

基于因子分析的世界男子网球运动员 单打制胜能力模型研究^①

牟 柳^{1,2}, 郭立亚³, 陈马强¹

1. 重庆理工大学 体育教学部, 重庆 400054; 2. 西南大学 新闻传媒学院, 重庆 400715;
3. 西南大学 体育学院, 重庆 400715

摘要: 运用文献资料法、数理统计法和逻辑分析等方法对世界单打排名前 100 名的男子网球运动员在红土、硬地和草地 3 种场地的 12 项比赛技术指标进行研究, 分别提取出“发球局制胜能力因子”“接发球局制胜能力因子”和“比赛状态因子”3 个共因子, 建立综合制胜能力模型。模型的因子权重分析和世界前 10 名运动员的因子得分和综合得分分析发现, 球速对运动员发球局能力和接发球局能力的发挥, 相同状态下, 善于打发球局的运动员更容易在草地球场制胜, 善于打接发球局的运动员在硬地球场胜出机会更大, 而在红土球场, 接发球局能力和发球局能力比较均衡的球员更有优势。

关键词: 因子分析法; 发球局; 接发球局; 网球

中图分类号: G808

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)06-0116-07

伴随我国经济社会的高速发展, 网球事业取得了举世瞩目的成绩, 2008 年北京奥运会后, 学者们对网球制胜规律的研究由点到面, 取得了丰硕的研究成果, 如郭立亚等人^[1]对多项网球比赛技术指标进行了相关及回归分析; 张银满^[2]、何文盛等^[3]、谢相和^[4]、高徐^[5]等对男女不同场地的各项技术指标进行了判别分析; 李桂林等^[6-7]、陈丽娟等^[8]、吴璇^[9]等人从不同场地类型、不同阶段比赛得分方式及其他方面进行探索。对前人的研究进行梳理发现, 由于网球比赛的各项技术高度相关, 如一发得分率高的运动员往往二发得分率也较高, 导致许多研究忽略了技术指标的多重共线性而影响研究结果。因子分析是从多个变量中提取共性因子的统计方法, 将同质的变量归为一个共性因子, 以利于简化和解释问题。本研究收集了世界单打排名前 100 名男子网球运动员在红土、硬地和草地 3 种场地的 12 项比赛技术指标(一发成功率、一发得分率、二发得分率、挽救破发点胜率、发球局胜率、发球得分率、一发回球得分率、二发回球得分率、破发成功率、接发球得分率、回球得分率、总积分胜率), 采用主成份分析和因子分析对其进行研究, 以探寻网球制胜能力的内涵并加以专业解释。

1 研究对象及方法

本研究以世界男子网球单打排名前 100 名的运动员(截至 2016 年 10 月 15 日)为研究对象, 通过 ATP 官网收集了他们在红土、草地和硬地赛的 12 项比赛数据: 一发成功率 X_1 、一发得分率 X_2 、二发得分率 X_3 、挽救破发点胜率 X_4 、发球局胜率 X_5 、发球得分率 X_6 、一发回球得分率 X_7 、二发回球得分率 X_8 、破发成功率 X_9 、接发球得分率 X_{10} 、回球得分率 X_{11} 、总积分胜率 X_{12} 。运用文献法、数理统计法、逻辑分析法

① 收稿日期: 2018-09-27

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2120120741)。

作者简介: 牟 柳(1986-), 女, 博士研究生, 主要从事体育教育训练学、课程与教学论的研究。

通信作者: 郭立亚, 教授, 博士研究生导师。

等对他们的制胜能力进行研究.

2 研究结果

2.1 红土赛制胜能力模型分析

对 12 项红土赛比赛数据进行主成份分析和因子分析,首先要求这些数据间有较高的相关性.对 12 项技术指标相关性分析发现,多项指标在 0.01 的水平上显著相关(表 1).

表 1 12 项比赛数据的相关性分析表

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
X1	1											
X2	-0.091	1										
X3	0.352**	0.551**	1									
X4	0.210*	0.744**	0.611**	1								
X5	0.195	0.925**	0.783**	0.819**	1							
X6	0.211*	0.924**	0.793**	0.792**	0.992**	1						
X7	-0.035	0.082	0.05	-0.08	0.122	0.088	1					
X8	0.097	-0.07	0.134	-0.152	0.02	0.012	0.723**	1				
X9	-0.121	-0.104	-0.189	-0.270**	-0.139	-0.153	0.712**	0.705**	1			
X10	0.059	0.004	0.116	-0.133	0.087	0.061	0.943**	0.874**	0.756**	1		
X11	0.019	-0.041	0.01	-0.186	0.015	-0.01	0.939**	0.891**	0.775**	0.976**	1	
X12	0.178	0.726**	0.664**	0.541**	0.817**	0.804**	0.620**	0.530**	0.345**	0.621**	0.570**	1

注: ** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; * 在 0.05 水平(双侧)上显著相关.

对数据进行 KMO 和 Bartlett 的球形度检验发现(表 2), $KMO=0.718$,且 Bartlett 的球形度检验值 $p=0.000<0.01$,说明 12 项数据间存在较强的相关性,适合做因子分析.另外,利用最大方差法进行正交旋转,使变量在某一个公因子的载荷更加明显,而在其它公因子的载荷减小,共计生成 12 个新的公因子,提取出特征根大于 1 的 3 个公因子,旋转后公因子 1(F_{1-1})的特征根为 4.847,公因子 2(F_{1-2})的特征根为 4.706,公因子(F_{1-3})的特征根为 1.233,3 个公因子累积方差贡献率为 89.879%,提取的 3 个公因子代表了原始数据 89.879%的信息,公因子的提取效果是非常理想的.

表 2 解释的总方差

成份	初始特征值			旋转平方和载入		
	合计	方差/%	累积/%	合计	方差/%	累积/%
1	5.180	43.165	43.165	4.847	40.391	40.391
2	4.447	37.056	80.221	4.706	39.215	79.605
3	1.159	9.658	89.879	1.233	10.274	89.879
4	0.414	3.452	93.331			
5	0.303	2.528	95.859			
6	0.256	2.130	97.988			
7	0.190	1.586	99.574			
8	0.020	0.167	99.741			
9	0.012	0.103	99.844			
10	0.009	0.072	99.916			
11	0.006	0.051	99.967			
12	0.004	0.033	100.000			

在因子分析中,将系数按大小排序并取消绝对值小于 0.30 的小系数,得到成分矩阵表 3,第一个因子(F_{1-1})方差贡献率为 40.391%,与 F_{1-1} 因子载荷系数大于 0.5 的指标有发球局胜率 X_5 、发球得分率 X_6 、一发得分率 X_2 、救破发点胜率 X_4 、总积分胜率 X_{12} 、二发得分率 X_3 6 个变量;第二个公因子(F_{1-2})方差贡献率为 39.215%,与 F_{1-2} 因子载荷系数大于 0.5 的指标有回球得分率 X_{11} 、接发球得分率 X_{10} 、一发回得分率 X_7 、二发回得分率 X_8 、破发成功率 X_9 、总积分胜率 X_{12} 6 个指标;第三个公因子(F_{1-3})的方差贡献率为

10.274%，与 F_{1-3} 因子载荷系数大于 0.5 的指标只有一发成功率 X_1 。可见，除总积分胜率同时被公因子 1 和 2 提取大量信息外， F_{1-1} 的信息主要来源于发球局的技术数据， F_{1-2} 信息主要来源于接发球局的技术数据。因此，我们可以把 F_{1-1} 命名为“发球局能力因子”，把 F_{1-2} 命名为“接发球局能力因子”。而 F_{1-3} 信息主要来源于一发成功率，由于发球是网球中唯一一项完全由自己掌控的技术，发球成功率往往是体现运动员竞技状态的重要指标，因此我们把 F_{1-3} 命名为“比赛状态因子”。将 3 个公共因子的方差贡献率作为权数，方差贡献率与累计贡献率的比值作为因子值系数，计算出各个运动员红土赛制胜能力 $F_{\text{红土}}$ （综合因子得分），模型如下： $F_{\text{红土}} = (0.403\ 91 \times F_{1-1} + 0.392\ 15 \times F_{1-2} + 0.102\ 74 \times F_{1-3}) / 0.898\ 79$ 。

表 3 红土赛比赛数据旋转成份矩阵

指 标	成 份		
	F_{1-1}	F_{1-2}	F_{1-3}
X_5	0.991		
X_6	0.985		
X_2	0.941		
X_4	0.848		
X_{12}	0.798	0.585	
X_3	0.775		0.407
X_{11}		0.987	
X_{10}		0.981	
X_7		0.932	
X_8		0.901	
X_9		0.841	
X_1			0.951

2.2 草地赛制胜能力模型分析

英国网球专家认为，使用同样的力量击球，在草地球场进行比赛时，球速要比在硬地、红土等其他场地时快。本研究对草地赛 12 项技术指标进行相关性分析发现，多项指标在 0.01 的水平上显著相关。对草地赛数据进行 KMO 和 Bartlett 的球形度检验发现， $KMO = 0.636$ ，且 Bartlett 的球形度检验值 $p = 0.000 < 0.01$ ，拒绝 Bartlett 球度检验的零假设，说明草地 12 项数据适合做因子分析。

图 1 显示，从方差解释可以看出，特征根大于 1 的公因子有 3 个，且旋转后公因子 1(F_{2-1})的特征根为 4.687，方差贡献率为 39.054%，公因子 2(F_{2-2})的特征根为 3.671，方差贡献率为 30.590%，公因子 3(F_{2-3})的特征根为 1.133，方差贡献率为 9.441%，3 个公因子累积方差贡献率为 79.085%。我们认为，提取的 3 个特征根大于 1 的公因子的效果也是非常理想的。

同样，草地场提取的 F_{2-1} 的信息主要来源于发球局的技术数据，与 F_{2-1} 因子载荷系数大于 0.5 的指标有发球局胜率 X_5 、发球得分率 X_6 、一发得分率 X_2 、救破发点胜率 X_4 、总积分胜率 X_{12} 、二发得分率 X_3 6 个变量， F_{2-2} 信息主要来源于接发球局的技术数据，与 F_{2-2} 因子载荷系数大于 0.5 的指标有回球得分率 X_{11} 、接发球得分率 X_{10} 、二发回得分率 X_8 、一发回得分率 X_7 、总积分胜率 X_{12} 5 个指标。因此，我们可以把 F_{2-1} 命名为“发球局制胜因子”，把 F_{2-2} 命名为“接发球局制胜因子”。而 F_{2-3} 信息主要来源于一发成功率，我们把 F_{2-3} 命名为“比赛状态因子”。将提取的 3 个公共因子的方差贡献率作为权数，方差贡献率与累计贡献率的比值作为因子值系数，计算各个运动员草地赛制胜能力 $F_{\text{草地}}$ （综合因子得分），模型如下： $F_{\text{草地}} = (0.390\ 54 \times F_{2-1} + 0.305\ 90 \times F_{2-2} + 0.094\ 41 \times F_{2-3}) / 0.790\ 85$ (表 4)。

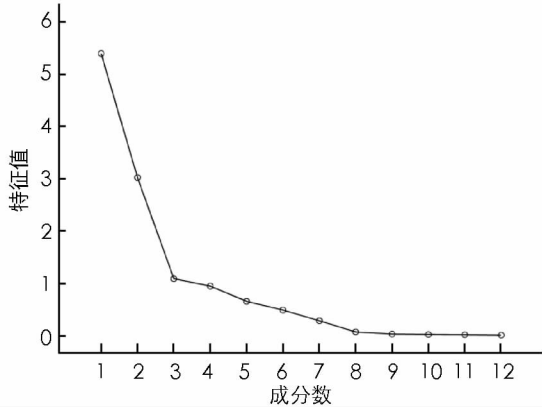


图 1 主成份特征值碎石图

表 4 草地赛比赛数据旋转成份矩阵

因 子	成 份		
	F_{2-1}	F_{2-2}	F_{2-3}
X_5	0.984		
X_6	0.973		
X_2	0.917		
X_4	0.814		
X_{12}	0.804	0.575	
X_3	0.731		
X_{11}		0.976	
X_{10}		0.933	
X_8		0.820	
X_7		0.798	
X_1			0.842
X_9		0.335	-0.489

2.3 硬地赛制胜能力模型分析

对硬地赛 12 项技术指标进行相关性分析发现,多项指标在 0.01 的水平上显著相关.对硬地赛数据进行 KMO 和 Bartlett 的球形度检验发现, $KMO=0.687$,且 Bartlett 的球形度检验值 $p=0.000<0.01$,拒绝 Bartlett 球度检验的零假设,也说明硬地赛 12 项数据适合做因子分析.

方差解释显示,提取特征根大于 1 的 3 个公因子,且旋转后公因子 1(F_{3-1})的特征根为 4.826,方差贡献率为 40.216%,公因子 2(F_{3-2})的特征根为 4.295,方差贡献率为 35.790%,公因子 3(F_{3-3})的特征根为 1.337,方差贡献率为 11.145%,3 个公因子累积方差贡献率为 87.151%.我们认为,硬地场比赛数据公因子的提取效果是非常理想的.

与草地赛和红土赛数据不同的是,硬地场数据提取的 F_{3-1} 的信息主要来源于接发球局的技术指标,与 F_{3-1} 因子载荷系数大于 0.5 的指标有回球得分率 X_{11} 、接发球得分率 X_{10} 、二发回得分率 X_8 、一发回得分率 X_7 、破发成功率 X_9 、总积分胜率 X_{12} 6 个指标; F_{3-2} 信息主要来源于发球局的技术指标,与 F_{3-2} 因子载荷系数大于 0.5 的指标发球得分率 X_6 、发球局胜率 X_5 、一发得分率 X_2 、总积分胜率 X_{12} 、二发得分率 X_3 、救破发点胜率 X_4 6 个变量;我们把 F_{3-1} 命名为“接发球局能力因子”,把 F_{3-2} 命名为“发球局能力因子”.而 F_{3-3} 信息依然是主要来源于一发成功率,我们仍然把公因子 3 命名为“比赛状态因子”.将提取的 3 个公共因子的方差贡献率作为权数,方差贡献率与累计贡献率的比值作为因子值系数,可以计算出各个运动员硬地赛制胜能力 $F_{\text{硬地}}$ (综合因子得分),模型如下: $F_{\text{硬地}}=(0.402\ 16\times F_{3-1}+0.357\ 90\times F_{3-2}+0.111\ 45\times F_{3-3})/0.871\ 51$ (表 5).

表 5 硬地赛比赛数据旋转成份矩阵

因 子	成 份		
	1	2	3
X_{11}	0.984		
X_{10}	0.942		
X_8	0.936		
X_7	0.916		
X_9	0.817		
X_6		0.980	
X_5		0.975	
X_2		0.863	
X_{12}	0.608	0.757	
X_3	0.346	0.743	
X_4		0.688	0.469
X_1			0.938

2.4 3 种不同比赛场地的制胜能力模型的因子权重比较分析

网球比赛主要在 3 种场地(红土场、草地、硬地)进行,本研究分别采集了 3 种场地的 12 项比赛技术数据,通过因子分析找出了“发球局能力因子”“接发球局能力因子”和“比赛状态因子”,并得出了 3 个制胜能

力模型. 将 3 个模型中的 3 个因子的权重按“发球局能力因子”“接发球局能力因子”“比赛状态因子”的顺序计算发现, 红土场 3 个公因子的权重比值为 3.931 3/3.839 3/1, 草地场的 3 个公因子的权重比值为 4.136 6/3.240 1/1, 硬地场 3 个因子的权重比值为 3.211 3/3.606 4/1. 从 3 种场地的因子权重比值可以发现, 草地赛中, “发球局能力”相比“接发球局能力”更能影响球员的制胜能力, 草地场是球速最快的球场, 运动员可以通过发球建立足够的优势压制对头, 从而取得比赛的主动权; 硬地赛中, “接发球局能力”却比“发球局能力”显得重要, 这也是近年来发球上网型选手越来越少的的原因, 而越来越多的底线型选手在硬地赛取得成功; 红土赛中, “发球局能力”和“接发球局能力”对比赛制胜能力的影响比较均衡, 由于红土赛击球的回合往往较硬地赛和草地赛增多, 发球和接发球局经常出现相持的情况, 这就需要球员在发球局和接发球局的能力上更加均衡.

2.5 世界前 10 名运动员制胜能力分析

采用因子分析模型, 分别计算出世界前 10 名运动员在 3 种场地的因子得分、综合得分(表 6).

表 6 世界前 10 名运动员因子得分、综合得分表

排名	姓名	F_{1-1}	F_{1-2}	F_{1-3}	$F_{\text{红土}}$	F_{2-1}	F_{2-2}	F_{2-3}	$F_{\text{草地}}$	F_{3-1}	F_{3-2}	F_{3-3}	$F_{\text{硬地}}$
1	德约科维奇	1.35	1.74	1.34	1.52	0.94	1.84	0.45	1.23	2.47	1.58	0.91	1.90
2	穆雷	0.29	1.41	-0.37	0.70	1.02	2.07	-0.50	1.24	2.32	0.89	-1.00	1.31
3	瓦林卡	0.63	0.64	0.03	0.57	0.79	0.00	-0.91	0.28	0.61	0.95	-0.82	0.57
4	纳达尔	0.85	2.50	2.18	1.72	1.05	1.30	1.14	1.16	1.71	1.20	1.77	1.51
5	锦织圭	0.61	1.14	0.55	0.83	-0.02	1.35	0.10	0.52	1.25	0.34	0.10	0.73
6	拉奥尼奇	1.42	-0.49	-0.39	0.38	2.17	-0.64	0.68	0.91	-1.07	2.57	0.35	0.61
7	费德勒	1.17	0.79	0.05	0.87	1.70	1.48	0.02	1.41	1.36	2.30	0.13	1.59
8	孟菲尔斯	0.17	0.81	0.02	0.43	0.28	0.52	0.11	0.35	0.71	0.53	0.05	0.55
9	伯蒂奇	0.68	0.72	-0.52	0.56	1.16	0.66	-0.39	0.78	0.92	1.40	-0.98	0.87
10	蒂姆	0.65	0.47	-0.19	0.47	0.69	-0.23	-0.80	0.16	-0.08	0.74	-0.41	0.21

红土赛方面, 在 F_{1-1} 、 F_{1-2} 、 F_{1-3} 得分方面, 拉奥尼奇(1.42)、德约科维奇(1.35)、费德勒(1.17)发球制胜能力位居前三甲, 而纳达尔(2.50)、德约科维奇(1.74)、穆雷(1.41)接发球局制胜能力位居前 3, 纳达尔(2.18)和德约科维奇(1.34)在比赛状态上发挥最为出色. 综合因子得分上, $F_{\text{红土}}$ 大于 1 的选手只有纳达尔(1.7)和德约科维奇科维奇(1.52). 可见, 纳达尔在接发球制胜能力和比赛状态发挥上遥遥领先其它对手, 弥补了发球局相对不强的劣势; 德约科维奇在 3 项得分上都进入前 3, 最为全面; 而穆雷虽然接发球局制胜能力很强, 但在其他两项能力上不及德约科维奇, 特别是发球局制胜能力得分不高.

草地赛方面, 在 F_{2-1} 、 F_{2-2} 、 F_{2-3} 得分方面, 拉奥尼奇(2.17)、费德勒(1.70)、伯蒂奇(1.16)发球制胜能力因子得分位居前 3, 穆雷(2.07)、德约科维奇(1.84)、费德勒(1.48)接发球局制胜能力因子得分最为靠前, 纳达尔 3 项得分均大于 1, $F_{\text{草地}}$ 大于 1 的选手有费德勒(1.41)、穆雷(1.24)、德约科维奇科维奇(1.23)和纳达尔(1.16).

硬地赛方面, 在 F_{3-1} 、 F_{3-2} 、 F_{3-3} 得分方面, 接发球局制胜能力因子得分排名前 3 的是德约科维奇(2.47)、穆雷(2.32)、纳达尔(1.71), 发球制胜能力因子得分位居前 3 的是拉奥尼奇(2.57)、费德勒(2.30)、德约科维奇(1.58), 纳达尔、德约科维奇在比赛状态因子得分上高于其他选手. 整体上, $F_{\text{硬地}}$ 值大于 1 的选手有德约科维奇科维奇(1.90)、费德勒(1.59)、纳达尔(1.51)、穆雷(1.31).

综合来看, 世界男子网球运动员德约科维奇、费德勒、纳达尔、穆雷“四巨头”依然是统治当今网坛的最强力量. 红土赛“红土王”纳达尔最具实力, 与其实力比较接近的只有德约科维奇, 草地赛依然是以费德勒为领头羊的“四巨头”的草地赛, 硬地赛则是以德约科维奇为代表的“四巨头”的硬地赛. “四巨头”不仅全面且各有特点, 如费德勒发球局制胜能力惊人, 而纳达尔、德约科维奇和穆雷的接发球局制胜能力出色. 相比下, 新生代球员代表拉奥尼奇在快、中、慢 3 种场地的发球局制胜能力上排名均为最高, 但由于接发球局制胜能力不足, 严重影响了其综合制胜能力. 锦织圭的接发球局制胜能力因子得分都大于 1, 但受发球局制胜能力影响, 也难以与“四巨头”抗衡. 所以, 年轻球员要打破“四巨头”多年的统治, 必须刻苦训练, 弥补自己的短板.

3 讨论与分析

中国男子网球无论是四大网球公开赛,还是奥运会、亚运会、戴维斯杯高级别的网球比赛,男子单打战绩与女子相比差距甚远。男子网球的排名最好运动员的排名均在200名之外,如何处理好内修技术,外塑制度是未来着重解决男子网球的制胜法宝之一。郭立亚等^[1]分析第29届北京奥运会网球项目男子单打比赛21项技术统计指标,发现有9项指标存在显著性差异,其中,一发得分率、二发得分率、破发机会、破发次数、全部得分5项指标存在非常显著性差异;廖玉冰等^[10]对ATP单打年终总决赛的研究后发现,男子单打比赛中正、反手斜线制胜分比正手直线制胜分运用更多,男子胜盘中正手后场斜线制胜分比负盘强。张银满^[2]对男子单打硬地场地发现,一发成功率、一发得分率、二发得分率、接发球得分率5各指标为比赛获胜关键指标。另外,谢相和^[4]、高徐等^[5]研究发现一发得分率、二发得分率、接发球得分率均是草地、红土场比赛女子单打网球运动员制胜指标。可以看出,上述的研究主要基于胜负双方进行,缺乏对运动员个体差异。

近年来,越来越多的现代科学技术被广泛运用到运动选材、训练、竞赛、技战术分析等方面,随之而来的对运动员竞技能力要求也是越来越全面。“一招制敌,全盘通吃”的制胜指导思想很难叱咤网坛。自公开赛时代以来,赢得男子单打全满贯的网球运动员是屈指可数,如唐纳德·布吉、罗德·拉沃尔、弗雷德·佩里、罗伊·埃莫森、安德鲁·阿加西、罗杰·费德勒、拉斐尔·纳达尔、德约科维奇科维奇;在获得全满贯的运动员中又获得金满贯的更是少之又少。被誉为“上帝之手”、获得超过2位数大满贯男子单打冠军的费德勒也未获此殊荣,在现役男运动员中,纳达尔开创先河,是唯一夺得过金满贯的。郭立亚等^[11]的研究显示,世界优秀男子运动员的身高、体质量分别是184.52 cm、79.02 kg,亚洲运动员分别是178.63 cm、74.17 kg。截至2018年12月10日,我国男子单打排名最高的2位网球运动员张择、李喆(ATP排名分别是218位、255位)的身高、体质量优于世界优秀运动员,甚至是与顶尖运动员费德勒(185 cm,体质量80.5 kg),纳达尔(185 cm,体质量85 kg)都不相上下;我国2位运动员的身高和体质量都超过185 cm,体质量在80 kg左右;同时,高于日本运动员锦织圭(单打最高排位第4)身高178 cm、体质量68 kg,美籍华人张德培(1989年法网冠军,1996年澳网、美网亚军)的身高174 cm、体质量72 kg。值得一提的是,2016年3月,张择签约广州盛世体育发展有限公司,标志着我国男子也开启“单飞”模式。一方面,从先天因素来看,我国运动员的身体条件是可以与世界抗衡的,黄种人是可以站在领奖台上的;特别是我国乒乓球和羽毛球获奖无数,网球与这2个项目都是属于隔网对抗项目,很多技战术制胜的规律是可以正向迁移的。另一方面,除了关注技战术制胜规律外,吴丽君等人^[12]认为影响我国竞技网球运动可持续发展的因素包括3类因子,共16个因素,其中包括职业化因素、经济投入因素、训练因素等;牟柳^[13]等人认为优秀网球运动员竞技能力评价体系,包括身体形态、身体机能、身体素质、技术能力、战术能力、运动心理、运动智能7个维度。

总体来说,网球运动作为一项高度职业化的运动,奖金高、赛期长、强度大、级别多、商业化浓等因素决定了高水平运动员间的较量,除了可见的技术、战术、场地外,还涉及到赛前、赛中运动员心理变化以及竞技状态、发挥水平等内在无法观测的能力,同时,还有赛后运动恢复、康复水平、赛事规划、训练手段是否科学、合理,培养体制和管理体系是否适合网球职业化特点等。我国男子网球选手在现有基础上要取得突破,一是要转变训练观念,从“吃大锅”转向“开小灶”;二是转变管理方式,从“一对多”转向“多对一”;三是转变培养模式,从国家培养转向社会培养。本研究只从运动员的角度来分析各种类型的场地技战术制胜规律,没有考虑其他外在的影响因素和内在的心理因素。未来的研究会从更微观的层面进行研究,如运动员偏好、技术风格、比赛环境等。

4 研究结论

1) 对3种比赛场地的12项比赛技术指标进行主成份分析和因子分析,分别提取了3个公共因子“发球局能力因子”“接发球局能力因子”“比赛状态因子”,建立了3个比赛制胜能力模型。

2) 3个制胜能力模型的因子权重比值表明,场地对球速的影响,将对运动员发球局能力和接发球局能力等产生影响。相同状态下,善于打发球局的运动员更容易在草地球场制胜,善于打接发球局的运动员在硬地球场胜出机会更大,而在红土球场,接发球局能力和发球局能力比较均衡的球员更有优势。

3) 运用制胜能力模型计算世界前 10 运动员的制胜能力, 结果显示, “四巨头”依然是统治当今网坛的最强力量。他们不仅全面且各有特点, 如费德勒发球局制胜能力惊人, 而纳达尔、德约科维奇和穆雷的接发球局制胜能力出色。结合因子分析, 发现了新生代球员存在的问题, 如拉奥尼奇的接发球局制胜能力较弱, 而锦织圭的发球局制胜能力与“四巨头”差距太大。

由于收集的数据主要涉及发球局和接发球局的得分率方面的技术指标, 局限性较强, 因此只找寻到了发球局制胜能力、接发球局制胜能力、及比赛状态 3 个影响比赛制胜的因子, 而对运动员比赛的心智能力、变线能力、落点变化能力等影响比赛制胜的各项能力不能一一找寻, 这还有待于后续研究进一步深入探究。

参考文献:

- [1] 郭立亚, 袁毅, 关晓燕, 等. 世界顶级网球男子单打比赛制胜技术因素分析 [J]. 北京体育大学学报, 2010, 33(2): 122-124.
- [2] 张银满. 世界优秀男子网球单打选手硬地赛制胜因素 [J]. 北京体育大学学报, 2009, 32(10): 135-137.
- [3] 何文盛, 张力为, 张连成. 世界前 3 名男子网球运动员比赛制胜因素技术分析 [J]. 武汉体育学院学报, 2011, 45(9): 67-73.
- [4] 谢相和. 草地女子单打网球运动员制胜指标分析及评价 [J]. 成都体育学院学报, 2012, 38(2): 74-78.
- [5] 高徐, 田广. 世界优秀红土场女子单打网球运动员制胜指标及实力评价 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(4): 198-204.
- [6] 李桂林, 郭立亚. 2010 年澳大利亚网球公开赛女单选手郑洁与海宁进攻节奏的对比分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(1): 230-234.
- [7] 李桂林, 郭立亚. ATP 男子单打不同场地类型比赛得分方式的对比研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(8): 56-60.
- [8] 陈丽娟, 甘婷. 2013 年澳网女单决赛技术统计对比分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(6): 95-98.
- [9] 吴璇, 郭立亚. 2011 年法国网球公开赛李娜单打决赛的技术对比分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(2): 133-136.
- [10] 廖玉冰, 廖晓斌, 周美芳, 等. 对世界优秀网球男、女单打比赛制胜分技术手段的研究——以 2010 年“ATP 单打年终总决赛”和“WTA 单打年终总决赛”为例 [J]. 中国体育科技, 2012, 48(6): 35-40, 47.
- [11] 郭立亚, 杨锋. 世界优秀男子网球运动员年龄、球龄与身体形态特征分析 [J]. 中国体育科技, 2009, 45(1): 71-74.
- [12] 吴丽君, 郭新明, 张龙. 我国竞技网球运动可持续发展研究 [J]. 中国体育科技, 2012, 48(5): 36-45.
- [13] 牟柳, 陈马强, 田广. 优秀网球运动员竞技能力模糊综合评价研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2017, 42(3): 61-65.

On Winning Capacity Model of World Top Tennis Players in Men's Singles Based on Factor Analysis

MOU liu^{1,2}, GUO Li-ya³, CHEN Ma-qiang¹

1. College of Physical Education, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China;

2. School of journalism and communication, Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. College of Physical Education, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: By means of literature, logical analysis and mathematical statistics, 12 items have been analyzed of the technical statistics of the world's top 100 men tennis single players on the hard, grass and clay tennis court. We find “the factors of game state”, and establish the comprehensive capacity model. Through the analysis of the factors weight and the world's top 10 players score, It is found that the influence of the court on the speed of the ball will have an impact on the serving ability and the receiving ability of the players. Under the same condition, the players who are good at serving are more likely to win on the grass court, the players who are good at serving are more likely to win on the hard court, and the players who are good at serving and receiving are more likely to win on the clay court.

Key words: factor analysis; service game; receive game; tennis

责任编辑 胡 杨