

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

職業網球男子球員在不同質料球場
競賽表現之標記分析

研 究 生： 閔裕根 撰

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 閔裕根 君

所提之論文 職業網球男子球員在不同質料球場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：

林錦堂

(學位考試委員會主席)

王明泉

溫宇謀

(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：職業網球男子球員在不同質料球場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：溫卓課 (親筆簽名)

研究生簽名：周福根 (親筆正楷)

學 號：1494009 (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.nttu.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

四個暑期的碩士生活終於完美地告一段落了，一路走來除了多個頭銜外，更重要地的是認識了許多好朋友，就是因為他們才使我能如此順利完成學業。對我而言，有形獲得雖然只是一張薄薄的紙，但其中卻深涵著對自我的肯定及同學、師長們的情誼。學習是如此無窮無盡，此階段的結束象徵著另一個階段的開始，期許自己在下個人生階段能夠更加精進。

當然，首先最想感謝的人就是指導教授溫卓謀老師，論文得以順利完成，若非老師不斷指導及建議，實在不知如何將這篇碩士論文作個結束。其次感謝台東大學王明泉老師對論文研究方法給予指正及屏東教育大學林耀豐老師對論文研究內容給予許多專業且具體的意見，使得論文更加完整。除此之外，體育學系的諸位師長，在求學過程曾給予鼓勵及教導，由衷感激！

另外，要感謝同組同學和鎔、淑美、國成、申奇、益民及室友駿逸、校成的協助，使得這段求學過程更加豐富及順利；最重要的還是家人的支持，尤其老婆大人辛苦帶著兩個皮蛋，唯有如此才能換得讓我無慮地完成碩士學位，心中對妳的感謝，筆墨也不足以形容！最後，僅以此論文獻給我最親愛的家人、師長及朋友，願與你們分享這美好時刻。

閔裕根 謹誌

2008 年 8 月 20 日

職業網球男子球員在不同質料球場競賽表現之標記分析

研 究 生：閔裕根

指導教授：溫卓謀

摘 要

本研究目的在比較不同質料場地男子網球單打競賽模式的差異、分析勝負球員在各拍擊球效果的差異，並進一步建立競賽獲勝率的預測公式。採電腦標記分析法，分析 2007 年美國、法國及溫布頓網球公開賽男子單打進入 16 強選手對戰之競賽影片；自變項為不同質料場地（硬地、紅土、草地）及競賽結果（勝、負）；依變項分別為競賽模式（每回合時間、每回合拍數、決定勝負拍數段落、擊球位置、擊球型態、擊球落點及擊球方向）和擊球效果（發球、接發球、第三拍、第四拍及第五拍的擊球效果），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逐步多元迴歸分析進行統計考驗，顯著水準(α)設定為.05。所獲得結果為：（一）不同質料場地男子網球單打競賽每回合擊球拍數、每回合拉鋸時間、決定勝負拍數段落分布次數、擊球位置次數分配有明顯的差異。（二）不同質料場地與勝負在發球、接發球、第三拍、第四拍及第五拍效果的交互作用未達顯著水準，而勝負在發球、接發球、第三拍、第四拍及場地在第五拍有明顯的差異。（三）硬地男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為：獲勝率=【.302×發球效果+.335×第五拍效果+.293×接發球效果】；紅土男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為：獲勝率=【.386×第四拍效果+.456×第三拍效果+.259×第五拍效果】；草地男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為：獲勝率=【.493×接發球效果+.472×發球效果】。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、不同質料場地、男子單打競賽、標記分析

Notational Analysis of Competitive Performance in Professional Male Tennis Players on Different Court Surfaces

Student: Yu-Ken Min

Advisor: Chou-Mou Won

Abstract

The purpose of this study was to probe into competitive performance in male tennis players on different court surfaces, analyze the difference of the effects of strokes between victorious and defeated players, and further establish a winning rate prediction model. Computerized notational analysis was adopted. Video recordings of the top 16 male singles players in the US Open, French Open, and Wimbledon in 2007 were collected and analyzed. In this study, court surface (hard, clay, and grass) and competitive result (victory and defeat) were designed as independent variables. Competitive modes (time per game, stroke per game, decisive strokes, striking position, striking pattern, placement, and striking direction) and stroke effect (the effects of service, service return, the third stroke, the fourth stroke, and the fifth stroke) were designed as dependent variables. The collected data were processed using independent sample t-test, chi-square test for homogeneity, independent sample two-way ANOVA, and stepwise regression analysis with the level of significance (α) set as .05. The results were: (1) Different court surfaces would lead to significant differences in players' total strokes, rally time, distribution of decisive strokes, and distribution of striking positions. (2) The relationships between court surfaces and competitive results were not significant under the effect of service, service return, the third stroke, the fourth stroke, and the fifth stroke. (3) The standardized regression equation for the winning rate of male singles on hard courts: Winning rate = $[\text{.302} \times \text{service effect} + \text{.335} \times \text{the effect of the fifth stroke} + \text{.293} \times \text{the effect of service return}]$. The standardized regression equation for the winning rate of male singles on clay courts: Winning rate = $[\text{.386} \times \text{the effect of the fourth stroke} + \text{.456} \times \text{the effect of the third stroke} + \text{.259} \times \text{the effect of the fifth stroke}]$. The standardized regression equation for the winning rate of male singles on grass courts: Winning rate = $[\text{.493} \times \text{the effect of service return} + \text{.472} \times \text{the service effect}]$. Finally, based on the research findings, suggestions were proposed as a reference for tennis training and future studies.

Keywords: tennis, different court surfaces, male singles competition, notational analysis

目 次

謝 誌	I
中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目 次	IV
表 次	VI
圖 次	VIII
第一章 緒 論	1
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究問題與假設	3
第四節 研究範圍與限制	4
第五節 名詞操作型定義	5
第六節 研究的重要性.....	9
第二章 文獻探討	10
第一節 理論基礎	10
第二節 網球比賽相關研究	14
第三節 文獻總結	22
第三章 研究方法	25
第一節 研究架構	25
第二節 研究對象	26
第三節 研究工具	27
第四節 研究步驟	30

第五節 資料處理與統計分析.....	32
第四章 結果與討論.....	34
第一節 不同質料場地男子網球單打擊球拍數及時間因素之差異	34
第二節 不同質料場地男子網球單打技術運用之差異	38
第三節 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在各項擊球效果之差異	45
第四節 不同質料場地男子網球單打競賽獲勝率之預測公式.....	51
第五章 結論與建議.....	59
第一節 結論.....	59
第二節 建議.....	61
參考文獻.....	63
中文部份	63
外文部份	64

表 次

表 2-1 1997 年全國網球排名賽男子單打前 8 強比賽統計	17
表 2-2 世界四大職業網球公開賽的場地材質、來回時間及回擊策略統計	19
表 2-3 2000 年法國及溫布頓網球公開賽男單決賽競賽表現分析統計	20
表 2-4 2000 年法國及溫布頓網球公開賽男單比賽競賽表現分析統計	21
表 2-5 網球相關研究之範圍及量化指標統整表	23
表 3-1 不同質料場地男子網球單打競賽名單	26
表 3-2 網球男單電腦標記分析紀錄系統	27
表 3-3 網球單打觀察類目表	28
表 3-4 網球單打擊球效果評分類目表	29
表 4-1 不同質料場地每回合擊球拍數描述統計摘要表	34
表 4-2 不同質料場地每回合擊球拍數變異數分析摘要表	35
表 4-3 不同質料場地每回合拉踞時間描述統計摘要表	35
表 4-4 不同質料場地每回合拉踞時間變異數分析摘要表	36
表 4-5 不同質料場地決定勝負拍數段落分布百分比同質性檢定摘要表	37
表 4-6 不同質料場地男子網球單打競賽擊球位置百分比同質性檢定摘要表	40
表 4-7 不同質料場地男子網球單打競賽擊球型態百分比同質性檢定摘要表	42
表 4-8 不同質料場地男子網球單打競賽擊球落點百分比同質性檢定摘要表	43
表 4-9 不同質料場地男子網球單打競賽擊球方向百分比同質性檢定摘要表	44
表 4-10 不同質料場地發球效果之敘述統計摘要表	46
表 4-11 不同質料場地發球效果二因子變異數分析摘要表	46
表 4-12 不同質料場地接發球效果之敘述統計摘要表	47
表 4-13 不同質料場地接發球效果二因子變異數分析摘要表	47

表 4-14 不同質料場地第三拍效果之敘述統計摘要表	48
表 4-15 不同質料場地第三拍效果二因子變異數分析摘要表	48
表 4-16 不同質料場地第四拍效果之敘述統計摘要表	49
表 4-17 不同質料場地第四拍效果二因子變異數分析摘要表	50
表 4-18 不同質料場地第五拍效果之敘述統計摘要表	50
表 4-19 不同質料場地第五拍效果二因子變異數分析摘要表	51
表 4-20 硬地男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	52
表 4-21 硬地男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表.....	52
表 4-22 硬地男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	53
表 4-23 紅土男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	54
表 4-24 紅土男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表.....	54
表 4-25 紅土男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	55
表 4-26 草地男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表	56
表 4-27 草地男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表.....	56
表 4-28 草地男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	57

圖 次

圖 1-1 回球落點示意圖	7
圖 1-2 擊球位置示意圖	7
圖 2-1 運動競賽標記分析的內涵	11
圖 2-2 資料、資訊、知識與智慧的層次關聯圖	12



第一章 緒論

本章共分六節，第一節問題背景；第二節研究目的；第三節研究問題與假設；第四節研究範圍與限制；第五節名詞解釋；第六節研究的重要性。分述如下：

第一節 問題背景

近年來亞洲球員在世界網壇上發光發熱舉世共睹，尤其台灣網球選手更是其中驍楚，如有：男子選手--王宇佐和盧彥勳合稱台灣雙雄，現今世界排名都已在 100 名左右，並多次參與大滿貫賽事，其中盧彥勳還曾經打進溫布頓錦標賽的第二輪，世界排名高達 70 幾位。女子選手--詹詠然、謝淑薇、詹謹瑋、莊佳容於 2006 年杜哈亞運中獲得女子團體網球金牌，其中詹詠然、莊佳容更於 2007 澳洲網球公開賽中闖入女子雙打決賽。這些紀錄在台灣百年的網球歷史可謂空前（李堂立，2004）。

現今世界網壇已全面走向職業化，各界無不投入大量的人力與資金來進行研究發展，不只有每年各地所舉辦的男子、女子巡迴賽事，最負盛名的則是四大滿貫公開賽（澳洲、美國、法國、溫布頓）。而其中由於每項大滿貫賽事場地設計的不同，選手們為求適應場地贏得比賽，因此積極研究發展出更為有效、成功的打法與戰術。例如：2007 年的澳網、法網及溫布頓三大賽事，各參賽選手無不積極參與賽前的熱身賽事，以賽養賽，就是為求了解、熟悉三大賽事不同質料場地所發展出特殊的打法，提早進入競賽況狀並爭取高額獎金。

然而影響一場比賽勝負的相關因素很多，如：發球贏球率、上網成功率、擊球型態、來回拍數…等，這些都是決定一場比賽勝負的重要關鍵因素。國內外雖然也有相關研究藉由記錄比賽過程中的競賽模式，如：劉中興（1996）以 1995 年美國公開賽男女單打各 30 場為研究對象，探討網球發球贏球率與比賽勝負之關係。王鶴森（2006）以 2005 年美國公開賽中詹詠然 vs. Serena Williams 及王宇佐 vs. Zib 作為研究對象，探討第一發球進球率、一發贏球率及二發贏球率等三個指標對比賽勝負的影響並預測發球局贏率。分析所收集到數據，進而具體呈現

與比賽勝負間的關聯性，但其中大多以探究及分析在相同場地中，選手們個別或其相關延伸技術與勝負之間的關係，較少將不同性質球場及更多競賽模式列為比較觀察項目，如：黃金昌（1990）研究 1990 年四大網球公開賽男、女單打決賽選手在不同質料場地，他們擊球技術表現的差異性。劉中興（2001）研究統計 2001 年法國、美國與溫布頓公開賽三項具代表性職業網賽，男子球員在各 63 場單打比賽中 12 項攻守技術變項。O'Donoghue and Ingram (2001) 蒐集 175 場四大網球公開賽男、女單打比賽作分析、研究，發現在時間因素、擊球型態及得分類型等變項有顯著差異。

因此綜合過去網球相關的研究，發現大多數研究都是以單一競賽中某種技術型態作為研究主題。對於頂尖選手在不同質料場地所運用不同技、戰術相關研究的量著實太少，況且現今網球選手隨著器材、體能的進步，打法更加全面性，以往的研究已無法再做為網球訓練的依據。故本研究擬以過去研究為基礎，更進一步擴大研究範圍與分析的內容，並透過現代化資訊的蒐集與電腦化的資料處理來分析當今世界頂尖網球選手在不同質料場地中所採取的戰術與打法，以瞭解國際網球發展的趨勢，提供更多、更廣、更精確的競賽訊息，除了能夠作為教練及選手們在平時訓練上的參考之外，更能運用影響競賽表現的各項技術量化指標來建立網球競賽表現的預測公式，藉此喚起教練及其幕僚對於競賽資料蒐集的重視，了解影響網球競賽勝負的關鍵因素，作為其擬定訓練計畫的參考，提升國內網球的競賽水準。

第二節 研究目的

因應數位時代的來臨，藉由影像蒐集資訊並結合知識管理來提升競爭力是所有運動團隊的努力方向。基於前述之問題背景，本研究之目的如下：

- 一、分析不同質料場地男子網球單打競賽，擊球拍數及時間因素的差異。
- 二、分析不同質料場地男子網球單打競賽技術運用的差異。
- 三、分析不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在擊球效果的差異。

四、建立不同質料場地男子網球單打競賽獲勝率的預測公式。

第三節 研究問題與假設

一、不同質料場地男子網球單打競賽，擊球拍數及時間因素的差異是否達顯著水準？

1-1 不同質料場地男子網球單打競賽，每回合擊球拍數的差異達顯著水準。

1-2 不同質料場地男子網球單打競賽，每回合拉鋸時間的差異達顯著水準。

1-3 不同質料場地男子網球單打競賽，決定勝負拍數段落分布次數的差異達顯著水準。

二、不同質料場地男子網球單打競賽技術運用的差異是否達顯著水準？

2-1 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球位置次數分配的差異達顯著水準。

2-2 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球型態次數分配的差異達顯著水準。

2-3 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球落點次數分配的差異達顯著水準。

2-4 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球方向次數分配的差異達顯著水準。

三、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在擊球效果的交互作用是否達顯著水準？

3-1 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在發球效果的交互作用達顯著水準。

3-2 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在接發球效果的交互作用達顯著水準。

3-3 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第三拍效果的交互作用達顯著水準。

3-4 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第四拍效果的交互作用達顯著水準。

3-5 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第五拍效果的交互作用達顯著水準。

四、建立男子網球單打競賽獲勝率的預測公式

4-1 硬地男單競賽，各拍擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？

4-2 紅土男單競賽，各拍擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？

4-3 草地男單競賽，各拍擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？

第四節 研究範圍與限制

根據本研究目的、對象、方法等性質，提出下列研究範圍與研究限制：

一、研究範圍

(一) 本研究以 2007 年男子職業網球四大公開賽中的美國網球公開賽 (US OPEN，硬地球場)、法國網球公開賽 (FRENCH OPEN，紅土球場)、溫布頓錦標賽 (WIMBLEDON CHAMPIONSHIPS，草地球場) 三項比賽作為不同材質球场的代表。

(二) 比賽場次由三項大滿貫賽事進入 16 強男單比賽中隨機取樣，若有相同對戰組合剔除，則為本研究範圍。

(三) 本研究的擊球效果只針對前五拍作分析研究，原因在於各場地每回合的拍數大多在前五拍就結束，並且藉此了解發接發球段落(1~4 拍)的擊球效果以及攻守轉換段落第一拍(5 拍)選手們在後續拉鋸拍數中處於主動攻擊或被動防守的擊球情境。

(四) 本研究主要針對大樣本之整體性來進行分析，不進行選手個人之間的比較，並以盤為單位進行分析對照，也因此假定比賽雙方對手之間對比賽全力以赴。

(五) 本研究蒐集的影片資料，藉由威力導演 3.0 影像播放軟體，分析從發球到死球每一拍競賽過程中的時間因素與競賽模式。

二、研究限制

(一) 由於 2007 美國網球公開賽進入男單十六強賽事只轉播了九場，為本研究

之限制一。

(二) 由於 2007 溫布頓網球公開賽連日陰雨造成賽程不定，因此只片斷收集了八場進入男單十六強賽事，為本研究之限制二。

(三) 由於 2007 法國網球公開賽國內無相關轉播，因此只能從網路上購買，其中符合條件者（扣除左手持拍者）也只有六場，為本研究之限制三。

(四) 由於三項大滿貫男單競賽之影像資料轉錄電視轉播之比賽畫面，其中因慢動作重播或電視廣告等因素，部分競賽會因此遺漏，為本研究之限制四。

(五) 觀察競賽過程中，由於攝影機拍攝位置的影響，有部分擊球出界之落地位置超出攝影機拍攝範圍，此為本研究限制五，因此以球體離開攝影機畫面的最後時間進行記錄。

(六) 因左手持拍者其發球旋轉方向及落點的選擇與右手持拍者或有所不同，為免影響本研究之相關推論，故排除有左手選手之賽事，因此，本研究之相關結論也僅能適用於右手持拍之頂尖男子網球選手，為本研究之限制六。

(七) 本研究針對整體競賽模式作分析，並以觀察類目及觀察員的角度去判定各項技術表現，因此選手自身的體能狀況、心理狀態與情緒反應之影響，為本研究之限制七。

第五節 名詞操作型定義

一、職業網球男子競賽

本研究是指 2007 年進入美國、法國及溫布頓網球公開賽 16 強男子單打選手間的競賽。

二、不同質料場地

(一) 美國網球公開賽 (U.S. Open)

每年八月份舉行，在美國紐約市新國家網球中心，場地是一種瀝青配合特殊塗料的速維龍球場，一般簡稱硬地球場。1818 年第一次美國公開賽是在草地球場舉行，後來於 1978 年才改為硬地球場。

（二）法國網球公開賽（French Open）

每年五月中旬舉行，於法國巴黎市郊的 Roland Garros 球場舉行，是大滿貫中唯一在紅土舉辦之比賽。

（三）溫布頓網球公開賽（Wimbledon Open）

每年六月份舉行，於英國倫敦郊區的溫布頓全英網球俱樂部舉行，所以被稱為溫布頓公開賽，場地是一種草地球場。是世界歷史最悠久及最具聲譽的比賽。

三、擊球拍數及時間因素與技術運用

包含每回合拉鋸時間、每回合擊球拍數及決定勝負拍數段落分布。

（一）每回合拉鋸時間：從選手發球拋至最高點時間開始算起至死球停止為一回合拉鋸時間。

（二）每回合擊球拍數：每回合選手互相擊球的總拍數。

（三）決定勝負拍數段落分布：依據 Unierzyski & Wieczorek (2001) 的分類方式，是將每回合拍數區分為短（5 拍內）、一般（6~9 拍）、長（10 拍以上），但其中無法區別出發球、接發球相互攻守的情形（前 4 拍）。因此本研究將每回合決定勝負的拍數區分為 1.發接發前四拍段落：決定勝負拉鋸拍數在 1~4 拍；2.攻守轉換段落：決定勝負拉鋸拍數在 5~12 拍；3.多拍段落：決定勝負拉鋸拍數在 13~20 拍；4.超多拍段落：決定勝負拉鋸拍數在 21 拍以上。

（四）擊球落點：指選手將球回擊至對手場內第一次落地的位置或對手將球凌空回擊的位置（見圖 1-1）。依據 Taylor & Hughes (1998) 的文獻是將半座球場以中線及發球區分隔為四個區域（1、2、3、4）。

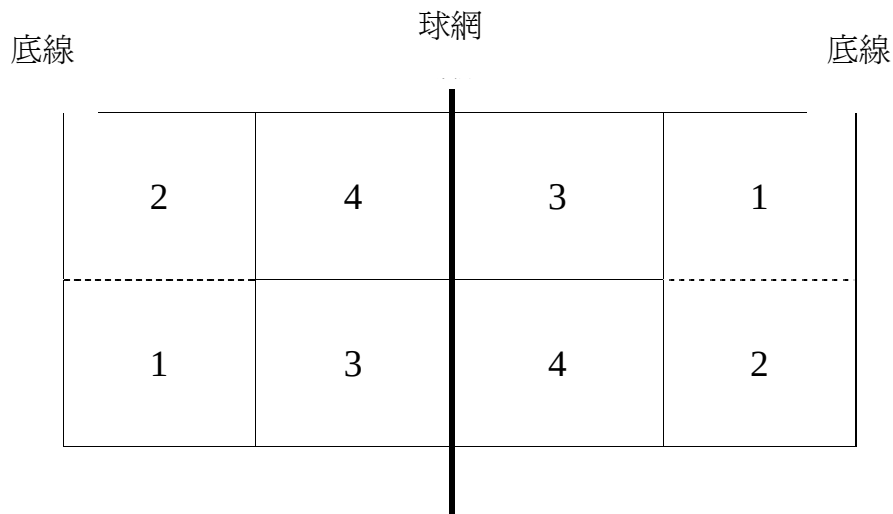


圖 1-1 回球落點示意圖

資料來源：修改自 Taylor & Hughes (1998), p.261

(五)擊球位置：指選手擊球瞬間在球場上的區域(圖 1-2)。依據 Taylor and Hughes (1998) 的文獻是將半座球場以中線及發球區分隔為四個區域(1、2、3、4)，但在現今強力網球競賽中常常出現將選手拉出場外的擊球，因此本研究為求方便觀察及記錄，增加場外六塊區域(5、6、7、8、9、10)，合計共十個區域。並定義 9、3、4、10 四區為前場，7、1、2、8 四區為後場，5、6 二區為底線後。

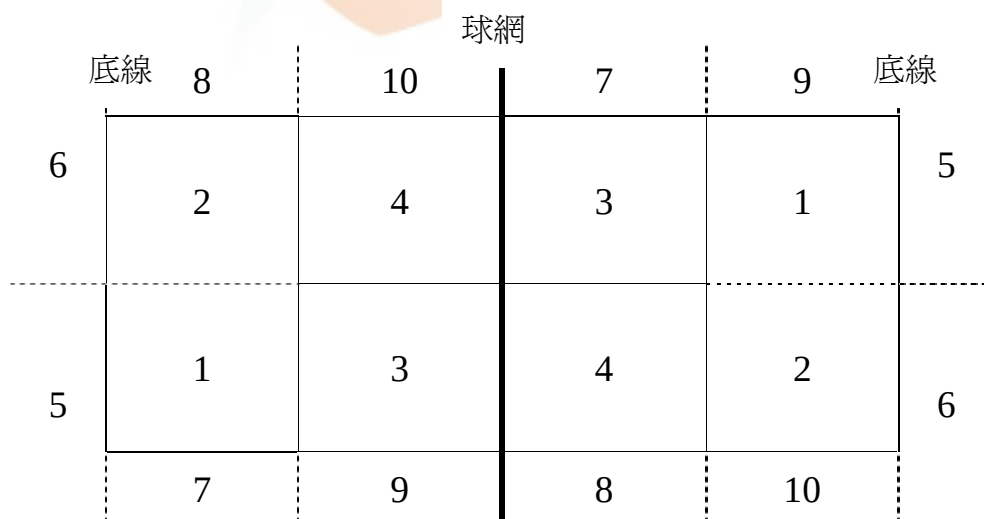


圖 1-2 擊球位置示意圖

資料來源：修改自 Taylor & Hughes (1998), p.261

(六) 擊球型態：區分正拍抽球、反拍抽球、正拍切球、反拍切球、正拍截擊、反拍截擊、高壓球、放小球及高吊球九個部份。(定義參照 p.28)

四、擊球效果

指每一拍發、擊球對該回合勝負結果所呈現出的影響效果，參考溫卓謀(2006)之研究修訂完成，將各拍擊球效果分為五個等級，分別給予評分，說明如下：

- (一) 直接成功，給予 2 分：該拍擊球後的次一拍造成死球。例如：該拍擊球落入對手場地之界內區並導致對回擊失誤而得分。
- (二) 間接成功，給予 1 分：該拍擊球後的次三拍造成死球。例如：該拍擊球後對手回擊成功，但擊球方再將球回擊至對手場地之界內區並導致對手回擊失誤而得分。
- (三) 一般表現，給予 0 分：該拍擊球造成雙方球員持續擊球五拍以上。
- (四) 間接失誤，給予-1 分：該拍擊球後的次兩拍造成死球。例如：該拍擊球後對手將球回擊至擊球方場地界內區並導致擊球方回擊失誤而造成對手得分。
- (五) 直接失誤，給予-2 分：該拍擊球造成死球。例如：該拍擊球失誤造成對手得分。

五、標記分析

標記分析是針對運動競賽中運動員的動作型態、擊球落點與位置、技術運用的頻率與次數、擊球效果以及時間的相關因素予以記錄進行分析；分為即時分析與事後分析 (Hong & Tong, 2000)。

六、獲勝率

根據溫卓謀(2006)的研究指出每局比賽的獲勝率公式為：獲勝率=該局比賽的得分÷(該局比賽的得分+該局比賽的失分)×100%。

第六節 研究的重要性

網球在台灣是一項日益受到重視的運動項目，我國選手如果能持續努力並輔以現代科學性的訓練，成就應該不止於此。現今國內已有多位選手在國際比賽上擁有亮麗的成績及表現，因此如何在體能與技術基礎下，尋求提升更佳競賽表現的策略是相當值得關注的。

本研究擬以網球單打競賽資訊的蒐集與分析為研究的主題，分析大滿貫賽事中世界頂尖選手的表現，藉由此研究了解現今優秀網球男子單打好手在不同質料場地所採取的打法，並建立男子網球單打競賽獲勝率的預測公式，找出比賽中影響勝負的擊球表現。而且也希望藉由競賽表現大樣本的量化分析，能提供國內網球教練找出選手敵強我弱之處，把對手的弱勢以及本身不足之處納入賽前訓練計劃，並在賽前準備中設計出模擬比賽的情況來進行練習，期許更多國內優秀男子選手能增加資訊化概念來配合訓練、突破自我、創造佳績。

第二章 文獻探討

在進行不同質料場地網球競賽模式標記分析之前，必須先對標記分析、知識管理之相關理論基礎及國內外學者對網球之相關研究有初步的了解，因此本章節以理論基礎、網球之相關研究及文獻總結等三小節加以論述。

第一節 理論基礎

一、標記分析的內涵

Hughes & Robertson (1998) 指出，標記分析最重要的價值在於藉由運動競賽資料庫的建立，進而從資料分析中發展出競賽策略。Hong & Tong (2000) 則將標記分析定義為「將整個完整比賽過程予以標記來進行分析，標記的內容包含有時

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、得失分的型態與戰術的應用等」（圖 2-1）。

Hughes & Franks (2004) 以文獻回顧的方式，針對標記系統 (notation systems) 進行深入的分析。他們指出，標記分析最早的出版物源於 Fullerton (1912)，他以棒球運動的打擊、投手及守備的成功率為探討的主題。Downey (1973) 發展出一套詳盡的標記系統，記錄網球運動的競賽，此一系統包含了每一次擊球的型態位置與時間，O'Donoghue & Ingram (2001) 設計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、發球間的時間）、每一球來回對打的平均拍數、得分的型態為依變項，來探討專業網球單打選手比賽策略的應用，此後標記分析便廣泛應用在各項的競賽。

現今科技日新月異，藉由高畫質的錄影方式拍攝競賽過程，再藉由電腦影像處理軟體來擷取影片，進行定格分析，最後再將分析的資料經由電腦統計摘錄出重要的資訊，是近年來標記分析的模式。黃晉揚與黃俊清（2000）在運動技術分析資料的探討中提到「由於科技與電腦的進步，運動競賽隨著運動資訊系統的設計及運作，提供運動競賽量化技術分析的資訊，已是目前的趨勢。而資訊的大量蒐集與分析，對教練及選手而言，如果比賽完能立即獲得剛才比賽的攻守統計，是非常具有參考價值的，並可作為檢討改進的依據」。誠如 Evangelista (2004) 所言「徹底了解對手，是準備比賽時不可或缺的步驟，教練幕僚必須詳細研究對手，記下重點，並在準備比賽之時，指出敵我的強弱為何？把對手的弱點納入賽前計畫，並設計出模擬比賽的狀況進行練習」。因此我們可以說標記分析是項探討、分析運動員競賽表現策略選擇與戰術應用的好方法，因為一位選手除了要擁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，而標記分析正好可提供充分的訊息做為教練及選手擬定訓練計畫的參考。

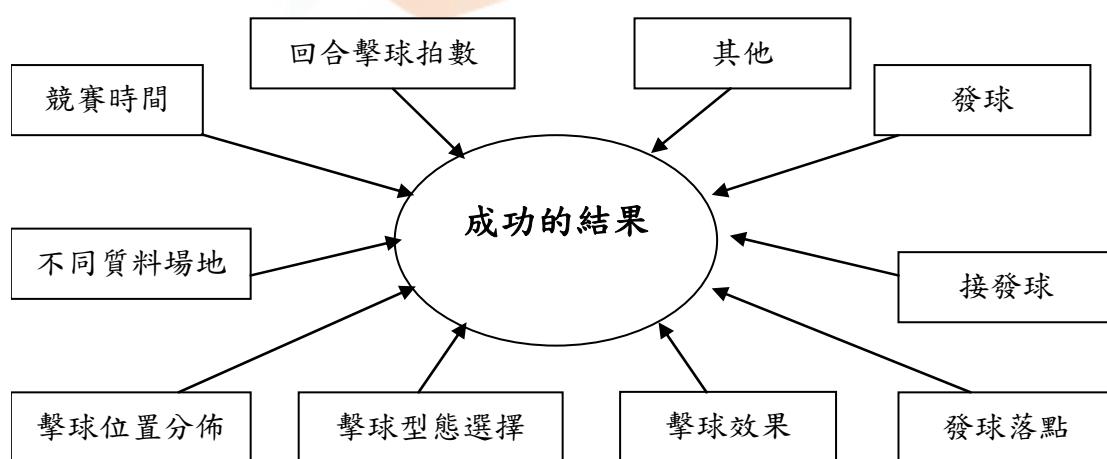


圖 2-1 運動競賽標記分析的內涵

資料來源：修改自 Hughes & Franks (2004), p.176 溫卓謀 (2006), p.21

二、知職管理

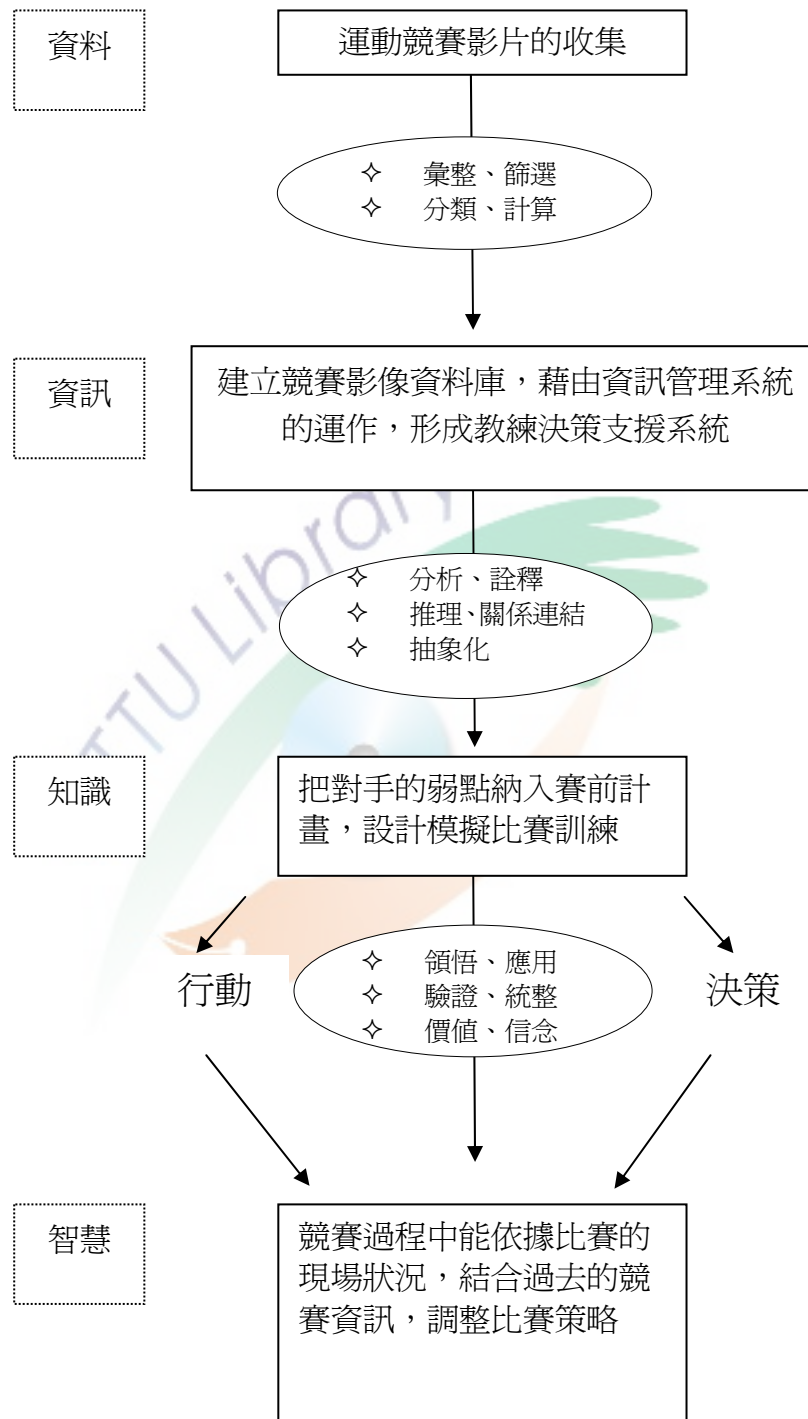


圖 2-2 資料、資訊、知識與智慧的層次關聯圖

資料來源：修改自林東清 (2003), p.23 黃廷合、吳思達 (2005), p.1-10
溫卓謀 (2006), p.24

一個優秀的團隊若要有良好的競爭力，其重點在於是否擁有優質的知職管理及運用，也因此愈來愈多的教練已經體認到想要協助選手完成良好表現，需要從事更多的控制與訓練，而不是光靠激起想要獲勝的熱情就可以（林清和，2001），這種賽前控制與訓練的執行，最需要的就是資訊的蒐集與管理。

運動訓練資訊是將運動訓練的靜態和動態資源加以整合應用，透過傳播把資訊完整的呈現在大眾面前，達到資訊普及化。不論是靜態或動態的運動訓練資訊，二者之間都是相輔相成而息息相關的，為此，教練應妥善將靜態及動態資源加以整合並保存，要保存運動訓練資源即是要善用資料庫，其功能就是將各種類型的資訊依不同層級或關連的方式設計而成，將資訊得以標準化，讓使用者可以有效地查詢及確保資訊的完整性，達到資料共享（許樹淵，2001）。

資料是指一些收集所得的事實或事件（如運動競賽的影片），經過彙整、篩選、分類與計算之後，可轉換為資訊，藉由數位型態加以儲存，藉以發現或傳達某種訊息（例如，選手表現的優勢與弱點）。針對資訊深入了解，進一步加以詮釋、說明其意義之後，轉化為知識，知識可用來做成決策，透過行動和應用來解決問題。智慧是指一種直覺性的知識，亦即具備明確判斷且能有效率地把知識應用於日常生活及工作上的一種能力。換言之，智慧是以知識為基礎，運用個人的應用與實踐能力來創造價值的泉源，特別是指所具備的判斷力與執行能力(圖 2-2)。

溫卓謀（2006）指出，「資料是指一些蒐集所得的事實或事件，經過彙整、篩選、分類與計算之後，可轉換為資訊，藉由數位型態加以儲存，藉以發現或傳達某種訊息。針對資訊深入瞭解，進一步加以詮釋、說明其意義之後，轉化為知識。知識可用來做成決策，透過行動和應用來解決問題。智慧是一種直覺性的知識，亦即具備明確判斷且能有效率的把知識應用於日常生活及工作上的一種能力。換言之，智慧是以知識為基礎，運用個人的應用與實踐能力來創造價值的泉

源，特別是指所具備的判斷力與執行能力。

從事運動訓練工作者，應透過蒐集該項運動技術最新資料，學習累積資源，並將資源儲存於組織資料庫中，突破知識現況。知識既是一種資源，而此資源必須經過妥善的經營和開發才能有意義呈現。

三、小結

有鑒於上述之理論基礎，如何有效及大量蒐集運動競賽的資料對於運動研究人員及教練團隊就顯得相當重要了。許樹淵（1997）指出，運動比賽隨時在舉行，電視一打開，立即會有世界各地及國內的運動競賽在現況報導，有心研究者必然在觀賞中加以分析記錄，寫一篇完整的研究報告。這種研究方式一旦能開展起來，對世界運動新知資訊的取得與利用，可說最為便捷迅速。以現今科技與網路的發達，要取得研究者欲蒐集的運動競賽資料並不困難，重要的是如何善用這些資料透過一連串有系統的處理成為有用資訊與知識系統。

國內各項運動已無法與資訊蒐集與管理的運作脫離，而是更應緊密地相互結合，且需有效率地運用科學方法和統整的資料，修正教練在組織成員的各項訓練計畫內容，針對自身的優點缺失作全盤性的探討和改進，以自身的特點從事有效率的組織訓練計畫，或許是一條最有效果和效率的捷徑，也希望國內網球運動表現和發展能創造出更佳成績。

第二節 網球比賽相關研究

網球比賽中各項技術之發揮，有賴於穩定及高成功率之擊球，而比賽紀錄可提供評估各項技術發揮之成效，其依據科學的方法是將各項技術因子之結果呈現，則可作為技術發揮的指標性與參考之用。因此，本研究蒐集有關網球比賽技術差異之實證研究，將其依同一質料場地、不同質料場地、單一技術型態、多樣

技術型態來分類並做研究結果的歸納、整理。

一、同一質料場地單一技術型態

王俊明（1993）以 1992 年美國網球公開賽準決賽，張德培 v.s. 艾柏格這場比賽進行研究，探討單打比賽中發球與勝負之間關係，結果發現，兩者發球在第一發球勝率皆高於第二次發球；張德培第一發球進球率（69.43%）高於艾柏格（50.71%），但其勝率（55.97%）卻低於艾柏格（65.42%）；第二次艾柏格發球勝率（42.31%）又優於張德培；艾柏格勝球方式主要採取主動壓迫性攻擊（76.56%），即強勁發球與上網截擊。

王鶴森、林偉毅與趙曉涵（2005）以 2004 年美國網球公開賽男子單打 32 強為例研究網球發球落點與技術相關表現中發現獲勝與落敗選手在各發球落點的發球分配率及平均速度並無顯著差異，但在右發球區一發向外角及身體的贏球率、二發向中線的贏球、以及在左發球區一發向外角的贏球率皆顯著優於落敗選手。另外，全體選手在右發球區一發的分配率分別是發向外角 > 中線 > 身體、左發球區則是發向中線及外角 > 身體（ $p < .05$ ），但二發時皆以發向身體為主；至於在各發球落點的發球平均速度部分，全體選手在右發球區三個發球落點的一發平均速度為發向中線 > 身體 > 外角，二發則為中線 > 身體及外角；而有關贏球率的部分，全體選手在一發向身體的贏球率皆顯著的低於發向外角及中線。因此，可以知道無論獲勝或是落敗的頂尖男子網球選手，雖然在各發球落點的發球分配率及平均速度是一致的，但是在右發球區一發向外角、身體及二發向中線，以及左發球區一發向外角的贏球率則是獲勝選手顯著優於落敗選手，此點可能是影響比賽勝負的重要關鍵。

王鶴森（2006）以 2005 年美國公開賽中詹詠然 v.s. Serena Williams 及王宇佐 v.s. Zib 作為研究對象，探討第一發球進球率、一發贏球率及二發贏球率等三個指標對比賽勝負的影響並預測發球局贏率。結果發現詹詠然除了一發進球率平

均達到 70%，高於 Serena Williams 的 53% 之外，其他無論在一發、二發贏球率、實際發球局贏率及經過計算後的發球分贏率與預測發球局贏率的表現都不及 Serena Williams。因為兩位選手在排名上仍有一段差距，因此這樣的結果不令人意外，但值得注意的是相較於 Serena Williams 無論是在第一或第二盤，其一發進球率及一發贏球率有較穩定的表現，詹詠然在第二盤的一發進球率較第一盤下降了 23%，而一發贏球率則提升 7%，顯然進球率的大幅下降，換來的是一發贏球率的小幅提升，雖然經計算後無論在發球分贏率或預測發球局贏率皆是第二盤高於第一盤，但這樣的改變對比賽而言究竟是好是壞，事實上是容易下定論的，最主要是因為兩盤的二發贏球率不一致可能造成的影響。不過若將二發贏球率另以整場平均 36% 代入公式計算，則第一盤預測發球局贏率雖上升為 40%，但仍低於第二盤之 44%，顯示第二盤在一發進球率下降 23%，而一發贏球率僅增加 7% 的情況下，反能具有較佳的發球優勢。而王宇佐 v.s. Zib 的三盤比賽中，一發進球率與對手幾乎是不相上下（平均皆為 63%），而一發贏球率在三個盤中則皆優於對手，但過低的二發贏球率（平均只有 23%，遠低於對手的 51%）是造成其直落三盤落敗的重要原因。相較於 2004 年美國網球公開賽男單 32 強的比賽，獲勝選手的二發贏球率平均為 56%，落敗選手為 45%（王鶴森、林偉毅、趙曉涵，2005），勝負立判。因此使其整場比賽無論實際或預測發球局贏率皆僅有 47%，以致發球局頻頻被破。但如果以一發完全取代二發的情形下，則二發贏球數或贏球率在三個盤比賽中皆能有所提升，同時整場平均發球分贏率亦可以由原先的 48.83% 上升為 55.24%、預測發球局贏率則可由 47.08% 增加至 62.88%，這種策略的改變對王宇佐想要保住發球局而言絕對是有正面幫助的。

二、同一質料場地多樣技術型態

許樹淵（1995）分析，男、女各 64 位職業網球選手在 1992 年奧運網球比賽之資料，發現男子選手正拍優於反拍達顯著差異，正拍穿越得分達顯著差異。

劉中興（1996）以 1995 年美國公開賽男女單打各 30 場為研究對象，探討網球發球贏球率與比賽勝負之關係，研究發現，男、女選手在第一發球進球率、球、雙發失誤、第一發球贏球率、致勝球、非受迫性失誤、破發比率、破發次數、網前成功率、上網次數、總得分等十一個變數達顯著差異；男子選手以發球為主軸戰略達六項，男子獲勝選手必需具備有全面性打法。

蘇榮基（1998）以 1997 年全國網球排名賽男子單打前 8 強比賽來分析，發現結果如表 2-1：

表 2-1 1997 年全國網球排名賽男子單打前 8 強比賽統計

		一發 進球率	發球 勝球率	接發球 勝球率	保住發 球局率	被破 發球局	破對方 發球局
勝方	平均數	73.5%	67.8%	50.2%	85%	0.8	1.2
	標準差	14.3	10.4	8.7	13.2	0.7	0.7
負方	平均數	68.7%	49.8%	32.2%	50.7%	2.2	0.8
	標準差	13.6	8.7	10.4	22.1	0.7	0.7
t 值		0.986	5.29	5.29	5.32	-5.19	5.19
p 值		.332	.000	.000	.000	.000	.000

資料來源：引用自蘇榮基（1998），p.73

可看出每盤獲勝的選手與落敗的選手其發球勝球率、保住發球局率、被破發球局、接發球勝球率、破對方發球局等皆達顯著差異水準。

劉中興、李彩滿（1998）以職業網球選手張德培為對象，探討發球與接發球之表現，研究發現，接發球成功率排名第二，但整體表現上，其接發球表現優於發球。

李建平（2003）針對 2002 年第一屆中油盃全國網球排名賽前 16 強選手為研究對象，發現 1.發球後上網步法型態上，身高高、肌力好、速度快、攻擊性強、預測能力好等條件，可朝向發球上網的型態發展，身高較矮、體能好、具有強大

底線抽球破壞性及在紅土球場比賽等條件可朝向底線型態發展，而現今網球發展的趨勢，應朝向全能型的技術發展。2.第一接發球站立型態上，國內、外選手在第一接發球所站的位置，以底線外 0.5 至 1 之球拍距離居多，而在第二接發球站立型態，國內、外是以採用站至底線上的技術型態最多，在第二發球在較弱的情況下，接發球者可適度往前站，以把握攻擊機會。3.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之間達顯著水準（ $p < .05$ ）獲勝選手明顯優於落敗選手。4.選手在網球發球技術因子對總得分關係上，發球局成功率與 ACE 球因子對總得分數達顯著水準（ $p < .05$ ），兩者關係成正相關。

三、不同質料場地多樣技術型態

陳智仁（1996）以 1993 年及 1995 年四大網球公開賽男子單打決賽選手為研究對象，探討男子單打決賽得分技術之差異，研究發現，其須具備強力的發球與穩定之落地擊球技術；草地比賽應具備落地擊球與不落地擊球技術；紅土比賽應具備落地擊球技術；硬地上以具備發球與落地擊球技術為主。

林暉祿（2002）抽樣 2001 年全國男子單打排名賽四項賽事共計 60 場次賽程記錄，勝負 120 筆記錄資料，經由統計之因素分析、逐步多元迴歸分析來探討國內男子選手競賽之相關表現，研究發現 1.記錄及分析整場賽事能有效反映出網球競賽的實況，並能掌握住選手攻守之間的得失，對於選手與教練在競賽中與賽後的分析提供了很大的幫助。2.從競賽攻守技術因素分析中，呈現我國男子網球選手區分為（1）攻守穩定型（2）積極進攻型（3）底線攻守型（4）熟練穩定型四種技術型態。3.從研究分析不同場地與溫差對競賽攻守比較中，我國男子網球選手的攻守差異在：整場勝率、正反手著地球、正反手截擊球、高壓殺球等四項技能差異達顯著水準。4.從預測競賽攻守變項的多元逐步迴歸分析中，我國男子網球選手的攻守技術因子為：正、反手接發球；正、反手著地球；正、反手截擊球；

雙發失誤；正、反手切球；第一發球等六項。

林俊宏與洪彰岑（2005）影響網球運動表現的因素與訓練中分別就比賽場地的材質、戰術的使用、移動的能力及步法等四個部分作探討。由表 2-2 可發現：

表 2-2 世界四大職業網球公開賽的場地材質、來回時間及回擊策略統計

	澳洲公開賽	法國公開賽	溫布頓公開賽	美國公開賽
場地材質	Rebound Ace	Clay	Grass	DecoTurf2
場地速度分類	中快速	慢速	快速	中快速
平均來回擊球時間	6.3±1.85s	7.7±1.75s	4.3±1.63s	5.8±1.95s
採用底線策略百分比	46.6±12.5%	51.9±14.2%	19.7±19.4%	35.4±19.5%

資料來源：引用自林俊宏與洪彰岑（2005）,p.63

因比賽場地材質的不同，法國公開賽中平均來回擊球的時間為 7.7 ± 1.75 秒，時間顯著長於其他比賽，而溫布頓公開賽中平均來回擊球的時間為 4.3 ± 1.63 秒，時間顯著較其他比賽短。其中 2002 法國公開賽及 2003 美國公開賽，男子組準決賽及決賽的過程統計分析，發現無論是擊球時間、來回擊球次數或每次來回擊球時間，法國公開賽在時間及次數上相較於美國公開賽都來的多。在戰術的使用上，藉由表 2-2 可發現慢速球場（法國網球公開賽）中，選手採用底線擊球的比率佔 $51.9 \pm 14.2\%$ ，顯著高於其他公開賽（ $p < .05$ ），在慢速球場上網者，不易取得網前優勢或擊出奏效的網前策略。而在快速球場中，彈跳的角度低且球速快，來回擊球的時間及次數也明顯較低。在移動能力的表現上，由於場地的材質、球的大小及擊球技術的發展等因素，瞬間移動方向、加速與急停，保持平衡並有效的回擊來球，選手在短短不到 10 秒內，需面對發球、接發球或來回擊球策略的轉變，預測並迅速作方向移動的反應。

Unierzyski & Wiczorek (2001) 以 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開

賽男單決賽作為研究討論，發現結果如表 2-3：

表 2-3 2000 年法國及溫布頓網球公開賽男單決賽競賽表現分析統計

場地		紅土	草地
平均每回合擊球拍數		6.0	2.6
回合拍數分佈 (%)	短 (5 拍內)	60.7	96.7
	一般 (6~9 拍)	22.1	3.3
	長 (10 拍以上)	17.2	0
有效擊球 (%)	發球	17	38
	接發球	15	31
	網前	3	17
	落地球	65	14
一發、二發落點 贏球率 (%)	中線	31 (18)	45 (44)
	近身	16 (49)	4 (36)
	外角	53 (33)	51 (20)
接發球落點 贏球率 (%)	中央	43	28
	邊線	57	72

資料來源：修改自 Unierzyski & Wiczorek (2001), p.46

在拍數分析上得知草地賽事中有近 97%得分在 5 拍內結束，只有約 3%在 9 拍內結束，10 拍上的沒有。可推論決賽時大多使用發球及截擊（發球上網）的技術模式。在有效擊球上，草地決賽中有近 70%是在發球、回發球上，只有 14%是在底線。在紅土決賽有效擊球中，落地擊球比發、回發球的比例是 2:1，草地決賽的上網次數是紅土決賽的 6 倍。有效發球落點上，兩種賽事在一發球發向中線及外角的效果大於近身；二發則無明顯差異。而有效回發球落點上，紅土決賽中，回發至中線或邊線無明顯差異；但在草地決賽中，回發至邊線的效果大於中線。

O'Donoghue & Ingram (2001) 搜集 175 場四大網球公開賽男、女單打比賽作分析、研究，發現在時間因素、擊球型態及得分類型等變項有顯著差異。在法國網球公開賽中男子選手較其他賽事待在底線擊球多，發球也不再是得分的必要技

術。在溫布頓賽事中回合數是最少的，而將近一半的分數是靠發球得分。美網、澳網較不同的地方在：男子選手在美網賽中較喜歡上網大於澳網時常待在底線。

Verlinden 等（2001）搜集 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開賽共 11 場比賽作為研究、分析來源，發現結果如表 2-4：

表 2-4 2000 年法國及溫布頓網球公開賽男單比賽競賽表現分析統計

	法國網球公開賽 (男子選手)	溫布頓網球公開賽 (男子選手)
1.每回合平均拍數	4.5*	2.6*
2. %正手擊球	52.7*	41.4*
3. %發球上網	3.5*	29.1*
4. %網前擊球	4.1*	13.7*
5. %底線擊球	95.6*	86.1*
6. %ACES	5.69*	9.23*
7. %雙誤	3.92	5.08
8. %發球致勝	26.62*	52.28*
9. %接發球致勝	0.22*	6.06*
10. %網前得分	10.98*/**	22.31*/**

註：*=不同質料場地呈顯著差異-**=在底線及網前得分呈顯著差異

資料來源：修改自 Verlinden 等（2001）,p.37

得知在不同質料場地中每回合平均拍數、正手擊球百分比、發球上網百分比、網前擊球百分比、底線擊球百分比、ACES 百分比、發球致勝百分比、接發球致勝百分比、網前得分百分比有顯著差異；在草地、紅土賽事中底線及網前得分呈顯著差異。

四、小結

總結以上文獻，其依照研究目的所分析之變項不外乎是針對時間、空間、技術及場地等四種因素。而時間因素包括每回合拉鋸時間及每局拉鋸時間等；空間因素則包括擊球區域及發球落點等；而技術表現則大都以發球為研究主軸並依發球所延伸出的各項擊球效果來分析；場地則分為硬地、紅土及草地三種不同質料場地。

第三節 文獻總結

綜合以上標記分析的理論基礎及其網球運動競賽的相關研究（表 2-5），研究者根據研究範圍及量化指標歸納出以下幾點：

- 一、相關文獻之研究範圍可分為三大點：一為針對相同質料場地，單一技術分析，如：王俊明（1993）以 1992 年美國網球公開賽準決賽，張德培 v.s. 艾柏格這場比賽進行研究，探討單打比賽中發球與勝負之間關係；二為針對相同質料場地賽事，多樣技術分析，如：許樹淵（1995）分析，男、女各 64 位職業網球選手在 1992 年奧運網球比賽之資料；三為針對不同質料場地賽事，多樣技術分析，如：陳智仁（1996）以 1993 年及 1995 年四大網球公開賽男子單打決賽選手為研究對象，探討男子單打決賽得分技術之差異來進行分析。而本研究綜合以上範圍，擬採多項賽事，多項技術分析的方式，除了建立網球競賽的資料庫，更進一步分析各項技術的表現，希望提供給教練、選手及相關研究人員作為訓練計畫之參考依據。
- 二、以往國內研究多以同一質料場地及單一技術型態（發球）為研究主軸，而現今國外研究已趨向針對不同質料場地及多樣技術型態來做為研究重心；因此本研究擬以世界頂尖網球選手在不同質料場地的競賽影片來分析，進一步探討其競賽模式的差異，藉以提升國內選手水準。
- 三、文獻之研究目的主要是競賽時技術使用的分析情形或針對不同質料場地（硬地、紅土、草地）、競賽結果（勝、負）來做比較；而本研究除了比較勝負球員在擊球效果的差異外，擬進一步利用勝負球員的各拍擊球效果來預測比賽之獲勝率公式。
- 四、綜合文獻的競賽表現量化方式，都是先訂定判定標準及類目，將每一拍擊球表現，判定其擊球所屬的型態，除計算出技能表現的百分率之外，更依其

成效區分等級進行評分；因此本研究量化指標是根據相關研究之定義及本研究目的，將競賽模式先訂定標準及類目，觀察競賽模式之擊球時間因素、空間因素、每回合拍數、擊球區域、擊球型態及擊球效果。如表 2-5：

表 2-5 網球相關研究之範圍及量化指標統整表

研究者	研究範圍	量化指標
王俊明（1993）	相同質料場地賽事 （美國公開賽）	單一技術：發球
許樹淵（1995）	相同質料場地賽事 （奧運網球比賽）	多樣技術：發球、截擊、正反拍
劉中興（1996）	相同質料場地賽事 （美國公開賽）	多樣技術：發球、接發球及上網
陳智仁（1996）	不同質料賽事 （四大網球公開賽）	多樣技術：發球、落地擊球、 不落地擊球
蘇榮基（1998）	相同質料場地賽事 （全國網球排名賽）	多樣技術：發球、接發球
劉中興、李彩滿 （1998）	相同質料場地賽事	多樣技術：發球、接發球
Unierzyski & Wieczorek （2001）	不同質料場地賽事 （法國與溫布頓網球 公開賽）	多樣技術：擊球、失誤型態的分布
Verlinden 等 （2001）	不同質料場地賽事 （法國與溫布頓網球 公開賽）	單一技術：最後一拍技術型態分布
O'Donoghue & Ingram（2001）	不同質料場地賽事 （四大網球公開賽）	單一技術：第三拍技術型態分布
林暉祿（2002）	不同質料場地賽事 （全國網球排名賽）	多樣技術：各式擊球型態及打法
李建平（2003）	相同質料場地賽事 （全國網球排名賽）	多樣技術：發球、步法、接發球位置、 握拍型態
林俊宏、洪彰岑 （2005）	不同質料場地賽事 （四大網球公開賽）	多樣技術：時間及擊球策略
王鶴森、林偉毅 與趙曉涵 （2005）	相同質料場地賽事 （美國公開賽）	單一技術：發球落點分佈
王鶴森（2005）	相同質料場地賽事 （美國公開賽）	單一技術：發球

網球競技運動發展至今已百年，但到了 1970 年後，才開始受到科學研究的重視與探討，且在 1980 年代後，藉由運動科學提供了各項網球研究成果，來幫助選手增強各項技術的發揮。而國內網球的科學探討研究，更是於最近十年才開始有學者深入研究（林暉祿，2002）。

目前世界級水準的網球競賽中，許多教練運用資訊統計出對手的技戰術使用情形，以利在下一戰前擬定好戰術。可是反觀國內對於網球的相關研究著實不多，且大多只針對發球這項技術及其相關延伸的競賽型態作為分析研究。雖然 Schonborn (1999) 的研究顯示說明發球的表現佔勝負關鍵的 50~70%，但王鶴森、林偉毅與趙曉涵（2005）研究更告訴我們，世界頂尖選手們近年來在發球整體表現差距不僅逐步縮小，同時也向上提升。因此可知現今世界頂尖網球競賽獲勝模式，已不再只著重於某項技術，而是朝向更全面性的技術發展（劉中興，1996）（李建平，2003）。所以本研究除了以現有國內、外的相關研究作為基礎，針對不同質料場地、時間、空間及各項技術型態作為分析項目，探討現今網球整體競賽表現的趨勢，更進一步加入了擊球效果，希望藉此建立起競賽獲勝率的預測公式，也期許國內的網球教練及選手們能提升咱們整體的網球技術水準，向世界尖頂邁進。

第三章 研究方法

全章分爲五節：第一節爲研究架構，第二節爲研究對象，第三節爲研究工具，第四節爲研究步驟，第五節爲資料處理與統計分析。

第一節 研究架構

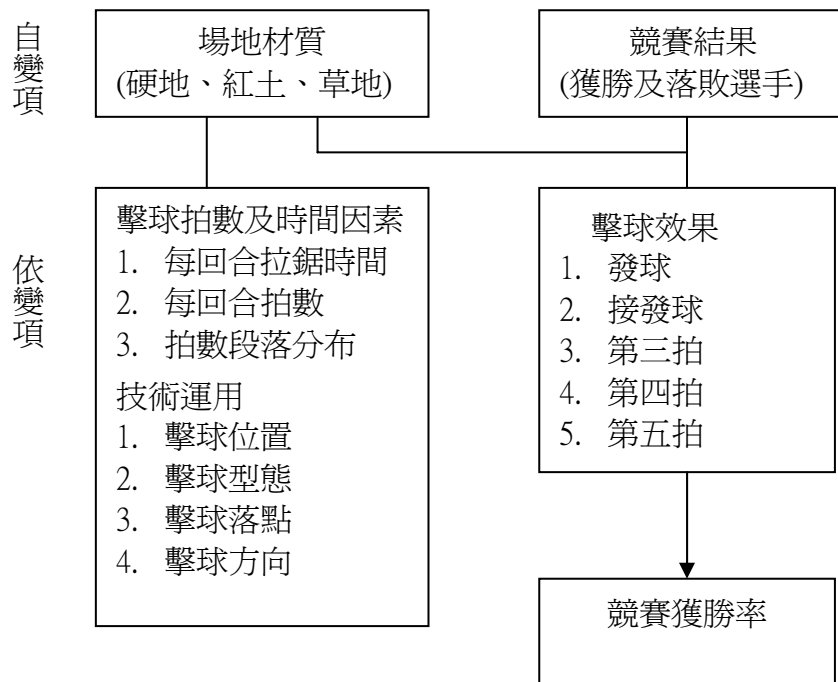


圖 3-1 研究架構

本研究架構如圖 3-1，以場地質料及競賽結果(獲勝、落敗)爲自變項，擊球拍數及時間、技術運用以及擊球效果爲依變項來探討世界頂尖男子網球單打選手在不同場地質料競賽表現的差異，分析影響單打競賽勝負的重要變項，並進一步建立預測單打競賽獲勝率的預測公式。

第二節 研究對象

本研究蒐集 2007 年美國網球公開賽、法國網球公開賽、溫布頓網球公開賽世界頂尖男子網球單打競賽 16 強後對戰之影片資料，共計 23 盤。法國網球公開賽由於國內無相關轉播，因此由網路上購買賽事影片；溫布頓網球公開賽及美國網球公開賽男子網球單打競賽是藉由數位電視卡錄製 2007 年衛視體育台轉播網球競賽 16 強後對戰之競賽影片（表 3-1）。

表 3-1 不同質料場地男子網球單打競賽名單

編號	賽事名稱	對戰球員	盤次	比數	獲勝者
1	美國網球公開賽	Chela v.s. Wawrinka	2	6-2	Chela
2	美國網球公開賽	Davydenko v.s. Hass	1	6-3	Davydenko
3	美國網球公開賽	Djokovic v.s. Monaco	5	6-1	Djokovic
4	美國網球公開賽	Federer v.s. Davydenko	2	6-1	Federer
5	美國網球公開賽	Federer v.s. Djokovic	3	6-4	Federer
6	美國網球公開賽	Federer v.s. Roddic	3	6-2	Federer
7	美國網球公開賽	Ferrer v.s. Chela	1	6-2	Ferrer
8	美國網球公開賽	Djokovic v.s. Ferrer	3	6-3	Djokovic
9	美國網球公開賽	Djokovic v.s. Moya	3	6-1	Djokovic
10	法國網球公開賽	Davydenko v.s. Canas	2	6-4	Davydenko
11	法國網球公開賽	Federer v.s. Robredo	3	6-1	Federer
12	法國網球公開賽	Federer v.s. Youzhny	2	6-4	Federer
13	法國網球公開賽	Hewitt v.s. Gaudio	5	6-2	Hewitt
14	法國網球公開賽	Moya v.s. Bjokman	2	6-2	Moya
15	法國網球公開賽	Safin v.s. Vicente	1	6-1	Safin
16	溫布頓網球公開賽	Baqhdatis v.s. Djokvic	4	6-4	Baqhdatis
17	溫布頓網球公開賽	Federer v.s. Ferrero	3	6-1	Federer
18	溫布頓網球公開賽	Federer v.s. Gasquet	2	6-3	Federer
19	溫布頓網球公開賽	Federer v.s. Safin	2	6-4	Federer
20	溫布頓網球公開賽	Roddick v.s. Gasquet	1	6-4	Roddick
21	溫布頓網球公開賽	Berdych v.s. Bjokman	4	6-0	Berdych

續下頁

表 3-1(續)

22	溫布頓網球公開賽	Gasquet v.s. Tsonqa	2	6-3	Gasquet
23	溫布頓網球公開賽	Ferrero v.s. Tipsarevic	2	6-3	Ferrero

資料來源：美國、溫布頓網球公開賽轉錄自電視；法國網球公開賽購自網路

第三節 研究工具

一、COMPAQ Presario X1000 筆記型電腦

內含 SPSS12.0 套裝統計軟體及威力導演 3.0 影像播放軟體，提供觀察員進行影片觀察與記錄類目。

二、嵩剛 Just TV 數碼電視錄影卡

使用於轉錄電視轉播之國際性網球競賽。

三、網球男單標記分析系統

配合筆記型電腦提供研究者記錄類目用（表 3-2）。

表 3-2 網球男單電腦標記分析紀錄系統

球員 A	球員 B	局 數	球 數	開 始 分	開 始 秒	結 束 分	結 束 秒	球 分 時 間	得 分 方	發 球 員	發 球 場 區	發 球 狀 態	發 球 效 果	接 球 員	擊 球 型 態	接 球 方 向	接 球 效 果	...

四、網球單打技術觀察類目表

參考相關網球研究，再根據本研究目的與問題，修訂完成，並整理出網球單打技術觀察類目表（表 3-3）。

表 3-3 網球單打觀察類目表

(一) 發球狀態					
類目	第一發球			第二發球	
代號	1			2	
(二) 擊球型態					
類目	正拍抽球	反拍抽球	正拍切球	反拍切球	正拍截擊
代號	1	2	3	4	5
類目	反拍截擊	高壓球	放小球	高吊球	
代號	6	7	8	9	
(三) 回發球及回球落點					
類目	後場右區	後場左區	前場右區	前場左區	
代號	1	2	3	4	
(四) 擊球位置					
類目	前場左外區	前場左區	前場右區	前場右外區	後場左外區
代號	10	4	3	9	8
類目	後場左區	後場右區	後場右外區	底線後左區	底線後右區
代號	2	1	7	6	5
(五) 回球方向					
類目	直線			斜線	
代號	1			2	
(六) 擊球效果					
類目	直接成功	間接成功	一般表現	間接失誤	直接失誤
評分	2	1	0	-1	-2

(一) 擊球型態：本研究將擊球型態分為九種，說明如下：

1. 正拍抽球：右手持拍者在身體右側擊球，球拍向上摩擦球體使其產生上旋效果。
2. 反拍抽球：右手持拍者在身體左側擊球，球拍向上摩擦球體使其產生上旋效果。
3. 正拍切球：右手持拍者在身體右側擊球，球拍向下摩擦球體使其產生下旋效果。
4. 反拍切球：右手持拍者在身體左側擊球，球拍向下摩擦球體使其產生下旋效果。

5. 正拍截擊：右手持拍者在身體右側擊球，當球還沒落地在空中飛行時（高壓球除外）被凌空打掉。
- 6 反拍截擊：右手持拍者在身體左側擊球，當球還沒落地在空中飛行時（高壓球除外）被凌空打掉。
7. 高壓球：擊球點在身體的上方，並將球由上往下扣壓的擊球法。
8. 放小球：擊出下旋反彈球，並落在對方網前的位置。
9. 高吊球：擊球越過網前對手落在後場，使對方即夠不到又追不到，即使勉強打到的高壓球也是弱軟無力。

（二）擊球位置及落點：參照本研究（p.7）。

（三）擊球效果：在網球單打技能表現的判定方面，為區別出擊球效果正負面影響的差異，因此在給分上有正負分的判定，之後再依據許維茜（2007）的擊球效果評分方式，將每拍擊球表現依「直接成功、間接成功、一般表現、間接失誤、直接失誤」分別給予「2、1、0、-1、-2」的評分，而「0」代表擊球效果的基準分（表 3-4）。

表 3-4 網球單打擊球效果評分類目表

擊球效果	判定標準	評分
直接成功	該拍擊球後的次一拍造成死球（第二拍失分）。	2
間接成功	該拍擊球後的次三拍造成死球（第四拍失分）。	1
一般表現	該拍擊球後，造成雙方球員持續擊球超過五拍（五拍後失分）。	0
間接失誤	該拍擊球後的次兩拍造成死球（第三拍失分）。	-1
直接失誤	該拍擊球造成死球（第一拍失分）。	-2

資料來源：引用自許維茜（2007），p.50

第四節 研究步驟

本節依研究步驟分為資料取得、觀察記錄前置作業、觀察員訓練及正式觀察記錄等四個流程分別做詳細說明。

一、資料取得

- (一) 溫布頓網球公開賽、美國網球公開賽世界頂尖男子網球單打競賽進 16 強對戰影片蒐集：藉由數位電視卡錄製 2007 年七月（溫布頓網球公開賽）、八月（美國網球公開賽）衛視體育台轉播網球競賽影片，共分析 17 場並以盤為單位進行觀察記錄。
- (二) 法國網球公開賽世界頂尖男子網球單打競賽進 16 強對戰影片蒐集：由於國內無相關轉播，因此只能在網路上購買賽事影片，而販賣樣本數並不齊全並扣除左手持拍選手（納達爾），所以共只分析 6 場並以盤為單位進行觀察記錄。

二、觀察記錄前置作業

- (一) 建立影像資料庫：將攝影及錄製完成的影片進行整理，藉由影像剪輯軟體進行影片擷取，歸類編碼存於硬碟，建立男子單打影像資料庫。另外將每場競賽影片燒錄為 DVD，作為資料分析之來源。
- (二) 編製觀察類目表及觀察記錄表：研究者綜合過去相關研究文獻後，以 SPSS12.0 套裝統計軟體為基本架構，再根據本研究目的將觀察變項進行編碼製成觀察類目表，並利用統計軟體設計觀察表，以利記錄與分析。

三、觀察員訓練

- (一) 觀察員訓練：由研究者及另一位台東大學體育研究生，擔任本研究競賽影片之觀察員。並請具有網球專業能力之指導老師（國內甲組球員，現任高雄縣清心網球協會駐場教練）親自進行訓練。隨機抽看其中一盤之影片，進行每一球技術型態及時間因素之判定訓練。相互討論並確定各項行為所屬之類目，研究者、觀察員及指導老師確實了解類目之意義後，個別做觀察記錄練習，再開會討論觀察時之困難與意見，共同建立觀察

之規則。

(二) 觀察員間信度的建立：隨機抽取一盤影片給兩位觀察員觀察記錄，再將兩次觀察記錄，進行資料的處理，求出觀察員間的信度。

1.每回合拉鋸時間觀察一致性：以 Pearson 積差相關進行統計分析。相關係數達.853($p<.05$)，表示兩位觀察員在每回合拉鋸時間判定相當一致。

2.擊球拍數觀察一致性：以 Spearman 等級相關進行統計分析。相關係數達.971($p<.05$)，表示兩位觀察員在每回合擊球拍數判定相當一致。由於擊球拍數的判斷是相當明確，而且觀察者可以在觀察後將資料進行排序檢查正確性，也因此犯錯的機率較低。

3.擊球型態觀察一致性：以 Siedentop (1983, p.309) 信度考驗公式：【觀察相同數÷(觀察相同數+不同數)】進行分析。觀察總數共 253 次，觀察一致數 245 次，兩位觀察員一致性達 96%，表示兩位觀察員在擊球型態判定相當一致。

4.擊球區域觀察一致性：以 Siedentop (1983) 信度考驗公式進行統計分析。觀察總數共 253 次，觀察一致數 229 次，兩位觀察員一致性達 90%，表示兩位觀察員在擊球區域判定相當一致。

5.擊球方向觀察一致性：以 Siedentop (1983) 信度考驗公式進行統計分析。觀察總數共 253 次，觀察一致數 247 次，兩位觀察員一致性達 97.6%，表示兩位觀察員在擊球方向判定相當一致。

(三) 觀察員內信度的建立：在七天之後以相同影片進行第二次的觀察記錄，將兩位觀察員前後兩次觀察記錄，進行資料的處理，求出觀察員內信度。

1.每回合拉鋸時間觀察穩定性：觀察員 A 在積差相關係數達.973 ($p<.05$)，觀察員 B 達.961 ($p<.05$)，兩位觀察員在每回合拉鋸時間判定相當穩定。

2.擊球拍數觀察穩定性：觀察員 A 等級相關係數達.984 ($p<.05$)，觀察員 B 達.981 ($p<.05$)，表示兩位觀察員觀察具有穩定性。

- 3.擊球型態觀察穩定性：兩位觀察員在擊球型態判定的穩定性，分別為 98.8 %及 98.8 %，信度係數 $>.80$ ，表示兩位觀察員觀察具有穩定性。
- 4.擊球區域觀察穩定性：兩位觀察員在擊球區域判定的穩定性，分別為 94.8 %及 92.8 %，信度係數 $>.80$ ，表示兩位觀察員觀察具有穩定性。
- 5.擊球方向觀察穩定性：兩位觀察員在擊球方向判定的穩定性，分別為 99.2%及 98.8%，信度係數 $>.80$ ，表示兩位觀察員觀察具有穩定性。

四、正式觀察記錄

觀察影片中所有的技術型態及時間因素資料並記錄在記錄表上，整理之後將所有資料輸入電腦中。最後研究者進一步進行資料檢核及除錯，再依研究目的進行資料處理。

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皆定為 .05。

一、資料處理

- (一) 時間因素資料處理：本研究使用威力導演 3.0 軟體播放，以秒為單位分析，記錄發球（球拋至最高點）至死球（球體落地瞬間）時間，影片中若球體落地畫面遭遮蔽或球飛出攝影畫面，則記錄球體消失瞬間的時間。觀察記錄後利用 SPSS 12.0 軟體算出每回合拉鋸時間，步驟為：
「Transform」→「Compute」→「輸入公式： $(\text{結束時} \times 60 \times 60 + \text{結束分} \times 60 + \text{結束秒}) - (\text{開始時} \times 60 \times 60 + \text{開始分} \times 60 + \text{開始秒})$ 」。
- (二) 拍數段落分布的轉換：以重新編碼的方式，依據每一回合的拍數轉換為
1.發接發前四拍段落(1~4 拍)；2.攻守與攻守轉換段落(5~12 拍)；3.多拍段落(13~20 拍)；4.超多拍段落(21 拍以上)。
- (三)擊球型態、方向、位置及落點分布的計算：依據場地材質分類，計算出各拍擊球位置、型態、落點、及方向分布的次數。

(四)勝負球員獲勝率的計算：以球員該局得分÷(該局得分＋該局失分)×100%。

二、統計分析

問題	研究假設	統計分析
一	1-1 不同質料場地男子網球單打競賽，每回合擊球拍數的差異達顯著水準。 1-2 不同質料場地男子網球單打競賽，每回合拉鋸時間的差異達顯著水準。 1-3 不同質料場地男子網球單打競賽，決定勝負拍數段落分布次數的差異達顯著水準。	獨立樣本單因子變異數分析 獨立樣本單因子變異數分析 百分比同質性卡方檢定
二	2-1 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球位置次數分配的差異達顯著水準。 2-2 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球型態次數分配的差異達顯著水準。 2-3 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球落點次數分配的差異達顯著水準。 2-4 不同質料場地男子網球單打競賽，擊球方向次數分配的差異達顯著水準。	百分比同質性卡方檢定
三	3-1 不同質料場地男子網球單打競賽，獲勝球員與落敗球員在發球效果的交互作用達顯著水準。 3-2 不同質料場地男子網球單打競賽，獲勝球員與落敗球員在接發球效果的交互作用達顯著水準。 3-3 不同質料場地男子網球單打競賽，獲勝球員與落敗球員在第三拍效果的交互作用達顯著水準。 3-3 不同質料場地男子網球單打競賽，獲勝球員與落敗球員在第四拍效果的交互作用達顯著水準。 3-5 不同質料場地男子網球單打競賽，獲勝球員與落敗球員在第五拍效果的交互作用達顯著水準。	獨立樣本二因子變異數分析
四	4-1 硬地男單競賽，各項擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？ 4-2 紅土男單競賽，各項擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？ 4-3 草地男單競賽，各項擊球效果對競賽的獲勝率是否有顯著預測效果？	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：第一節為不同質料場地男子網球單打競賽擊球拍數及時間因素之差異；第二節為不同質料場地男子網球單打競賽技術運用之差異；第三節為不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在各拍擊球效果之差異；第四節為不同質料場地男子網球單打競賽獲勝率之預測公式。

第一節 不同質料場地男子網球單打擊球拍數及時間因素之差異

本節按照研究目的一之假設分為三個部份探討，分別是：一、每回合擊球拍數之分析；二、每回合拉鋸時間之分析；三、決勝拍數段落分布之分析。

一、每回合擊球拍數之分析

本研究擊球拍數定義為指每回合（每一球分）發球到該球為死球所累計的拍數，藉此比較不同質料場地每回合平均擊球拍數。

表 4-1「不同質料場地每回合擊球拍數描述統計摘要表」可看出，硬地質料場地平均回合拍數 4.65 ± 1.76 拍；草地質料場地平均回合拍數 3.93 ± 1.41 拍；紅土質料場地平均回合拍數為 4.90 ± 1.55 拍。

表 4-1 不同質料場地每回合擊球拍數描述統計摘要表

變項	場地材質	局數	平均數	標準差	最小值	最大值
每回合拍數	硬地	65	4.646	1.761	1.75	10.3
	草地	66	3.930	1.407	1	9
	紅土	50	4.899	1.547	1.75	8

表 4-2「不同質料場地每回合擊球拍數因素變異數分析摘要表」分析結果自由度 (2,178)， $p=.003 < .05$ 達顯著水準，因此拒絕虛無假設，支持對立假設 1-1「不同質料場地男子網球單打每回合擊球拍數的差異達顯著水準」。

表 4-2 不同質料場地每回合擊球拍數變異數分析摘要表

變項	變異來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
拍數	組間	30.40	2	15.20	6.09*	.003	1>2;3>2
	組內	444.27	178	2.50			

註：1=硬地；2=草地；3=紅土 * $p < .05$

Unierzyski & Wieczorek (2001) 分析 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開賽男單決賽結果發現，法網紅土質料場地平均回合拍數為 6 拍；溫網草地質料場地平均回合拍數為 2.6 拍，主要打法為發球上網。Verlinden 等 (2001) 搜集 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開賽共 11 場比賽分析結果發現，法網紅土質料場地平均回合拍數為 4.5 拍；溫網草地質料場地平均回合拍數為 2.6 拍。

由以上各項分析結果可看出：紅土質料場地平均回合拍數是最多，硬地質料場地平均回合拍數趨近於紅土質料場地平均回合拍數，草地質料場地平均回合拍數則為最少。但整體回合擊球拍數大都在 5 拍以內結束，而且三種不同質料場地平均回合拍數也愈來愈相近，這說明近年來世界頂尖男單網球打法已全面走向以強力進攻為主，強調力量與速度，戰術運用也更加全面，不再侷限單純發球上網或底線對抽的打法，因此訓練上應該朝這個方向來努力。

二、每回合拉鋸時間之分析

本研究拉鋸時間定義為指每回合（每一球分）發球到該球為死球所累計的時間（秒），藉此比較不同質料場地每回合平均拉鋸時間。

藉由表 4-3 「不同質料場地每回合拉鋸時間描述統計摘要表」，其中硬地競賽每回合平均時間為 10.704 ± 3.505 秒；草地競賽每回合平均時間為 8.587 ± 2.990 秒；紅土競賽每回合平均時間為 11.676 ± 2.796 秒。

表 4-3 不同質料場地每回合拉鋸時間描述統計摘要表

變項	場地材質	局數	平均數	標準差	最小值	最大值
每回合拉鋸時間	硬地	65	10.704	3.505	4.75	18.33
	草地	66	8.587	2.990	2	15.75
	紅土	50	11.676	2.796	5.5	17.17

表 4-4 「不同質料場地每回合拉鋸時間變異數分析摘要表」，分析結果為自由度 (2,178)， $p=.000<.05$ 達顯著水準，因此拒絕虛無假設，支持對立假設 1-2 「不同質料場地男子網球單打競賽，每回合拉鋸時間的差異達顯著水準」。

表 4-4 不同質料場地每回合拉鋸時間變異數分析摘要表

變項	變異來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
拉鋸時間	組間	297.18	2	148.59	15.11*	.000	3>2;1>2
	組內	1750.31	178	9.83			

註：1=硬地；2=草地；3=紅土 * $p<.05$

本研究結果與林俊宏與洪彰岑 (2005) 在平均回合時間上法國網球公開賽多於美國網球公開賽；美國網球公開賽多於溫布頓網球公開賽相呼應，可證不同質料場地確實會影響回合拉鋸時間。可推論的是紅土球場質料較為柔軟，造成球落地後速度變慢彈跳也變高，而使得拍與拍之間的平均時間拉長；相反地在草地球場由於質料較為濕滑、不利彈跳，因此形成球落地後彈跳不高、速度加快的特性。

在訓練上，選手們平均要在 10 秒左右面對發球、接發球或來回擊球策略的轉變，因此能預測並迅速作出方向移動的反應是關鍵所在，硬地、草地球場尤其如此。

三、拍數段落分布之分析

本研究將競賽各回合擊球拍數歸類至以下四個拍數段落：1. 「發接發前四拍段落 (1~4 拍)」、2. 「攻守轉換段落 (5~12 拍)」、3. 「多拍段落 (13~20 拍)」、4. 「超多拍段落 (21 拍以上)」，藉此了解不同段落回合數分布的情形。

表 4-5 「不同質料場地決定勝負拍數段落分布百分比同質性檢定摘要表」，硬地男單競賽共收集 9 盤競賽資料，共計 405 個回合，決定勝負段落分布以「發接發段落 (1~4 拍)」的 246 個回合數最多，佔總數的 60.7%；其次為「攻守轉換段落 (5~12 拍)」的 136 個回合數，佔總數的 33.7%；再其次為「多拍段落 (13~20 拍)」的 20 個回合數，佔總數的 4.9%；最後為「超多拍段落 (21 拍以上)」

的 3 個回合數，佔總數的 0.7%。草地男單競賽共收集 8 盤競賽資料，共計 370 個回合，決定勝負段落分布與硬地男單競賽一致，以「發接發段落（0~4 拍）」的 264 個回合數最多，佔總數的 71.4%；其次為「攻守轉換段落（5~12 拍）」的 99 個回合數，佔總數的 26.8%；再其次為「多拍段落（13~20 拍）」的 6 個回合數，佔總數的 1.6%；最後為「超多拍段落（21 拍以上）」的 1 個回合數，佔總數的 0.3%。紅土男單競賽共收集 6 盤競賽資料，共計 258 個回合，決定勝負段落分布與硬地、草地男單競賽一致，以「發接發段落（0~4 拍）」的 139 個回合數最多，佔總數的 53.9%；其次為「攻守轉換段落（5~12 拍）」的 107 個回合數，佔總數的 41.5%；再其次為「多拍段落（13~20 拍）」的 11 個回合數，佔總數的 4.3%；最後為「超多拍段落（21 拍以上）」的 1 個回合數，佔總數的 0.4%。

表 4-5 不同質料場地決定勝負拍數段落分布百分比同質性檢定摘要表

變項		拍數段落				總和
		發接發段落	攻守轉換段落	多拍段落	超多拍段落	
硬地	次數	246	136	20	3	405
	百分比	60.7%	33.7%	4.9%	0.7%	100%
	調整後殘差	-1.11	0.26	1.88	0.95	
草地	次數	264	99	6	1	370
	百分比	71.4%	26.8%	1.6%	0.3%	100%
	調整後殘差	4.24*	-3.24*	-2.53	-0.74	
紅土	次數	139	107	11	1	258
	百分比	53.9%	41.5%	4.3%	0.4%	100%
	調整後殘差	-3.43 *	3.30*	0.68	-0.26	
Pearson 卡方值=25.172* df=6						

* $p < .05$

以不同質料場地為設計變項，以拍數段落的回合數為反應變項，經過百分比同質性卡方檢定結果，拒絕虛無假設，支持研究假設 1-3「不同質料場地男子網球單打競賽，決定勝負拍數段落分布次數的差異達顯著水準」。這顯示出不同質

料場地男子網球單打競賽在決定勝負拍數段落有顯著差異。事後比較發現：決定勝負段落分布在「發接發段落（1~4 拍）」中草地男單競賽的百分比（71.4%）與紅土男單競賽（53.9%）有顯著差異；硬地男單競賽（60.77%）則與兩者未達顯著差異。決定勝負段落分布在「攻守轉換段落（5~12 拍）」中草地男單競賽的百分比（26.8%）與紅土男單競賽（41.5%）達顯著差異；硬地男單競賽（33.7%）則與兩者未達顯著差異。由此可見，表 4-5 的卡方值達顯著水準，主要原因在不同質料場地男子網球單打競賽在「發接發段落（1~4 拍）」以及「攻守轉換段落（5~12 拍）」的次數百分比不同所致。

Unierzyski & Wiczorek (2001) 以 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開賽男單決賽結果發現草地及紅土各回合在 5 拍內結束的百分比分別為 96.7%及 60.7%；在 6~9 拍結束的百分比分別為 3.3%及 22.1%，分析上得知草地賽事中有近 97%得分在 5 拍內結束，只有約 3%在 9 拍內結束，10 拍上的沒有，可推論決賽時大多使用發球及截擊（發球上網）的技術模式。綜合上述及本研究結果發現，不同質料場地男子網球單打競賽在發接發前四拍段落回合所佔的比例最重，這表示不管在硬地、草地或紅土競賽中只要能在發接發前四拍中獲得主動進攻的機會並積極搶攻會直接關係到雙方的勝負結果。因此建議選手應在發接發前就應該要有布局的構思及預判的能力，進而能在短暫的四拍來回中取得主導的地位。

第二節 不同質料場地男子網球單打技術運用之差異

一、擊球位置分布之分析

指選手擊球瞬間在球場上的區域（圖 1-2）。依據 Taylor and Hughes (1998) 的文獻是將半座球場以中線及發球區分隔為四個區域（1、2、3、4），但在現今強力網球競賽中常常出現將選手拉出場外的擊球，因此本研究為求方便觀察及記錄，增加場外六塊區域（5、6、7、8、9、10），合計共十個區域。

表 4-6 「不同質料場地男子網球單打競賽擊球位置百分比同質性檢定摘要

表」，硬地男單競賽共收集 9 場 65 局競賽資料，共計有 1171 次，擊球區域分布以「底線左區」的 605 次最多，佔總數的 51.7%；其次為「底線右區」的 327 次，佔總數的 27.9%；接著依序為「後場左區（132 次，11.3%）」、「後場右區（41 次，3.5%）」、「前場右區（33 次，2.8%）」、「前場左區（25 次，2.1%）」、「後場左外區（6 次，0.5%）」、後場右外區及前場左外區相同都是 1 次佔 0.1%，最後則是前場右外區為 0。草地男單競賽共收集 8 場 66 局競賽資料，共計有 775 次，擊球區域分布以「底線左區」的 381 次最多，佔總數的 49.2%；其次為「底線右區」的 176 次，佔總數的 22.7%；接著依序為「後場左區（120 次，15.5%）」、「後場右區（41 次，5.3%）」、「前場左區（35 次，4.5%）」、「前場右區（18 次，2.3%）」、後場左外區及後場右外區都是 1 次佔 0.1%，最後則是前場右外區及前場左外區都為 0。紅土男單競賽共收集 6 場 50 局競賽資料，共計有 820 次，擊球區域分布以「底線左區」的 403 次最多，佔總數的 49.1%；其次為「底線右區」的 212 次，佔總數的 25.9%；接著依序為「後場左區（118 次，14.4%）」、「前場左區（38 次，4.6%）」、「後場右區（28 次，3.4%）」、「前場右區（12 次，1.5%）」、「後場左外區（7 次，0.9%）」、前場右外區及前場左外區相同都是 1 次佔 0.1%，最後則是後場右外區為 0。

以不同質料場地為設計變項，以擊球區域的次數為反應變項，經過百分比同質性卡方檢定結果，拒絕虛無假設，支持研究假設 2-1「不同質料場地男子網球單打競賽，擊球位置次數分配的差異達顯著水準」。事後比較發現：在「後場左區」中草地競賽（15.5%）與硬地競賽（11.3%）有顯著差異；紅土競賽則與兩者無顯著差異。在「前場左區」中紅土競賽（4.6%）與硬地競賽（2.1%）有顯著差異；草地競賽則與兩者無顯著差異。在「底線右區」中硬地競賽（27.9%）與草地競賽（22.7%）有顯著差異；紅土競賽則與兩者無顯著差異。

表 4-6 不同質料場地男子網球單打競賽擊球位置百分比同質性檢定摘要表

變項	擊球位置										總和
	後右	後左	右前	前左	底右	底左	後右 外	後左 外	前右 外	前左 外	
個數	41	132	33	25	327	605	1	6	0	1	1171
百分比	3.5%	11.3%	2.8%	2.1%	27.9%	51.7%	0.1%	0.5%	0.0%	0.1%	100%
調整後 殘差	-1.10	-2.79*	1.63	-3.43*	2.14*	1.31	-0.32	-0.18	-0.86	0.22	
個數	41	120	18	35	176	381	2	2	0	0	775
百分比	5.3%	15.5%	2.3%	4.5%	22.7%	49.2%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	100%
調整後 殘差	2.21	2.03*	0.10	1.73	-2.35*	-0.69	1.49	-1.27	-0.62	-0.88	
個數	28.0	118	12	38	212	403	0	7	1	1	820
百分比	3.4%	14.4%	1.5%	4.6%	25.9%	49.1%	0.0%	0.9%	0.1%	0.1%	100%
調整後 殘差	-0.98	1.02	-1.86	2.02*	0.00	-0.73	-1.12	1.45	1.54	0.63	
Pearson 卡方值=41.215* df=18											

* $p < .05$

O'Donoghue and Ingram (2001) 搜集 175 場四大網球公開賽男、女單打比賽作分析在法國網球公開賽中男子選手較其他賽事待在底線擊球多。林俊宏與洪彰岑 (2005) 發現慢速球場 (法國網球公開賽) 中, 選手採用底線擊球的比率佔 51.9 $\pm$ 14.2%, 顯著高於美國網球公開賽 (35.4 $\pm$ 19.5%) 及溫布頓網球公開賽 (19.7 $\pm$ 19.4%)。綜合上述研究結果可推論, 雖然草地、硬地同屬快速球場, 但世界頂尖網球男子單打好手若在草地球場左區時則會積極進入左後場內做主動攻擊; 在底線右區時, 硬地球場所待的比例明顯多於草地球場, 更可看出在草地球場的戰術運用就是積極攻擊取得對戰的主控權。而慢速球場如: 紅土質料場地, 在右前場區的比例明顯多於硬地球場, 可推論為: 雖然紅土球場屬慢速球場, 先前相關的研究結果都將其歸類為底線打法, 但在現今強力網球的趨勢下, 選手們上網的次

數大增，打法也更加積極，造成在底線多拍對抽的過程中會更加積極主動地把握機會上網攻擊，贏得這一分。

二、擊球型態之分析

本研究將擊球型態區分正拍抽球、反拍抽球、正拍切球、反拍切球、正拍截擊、反拍截擊、高壓球、放小球及高吊球九個部份。

表 4-7「不同質料場地男子網球單打競賽擊球型態百分比同質性檢定摘要表」，硬地男單競賽共收集 9 場 65 局競賽資料，共計有 1171 次，擊球型態以「正拍抽球」的 571 次最多，佔總數的 48.8%；其次為「反拍抽球」的 417 次，佔總數的 35.6%；接著依序為「反拍切球（89 次，7.6%）」、「正拍截擊（22 次，1.9%）」、「正拍切球（21 次，1.8%）」、「反拍截擊（18 次，1.5%）」、「高壓球（12 次，1%）」、「放小球（11 次，0.9%）」、「高吊球（10 次，0.9%）」。

草地男單競賽共收集 8 場 66 局競賽資料，共計有 775 次，擊球型態以「正拍抽球」的 340 次最多，佔總數的 43.9%；其次為「反拍抽球」的 260 次，佔總數的 33.5%；接著依序為「反拍切球（85 次，11%）」、「反拍截擊（36 次，4.6%）」、「正拍切球（15 次，1.9%）」、「正拍截擊（10 次，1.3%）」、「放小球、高吊球同為（10 次，0.9%）」、「高壓球（12 次，1.0%）」。

紅土男單競賽共收集 6 場 50 局競賽資料，共計有 819 次，擊球型態以「正拍抽球」的 357 次最多，佔總數的 43.6%；其次為「反拍抽球」的 274 次，佔總數的 33.5%；接著依序為「反拍切球（90 次，11%）」、「放小球、高吊球同為（20 次，2.4%）」、「正拍切球、反拍截擊同為（17 次，2.1%）」、「高壓球（14 次，1.7%）」、「正拍截擊（10 次，1.2%）」。

表 4-7 不同質料場地男子網球單打競賽擊球型態百分比同質性檢定摘要表

變項		擊球型態									總和
		正拍 抽球	反拍 抽球	正拍 切球	反拍 切球	正拍 截擊	反拍 截擊	高壓 球	放小 球	高吊 球	
不同 質料 場地	次數	571	417	21	89	22	18	12	11	10	1171
	百分比	48.8%	35.6%	1.8%	7.6%	1.9%	1.5%	1.0%	0.9%	0.9%	100%
	調整後 殘差	2.63	1.15	-0.41	-2.99	1.33	-2.94	-0.7	-2.14	-2.34	
	次數	340	260	15	85	10	36	7	11	11	775
	百分比	43.9%	33.5%	1.9%	11.0%	1.3%	4.6%	0.9%	1.4%	1.4%	100%
	調整後 殘差	-1.31	-0.58	0.04	1.59	-0.61	4.31	-0.88	-0.27	-0.17	
	次數	357	274	17	90	10	17	14	20	20	819
	百分比	43.6%	33.5%	2.1%	11.0%	1.2%	2.1%	1.7%	2.4%	2.4%	100%
	調整後 殘差	-1.55	-0.67	0.40	1.67	-0.83	-1.06	1.62	2.57	2.71	
Pearson 卡方值=51.383		df=16									

以不同質料場地為設計變項，以擊球型態的次數為反應變項，經過百分比同質性卡方檢定結果，接受虛無假設，拒絕研究假設 2-2「不同質料場地男子網球單打競賽，擊球型態次數分配的差異達顯著水準」。

Verlinden 等 (2001) 搜集 2000 年法國網球公開賽及溫布頓網球公開賽共 11 場比賽作為研究、分析來源，結果發現：網前擊球百分比及正手擊球百分比呈顯著差異。綜合以上研究結果推論，雖然在不同質料場地中競賽，但現今世界頂尖網球男子單打好手已不再侷限於某種戰術打法，如：草地球場採取發球上網、紅土球場則採取底線抽球進攻，取而代之的是更加全面性的打法與更加靈活的戰術運用。

三、擊球落點分布之分析

指選手擊球至對手場內落地的區域或者是對手凌空擊球的區域（圖 1-1）。

依據 Taylor & Hughes (1998) 的文獻是將半座球場以中線及發球區分隔為四個區

域（1、2、3、4）。

表 4-8 「不同質料場地男子網球單打競賽擊球落點百分比同質性檢定摘要表」，硬地男單競賽共收集 9 場 65 局競賽資料，共計有 990 次，擊球落點以「後場左區」的 468 次最多，佔總數的 47.3%；其次為「後場右區」的 315 次，佔總數的 31.8%；接著為「前場左區」的 120 次，佔總數的 12.1%；最後則為「前場右區」的 87 次，佔總數的 8.8%。草地男單競賽共收集 8 場 66 局競賽資料，共計有 630 次，擊球落點以「後場左區」的 290 次最多，佔總數的 46%；其次為「後場右區」的 208 次，佔總數的 33%；接著為「前場左區」的 87 次，佔總數的 13.8%；最後則為「前場右區」的 45 次，佔總數的 7.1%。紅土男單競賽共收集 6 場 50 局競賽資料，共計有 704 次，擊球落點以「後場左區」的 342 次最多，佔總數的 48.6%；其次為「後場右區」的 224 次，佔總數的 31.8%；接著為「前場左區」的 94 次，佔總數的 13.4%；最後則為「前場右區」的 44 次，佔總數的 6.3%。

表 4-8 不同質料場地男子網球單打競賽擊球落點百分比同質性檢定摘要表

變項	擊球落點				總和
	後場右區	後場左區	前場右區	前場左區	
次數	315	468	87	120	990
百分比	31.8%	47.3%	8.8%	12.1%	100%
調整後殘差	-0.29	-0.05	0.91	-1.03	
次數	208	290	45	87	630
百分比	33.0%	46.0%	7.1%	13.8%	100%
調整後殘差	0.55	-0.77	-0.48	0.75	
次數	224	342	44	94	704
百分比	31.8%	48.6%	6.3%	13.4%	100%
調整後殘差	-0.22	0.79	-1.59	0.38	
Pearson 卡方值=5.345 df=6					

以不同質料場地為設計變項，以擊球落點的次數為反應變項，經過百分比同質性卡方檢定結果，接受虛無假設，拒絕研究假設 2-3 「不同質料場地男子網球

單打競賽，擊球落點次數分配的差異達顯著水準」。

由以上研究結果可知，世界頂尖網球男子單打好手不會因為在不同的質料場地上競賽而有明顯不同的擊球落點，大部份的擊球落點集中在後場，而左區又比右區多，推論選手將球回擊至後場，落點愈深愈會造成對手擊球上的難度，再者盡量將球回擊至左區則是壓迫對手較弱的反拍或是避免對手利用正手拍做強勢的進攻。

四、擊球方向分布之分析

本研究參考 Hong & Tong (2000) 的方式將擊球方向分為直線與對角線，扣除發球拍之外記錄各拍擊球後球飛行之方向，以了解擊球方向分布之情形。

表 4-9「不同質料場地男子網球單打競賽擊球方向百分比同質性檢定摘要表」，硬地男單競賽共收集 9 場 65 局競賽資料，共計有 987 次，擊球方向以「斜線」的 594 次最多，佔總數的 60.2%；而「直線」則為 393 次，佔總數的 39.8%。草地男單競賽共收集 8 場 66 局競賽資料，共計有 630 次，擊球方向以「斜線」的 379 次最多，佔總數的 60.2%；而「直線」則為 251 次，佔總數的 39.8%。紅土男單競賽共收集 6 場 50 局競賽資料，共計有 704 次，擊球方向以「斜線」的 435 次最多，佔總數的 61.8%；而「直線」則為 269 次，佔總數的 38.2%。

表 4-9 不同質料場地男子網球單打競賽擊球方向百分比同質性檢定摘要表

變項			擊球方向		總和
			直線	斜線	
不同質料場地	硬地	次數	393	594	987
		百分比	39.80%	60.20%	100%
		調整後殘差	0.40	-0.40	
	草地	次數	251	379	630
		百分比	39.80%	60.20%	100%
		調整後殘差	0.30	-0.30	
	紅土	個數	269	435	704
		百分比	38.20%	61.80%	100%
		調整後殘差	0.73	-0.73	
Pearson 卡方值=0.537 df=2					

以不同質料場地為設計變項，以擊球方向的次數為反應變項，經過百分比同質性卡方檢定結果，接受虛無假設，拒絕研究假設 2-4「不同質料場地男子網球單打競賽，擊球方向次數分配的差異達顯著水準」。

根據以上研究結果發現，在不同質料場地競賽中，擊球方向無明顯差異。而在各質料場地中以斜線所佔的比例最高，推論選手們擊球方向以對角互抽為主，在強調力量與速度的強力打法下採取對角最長距離避免擊球出界則為理由一；斜線擊球可帶出更大的擊球角度增加對手回擊的難度或者藉由左、右兩側的斜線擊球迫使對手遠離球場則為斜線擊球的理由二。

第三節 不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在各拍擊球效果之差異

擊球效果是指每一拍發、擊球對該回合勝負結果所呈現出的影響效果，參考許維茜（2007）之研究將各拍擊球效果分為五個等級，依「直接成功、間接成功、一般表現、間接失誤、直接失誤」分別給予「2、1、0、-1、-2」的評分，「0」代表擊球效果的基準分，而擊球效果則分為發球、接發球、第三拍、第四拍、第五拍等五項效果，分別加總後求平均數，再依據研究目的三之假設分為不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在擊球效果之差異來探討。

一、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在發球效果之差異

表 4-10「不同質料場地發球效果之描述統計摘要表」發現，美網硬地球場勝方的發球效果平均數（0.74）優於敗方的發球效果平均數（0.41）；法網紅土球場勝方的發球效果平均數（0.86）優於敗方的發球效果平均數（0.47）；溫網草地球場勝方的發球效果平均數（1.09）優於敗方的發球效果平均數（0.44）。

表 4-10 不同質料場地發球效果之描述統計摘要表

變項	發球效果			
	勝負	平均數	標準差	個數
美網	勝	0.74	0.47	33
	負	0.41	0.53	33
法網	勝	0.86	0.56	24
	負	0.47	0.67	24
溫網	勝	1.09	0.46	35
	負	0.44	0.40	34

表 4-11「不同質料場地發球效果二因子變異數分析摘要」可以得知，不同質料場地與勝負在發球效果交互作用之 F 值未達顯著（ $F=1.85$ ， $p=.161>.05$ ），但在個別因子「勝負」之 F 值等於 36.49（ $p=.00<.05$ ）達顯著水準。從邊緣平均數及事後比較發現，得勝者的發球效果（.900）顯著的優於落敗者的發球效果（.439）。

表 4-11 不同質料場地發球效果二因子變異數分析摘要表

變異來源	發球效果				
	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
場地	1.155	2	0.577	2.22	.111
勝負	9.472	1	9.474	36.49*	.000
場地 * 勝負	.960	2	0.480	1.85	.161
誤差	45.962	177	0.260		
總和	141.098	183			

* $p<.05$

由以上結果可推論，不管在何種質料場地獲勝者的發球效果一定明顯優於落敗者的發球效果，可知發球在男子網球單打競賽中是得勝的重要關鍵。

二、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在接發球效果之差異

表 4-12「不同質料場地接發球效果之描述統計摘要表」發現，美網硬地球場勝方的接發球效果平均數（-0.320）優於敗方的接發球效果平均數（-0.674）；法網紅土球場勝方的接發球效果平均數（-0.160）優於敗方的接發球效果平均數

(-0.706)；溫網草地球場勝方的接發球效果平均數(-0.190)優於敗方的接發球效果平均數(-0.981)。

表 4-12 不同質料場地接發球效果之描述統計摘要表

變項	接發球效果			
	勝負	平均數	標準差	個數
美網	勝	-0.320	0.607	33
	負	-0.674	0.494	33
法網	勝	-0.160	0.762	24
	負	-0.706	0.608	24
溫網	勝	-0.190	0.575	35
	負	-0.981	0.507	35

表 4-13「不同質料場地接發球效果二因子變異數分析摘要表」可以得知，不同質料場地與勝負在接發球效果交互作用之 F 值未達顯著($F=2.37$ ， $p=.097 > .05$)，但在個別因子「勝負」之 F 值等於 41.23 ($p=.000 < .05$) 達顯著水準。從邊緣平均數及事後比較發現，得勝者的接發球效果(-.233)顯著的優於落敗者的接發球效果(-.787)。

表 4-13 不同質料場地接發球效果二因子變異數分析摘要表

變異來源	接發球效果				
	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
場地	.691	2	0.345	1	.370
勝負	14.236	1	14.236	41.23*	.000
場地 * 勝負	1.634	2	0.817	2.37	.097
誤差	61.457	178	0.345		
總和	127.376	184			

* $p < .05$

由以上結果可推論：接發球效果對於競賽勝負結果有絕對的影響，但也可看出不論在何種質料場地的勝負球員其接發球效果皆低於基準分 0 分，是屬於較被動的情境。

三、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第三拍效果之差異

表 4-14 「不同質料場地第三拍效果之描述統計摘要表」發現，美網硬地球場勝方的第三拍效果平均數（0.487）優於敗方的第三拍效果平均數（0.211）；法網紅土球場勝方的第三拍效果平均數（0.490）優於敗方的第三拍效果平均數（-0.076）；溫網草地球場勝方的第三拍效果平均數（0.503）優於敗方的第三拍效果平均數（0.056）。

表 4-14 不同質料場地第三拍效果之描述統計摘要表

變項	第三拍效果			
	勝負	平均數	標準差	個數
美網	勝	0.487	0.810	33
	負	0.211	0.784	33
法網	勝	0.490	0.781	24
	負	-0.076	0.709	24
溫網	勝	0.503	0.895	35
	負	0.056	0.747	35

表 4-15 「不同質料場地第三拍效果二因子變異數分析摘要表」可以得知，不同質料場地與勝負在第三拍效果交互作用之 F 值未達顯著（ $F=0.48$ ， $p=.619 > .05$ ），但在個別因子「勝負」之 F 值等於 13.07（ $p=.00 < .05$ ）達顯著水準。從邊緣平均數及事後比較發現，得勝者的第三拍效果（.493）顯著的優於落敗者的第三拍效果（.064）。

表 4-15 不同質料場地第三拍效果二因子變異數分析摘要表

變異來源	第三拍效果				
	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
場地	.562	2	0.281	0.45	.641
勝負	8.256	1	8.256	13.07*	.000
場地 * 勝負	.607	2	0.303	0.48	.619
誤差	112.404	178	0.631		
總和	136.543	184			

* $p < .05$

由以上結果可推論，第三拍效果對於競賽勝負結果有絕對的影響，而且一般皆處主動攻擊情況，除了紅土球場落敗球員是處於被動防守狀態。可知要在紅土球場上獲勝，第三拍一定要採取主動積極進攻，不可落於被動防守才行。

四、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第四拍效果之差異

表 4-16 「不同質料場地第四拍效果之描述統計摘要表」發現，美網硬地球場勝方的第四拍效果平均數（-0.305）優於敗方的第四拍效果平均數（-0.624）；法網紅土球場勝方的第四拍效果平均數（0.038）優於敗方的第四拍效果平均數（-0.636）；溫網草地球場勝方的第四拍效果平均數（-0.199）優於敗方的第四拍效果平均數（-0.519）。

表 4-16 不同質料場地第四拍效果之描述統計摘要表

變項	第四拍效果			
	勝負	平均數	標準差	個數
美網	勝	-0.305	0.743	33
	負	-0.624	0.880	33
法網	勝	0.038	0.823	24
	負	-0.636	0.701	24
溫網	勝	-0.199	1.083	35
	負	-0.519	1.044	35

表 4-17 「不同質料場地第四拍效果二因子變異數分析摘要表」可以得知，不同質料場地與勝負在第四拍效果交互作用之 F 值未達顯著（ $F=0.68$ ， $p=.508 > .05$ ），但在個別因子「勝負」之 F 值等於 10.43（ $p=.001 < .05$ ）達顯著水準。從邊緣平均數及事後比較發現，得勝者的第四拍效果（-.155）顯著的優於落敗者的第四拍效果（-.593）。

表 4-17 不同質料場地第四拍效果二因子變異數分析摘要表

變異來源	第四拍效果				
	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性
場地	.820	2	0.410	0.50	.608
勝負	8.571	1	8.571	10.43*	.001
場地 * 勝負	1.118	2	0.559	0.68	.508
誤差	146.294	178	0.822		
總和	182.747	184			

* $p < .05$

由以上結果可推論：第四拍效果對於競賽勝負結果是有絕對的影響作用，但也可看出在三種不同質料場地中第四拍通常是處於被動防守的狀態(除了紅土球場勝方)，因此若要在紅土球場得勝，第四拍一定要處於主動進攻的情況才可。

五、不同質料場地男子網球單打競賽勝負球員在第五拍效果之差異

表 4-18 「不同質料場地第五拍效果之描述統計摘要表」發現，美網硬地球場勝方的第五拍效果平均數（0.327）優於敗方的第五拍效果平均數（-0.117）；法網紅土球場勝方的第五拍效果平均數（0.646）優於敗方的第五拍效果平均數（0.203）；但溫網草地球場勝方的第五拍效果平均數（-0.255）卻劣於敗方的第五拍效果平均數（-0.184）。

表 4-18 不同質料場地第五拍效果之描述統計摘要表

變項	第五拍效果			
	勝負	平均數	標準差	個數
美網	勝	0.327	0.942	30
	負	-0.117	1.003	30
法網	勝	0.646	1.347	23
	負	0.203	1.267	23
溫網	勝	-0.255	1.409	30
	負	-0.184	1.274	30

表 4-19「不同質料場地第五拍效果二因子變異數分析摘要表」可以得知，不同質料場地與勝負在第五拍效果交互作用之 F 值未達顯著（ $F=0.86$ ， $p=.423$ ）。

>.05)，但在個別因子「場地」之 F 值等於 3.71（ $p=.027<.05$ ）達顯著水準。從邊緣平均數及事後比較發現，法網紅土球場的第五拍效果（0.424）顯著的優於溫網草地球場的第五拍效果（-0.220）。

表 4-19 不同質料場地第五拍效果二因子變異數分析摘要表

變異來源	第五拍效果					
	離均差平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
場地	10.874	2	5.437	3.71*	.027	2>1>3
勝負	3.021	1	3.021	2.06	.153	
場地 * 勝負	2.535	2	1.268	0.86	.423	
誤差	234.806	160	1.468			
總和	251.933	166				

註：1=美網;2=法網;3=溫網 * $p<.05$

由以上研究結果可推論，不同質料場地對於第五拍擊球效果會有顯著的差別，由於第五拍是攻守轉換段落的第一拍，所以可看出紅土球場第五拍上雙方選手皆佔有主動攻擊的優勢；但在草地球場第五拍上雙方選手則處於被動的劣勢上，且勝方比敗方更處於被動的情況。因此判斷選手們在紅土球場上決勝拍數落於攻守轉換拍數段落以上時，首先要搶得積極主動進攻的優勢，才能有較大的勝球機會；而在草地球場上的決勝拍數則要控制在四拍內，著重在發球、接發球、第三拍及第四拍的擊球技巧。

第四節 不同質料場地男子網球單打競賽獲勝率之預測公式

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，本研究以發球效果、接發球效果、第三拍效果、第四拍效果及第五拍效果等五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。

一、硬地男單競賽獲勝率之預測

如表 4-20 所示，硬地男單競賽共彙整 60 筆的資料。擊球效果的基準分為 0 分，發球、第三拍、第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，其中又以發球的得分最高，其次依序為第三拍及第五拍。

表 4-20 硬地男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

	平均數	標準差	個數
獲勝率	0.50	0.28	60
發球效果	0.64	0.53	60
接發效果	-0.55	0.57	60
三拍效果	0.38	0.81	60
四拍效果	-0.51	0.80	60
五拍效果	0.11	0.99	60

表 4-21 為所有變項之積差相關矩陣，五個自變項（發球效果、接發效果、三拍效果、四拍效果、五拍效果）與獲勝率的積差相關達顯著水準。由此相關矩陣可以看出自變項與依變項之間相關強弱與方向，也可看出自變項之間的相關情形，如果自變項彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-21 硬地男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	發球效果	接發效果	三拍效果	四拍效果	五拍效果
獲勝率	1	.35*	.34*	.23*	.23*	.29*
發球效果		1	.25*	.53*	-.13	-.06
接發效果			1	.07	.56*	-.09
三拍效果				1	.02	.16
四拍效果					1	.17
五拍效果						1

* $p < .05$

由表 4-22 所示，五個預測變項預測標變項(獲勝率)時，進入迴歸方程式的顯著變項共有三個，分別為：發球效果、五拍效果、接發效果，多元相關係數為.550，

聯合解釋變異量為.303，亦即表中三個變項能聯合預測獲勝率 30.3%的變異量。

表 4-22 硬地男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

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△R	F 值	淨 F 值	原始化迴 歸係數	標準化迴 歸係數
常數						.467	
1 發球效果	.354	.125	.125	8.32	8.32	.159	.302
2 五拍效果	.472	.223	.097	8.17	7.14	.094	.335
3 接發效果	.550	.303	.080	8.10	6.41	.142	.293

就個別變項的解釋量來看，以「發球效果」層面的預測力最佳，其解釋量為 12.5%，其依次為「五拍效果」及「接發效果」層面，其解釋量分別為 9.7% 及 8%。從標準化迴歸係數來看，發球效果、五拍效果、接發效果的 β 係數為正，表示這三個變項對獲勝率的影響為正向，即良好的發球、第五拍(攻守轉換段落首拍)搶得主動進攻及積極有效的接發球，會有較佳的獲勝率。

根據研究結果，硬地男單競賽獲勝率預測公式如下：

硬地男單競賽標準化迴歸方程式

「獲勝率」=【.302×發球效果+.335×第五拍效果+.293×接發球效果】

硬地男單競賽原始化迴歸方程式：

「獲勝率」=【.467+.159×發球效果+.094×第五拍效果+.142×接發球效果】

透過擊球表現的數據可以了解，在硬地球場上善於利用發球技術先發制人及第五拍的積極進攻，爭取「發接發段落」及「攻守轉換段落」的進攻主導權是硬地競賽的重要獲勝指標。而接發球技術在此也說明在硬地球場上若要獲勝，良好的接發球技巧是必須的，因為有著良好的回球技巧才能化被動為主動，取得致勝先機。

二、紅土男單競賽獲勝率之預測

如表 4-23 所示，紅土男單競賽共彙整 46 筆的資料。擊球效果的基準分為 0 分，發球、第三拍、第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，其中又以發球的得分最高，其次依序為第五拍及第三拍。

表 4-23 紅土男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

	平均數	標準差	個數
獲勝率	0.50	0.30	46
發球效果	0.70	0.65	46
接發效果	-0.45	0.75	46
三拍效果	0.22	0.81	46
四拍效果	-0.31	0.87	46
五拍效果	0.42	1.31	46

表 4-24 為所有變項之積差相關矩陣，四個自變項（發球效果、接發效果、三拍效果、四拍效果）與獲勝率的積差相關達顯著水準。由此相關矩陣可以看出自變項與依變項之間相關強弱與方向，也可看出自變項之間的相關情形，如果自變項彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-24 紅土男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	發球效果	接發效果	三拍效果	四拍效果	五拍效果
獲勝率	1	.34*	.40*	.42*	.42*	.14
發球效果		1	.30*	.39*	.08	-.11
接發效果			1	.03	.58*	.08
三拍效果				1	.08	-.26*
四拍效果					1	.00
五拍效果						1

* $p < .05$

由表 4-25 所示，五個預測變項預測標變項(獲勝率)時，進入迴歸方程式的顯著變項共有三個，分別為：四拍效果、三拍效果、五拍效果，多元相關係數為.642，聯合解釋變異量為.389，亦即表中三個變項能聯合預測獲勝率 38.9%的變異量。

表 4-25 紅土男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

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 ΔR	F 值	淨 F 值	原始化迴 歸係數	標準化迴 歸係數
常數						.480	
1 四拍效果	.421	.177	.177	9.49	9.49	.133	.386
2 三拍效果	.571	.326	.149	10.42	9.51	.169	.456
3 五拍效果	.624	.389	.063	8.91	4.30	.059	.259

就個別變項的解釋量來看，以「四拍效果」層面的預測力最佳，其解釋量為 17.7%，其依次為「三拍效果」及「五拍效果」層面，其解釋量分別為 14.9% 及 6.3%。從標準化迴歸係數來看，四拍效果、三拍效果、五拍效果的 β 係數為正，表示這三個變項對獲勝率的影響為正向，即積極有效的第四拍、第三拍及第五拍擊球，對獲勝率會產生重大的影響。

根據研究結果，紅土男單競賽獲勝率預測公式如下：

紅土男單競賽標準化迴歸方程式

「獲勝率」=【.386×第四拍效果+.456×第三拍效果+.259×第五拍效果】

紅土男單競賽原始化迴歸方程式：

「獲勝率」=【.480+.133×第四拍效果+.169×第三拍效果+.059×第五拍效果】

根據上述研究結果發現，第四拍的表現是影響紅土男單競賽的重要關鍵之一。在多拍的拉鋸拍數下，選手們除了在第四拍表現要好之外，還需必備的是正確選擇擊球，伺機進攻，製造先機，而不是選擇防守導致對手有攻擊的機會；而第三拍、第五拍的表現也說明選手在發球之後是否能延續主動攻擊機會得分，亦是贏得比賽的關鍵要素。

三、草地男單競賽獲勝率之預測

如表 4-26 所示，草地男單競賽共彙整 60 筆的資料。擊球效果的基準分為 0 分，發球、第三拍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，其中以發球的得分最高優於第三拍。

表 4-26 草地男單競賽擊球效果與獲勝率之描述統計摘要表

	平均數	標準差	個數
獲勝率	0.50	0.27	60
發球效果	0.88	0.77	60
接發效果	-0.68	0.87	60
三拍效果	0.34	0.94	60
四拍效果	-0.44	1.14	60
五拍效果	-0.22	1.33	60

表 4-27 為所有變項之積差相關矩陣，三個自變項（發球效果、接發效果、三拍效果）與獲勝率的積差相關達顯著水準。由此相關矩陣可以看出自變項與依變項之間相關強弱與方向，也可看出自變項之間的相關情形，如果自變項彼此之間有高度相關存在，則可能會有共線性重合問題。

表 4-27 草地男單競賽擊球效果與獲勝率之相關矩陣表

	獲勝率	發球效果	接發效果	三拍效果	四拍效果	五拍效果
獲勝率	1	.55*	.56*	.32*	.22	-.03
發球效果		1	.15	.47*	-.05	.02
接發效果			1	-.03	.35*	.13
三拍效果				1	.22*	-.02
四拍效果					1	.31*
五拍效果						1

* $p < .05$

由表 4-28 所示，五個預測變項預測標變項(獲勝率)時，進入迴歸方程式的顯著變項共有二個，分別為：接發效果、發球效果，多元相關係數為.731，聯合解

釋變異量為.534，亦即表中二個變項能聯合預測獲勝率 53.4%的變異量。

表 4-28 草地男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

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△R	F 值	淨 F 值	原始化迴 歸係數	標準化迴 歸係數
常數						.457	
1 接發效果	.562	.316	.316	26.82	26.82	.154	.493
2 發球效果	.731	.534	.218	32.72	26.73	.168	.472

就個別變項的解釋量來看，以「接發效果」層面的預測力最佳，其解釋量為 31.6%，而「發球效果」層面的解釋量為 21.8%。從標準化迴歸係數來看，接發效果、發球效果的 β 係數為正，表示這二個變項對獲勝率的影響為正向，即積極有效的接發球及良好的發球會有較佳的獲勝率。

根據研究結果，草地男單競賽獲勝率預測公式如下：

草地男單競賽標準化迴歸方程式

「獲勝率」=【.493×接發球效果+.472×發球效果】

草地男單競賽原始化迴歸方程式：

「獲勝率」=【.475+.154×接發球效果+.168×發球效果】

由以上研究結果發現，在草地球場上發球普遍質量都不錯的情況下，接發球回擊就是關鍵，也就是利用接發球爭取主動，迫使對手第三拍的表現處於被動，為自己創造第四拍主動攻擊的機會。同理，若發球質量很高時，一定會造成對手極大的接發球難度，因此也更容易贏得這一分。

從硬地、紅土和草地男單競賽獲勝率的預測公式發現，影響硬地男單競賽獲勝率的效果有三項（發球效果、第五拍效果、接發效果），代表著在硬地球場上

要求勝就先得依賴發球的技術取得先發制人的效果以及在接發球上要更積極地打出致勝球迫使對手失誤，若拍數段落位於攻守轉換之後則應積極地在第五拍有所作為進而取得取得後續拍數的主導權，這些都是硬地競賽的重要獲勝指標。紅土有三項（第四拍效果、第三拍效果、第五拍效果），其中發現影響紅土男單競賽勝負的重要關鍵不再是發接發球技巧，而是著重於後續拍數第三、第四及第五拍，這在說明紅土男單競賽中發球及接發球的優勢已不再明顯，其中擁有良好的發接發球技術乃是必要的，但更重要的是在後續的多拍拉鋸下，選手們除了在第四拍表現要好之外，還需必備的是正確選擇擊球，伺機進攻，製造先機，而不是選擇防守導致對手有攻擊的機會，而第三拍、第五拍的表現也說明選手在發球之後是否能延續主動攻擊機會得分，皆是贏得紅土競賽的關鍵要素。而草地則有二項（接發效果、發球效果），影響草地男單競賽勝負的重要關鍵很明顯地在發球與接發球的技巧上，因為在草地這種不利球彈跳及會加速滑動的球場上，擁有高質量的發球技巧是非常好用的，加快、不彈跳的球速往往可以得到一拍致勝的情況，不過若在雙方發球質量普遍都不錯的情況時，接發球回擊就是影響競賽勝負的關鍵，利用積極有效的接發球爭取主動，迫使對手第三拍的表現處於被動，進而為自己創造四拍以後主動攻擊的機會。因此也可看出在世界頂尖網球男單好手的競賽中，技術的全面性仍是最基本的要求，並且不管在任何質料場地、任何拍數下都應該積極主動地握機會取得賽事主導權，唯有如此才有機會進入世界頂尖好手之列，故建議國內選手應在各項技巧上加強訓練，以符合世界級競賽的強度。

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質料場地男子網球單打競賽模式的差異，分析影響不同質料場地男子網球單打競賽勝負的重要變項，並進一步建立不同質料場地男子網球單打競賽獲勝率的預測公式。在擊球拍數及時間因素差異探討的量化變項包括 1. 每回合平均擊球拍數；2. 每回合平均拉鋸時間；3. 擊球拍數段落次數百分比分布。在競賽技術運用的差異探討的量化變項包括 1. 擊球位置次數百分比分布；2. 擊球型態次數百分比之分布；3. 擊球落點次數百分比分布；4. 擊球方向次數百分比分布。在影響競賽勝負重要因素的分析上，主要以不同質料場地內的勝負球員在發接發前四拍（發球、接發球、第三拍效果、第四拍）及攻守轉換第一拍（第五拍）等五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不同質料場地男子網球單打競賽中前五拍擊球效果的「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、不同質料場地對擊球拍數及時間因素的差異

- （一）「不同質料場地男子網球單打競賽，每回合擊球拍數的差異達顯著水準」，其中紅土質料場地平均回合拍數 > 硬地質料場地平均回合拍數 > 草地質料場地平均回合拍數。
- （二）「不同質料場地男子網球單打競賽，每回合拉鋸時間的差異達顯著水準」，而其中紅土競賽每回合平均時間 > 硬地競賽每回合平均時間 > 草地競賽每回合平均時間。

(三)「不同質料場地男子網球單打競賽，決定勝負拍數段落分布次數的差異達顯著水準」，發現決定勝負段落分布在「發接發段落（1~4 拍）」中草地男單競賽的百分比與紅土男單競賽有顯著差異；決定勝負段落分布在「攻守轉換段落（5~12 拍）」中草地男單競賽的百分比與紅土男單競賽達顯著差異。

二、不同質料場地對競賽技術運用的差異

(一)不同質料場地男子網球單打競賽，擊球位置次數分配的差異達顯著水準，發現在「後場左區」中草地競賽與硬地競賽有顯著差異；在「前場左區」中紅土競賽與硬地競賽有顯著差異；在「底線右區」中硬地競賽與草地競賽有顯著差異。

(二)不同質料場地男子網球單打競賽，擊球型態、落點及方向次數分配皆沒有明顯的差異。

三、不同質料場地男子網球單打競賽獲勝球員落敗球員擊球效果的差異

(一)不同質料場地與勝負在發球效果、接發球效果、第三拍效果、第四拍效果交互及第五拍效果作用皆未達顯著水準。

(二)個別因子「勝負」在發球效果、接發球效果、第三拍效果、第四拍效果及個別因子「場地」在第五拍效果有明顯的差異。

四、擊球效果對競賽獲勝率的預測

(一)預測硬地男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為「獲勝率」=【.302×發球效果+.335×第五拍效果+.293×接發球效果】。從標準化迴歸係數來看，發球效果、五拍效果、接發效果的 β 係數為正，表示這三個變項對獲勝率的影響為正向，亦即良好的發球、第五拍(攻守轉換段落首拍)搶得主動進攻以及積極有效的接發球，將會獲得較佳的獲勝率。

(二)預測紅土男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為「獲勝率」=【.386×第四拍效果+.456×第三拍效果+.259×第五拍效果】。從標準化迴歸係數來看，四拍效果、三拍效果、五拍效果的 β 係數為正，表示這三個變項對

獲勝率的影響為正向，亦即積極主動的第四拍、第三拍及第五拍擊球，對獲勝率會有重大的影響。

- (三) 預測草地男單競賽獲勝率的標準化迴歸方程式為「獲勝率」=【.493x接發球效果+.472x發球效果】。從標準化迴歸係數來看，接發效果、發球效果的 β 係數為正，表示這二個變項對獲勝率的影響為正向，亦即積極主動的接發球以及良好的發球將會獲得較佳的獲勝率。

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) 強化選手的力量與速度並培養全面性的擊球技術：研究結果發現雖然在不同質料場地上，但世界頂尖男單網球打法已全面走向以強力進攻為主，強調力量與速度，而戰術運用上也更加地全面化，不再只侷限單純發球上網或底線對抽的打法。因此球員必須以此為基礎來訓練，如此才能有較佳的對戰穩定性，也才能在對峙的過程中取得賽事主導權。
- (二) 提升預測能力及培養轉守為攻的積極意識：研究結果發現在不同質料場地上，只要能在發接發前四拍中獲得主動進攻的機會並積極搶攻將會直接關係到雙方的勝負結果。因此建議選手應在發接發前就應該要有布局的構思及預判的能力，進而能在短暫的四拍來回中取得主導的地位。若在被動的防守情境下，除了提高防守技術，增加對手回擊難度外，更要加強選手積極反守為攻的意識，擺脫對手下一拍的繼續攻擊，奪回主動局面。

二、未來研究上的建議

- (一) 本研究進行三大滿貫不同質料場地競賽模式的分析，只對世界頂尖網球男單勝負球員進行比較，了解影響勝負因素，但無法比較國內選手參與

國際級競賽的差異；未來建議蒐集國內選手代表國際性賽事之資料，進一步了解國內選手參加國際性賽事輸贏因素，做為未來參考依據。

(二) 本研究以大樣本的資料收集進行整體性之分析，未來可針對具有發展潛力之選手進行個別研究，長期收集其競賽資料，經由縱貫性的分析，使選手能發揮自己的優點，針對對手缺點予以攻擊，達到克敵致勝之目的。

(三) 除了基本技術的訓練之外，若能藉由競賽影片資料庫的建立，配合作賽前分析，就能掌握對手打法及戰術，做好準備以利競賽時的表現。



參考文獻

一、中文部分

- 王俊明(1993)。張德培與艾柏格準決賽勝負之探討-1992年美國網球公開賽。《中華體育》，6(4)，39-47。
- 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。
- 李建平(2003)。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。
- 李堂立(2004)。國民政府遷台後網球運動發展回顧(1949~1960)。《台東大學教育學報》，15(1)，305-328。
- 林俊宏與洪彰岑(2005)。影響網球運動表現的因素與訓練之探討。《中華體育》，19(3)，74-82。
- 林清和(2001)。《教練心理學》。台北市：文史哲出版社。
- 林暉祿(2002)。台灣地區男子網球單打前八強比賽勝負之探討。《體育學報》，34，80-91。
- 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。
- 許樹淵(1997)。運動資訊就在身旁。《大專體育》，30，6-7。
- 許樹淵(2001)。《運動訓練智略》。台北市：師大書苑。
- 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。《中原學報》，24(2)，53-60。
- 黃金昌(1990)。不同質料的網球場地選手擊球技術分析。《體育學報》，12，25-240。
- 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。
- 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》。屏

東縣：睿煜出版社。

劉中興（1996）。*網球發球贏球率與比賽勝負關係之比較研究*。未出版碩士論文，私立中國文化大學，台北市。

劉中興（2001）。*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*。未出版碩士論文，私立中國文化大學，台北市。

劉中興、李彩滿（1998）。華裔網球名將張德培發球與接球表現之探討。*大專體育*，36，90-95。

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、外文部分

Downey, J. (1982). *Winningm badminton singles*. Lodon: E.P. Publications.

Hong, Y. & Tong, Y. (2000). The Playing pattern of the world's top single badminton players in competition—A notational analysis. *Journal of Human Movemen Studies*, 38, 185-200.

Hughes, M. & Franks, I. (2004). *Notational analysis of sport*. Lodon: E&FN.

Hughes, M. & Robertson, C. (1998). Using computerized notational analysis to create a template for elite squash and its subsequent use in designing hand notation systems for player development. *Science and Racket Sports II*, 227-240.

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*, 260-264.

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

Siedentop, D. (1983). *Developing teaching skills in physical education-3ed*. California: Mayfield Publishing Company.