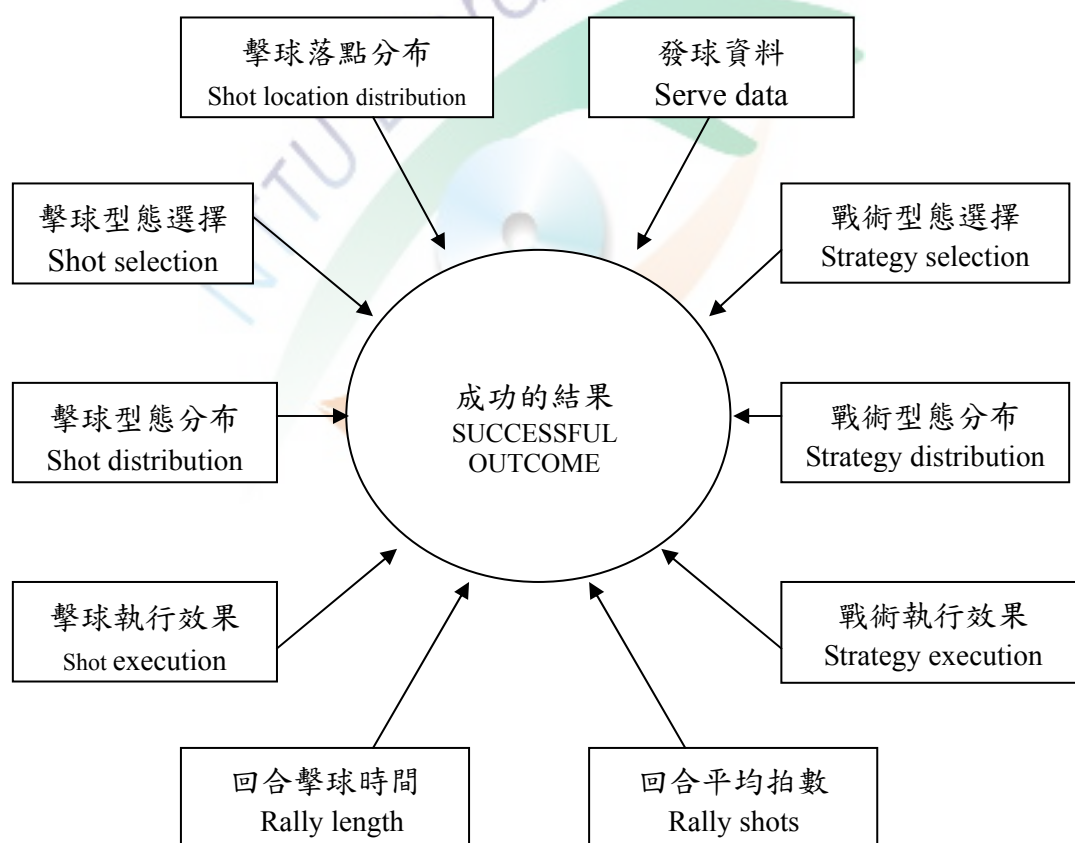


圖 2-1 運動競賽標記分析的內涵
資料來源：本圖修改自溫卓謀(2006),p.21

三、標記分析之相關研究與應用

有關於研究運動競賽表現的標記分析或類似的名稱很多，國內外使用標記分析的方法來對各項運動競賽項目進行研究統計的文章已有不少，並不是近幾年才開始應用的，Hughes 與 Franks (2004) 研究指出，標記分析最早出現於 Fullerton (1912) 所出版的書，他記錄探討棒球運動的打擊、投手及守備的成功率。1939 年 Messersmith 與 Bucher 設計出籃球運動競賽的標記系統來記錄球員的表現。1973 年，Downey 發展出一套詳盡的標記系統，記錄網球運動的競賽，內容包含了每一次擊球的型態、位置與時間。

Downey (1992) 仍使用手寫記錄的方式將標記分析應用在網球比賽上。但隨著數位和電腦科技的迅速發展，Hughes (1995) 將電腦化的標記分析系統應用在網球及其他拍類運動競賽上。電腦標記分析系統能夠有系統的蒐集、同時自動化的分析資料，而且以前所建立完成的歷史資料能夠重複使用，拿來與現在的資料互相比較印證，加以操作上更為容易，大大的提升了研究的效率，因此近幾年有關各項運動競賽研究的成果豐碩，加速了這些運動的發展歷程並預測未來可能的發展趨勢。

張思敏 (1994)、蘇榮基 (1998) 認為：教練透過密集觀察選手在比賽中常發生的狀況、打法、常失誤的球、較常得分的打法，進行分析與統計，依此設計出一套適合選手的訓練方法，如此才有希望訓練出一流的選手。Evangelista (2004) 也提到：「徹底了解對手，是準備比賽時不可或缺的步驟，教練及其幕僚必須詳細研究對手，記下特點，並在準備比賽之時，指出敵我的強弱為何？將對手的弱點納入賽前訓

練計畫，並設計出模擬比賽的狀況進行練習」。

國內學者如蔡明志、江界山與陳鴻雁（1998）分析大專女子甲組跆拳道各類攻擊動作型態之攻擊率、得分率及成功率，成功利用電腦設計出資訊蒐集與統計分析軟體，建立了簡捷有效的分析模式，可以在比賽中快速研判出對手的攻防模式並立即尋找出破解之道。黃欽永與邱慶南（1994）以觀察研究法紀錄並統計分析男子手球比賽中雙方球隊的攻擊技術，了解雙方球隊的攻擊策略，作為日後訓練及比賽的參考依據。溫卓謀（2006）也利用電腦標記分析的方法，收集 2003—2005 年全國排名賽及國際性羽球競賽之雙打競賽影片，探討國內優秀羽球選手和國際級羽球選手在雙打競賽模式的差異並分析影響羽球運動競賽勝負的重要變項。林長榮（2006）以 2005 年中等學校排球聯賽及亞洲四強挑戰賽為對象進行標記分析，結果發現：不同組別男排競賽在發球、接發球、攻擊、攔網及防守型態的差異皆達顯著水準；各組的得分結構都以攻擊和攔網為主，獲勝隊伍也在這兩項技術表現上優於落敗隊伍，並分別預測其獲勝率，探討影響不同組別球隊影響比賽勝負之關鍵技術。許維茜（2007）以 2006 年全國羽球排名賽及國際性羽球競賽女子單打前八強選手競賽影片進行標記分析，探討其競賽模式的差異，同樣的也分別預測獲勝率，探討影響國家級和國際級女子羽球選手比賽勝負之關鍵技術。

四、小結

由上述內容知道，各項運動的發展已經逐漸系統化與電腦化，所有與該項運動相關的一切，不論是平時訓練時技術動作的修正、比賽前對於敵我強勢與弱勢分析、作戰策略的擬定、比賽現場資料的蒐集、

或比賽後針對技術表現的優缺點和戰術策略執行所做的檢討等等，都可以有效率地運用科學方法將其統整使其成為「知識」，並加以管理，讓教練在組織成員的各項訓練計畫內容或針對自身選手的優點缺失作全盤性的探討和改進時，都能以這些既有、累積的「知識」做為基礎，如此才能在訓練計畫的擬定、技術水準的提升或戰術的選擇方面更加確切而且有效率。

第二節 網球單打技戰術相關研究

一、網球得分型態圖

O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 的研究中將網球的得分結果分類為包括 Ace 球、雙發失誤、發球致勝、回發球致勝、發球者上網、回發球者上網以及底線來回等七個類型，其中前四種的 Ace 球、雙發失誤、發球致勝、回發球致勝認定為「發球分」，而其餘的發球者上網、回發球者上網以及底線來回等三種「非發球分」類型，也將網前的得失分技術型態以及底線得失分是因為擊出致勝球或者是對手失誤，都做了詳細的分類（如圖 2-2）。

以有企圖心的網球運動員都必須先求在網球基本擊球技術方面有更成熟、穩定的表現，如此才足以成功的執行戰術和策略，在比賽中獲得理想的成績。網球運動從 1970 年後開始藉由運動科學提出了許多的研究成果，可以幫助選手各項技術的發揮 (Groppel, 1992)，全面發展至今日，這些累積的知識為各國教練和選手普遍的應用，已經很難有網球選手能夠單靠某一項技術上的大幅度領先其他選手而能藉此輕易取勝。

邱靖華（2000）指出抽球打法最不易出界，有效的擊球角度範圍最大，而且落地後彈跳低速度快，攻擊效果最佳；陳宏（2002）研究指出：下旋球最容易產生反彈角度小、速度快的滑動反彈，在摩擦係數較小的場地可以多打下旋球。黃金昌（1990）研究不同質料的網球場地選手擊球技術分析時，將網球擊球技術分類為發球 (Serve)（第一次發球、第二次發球）、接發球(Return Serve)、截擊 (Volley)（第一次截擊、以後的截擊）、網前的落地球 (Drop Shots)、穿越球 (Passing Shots) 底線抽球 (Ground Strokes)、高吊球 (Lob) 與發球失誤 (Double Fault) 等項目。江中皓（2003）在台灣地區男子網球單打技術及勝負因素之研究中，將預測我國男子選手競賽的攻守技術分為第一發球、正反手接發球、正反手著地球、正反手截擊球、正反手切球和雙發失誤等十項。李建平（2004）以 2002 年國內中油盃全國網球排名賽前十六強為對象，探討國內優秀男子網球單打選手之發球對比賽勝負關係之研究中發現：獲勝選手在第一發球贏球率、第二發球贏球率、發球局成功率、Ace 球、破發球點扳回率及總得分數等項目上顯著優於落敗選手。William 與 Bruce (1983) 指出網球比賽的技術使用以第一發球和接發球

最多，其次為第一截擊和第二發球；主要得分技術也以第一發球和接發球得比率最高。

綜合以上所述，主要擊球技術的發揮和運用，是影響網球比賽勝負的重要因素，以下將逐一的加以敘述。

（一）發球（第一、第二）

發球是包含網球在內的許多球類運動的開始，而它也是整個網球比賽過程中唯一能由發球者完全主導、掌控的擊球動作，發球者可以自由選擇擊球的力量、旋轉方向和發球的落點。一個好的網球發球經常能讓對手難以招架，使發球方輕易取得優勢，同時也最容易直接得分，也就是說發球不再只是網球比賽中開始一個比賽的擊球技術，它已經能被發展成為比賽對手所必須面對的第一種武器。張思敏（1991）提到：發球的好壞可以決定勝負，如果你能發出好球，已經勝利了一半，相反如果發球能力差，則會給予對手可乘之機。因此，發球擊球技術在比賽時扮演著影響勝負極為重要的角色。

發球技術表現中，最能直接獲得發球利益的絕對是一記精準的快速發球，以往在快速球場比賽，許多身體素質高、球速快的選手一場球甚至可能發出二、三十個 Ace 球，這不僅能讓自己輕鬆得分，節省體力的消耗，更經常能在關鍵時刻化解危機，消弱對手剛萌發的士氣。我國知名華裔網球選手張德培因為身高的限制，第一發球的球速並不快，但是在男子選手發球速度愈來愈快的情形下，為了拉近與對手在第一發球方面的差距，就曾經使用訂做的加長球拍來彌補身高的不足，也發出時速超過 200 公里的發球。O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 的研究也發現女子單打選手在擁有發球權時比接發球得到更多的分

數。由此可見，每個網球選手都很清楚發球在整個網球比賽過程中所佔的重要性，能夠在發球上佔據優勢便能夠增加獲勝的機會。

發球技術包含了球的速度、旋轉和發球落點的選擇，而其中球的旋轉和落點的部分除了與發球者在技術執行本身的準確性有關之外，同時也包含了策略上的應用。王鶴森、林偉毅、趙曉涵（2005）分析2004年美國網球公開賽男子單打32強的賽事資料，探討獲勝和落敗選手在第一發球和第二發球的落點分配率、平均速度及贏球率的表現是否有差異。結果發現：落敗或獲勝選手僅在贏球率的表現有顯著差異，獲勝選手在右發球區一發發向外角和身體，二發發向中線，以及左發球區一發發向外角的贏球率優於落敗選手。同時發現落敗或獲勝選手同樣的在第一發球時在右發球區（deuce court）的分配率均為外角>中線>身體；左發球區（advantage court）的分配率均為中線>外角>身體，在第二發球時則皆以發向身體為主；左、右兩個發球區的第一發球速度都以發向中線最快，而第一發球發向身體的贏球率皆顯著低於發向外角及中線。由以上結果可歸納出現今選手在第一發球策略上有兩個傾向：一個是以大角度的外角發球將對手拉出場外，以製造攻擊另一個方向空檔的機會；另一個則是利用發向中線較短的距離，獲得較快的球速，迫使對手產生接球失誤。

王鶴森（2006）在預測發球局贏率在網球發球策略之應用一文中，以我國兩位頂尖男女選手分別參加大滿貫賽事的統計數據為例，嘗試透過發球分贏率來預測發球局贏率，發現兩位選手若能調整採用較強勢的第一和第二發球，雖然會降低進球率，但卻能換得較高的贏球率，在經過計算後，男子選手的發球分贏率增加了6.41%，而發球局贏率更

是提高了 15.80%，兩者都優於調整之前。Brody (2003) 就曾提出一發進球率對於保住發球局的重要性遠不及一發贏球率。因此，在發球策略的應用中，保持較高的發球進球率固然重要，但是發球贏球率更是影響到能否保住發球局最直接的數據。

O'Donoghue 與 Ingram (2001) 研究發現男子單打選手在發球項目比女子單打選手有顯著較多的 Ace 球、發球致勝球，但是同時也有較多的發球雙誤。他們推測這是男子選手在發球策略上的運用，因為男子選手認為第二發球採取強勢發球，雖然會使發出雙誤球的機率增加，但是換個角度來思考，倘若該球沒有發生雙誤，那麼發球致勝的機率也會較高，這樣的結果說明現今頂尖網球選手在發球策略上，男子單打選手趨向於選擇第一、第二發球都採取強勢發球模式，而女子單打選手目前則仍較偏向於第一發球強勢，而第二發球則以旋轉變化為主的發球模式，未來是否會有所改變，則需進一步觀察。

（二）接發球

Isaacsc 與 Finch (1983) 說過，即使贏得了每個發球局，但想要獲勝，至少也須破一次對方的發球局。所以每一個選手除了要力求保住自己的發球局之外，更應該有積極搶下對手發球局的強烈企圖心。每一位接球者在接發球時都應設法擊出具有速度快、角度大和落點佳等特點的回發球，因為它能回報給接發球者的可能不僅僅是一個發球者勉強回擊過來質量不高的球或一個受迫性失誤，甚至可能是一個致勝球、一個局點或盤點。

隨著接發球技術的不斷提高，頂尖網球運動員在接發球局時，已經不再滿足於先求得能相持數個來回才來尋找機會反擊，而是逐步的

將整個攻守轉換的反擊時間提前，除了積極嘗試在接第一發球時擊出速度快、角度大和落點佳等更具攻擊性的回球之外，甚至會選擇接第二發球的機會積極隨球上網或發力搶攻（劉青等，2005）。所以，網球比賽的接發球已經由過去較求穩健的防禦意識，轉向為現今更趨主動積極的進攻意識。這正好符合了「發球是進攻的開始，接發球也是進攻的開始」的網球競技理念。

接發球好的選手能迅速判斷來球的落點、旋轉，然後迅速的引拍回擊，同時對於自己、對手以及球場三者之間的相對位置關係有很清晰的概念，而且能夠快速反應、引拍擊球，所以他們能冷靜的面對每個來球，有計畫的將球回擊到心目中的位置。Andre Agassi 是被全世界公認接發球最好的人（Austin, 2000；Washington, 2001），面對許多以發球優異著稱的選手，他經常能在比賽過程中逐漸的掌握對手發球的節奏和習性，並且順勢藉著對方發球的速度和旋轉，直接回出致勝球或將球回到對方腳邊等較難處理的位置，從被動轉為主動，為自己創造好的得分機會。所以在網球比賽中，接發球技術方面表現優異的選手，等於在發球和接發球上都能夠擁有優勢，在賽場上獲勝的機會自然更大。

（三）上旋（抽）球

底線來回擊球是網球比賽中運用次數最多的，在法國公開賽中底線來回擊球的得分比率更是超過 50%（O'Donoghue & Liddle, 1998 b），而其中又以抽球為使用頻率最高的擊球方式，所以抽球技術表現在比賽時是相當重要的，尤其是強烈的上旋球在落地之後會產生向前、向上的衝擊力，向對手施以很大的壓力，迫使對手必須提高重心擊球而

增加了失誤的機會，減緩對手進攻的速度。我們經常會在比賽中看見頂尖選手們在幾個相持球後突然加力，擊出強勁的抽球致勝球，或因此使得對手勉強回球而處於被動，或是處於被動的一方藉由巧妙而具有角度的抽球，成功化解失分的危機。所以抽球可以說是網球技術中最基本卻也是最具威力的武器。

速度、深度、角度是網球比賽致勝的要素。然而，加力才能提高速度，想要增大擊球力量而又不使球出界並不容易，因為一旦加力，對於球的控制力便會下降，將球擊出底線的機會自然增加。在不願犧牲球速而又想確保進球率的情形下，唯一可行的方法便是加強球的旋轉。邱靖華（2000）比較不同打法對球體飛行路徑的影響，研究中得出在相同擊球速度、高度與角度下，採用上旋球（抽球）打法，球的飛行距離最短，同時有效擊球角度（擊球時能夠成功讓球落入對方球場內）的範圍也最大，而且轉速越強時飛行距離越短、有效擊球角度也越大，這些數據都說明了抽球是最不易擊出出界球的擊球技術，而旋轉便是其主要的關鍵。賈杰臣、季虎與何礼（2005）也針對如何提高網球加力時的控制技術提出討論，認為網球的旋轉強度越大，越有利於提高回球的成功率，而成功率的提高又自然增加擊球時出力的信心，又能進一步促進球的旋轉強度，彼此產生良性的循環。同時也指出向上揮拍增大力臂、加快觸球時球拍的揮動速度或增加球拍對球的作用時間，都是在擊球過程中可以增加旋轉並且提高對球的控制能力的方法。

以往，大部份的網球選手都會選擇以抽球來擊打正手方向的球，並做為主要的進攻手段，而面對反手方向的來球則以切球做為過渡性

的回擊，但是由於切球飛行距離遠，球的飛行時間也自然比較較長，而且下旋球在觸地後彈跳的高度較低且不會有明顯前衝的情形，攻擊效果不大。但是現在的選手主動進攻意識較為強烈，所以幾乎大部份的頂尖選手在反手位置也都選擇採用抽球來回擊，而且反手抽球技術日趨成熟，不論是單手反拍或雙手反拍擊出去的球都帶有強力的旋轉，配合擊球落點和角度，與正手一樣能擊出具有侵略性的攻擊球。

根據 O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 統計指出女子單打選手在溫布頓公開賽中底線得分佔了 41.7%，而法國網球公開賽的底線得分更佔了 55.3%，超過了一半；O'Donoghue 與 Ingram (2001) 統計也發現，在法國網球公開賽男女單打平均有 51.9% 的分數是底線抽球得到的，澳洲網球公開賽的底線抽球得分也有 46.6%，美國公開賽和溫布頓公開賽則分別有 35.4% 和 19.7% 的底線得分，而其中女子單打更高達 52.8%，顯著多於男子單打選手。綜合以上數據可以了解到，抽球技術表現的好壞的確足以影響比賽的勝負，特別是在女子單打比賽以及當比賽是在慢速球場進行的時候。

現今的職業網球選手都在盡其所能的提高底線的攻擊力，他們充分利用每個角落、每個空間，依靠強烈的旋轉來擊出像是正反手快速提拉小斜線、正反手底線破網球、正反上旋破網高球等等極具殺傷力的球，常能讓對手難以招架，但研究也得知：抽球的轉速愈快，其飛行的最大高度愈低，也就是最容易觸網（邱靖華，2000）。所以選手在平時訓練或比賽時，都應該盡可能的保持穩定性以提高抽球的進球率，才能避免出現過多的非受迫失誤。

（四）下旋（切）球

下旋球（切球）能使球產生向後方向的旋轉，其物理特性使得球的飛行距離比較長，而且轉速越快飛行的距離越遠，且下旋球在觸地後不會明顯地往前衝。其飛行距離長的特點不僅能為擊球方爭取回防的時間，而其落地後幾乎不往前衝的特點也讓對手無法借用擊球方的力量擊出快速度的回球，若以這兩個特點來看，切球可說是防禦的重要利器。但是若以攻擊的角度來看，切球並無法符合”快速”這項要素，所以多數網球選手在決定發力攻擊或主動加大擊球角度時仍然以抽球為主要選擇。只是凡事都有例外，以葛拉芙為例，反手切球是她最具特色的擊球風格，她的切球落點控制精準，有時還帶有側旋等變化，經常能達到牽制對手的效果。所以任何一種擊球技術，只要能將其特點發揮出來，同樣能成為競賽時的利器。

雖然許多時候切球只是雙方選手相持過程中的過渡球，沒有直接的攻擊效果，但是有時它卻是開啟接下來攻勢的關鍵球，Bill Murphy 與 Chet Murphy (1987) 年指出：快速度的反手切球會以較低的軌道運動，而且彈跳時經常會產生滑動現象，角度很低、速度很快，迫使對手必須降低重心回擊，增加了回球的難度和失誤的機率，同時也迫使對手回擊時須向上將球拉起，使得球越過網子的高度增加，如此便可以讓上網的一方有較為充足的時間佔據較有利的截擊位置，提高截擊的成功率。所以我們經常可以看到許多網球選手會選擇打出落點較深旋轉較強的反手切球，然後隨球上網進行截擊。

除了上述目的，切球也常被選手運用在改變擊球節奏和旋轉的變化上。以目前世界排名第一的費德洛為例，他的反手抽球不僅犀利而

且穩定度高，經常能瀟灑的打出漂亮的致勝球。但是即使如此，他在與對手進入底線相持階段時，面對反手位置的來球也常常會以切球和抽球打法交替使用，藉由球路上的變化來控制比賽節奏，並尋找進攻的機會，所以他在一場比賽中也擊出不少的反手切球。

綜合以上敘述，我們可以更清楚的了解切球在網球競賽中所扮演的角色，在比賽過進行中適時適所的運用切球，也能達成選手們所預定的效果，在戰術的變化上是不可或缺的一項擊球技術。

（五） 截擊

網前截擊是網球比賽中比較積極的打法，殺傷力大、得分機會也較多，尤其在快速球場舉行的比賽中，選手選擇上網截擊的頻率更高。O'Donoghue 與 Ingram (2001) 在針對 1997 到 1999 網球四大公開賽男子、女子單打項目從第三輪到決賽的過程進行標記分析後發現：男子選手上網截擊的次數明顯多於女子選手，而且上網的得分率超過 50%。

O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 針對女子職業球員是否在草地球場比紅土球場贏得更多的發球和網前得分研究中發現：在法國網球公開賽中發球者上網所得到的分數佔了 16.1%，僅次於發球分的 28.7%和底線得分的 55.3%，而且比接發球者上網的得分比率 11.4%還要高；而溫布頓公開賽中發球者上網所得到的分數佔了 23.3%，僅次於發球分的 35.3%和底線得分的 41.7%，也比接發球者上網的得分比率 14.2%還要高。由以上數據發現兩個比賽中網前得分比率同樣都排在第三位，可見女子選手也認為截擊是重要的得分手段。截擊技術的表現幾乎與發球和抽球同樣重要，同樣是足以影響比賽勝負的關鍵擊球技術，而且對於經常採取發球上網策略的選手而言更可說是成敗之所繫。

然而，截擊也有其必須面對的風險，因為現今職業選手高超的抽球技術水準，經常能夠將球以令人難以置信的角度和方向打進場地內，使得上網截擊者往往只有一次機會，若不能立即得分結束這一球，那麼被穿越的機會便大增。越振平（2004）認為截擊成功的關鍵在於是否能做好準備，並在移動的同時選好拍面，進而完整的做出推送的擊球動作。李建平（2006）在關於網球截擊之文章中歸納出，截擊基本技術應該包含位置感、握拍、準備姿勢、擊球動作和推送等五個要素。Boollettieri (2004) 指出雖然截擊所站的位置離網越近能夠覆蓋的角度越大，但相對的應付挑高球也會變得不易，所以截擊者較佳的位置是站在一步之內可封住底線，後退兩步可以接住挑高球的區域內，保持平衡做好截擊準備。另外，上網截擊的前一球是很重要的，這一球不僅要能夠爭取足夠的時間讓上網者移動到網前，同時也必須能施與對手相當程度的壓力，以減少被對手擊出成功的穿越球或高吊球的風險，慢速球場就比較難擊出具有這種效果的球，這也是網球選手較不願意在法國網球公開賽或澳洲網球公開賽採取上網策略的原因 (O'Donoghue & Ingram, 2001)。

選手選擇上網截擊的時機也很重要，一般除了直接隨著強勁的第一發球上網之外，選手透過在底線來回抽球的過程中，製造機會後才隨球上網的情形在比賽中也經常可以見到。(O'Donoghue & Liddle, 1998b) 認為女子單打選手會攻擊網前的兩個主要原因有二：第一個原因是當這些選手自己發出一個好球、擊球壓迫到對手或把握住對手較弱發球的時候，她們便會隨球上網，希望藉此施壓於對手，造成失誤；第二個原因是藉著往前移動回擊對手過短的球，或是對手所刻意擊出

的短吊球時，順勢來到網前攻擊。其次，截擊的步法和準備姿勢也是非常重要的部份，Stefan Edberg 曾說過他的網前截擊有 90%是靠他的雙腳來完成，而非他的球拍，也就是讓腳步能到達定位後擊球(Gottfried, 1999)。(Sampras, 1996；Gullikson, 2000) 指出上網者應該儘快的移動腳步迅速的來到網前封網的位置，但不要做急促的衝刺，同時使用非主力手來協助保持平衡，以適應任何高度的回擊球，若來球很低，則應該選擇以彎曲膝蓋來降低身體重心，避免彎腰截擊。

（六）高壓球

高壓球主要運用的時機在於對手擊打高吊球或回球高過頭部時，此時球員應該迅速判斷來球落點的深淺，調整自己的步伐，比球先一步到達擊球位置，當球下落時以近似於平擊發球的動作儘可能的在最高處向下擊球。良好的高壓球技術能為上網截擊增加信心和增強威力（馬達弟、曾精雄，1991；穆傑瑞，2004），在網球比賽中就經常可看到選手奮力扣殺高球來振奮士氣，所以不論從實際競賽方面或心理層面上來看，都有相當的重要性。

（七）高吊（挑高）球

高吊球常被認為是一種被迫使用的過渡及防禦性打法，目的是藉由較高的飛行弧度和較長的飛行距離，為自己爭取回到場中有利防守位置的時間。但是這樣的認知其實並不完全正確，對於水平較高的選手而言，高吊球也可以是一種主動進攻的技術，兩者的差異端看擊球者擊球時的意識而定（陶志翔，1999；穆傑瑞，2004）。面對對手的網前截擊時，選手選擇利用強烈旋轉的上旋挑高球強勁飛越網前的對手並迅速落在後場，即使對手勉強後退擊球，質量也不會太高，如此便

能為自己創造優勢進而得分。因此，一個質量高且兼具隱蔽性的高吊球，也能成為得分的利器。

（八）短吊（放小）球

短吊球的特點是球以較低的高度過網並落在對方前場。當對手前後移動慢或網前技術差時，運用短吊球可以將對手從後場引至前場創造得分機會；或是當對手站在底線之外或大角度跑出場外時突然放小球也可使對手不及到位而得分，或至少可以在跑動中消耗對手體力。多數選手使用短吊球的動機在於它所具備的突襲效果，馬達弟與曾精雄（1991）也指出：放小球應具有隱蔽性，在對手沒有心理準備的情形下才有效果。短吊球的存在增加了對手在步伐移動上的壓力，使得對手除了左、右水平移動之外，還必須隨時留意網前的垂直移動，造成心理上的負擔。精確的運用短吊球技術即使未能直接得分，至少也能使自己的打法有更多變化，令對手捉摸不定。所以雖然在比賽中使用的比率並不高，短吊球技術仍是網球比賽中不容忽視的技術。

三、網球主要戰術之相關研究

凡是對抗性的運動項目，都離不開戰術的變化。陳智仁（1996）認為網球比賽中選手必須懂得應用戰術與戰略始能提升贏球的機率。因此，針對不同比賽中對手的打法特點、自己當時各項技術發揮的狀況、氣候狀況以及場地的特性等來進行戰術、策略的應用與調整，就成了決定勝負的重要因素。

張清泉（1989）也提出網球作戰觀念的看法認為：（1）將球打向球場中央位置可以使自己得到較佳的防守位置，但是若有好的機會時就應該轉為積極打法，主動拉開擊球角度攻擊斜線。（2）儘量將球的

落點控制在底線附近，使球彈跳後落在底線外面，可以將對手牽制在後場，減弱其攻擊力。(3) 利用「百分率網球」原則，有好的機會才搶攻，不要急於想打出強勁立即取分的球，應該先求能持續穩定的擊出進球率高的球，減少自己的非受迫性失誤，才不至於因為過多的失誤而輸掉比賽，曾繁繁與李慶有（2006）也曾分析世界職業網球運動員比賽的得分情況發現：男子和女子職業運動員的得分手段中，因「對方失誤」而得分所佔的比例都是最高的，兩者的看法一致。(4) 善用球網高度中間（91 公分）比兩邊（107 公分）低以及對角線距離較長的特性，作為選擇擊球角度、高度和長度的參考，以增加進球率和攻擊力。

戰術與策略的運用是可變、多變的，選手在面對不同的對手、比賽時間和場地特性時，在戰術策略的擬定上經常有所差異，一個成功的戰術可以幫助選手掌控整個比賽，提高獲勝機會。然而網球基本擊球技術才是網球競賽的基礎，尤其部份擊球技術在比賽中的使用比率相當高，這些基本技術表現的好壞對於勝負影響甚鉅，所以更應該要有較高的技術水平。鍾振新與朱靜華（2003）指出：脫離戰術思想的技術是沒有意義的，技術動作的運用是戰術得以實施的保證，也就是說，一次次技術動作的運用最終構成了戰術。

馬達弟與曾精雄（1991）認為：戰術是指在比賽中經常運用的手段，可以在整場比賽的過程中不斷的變化，以便適應並破壞對手的戰略戰術。有發球戰術、接發球戰術、發球上網戰術、接發球上網戰術、對角線戰術（最大限度的調動對方，消耗其體力）、集中攻擊對方反手戰術等。宋強（2004）提到網球比賽中常見的戰術有發球戰術、接發

球戰術、發球上網戰術、隨球上網戰術和底線戰術。穆瑞傑（2004）則只把網球單打戰術分為上網型打法和底線型打法兩種。綜合上述學者之分類，網球戰術依據執行位置和選擇時機的不同而有所分別。

四、小結

技術有效的執行，便成為戰術。網球選手高水平的技術發揮，和合宜多變的戰術運用，使得網球競賽的複雜度和節奏性大為增加，O'Donoghue 與 Ingram (2001) 文章中就提到過網球是一種動態而且複雜的活動，選手們不斷重複地在位置和擊球上作出決定，並依據對本身和對手優缺點的掌握來計畫策略，提高獲勝的機會。所以，對於網球技術型態和戰術型態的正確認知，有助於詳細的紀錄競賽細節，使得獲得的資訊更能呈現出競賽本身的原貌。

第三節 場地質料與網球標記分析之相關研究

一、四大網球公開賽場地質料特性之分析

運動場地表面 (Sports Surface) 是運動中與運動員最常接觸的設施，因此也是所有運動競賽中會直接影響成績表現的一個重要影響因素。自從 1978 年之後，網球四大公開賽便分別在不同材質的球場進行比賽。部份學者曾依照其球場之特性予以分類如下：

（一）硬地球場（中速球場）

澳洲公開賽場地的材質是人工合成纖維皮面，美國公開賽比賽場地的材質則是一種由瀝青配合特殊塗料而成的速維龍球場，兩種材質的球場都具有表面平坦、彈跳均勻且易於保養的特性，依照球撞擊球場表面之後的反彈速度來分，同屬於中速球場（麥吉誠，1992）。鍾伯

光（1989）之文章中也提到澳洲公開賽和美國公開賽屬於硬地球場，同時也是中速場地。

（二）草地球場（快速球場）

溫布頓公開賽從 1877 年的第一屆比賽開始到現在，都是在草地球場上比賽，草地球場造價昂貴且維護保養不易，球在接觸草地後反彈的速度非常快，而且草的種類和長度也會影響球速，是一種快速球場（麥吉誠，1992）。比賽進入後期時候，草地球場由於經過前階段比賽選手激烈來回跑動的踩踏而開始磨損，又會因而產生速度和彈跳的變化，難度頗高。網球雜誌（2003）九月份的文章中提到在快速球場上球落地後會有向前滑動的趨勢，彈跳得也較低。

（三）紅土球場（慢速球場）

麥吉誠在（1992）的文章中也提出了法國公開賽所使用的是紅土球場，歷史相當悠久，且盛行於歐洲地區。紅土球場的土質柔軟而舒適，而且紅土球場的平移拉力係數 (Translational traction coefficients) 介於 0.5—0.7 之間，剛好可以允許選手使用滑步做為緩衝以減少關節或肌肉負荷過重所造成的運動傷害，而且也不會因為係數太小而滑倒，所以打球比較不易受傷(Benno & Nigg, 2003)，而且球觸地後的彈跳較高，是一種慢速球場。

二、不同質料球場特性與網球競賽表現之相關研究

網球穿越空氣的運動路徑以及球彈起的高度與速度都是由物理定律所決定。當一個球自網球場地上彈起時，其水平速度通常會因為場地表面的交互作用而略為減少，而球場表面的彈性恢復係數 (Coefficient of Restitution) 和摩擦係數 (Coefficient of Friction) 即為影

響球從球場表面彈起的兩種特性，其中的摩擦係數是影響球的水平速率的要素，網球在具有較低摩擦係數的球場上，會比在高摩擦係數的球場上彈跳得更快速；而彈性恢復係數則會影響到球彈跳的高度，網球在具有高彈性恢復係數的球場上會比低彈性恢復係數的球場上跳得更高 (Brody, 1987)。Richers (1995) 指出紅土球場因為球在觸地彈跳時反彈的高度較高而且速度會變慢，比較於草地球場較低的彈跳高度和較快的球速，致使了在紅土球場比賽時出現了較高比率的底線來回擊球策略。

與澳洲公開賽的人工草地球場、美國公開賽的速維龍球場和溫布頓公開賽的草地球場相較，法國公開賽的紅土場地不論在摩擦係數或彈性恢復係數都高於其他三者，所以能產生較高而且相對穩定的彈跳，高壓扣殺的比率較低，這也讓選手在回擊球時有較充裕的時間，也致使在紅土球場比賽時出現較長的回合長度和每一回合較多的擊球數，同時間接形成了比賽時間拉長、選手疲憊、失誤變多、以及球速變慢的紅土球場特性(Vergauwen, Spaepen, Lefevre, & Hespel, 1998)。

翁梓林（1993）在比較網球在紅土球場與硬地球場表面碰撞研究中發現當入射角相同時，前旋轉球、後旋轉球和不旋轉球自球場彈起的結果為：硬地球場的接觸距離、彈性恢復係數、水平速度、垂直速度和角速度高於紅土球場；而紅土球場則在摩擦係數和反彈角度兩項會高於硬地球場。也就是說在平滑且摩擦力小的球場，球的反彈會較低而遠且速度較快；在粗糙且摩擦力大的球場，球的彈跳會較高、而且速度也較慢。

九山薰（1999）指出：在比賽中戰術和步法必須根據場地的不同

而變化，所以球員考慮各種球場材質的特性並採用相應的戰略是非常重要的。草地球場球速快，適合採取發球截擊和接發球搶攻等較為積極的策略，攻守比例約 8：2；紅土球場球速慢，可以多使用弧線球、角度球，並且盡量把球的落點打深，攻守比例約 6：4；硬地球場介於兩者之間，攻守比例約 7：3。

Hohnr (1987) 在其所著的文章中曾分析在不同特性的網球場地比賽時贏球技術的效率，指出：（一）硬地球場的得分技術中，發球佔 33%，截擊佔 30%，接發球佔 22%，然後才是較少比例的底線抽擊球（二）草地球場的得分技術中，以發球佔了最高比例（三）紅土球場的得分技術中，底線抽擊球佔 22.5%，發球佔 21%，截擊佔 21%，接發球佔 16%高壓殺球佔 10%。這些數據說明了雖然主要擊球技術都相同，但針對不同特性的網球場地，實際應用時在比例上仍有差別。

黃金昌（1990）年的研究報告指出法國公開賽中男女底線抽球得分比例分別 47.3%和 59.9%，是所有擊球得分技術中最高的，與其他公開賽比較也達到顯著水準。劉中興（1999）在 1997 年美國網球公開賽各項戰況變數與比賽勝負之比較研究中，以張德培在該場比賽中減少底線抽球，而刻意增加發球上網次數為例，認為有部份選手可能會因為場地質料不同而改變打法。Hughes 與 Clarke (1995)年曾針對草地球場（溫布頓公開賽）和人工草地（澳洲網球公開賽）的回合長度進行比較，指出在人工草地上比賽的平均回合時間較天然草地質料球場長，而且發球較佳的選手在天然草地中比賽是較具有優勢的。

三、四大網球公開賽技戰術標記分析相關文獻

(一) 發球

王鶴森、林偉毅與趙曉涵（2005）分析 2004 年美國網球公開賽男子單打 32 強的賽事資料，探討獲勝和落敗選手在第一發球和第二發球的落點分配率、平均速度及贏球率的表現是否有差異。結果發現：落敗或獲勝選手僅在贏球率的表現有顯著差異，分別在右發球區一發發向外角和身體，二發發向中線，以及左發球區一發發向外角的贏球率為獲勝選手優於落敗選手。同時發現落敗或獲勝選手同樣的在第一發球時在右發球區 (deuce court) 的分配率均為外角>中線>身體；左發球區 (advantage court) 的分配率均為中線>外角>身體，在第二發球時則皆以發向身體為主；左、右兩個發球區的第一發球速度都以發向中線最快，而第一發球發向身體的贏球率皆顯著低於發向外角及中線。

王鶴森（2006）又以國內王宇佐、詹詠然兩位男女選手參加 2005 大滿貫賽事中的統計數據來計算選手的發球分贏率，並進而預測發球局贏率，期能讓教練和選手對於整個比賽過程中各項攻守戰略及技術的重要性有更全面的了解，並作為擬定或修訂選手訓練計畫，及實際比賽時破解對手攻防策略的重要參考依據。

(二) 時間因素和擊球細節

O'Donoghue 與 Ingram (2001) 設計了一套網球標記分析的電腦化系統，蒐集 1997 年至 1999 年四大網球公開男子組與女子組單打第三輪以後的競賽影片，以性別及場地型態為自變項，以時間因素（每一球對打的持續時間、分與分之間的間隔時間、發球間隔時間）、每一球來回對打的平均拍數、得分的型態為依變項，發現紅土球場在回合

時間長度上顯著長於其他三種質料的球場，而且比起其他場地，在紅土球場中，球在觸地後的水平速率會更明顯的變慢，致使在同樣的時間間隔下有較少的擊球次數。

Hughes 與 Clarke (1995) 比較 1992 澳洲公開賽和溫布頓公開賽男單賽事發現：澳洲公開賽的回合平均長度為 4.72 秒，顯著高於溫布頓公開賽的 2.5 秒，但是溫布頓公開賽的 inter-serve time 卻比較長，研究者推測是因為溫布頓公開賽男子選手偏好採取發球上網戰術，而當第一發失誤後發球者必須從網前走回底線發第二球，因此在發球與發球中間的間隔時間較長。

O'Donoghue 與 Liddle (1998a) 年以 1996 年溫布頓公開賽（草地球場）和法國公開賽（紅土球場）男女單打競賽，從第三輪到決賽的過程進行時間變項的標記分析並且指出，在引進新球的狀況下可能使得法國公開賽比賽選手採取發球上網策略的次數增加，但是法國公開賽的平均回合長度為 7.6 ± 6.7 秒，仍然顯著高於溫布頓公開賽的 4.3 ± 2.7 秒，而且女子選手比男子選手長。另外，男子單打選手相持時間少於 6 秒的回合數在法國公開賽約佔 65.57%、溫布頓公開賽更是佔 87.78%；而女子單打選手則分別佔約 47.31% 和 61.42%。明顯看出在草地球場上的比賽節奏比紅土球場快出許多。

Taylor 與 Hughes (1998) 比較英國 18 歲以下的優秀青少年網球選手與美國、歐洲地區的選手在比賽模式上的差異，將球場定義為右後場、左後場、右前場和左前場等四個區域，發現 1. 反手位置的擊球策略：英國選手在反手區較喜歡閃身正手採取 inside-out 打法且較多為防禦性的球；美國選手較常以反手上旋球或切球來回擊而歐洲選手則較

常打反手高弧線的上旋球，且後兩者在反手區的攻擊意願也較強 2. 截擊：英國選手較偏好上網截擊，球數幾乎是歐美選手的 2 倍，其次為美國，最少的是歐洲選手，但是歐洲選手贏得較多的底線分數 3. 反手位置的表現：反手區的進球率最高的是歐洲選手且甚至高於其正手區，其次是美國選手，英國選手在反手區的失誤最多。由以上敘述可以發現英國、美國和歐洲選手在擊球表現和習慣上有明顯的差異，研究者認為其原因與同一區域相同材質球場的數量之不同有關（英國較多草地球場、美國為硬地球場而歐洲則是紅土球場佔了多數）。

Kovacs (2004) 比較 1988 年和 2003 年美國公開賽發現：從 1988 年到 2003 年，美網決賽有 54% 的得分相持時間少於 5 秒，93% 的得分相持時間少於 15 秒；同時近 15 年來男子職業選手在硬地的每分相持時間和分與分之間的休息時間都減少了近 50%。

（三）得分描述與勝負技術因子

O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 年同樣以 1996 年溫布頓公開賽（草地球場）和法國公開賽（紅土球場）男女單打競賽，從第三輪到決賽的過程分析頂尖女子單打選手在紅土球場和草地球場比賽網前得分的差異，發現紅土球場有 63.2% 的得分是在第一發球中得到的，草地則只有 59.5%；紅土球場比草地球場有較多的底線來回球；而且頂尖女子單打選手在草地球場比紅土球場有更多的發球分和網前得分，同時也發現擁有發球權的一方上網的得分遠高於接球方，顯示發球和網前截擊技術在草地球場比在紅土球場更具關鍵性。

陳智仁（1996）以 1993 年及 1995 年四大網球公開賽決賽賽事為分析對象，探討選手得分技術之差異指出：澳洲網球公開賽以落地擊

球得分（36.4%）和發球得分（30.2%）為主要得分技術，兩者所佔比率相近；法國網球公開賽以落地擊球得分（58.1%）為主，比率超過一半，其次為發球得分（16.55%）；溫布頓公開賽以發球得分（41.7%）為最高，其次為不落地擊球得分（20%）；美國網球公開賽以落地擊球得分（35.7%）和發球得分（35.5%）為主要得分技術，兩者所佔比率相等。所以在法國網球公開賽紅土球場比賽應特別加強落地擊球技術，在溫布頓公開賽草地球場應特別加強的是發球和不落地擊球技術，而在性質同屬硬地的澳洲網球公開賽和美國網球公開賽比賽時，落地擊球技術和發球技術是必須加強的部份。

劉中興（2003）以 2001 年法國、溫布頓和美國等三個職業網球公開賽為對象，探討職業網球男子球員在不同材質球場攻守技術及戰略的表現時也發現：在紅土球場、硬地球場和草地球場等三種不同材質球場比賽，除了發球和總得分之外，共有其它包括 Ace、雙發失誤、第一發球贏球率、第二發球贏球率、致勝球、非受迫性失誤、破發比率、破發點次數、上網成功率以及上網次數等，高達十項的網球攻守技術變項達到顯著差異。

四、小結

綜合以上文獻，可以發現上述研究大多以場地質料、性別、勝負做為自變項，而依變項則以競賽時間因素、發球落點和效果、擊球技術型態的分布、戰術型態的分布和得分描述等為主。

第四節 文獻總結

綜合以上各節有關於標記分析的理論基礎、內涵，以及國內外學者以標記分析的方法對不同運動項目所做的諸多研究，可以了解此種針對競賽內容進行統計分析以獲得有用資訊的做法已經被廣泛的應用。而在網球競賽部分，研究者歸納現有蒐集到的研究文獻資料發現這些研究中賽事範圍、量化指標、資料來源和研究目的都各不相同，詳細資料整理如表(2-1)，而其中與本研究較為相關的部份研究結果則依次列於下方。

表 2-1 網球相關研究之範圍、量化指標、目的統整表

作者	研究對象	賽事範圍	量化指標	研究目的
O'Donoghue & Liddle (1998a)	男子女子單打從第三輪到決賽	1996 溫布頓網球公開賽 法國網球公開賽 (共 44 場)	平均回合長度分與分之間的間隔時間、發球間隔時間	1996 年減壓球的使用對於溫布頓和法國網球公開賽的影響
O'Donoghue & Liddle (1998b)	女子單打從第三輪到決賽	1996 溫布頓網球公開賽 法國網球公開賽 (共 21 場)	得分的型態	不同場地表面是否會影響得分分布
Taylor,M & Hughes,M. (1998)	18 歲以下青少年組單打	1996 I.T.F.Group1 & I.T.F.Group 2 (共 15 場)	技術型態分布	分析英國、美國、歐洲青少年選手競賽策略的差異
O'Donoghue & Ingram (2001)	男子女子單打	1997 至 1999 四大網球公開賽 (共 175 場)	每一球對打的持續時間、分與分之間的間隔時間、發球間隔時間、回合平均數、得分的型態	不同性別和場地表面是否會影響選手之比賽策略
M.Kovacs (2004)	男子單打決賽	2003 和 1988 年美國網球公開賽 (2 場)	擊球持續時間和休息時間	決定具代表性的工作/休息時間

表 2-1 (續) 網球相關研究之範圍、量化指標、目的統整表

黃金昌 (1990)	男子女子單打決賽	1990 四大網球公開賽 (8 場)	勝負選手各項擊球技術表現的得分率	不同場地表面選手擊球技術表現
許樹淵 (1995)	男子女子單打	1992 奧運會報告書	各項技術得分率的比較	了解當時的技術水平
陳智仁 (1996)	男子單打決賽	1993 和 1995 四大網球公開賽 (共 8 場)	得分技術分布	不同場地表面是否影響選手擊球得分技術表現
劉中興 (1996)	男女單打	1995 美國網球公開賽 (共 30 場)	發球贏球率與勝負關係	發球表現對於比賽勝負的影響
蘇榮基 (1998)	男子單打	1997 全國網球排名賽 (共 7 場)	發球、接發球進球率和贏球率	了解國內選手發球表現
劉中興 (2003)	男子單打從第二輪到決賽	2001 法國網球公開賽 溫布頓網球公開賽 美國網球公開賽 (共 189 場)	12 項攻守技術的成功率和次數統計	不同場地表面是否影響選手技術和戰略表現
江中皓 (2003)	男子單打	2001 全國網球排名賽 (共 60 場)	勝負技術因子	探討技術型態和影響勝負因子
李建平 (2004)	男子單打	2002 中油盃全國網球排名賽(共 15 場)	發球成功率和勝率及總得分	發球表現對於比賽勝負的影響
孫艷 (2004)	青少年	2003 中國全國青少年網球排名賽(三、四站) (共 18 場)	得失分率及分布	分析選手技術及問題
王鶴森、林偉毅、趙曉涵 (2005)	男子單打	2004 美國網球公開賽 (共 31 場)	發球落點分配率	比較勝負選手發球表現之差異
王鶴森 (2006)	男子女子單打	2005 澳洲網球公開賽 美國網球公開賽 各 1 場(共 2 場)	發球得分率	從發球分贏率預測發球局贏率

研究結果：

O'Donoghue & Liddle (1998a)

1. 儘管 1996 年於法國公開賽改採用球速較快的球、溫布頓公開賽中採用球速較慢的球，男女單打比賽的回合平均時間及回合數，仍是法國公開賽顯著高於溫布頓公開賽。
2. 女子單打回合持續時間少於 6 秒的回合數，法國公開賽中約佔 47.31%，溫布頓公開賽中約佔 61.42%；而男子單打回合持續時間少於 6 秒的回合數，法國公開賽中約佔 65.57%，溫布頓公開賽中約佔 87.78%。
3. 1996 年法國公開賽的發球平均間隔時間約 10.25 秒，比 Hughes 和 Clarke(1995)研究 1992 年澳洲公開賽的 9.61 秒來得長。討論認為在球速增加的情況下，選手在法國公開賽採取發球上網的意願和次數增加，間接使得發球平均間隔時間變長。
4. 1996 年桑琪士和葛拉芙在法國公開賽和溫布頓公開賽都打進決賽，但在法國公開賽的比賽時間比溫布頓公開賽多了 7%。

O'Donoghue & Liddle (1998b)

1. 紅土球場比草地球場有較多的底線來回，而有較少的發球致勝分和網前得分。
2. 雙方於底線來回時，擊出致勝球得分（穿越、吊球成功）和因對手失誤（受迫、非受迫）而得分的比例為：法國公開賽為 1：2.9，溫布頓公開賽為 1：2.6。
3. 在法國公開賽中，獲勝和落敗選手的底線得分比例相近，但是當自己的發球局時，獲勝選手比落敗選手贏得較多比例的發球分，但

是卻有較少比例的網前得分；在溫布頓公開賽中，則獲勝和落敗選手不管在發球分、網前分和底線的得分比例均相近。

Taylor & Hughes (1998)

- 1.快速球場居多的英國區選手上網攻擊的動機較強；慢速球場居多的歐洲區選手較多選擇停留在底線攻擊；美洲區選手的網前和底線攻擊次數介於其他兩者之間。英國區選手擊出的截擊球，數量近乎 2 倍於美洲區選手（居次）和歐洲區選手（最少）。
- 2.針對反手位置的來球，英國區選手較寧願選擇以正手 inside-out 而非反手來回擊；美洲區選手以反手上旋球和切球平均使用；歐洲選手則以正手上旋球為主要選擇。

O'Donoghue & Ingram (2001)

- 1.女子單打平均回合長度約為 7.1 ± 2.0 秒，顯著長於男子選手的 5.2 ± 1.8 秒。
- 2.四大網球公開賽的平均回合長度，澳洲公開賽約為 6.3 ± 1.8 秒、法國公開賽約為 7.7 ± 1.7 秒、溫布頓公開賽約為 4.3 ± 1.6 秒、美國公開賽約為 5.8 ± 1.9 秒，法國公開賽顯著長於其他三者；而溫布頓公開賽顯著短於其他三者。
- 3.底線來回的得分比率，女子單打有 $52.8 \pm 12.4\%$ ，顯著多於男子單打的 $28.6 \pm 19\%$ 。
- 4.底線來回的得分佔總得分的比率，澳洲公開賽有 $46.6 \pm 12.5\%$ 、法國公開賽有 $51.9 \pm 14.2\%$ 、溫布頓公開賽有 $19.7 \pm 19.4\%$ 、美國公開賽有 $35.4 \pm 19.5\%$ ，法國公開賽的底線得分比率顯著高於其他三個賽事。

5.溫布頓公開賽和美國公開賽選手上網攻擊的比率顯著高於澳洲公開賽和法國公開賽。

Kovacs (2004)

- 1.研究發現有 93%的得分相持時間是少於 15 秒，而更有 54%的得分相持時間少於 5 秒。從資料推斷顯示最近的 15 年內男子職業網球在硬地球場比賽的得分相持時間和分與分間的休息時間減少了近乎 50%。

黃金昌 (1990)

- 1.法國網球公開賽中兩位男子決賽選手下在底線抽球穿越球和以後的截擊的得分率差異達到顯著水準。
- 2.溫布頓公開賽中兩位女子決賽選手下在發球局與接發球局的得分數及以後的截擊的得分率差異達到顯著水準。
- 3.美國公開賽中兩位男子決賽選手下在發球局與接發球局的得分、第一次截擊、穿越球與底線抽球的得分率差異均達到顯著水準。

陳智仁 (1996)

- 1.澳洲公開賽以落地擊球得分佔最高比例達 36.4%，其次是發球得分佔 30.20%；法國公開賽以落地擊球得分佔最高比例達 58.1%，其次是發球得分佔 16.55%；溫布頓公開賽以發球得分佔最高比例達 41.70%，其次是不落地擊球得分佔 20.00%；美國公開賽以落地擊球得分佔最高比例達 35.70%，其次是與其相當接近，佔 35.50%的發球得分。
- 2.在發球得分方面法國公開賽僅佔 16.55%，與其他三個比賽的差異均達顯著水準；而在落地擊球得分方面則法國公開賽與溫布敦公

開賽間的差異達到顯著水準。

劉中興（2003）

- 1.以紅土和草地球場相較，獲勝選手在紅土球場上的致勝球、非受迫性失誤、破發比率和破發點次數等四項的表現顯著優於草地球場；草地球場的 Ace 球、第一發球贏球率、第二發球贏球率、上網成功率與上網次數等項目的表現顯著優於紅土球場。
- 2.以硬地和草地球場相較，獲勝選手在硬地球場的致勝球、非受迫性失誤、破發比率和破發點次數等四項的表現顯著優於草地球場，其他項目則無明顯差異。
- 3.以硬地和紅土球場相較，獲勝男子球員在硬地球場上的 Ace 球、第一發球贏球率、第二發球贏球率、上網成功率與上網次數等五項攻守技術的表現顯著優於紅土球場。

比較先前的研究，本研究蒐集四大公開賽女子單打八強賽事共 28 場，包含四種目前主要的球場材質；在量化指標方面增加了回擊球之擊球方向以探討球員擊球的策略，並且在研究目的上增加預測在不同材質球場獲勝率公式，以了解不同技術因子在不同球場的重要性之差異。研究者希望能夠以先前學者的研究結果和其研究方法為基礎，增加新的變項，探討新的問題，為網球運動員和教練提供更完整的參考資料。

第三章 研究方法

本章主要說明本研究的研究流程，包括影片資料的取得、研究工具、實施程序以及資料分析的方法。全章共分為五節：第一節為研究對象、第二節為研究架構、第三節為研究工具、第四節為研究流程、第五節為資料處理與統計分析。

第一節 研究對象

本研究旨在探討 2007 年四大網球公開賽女子單打選手在不同材質場地競賽時，拍數及競賽時間因素、擊球型態、落點及位置、擊球效果、擊球方向、得分型態、獲勝率的差異，資料來源是藉由數碼電視錄影卡轉錄蒐集 2007 年四大網球公開賽比賽期間經由衛星電視台及 ESPN 所轉播之女子單打項目，從八強到決賽（部分賽事因研究限制而以其他賽事遞補）共計 28 場的賽事過程進行標記分析。各公開賽名稱、場次、參賽選手及比賽結果詳如表（3-1）。

表 3-1 2007 年四大網球公開賽女子單打競賽一覽表

澳洲公開賽(共 7 場 15 盤 150 局)		
場次	球員姓名	比數 (獲勝選手)
十六強	Vaidisova VS Srebotnik	2 : 0 (<u>6:4</u> xxx) Vaidisova
八強-2	S. Williams VS Peer	2 : 1 (<u>3:6</u> <u>6:2</u> <u>8:6</u>) S. Williams
八強-3	Sharapova VS Chakvetadze	2 : 0 (<u>7:6</u> <u>7:5</u>) Sharapova
八強-4	Clijsters VS Hingis	2 : 1 (<u>3:6</u> <u>6:4</u> <u>6:3</u>) Clijsters
四強-1	S. Williams VS Vaidisova	2 : 0 (<u>7:6</u> <u>6:4</u>) S. Williams
四強-2	Sharapova VS Clijsters	2 : 0 (<u>6:4</u> <u>6:2</u>) Sharapova
決賽	S. Williams VS Sharapova	2 : 0 (<u>6:1</u> <u>6:2</u>) S. Williams
法國公開賽(共 7 場 15 盤 124 局)		
場次	球員姓名	比數 (獲勝選手)
三十二強	Jankovic VS V. Williams	2 : 1 (<u>6:4</u> <u>4:6</u> <u>6:1</u>) Jankovic
八強-1	Ivanovic VS Kuznetsova	2 : 1 (<u>6:0</u> <u>3:6</u> <u>6:1</u>) Ivanovic
八強-2	Henin VS S. Williams	2 : 0 (<u>6:4</u> <u>6:3</u>) Henin
八強-4	Sharapova VS Chakvetadze	2 : 0 (xxx <u>6:4</u>) Sharapova
四強-1	Henin VS Jankovic	2 : 0 (<u>6:2</u> <u>6:2</u>) Henin
四強-2	Ivanovic VS Sharapova	2 : 0 (<u>6:2</u> <u>6:1</u>) Ivanovic
決賽	Henin VS Ivanovic	2 : 0 (<u>6:1</u> <u>6:2</u>) Henin

表 3-1 (續) 2007 年四大網球公開賽女子單打競賽一覽表

溫布頓公開賽(共 7 場 17 盤 150 局)		
場次	球員姓名	比數 (獲勝選手)
第一輪	Sharapova VS Chan	2 : 0 (<u>6 : 1</u> <u>7 : 5</u>) Sharapova
第二輪	Henin VS Dushevina	2 : 0 (<u>6 : 0</u> <u>6 : 4</u>) Henin
八強-1	Henin VS S. Williams	2 : 1 (<u>6 : 4</u> <u>3 : 6</u> <u>6 : 3</u>) Henin
八強-2	Bartoli VS Krajicek	2 : 1 (<u>3 : 6</u> <u>6 : 3</u> <u>6 : 2</u>) Bartoli
四強-1	V. Williams VS Ivanovic	2 : 0 (<u>6 : 2</u> <u>6 : 4</u>) V. Williams
四強-2	Bartoli VS Henin	2 : 1 (<u>1 : 6</u> <u>7 : 5</u> <u>6 : 1</u>) Bartoli
決賽	V. Williams VS Bartoli	2 : 0 (<u>6 : 4</u> <u>6 : 1</u>) V. Williams
美國公開賽(共 7 場 17 盤 163 局)		
場次	球員姓名	比數 (獲勝選手)
三十二強	Peer VS Vaidisova	2 : 1 (<u>6 : 4</u> <u>3 : 6</u> <u>7 : 6</u>) Peer
十六強	S. Williams VS Bartoli	2 : 0 (<u>6 : 3</u> <u>6 : 4</u>) S. Williams
八強-1	Henin VS S. Williams	2 : 0 (<u>7 : 6</u> <u>6 : 1</u>) Henin
八強-2	V. Williams VS Jankovic	2 : 1 (<u>4 : 6</u> <u>6 : 1</u> <u>7 : 6</u>) V. Williams
四強-1	Kuznetsova VS Chakvetadze	2 : 1 (<u>3 : 6</u> <u>6 : 1</u> <u>6 : 1</u>) Kuznetsova
四強-2	Henin VS V. Williams	2 : 0 (<u>7 : 6</u> <u>6 : 4</u>) Henin
決賽	Henin VS Kuznetsova	2 : 0 (<u>6 : 1</u> <u>6 : 3</u>) Henin

資料來源：研究者錄製及購自拍賣網站。註：xxx表示該盤不完整未採用。

第二節 研究架構

依據研究目的與假設提出研究架構圖（如圖 3-1）。

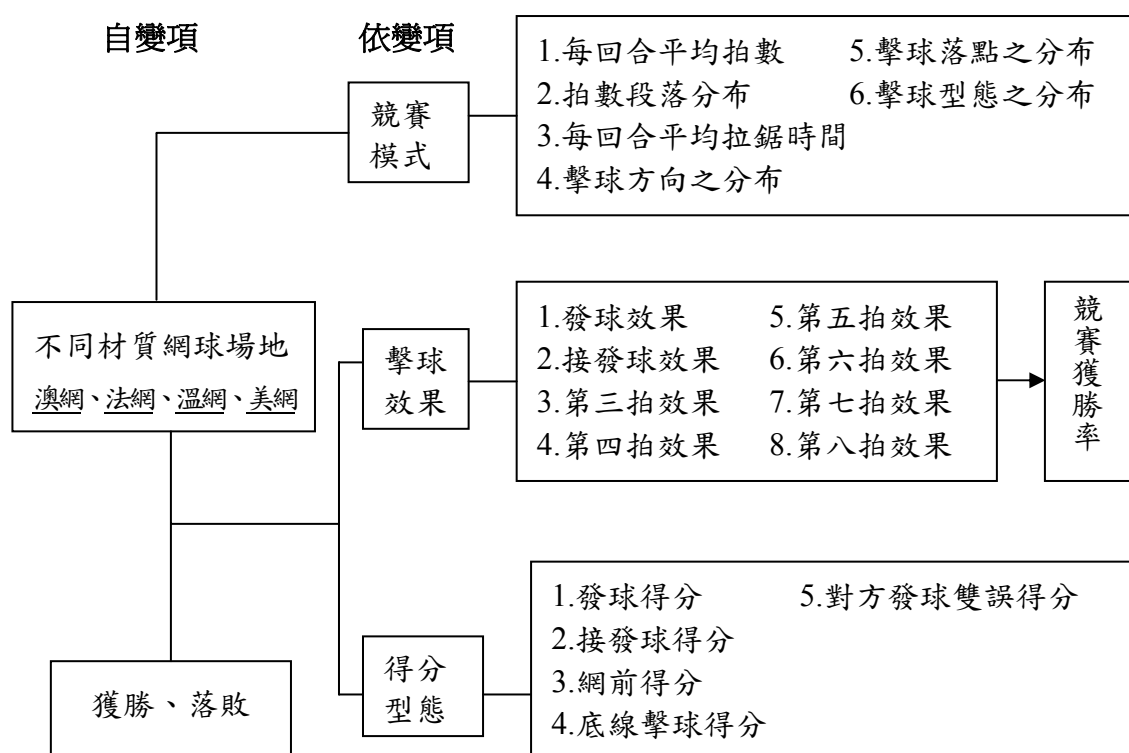


圖 3-1 研究架構圖

本研究分析內容包含競賽模式（回合時間、回合拍數、拍數段落、擊球方向、擊球落點、擊球型態）、擊球效果和得分型態，定義如下：

一、拍數及競賽時間因素

指不同拍數段落分布、每回合平均拍數和每回合平均拉鋸時間。回合是指從發球員球拍觸球發球成功（開始），一直到球觸網、第二次彈跳、出界、致勝球落地或球離開螢幕等形成死球（結束）的一個階段。

（一）每回合平均拍數

以每場比賽雙方球員累積的總擊球拍數除以總回合數，即為每回合平均拍數。

（二）不同擊球拍數段落分布

O'Donoghue 與 Ingram (2001) 的研究中將網球得分型態分類為 service points（0~2 拍）和 non service points（3 拍和 3 拍以上）二類；戴金彪（1998）依照羽球攻守特性及擊球拍數統計之數據，將每回合擊球拍數分為發接發前四拍段落（1~4 拍）、攻守與攻守轉換段落（5~12 拍）、多拍段落（13~20 拍）和超多拍段落（21 拍以上）等四個段落。本研究的拍數段落分布參考其分類，加以修改分為（1）1~2 拍之發接發段落（2）3~4 拍之發接發效果持續段落（3）5~8 拍之相持段落（4）9 拍（含）以上之多拍段落等共四個段落。

（三）每回合平均拉鋸時間

以回合總持續時間除以總回合數即為每回合平均拉鋸時間。

二、技術運用

(一) 發球

1.發球落點：指選手發出球的落點，分為外角、身體、中線。

(1) 外角：落在接球者右發球區 (DC) 或左發球區 (AD) 靠近邊線位置者，視為發向外角。

(2) 身體：落在發球區中間位置者，視為發向身體。

(3) 中線：落在左右發球區交界處 (T 點) 者，視為發向中線

2.發球效果：將發球效果分為三個等級並分別給予評分 (Ace 球得 +2 分；雙發失誤得 -2 分；一般表現得 0 分)。

(二) 接發球

1.接發球型態：指選手接發球時所使用的擊球型態，包括：

(1) 正手上旋球(forehand top spin)：指在靠近身體持拍手側，球拍由下向上揮擊摩擦球體，使球產生向上向前旋轉的擊球法。

(2) 反手上旋球(backhand top spin)：指在靠近身體非持拍側，球拍由下向上揮擊摩擦球體，使球產生向上向前旋轉的擊球法。

(3) 正手下旋球(forehand back spin)：指在靠近身體持拍手側，球拍由上向下揮擊摩擦球體，使球產生向下向後旋轉的擊球法。

(4) 反手下旋球(backhand back spin)：指在靠近身體非持拍手側，球拍由上向下揮擊摩擦球體，使球產生向下向後旋轉的擊球法。

(5) 高吊球(defensive lob)：指擊球員所擊出的球以較高的飛行弧度過網並落在對方後場之擊球法。

(6) 短吊球(drop shot)：指擊球員所擊出的球以較低的高度過網並落在對方前場之擊球法。

2.接發球位置：本研究以底線為準將接發球員站立的位置分為場內及場外兩個區域，如圖 (3-2)。

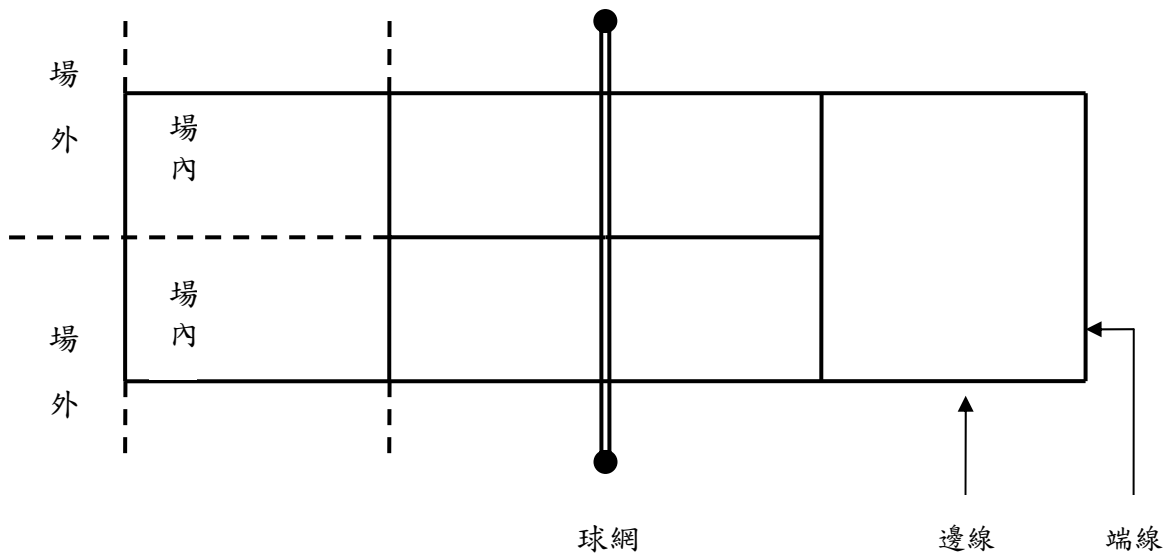


圖 3-2 網球接發球位置區域圖

資料來源：引自 Taylor & Hughes(1998),p.261

3.接發球落點：本研究將接發球落點區分為右後場、左後場、右前場和左前場等四個區域，如圖（3-3）。

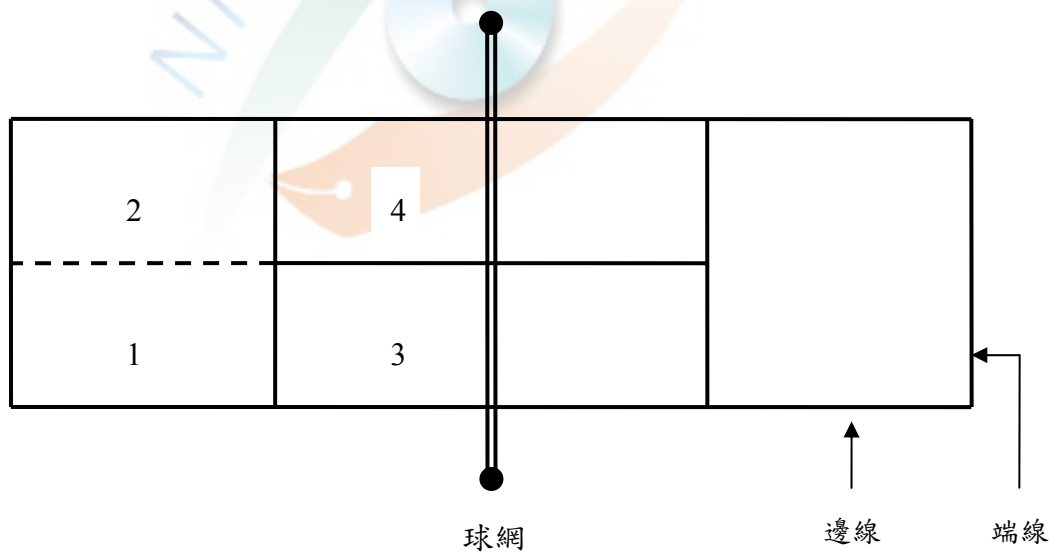


圖 3-3 網球接發球落點區域圖

資料來源：引自 Taylor & Hughes(1998),p.261

4.接發球之擊球方向：指接發球擊球的方向，本研究參考 Hong 與 Tong (2000) 之分類方式，也分成直線和對角二種擊球方向。

5.接發球效果：分為五個等級並分別給予評分，各等級之判定

如表 (3-2)：

表 3-2 接發球效果的評分判定表

拍數	擊球球員	接發球 擊球效果	擊球情境說明	評分
第一拍	發球員發球	接發球 直接失誤	發球員發球得分(Ace)	- 2
第二拍	接發球員回發球	接發球 直接成功	接發球員擊出致勝球得分(不含發球員雙發失誤)	+2
第三拍	發球員	接發球 間接失誤	發球員在第三拍擊出致勝球或第三拍擊球導致接發球員次一拍(第四拍)擊球失誤	- 1
第四拍	接發球員	接發球 間接成功	接發球員在第四拍擊出致勝球或第四拍擊球導致發球員次一拍(第五拍)擊球失誤	+1
第五拍	發球員	發球 一般表現	從第一拍發球開始來回擊球持續六拍以上(第五拍未形成死球)	0

(三)來回擊球：指發球及接發球之後，雙方球員來回擊球表現。

1.擊球型態：指發球之後至死球期間各拍的擊球型態

(1) 正手上旋球(forehand top spin)：指在靠近身體持拍手側，球拍

由下向上揮擊摩擦球體，使球產生向上向前旋轉的擊球法。

(2) 反手上旋球(backhand top spin)：指在靠近身體非持拍側，球拍

由下向上揮擊摩擦球體，使球產生向上向前旋轉的擊球法。

(3) 正手下旋球(forehand back spin)：指在靠近身體持拍手側，球拍

由上向下揮擊摩擦球體，使球產生向下向後旋轉的擊球法。

(4) 反手下旋球(backhand back spin)：指在靠近身體非持拍手側，

球拍由上向下揮擊摩擦球體，使球產生向下向後旋轉的擊球法。

(5) 截擊(volley)：指擊球員在發球線到球網之間的區域擊球。

(6) 高壓球(overhead)：指擊球員從高於頭部位置，以極快速度將球

向對方場地直線下落之擊球法。

(7) 高吊球(defensive lob)：指擊球員所擊出的球以較高的飛行弧度過網並落在對方後場之擊球法。

(8) 短吊球(drop shot)：指擊球員所擊出的球以較低的高度過網並落在對方前場之擊球法。

2.擊球位置：本研究將擊球位置定義為右後場、左後場、右前場、左前場、右端線外、左端線外、右邊線外、左邊線外等八個區域，如圖（3-4）。

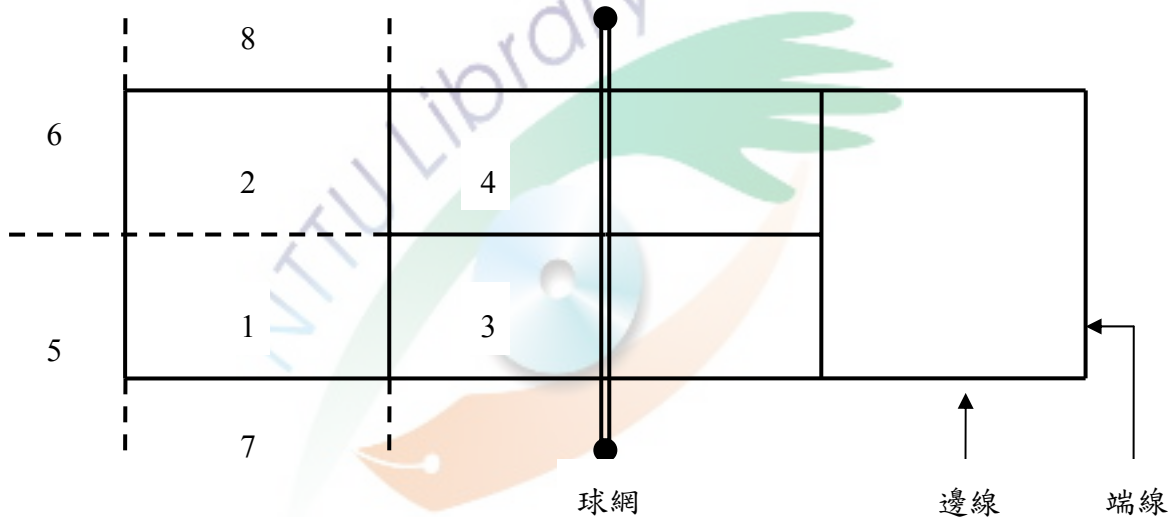


圖 3-4 網球擊球位置區域圖

資料來源：修改自 Taylor & Hughes(1998),p.261

3.擊球落點：本研究將擊球落點定義為右後場、左後場、右前場和左前場等四個區域（紀錄時一併記錄被截擊、掛網、出界），如圖（3-3）。

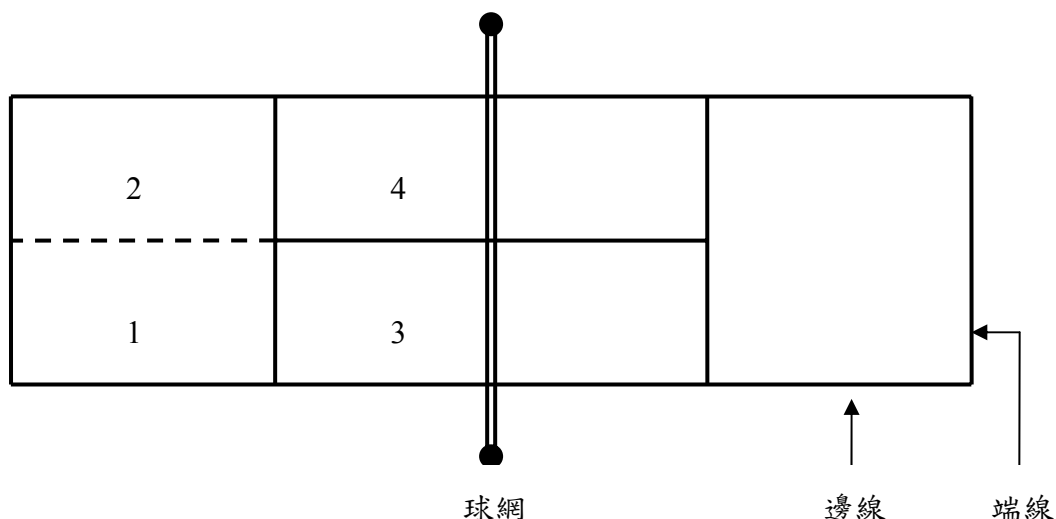


圖 3-5 網球擊球落點區域圖

資料來源：引自 Taylor & Hughes(1998),p.261

- 4.擊球方向：指發球之後至死球期間各拍的擊球方向，本研究參考 Hong 與 Tong (2000) 之分類方式，也分成直線和對角二種擊球方向。
- 5.擊球效果：指每一拍的擊球對於該回合勝負結果所產生的影響效果。分為五個等級並分別給予評分，各等級之判定依據及舉例說明如下：
 - (1)直接成功：該拍擊出致勝球，或次一拍對手造成死球，給+2 分
 - (2)間接成功：該拍擊球之次二拍擊出致勝球，或次三拍對手造成死球，給+1 分。
 - (3)一般表現：該拍擊球後，雙方球員仍持續擊球四拍（含）以上，給 0 分。
 - (4)間接失誤：該拍擊球之次一拍對手擊出致勝球，或次二拍自己造成死球，給-1 分。
 - (5)直接失誤：該拍擊球造成死球，給-2 分。

三、得分型態

分為發球得分、接發球得分、網前得分（包含發球上網、接發球上網和之後的隨球上網）、底線擊球得分、對方發球失誤得分等 5 種得分型態。以盤為單位，來進行量化。

第三節 研究工具

本研究主要研究工具如下：

一、啟視錄影音擷取電視卡：廠牌（康博）

→轉錄電視轉播之四大網球公開賽女子單打比賽過程

二、桌上型電腦（含 DVD 燒錄器）、PowerDVD 播放軟體→播放影像

三、ASUS A3500G 筆記型電腦一台，內含 SPSS 12.0 套裝統計軟體，進行紀錄和分析。

四、SPSS 12.0 網球單打標記分析紀錄系統

依據本研究之目的，應用 SPSS 12.0 統計軟體設計網球單打競賽標記分析紀錄表（如表 3-3），紀錄單打競賽中包含競賽編號、開始時間（發球員球拍觸球瞬間起算）、結束時間（球觸網瞬間、第二次彈跳瞬間、出界球和致勝球落地瞬間或球離開螢幕瞬間的時間）、場次、局次、回合數、盤次、選手 a、選手 b、分數、總拍數、得分方、發球員、發球場區、發球場區、發球型態、發球落點、發球效果、接球員、接球型態、接球效果、接球落點、三拍球員、三拍位置（擊球位置）三拍型態、三拍效果、三拍落點、四拍球員、四拍位置、四拍型態、四拍效果、四拍落點……獲勝選手等內容。

表 3-3 網球單打競賽標記分析紀錄表

競賽編號	場次	比賽選手一	比賽選手二	回合數	盤次	局次	比數	開始時間	發球員	發球場區	一發效果	一發落點	二發效果	二發落點	接球員	接發位置	接發型態
接發效果	接發落點	第三拍球員	第三拍位置	第三拍型態	第三拍效果	第三拍落點	第四拍球員	第四拍位置	第四拍型態	第四拍效果	第四拍落點	第五拍球員	...	得分方	結束時間	總拍數	獲勝選手

五、網球單打競賽技術觀察類目

根據本研究的目的，參考溫卓謀（2006）之研究，加以修改以配合網競賽球標記分析記錄項目中之單打技術觀察類目（接發球落點和擊球落點兩項，在紀錄時將被截擊、掛網、出界也一併記錄，但是實際分析時會將掛網及出界球排除），詳如表（3-4）。

表 3-4 網球單打競賽觀察類目表

(一)發球效果						
類目	Ace		一般		失誤	
代號	1		2		3	
(二)發球落點						
類目	外角		近身		中線(T)	
代號	1		2		3	
(三)接發位置						
類目	場內			場外		
代號	1			2		
(四)接發型態						
類目	正手 上旋球	反手 上旋球	正手切球	反手切球	高吊球	短吊球
代號	1	2	3	4	5	6

表 3-4 (續) 網球單打競賽觀察類目表

(五)接發效果								
類目	致勝球		威脅性擊球		一般表現		受迫性失誤	非受迫性失誤
代號	1		2		3		4	5
(六)接發落點								
類目	右後場	左後場	右前場	左前場	被截擊	掛網	出界	
代號	1	2	3	4	5	6	7	
(七)擊球位置								
類目	右後場	左後場	右前場	左前場	右端線外	左端線外	右邊線外	左邊線外
代號	1	2	3	4	5	6	7	8
(八)擊球型態								
類目	正手上旋	反手上旋	正手切球	反手切球	截擊	高壓球	高吊球	短吊球
代號	1	2	3	4	5	6	7	8
(九)擊球效果								
類目	致勝球		威脅性擊球		一般表現	受迫性失誤	非受迫性失誤	
代號	1		2		3	4	5	
(十)擊球落點								
類目	右後場	左後場	右前場	左前場	被截擊	掛網	出界	
代號	1	2	3	4	5	6	7	

第四節 研究流程

本研究之流程共分為四個步驟：首先是比賽資料的取得，接著進行觀察紀錄的前置作業，然後進行觀察員的訓練以便建立信度，最後進行正式的觀察和紀錄。

一、比賽資料取得

2007 年澳洲網球公開賽、法國網球公開賽、溫布頓公開賽競賽影片和美國網球公開賽競賽影片：利用數碼電視錄影卡，錄下衛星電視台、ESPN 所轉播之女子單打項目從前八強至決賽的競賽影片，未足的部份購自拍賣網站，共計 28 場 64 盤 587 局。

二、觀察紀錄前置作業

- (一) 建立影像資料庫：將取得之影片進行整理，依照不同賽事分類存於硬碟中，建立成女子單打影像資料庫，同時將每場競賽影片分別燒錄為 DVD，以利紀錄分析時使用。
- (二) 標記分析紀錄系統測試：以套裝 SPSS12.0 統計軟體，針對設計完成之網球單打競賽標記分析系統，實際以所蒐集之 2006 年美國公開賽男子組單打決賽過程進行標記及分析測試，然後修正完成。

三、觀察員訓練

- (一) 觀察員訓練：本研究由研究者本身和另一位具有網球專長的老師擔任觀察員，以所蒐集到之 2006 年美國公開賽男子組單打決賽之其中兩盤，標定為訓練影片(1)和訓練影片(2)，並準備三台電腦，一台電腦以 PowerDVD 軟體播放影片，第一階段由兩位觀察員分別觀察訓練影片(1)的比賽內容，同時藉由另二台電腦的標記分析系統進行記錄，完成記錄後，研究者與兩位觀察員共同針對每一球的判定進行核對，找到有判定不一致之處，再重新播放影片，共同進行更進一步的討論與確認。間隔兩天後再以訓練影片(2)做相同的流程。如此反覆進行訓練，直至兩位觀察員觀察一致性達 95%以上。
- (二) 觀察員間信度的建立：由各場比賽隨機抽取一盤競賽影片，由兩名觀察員觀看，並依照網球單打競賽標記分析記錄表上之類目進行紀錄，隨後將兩次的觀察記錄進行資料的分析處理，以 Siedentop (1991) 信度考驗公式為【觀察相同數 ÷ (觀察相同數

＋觀察不相同數)】 $\times 100\%$ ，計算各觀察員間的信度。本研究以 2006 年美國公開賽男單決賽第一盤為訓練影片，求得兩名觀察員在各項技術型態與效果項目觀察一致性之等級相關係數為.903 ($p < .05$)，達到.85 以上。

(三) 觀察員內信度的建立：同一位觀察員針對相同的競賽影片進行觀察紀錄，並於間隔七天後再做一次觀察紀錄，將前後兩次的觀察紀錄資料進行分析處理。本研究求得同一名觀察員在各項技術型態與效果項目觀察一致性之等級相關係數為.962 ($p < .05$)，達到.85 以上。

四、正式觀察紀錄

觀察員利用課後時間進行競賽影片的觀察紀錄，每天觀看紀錄的內容以不超過 1 盤為原則，每場競賽資料建立完整並經過檢核後，即依本研究之目的，進行資料的處理。

第五節 資料處理與統計分析

本研究採用 SPSS for Window 12.0 統計套裝軟體進行統計分析，進行各項假設的考驗，所有統計檢定的顯著水準 (α) 皆定為 .05。

一、資料處理

(一) 時間因素資料處理：本研究以 Power DVD 播放軟體播放，以秒為單位進行分析，記錄選手從發球(球觸及發球員球拍)開始，一直到死球(球觸網、出界、兩次彈跳、球離開鏡頭畫面)為結束的時間長度，作為每一回合的競賽時間，然後以 SPSS 12.0 軟體算出每回合的拉鋸時間，其步驟為：「Transform」→「Compute」→「輸

入公式： $(\text{結束分} \times 60 + \text{結束秒}) - (\text{開始分} \times 60 + \text{開始秒})$ 」；接著再算出每拍時間，步驟為：「Transform」→「Compute」→「輸入公式： $\text{回合拉鋸時間} \div \text{回合總拍數}$ 」。

(二) 拍數、拍數段落資料處理：拍數的部份以發球成功拍為第一拍，然後詳細紀錄之後每一拍的擊球員、擊球位置、型態、效果和擊球落點直到形成死球當拍為止，為該回合之總拍數，然後以 SPSS 12.0 軟體算出每回合的平均拍數，其步驟為：「Transform」→「Compute」→「輸入公式： $\text{回合總拍數} \div \text{回合總數}$ 」；不同拍數段落部份，其步驟為：「Transform」→「Recode」→「Into Different Variables」→『將擊球拍數變數（舊值）變成拍數段落（新值：1. 1~2 拍「發接發段落」2. 3~4 拍「發接發效果持續段落」3. 5~8 拍「相持段落」4. 9 拍（含）以上「多拍段落」；1~2 拍轉為 1，3~4 拍轉為 2，5~8 拍轉為 3，9 拍（含）以上轉為 4』。

(三) 技戰術運用比率資料處理：將資料轉換成以各拍呈現，依照四個不同球場分別統整為發球拍、接發球拍、第三拍、第四拍、第五拍……等不同的擊球員、擊球位置、型態效果、落點等資料，然後以 SPSS 12.0 軟體計算出其百分率，步驟為：「每盤每位球員不同型態分別的擊球次數 $\div$ 總擊球拍數（扣除發球拍） $\times 100\%$ 」。

(四) 擊球效果資料處理：將每回合記錄資料轉換為以各拍呈現，根據每一拍擊球的結果（扣除發球拍）判定該拍的技能表現（直接成功、間接成功、一般表現、間接失誤、直接失誤）並進行等級標記為（2、1、0、-1、-2）。

1. 運用 SPSS 12.0 分析指令（分析→描述統計→交叉表），計算出每

盤每位球員各項技能表現的擊球效果。

2.將 SPSS 12.0 統計結果複製到 Excell 試算表，進行每盤資料的整合，並計算出各項技術之擊球效果與各類技能表現的次數與百分比，再依據研究目的，將資料匯入 SPSS 12.0 統計軟體進行資料分析。

(五) 資料整合及檢核：進行統計分析之前，研究者須根據觀察類目表中的編號做資料的檢核，檢查是否有發生錯植了超過類目表編號範圍之外的數字。檢核完成後將觀察結果進行每一局資料的整合，分別計算出各項研究變項所需的數據，最後依照研究目的，匯入 SPSS 12.0 軟體進行統計和分析。

二、統計分析

表 3-5 研究假設與統計分析方法對應表

研究假設	統計分析
1-1 不同材質網球場地每回合平均擊球拍數的差異達顯著水準？	獨立樣本單因子變異數分析
1-2 不同材質網球場地擊球拍數段落分布的差異達顯著水準。	百分比同質性卡方檢定
1-3 不同材質網球場地每回合平均拉鋸時間的差異達顯著水準。	獨立樣本單因子變異數分析
1-4 不同材質網球場地擊球方向的差異達顯著水準。	百分比同質性卡方檢定
1-5 不同材質網球場地擊球落點的差異達顯著水準。	百分比同質性卡方檢定
1-6 不同材質網球場地擊球型態的差異達顯著水準。	百分比同質性卡方檢定
2-1 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手發球效果的影響達顯著水準。	獨立樣本二因子變異數分析
2-2 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手接發球效果的影響達顯著水準。	
2-3 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第三拍效果的影響達顯著水準。	

表 3-5 (續) 研究假設與統計分析方法對應表

研究假設	統計分析
2-4 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第四拍效果的影響達顯著水準。 2-5 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第五拍效果的影響達顯著水準。 2-6 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第六拍效果的影響達顯著水準。 2-7 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第七拍效果的影響達顯著水準。 2-8 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)對於選手第八拍效果的影響達顯著水準。	獨立樣本二因子變異數分析
3-1 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)在發球得分的差異達顯著水準。 3-2 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)在接發球得分的差異達顯著水準。 3-3 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)在網前得分的差異達顯著水準。 3-4 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)在底線擊球得分的差異達顯著水準。 3-5 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)藉由對方發球失誤得分的差異達顯著水準。	獨立樣本二因子變異數分析
4-1 澳洲公開賽，技術運用的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。 4-2 法國公開賽，技術運用的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。 4-3 溫布頓公開賽，技術運用的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。 4-4 美國公開賽，技術運用的效果預測女子網球選手競賽的獲勝率，有顯著的預測效果。	多元逐步迴歸分析

第四章 結果與討論

本章根據研究目的，分為四節來進行研究結果的呈現與討論：第一節為不同材質網球場地女子網球選手在競賽模式之差異；第二節為不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）女子網球選手擊球效果的差異；第三節為不同材質網球場地及競賽結果（獲勝、落敗）女子網球選手得分型態的差異；第四節為不同材質網球場地競賽，女子網球選手的獲勝率之預測公式。

第一節 不同材質網球場地女子網球選手競賽模式之差異

本節按照研究目的一之假設，分為六個部份去探討在不同材質網球場地，女子網球選手在擊球拍數及時間因素上的差異：一、每回合平均擊球拍數的分析；二、不同擊球拍數段落分布的分析；三、每回合平均拉鋸時間的分析；四、不同擊球方向分布的分析；五、不同擊球落點分布的分析；六、不同擊球型態分布的分析。

一、擊球拍數之分析

表 4-1-1 為不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數描述統計摘要表，澳洲網球公開賽每回合平均擊球拍數為 4.74 ± 1.84 ；法國網球公開賽每回合平均擊球拍數為 5.17 ± 1.84 ；溫布頓網球公開賽每回合平均擊球拍數為 4.72 ± 1.47 ；美國網球公開賽每回合平均擊球拍數 4.80 ± 1.49 ，法國公開賽女單競賽來回擊球的拍數高於其他三個公開賽。

表 4-1-1 不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數描述統計摘要表

網球賽別	個數	平均數(拍)	標準差	最小值	最大值
澳洲公開賽	150	4.74	1.84	1.75	14
法國公開賽	124	5.17	1.84	2.2	11.25
溫布頓公開賽	150	4.72	1.47	2.25	9.5
美國公開賽	163	4.80	1.49	1.67	9.25
總和	587	4.84	1.66	1.67	14

表 4-1-2 為不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數變異數分析摘要表，檢定結果 F 值為 2.12， $p>.05$ ，接受虛無假設，拒絕對立假設 1-1「不同材質網球場地每回合平均擊球拍數的差異達顯著水準」，表示女單競賽在法國公開賽每回合擊球拍數雖然高於其他三者，但彼此間並未達到顯著差異。

表 4-1-2 不同網球賽別女單競賽每回合擊球拍數變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
組間	17.39	3	5.80	2.12	.097
組內	1596.72	583	2.74		
總和	1614.11	586			

* $p<.05$

Brody (1987)提到：當一個球自網球場地上彈起時，其水平速度通常會因為場地表面的交互作用而略為減少，而球場表面的彈性恢復係數 (Coefficient of Restitution) 和摩擦係數 (Coefficient of Friction) 即為影響球從球場表面彈起的兩種特性，網球在具有較低摩擦係數的球場上，會比在高摩擦係數的球場上彈跳得更快速；在具有高彈性恢復係數的球場上會比低彈性恢復係數的球場上跳得更高。Vergauwen, Spaepen, Lefevre, & Hespel (1998)也指出：與澳洲公開賽的人工草地球場、美國公開賽的速維龍球場和溫布頓公開賽的草地球場相較，法國公開賽的紅土場地不論在摩擦係數或彈性恢復係數都高於其他三者，也致使在紅土球場比賽時出現較長的回合長度和每一回合較多的擊球數。

本研究結果發現，法國公開賽每回合平均擊球拍數為 5.17 拍，雖然與美國公開賽、澳洲公開賽和溫布頓公開賽間並未達到顯著的差異，但仍舊高於其他三者，與上述學者的研究結果相一致。也就是說

在法國公開賽的紅土球場競賽，落地球的彈跳速度慢、高度高，讓競賽選手有更充分的時間反應並回擊，相對使得回合平均擊球拍數變多。

二、擊球拍數段落分布之分析

表 4-1-3 為不同網球賽別女單競賽拍數段落回合次數分配摘要表，澳洲公開賽決定勝負段落分布以「發接發段落（1~2 拍）」佔總數的 32.5% 最多；其次為「相持段落（5~8 拍）」，佔總數的 27.5%；接著為「發接發效果持續段落（3~4 拍）」，佔總數的 26.5%；最後為「多拍段落（9 拍以上）」，佔總數的 13.5%。法國公開賽決定勝負段落分布以「相持段落（5~8 拍）」佔總數的 29.8% 最多；其次為「發接發效果持續段落（3~4 拍）」，佔總數的 29.7%；接著為「發接發段落（1~2 拍）」，佔總數的 23.8%；最後為「多拍段落（9 拍以上）」，佔總數的 16.7%。溫布頓公開賽決定勝負段落分布以「相持段落（5~8 拍）」最多，佔總數的 30.2%；其次為「發接發段落（1~2 拍）」，佔總數的 29.7%；接著為「發接發效果持續段落（3~4 拍）」，佔總數的 27.5%；最後為「多拍段落（9 拍以上）」的，佔總數的 12.6%。美國公開賽決定勝負段落分布以「相持段落（5~8 拍）」最多，佔總數的 29.6%；其次為「發接發段落（1~2 拍）」，佔總數的 29.1%；接著為「發接發效果持續段落（3~4 拍）」，佔總數的 27.2%；最後為「多拍段落（9 拍以上）」，佔總數的 14.1%。

以網球賽別為設計變項，以拍數段落的回合數做為反應變項，進行百分比同質性卡方檢定，檢定結果 $p < .05$ ，拒絕虛無假設，接受對立假設 1-2 「不同材質網球場地擊球拍數段落分布的差異達顯著水準」。表示女單競賽在四大網球公開賽擊球拍數段落分布有差異。經過事後

比較發現澳洲公開賽和法國公開賽在「發接發段落」的調整後殘差值分別為 2.80 和-3.50，絕對值大於 1.96 的臨界值，表示澳洲公開賽決定勝負的段落在「發接發段落」的百分比（32.5%）顯著高於法國公開賽的（23.8%）。

表 4-1-3 不同網球賽別女單競賽拍數段落回合次數分配摘要表

		拍數段落				總和
		發接發 段落 (1~2 拍)	發接發效果 持續段落 (3~4 拍)	相持段落 (5~8 拍)	多拍段落 (9 拍以上)	
		個數	百分比	個數	百分比	
澳洲公開賽	個數	333	32.50%	272	26.50%	1025
	百分比	32.50%	26.50%	27.50%	13.50%	100.00%
	調整後殘差	2.8*	-0.5	-1.7	-0.7	
法國公開賽	個數	175	23.80%	218	29.70%	735
	百分比	23.80%	29.70%	29.80%	16.70%	100.00%
	調整後殘差	-3.5*	1.7	0.1	2.3	
溫布頓公開賽	個數	282	29.70%	262	27.50%	951
	百分比	29.70%	27.50%	30.20%	12.60%	100.00%
	調整後殘差	0.4	0.3	0.4	-1.5	
美國公開賽	個數	325	29.00%	289	25.80%	1119
	百分比	29.00%	25.80%	31.00%	14.10%	100.00%
	調整後殘差	-0.1	-1.2	1.2	0.1	
總和	個數	1115		1041		3830
	百分比	29.10%	27.20%	29.60%	14.10%	100.00%
Pearson 卡方值=21.606*		df=9	p=.011<.05			

* $p < .05$

William 與 Bruce (1983) 指出網球比賽的技術使用以第一發球和接發球最多。本研究結果發現除了法國公開賽，澳洲、溫布頓和美國等三個公開賽在「發接發段落」都高於「發接發效果持續段落」，而且百分比都接近 30%，澳洲公開賽更高達 32.5%，表示在這三個公開賽，有 30%以上的回合是在發球及接發球兩拍就決定出勝負；其次，四大公開賽在「發接發效果持續段落」的百分比都超過 25%，在這一階段

中，許多回合決定勝負的關鍵延續自前兩拍發球拍和接發球拍的擊球效果，幾乎可以說選手發球或接發球的表現也決定了第三、四拍的得失分，這代表了發球和接發球兩項技術表現對比賽勝負的重要性。

Richers (1995) 指出紅土球場因為球在觸地彈跳時反彈的高度較高而且速度會變慢，比較於草地球場較低的彈跳高度和較快的球速，致使了在紅土球場比賽時出現了較高比率的底線來回擊球策略。本研究結果也發現：在法國公開賽，「發接發段落」佔有最低的百分比 23.8%，「多拍段落」卻有 16.7%，是四大公開賽中最高的，表示在法國公開賽，競賽選手必須有比賽時間拉長、疲憊、失誤變多、以及球速變慢等的心理準備，而且具備多拍相持的能力在法國公開賽中是相當重要的。

三、每回合拉鋸時間之分析

表 4-1-4 為不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間描述統計摘要表。研究結果澳洲網球公開賽每回合拉鋸時間為 6.03 ± 2.56 秒、法國公開賽為 6.82 ± 2.57 秒、溫布頓公開賽為 5.99 ± 1.99 秒、美國公開賽為 6.04 ± 2.07 秒；法國公開賽女單競賽每回合拉鋸時間高於其他三個公開賽。

表 4-1-4 不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間描述統計摘要表

網球賽別	個數	平均數(秒)	標準差	最小值	最大值
澳洲公開賽	150	6.03	2.56	1.63	18.5
法國公開賽	124	6.82	2.57	2.75	15.25
溫布頓公開賽	150	5.99	1.99	2.5	11.38
美國公開賽	163	6.04	2.07	1.67	12
總和	587	6.19	2.31	1.63	18.5

表 4-1-5 為不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間變異數分析摘要表，檢定結果 F 值為 3.96， $p < .05$ ，拒絕虛無假設，接受對立假設 1-3「不同材質網球場地每回合平均拉鋸時間的差異達顯著水準」，表示四大網球公開賽在每回合平均拉鋸時間有顯著的差異。進行事後比較發現：法國網球公開賽每回合平均拉鋸時間顯著高於澳洲、溫布頓和美國公開賽。

表 4-1-5 不同網球賽別女單競賽每回合拉鋸時間變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
組間	62.61	3	20.87	3.96*	.008	2>1, 2>3, 2>4
組內	3071.34	583	5.27			
總和	3133.95	586				

註：* $p < .05$ 1.澳洲公開賽；2.法國公開賽；3.溫布頓公開賽；4.美國公開賽

O'Donoghue 與 Liddle (1998a) 年以 1996 年溫布頓公開賽（草地球場）和法國公開賽（紅土球場）男女單打競賽，從第三輪到決賽的過程進行時間變項的標記分析，指出法國公開賽的平均回合長度為 7.6 ± 6.7 秒，顯著高於溫布頓公開賽的 4.3 ± 2.7 秒，而且女子選手比男子選手長。

本研究結果發現法國公開賽每回合拉距時間為 6.82 秒，同樣顯著高於澳洲、溫布頓和美國公開賽，表示法國公開賽仍然因為其球場材質具有較高彈性恢復係數和摩擦係數的特性，球落地後彈跳得較慢、較高 (Brody, 1987)，底線來回的拍數較多，因此回合拉鋸時間最長，與之前的研究結果一致；但本研究結果也發現：溫布頓、澳洲和美國公開賽三者的回合拉距時間（5.99、6.03、6.04 秒）雖與法國公開賽達到顯著差異，但實際差距都不到 1 秒，明顯小於前述學者的研究結果，研究者推測這與本研究另一項擊球型態差異研究之發現：四大公開賽

底線上旋球和切球使用的百分比只相差 0.6%，且合計百分比都超過 94% 的結果有關：所以推測現今網球女單選手在四大公開賽競賽的戰術和策略運用的差異性縮小，都以底線進攻為主，所以每回合拉距時間差異不大；至於與法國公開賽每回合不到 1 秒的差異，則來自於彈跳於紅土球場每一拍的些微時間差累積而得。

四、擊球方向分布的分析

表 4-1-6 為不同網球賽別女單競賽擊球方向次數分配摘要表，澳洲網球公開賽有最高百分比（60.59%）的對角線擊球，其次為法國公開賽的（56.26%）和美國公開賽的（56.24%），最少的是溫布頓公開賽的（55.30%）；進行百分比同質性卡方檢定，檢定結果 $p < .05$ ，表示四大公開賽女單競賽在擊球方向分布的百分比有顯著差異，經過事後比較，檢定調整後殘差值發現：澳洲公開賽在對角線方向的擊球百分比顯著高於溫布頓公開賽，直線方向則相反，同樣也達到顯著差異。

表 4-1-6 不同網球賽別女單競賽擊球方向數分配摘要表

		擊球方向		總和
		直線	對角	
澳洲公開賽	個數	1197	1840	3037
	百分比	39.41%	60.59%	100%
	調整後的殘差	-4.46*	4.46*	
法國公開賽	個數	1121	1442	2563
	百分比	43.74%	56.26%	100%
	調整後的殘差	1.00	-1.00	
溫布頓公開賽	個數	1274	1576	2850
	百分比	44.70%	55.30%	100%
	調整後的殘差	2.26*	-2.26*	
美國公開賽	個數	1521	1955	3476
	百分比	43.76%	56.24%	100%
	調整後的殘差	1.25	-1.25	
總和	個數	5113	6813	11926
	百分比	42.87%	57.13%	100%
Pearson 卡方值=20.621*		df=3	p=.000<.05	

* $p < .05$

張清泉(1989) 提出網球作戰觀念的看法，認為網球選手可以善用球網高度中間比兩邊低以及對角線距離較長的特性，作為選擇擊球角度、高度和長度的參考，以增加進球率和攻擊力。本研究結果發現：四大公開賽都是以對角線擊球較多且百分比都超過 55%，直線方向的擊球相對較少。在不同公開賽方面，澳洲公開賽對角線擊球的百分比達到 60.5%最多，顯著高於直線球。研究結果與上述學者相符，可見網球選手都很瞭解也很善於利用球網特性來增加進球率和攻擊力。

研究者認為對角線擊球百分比比較高的原因除了球網特性之外，現今選手轉速快有時還帶有左、右側旋的上旋球，也增加了選手變線攻擊直線的風險，因此多數選手持續選擇失誤率較低的對角路線進行相持，再藉由突然的發力或偶而較偏的落點，造成對手擊球質量不佳或高度過高時進行攻擊。

五、擊球落點分布的分析

表 4-1-7 為不同網球賽別女單競賽擊球落點次數分配摘要表，法國公開賽擊球落點百分比的分布順序為：右後場（42.62%）>左後場（38.69%）>右前場（8.26%）>左前場（6.80%）>被截擊（3.63%）；美國公開賽擊球落點百分比的分布順序與法國公開賽相同：右後場（41.45%）>左後場（36.83%）>右前場（8.81%）>左前場（8.51%）>被截擊（4.40%）。澳洲公開賽擊球落點百分比的分布順序為：左後場（42.92%）>右後場（36.82%）>左前場（8.76%）>右前場（7.35%）>被截擊（4.16%）；溫布頓公開賽擊球落點百分比的分布順序為與澳洲公開賽相同：左後場（41.01%）>右後場（36.91%）>左前場（10.18%）>右前場（7.70%）>被截擊（4.20%）。

經過百分比同質性卡方檢定，檢定結果 $p < .05$ ，表示四大公開賽女單競賽在不同擊球落點所佔的百分比有顯著差異。事後比較發現：法國公開賽（42.62%）和美國公開賽（41.45%）擊球落點在右後場的百分比顯著高於澳洲公開賽（36.82%）和溫布頓公開賽（36.91%）；澳洲公開賽（42.92%）擊球落點在左後場的百分比顯著高於美國公開賽（36.83%）；溫布頓公開賽擊球落點在左前場（10.18%）的百分比顯著高於法國公開賽（6.80%）。

表 4-1-7 不同網球賽別女單競賽擊球落點次數分配摘要表

		擊球落點					總和
		右後場	左後場	右前場	左前場	被截擊	
澳洲公開賽	個數	1177	1372	235	280	133	3197
	百分比	36.82%	42.92%	7.35%	8.76%	4.16 %	100%
	調整後的殘差	-3.51*	4.20*	-1.70	0.35	0.11	
法國公開賽	個數	1140	1035	221	182	97	2675
	百分比	42.62%	38.69%	8.26%	6.80%	3.63%	100%
	調整後的殘差	3.80*	-1.29	0.44	-3.75*	-1.47	
溫布頓公開賽	個數	1098	1220	229	303	125	2975
	百分比	36.91%	41.01%	7.70 %	10.18%	4.20%	100%
	調整後的殘差	-3.23*	1.57	-0.82	3.52*	0.23	
美國公開賽	個數	1515	1346	322	311	161	3655
	百分比	41.45%	36.83%	8.81%	8.51%	4.40%	100%
	調整後的殘差	2.97*	-4.33*	1.99	-0.25	1.00	
總和	個數	4930	4973	1007	1076	516	12502
	百分比	39.43%	39.78%	8.05%	8.61%	4.13%	100%
Pearson 卡方值=65.220*		df=12	p=.000<.05				

* $p < .05$

張清泉（1989）提出網球作戰觀念的看法，認為儘量將球的落點控制在底線附近，使球彈跳後落在底線外面，可以將對手牽制在後場，減弱其攻擊力；同時可以善用球網高度中間比兩邊低以及對角線距離較長的特性，作為選擇擊球角度、高度和長度的參考，以增加進球率

和攻擊力。

本研究也發現：四大公開賽的擊球落點在後場的百分比都超過 77%，法國公開賽更高達 81.3%，表示網球競賽選手也認為將球的落點控制在後場底線附近是有利的；此外，在左、右球場的部分發現：法國公開賽與美國公開賽擊球落點落在右場區的百分比分別佔 1、3 名，左場區分佔 2、4 名，表示在法國公開賽與美國公開賽，競賽選手擊球落點較集中在對手的正手位置，而澳洲公開賽和溫布頓公開賽則正好相反，左場區分佔 1、3 名，右場區分佔 2、4 名，表示在澳洲公開賽和溫布頓公開賽，競賽選手擊球落點較集中在對手的反手位置。其中澳洲公開賽和美國公開賽在右後場和左後場落點的百分比都達到顯著的差異。

六、擊球型態分布的分析

表 4-1-8 為不同網球賽別女單競賽擊球型態次數分配摘要表，四大網球公開賽擊球型態的百分比分布前三位的順序一致，都是正手上旋球最多，其次是反手上旋球，然後是反手切球。以網球賽別為設計變項，以擊球型態做為反應變項，進行百分比同質性卡方檢定，檢定結果 $p < .05$ ，拒絕虛無假設，接受對立假設 1-5「不同材質網球場地擊球型態分布的差異達顯著水準」，表示女單競賽在四大網球公開賽擊球型態分布的百分比有差異。

經過事後比較發現：在正手上旋球部份，法國公開賽（52.38%）和美國公開賽（52.02%）顯著高於澳洲公開賽（48.02%）和溫布頓公開賽（48.82%）；在反手上旋球部份，澳洲公開賽（40.68%）顯著高於法國公開賽（34.26%）和美國公開賽（35.38%）；在正手切球部份，法

國公開賽（2.68%）顯著高於澳洲公開賽（1.69%）；在反手切球部份，溫布頓公開賽（6.90%）顯著高於澳洲公開賽（4.93%）；在網前截擊部份，溫布頓公開賽（2.80%）顯著高於澳洲公開賽（1.74%）；在高壓球部份，美國公開賽（1.18%）顯著高於溫布頓公開賽（0.47%）；在短吊球部份，溫布頓公開賽（0.91%）顯著高於美國公開賽（0.31%）。

表 4-1-8 不同網球賽別女單競賽擊球型態次數分配摘要表

		擊球型態								總和
		正手 上旋球	反手 上旋球	正手 切球	反手 切球	網前 截擊	高壓 球	高吊 球	短吊 球	
澳洲 公開賽	個數	1852	1569	65	190	67	23	68	23	3857
	百分比	48.02%	40.68%	1.69%	4.93%	1.74%	0.60%	1.76%	0.60%	100%
	調整後的 殘差	-3.31*	5.69*	-2.38*	-2.35*	-2.00*	-1.30	1.69	-0.04	
法國 公開賽	個數	1659	1085	85	189	58	21	49	21	3167
	百分比	52.38%	34.26%	2.68%	5.97%	1.83%	0.66%	1.55%	0.66%	100%
	調整後的 殘差	2.62*	-3.42*	2.25*	0.78	-1.35	-0.66	0.35	0.51	
溫布頓 公開賽	個數	1761	1332	71	249	101	17	43	33	3607
	百分比	48.82%	36.93%	1.97%	6.90%	2.80%	0.47%	1.19%	0.91%	100%
	調整後的 殘差	-2.05*	0.09	-0.94	3.63*	3.14*	-2.24*	-1.64	2.79*	
美國 公開賽	個數	2345	1595	107	232	98	53	64	14	4508
	百分比	52.02%	35.38%	2.37%	5.15%	2.17%	1.18%	1.42%	0.31%	100%
	調整後的 殘差	2.73*	-2.46*	1.14	-1.85	0.19	3.92*	-0.40	-3.01*	
總和	個數	7617	5581	328	860	324	114	224	91	15139
	百分比	50.31%	36.87%	2.17%	5.68%	2.14%	0.75%	1.48%	0.60%	100%
Pearson 卡方值=104.911*		df=21		p=.000<.05						

* $p < .05$

邱靖華（2000）指出抽球打法最不易出界，有效的擊球角度範圍最大，而且落地後彈跳低速度快，攻擊效果最佳。本研究結果也發現四大公開賽中選手使用上旋球的百分比都超過 85%，與上述學者的論

述相符；澳洲公開賽的正手上旋球百分比雖然只有 48.02%最少，但反手上旋球百分比 40.68%卻是最高的，合併計算上旋球百分比達到 88.7%，甚至高於其他三者，再對照擊球落點分布的百分比發現：澳洲公開賽左後場落點的百分比顯著高於其它三者，表示澳洲公開賽競賽勝負雙方選手都進行較多反手位置的攻擊。

另外，澳洲公開賽的反手切球比例最少，但反手上旋球的比例卻最高，表示選手寧願選擇較有攻擊性的反手上旋球來回擊反手位置的來球；法國公開賽因為球速較慢再加上場地具有讓選手可以滑步接球的特性，無形中增加了選手的防守範圍，也因此出現了最高百分比的正手切球和第二高的反手切球。

在本研究中，反手切球百分比最高的是溫布頓公開賽，而且其網前截擊的百分比分布也顯著高於最低的澳洲公開賽，印證了 Bill Murphy 與 Chet Murphy (1987) 年的研究：快速度的反手切球會以較低的軌道運動，而且彈跳時經常會產生滑動現象，角度很低、速度很快，迫使對手必須降低重心回擊，增加了回球的難度和失誤的機率，同時也迫使對手回擊時須向上將球拉起，使得球越過網子的高度增加，如此便可以讓上網的一方有較為充足的時間佔據較有利的截擊位置，提高截擊的成功率。

第二節 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)

女子網球選手擊球效果的差異

本節按照研究目的二之假設，分為八個部份去探討在不同材質網球場地及競賽結果，女子網球選手在發球、接發球等從第一拍至第八拍擊球效果上的差異。

一、發球效果

表 4-2-1 為不同網球賽別及競賽結果發球效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手發球效果的平均數以澳洲公開賽 0.044 ± 0.18 最高，其次是法國公開賽 0.02 ± 0.12 ，然後是美國公開賽的 -0.02 ± 0.16 和溫布頓公開賽的 -0.03 ± 0.16 ；落敗選手發球效果的平均數以澳洲公開賽 -0.114 ± 0.14 最低，其次是法國公開賽的 -0.06 ± 0.14 然後是美國公開賽的 -0.035 ± 0.10 和溫布頓公開賽的 -0.024 ± 0.013 。獲勝選手的發球效果的平均數僅澳洲公開賽和法國公開賽兩者為正數，美國公開賽和溫布頓公開賽都是負數；而全部落敗選手發球效果的平均數則全部均為負數，低於 0 分的中間值。在不同網球賽別部份：四大公開賽全部競賽選手發球效果的平均數全部為低於 0 分中間值的負數，最高的是法國公開賽的 -0.02 ，最低的是法國公開賽的 -0.035 。

表 4-2-1 不同網球賽別及競賽結果發球效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	盤數
澳洲公開賽	勝方	0.044	0.18	15
	負方	-0.114	0.14	15
	總和	-0.035	0.18	30
法國公開賽	勝方	0.020	0.12	15
	負方	-0.060	0.14	15
	總和	-0.020	0.13	30
溫布頓公開賽	勝方	-0.030	0.16	17
	負方	-0.024	0.13	17
	總和	-0.027	0.14	34
美國公開賽	勝方	-0.020	0.16	17
	負方	-0.035	0.10	17
	總和	-0.028	0.12	34
總和	勝方	0.002	0.15	64
	負方	-0.056	0.13	64
	總和	-0.027	0.14	128

表 4-2-2 為不同網球賽別及競賽結果發球效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 0.06， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在發球效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 6.16， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在發球效果上有顯著差異。

表 4-2-2 不同網球賽別及競賽結果發球效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.003	3	0.001	0.06	.981
競賽結果	0.121	1	0.121	6.16*	.014
賽別 * 結果	0.131	3	0.044	2.21	.090
誤差	2.362	120	0.020		
總和	2.700	128			

* $p<.05$

發球是整個網球比賽過程中唯一能由選手完全主導、掌控的擊球動作，也就是每一回合的開始，發球者便居於絕對的主動位置。O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 的研究發現女子單打選手在擁有發球權時比接發球得到更多的分數。由此可見，每個網球選手都很清楚發球在整個網球比賽過程中所佔的重要性，能夠在發球上佔據優勢便能夠增加獲勝的機會。

由於本研究的發球效果將一發和二發合併計算，所以真正影響發球效果為正數或負數的關鍵在於 Ace 球和發球雙誤的多寡。本研究結果發現獲勝和落敗選手在發球效果部分有顯著的差異，澳洲公開賽和法國公開賽獲勝選手的發球效果為正數，代表在這兩個公開賽，勝方選手發出的 Ace 數量超過雙誤；溫布頓和美國公開賽獲勝選手的發球效果為負數，表示勝方選手發出的雙誤數量超過 Ace；至於落敗選手的

平均數全為負數，則表示其 Ace 數量均超過雙誤球，且平均數越低表示兩者數量的差距越大。

至於在不同賽別的發球效果，本研究結果中並無差異，研究者認為倘若選手在發球上有其策略存在，那麼在每個規格相同的場地上都會貫徹一致的執行，採取強勢第一、第二發球的選手在不同的場地都同樣會發出較多的 Ace 球和雙誤球(O'Donoghue 與 Ingram, 2001)，所以在發球效果上沒有差異。

本研究同時發現：從第一拍到第八拍，女單競賽選手的擊球效果在不同網球賽別部份都沒有顯著的差異。研究者認為：擊球效果所呈現的數據顯示出競賽選手在各項技術執行的好壞，「人」的因素十分明顯，獲勝選手之所以獲勝自然也是這個原因；比賽時獲勝或落敗選手雙方都面對相同的客觀條件，所以擊球效果在不同的網球賽別上不至於有明顯的差異，因此在接下來的各拍討論中將不再討論不同網球賽別的擊球效果。

二、接發球效果

表 4-2-3 不同網球賽別及競賽結果接發球效果描述統計摘要表，在不同競賽結果部份，獲勝選手接發球效果的平均數均為低於 0 分中間值的負數，但以澳洲公開賽的-0.004 最高；落敗選手發球效果的接發球效果的平均數均為負數，其中以溫布頓公開賽的-0.144 最低。在網球賽別部份：四大公開賽全部競賽選手的效果亦全部為低於 0 分中間值的負數，最高的是法國公開賽的-0.06，最低的是溫布頓公開賽的-0.104。

表 4-2-3 不同網球賽別及競賽結果接發球效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	盤數
澳洲公開賽	勝方	-0.004	0.16	15
	負方	-0.137	0.18	15
	總和	-0.070	0.18	30
法國公開賽	勝方	-0.069	0.13	15
	負方	-0.051	0.17	15
	總和	-0.060	0.15	30
溫布頓公開賽	勝方	-0.065	0.14	17
	負方	-0.144	0.14	17
	總和	-0.104	0.14	34
美國公開賽	勝方	-0.056	0.24	17
	負方	-0.132	0.14	17
	總和	-0.094	0.20	34
總和	勝方	-0.049	0.17	64
	負方	-0.117	0.16	64
	總和	-0.083	0.17	128

表 4-2-4 為不同網球賽別及競賽結果接發球效果變異數分析摘要表，檢定結果在不同網球賽別部份的 F 值為 0.49， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在接發球效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 5.26， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在接發球效果上有顯著差異。

表 4-2-4 不同網球賽別及競賽結果接發球效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.040	3	0.013	0.49	.690
競賽結果	0.144	1	0.144	5.26*	.024
賽別 * 結果	0.089	3	0.030	1.08	.358
誤差	3.294	120	0.027		
總和	4.459	128			

* $p<.05$

Isaacsc 與 Finch (1983) 說過，即使贏得了每個發球局，但想要獲勝，至少也須破一次對方的發球局，所以每一個選手都有積極搶下對

手發球局的強烈企圖心。劉青（2005）也提到隨著接發球技術的不斷提高，頂尖網球運動員在接發球局時，已經開始逐步的將整個攻守轉換的反擊時間提前，除了積極嘗試在接第一發球時擊出速度快、角度大和落點佳等更具攻擊性的回球之外，甚至會選擇接第二發球的機會積極隨球上網或發力搶攻。

本研究結果顯示，獲勝選手在接發球拍的擊球效果明顯優於落敗選手，同時在不同網球賽別或是在競賽結果的勝負雙方，其接發球效果的平均值皆為負數，低於中間值，表示不論在不同材質場地、或即使是獲勝選手，在接發球拍的效果都不好，這印證了在網球比賽中接發球乃是屬於最被動的一拍。每個接發球選手站上接球區，首先必須面對的便是頂尖選手速度快、落點精準的第一發球，想要擊出具攻擊性的回球相當困難；許多選手都企圖把握第二發球來做較積極的回球攻擊，然而第二發球也許速度稍慢，但旋轉變強、擊球型態也更富變化、甚至可能發球者連第二發球都採取強勢的發球(O'Donoghue & Ingram, 2001)，所以在搶攻的意識下，失誤也同時相對的提高，想在接發球拍上取得優勢並不容易。

三、第三拍效果

表 4-2-5 為不同網球賽別及競賽結果第三拍效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手第三拍效果的平均數都是正數，高於 0 分的中間值。其中以法國公開賽 0.251 ± 0.22 最高，其次是澳洲公開賽 0.22 ± 0.28 ，然後是溫布頓公開賽 0.207 ± 0.15 和美國公開賽 0.067 ± 0.14 ；落敗選手第三拍效果的平均數都是負數，低於 0 分的中間值，其中以澳洲公開賽 -0.036 ± 0.14 最低，其次美國公開賽 -0.022 ± 0.23 ，然後是法

國公開賽 -0.014 ± 0.28 和溫布頓公開賽 -0.005 ± 0.17 。在網球賽別部份：四大公開賽全部競賽選手的效果亦全部為高於 0 分中間值的正數，最高的是法國公開賽的 0.118，最低的是美國公開賽的 0.023。

表 4-2-5 不同網球賽別及競賽結果第三拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	盤數
澳洲公開賽	勝方	0.220	0.28	15
	負方	-0.036	0.14	15
	總和	0.092	0.26	30
法國公開賽	勝方	0.251	0.22	15
	負方	-0.014	0.28	15
	總和	0.118	0.28	30
溫布頓公開賽	勝方	0.207	0.15	17
	負方	-0.005	0.17	17
	總和	0.101	0.19	34
美國公開賽	勝方	0.067	0.14	17
	負方	-0.022	0.23	17
	總和	0.023	0.19	34
總和	勝方	0.183	0.21	64
	負方	-0.019	0.21	64
	總和	0.082	0.23	128

表 4-2-6 為不同網球賽別及競賽結果第三拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 1.35， $p > .05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第三拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 31.27， $p < .05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第三拍效果上有顯著差異。

表 4-2-6 不同網球賽別及競賽結果第三拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.174	3	0.058	1.35	.261
競賽結果	1.346	1	1.346	31.27*	.000
賽別 * 結果	0.161	3	0.054	1.25	.295
誤差	5.163	120	0.043		
總和	7.668	128			

* $p < .05$

王鶴森、林偉毅、趙曉涵（2005）歸納出現今選手在第一發球策略上有兩個傾向：一個是以大角度的外角發球將對手拉出場外，以製造攻擊另一個方向空檔的機會；另一個則是利用發向中線較短的距離，獲得較快的球速，迫使對手產生接球失誤。由此可見發球最佳的結果當然是 Ace 球致勝，其次是接球者第二拍回球直接失誤，而若是發球可以致使對方擊出質量不佳，讓發球者可以在第三拍輕鬆致勝的回球，肯定也是發球者希望的結果。

本研究結果發現：獲勝選手第三拍的擊球效果顯著的優於落敗選手（全部低於 0 分的中間值），且得分平均數以澳洲公開賽和法國公開賽最高，而發球效果的平均數同樣以澳洲公開賽和法國公開賽最高。所以整體來說，由於第三拍經常延續發球所帶來的優勢，所以較有機會採取主動且強勢的壓迫性擊球，因此在擊球的效果經常優於其他各拍。本研究結果中，四個公開賽的落敗選手在原本應該處於主導地位的第三拍，擊球效果卻都低於 0 分，應該就是輸球的主要關鍵。

四、第四拍效果

表 4-2-7 為不同網球賽別及競賽結果第四拍效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手第四拍效果的平均數都是正數，高於 0 分的中間值，其中以美國公開賽的 0.063 最高；落敗選手第四拍效果的平均數只有法國公開賽和溫布頓公開賽是負數，以法國公開賽的-0.214 最低。在網球賽別部份：美國公開賽和澳洲公開賽的第四拍效果的平均數為正數，法國公開賽和溫布頓公開賽為負數，最高的是美國公開賽的 0.045，最低的是法國公開賽的-0.098。

表 4-2-7 不同網球賽別及競賽結果第四拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	盤數
澳洲公開賽	勝方	0.035	0.14	15
	負方	0.007	0.24	15
	總和	0.021	0.19	30
法國公開賽	勝方	0.017	0.26	15
	負方	-0.214	0.23	15
	總和	-0.098	0.27	30
溫布頓公開賽	勝方	0.044	0.28	17
	負方	-0.102	0.35	17
	總和	-0.029	0.32	34
美國公開賽	勝方	0.063	0.23	17
	負方	0.027	0.20	17
	總和	0.045	0.22	34
總和	勝方	0.041	0.23	64
	負方	-0.069	0.27	64
	總和	-0.014	0.26	128

表 4-2-8 為不同網球賽別及競賽結果第四拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 2.01， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第四拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 6.20， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第四拍效果上有顯著差異。

表 4-2-8 不同網球賽別及競賽結果第四拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.377	3	0.126	2.01	.117
競賽結果	0.389	1	0.389	6.20*	.014
賽別 * 結果	0.217	3	0.072	1.16	.329
誤差	7.515	120	0.063		
總和	8.515	128			

* $p<.05$

與第三拍的擊球效果相同的道理，第四拍可以延續接發球所帶來的優勢，所以若接球者能夠擊出較有速度或角度等壓迫到發球者的回發球，便有機會在第四拍採取較主動且強勢的擊球，所以第四拍的擊

球效果有可能會與第二拍的效果有部份程度的正相關或者和對方第三拍的擊球效果有負相關，但是本研究結果除了發現獲勝選手在第四拍的擊球效果明顯的優於落敗的選手之外，就找不第四拍擊球效果與前兩拍有明顯的關聯，研究者認為原因可能出在比賽時有許多的回合在第三拍甚至第二拍就結束了，在資料不連續的情形下，想勉強找出其與第四拍間的關聯，恐怕會有所誤差。

五、第五拍效果

表 4-2-9 為不同網球賽別及競賽結果第五拍效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手第五拍效果的平均數都是正數，高於 0 分的中間值，其中以法國公開賽的 0.22 最高；落敗選手第五拍效果的平均數只有溫布頓公開賽是正數，其他三個都是負數，其中以澳洲公開賽-0.18 最低。在網球賽別部份：只有澳洲公開賽第五拍效果的平均數-0.06 是負數最低，其他三個為正數，最高的是溫布頓公開賽的 0.113。

表 4-2-9 不同網球賽別及競賽結果第五拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	盤數
澳洲公開賽	勝方	0.06	0.30	15
	負方	-0.18	0.29	15
	總和	-0.06	0.31	30
法國公開賽	勝方	0.22	0.20	15
	負方	-0.09	0.42	15
	總和	0.06	0.36	30
溫布頓公開賽	勝方	0.16	0.32	17
	負方	0.07	0.27	17
	總和	0.11	0.29	34
美國公開賽	勝方	0.10	0.29	17
	負方	-0.02	0.31	17
	總和	0.04	0.30	34
總和	勝方	0.13	0.28	64
	負方	-0.05	0.33	64
	總和	0.04	0.32	128

表 4-2-10 為不同網球賽別及競賽結果第五拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 1.89， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第五拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 12.55， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第五拍效果上有顯著差異。

表 4-2-10 不同網球賽別及競賽結果第五拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.523	3	0.174	1.89	.135
競賽結果	1.158	1	1.158	12.55*	.001
賽別 * 結果	0.257	3	0.086	0.93	.428
誤差	11.066	120	0.092		
總和	13.144	128			

* $p<.05$

本研究結果同樣發現獲勝選手在第五拍的擊球效果，明顯的優於落敗選手，並且都高於 0 分的中間值，表示獲勝選手在第五拍的擊球表現還是比較具有攻擊性，所獲得的結果也比較令人滿意。

六、第六拍效果

表 4-2-1 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手第六拍效果的平均數都是正數，其中以溫布頓公開賽的 0.168 最高；落敗選手第六拍效果的平均數都是負數，其中以美國公開賽的-0.196 最低。在網球賽別部份：只有法國公開賽第六拍效果的平均數 0.01 為正數最高，其他三個為負數，最低的是美國公開賽的-0.082。

表 4-2-11 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	0.094	0.37	15
	負方	-0.107	0.37	15
	總和	-0.006	0.37	30
法國公開賽	勝方	0.092	0.32	15
	負方	-0.071	0.32	15
	總和	0.010	0.33	30
溫布頓公開賽	勝方	0.168	0.21	17
	負方	-0.182	0.40	17
	總和	-0.007	0.36	34
美國公開賽	勝方	0.031	0.41	17
	負方	-0.196	0.35	17
	總和	-0.082	0.39	34
總和	勝方	0.096	0.33	64
	負方	-0.142	0.36	64
	總和	-0.023	0.36	128

表 4-2-12 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 0.47， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第六拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 14.64， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第六拍效果上有顯著差異。

表 4-2-12 不同網球賽別及競賽結果第六拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.169	3	0.056	0.47	.705
競賽結果	1.763	1	1.763	14.64*	.000
賽別 * 結果	0.158	3	0.053	0.44	.726
誤差	14.447	120	0.120		
總和	16.661	128			

* $p<.05$

本研究結果同樣發現獲勝選手在第六拍的擊球效果，明顯的優於落敗選手，並且也都高於 0 分的中間值，表示即使已經到了第六拍，獲勝選手的擊球效果和威脅性還是比落敗選手來得好。

七、第七拍效果

表 4-2-13 不同網球賽別及競賽結果第七拍效果描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手第七拍效果的平均數以溫布頓公開賽的 0.152 最高，最低的是澳洲公開賽的-0.194，落敗選手第七拍效果的平均數以澳洲公開賽的 0.124 最高，最低的是溫布頓公開賽的-0.152。在網球賽別部份：只有法國公開賽第七拍效果的平均數 0.002 為正數最高，其他三個為負數，最低的是澳洲公開賽的-0.035。

表 4-2-13 不同網球賽別及競賽結果第七拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	-0.194	0.31	15
	負方	0.124	0.41	15
	總和	-0.035	0.39	30
法國公開賽	勝方	0.058	0.40	15
	負方	-0.054	0.37	15
	總和	0.002	0.38	30
溫布頓公開賽	勝方	0.152	0.55	17
	負方	-0.157	0.39	17
	總和	-0.003	0.50	34
美國公開賽	勝方	-0.013	0.41	17
	負方	0.003	0.39	17
	總和	-0.005	0.39	34
總和	勝方	0.005	0.44	64
	負方	-0.025	0.39	64
	總和	-0.010	0.41	128

表 4-2-14 為不同網球賽別及競賽結果第七拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 0.05， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第七拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 0.09， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第七拍效果上也沒有顯著差異。

表 4-2-14 不同網球賽別及競賽結果第七拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.026	3	0.009	0.05	.984
競賽結果	0.015	1	0.015	0.09	.763
賽別 * 結果	0.633	3	0.244	1.25	.054
誤差	20.093	120	0.167		
總和	21.792	128			

* $p < .05$

從第一(發球)拍開始到第六拍的擊球效果，研究結果呈現的都是獲勝選手顯著的優於落敗選手，但是本研究結果發現第七拍擊球效果不僅在不同網球賽別未達到明顯的差異，連競賽結果勝負方都未達顯著水準，表示獲勝選手在第七拍的擊球表現，並沒有明顯的優勢，和落敗選手的擊球效果表現接近。

本研究 4-1 的結果發現：四大公開賽平均每回合的擊球拍數是 4.84 拍，比 7 拍少很多；研究 4-2 的結果也發現：四大公開賽在前四拍就決定出勝負的回合數佔了 56.3%，超過一半。因此研究者認為：網球比賽從發球拍和接球拍開始，競賽雙方每一拍的擊球效果都對次一拍對手的擊球產生影響，並且為自己的下下拍奠定了基礎，而前四拍就是這些影響性最顯著的階段；然而倘若這些主動創造出來的優勢或被壓迫而產生的劣勢未能立即決定出勝負，那麼就必須再重新尋找機會，比賽就會進入「相持階段」或「多拍階段」，所以研究者認為第七拍已經脫離前四拍影響最顯著的階段，勝負雙方都不再佔有絕對的優勢，所以在擊球效果沒有顯著的差異。

八、第八拍效果

表 4-2-15 不同網球賽別及競賽結果第八拍效果描述統計摘要表，

在競賽結果部份：獲勝選手第八拍效果的平均數都是負數，低於 0 分的中間值，其中以溫布頓公開賽的-0.004 最高，澳洲公開賽的-0.039 最低；落敗選手第八拍效果的平均數以澳洲公開賽高於 0 分中間值的 0.068 最高，最低的是法國公開賽的-0.145。在網球賽別部份：只有澳洲公開賽第八拍效果的平均數 0.012 為正數最高，其他三個為負數，最低的是法國公開賽的-0.086。

表 4-2-15 不同網球賽別及競賽結果第八拍效果描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	-0.039	0.58	15
	負方	0.068	0.52	14
	總和	0.012	0.54	29
法國公開賽	勝方	-0.023	0.54	14
	負方	-0.145	0.81	15
	總和	-0.086	0.69	29
溫布頓公開賽	勝方	-0.004	0.65	17
	負方	-0.142	0.69	17
	總和	-0.073	0.66	34
美國公開賽	勝方	-0.028	0.47	17
	負方	0.035	0.45	17
	總和	0.003	0.45	34
總和	勝方	-0.023	0.55	63
	負方	-0.048	0.62	63
	總和	-0.036	0.59	126

表 4-2-16 為不同網球賽別及競賽結果第八拍效果變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 0.222， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在第八拍效果沒有顯著差異；在競賽結果部份的 F 值為 0.045， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示獲勝和落敗選手在第八拍效果上也沒有顯著差異。

表 4-2-16 不同網球賽別及競賽結果第八拍效果變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	0.238	3	0.079	0.222	0.881
競賽結果	0.016	1	0.016	0.045	0.833
賽別 * 結果	0.369	3	0.123	0.344	0.794
誤差	42.214	118	0.358		
總和	43.000	126			

* $p < .05$

本研究結果發現第八拍擊球效果與第七拍相同，不僅在不同網球賽別未達到明顯的差異，連競賽結果勝負方都未達顯著水準，表示獲勝選手在第八拍的擊球表現，並沒有明顯的優勢，和落敗選手的擊球效果表現接近。

第三節 不同材質網球場地及競賽結果(獲勝、落敗)

女子網球選手得分型態的差異

一、發球得分的分析

表 4-3-1 為不同網球賽別及競賽結果發球得分描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手發球得分的平均數以澳洲公開賽為 8.67 ± 3.64 最高，其次為美國公開賽的 8.29 ± 3.01 ，然後是溫布頓公開賽的 7.29 ± 2.95 和法國公開賽的 4.47 ± 2.46 ；落敗選手發球得分的平均數同樣以澳洲公開賽的 6.87 ± 3.22 最高，其次是美國公開賽的 6.65 ± 4.57 ，然後是溫布頓公開賽的 5.82 ± 2.77 和法國公開賽的 4.47 ± 1.89 。在網球賽別部份：四大公開賽競賽選手發球得分的平均數以澳洲公開賽的 7.77 ± 3.53 最高，法國公開賽的 4.47 ± 2.16 最低。

表 4-3-1 不同網球賽別及競賽結果發球得分描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	8.67	3.64	15
	負方	6.87	3.29	15
	總和	7.77	3.53	30
法國公開賽	勝方	4.47	2.48	15
	負方	4.47	1.89	15
	總和	4.47	2.16	30
溫布頓公開賽	勝方	7.29	2.95	17
	負方	5.82	2.77	17
	總和	6.56	2.92	34
美國公開賽	勝方	8.29	3.08	17
	負方	6.65	4.57	17
	總和	7.47	3.93	34
總和	勝方	7.22	3.40	64
	負方	5.97	3.36	64
	總和	6.59	3.42	128

表 4-3-2 為不同網球賽別及競賽結果發球得分變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 6.66， $p < .05$ ，達到顯著水準，表示四大公開賽在發球得分上有顯著差異，進行事後比較發現：澳洲公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽在發球得分部份，分別顯著優於法國公開賽。在競賽結果部份的 F 值為 4.74， $p < .05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在發球得分上也有顯著差異。

表 4-3-2 不同網球賽別及競賽結果發球得分變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
網球賽別	203.189	3	67.730	6.66*	0.000	1>2,3>2,4>2
競賽結果	48.178	1	48.178	4.74*	0.031	
賽別 * 結果	15.741	3	5.247	0.52	0.672	
誤差	1219.945	120	10.166			
總和	7054	128				

註：* $p < .05$ 1.澳洲公開賽；2.法國公開賽；3.溫布頓公開賽；4.美國公開賽

本研究結果發現：獲勝選手在發球上明顯的比落敗選手贏得更多的分數且達到顯著的差異，比對雙方選手在擊球效果的研究結果可以

發現：獲勝選手在發球的效果顯著優於落敗選手，而且落敗選手在接發球拍的擊球效果平均數也都低於 0 分中間值；另外，落敗選手共發出 60 次 Ace 球和 98 次雙誤球，而獲勝選手共發出 105 次 Ace 球和 96 次的雙誤球，在 Ace 球的得分數量上便已相差懸殊。

O'Donoghue 與 Ingram (2001) 研究發現男子單打選手在發球項目比女子單打選手有顯著較多的 Ace 球、發球致勝球，但是同時也有較多的發球雙誤，他們推測這是男子選手在第一和第二發球都採取強勢發球，以可以接受的雙誤數量，換取更高的發球分贏率（王鶴森，2006）。研究者推測部份網球女單選手也開始採取強勢二發的策略，雖然雙發失誤球也會增加，但是強勢發球除了直接的 Ace 得分，肯定也能創造許多的接發球直接失誤，因此會出現發球雙誤和發球得分都增加的結果。

Hohnr (1987)指出：硬地球場和草地球場的得分技術中以發球佔了最高比例，而紅土球場的得分技術中則以底線抽擊球比例最高，這說明了雖然主要擊球技術都相同，但針對不同特性的網球場地，實際應用時在比例上有差別。

在不同網球賽別發球得分部分本研究結果發現：法國公開賽在發球得分的平均數只有 4.476 分，在整體得分百分比上也只佔了 18.3%，都是四大公開賽中最低的。研究者認為由於紅土球場的彈性恢復係數 (Coefficient of Restitution) 和摩擦係數 (Coefficient of Friction) 都高於其它三者，因此在法國公開賽，發球方擊出的球落地後便受到這兩種特質的影響，使得球速變慢、彈跳變高，雖然差距並不多，但仍然增加了接球員反應的時間，所以使得法國公開賽的發球得分數明顯少於澳洲、美國和溫布頓公開賽等硬地和草地球場。

二、接發球得分的分析

表 4-3-3 為不同網球賽別及競賽結果接發球得分描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手接發球得分的平均數以澳洲公開賽的 5.47 最高，其次為美國公開賽的 4.65，然後是法國公開賽的 3.93 和溫布頓公開賽的 3.29；落敗選手接發球得分的平均數以美國公開賽的 3.65 最高，法國公開賽的 1.80 最低；在網球賽別部份：四大公開賽競賽選手接發球得分的平均數以澳洲公開賽的 4.43 最高，法國公開賽的 2.87 最低。

表 4-3-3 不同網球賽別及競賽結果接發球得分描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	5.47	2.67	15
	負方	3.40	1.99	15
	總和	4.43	2.54	30
法國公開賽	勝方	3.93	1.87	15
	負方	1.80	1.52	15
	總和	2.87	2.00	30
溫布頓公開賽	勝方	3.29	1.72	17
	負方	3.06	1.68	17
	總和	3.18	1.68	34
美國公開賽	勝方	4.65	2.09	17
	負方	3.65	1.77	17
	總和	4.15	1.97	34
總和	勝方	4.31	2.21	64
	負方	3.00	1.84	64
	總和	3.66	2.13	128

表 4-3-4 為不同網球賽別及競賽結果接發球得分變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 4.71， $p < .05$ ，達到顯著水準，表示四大公開賽在接發球得分上有顯著差異，進行事後比較發現：澳洲公開賽在接發球得分部份，顯著優於法國公開賽和溫布頓公開賽；美國公開賽在接發球得分部份，顯著優於法國公開賽和溫布頓公開

賽。在競賽結果部份的 F 值為 15.73， $p < .05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在接發球得分上有顯著差異。

表 4-3-4 不同網球賽別及競賽結果接發球得分變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
網球賽別	52.836	3	17.612	4.71*	0.004	1>2,1>3 4>2,4>3
競賽結果	58.854	1	58.854	15.73*	0.000	
賽別 * 結果	20.012	3	6.671	1.78	0.154	
誤差	448.902	120	3.741			
總和	2288	128				

註：* $p < .05$ 1.澳洲公開賽；2.法國公開賽；3.溫布頓公開賽；4.美國公開賽

本研究結果發現：獲勝選手在接發球的得分上明顯的高於落敗選手，比對雙方選手在擊球效果的研究結果可以發現：落敗選手在發球的效果顯著低於獲勝選手，而且所得到的平均數為負數，而獲勝選手在接發球的效果雖然平均數也低於 0 分，但仍然顯著優於落敗選手，所以會比落敗選手在接發球拍贏得更多的分數。

在不同網球賽別部份發現：澳洲公開賽和美國公開賽競賽選手的接發球得分平均數都分別顯著高於法國公開賽和溫布頓公開賽。雖然澳洲公開賽和美國公開賽在接發球得分所佔的百分比分居四大公開賽的第一和第二位，雖然在回合數上稍多，但並未達到顯著差異。從場地材質部分探討，研究者認為法國公開賽的紅土球場和溫布頓公開賽的天然草地球場在彈性恢復係數 (Coefficient of Restitution) 和摩擦係數 (Coefficient of Friction) 恰恰分布於兩端 (最高和最低)，因此法國公開賽若是因為回發球的球速慢、彈跳高而不容易擊出足以致勝的一拍；則溫布頓公開賽便是因為對方發球員所發出的球速度快、彈跳低，想要回發到接發球員所設定位置的難度太高，所以出現這樣的結果。

三、網前得分的分析

表 4-3-5 為不同網球賽別及競賽結果網前得分描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手網前得分的平均數以澳洲公開賽的 3.53 最高，其次為溫布頓公開賽的 3.29，然後是美國公開賽的 2.94 和法國公開賽的 2.40；落敗選手網前得分的平均數以溫布頓公開賽的 2.53 最高，法國公開賽的 1.80 最低。在網球賽別部份：四大公開賽競賽選手網前得分的平均數以澳洲公開賽的 2.93 最高，法國公開賽的 2.10 最低。

表 4-3-5 不同網球賽別及競賽結果網前得分描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	3.53	2.17	15
	負方	2.33	1.88	15
	總和	2.93	2.08	30
法國公開賽	勝方	2.40	1.60	15
	負方	1.80	1.37	15
	總和	2.10	1.49	30
溫布頓公開賽	勝方	3.29	1.90	17
	負方	2.53	1.91	17
	總和	2.91	1.91	34
美國公開賽	勝方	2.94	2.16	17
	負方	2.29	1.72	17
	總和	2.62	1.95	34
總和	勝方	3.05	1.97	64
	負方	2.25	1.72	64
	總和	2.65	1.89	128

表 4-3-6 為不同網球賽別及競賽結果網前得分變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 1.33， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在網前得分上沒有顯著差異。在競賽結果部份的 F 值為 5.94， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在網前得分上有顯著差異。

表 4-3-6 不同網球賽別及競賽結果網前得分變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	13.848	3	4.616	1.33	0.267
競賽結果	20.550	1	20.550	5.94*	0.016
賽別 * 結果	1.709	3	0.570	0.17	0.920
誤差	415.302	120	3.461		
總和	1349	128			

* $p < .05$

本研究結果發現：獲勝選手網前得分的平均數明顯的高於落敗選手，表示獲勝選手在攻擊網前時贏得比落敗選手選手更多的分數，基於這個結果，研究者認為獲勝選手可能在攻擊網前的次數高於落敗選手，表示其在擊球策略的選擇上比落敗選手更富於變化，無形中增加對手競賽時的壓力；或者是其攻擊網前的成功率較高，這又表示獲勝選手在進攻時機的掌握優於落敗選手，所以能成為獲勝的一方。

O'Donoghue 與 Ingram (2001)提出：慢速球場在上網截擊的前一球比較難爭取到足夠的時間讓上網者移動到網前，同時又能施與對手相當程度的壓力，因此被對手擊出成功的穿越球或高吊球的風險增加，所以在法國網球公開賽或澳洲網球公開賽，網球選手較不願意採取上網策略。O'Donoghue 與 Liddle (1998b) 年以 1996 年溫布頓公開賽（草地球場）和法國公開賽（紅土球場）男女單打競賽，從第三輪到決賽的過程分析頂尖女子單打選手在紅土球場和草地球場比賽網前得分的差異發現頂尖女子單打選手在草地球場比紅土球場有更多的發球分和網前得分。

在不同賽別網前得分部分本研究結果發現：法國公開賽網前得分的百分比為 8.6%，與澳洲公開賽同樣排在第二位，但是平均數卻是四大公開賽中最少的，雖未達到顯著差異的水準，但是仍明顯的低於其它三者，研究者認為除了與上述學者相同的原因外，另一個可能的原因是紅土球場上較慢、較高的彈跳球和選手滑步接球的因素，而使得

網前截擊球直接致勝的次數減少。

四、底線擊球得分的分析

表 4-3-7 為不同網球賽別及競賽結果底線得分描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手底線得分的平均數以美國公開賽的 19.412 最高，其次為澳洲公開賽的 17.067，然後是法國公開賽的 17.000 和溫布頓公開賽的 16.941；落敗選手底線得分的平均數以澳洲公開賽的 16.133 最高，法國公開賽的 10.933 最低。在網球賽別部份：四大公開賽競賽選手底線得分的平均數以美國公開賽的 17.029 最高，法國公開賽的 13.967 最低。

表 4-3-7 不同網球賽別及競賽結果底線得分描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	17.07	6.12	15
	負方	16.13	7.46	15
	總和	16.60	6.72	30
法國公開賽	勝方	17.00	3.70	15
	負方	10.93	4.51	15
	總和	13.97	5.10	30
溫布頓公開賽	勝方	16.94	5.23	17
	負方	11.00	4.72	17
	總和	13.97	5.76	34
美國公開賽	勝方	19.41	5.37	17
	負方	14.65	7.90	17
	總和	17.03	7.08	34
總和	勝方	17.64	5.18	64
	負方	13.16	6.60	64
	總和	15.40	6.32	128

表 4-3-8 為不同網球賽別及競賽結果底線得分變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 2.62， $p>.05$ ，未達顯著水準，表示四大公開賽在底線得分上沒有顯著差異。在競賽結果部份的 F 值為 18.58， $p<.05$ ，達到顯著水準，表示獲勝和落敗選手在底線得分上有顯著差異。

表 4-3-8 不同網球賽別及競賽結果底線得分變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
網球賽別	264.572	3	88.191	2.62	0.054
競賽結果	624.547	1	624.547	18.58*	0.000
賽別 * 結果	132.059	3	44.020	1.31	0.275
誤差	4034.541	120	33.621		
總和	35425	128			

* $p < .05$

本研究結果發現：獲勝選手底線得分的平均數明顯的高於落敗選手，表示獲勝選手在底線攻擊時贏得比落敗選手更多的分數，由於底線來回擊球的飛行距離較長、時間較久，競賽選手有較充裕的時間回到球場中央位置準備擊球，選手必須擊出速度、角度和深度都具有威脅性的球才能創造得分的機會，因此這表示獲勝選手在這三項要素的掌握及執行的效果都明顯優於落敗的選手。

O'Donoghue 與 Liddle (1998b)研究發現：底線來回擊球是網球比賽中運用次數最多的，在法國公開賽中底線來回擊球的得分比率更是超過 50%，而其中又以抽球為使用頻率最高的擊球方式。本研究結果發現美國公開賽底線得分的平均數是四大公開賽中最高的，與前述學者不同，經過比對拍數後發現：美國公開賽扣除發球、接發球拍後的總拍數有 793 拍，而法國公開賽是最少的，只有 487 拍，兩者擊球拍數相差甚鉅，因此造成平均數的高低錯覺；更進一步比對本研究四大公開賽得分型態的百分比後發現：法國公開賽底線得分所佔的百分比高達 57.1%，是其中最高的，差異達到顯著水準；所以底線來回仍然是網球比賽主要的得分方式，而本研究結果也和 Richers (1995) 所指出的紅土球場因為球在觸地彈跳時反彈的高度較高而且速度會變慢，比較於草地球場較低的彈跳高度和較快的球速，因此會有較高比率的底線來回擊球策略的研究結果相一致。

五、對手雙誤得分的分析

表 4-3-9 為不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分描述統計摘要表，在競賽結果部份：獲勝選手因對手雙誤得分的平均數以澳洲公開賽的 2.333 最高，其次為法國公開賽的 1.333，然後是溫布頓公開賽的 1.294 和美國公開賽的 1.235；落敗選手因對手雙誤得分的平均數以澳洲公開賽的 2.20 最高，法國公開賽的 0.80 最低。在網球賽別部份：四大公開賽競賽選手因對手雙誤得分的平均數以澳洲公開賽的 2.267 最高，法國公開賽的 1.067 最低。

表 4-3-9 不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分描述統計摘要表

網球賽別	競賽結果	平均數	標準差	個數
澳洲公開賽	勝方	2.33	1.35	15
	負方	2.20	1.61	15
	總和	2.27	1.46	30
法國公開賽	勝方	1.33	1.29	15
	負方	0.80	0.94	15
	總和	1.07	1.14	30
溫布頓公開賽	勝方	1.29	1.40	17
	負方	1.24	1.03	17
	總和	1.27	1.21	34
美國公開賽	勝方	1.24	1.25	17
	負方	1.82	1.55	17
	總和	1.53	1.42	34
總和	勝方	1.53	1.37	64
	負方	1.52	1.39	64
	總和	1.52	1.37	128

表 4-3-10 為不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分變異數分析摘要表，檢定結果在網球賽別部份的 F 值為 4.79， $p < .05$ ，達顯著水準，表示四大公開賽在因對手雙誤得分上有顯著差異，進行事後比較發現：澳洲公開賽在因對手雙誤得分部份，分別顯著高於法國公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽。在競賽結果部份的 F 值為 0.02， $p > .05$ ，未達顯著水準，表示獲勝和落敗選手在對手雙誤得分上沒有顯著差異。

表 4-3-10 不同網球賽別及競賽結果對手雙誤得分變異數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
網球賽別	25.108	3	8.369	4.79*	.003	1>2,1>3,1>4
競賽結果	0.038	1	0.038	0.02	.884	
賽別 * 結果	5.229	3	1.743	1.00	.396	
誤差	209.584	120	1.747			
總和	537	128				

註：* $p < .05$ 1.澳洲公開賽；2.法國公開賽；3.溫布頓公開賽；4.美國公開賽

本研究結果發現：四個公開賽中獲勝和落敗選手雙方在因對手雙誤而得分的平均數並沒有明顯的差異，進一步比對發現四大公開賽落敗選手所發出 Ace 球和雙誤球的次數為 60 次和 98 次，可見落敗選手在發球拍送給對手不少分數；而獲勝選手發出 Ace 球和雙誤球的次數為 105 次和 96 次，表現優於落敗選手。但是仔細比對會發現雙方在雙發失誤的數量上幾乎一樣，獲勝選手之所以在發球拍的效果顯著優於落敗選手，原因全在於數量龐大的 Ace 球，但是由於本研究只討論雙發失誤的部份，因此才會出現沒有差異這樣的結果。

對照四大公開賽不同型態得分數的百分比發現：四大公開賽在對手雙誤得分的百分比相近，未達到顯著差異；但是在本研究平均數的部份卻發現，澳洲公開賽因對手雙發失誤而獲得的分數明顯的高於其它三個公開賽，同時也發現澳洲公開賽競賽選手發出最多的 Ace 球；研究者認為這也是發球選手第一和第二發球都採取強勢產生的結果。

第四節 不同材質網球場地競賽女子網球選手的

獲勝率之預測公式

由於差異性的考驗僅能分析出自變項與依變項有無關係存在，而

無法分析其因果關係；而相關分析也僅能表示兩兩變項間關聯的大小與方向，也不一定表示其有因果關係存在。因此，本研究以第一拍到第八拍的擊球效果等八個預測變項來預測競賽的獲勝率【該局得分÷(該局得分+失分)】，採用逐步多元迴歸法進行資料分析並建立預測公式，再依據本研究目的四之假設分為澳洲公開賽、法國公開賽、溫布頓公開賽、美國公開賽等四個部分來探討。

一、澳洲公開賽女單競賽獲勝率之預測

表 4-4-1 為澳洲公開賽女子網球選手擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表，擊球效果的基準分為 0 分，第三、四、六、八拍等四個效果變項的平均得分都高於基準分，代表處於主動之情境，其中以第三拍的得分最高，其次為第六拍；第一、二、五、七拍的平均得分低於基準分，代表處於被動之情境。

表 4-4-1 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

擊球效果	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
平均數	-0.04	-0.07	0.10	0.01	-0.06	0.02	-0.03	0.01
標準差	0.18	0.18	0.26	0.19	0.31	0.35	0.40	0.54
個數	29	29	29	29	29	29	29	29
獲勝率(M=0.50		SD=0.07)		個數=29				

表 4-4-2 為所有變項之積差相關矩陣，八個預測變項（擊球效果）中，第四、六、八拍等三項與效標變項（獲勝率）的積差相關未達顯著水準。由此相關矩陣可以看出效標變項與預測變項之間相關強弱與方向，也可看出效標變項之間的相關情形，如果彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-4-2 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
獲勝率	1.00	0.51*	0.50*	0.66*	-0.06	0.58*	0.30	-0.68*	0.07
第一拍		1.00	0.27	0.33	-0.05	0.19	0.12	-0.42	0.05
第二拍			1.00	0.12	-0.21	0.55	0.17	-0.68	0.20
第三拍				1.00	0.02	0.40	0.46	-0.40	-0.19
第四拍					1.00	-0.01	0.11	0.08	-0.14
第五拍						1.00	0.50	-0.48	0.11
第六拍							1.00	-0.16	0.13
第七拍								1.00	-0.30
第八拍									1.00

* $p < .05$

表 4-4-3 為兩個模式的變異數分析摘要表，用來檢定整體迴歸模式的顯著性，模式一包括第七拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 22.86 ($p < .05$)，表示第七拍效果與獲勝率有顯著相關；模式二包括第七拍效果和第三拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 22.54 ($p < .05$)，表示第七拍效果和第三拍效果與獲勝率皆具有顯著相關。換言之，上述兩個預測變項的確可以有效預測澳洲公開賽女單競賽的獲勝率。

表 4-4-3 澳洲公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表

模式		平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
1	迴歸	0.06	1	0.06	22.86*	.000
	殘差	0.08	27	0.00		
2	迴歸	0.09	2	0.04	22.54*	.000
	殘差	0.05	26	0.00		

a 預測變數：(常數), 第七拍

b 預測變數：(常數), 第七拍, 第三拍

c 依變數：獲勝率

* $p < .05$

從表 4-4-4 得知，在模式一中，先進入的變項為「第七拍效果」，Beta 值為-.68，t 值為-4.78 ($p < .05$)，變項的容忍度為 1，無共線性問題；模式二中新加入「第三拍效果」，Beta 值為.46，t 值為 3.53 ($p < .05$)，變項的容忍度皆為 0.84，無共線性問題。

表 4-4-4 澳洲公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表

模式	變項	未標準化係數		標準化係數	t 值	顯著性	共線性統計量	
		B	之估計值 標準誤				容忍值	VIF
1	(常數)	0.50	0.01		50.57	.000		
	第七拍	-0.12	0.03	-0.68	-4.78	.000	1.00	1.00
2	(常數)	0.49	0.01		55.23	.000		
	第七拍	-0.09	0.02	-0.49	-3.80	.001	0.84	1.19
	第三拍	0.12	0.04	0.46	3.53	.002	0.84	1.19

a 依變數：獲勝率

綜合以上相關資料，逐步多元迴歸分析摘要表整理如表 4-4-5，八個預測變項預測獲勝率時，進入迴歸方程式的顯著變項共有兩個，分別為「第七拍效果」、和「第三拍效果」，多元迴歸相關係數為.80，累積解釋變異量為.63，即表示出此兩個預測變項，能聯合預測「獲勝率」63%的變異量。就個別變項的解釋量來看，以「第七拍效果（46%）」的解釋量為最佳，然後才是「第三拍效果（18%）」

根據研究結果，澳洲公開賽女單競賽獲勝率預測公式如下：

澳洲公開賽女單競賽標準化迴歸方程式：

「獲勝率」=【-.49×第七拍效果+.46×第三拍效果】

澳洲公開賽女單競賽原始化迴歸方程式：

「獲勝率」=【.49-.09×第七拍效果+.12×第三拍效果】

表 4-4-5 預測澳洲公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表

選出的 變項順序	多元相關 係數 R	決定係數 R 平方	增加 解釋量	F 值	淨 F 值	原始化 迴歸係數	標準化 迴歸係數
常數						0.49	
第七拍效果	0.68	0.46	0.46	22.86	22.86	-0.09	-0.49
第三拍效果	0.80	0.63	0.18	22.54	12.49	0.12	0.46

a 依變數：獲勝率

從研究結果發現，在澳洲公開賽第七拍的表現是影響比賽的關鍵之一，其預測力也最佳，但是由於其係數為負數，表示獲勝選手在這一拍仍是屬於較被動的。第三拍屬於發球者延續發球優勢的攻擊拍，

若選手能在這一拍掌握接發球者質量稍差的回發球，採取強勢一點的攻擊，或許搭配上網策略，製造更連續的壓迫，在贏球的機率上自然會提升許多。

二、法國公開賽女子網球選手獲勝率之預測

表 4-4-6 為法國公開賽女子網球選手擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表，擊球效果的基準分為 0 分，第三、五、六、七拍等四個效果變項的平均得分都高於基準分，代表處於主動之情境，其中仍以第三拍的得分最高，其次為第五拍；第一、二、四、八拍的平均得分低於基準分，代表處於被動之情境，得分最低的是第四拍。

表 4-4-6 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

擊球效果	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
平均數	-0.02	-0.05	0.11	-0.10	0.06	0.01	0.02	-0.09
標準差	0.13	0.14	0.28	0.27	0.37	0.33	0.37	0.68
個數	29	29	29	29	29	29	29	29
獲勝率(M=0.50		SD=0.13)		個數=29				

表 4-4-7 為所有變項之積差相關矩陣，八個預測變項（擊球效果）中，第二、七、八拍等三項與效標變項（獲勝率）的積差相關未達顯著水準。由此相關矩陣可以看出效標變項與預測變項之間相關強弱與方向，也可看出效標變項之間的相關情形，如果彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-4-7 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
獲勝率	1.00	0.36*	0.06	0.47*	0.48*	0.57*	0.47*	0.22	0.08
第一拍		1.00	0.01	0.32	-0.13	0.21	0.13	0.05	-0.10
第二拍			1.00	0.34	-0.01	-0.29	0.29	-0.30	-0.01
第三拍				1.00	0.33	0.08	0.24	0.10	-0.05
第四拍					1.00	-0.02	0.14	0.01	0.32
第五拍						1.00	0.18	0.36	-0.28
第六拍							1.00	0.07	0.40
第七拍								1.00	-0.24
第八拍									1.00

* $p < .05$

表 4-4-8 為四個模式的變異數分析摘要表，用來檢定整體迴歸模式的顯著性，模式一包括第五拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 13.21 ($p<.05$)，表示第五拍效果與獲勝率有顯著相關；模式二包括第五拍效果和第四拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 16.90 ($p<.05$)，表示第五拍效果和第四拍效果與獲勝率皆具有顯著相關；模式三包括第五拍效果、第四拍效果和第一拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 16.27 ($p<.05$)，表示第五拍效果、第四拍效果和第一拍效果與獲勝率皆具有顯著相關；模式四包括第五拍效果、第四拍效果、第一拍效果和第六拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 16.74 ($p<.05$)，表示第五拍效果、第四拍效果、第一拍效果和第六拍效果與獲勝率皆具有顯著相關。換言之，上述四個預測變項的確可以有效預測法國公開賽女單競賽的獲勝率。

表 4-4-8 法國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表

模式		平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
1	迴歸	0.16	1	0.16	13.21*	.001
	殘差	0.33	27	0.01		
2	迴歸	0.28	2	0.14	16.90*	.000
	殘差	0.22	26	0.01		
3	迴歸	0.33	3	0.11	16.27*	.000
	殘差	0.17	25	0.01		
4	迴歸	0.37	4	0.09	16.74*	.000
	殘差	0.13	24	0.01		

a 預測變數：(常數)，第五拍

b 預測變數：(常數)，第五拍，第四拍

c 預測變數：(常數)，第五拍，第四拍，第一拍

d 預測變數：(常數)，第五拍，第四拍，第一拍，第六拍

e 依變數：獲勝率

* $p<.05$

從表 4-4-9 得知，在模式一中，先進入的變項為「第五拍效果」，Beta 值為.57，t 值為 3.63 ($p<.05$)，變項的容忍度為 1，無共線性問題；模式二中新加入「第四拍效果」，Beta 值為.49，t 值為 3.76 ($p<.05$)，

變項的容忍度皆為 1，無共線性問題；模式三中新加入「第一拍效果」，Beta 值為.32，t 值為 2.66 ($p<.05$)，變項的容忍度分別為 0.96、0.98 和 0.94；模式四中新加入「第六拍效果」，Beta 值為.28，t 值為 2.61 ($p<.05$)，變項的容忍度分別為 0.93、0.96、0.93 和 0.93。

表 4-4-9 法國公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表

模式	變項	未標準化係數		標準化係數	t 值	顯著性	共線性統計量	
		B 之估計值	標準誤				容忍值	VIF
1	(常數)	0.49	0.02		23.22	.000		
	第五拍	0.21	0.06	0.57	3.63	.001	1.00	1.00
2	(常數)	0.51	0.02		27.96	.000		
	第五拍	0.21	0.05	0.58	4.51	.000	1.00	1.00
	第四拍	0.24	0.06	0.49	3.76	.001	1.00	1.00
3	(常數)	0.52	0.02		30.75	.000		
	第五拍	0.19	0.04	0.52	4.33	.000	0.96	1.05
	第四拍	0.26	0.06	0.53	4.49	.000	0.98	1.02
	第一拍	0.32	0.12	0.32	2.66	.013	0.94	1.06
4	(常數)	0.52	0.02		33.83	.000		
	第五拍	0.17	0.04	0.47	4.33	.000	0.93	1.07
	第四拍	0.24	0.05	0.48	4.50	.000	0.96	1.04
	第一拍	0.29	0.11	0.29	2.63	.015	0.93	1.08
	第六拍	0.11	0.04	0.28	2.61	.015	0.93	1.07

a 依變數：獲勝率

綜合以上相關資料，逐步多元迴歸分析摘要表整理如表 4-4-10，八個預測變項預測獲勝率時，進入迴歸方程式的顯著變項共有四個，分別為「第五拍效果」、「第四拍效果」、「第一拍效果」和「第六拍效果」，多元迴歸相關係數為.86，累積解釋變異量為.74，即表示出此四個預測變項，能聯合預測「獲勝率」74%的變異量。就個別變項的解釋量來看，以「第五拍效果（33%）」的解釋量為最佳，其次為「第四拍效果（24%）」，然後是「第一拍效果（10%）」，最後是「第六拍效果（7%）」。再從標準化迴歸係數來看，Beta 係數皆為正數，表示這四個變項對「獲勝率」的影響均為正向，意即法國公開賽

女單競賽，第五、四、一、六拍的表現愈好，則其獲勝的機率就會愈高。

根據研究結果，法國公開賽女單競賽獲勝率預測公式如下：

法國公開賽女單競賽標準化迴歸方程式：

$$\text{「獲勝率」} = \left[.47 \times \text{第五拍效果} + .48 \times \text{第四拍效果} \right. \\ \left. + .29 \times \text{第一拍效果} + .28 \times \text{第六拍效果} \right]$$

法國公開賽女單競賽原始化迴歸方程式：

$$\text{「獲勝率」} = \left[.52 + .17 \times \text{第五拍效果} + .24 \times \text{第四拍效果} \right. \\ \left. + .29 \times \text{第一拍效果} + .11 \times \text{第六拍效果} \right]$$

表 4-4-10 預測法國公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表

選出的 變項順序	多元相關 係數 R	決定係數 R 平方	增加 解釋量	F 值	淨 F 值	原始化 迴歸係數	標準化 迴歸係數
常數						0.52	
第五拍效果	0.57	0.33	0.33	13.21	13.21	0.17	0.47
第四拍效果	0.75	0.57	0.24	16.90	14.15	0.24	0.48
第一拍效果	0.81	0.66	0.10	16.27	7.09	0.29	0.29
第六拍效果	0.86	0.74	0.07	16.74	6.82	0.11	0.28

a 依變數：獲勝率

從研究結果發現，在法國公開賽第五拍的表現是影響比賽的關鍵之一，其預測力也最佳。若依本研究在決定勝負拍數段落的分類上，1~4拍的擊球效果都與發球、接發球效果有直接或間接的關聯，5~8拍為「相持階段」，表示發球或接發球的影響到這裡降到很低，選手們必須在這個段落中重新尋找或創造贏球的機會；第五拍正處於這一個階段的第一拍，若在這一拍能先主動搶得優勢，那麼不但能在第七拍繼續延續這個優勢搶攻壓迫對手，也可以免於當對手在第六拍先採取主動而讓自己從此陷於被動。由於法國公開賽每回合平均擊球拍數為 5.17 拍，決定勝負的擊球拍數超過 5 拍的佔了 46.5%，表示在法國公開賽需要超

過 5 拍才能分出勝負的回合數幾乎佔了一半，也因此在法國公開賽，競賽選手第五拍的擊球效果愈好，贏球機就會愈高。

在法國公開賽，發球的優勢和壓迫程度因為場地材質的關係而減低，使得接發球選手接球直接失誤的機會降低，在所有選手都面對相同的條件下，如果能提高自己第一發球的得分率，贏球機率也會增加；延續前面所述，相同的因素也應該使得接發球員回擊球的質量不至於太差，因此發球能替第三拍創造非常有利於進攻的機會並不多，所以接球員如能把握這樣的機會趕在第五拍之前先行在第四拍搶攻，甚至可能將優勢延續到第六拍，將更可能提高獲勝的機率。

三、溫布頓公開賽女子網球選手獲勝率之預測

表 4-4-11 為溫布頓公開賽女子網球選手擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表，擊球效果的基準分為 0 分，第三、五拍等兩個效果變項的平均得分都高於基準分，代表處於主動之情境，其中以第五拍的得分最高，其次為第三拍；第二拍的平均得分最低，代表處於非常被動之情境。

表 4-4-11 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

擊球效果	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
平均數	-0.03	-0.10	0.10	-0.03	0.11	-0.01	0.00	-0.07
標準差	0.14	0.14	0.19	0.32	0.29	0.36	0.49	0.66
個數	34	34	34	34	34	34	34	34
獲勝率(M=0.50		SD=0.10)		個數=34				

表 4-4-12 為溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣
表 4-4-12 為所有變項之積差相關矩陣，八個預測變項（擊球效果）中，第一、四、五、八拍等四項與效標變項（獲勝率）的積差相關未達顯著水準。由此相關矩陣可以看出效標變項與預測變項之間相關強弱與方向，也可看出效標變項之間的相關情形，如果彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-4-12 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
獲勝率	1.00	0.13	0.36*	0.46*	0.27	0.21	0.61*	0.46*	0.13
第一拍		1.00	0.33	0.07	-0.20	-0.15	-0.11	-0.21	0.04
第二拍			1.00	0.05	0.11	-0.25	0.16	-0.01	0.03
第三拍				1.00	-0.13	0.00	0.30	0.28	0.07
第四拍					1.00	0.17	0.24	0.01	0.20
第五拍						1.00	0.01	0.18	0.13
第六拍							1.00	0.36	-0.11
第七拍								1.00	-0.05
第八拍									1.00

* $p < .05$

表 4-4-13 為溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之逐步多元迴歸變異數分析摘要表，用來檢定整體迴歸模式的顯著性，模式一包括第六拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 18.55 ($p < .05$)，表示第六拍效果與獲勝率有顯著相關；模式二包括第六拍效果和第三拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 12.91 ($p < .05$)，表示第六拍效果和第三拍效果與獲勝率皆具有顯著相關；模式三包括第六拍效果、第三拍效果和第二拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 11.00 ($p < .05$)，表示第六拍效果、第三拍效果和第二拍效果與獲勝率皆具有顯著相關；模式四包括第六拍效果、第三拍效果、第二拍效果和第五拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 11.04 ($p < .05$)，表示第六拍效果、第三拍效果、第二拍效果和第五拍效果與獲勝率皆具有顯著相關。換言之，上述四個預測變項的確可以有效預測溫布頓公開賽女單競賽的獲勝率。

表 4-4-13 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表

模式		平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
1	迴歸	0.13	1	0.13	18.55*	.000
	殘差	0.23	32	0.01		
2	迴歸	0.16	2	0.08	12.91*	.000
	殘差	0.19	31	0.01		

表 4-4-13 (續)

模式		平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
3	迴歸	0.19	3	0.06	11.00*	.000
	殘差	0.17	30	0.01		
4	迴歸	0.21	4	0.05	11.04*	.000
	殘差	0.14	29	0.00		

a 預測變數：(常數), 第六拍

b 預測變數：(常數), 第六拍, 第三拍

c 預測變數：(常數), 第六拍, 第三拍, 第二拍

d 預測變數：(常數), 第六拍, 第三拍, 第二拍, 第五拍

e 依變數：獲勝率

* $p < .05$

從表 4-4-14 得知，在模式一中，先進入的變項為「第六拍效果」，Beta 值為.61，t 值為 4.31 ($p < .05$)，變項的容忍度為 1，無共線性問題；模式二中新加入「第三拍效果」，Beta 值為.31，t 值為 2.23 ($p < .05$)，變項的容忍度皆為 0.91，無共線性問題；模式三中新加入「第二拍效果」，Beta 值為.27，t 值為 2.09 ($p < .05$)，變項的容忍度分別為 0.89、0.91 和 0.98。模式四中新加入「第五拍效果」，Beta 值為.29，t 值為 2.42 ($p < .05$)，變項的容忍度分別為 0.89、0.91、0.91 和 0.93。

表 4-4-14 溫布頓公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表

模式	變項	未標準化係數		標準化係數	t 值	顯著性	共線性統計量	
		B 之估計值	標準誤				容忍值	VIF
1	(常數)	0.50	0.01		34.83	.000		
	第六拍	0.17	0.04	0.61	4.31	.000	1.00	1.00
2	(常數)	0.48	0.02		30.92	.000		
	第六拍	0.15	0.04	0.51	3.70	.001	0.91	1.10
	第三拍	0.17	0.08	0.31	2.23	.033	0.91	1.10
3	(常數)	0.50	0.02		28.48	.000		
	第六拍	0.14	0.04	0.47	3.54	.001	0.89	1.12
	第三拍	0.17	0.07	0.31	2.34	.026	0.91	1.10
	第二拍	0.19	0.09	0.27	2.09	.045	0.98	1.03
4	(常數)	0.50	0.02		29.95	.000		
	第六拍	0.13	0.04	0.46	3.68	.001	0.89	1.12
	第三拍	0.17	0.07	0.31	2.54	.017	0.91	1.10
	第二拍	0.25	0.09	0.34	2.80	.009	0.91	1.10
	第五拍	0.10	0.04	0.29	2.42	.022	0.93	1.07

a 依變數：獲勝率

綜合以上相關資料，逐步多元迴歸分析摘要表整理如表 4-4-15，八個預測變項預測獲勝率時，進入迴歸方程式的顯著變項共有四個，分別為「第六拍效果」、「第三拍效果」、「第二拍效果」和「第五拍效果」，多元迴歸相關係數為.78，累積解釋變異量為.60，即表示出此四個預測變項，能聯合預測「獲勝率」60%的變異量。就個別變項的解釋量來看，以「第六拍效果（37%）」的解釋量為最佳，其次為「第三拍效果（9%）」，接著是「第二拍效果（7%）」最後是「第五拍效果（8%）」。再從標準化迴歸係數來看，Beta 係數皆為正數，表示這四個變項對「獲勝率」的影響均為正向，意即溫布頓公開賽女單競賽，第六、三、二、五拍的表現愈好，則其獲勝的機率就會愈高。

根據研究結果，溫布頓公開賽女單競賽獲勝率預測公式如下：

溫布頓公開賽女單競賽標準化迴歸方程式：

$$\begin{aligned} \text{「獲勝率」} = & \text{【.46} \times \text{第六拍效果} + .31 \times \text{第三拍效果} \\ & + .34 \times \text{第二拍效果} + .29 \times \text{第五拍效果} \text{】} \end{aligned}$$

溫布頓公開賽女單競賽原始化迴歸方程式：

$$\begin{aligned} \text{「獲勝率」} = & \text{【.50} + .13 \times \text{第六拍效果} + .17 \times \text{第三拍效果} \\ & + .25 \times \text{第二拍效果} + .10 \times \text{第五拍效果} \text{】} \end{aligned}$$

表 4-4-15 預測溫布頓公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表

選出的 變項順序	多元相關 係數 R	決定係數 R 平方	增加 解釋量	F 值	淨 F 值	原始化 迴歸係數	標準化 迴歸係數
常數						0.50	
第六拍效果	0.61	0.37	0.37	18.55	18.55	0.13	0.46
第三拍效果	0.67	0.45	0.09	12.91	4.97	0.17	0.31
第二拍效果	0.72	0.52	0.07	11.00	4.37	0.25	0.34
第五拍效果	0.78	0.60	0.08	11.04	5.85	0.10	0.29

a 依變數：獲勝率

從研究結果發現，在溫布頓公開賽第六拍的表現是影響比賽的關鍵之一，其預測力也最佳。研究者認為由於溫布頓公開賽草地球場的特性，儘管接發球者都竭力想要在第二和第四拍扭轉被動的局面，卻不容易辦到，以致於多數的回合在四拍以內結束，但是倘若球賽能進入「相持階段」，第六拍是第一個可以主動進攻的機會，所以在溫布頓公開賽要盡力提高第六拍的擊球效果；第三拍和第五拍屬於發球者延續發球優勢的攻擊拍，若選手能在這兩拍表現較好的穩定性，從發球拍開始連續三拍的強攻，一方面阻絕接發球者的反攻，另一方面擊球直接致勝球或迫使對手產生失誤；至於第二拍，當所有選手都面臨相同的快速發球時，若選手能夠在這一拍表現得略優於其他對手，或是掌握住發球者第二發球的機會，當然也能夠提高自己獲勝的機會。

四、美國公開賽女子網球選手獲勝率之預測

表 4-4-16 為美國公開賽女子網球選手擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表，擊球效果的基準分為 0 分，第三、四、五拍等三個效果變項的平均得分都高於基準分，代表處於主動之情境，其中以第四拍的得分最高，其次為第五拍；第二拍的平均得分最低，且低於基準分，代表處於被動之情境。

表 4-4-16 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

擊球效果	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
平均數	-0.03	-0.09	0.02	0.05	0.04	-0.08	-0.01	0.00
標準差	0.13	0.20	0.19	0.21	0.30	0.39	0.39	0.45
個數	34	34	34	34	34	34	34	34
獲勝率(M=0.50 SD=0.08) 個數=34								

表 4-4-17 為所有變項之積差相關矩陣，八個預測變項（擊球效果）中，第一、四、五、七、八拍等五項與效標變項（獲勝率）的積差相關未達顯著水準。由此相關矩陣可以看出效標變項與預測變項之間相

關強弱與方向，也可看出效標變項之間的相關情形，如果彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-4-17 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	第一拍	第二拍	第三拍	第四拍	第五拍	第六拍	第七拍	第八拍
獲勝率	1.00	0.10	0.37*	0.40*	0.13	0.25	0.44*	-0.07	0.16
第一拍		1.00	-0.22	-0.01	0.10	-0.02	-0.08	-0.19	-0.08
第二拍			1.00	0.29	-0.09	0.07	0.28	-0.25	0.04
第三拍				1.00	0.02	0.28	0.18	-0.07	0.01
第四拍					1.00	0.13	0.17	-0.02	-0.09
第五拍						1.00	0.02	0.27	-0.13
第六拍							1.00	-0.15	0.45
第七拍								1.00	0.05
第八拍									1.00

* $p < .05$

表 4-4-18 為兩個模式的變異數分析摘要表，用來檢定整體迴歸模式的顯著性，模式一包括第六拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 7.76 ($p < .05$)，表示第六拍效果與獲勝率有顯著相關；模式二包括第六拍效果和第三拍效果，整體迴歸模式之 F 值為 6.75 ($p < .05$)，表示第六拍效果和第三拍效果與獲勝率皆具有顯著相關。換言之，上述兩個預測變項的確可以有效預測澳洲公開賽女單競賽的獲勝率。

表 4-4-18 美國公開賽女單競賽擊球效果與獲勝率之多元逐步迴歸分析摘要表

模式		平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
1	迴歸	0.04	1	0.04	7.76*	.009
	殘差	0.17	32	0.01		
2	迴歸	0.06	2	0.03	6.75*	.004
	殘差	0.14	31	0.00		

a 預測變數：(常數)，第六拍

b 預測變數：(常數)，第六拍，第三拍

c 依變數：獲勝率

* $p < .05$

從表 4-4-19 得知在模式一中，先進入的變項為「第六拍效果」，Beta 值為.44，t 值為 2.79 ($p<.05$)，變項的容忍度為 1，無共線性問題；模式二中新加入「第三拍效果」，Beta 值為.33，t 值為 2.20 ($p<.05$)，變項的容忍度皆為 0.97，無共線性問題。

表 4-4-19 美國公開賽女單競賽擊球效果之逐步估計係數摘要表

模式	變項	未標準化係數		標準化係數		t 值	顯著性	共線性統計量	
		B	之估計值 標準誤	Beta	分配			容忍值	VIF
1	(常數)	0.51	0.01			40.06	.000		
	第六拍	0.09	0.03	0.44		2.79	.009	1.00	1.00
2	(常數)	0.50	0.01			41.54	.000		
	第六拍	0.08	0.03	0.38		2.52	.017	0.97	1.03
	第三拍	0.14	0.06	0.33		2.20	.036	0.97	1.03

a 依變數：獲勝率

綜合以上相關資料，逐步多元迴歸分析摘要表整理如表 4-4-20，八個預測變項預測獲勝率時，進入迴歸方程式的顯著變項共有兩個，分別為「第六拍效果」、和「第三拍效果」，多元迴歸相關係數為.55，累積解釋變異量為.30，即表示出此兩個預測變項，能聯合預測「獲勝率」30%的變異量。就個別變項的解釋量來看，以「第六拍效果（20%）」的解釋量為最佳，然後才是「第三拍效果（11%）」。再從標準化迴歸係數來看，Beta 係數皆為正數，表示這兩個變項對「獲勝率」的影響均為正向，意即美國公開賽女單競賽第六、三拍的表現愈好，則其獲勝的機率就會愈高。

根據研究結果，美國公開賽女單競賽獲勝率預測公式如下：

美國公開賽女單競賽標準化迴歸方程式：

$$\text{「獲勝率」} = \text{【.38} \times \text{第六拍效果} + \text{.33} \times \text{第三拍效果】}$$

美國公開賽女單競賽原始化迴歸方程式：

$$\text{「獲勝率」} = \text{【.50} + \text{.08} \times \text{第六拍效果} + \text{.14} \times \text{第三拍效果】}$$

表 4-4-20 預測美國公開賽女單競賽獲勝率之逐步多元迴歸分析摘要表

選出的 變項順序	多元相關 係數 R	決定係數 R 平方	增加 解釋量	F 值	淨 F 值	原始化 迴歸係數	標準化 迴歸係數
常數						0.50	
第六拍效果	0.44	0.20	0.20	7.76	7.76	0.08	0.38
第三拍效果	0.55	0.30	0.11	6.75	4.82	0.14	0.33

a 依變數：獲勝率

從研究結果發現，在美國公開賽進入迴歸方程式的顯著變項只有兩項，也是第六拍和第三拍效果，和溫布頓公開賽的前兩項相同。由於美國公開賽的速維龍場地屬性較接近於溫布頓的草地球場(Benno & Nigg, 2003)，所以研究者認為第六拍和第三拍在美國公開賽女單競賽獲勝率預測公式中的所扮演的角色與溫布頓公開賽是十分相似的。

綜合分析四大公開賽獲勝率公式發現：「第三拍效果」在澳洲公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽都被納入預測公式中。先前研究發現法國公開賽在發球得分的平均數上顯著低於其他三大公開賽，因此研究者認為在中快速球場比賽時，由於發球的威脅性較高，接發球效果容易受到壓制而出現較低的接球質量，因此第三拍便扮演著較為積極的攻擊得分角色。

另外，「第六拍效果」也出現三次，分別在法國公開賽、溫布頓公開賽和美國公開賽，尤其是在溫布頓和美國公開賽都是解釋量最佳的。如同之前討論過的，在中、快速球場，發球者佔據了優勢使得半數以上的回合在四拍內就會結束，因此接發球者如能夠保持較穩定的接球水準，將比賽帶入「相持階段」，則還有機會在第六拍發動攻勢，因此第六拍的表現在選手求勝的過程中相形重要，至於在法國公開賽，第六拍影響勝負的解釋量較低的原因，主要是因為在法國公開賽，接發球者在第四拍就已經具備轉守為攻的契機，接發球者通常在這一拍就會尋求突破，然後第六拍扮演輔助攻擊的角色。

再看第一拍效果，許多學者之研究結果和球員本身都承認第一拍效果極為重要，但是本研究中卻只有在法國公開賽進入獲勝率預測公式中，而且其解釋量只有 10%，研究者認為發球的重要在於它的直接效果，但是 Ace 球和雙發失誤畢竟只在總得分中佔了少數，所以多數回合不會只打一拍就結束，因此關鍵性自然不如第三拍和第五拍。

綜合而論，研究者認為網球選手除了須具備較高水準的技術能力和正確而穩定的攻擊策略之外，還需要掌握的就是當自己處於發球主動時要盡量讓攻擊能持續不斷，而在處於接發球被動時則要積極尋求轉守為攻的機會，如此，才能提高獲勝的機率。



第五章 結論與建議

針對本研究目的及結果分為結論與建議兩小節來做探討；在結論部分配合目的將研究結果所要表達之概念陳述出來，在建議部分配合結果之數據提供具體意見，分別說明如下：

第一節 結論

本研究主要探討不同材質網球場地女子網球單打競賽模式的差異，分析女子網球單打競賽各拍的擊球效果，並進一步建立預測女子網球單打競賽獲勝率的預測公式。在競賽模式差異探討的量化變項包括 1.每回合平均擊球拍數 2.擊球拍數段落之次數百分比分布 3.每回合平均拉鋸時間 4.擊球方向之次數百分比分布；5.擊球落點之次數百分比分布；6.擊球型態之次數百分比之分布。在影響競賽勝負重要因素的分析上，主要以不同網球賽別的勝負球員在發球、接發球等前八拍擊球效果的差異情形來做比較。最後在獲勝率預測公式上的建立，則藉由多元逐步迴歸分析來分別檢視四大公開賽女子網球單打競賽中從發球、接發球等前八拍擊球效果的「因」是否會影響到比賽獲勝率的「果」。研究結果經由討論後，獲得以下結論：

一、不同網球賽別對競賽模式的差異

- (一) 在每回合平均擊球拍數部份，四大網球公開賽沒有顯著的差異；法國公開賽平均拍數稍多於其他三大公開賽，表示在法國公開賽需要較多拍數才能決定勝負。
- (二) 在擊球拍數段落上，澳洲公開賽在「發接發段落（1~2 拍）」就決定勝負的回合數顯著多於法國公開賽；表示在澳洲公開賽的競賽節奏比法國公開賽快得多，選手在法國公開賽競賽時要有多拍相持的心理準備。

- (三) 在每回合平均拉鋸時間上，法國公開賽每回合平均拉鋸時間顯著高於其他三大公開賽；表示在法國公開賽競賽時，因為受到紅土球場的特性影響，擊球落地後彈跳較高、速度較慢，所以比賽時間會較長。
- (四) 在擊球方向上，四大公開賽競賽選手在擊球方向的選擇上，都是「對角線」多於「直線」；澳洲公開賽回擊「對角線」的百分比顯著的高於溫布頓公開賽；表示澳洲公開賽競賽選手在競賽過程中，變線攻擊對手直線的意願較低。
- (五) 在擊球落點上，法國公開賽和美國公開賽擊球落點在「右後場」的百分比顯著高於澳洲公開賽和溫布頓公開賽；澳洲公開賽擊球落點在「左後場」的百分比顯著高於美國公開賽；溫布頓公開賽擊球落點在「左前場」的百分比顯著高於法國公開賽。
- (六) 在擊球型態上，法國公開賽和美國公開賽「正手上旋球」的百分比顯著高於澳洲公開賽和；澳洲公開賽「反手上旋球」的百分比顯著高於法國公開賽和美國公開賽；法國公開賽「正手切球」的百分比顯著高於澳洲公開賽；溫布頓公開賽「反手切球」和「網前截擊」的百分比都顯著高於澳洲公開賽；美國公開賽「高壓球」的百分比顯著高於溫布頓公開賽；溫布頓公開賽「短吊球」的百分比顯著高於美國公開賽。

二、不同網球賽別和競賽結果女子網球選手擊球效果的差異

- (一) 在發球效果上，四大公開賽女子網球選手的發球平均數表現都低於 0 分的中間值，沒有顯著的差異，表示整體發球效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；但獲勝選手在發球效果上顯著的優於落敗選手。

- (二) 在接發球效果上，四大公開賽女子網球選手的接發球效果平均數表現也都低於 0 分的中間值，沒有顯著的差異，表示整體接發球效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在接發球效果上顯著的優於落敗選手，但是雙方接發球效果的平均數均低於 0 分的中間值，表示接發球拍受制於發球者的優勢，難有突出的表現。
- (三) 在第三拍效果上，四大公開賽女子網球選手的第三拍效果的平均數表現都高於 0 分的中間值，沒有顯著的差異，表示整體第三拍效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在第三拍效果上顯著的優於落敗選手，平均數表現都高於 0 分的中間值，表示獲勝選手延續發球優勢，持續壓迫攻擊對手的效果較佳。
- (四) 在第四拍效果上，四大公開賽女子網球選手的第四拍效果，沒有顯著的差異，表示整體第四拍效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在第四拍效果上顯著的優於落敗選手，平均數表現都高於 0 分的中間值，表示獲勝選手掌握接發球優勢，於第四拍轉守為攻的效果也比落敗選手來得好。
- (五) 在第五拍效果上，四大公開賽女子網球選手的第五拍效果，沒有顯著的差異，表示整體第五拍效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在第五拍效果上顯著的優於落敗選手，平均數表現都高於 0 分的中間值，表示獲勝選手在進入相持階段後於第五拍積極搶攻取得優勢的能力較佳。
- (六) 在第六拍效果上，四大公開賽女子網球選手的第六拍效果，沒有顯著的差異，表示整體第五拍效果未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在第六拍效果上顯著的優於落敗選手，平均數

表現也都高於 0 分的中間值，表示獲勝選手即使在進入相持階段後的第六拍，仍然掌握著較多的攻勢。

- (七) 在第七拍、第八拍所呈現出來的擊球效果不僅在四大公開賽不同材質的場地沒有差異；在獲勝和落敗選手雙方也未達到顯著水準。表示球賽進行來到第七、第八拍，勝負選手各有表現，差異很小。

三、不同網球賽別和競賽結果女子網球選手得分型態的差異

- (一) 在發球得分部份，四大公開賽女子網球選手在發球得分的百分比上沒有顯著差異；而法國公開賽女子網球選手在發球得分的平均數上顯著低於澳洲、溫布頓和美國公開賽；獲勝選手在發球拍所得到的分數顯著高於落敗選手。
- (二) 在接發球得分部份，四大公開賽女子網球選手在接發球得分的百分比上沒有顯著差異；澳洲公開賽和美國公開賽女子網球選手在接發球得分的平均數上分別顯著高於法國和溫布頓公開賽；獲勝選手在接發球拍所得到的分數顯著高於落敗選手。
- (三) 在網前得分部份，四大公開賽女子網球選手在網前得分的百分比和得分平均數上都沒有顯著差異，表示未因場地材質的不同而有明顯的差異；獲勝選手在網前得分所得到的分數顯著高於落敗選手。
- (四) 在底線得分部份，法國公開賽底線得分的百分比顯著高於澳洲公開賽，但是在底線得分的平均數上沒有顯著差異；獲勝選手在網前得分所得到的分數顯著高於落敗選手。
- (五) 在對手雙誤得分部份，四大公開賽女子網球選手在對手雙誤得分的百分比沒有顯著差異，但是在對手雙誤得分的平均數上，澳洲

公開賽顯著高於法國、溫布頓和美國公開賽；獲勝選手和落敗選手在對手雙誤得分的平均數上沒有顯著差異。

四、擊球效果對競賽獲勝率的預測

(一) 預測澳洲公開賽女單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為

$$\text{「獲勝率」} = \text{【}-.49 \times \text{第七拍效果} + .46 \times \text{第三拍效果}\text{】}$$

(二) 預測法國公開賽女單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為

$$\begin{aligned} \text{「獲勝率」} = & \text{【}.47 \times \text{第五拍效果} + .48 \times \text{第四拍效果} \\ & + .29 \times \text{第一拍效果} + .28 \times \text{第六拍效果}\text{】}, \end{aligned}$$

(三) 預測溫布頓公開賽女單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為

$$\begin{aligned} \text{「獲勝率」} = & \text{【}.46 \times \text{第六拍效果} + .31 \times \text{第三拍效果} \\ & + .34 \times \text{第二拍效果} + .29 \times \text{第五拍效果}\text{】} \end{aligned}$$

(四) 預測美國公開賽女單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為

$$\text{「獲勝率」} = \text{【}.38 \times \text{第六拍效果} + .33 \times \text{第三拍效果}\text{】}$$

第二節 建議

本節配合結果之數據及結論提供未來訓練及研究上之建議，分別說明如下：

一、訓練上的建議

(一) 發球能力的提升和策略的變化：本研究結果發現獲勝選手在 Ace 球的數量百分比高於落敗選手高出很多，雙發失誤卻比較少，可見在發球的訓練上，速度和力量和穩定性都很重要。另外，本研究獲勝選手的雙發失誤雖然也很多，但發球致使對手接球直接失誤的分數也必較多，可見選擇保守的第二發球也未必是唯一的選擇，所以選手須視對手及自己當時的狀況來調整擊球策略，絕不應該一成不變。

(二)底線擊球穩定性和準確性的加強：本研究發現底線攻擊仍然是網球比賽的主要得分技術，競賽選手儘量將球的落點壓制在底線，以增加自己的反應時間和減低對手的攻擊力，另外研究還發現網球競賽選手有互相鎖定反手對角線進行對抽的傾向，因此若穩定性不夠，則出現非受迫性失誤、或者因回球質量不高而被對手攻擊的機會則相對提高，所以底線擊球的穩定性提高可減少失誤，而準確性的加強則在主動攻擊上有所助益，所以選手在底線擊球的訓練上應該維持較高的份量。

(三)提升體能並培養主動進攻的意識：底線攻擊主要的得分契機在於透過快速、準確的落點，讓對手在無法完全到位做出完整擊球動作之下出現受迫性失誤，而把對手壓迫在底線並來回調動消耗其體力是必然的手段，因此倘若選手體能不佳，在底線來回擊球便將處於下風；另外，研究發現獲勝選手在第五、第六拍的擊球效果都優於落敗選手，表示不論是在發球或是接發球，其主動進攻的意識都較強，所以國內選手也應該在體能訓練和進攻觀念上尋求突破。

二、未來研究上的建議

(一)本研究僅分析得分球的得分位置（網前、底線），並未進一步詳細分析擊出得分球的擊球型態，未來建議研究者加做這個分析，可以了解不同擊球型態得分的百分比間的差異和分布情形。

(二)本研究以大樣本作為代表進行研究，建議未來可針對個別選手（國內、國外），蒐集其多場比賽（包含不同場地材質）的競賽資料進行標記分析，建立資料庫，以作為己方訓練或將來對戰時可供參考的依據。

(三)本研究將擊球拍數 5~8 拍歸於同一段落，但是在研究擊球效果部份卻發現第七、第八拍沒有差異，因此建議未來可以嘗試採用集群分析來了解不同拍數形成的集群，以作為將來研究的參考。



參考文獻

一、 中文部分

- 丸山薰(1999)。《網球技巧圖解》。北京市。北京體育大學出版社。
- 王鶴森(2006)。預測發球局贏率在網球發球策略之應用。《大專體育》，84，158-162。
- 王鶴森、林偉毅與趙曉涵(2005)。網球發球落點與技術相關表現之研究——以 2004 年美國網球公開賽男子單打賽為例。《體育學報》，38(4)，109-120。
- 江中皓(2003)。台灣地區男子網球單打技術及勝負因素之研究。《體育學報》，34，79-92。
- 宋強(2004)。《網球底線技術圖解》。台北市。諾亞森林有限公司。
- 李建平(2004)。國內優秀男子網球選手單打發球對比賽勝負關係之研究。《體育學報》，36，227-238。
- 林長榮(2006)。男子排球競賽表現之標記分析~以 2005 年中等學校排球聯賽及亞洲四強挑戰賽為析論對象~。未出版論文。國立台東大學。台東市。
- 林俊宏與洪章岑(2005)。影響網球運動表現的因素與訓練之探討。《中華體育季刊》，19(3)，74-82。
- 邱靖華(2000)。比較網球平擊球、抽球及切球三種打法對球體飛行路徑的影響。《中華體育》，15(2)，81-89。
- 孫艷(2004)。全國青少年網球排名賽 U-12 女子單打得失分的調查與分析。《浙江體育科學》，26(4)，22-24。
- 翁梓林(1993)。《網球在紅土球場與硬地球場表面碰撞之比較》。未出版論文。國立台灣師範大學。台北市。
- 馬達弟、曾精雄(1991)。《網球基本技術與戰術》。台北市。台灣珠海出版有限公司。
- 國際網球雜誌中文版(1996)。反拍截擊——保持拍頭朝上。2，22。(Sampras, P.)

- 國際網球雜誌中文版(1999)。強大的步兵。37, 62-64。(Gottfried, B.)
- 國際網球雜誌中文版(2000)。甜美的低截擊。41, 64-65。(Gullikson, T.)
- 國際網球雜誌中文版(2000)。打好回發球回報多多。43, 36-38。(Austin, T.)
- 國際網球雜誌中文版(2001)。強勁的後座力。44, 58-59。(Washington, M.)
- 張思敏(1994)。國際網球總會第八屆世界網球教練研習會。中華網協通訊。17, 25-28。
- 張清泉(1989)。網球比賽的心理調適與戰術應用。中華體育, 2 (4), 92-99。
- 張厥偉與楊清瓏(2007)。視覺化運動資訊系統之探討。稿件審查中。
- 許維茜(2007)。國家級與國際級女子羽球單打競賽表現之標記分析。未出版論文。國立台東大學。台東市。
- 許樹淵(1995)。1992 奧運會網球單打賽技術成績分析。中華體育, 9(2), 59-66。
- 陳宏(2002)。網球落地反彈的分析研究。北京體育大學學報, 25 (4), 569-570。
- 陳智仁(1996)。世界四大網球公開賽男子單打決賽得分技術之差異研究。中原學報, 53- 60。
- 陶志翔(1999)。網球。北京市。北京體育大學出版社。
- 麥吉誠(1992)。各類網球場地結構與特性之分析。大專體育, 11, 24-30。
- 曾繁繁與李慶有(2006)。優秀職業網球運動員比賽得分分析。湖北體育科技, 25 (1), 67-69。
- 黃金昌(2000)。不同質料的網球場地選手擊球技術分析。體育學報, 12, 225-240。
- 黃晉揚與黃俊清(2000)。運動技術分析資料收集方式的探討。大專體育, 49, 89-94。
- 黃欽永邱慶南(1994)。台大男子手球隊攻擊技術分析。台大體育, 25, 33-43。

- 溫卓謀(2006)。國家級與國際級頂尖羽球雙打運動員競賽表現之標記分析—以2003至2005年全國排名賽及國際及羽球競賽為析論對象。屏東市。睿煜出版社。
- 賈杰臣、季虎、何禮(2005)。提高網球加力控制技術的討論。山東體育科技，3，26-27。
- 網球天地(2004)。網前決勝。85，60-61。(Boollettieri, N.)
- 劉中興(1999)。1997年美國網球公開賽各項戰況變數與比賽勝負之比較研究。大專體育，43，113-118。
- 劉中興(2003)。職業網球男子球員在不同材質球場攻守技術及戰略之探討。台北市。中國文化大學。
- 劉青、王良佐、唐小林、余麗喬、張琪與楊志康(2005)。提高我國優秀網球女子雙打運動員競技水平的研究。中國體育科技，41(2)，73-82。
- 蔡明志、江界山與陳鴻雁(1998)。女子跆拳道選手各類攻擊動作型態之攻擊率、得分率及成功率分析。大專體育，37，75-82。
- 穆瑞傑(2004)。網球。台北市。諾亞文化出版社。
- 鍾伯光(1989)。硬地—適合各家各派。奪標，164，26-28。
- 鍾振新、朱靜華(2003)。網球實戰技巧。北京市。北京體育大學出版社。
- 戴金彪(1998)。當今羽毛球男子雙打技戰術運用情況之分析。上海體育學院學報，22(2)，36-40。
- 簡曜輝(1980)。運動技能學習的階段與過程。體育學報，2，107-120。
- 蘇榮基(1998)。全國網球排名賽男子單打前八強比賽勝負之探討。大專體育，35，43-47。

二、西文部分

- Benno, M., & Nigg (2003). The Effect of Tennis Surface On the Game of Tennis. *INJURY & PERFORMANCE ON TENNISURFACE*. University of Calgary, Canada.

- Brody, H. (1987). *Tennis science for tennis players*. (4th ed)University of Pennsylvania Press.Philadelphia,PA.
- Brody, H. (2003). *Serving strategy*(Electronic version). *ITF Coaching & Sport Science Review*, 31, 2-3 .
- Downey, J. C. (1973). *The singles game*. London: E, P. Publications.
- Fullerton, H. S. (1912). The inside game: the science of baseball. *The American Magazine*, LXX, 2-13.
- Groppel (1992). *High tech tennis*. (2nd ed) Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Hohnr, D. & Jindrich, A. (1987). *Tennis-Play to win the Czech way* , Sports book publisher,TrontoCanada, 30-35.
- Hong, Y. & Tong, Y. M. (2000). The playing pattern of the world`s top single badminton players in competition — A notational analysis.*Journal of Human Movement Studies*, 38, 185-200.
- Hughes, M & Clarke, S. (1995) Surface effect on elite tennis strategy. *Science and Racket Sports* (edite by T. Reilly, M. Hughes, & A. Lees,) P 272-277. London : E&FN Spon
- Hughes, M & Clarke,S. (1993) Surface effect pattern of play of elite tennis player. *Journal of sport Science*,11(6), 554.
- Hughes, M (1995). Computerised notation of racket sports. *Science and Racket Sports* (edite by T. Reilly, M. Hughes, & A. Lees,)P 249-256. London : E&FN Spon
- Hughes, M. & Franks, I. M. (2004). *Notational analysis of sport-systems for better coaching and performance in sport*. London: Taylor & Francis Group.
- Isaacsc, L. D. & Finch, A. E. (1983). Anticipatory timing of beginning and in ermediate tennis players. *Perceptual and Motor Skills*,57,451-454.
- Kovacs, M. (2004). A Comparison of Work/Rest Intervals in men`s Professional Tennis. *IFPA Tennis & Fitness Academy*,14590

University Point Place, Tampa, Florida, USA

Messersmith, L. L. and Bucher, C. C. (1939). The distance traversed by big ten basketball players. *Research Quarterly*, 10(1), 61-62.

Murphy, B. & Murphy, C. (1987). *Lifetime treasury of tested tennis tips*.

West Nyack, NY : Parker Publishing Company, Inc.

O'Donoghue, P. & Liddle, D. (1998a) A notational analysis of time factors of elite men's and ladies' single tennis on clay and grass surface.

Science and Racket Sports II, (edited by A. Lees, I. Maynard, M.

Hughes and T. Reilly.) P 241-246. Published in 1998 by E&FN Spon

O'Donoghue, P. & Liddle, D. (1998b) A match analysis of tennis strategy

for ladies' single on clay and grass surfaces. *Science and Racket*

Sports II, (edited by A. Lees, I. Maynard, M. Hughes and T. Reilly.) P

247-253. Published in 1998 by E & FN Spon

O'Donoghue, P. & Ingram, B. (2001) A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19, 107-115.

Siedentop, D. (1991). *Developing teaching skills in physical education--* (3rd ed). California: Mayfield Publishing Company.

Taylor, M & Hughes, M. (1998). A comparison of patterns of play between the top under 18 junior tennis players in Britain and in the rest of the world. *Science and Racket Sports II*, (edited by A. Lees, I. Maynard, M.

Hughes and T. Reilly). P 260-264. Published in 1998 by E & FN Spon

Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J. & Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1281-1288.

William, F. T. & Bruce, S. O. (1983). *Tennis tactics singles and double*. New York: Harper & Row