

利用 Rasch 測量改善桌球比賽三段技術分析

姚漢禱¹ 王榮照²

¹國立體育大學運動技術研究所

²玄奘大學體育組

摘要

本研究目的在於利用 Rasch 測量改善桌球比賽三段技術分析。研究範例選取某大學獨立招生術科考試的桌球比賽，共計三名女子選手循環賽的三場比賽。本研究方法為比較新、舊方法分析桌球比賽三段技術，舊方法彙整資料統計分析，再根據主觀設定的指標，做成最終的評定；新方法根據多層面 Rasch 測量模式，研究設計分為主隊、客隊和三段技術等三個層面，多層面 Rasch 測量模式為：

$$\log \left[\frac{P_{nmil}}{P_{nmi0}} \right] = B_n - B'_m - I_i$$
。結果：1. 吳煥群、李振彪（1990）的傳統方法的評價不

明確。2. Rasch 測量的新方法整體選手層面具有良好的信度、效度與樣本代表性。3. 比較兩種方法，總結有八項內容都是新方法較好。結論是 Rasch 測量具有理論基礎、客觀、精確，為桌球賽三段技術分析較優的方法。

關鍵字：比賽分析、三段技術、多層面 Rasch 測量、效度、信度

Using Rasch Measurement to Improve the Three-Staged Skills of Games Analysis in Table Tennis

Han - Dau Yau* Jung-Chao Wang**

* Graduate Institute of Sports Training Science,
National Taiwan Sport University

** Department of Physical Educational,
Hsuan Chuang University

Abstract

The purpose of study was to improve the three-staged skills of games analysis in Table Tennis with Rasch Measurement. The subjects were three students who participated in three matches of round robin tournaments of the recruitment of Table Tennis in university. The methods were compared by the games analysis between new and old method of three-staged skills in Table Tennis. The old method used data-collecting and statistic analysis to decide final assessment by subjective index. The new method was based on the model of many-facet Rasch measurement. The study design was divided into the master team, guest team and three stage skills and etc., which were as the three facets. The many-facet Rasch measurement model was

$$\log \left[\frac{P_{nmil}}{P_{nmi0}} \right] = B_n - B'_m - I_i .$$

The followings were results: 1. Wu and Lee's traditional method's evaluation (1990) was uncertain. 2. The new method of Rasch measurement had good reliability, validity and the representative of samples. 3. Compared with two methods from summaries, there were eight contents being good with new method. The conclusion of this study was that the Rasch measurement had theoretical, objective and precise, and a better method for the three-staged skills of games analysis in Table Tennis.

Keywords: games analysis, three-staged skills, many-facet Rasch measurement, validity, reliability

壹、緒論

桌球是一種對抗性的開放運動，比賽隨著對手回擊的情況而變化；因此，分析桌球比賽面臨許多的不確定性，因為缺乏規律可循，具體的比賽技術分析有很多的困難。目前桌球比賽分析較被研究者和教練使用的是三段技術分析，國內認為它是源自 1990 年吳煥群和李振彪的「乒乓球運動員技術診斷方法的研究」(吳德成, 1998; 也參見朱昌勇, 1999; 柯兆陽, 2007; 洪祺博, 2008; 陸雲鳳, 2008)，三段技術分析的模式取代先前的得失分技術統計，透過教練和選手實際的運用，發現能夠掌握比賽中選手的技術特質，幫助中國大陸近二十年持續的獲得國際比賽絕對優勢的成績，也逐漸為各國研究者和教練引用。

中國大陸三段技術研究最多，相關的重要論著摘述如下：首篇是吳煥群、李振彪 (1990) 以桌球的發球搶攻段、接發球搶攻段、相持段等三段技術為架構，評估比賽雙方的得失分技術，根據經驗法則，就得分率和使用率，評述雙方比賽技術的優劣。接著李振彪 (1991) 評估參加奧運女子選手的技術，發現陳靜的發球搶攻和接發球搶攻段優於其他兩位選手。秦志鋒 (1992) 統合分析 (meta analysis) 150 多場重要雙打比賽，歸納出雙打比賽的三段技術評估標準。中國乒協調研組 (1995) 檢討 43 屆世桌賽中國男女代表隊，發現發球搶攻段和接發球搶攻段的使用率明顯上升，相持段的使用率明顯下降。唐建軍 (1997) 也是研究 43 屆世桌賽，對象是中國歐洲男雙選手，發現中國男雙取勝因素是發球搶攻段和接發球搶攻段技術明顯佔有優勢。李振彪 (1997) 針對鄧亞萍 1994 至 1995 年三段技術的縱貫研究，並結合 1996 奧運會橫斷研究，發現評估三段技術指標一致，正時達到預期目標。汪黎清 (1998) 研究 44 屆世桌賽男團決賽 (中國對法國)，中國隊優勢在發球搶攻段，得分率高出 15.69%、使用率多出 19.48%。上述論著主要是診斷選手的三段技術，縱貫研究選手技術的趨勢和穩定度，橫斷研究比較對手處置的針對技術，透過質性敘述驗證選手的表現。吾人發現比較僅適用於單一的表現，缺乏同一的量尺；其次，評估指標是主觀的設定，許多評估結果相同但比賽卻有差異，或三段技術各有擅長，或使用率的多寡受其他兩段和對手打法的影響，沒有更具體、精確的指標是它們的弱點。最後這種吳煥群、李振彪 (1990) 的傳統方法至今已近 20 年，歷經桌球多項重大的改變，例如改用大球、11 分制、無遮擋發球、禁用毒膠水...，影響桌球打法頗深，這些都致使傳統方法逐漸的失效，急待進一步的改良，或發展新方法；基於吳煥群、李振彪 (1990) 的傳統方法的缺乏理論，改善之道唯有發展新方法。

國內實徵研究桌球三段技術較晚、且數量不多；從 1999 年開始至 2008 年，總計有學位論文 9 篇、期刊論文 12 篇。起自朱昌勇 (1999) 分析 1998 年世界盃女子桌球賽三段技術，評估王楠與其六位選手的三段技術，發現其三段技術均衡且皆優於對手；但文中數值錯置，以及文意敘述不清，顯然此三段技術分析存有一些盲點。陳裕芬、許銘華、王素君 (2006) 中分析優秀男子桌球選手三段技術分析，對象為 2000 奧運男單決賽孔令輝對華德納選手，認為孔令輝三段技術得分率皆高於華德納。但是這場比賽是打到最後的決勝局，而非一面倒的比賽；另一方面，發現華德納的使用率總和未達 100%，其中必有錯誤。這些事實和評估結果有出入，很明顯的三段技術方法有瑕疵。杜美華 (2006) 分析世界優秀男子桌球雙打三段技術，評估六組雙打三段技術，從其結果仔細比較發現：第三名雙打的三段技術指標皆優於第一名與第二名，雖然內文敘述振振有詞，但這種評估與實際表現不一致的現象卻未被發現，這是三段技術質性指標惹的禍。不管大陸

或台灣都呈現三段技術分析法的癥結，如何改進有待進一步的努力。

改善上述吳煥群、李振彪（1990）傳統的桌球三段技術分析問題，筆者開始引進 Rasch 測量分析，首先在指導碩士學位論文起步，陸雲鳳（2008）利用 Rasch 測量分析我國最佳女子桌球雙打技術，開啟桌球三段技術分析的新方法。它是源自姚漢禱 2002 年起比賽制度配對比較的一系列 Rasch 測量分析（姚漢禱，2002，2003，2004a，2004b），參酌 Bowles and Ram (2006) 簡化排球技術為發球、接發球、攻擊三項，使用 Rasch 測量估計個人潛能、模式適合度和各項技術難度分析。陸雲鳳的研究成功的導出三段技術共同量尺提供許多測良品質的訊息，有助於教練的訓練、選手練習和比賽戰術的設計。基於 Rasch 測量分析的應用，企圖分析比較吳煥群、李振彪（1990）的傳統比賽分析方法與 Rasch 測量分析方法的差異。所以，本研究目的在於發展桌球比賽三段技術分析的新方法。

貳、研究方法

一、研究方法

本研究對象為高中女子選手為林選手、鍾選手、蔡選手等三位選手，2009 年 3 月 27 日在某大學桌球場，錄影分析獨招的三場桌球術科循環比賽。分別使用傳統（吳煥群、李振彪，1990）和新式（Rasch 測量分析）兩種分析法，然後比較兩者的差異。吳煥群、李振彪（1990）的分析方法是利用桌球三段技術記錄表、依照評估指標（如表 1）評定三段技術的表現；Rasch 測量分析方法是使用三段技術分類觀察紀錄表，評定桌球比賽三段技術內容，所得的原始評分利用 Facets 軟體轉換為精確的等距量尺，估計選手的整體、以及三段技術個別的潛在能力，並說明評估的信度、效度和模式的適合度。

二、傳統比賽分析方法

本研究的傳統比賽分析方法是採用吳煥群、李振彪（1990）的程序進行，然後再以經驗模式的評估指標評定，最後由研究者質性論述三段技術，重要的桌球比賽三段技術評估指標如下（表 1）：

表 1 桌球比賽三段技術評估指標（經驗模式）

比賽階段	得 分 率			使用率
	優秀	良好	及格	
發球段	70%	65%	60%	25%~30%
接發球段	50%	40%	30%	15%~25%
相持段	55%	50%	45%	45%~55%

三段技術的得分率評估指標分為優秀、良好、及格三個標準，標準設定差距發球段和相持段為 5%、接發球段 10%，未達及格標準稱為不及格。使用率評估指標設定一個範圍稱為一般，低於範圍稱為較低，高於範圍稱為較高；標準設定全距接發球段和相持段為 10%、發球段 5%，總和範圍從 85%至 110%。

三、Rasch 測量分析方法

依據姚漢禱（2004b）配對比較的 Rasch 測量分析，桌球比賽是主隊和客隊的競技，主隊獲勝的機率是兩隊勝數比（odds）的自然對數值，等於受試者（主隊）回答試題（客隊），估計受試者的能力依其對試題難易反應的結果，亦即估計主隊的能力依其對客隊能力反應的結果；對抗性質比賽裏客隊能力有高低，就像試題有難易。理論上本研究是修改 Linacre (2001) 配對比較測量團隊成績表現

的多層面 Rasch 模式，在加上姚漢禱（2004b）發展的擴充多階層計分模式，建立桌球單打比賽的測量模式為： $\log \left[\frac{P_{nmi1}}{P_{nmi0}} \right] = B_n - B'_m - I_i$ 。log 是自然對數，參數 P_{nmi1} 和 P_{nmi0} 是指比賽雙方的獲勝機率， B_n 是比賽主隊的能力、 B'_m 是該場比賽客隊的能力、 I_i 是指三段技術的難度。根據 Linacre(2006)研究配對比較，利用 Facets 程式分析（參考 Facets Manual 的 baseball.txt 範例；Linacre, 2009），由於從主隊和客隊各觀察一次，所以在程式中使用 0.5 加權處理。三段技術（發球段、接發球段、相持段）觀察內容皆分為得分和失分兩類，其測量模式為「多層面 Rasch 二分計分模式」（詳見表 2）。程式語法是「Model=?,-?,?,D,0.5」，第一個「？」代表主隊層面、第二個「-？」代表客隊層面，第三個「？」表示三段技術層面，第四個「D」表示二分計分模式，第五個「0.5」表示能力估計經過 0.5 的加權（因為每場比賽皆從主隊和客隊觀點各分析一次，即每場比賽共計算過兩次，所以能力估計需要 0.5 的加權才合理）。

表 2 桌球比賽三段技術觀察內容（多層面 Rasch 二分計分模式）

比賽階段	分類內容	類別
發球段	發球段失分	0
	發球段得分	1
接發球段	接發球段失分	0
	接發球段得分	1
相持段	相持段失分	0
	相持段得分	1

參、結果與討論

本研究重點在利用 Rasch 測量提出桌球比賽技術分析的新方法，首先就相同的實際資料，分別採用吳煥群、李振彪（1990）的傳統桌球比賽三段技術分析，以及 Rasch 測量桌球比賽三段技術分析等兩種方法進行實例分析，然後比較兩種方法的優劣。

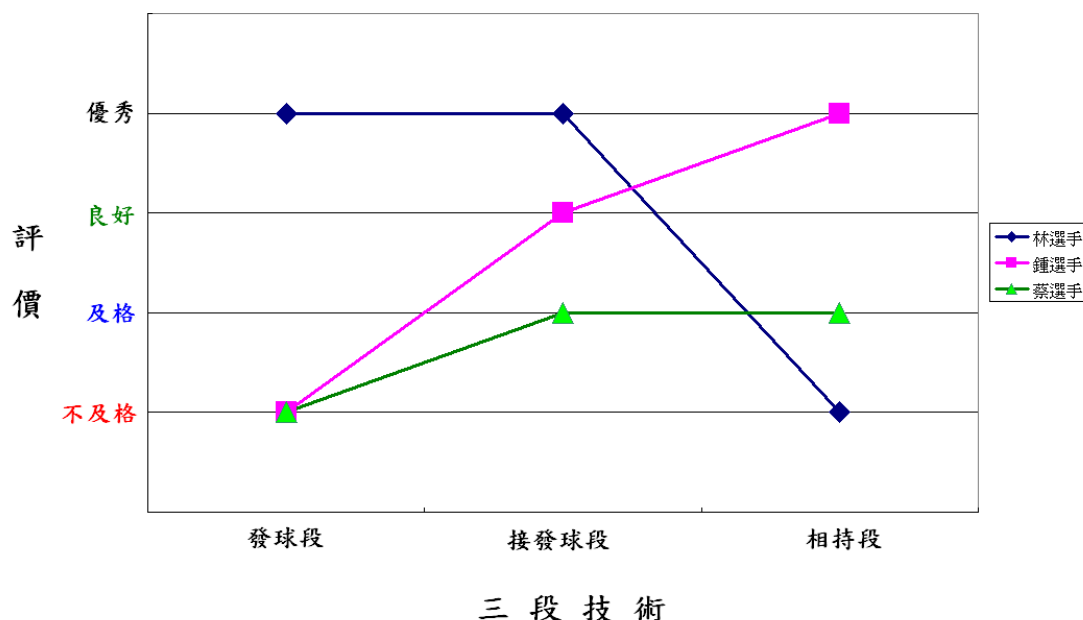
一、吳煥群、李振彪（1990）的傳統方法

三位選手循環比賽後可由表 3 得知，獲得兩勝的林選手在三段技術使用率方面，發球搶攻段較高（38%）、接發球搶攻也較高（40%）、相持段屬於較低（22%）；在得分率方面，發球搶攻優秀（76%）、接發球搶攻段優秀（56%）、相持段不及格（35%）。

表 3 傳統桌球比賽三段技術分析摘要表（上表為統計比率，下表為評估指標）

項目	三段技術	林選手		鍾選手		蔡選手	
		得分率	使用率	得分率	使用率	得分率	使用率
比率	發球段	76%	38%	50%	33%	47%	32%
	接發球段	56%	40%	40%	38%	37%	41%
	相持段	35%	22%	57%	29%	49%	27%
評估	發球段	優秀	較高	不及格	較高	不及格	較高
	接發球段	優秀	較高	良好	較高	及格	較高
	相持段	不及格	較低	優秀	較低	及格	較低

鍾選手一勝一負排第二，三段技術使用率方面，發球搶攻段較高（33%）、接發球搶攻段也較高（38%）、相持段較低（29%）；得分率方面，發球搶攻段不及格（50%）、接發球搶攻良好（40%）、相持段優秀（57%）。蔡選手二負排名最後，三段技術使用率方面，發球搶攻段較高（32%）、接發球搶攻段也較高（41%）、相持段較低（27%）；得分率方面，發球搶攻段不及格（47%）、接發球搶攻及格（37%）、相持段及格（49%）。（參閱圖一）



圖一 傳統方法評價三位選手得分率的三段技術分析圖

從上述的結果可知：這六場循環比賽主要是在發球段及接發球段（此兩段使用率都是「較高」）決定勝負，由於林選手在這兩段的得分率都評為「優秀」，所以比賽結果也是第一名，實際和評估指標兩者相吻合；但林選手在相持球段得分率「不及格」，較其他兩位選手的「及格」為差，幸好此段的使用率「較低」，理論上並不影響實際的結果。另一方面，分析鍾選手和蔡選手兩位在三段技術的使用率相同，差別在於得分率：鍾選手發球段得分率是「良好」，較蔡選手的「及格」評價要好，相持段也是鍾選手得分率「優秀」，較蔡選手的「及格」評價要好，由此可知，鍾選手在接發球段和相持球段都比蔡選手優異，此結果和實際排名（鍾選手第二、蔡選手第三）相吻合；論述評價時只能以得分率為主，必要時才加上使用率輔助說明，兩者無法合理的結合應用。

二、Rasch 測量分析方法

桌球單打比賽資料分析，經過一次概略法（normal approximation algorithm, PROX，為建立估計的起始點，Linacre, 2009）得到初步的估計基礎，接著四次的非條件最大可能率法（joint “unconditional” maximum likelihood estimation, JMLE，為聯合或非條件最大可能率法可以得到精確的估計，Linacre, 2009）達到收斂標準的要求。完成估計後，結果如下：

（一）選手層面分析

本研究評估桌球女子單打場比賽，經 Rasch 多層面測量分析選手整體潛能，得到：林選手（兩勝零負）的估計潛能為 0.25、模式標準誤 0.16，排名為第 1 名。鍾選手（一勝一負）的估計潛能為 -0.05、模式標準誤 0.15，排名為第 2 名。蔡

選手（零勝兩負）的估計潛能為-0.18、模式標準誤 0.16，排名為第 3 名。此結果和實際的成績表現（比賽排名）相吻合。（參考表 4）

表 4 選手整體潛能 Rasch 測量模式估計摘要表

觀察分數	觀察次數	估計 潛能	模式 標準誤	訊息加權 均方	偏離反應 均方	選手
78	156	0.25	0.16	0.98	0.98	林選手
89	177	-0.05	0.15	1.01	1.01	鍾選手
83	165	-0.18	0.16	1.01	1.01	蔡選手

Rasch 的個別信度：.47
 同質性考驗卡方值：3.6 自由度：2 顯著機率：.16
 常態性考驗卡方值：1.3 自由度：1 顯著機率：.25

表 4 顯示估計結果得到 Rasch 的個別信度為.47，此處 Rasch 的個別信度（整個測驗的信度）相當於古典測驗理論的 Cronbach α 信度，根據姚漢禱（2001）研究：「古典測驗理論界定受試者間的變異為真分數變異 MS_s 、受試者內的變異為誤差分數變異 MS_i ，公式 $\alpha = (MS_s - MS_i) / MS_s$ ，當 MS_s 小於 MS_i 時，產生負 Alpha 信度係數。」當估計信度接近零或負值時，Facets 軟體以.00 表示；但是從模式標準誤（估計個人潛能的精確度）的觀點分析，三位選手的模式標準誤是 0.15 至 0.16，透過 Wainer, Dorans, Flaugher, Green, Mislevy, Steinberg, and Thissen (1990) 的測量標準誤換算為古典測驗理論的 α 信度公式： $\rho = 1 / (1 + \sigma_\theta^2)$ ，三位選手的估計潛能信度為 0.978 至 0.975，故本研究 Rasch 測量估計選手個人潛能的參數，具有優異的估計個人潛能信度。

其次，整體選手層面同質性考驗結果卡方值為 3.6（自由度 2）、未達顯著水準（ $p < .05$ ），裁決考驗接受虛無假設，表示選手層面接受「具有相同的測量值」；即測量整體選手潛在能力相同，此結果和計算 α 信度相呼應。整體選手層面常態性考驗結果卡方值為 1.3（自由度 1）、未達顯著水準（ $p < .05$ ），裁決考驗接受虛無假設，表示選手層面接受「樣本符合常態分配」；推論本研究樣本可以代表母群，即樣本具有代表性。資料和模式適合度指標方面，根據 Linacre(2005)在 Winsteps 指導手冊中所提供的標準：訊息加權均方和偏離反應均方值在 0.5 至 1.5 範圍內產生有效的測量值。在表 4 中訊息加權均方和偏離反應均方值皆在 0.5 至 1.5 的範圍內，且都接近期望值 1.00，顯示本研究的整體運動能力估計為有效測量；就 Wright 和 Masters(1982)的主張：「當適合度指標被接受時（在標準範圍內），試題校準和測量本身具有效度。」前述結果推論：證明本研究的選手測量有效，即測量具有建構效度。

總結選手層面 Rasch 測量模式分析顯示：整體選手能力估計適合 Rasch 模式，就僅三位選手而言，具有可接受的 Rasch 的個別信度、優異的估計個人潛能信度，以及證明測量有效和樣本代表性。

（二）三段技術層面分析

本研究估計桌球女子單打 3 場比賽的三段技術難度（請參閱表 5），發球段估計難度為-0.32、模式標準誤 0.22，接發球段估計難度為 0.24、模式標準誤 0.20，相持段估計難度為 0.07、模式標準誤 0.25。

表 5 桌球三段技術 Rasch 測量模式估計摘要表

觀察分數	觀察次數	估計 難度	模式 標準誤	訊息加權 均方	偏離反應 均方	比賽分段
50	85	-0.32	0.22	0.97	0.97	發球段
44	99	0.24	0.20	0.98	0.98	接發球段
32	65	0.07	0.25	1.07	1.07	相持段

Rasch的個別信度：.37

同質性考驗卡方值：3.5	自由度：2	顯著機率：.17
常態性考驗卡方值：1.3	自由度：1	顯著機率：.25

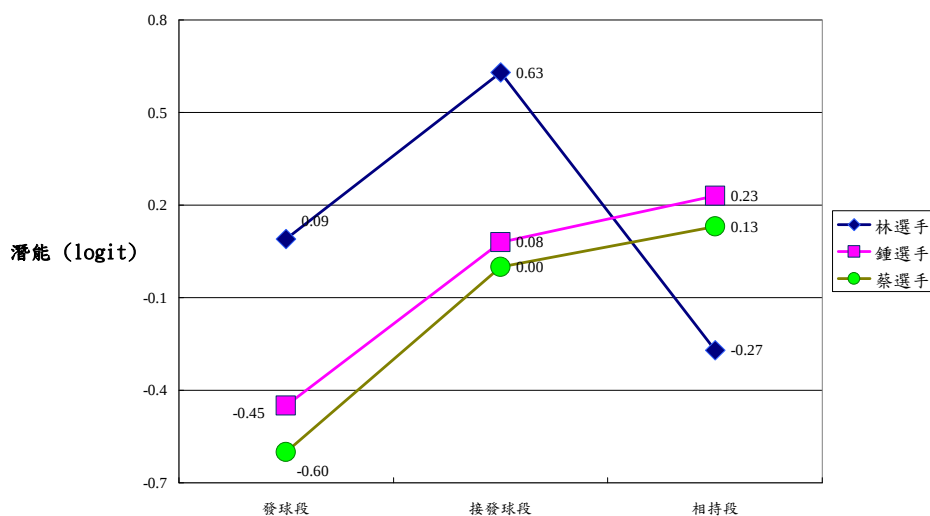
此結果顯示接發球段難度最難、其次是相持段居中、最後是發球段最容易，意思是三段技術中發球段最容易得分、其次是相持段，最後是接發球段最難得分。三段技術層面的整體信度，估計結果得到 Rasch 的個別信度.37，依據 Wainer 等人（1990）的換算公式估計三段技術的潛能信度為發球段 0.954、接發球段、0.962、相持段 0.941。

其次，三段技術層面同質性考驗結果卡方值為 3.5（自由度 2）、未達顯著水準（ $p < .05$ ），裁決考驗接受虛無假設，表示三段技術層面「具有相同的測量值」；即測量未能鑑別三段技術難度的高低，也就是說此測量估計，對於鑑別三段技術難度的效度不好。三段技術層面常態性考驗結果卡方值為 1.3（自由度 1）、未達顯著水準（ $p < .05$ ），裁決考驗接受虛無假設，表示三段技術層面接受「樣本符合常態分配」；推論本研究樣本可以代表母群，即樣本具有代表性。資料和模式適合度指標方面，訊息加權均方為 0.97、0.98、1.07，偏離反應均方為 0.97、0.98、1.07，都在有效測量範圍之內，顯示本研究的三段技術難度的估計為有效測量，根據 Wright 和 Masters（1982）的推論：證明三段技術具有內容效度。

總結三段技術層面 Rasch 測量模式分析顯示：在僅三項技術下，其整體信度可接受，但估計單獨潛能信度優異；以及証明鑑別三段技術難度的效度不良，但証明測量具有優異的內容效度和樣本具有代表性。

（三）選手三段技術類型分析

進一步綜合比較和分析選手三段技術的類型，依據個人在三段技術估計的測量值繪製成圖（參閱圖二）。



圖二 Rasch 測量方法分析三位選手的三段技術分析圖

發球段潛在能力以林選手 0.09 最好，其次是鍾選手-0.45、蔡選手-0.60，彼此之間有明顯的差距，林選手的的能力最高、屬於積極的發球搶攻型，蔡選手的發球段技術有待加強。在接發球段也是林選手 0.63 最好，其次是鍾選手 0.08、蔡選手 0.00，彼此之間也是明顯有差距，就接發球段而言，仍然是林選手的的能力最高、也屬於積極的接發球搶攻型，但鍾和林選手的接發球段技術表現超越蔡選手，彌補了發球段較差的弱點。相持段則是以鍾選手 0.23 最優，在相持對戰具有優勢；其次是蔡選手相持段能力 0.13 居次，而林選手相持段能力-0.27 較為落後。

在多層面 Rasch 測量估計之下，三段技術具有共同量尺，方便研究者直接比較選手的三段技術。總結上述的分析：林選手在最重要的發球段和接發球段領先，積極的發球搶攻和接發球搶攻型是目前桌球打法的主流，也是他在本研究中排名第一的原因；唯林選手在相持段能力最弱，這是應該強化的部分。鍾選手在發球段、接發球段技術表現居次，加上相持段的表現最優，結果排名第二；顯示鍾選手發球段和接發球段需要加強，而相持段能力是優勢。蔡選手則是在發球段和接發球段最差，而在相持段也僅居次，相較之下，所以比賽排名最後；顯示蔡選手沒有突出的優勢，而且發球段和接發球段是致命傷，應該全面提升整體比賽的技術能力。

三、Rasch 測量新方法和吳煥群、李振彪（1990）傳統方法的比較

在前面桌球比賽三段技術實例分析後，整理 Rasch 測量分析新方法和吳煥群、李振彪（1990）傳統分析方法的結果，歸納出下面兩種三段技術分析方法的比較表（請參閱表 6），逐項闡釋如下：

表 6 Rasch 測量新方法和吳煥群、李振彪（1990）傳統方法的比較

項目	Rasch 測量新方法	傳統方法
特點	根據測驗理論說明結果	統計處理資料，簡單方便
模式	多層面 Rasch 模式	無
型式	配對比較，考慮對手能力	總加運算
標準	客觀的 logistic 公式	主觀的經驗法則
品質	具有效度、信度、鑑別性和代表性	無
精確性	等距量尺的母數統計	順序量尺的無母數統計
共同量尺	三段技術具有共同量尺	無
個人分析	個人打法量化分析	質性評論

- （一）特點：Rasch 測量新方法根據測驗理論說明桌球比賽三段技術分析結果，所以研究具有理論基礎，能夠得到測驗的各項指標（信度、效度、代表性等），呈現分析品質的情形。傳統方法使用統計方法處理資料，簡單方便；但解釋上缺乏理論依據，且沒有分析品質的訊息。
- （二）模式：Rasch 測量新方法根據多層面 Rasch 模式分析桌球比賽三段技術，針對選手整體潛能層面、三段技術層面，以及選手三段技術類型分析，符合高潛在能力者、有高成就表現的普遍道理。傳統方法沒有模式依據，容易隨資料而改變（樣本依賴）。
- （三）型式：Rasch 測量採配對比較，考慮對手能力；通常測驗是受試者回答試題，等於受試者對抗試題，在 Rasch 測量以受試者的能力對試題難度的勝數比 ($\text{odds} = p/q = p/(1-p)$) 表示，在對抗賽中等於主隊（勝率 p ）和客隊（勝率 q ）的對抗 ($p+q=1$)；所以 Rasch 測量能夠考慮對手能力的高低，

而有較精確的估計。傳統的統計處理方法，資料是總加運算，所有的反應觀察值，一視同仁，並不會因對手能力的高低而有加權處理。

- (四) 標準：Rasch 測量桌球比賽三段技術分析客觀的各項 Rasch 測量標準，例如資料-模式適合度考驗，考驗資料是否適合模式，當資料適合模式時，就能根據模式說明資料，同時測量具有效度。傳統方法依賴主觀的經驗法則，缺乏客觀可驗證的方法；目前的評價標準：桌球單打標準是來自吳煥群、李振彪（1990）的歸納總結，此標準已使用近 20 年，桌球在器材、規則等方面已歷經多次的重大改革（大球、無遮擋發球…等），當時所訂的標準是否合適，令人質疑。
- (五) 品質：Rasch 測量分析新方法因為是根據測驗理論，所以必須討論效度、信度、鑑別性和代表性等議題，因此研究具有客觀、詳細的測驗訊息，提供人們評論或選擇的客觀數據。以本研究為例：結果估計連結成功，達到收斂標準，完成估計。其次選手層面能力估計適合 Rasch 模式，證明測量有效和樣本代表性，但兩種信度出現好壞不一的情形；原因為樣本太少、整體變異小故信度低，但 Rasch 模式強韌有效，所以小樣本依然有效測量。而傳統方法採主觀的質性評價，無具體的品質指標。
- (六) 精確性：Rasch 測量桌球比賽三段技術分析，經過估計後得到等距量尺，後續的處理為母數統計；Linacre (2009)指出：「Rasch 在 1960 年建立滿足充要條件的數學模式，將順序性的觀察值轉換為線性測量。」以本研究為例 Rasch 測量估計選手的潛能得林選手 0.25、鍾選手-0.05、蔡選手-0.18，以及三段技術的難度為發球段估計難度為-0.32、接發球段估計難度為 0.24、相持段估計難度為 0.07。傳統方法使用原始的觀察資料，它是順序性資料，僅能使用無母數統計進行後續的處理。
- (七) 共同量尺：Rasch 測量的多層面模式，可以將桌球比賽三段技術校準為共同量尺，利於進行選手個人三段技術的比較分析（如圖二）。傳統方法的三段技術是各自獨立，在不同的基準上，其結果無法進行討論；就圖一評價選手的三段技術，存在基準點不同的問題，就像三個國家的貨幣，彼此並非等值，除非透過合理的轉換機制，否則不能比較。
- (八) 個人分析：Rasch 測量利用共同量尺、精確量化，可以論述桌球比賽三段技術的個人打法量化說明，本研究利用估計測量值繪製成圖二，清晰、明確又精準，為良好的比較報告；相較傳統方法能夠清楚的分辨鍾選手和蔡選手在發球段能力的高低，分別為-0.45 和-0.60，以及林選手在發球段和接發球段大幅度的領先、在相持段則是落後。傳統方法無法將得分率配合使用率繪圖，只能根據評價標準分別敘述，在綜合成質性的主觀判斷，只能作成較粗劣的評論；雖然勉強繪製成圖一，但無法表示鍾選手和蔡選手在發球段能力的高低，其他兩段選手能力的差距也不準確。

肆、結論

1990 年開始桌球比賽三段技術分析，確實是當時比賽分析的轉捩點，爾後的十年間對桌球分析有很大的貢獻，隨著桌球運動的發展，器材、規則都發生多項的變更，吳煥群、李振彪（1990）的傳統方法已無法滿足需求，所以本研究的目的是在於發展桌球比賽三段技術分析的新方法。本研究以三場桌球循環比賽實際資料為對象，採用吳煥群、李振彪（1990）傳統方法，以及 Rasch 測量新方法，然後比較兩者的實例分析，發現結果如下：

一、吳煥群、李振彪（1990）的傳統方法

比賽關鍵在發球搶攻段及接發球搶攻段，結果林選手的實際和評價相吻合，但相持球段得分率不及格是最差的，因使用率較低影響不大。此外鍾選手和蔡選手在三段技術的使用率皆相同評價，但得分率在接發球段和相持段都是鍾選手較優，所以鍾選手排名第二蔡選手第三，和結果吻合。

二、Rasch 測量的新方法

依據多層面 Rasch 測量模式分析桌球比賽三段技術，具有理論基礎。選手層面能力的估計適合 Rasch 模式，得到選手潛能為林選手 0.25 最好、鍾選手-0.05 次之、蔡選手-0.18。而且具有優異的估計個人潛能信度，以及良好的效度和樣本代表性。三段技術層面的估計適合 Rasch 模式，也具有良好信度、效度和樣本代表性。最後可繪製成圖，清晰的呈現選手的技術類型，比較和分析選手個人三段技術的優缺點。

三、兩種方法的比較

本研究歸納出八項：（一）特點：新方法根據測驗理論說明結果，傳統方法是統計分析、簡單方便。（二）模式：新方法採多層面 Rasch 模式，傳統方法缺乏無理論模式。（三）型式：新方法採配對比較，考慮對手能力，傳統方法只是總加運算、一視同仁。（四）標準：新方法為客觀的 logistic 公式，傳統方法是主觀的經驗法則。（五）品質：新方法具有效度、信度、鑑別性和代表性等測驗品質的指標，傳統方法缺乏測驗品質的指標。（六）精確性：新方法是等距量尺的母數統計，傳統方法是順序量尺的無母數統計。（七）共同量尺：新方法的三段技術具有共同量尺，傳統方法缺乏共同量尺。（八）個人分析：新方法是個人技術量化分析，傳統方法屬於質性評論。

根據結果得到結論為：Rasch 測量具有理論基礎、客觀、精確，為桌球賽三段技術分析較優的新方法。

本研究提供使用 Rasch 測量的分析比賽新途徑，未來可用於配對的比賽，例如：羽球、網球、跆拳道……等等，能獲得比賽分析更多的訊息，提高學術理論結合實際應用的品質和適用範圍。但須注意比賽的制度，當估計選手的對戰資料缺乏時，會造成資料無法連結，產生許多群組資料，則所得的估計結果無法建立在同一的量尺上，影響選手量化潛能的比較；所以使用 Rasch 測量分析比賽時，必須考慮觀察的資料都具有連結，這是研究的實驗設計或取樣上的重點。

參考文獻

中文部份

- 中國乒協調研組（1995）。重攀高峰，再創輝煌——43 屆世乒賽技術調研報告。**乒乓世界**，60，30-40。
- 朱昌勇（1999）。1998 年世界杯女子桌球賽三段技術分析研究。**大專體育**，41，53-58。
- 杜美華（2006）。世界優秀男子桌球雙打三段技術之分析。**國立體育學院論叢**，17(4)，93-104。
- 李振彪（1991）。陳靜、李蕙芬、焦志敏競技能力主要因素的診斷研究。**北京體育學院學報**，2，95-110。
- 李振彪（1997）。鄧亞萍備戰 26 屆奧運會的技術走勢與比較分析。**天津體育學院學報**，12(3)，70-72。

- 汪黎清 (1998)。淺析中國男乒運動員在世界大賽中的技術水平。**南京體育學院學報**，12(1)，67-69。
- 吳煥群、李振彪 (1990)。乒乓球運動員技術診斷方法的研究。**乒乓世界**，38，38-40。
- 吳德成 (1998)。**桌球**。未出版技術報告書 (碩士論文)，國立體育學院教練研究所，桃園縣。
- 姚漢禱 (2001)。負 Alpha 信度係數指標在運動技能測驗之研究，**體育學報**，31，271-280。
- 姚漢禱 (2002)。用試題反應理論估計運動項目的成績表現排名之二：用定錨法處理運動項目循環賽排名估計的失序，**測驗統計年刊**，10，101-120。
- 姚漢禱 (2003)。用試題反應理論估計運動項目的成績表現排名，**國立體育學院論叢**，14(1)，119—132。
- 姚漢禱 (2004a)。利用線性 logistic Rasch 模式估計排名賽的成績表現——以 34 屆世界盃棒球賽為例，**國立體育學院論叢**，15(1)，149-158。
- 姚漢禱 (2004b)。發展多層面階層 Rasch 模式分析淘汰賽的排名——以 2002 FIFA 世界盃決賽為例，**測驗統計年刊**，12，141-154。
- 柯兆陽 (2007)。**我國男子少年桌球國手三段技術分析**。未出版碩士論文，輔仁大學體育學系，台北縣。
- 洪祺博 (2008)。**菁英選手桌球三段技術分析之研究-以周東昱為例**。未出版碩士論文，台北市立體育學院運動科學研究所，台北市。
- 秦志鋒 (1992)。乒乓球雙打比賽技術應用和配合規律研究。**乒乓世界**，48，32-33。
- 唐建軍 (1997)。第四十三屆世乒賽中國及歐洲優秀男雙選手技術分析。**北京體育大學學報**，20(2)，85-89。
- 陳裕芬、許銘華、王素君 (2006)。優秀男子桌球選手三段技術分析。**福爾摩沙體育學刊**，1，17-22
- 陸雲鳳 (2008)。**利用 Rasch 測量分析我國最佳女子桌球雙打技術**。未出版碩士論文，國立臺灣體育大學 (桃園) 運動技術研究所，桃園縣。

英文部分

- Bowles, R. P., & Ram, N. (2006). Using Rasch Measurement to Investigate Volleyball Skills and Inform Coaching. *Journal of Applied Measurement*, 7(1), 39-54.
- Linacre, J. M. (2009). A user's guide to Facets Rasch measurement computer program manual 3.65.0. Retrieved April 12, 2009 from <http://www.winsteps.com/>
- Linacre, J. M. (2001). Paired Comparisons for Measuring Team Performance. *Rasch Measurement Transactions*, 15(1) 812.
- Linacre, J. M. (2005). A user's guide to Winsteps Ministep Rasch-Model [computer programs manual]. Chicago, IL: Winsteps.
- Linacre, J. M. (2006). Rasch analysis of rank-ordered data. *Journal of Applied Measurement*, 7(1), 129-139.
- Wainer, H., Dorans, N. J., Flaugher, R., Green, B. F., Mislevy, R. J., Steinberg, L., & Thissen, D. (Eds.)(1990). *Computerized adaptive testing: a primer*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wright, B. D., & Masters, G. N. (1982). *Rating scale analysis: Rasch measurement*. Chicago: MESA Press.