



职业网球赛事男子单打比赛胜负影响因素研究 ——基于2014—2018年四大满贯赛事 Winning Factors of Men's Singles in Professional Tennis Matches ——Based on the Four Grand Slam Events of 2014—2018

蒋 婷,李 庆*
JIANG Ting,LI Qing*

摘 要:以ATP男子职业网球协会官方网站2014—2018年四大满贯赛事数据为基础,采用逻辑回归模型,从球员比赛表现、个人特征与比赛环境3类变量,探讨影响职业男子单打比赛胜负的关键因素,以期揭示职业网坛的发展动态,并为教练员及职业男子球员训练和比赛备战提供相关指导性建议,最终优化模型解释比赛结果方差的66.3%(Cox-Snell R^2)和88.3%(Nagelkerke R^2),并正确预测了94.0%的比赛结果。在影响比赛胜负的相关因素中,1)发球、接发球和“破发点”得分率的重要性进一步得到验证,一发得分率是比赛胜负的最佳预测因素。2)球员排名可有效预测比赛胜负,高排名能为比赛获胜创造有利条件。当球员年龄低于22岁时,年龄对获胜的积极影响有所减弱。身高、左手、双手反拍对于比赛获胜产生的积极影响应避免高估。3)赛事类型对于比赛胜负的影响并不显著,四大满贯赛事的竞争性正趋向于均衡。

关键词: 网球;职业赛事;男子单打

Abstract: Based on the data from the official website of ATP Men's Professional Tennis Association from 2014 to 2018, this study uses logistic regression model to explore the key factors influencing the success or failure of professional men's singles matches from three variables: performance of player, personal characteristics and competition environment, with a view to revealing the development of professional tennis. It also provides guidance suggestions for coaches and professional men's players to train and prepare for matches. The final optimization model explains 66.3% (Cox-Snell R^2) and 88.3% (Nagelkerke R^2) of the variance of the results of the competition, and correctly predicts 94.0% of the results of the competition. Among the relevant factors affecting the success or failure of the game, 1) the importance of the scoring rate of service, receiving service and "break point" has been further verified, and the scoring rate of one service is the best predictor of the success or failure of the game. 2) Player ranking can effectively predict the outcome of the game, and high ranking can create favorable conditions for winning the game. When a player is younger than 22 years old, the positive influence of age on winning will be weakened. The positive effects of height, left hand and backhand on winning the competition should not be over-estimated. 3) The type of competition has no significant influence on the success or failure of the competition, and the competitiveness of the four Grand Slams is tending to be balanced.

Keywords: tennis; professional events; men's singles

中图分类号: G845 **文献标识码:** A

第一作者简介:

蒋婷(1988-),女,讲师,博士,主要研究方向为网球教学与训练,E-mail:jiangtingyn@126.com。

*通信作者简介:

李庆(1956-),男,教授,博士,主要研究方向为运动训练理论与实践,E-mail:qingli56@163.com。

作者单位:

清华大学,北京 100084
Tsinghua University, Beijing 100084, China.

近年来,随着网球项目在我国快速发展,竞技水平不断提高,尤其是女子项目先后取得了奥运会与大满贯赛事零的突破,极大地促进了我国网球事业的快速发展。但是必须清醒地意识到我国网球整体水平与世界高水平相比还存在差距,尤其是男子项

目,还远远落后于国外先进水平。其原因之一,是对职业网球整体发展趋势缺乏准确把握,对于项目规律缺乏清晰的认识,对于训练的安排缺失方向性的指导,这在一定程度上限制了我国网球事业的发展。因此,对男子职业网坛高水平赛事的深入解析,将对我国男子网球的发展起到良好的促进作用。

世界男子职业网坛发展迅速,球员在比赛中的表现不断提升,竞争日益激烈。对职业网球比赛特征及规律的探索,得到人们越来越多的重视。其中,高水平职业网球比赛胜负的影响因素是一个始终被关注的问题。前人研究大多集中在对单一因素的探讨,如排名对比赛结果的预测作用(Corral et al., 2010)、球员的比赛经验对比赛结果的影响(Cui et al., 2017)、球员身高对发球的影响(Vaverka et al., 2013)等,对问题全面回答的研究并不多见。由于网球项目的复杂性,单一影响因素的分析很难有效解释比赛结果,需要进行更加全面和综合的评估。

本研究选择2014—2018年四大满贯赛事男子单打比赛数据,综合考虑球员比赛表现、个人特征、比赛环境等多个因素对比赛结果的影响。通过逻辑(Logistic)回归模型,评估这3类变量的相对重要性、模型的有效性和个体预测因子的重要性。同时,对影响比赛胜负的相关因素进行深入分析,揭示职业网坛发展动态。

1 研究方法

1.1 数据来源

检索ATP世界职业男子联合会官方网站2014—2018年男子单打四大满贯赛事(澳大利亚网球公开赛、法国网球公开赛、温布尔登网球锦标赛、美国网球公开赛)正选赛第1轮至决赛相关数据,以及球员的个人信息,包括2 540场单打比赛中的5 080场场比赛表现。

1.2 相关变量

因变量:比赛结果,即胜负。在本研究中,该变量为0~1取值二分变量。自变量:将预测变量分为3类,即球员比赛表现、个人特征、比赛环境(表1)。具体变量说明如下。

1)身高:重要的人体测量学指标。具有身高优势的球员通常在发球速度上占有一定的优势(Cross et al., 2009; Vaverka et al., 2013)。因此,身高是教练选材时重点关注的因素。然而,优秀网球运动员的最佳身高是多少,文献中还没有达成共识。

2)体质量:与肌肉质量有关,同样是重要的人体测量学指标。由于体质量与身高存在高相关性($r=0.808, P<0.001$),本研究没有将其纳入回归模型,以避免多重共线性问题。

3)年龄:决定比赛结果的重要因素。随着球员年龄的增长,他们通常经验更丰富,但体能状况有所下降。Corral等(2010)研究表明,球员的年龄优势大于经验优势。当与年轻球员竞争时,排名较高的球员获胜的概率

下降。尤其是高排名球员越年轻,相对于低排名球员,获胜的概率越大。

表1 比赛胜负相关影响因素

Table 1 Influencing Factors of Success or Failure in Competition

类别	变量	数量
比赛表现	ACE、双误、一发成功率、一发得分率、二发得分率、接一发得分率、接二发得分率、挽救破发点率、完成破发点率、发球分获胜率、接发球分获胜率、总得分率	12
个人特征	年龄、身高、体质量、职业年限、排名、持拍手、反手类型	7
比赛环境	赛事类型、轮次	2

4)职业年限:球员第1次获得职业排名的年份到特定比赛所经历的年数。球员的职业年限长,参赛经验通常会更加丰富,年龄相对更大。由于职业年限与年龄之间存在高相关性($r=0.915, P<0.001$),因此没有将其纳入回归模型,以避免多重共线性问题。

5)持拍手:球员击球的惯用手,通常左手持拍的球员在网球比赛中被认为具有一定的优势,尤其是在与右手持拍的球员比赛时。Loffing等(2009)研究认为,右手球员在与左手球员比赛时,需要调整他们惯用的回球方式,因为左手发球在旋转上不同于右手发球。本研究将持拍手设置为二分变量:右手=0,左手=1。

6)反手类型:分为单手和双手两种方式。有研究发现,双手反手球员和单手反手球员在挥拍速度、击球准确性方面并不存在差异,目前还没有研究清楚地回答哪种反手技术更好。本研究将反手类型设置为二分变量:单手=0,双手=1(Genevois et al., 2015)。

7)排名:代表球员在特定赛事前一年的总体表现。Corral等(2010)研究发现,参赛球员的排名差异越大,排名越高的球员获胜的概率越高。然而,随着参赛球员排名的下降,这种影响也会降低。

8)轮次:大满贯赛事从正选赛第一轮到决赛共进行7轮。通常靠后的轮次,比赛竞争会更加激烈,获胜的难度更大。Gilsdorf等(2008)研究指出,建立的模型在靠后的比赛轮次中能够更好地预测比赛结果。本研究将轮次作为控制变量,以顺序变量进入模型。

9)赛事:四大满贯赛事在不同的场地上进行,场地类型(如草地、硬地或红土)会对比赛特征和球员表现产生影响。例如,与硬地相比,红土地场赛事通常会有更多的击球次数和更长的回合时间,球员会更多地选择停留在底线而非来到网前(O'Donoghue et al., 2001)。本研究将大满贯赛事作为分类变量进入模型。其中,法网=0(参照组),澳网=1,温网=2,美网=3。

10)发球:球员技术表现中影响比赛结果的重要指

标。在比赛中,发球球员通常往往比接发球球员赢得更多的分数。O’Donoghue 等(2008)研究中量化了发球的优势,指出第一发球建立的优势可持续到之后回合过程中的 3~4 拍,第二发球优势可持续到之后的 1~2 拍。

11)接发球:同样是影响比赛结果的重要指标。非常出色的发球球员也需要获得一些接发球分数,才能够获得比赛的胜利。良好的接发球可以有效地抵消发球带来的优势。但与发球相比,研究对接发球的关注相对较少。

12)破发点:作为比赛中的关键分,其重要性已经得到较为广泛的关注。前人通过建立不同分数对比赛结果重要性差异的模型,证实了破发点对比赛结果的影响要大于其他因素(González-Díaz et al., 2012)。

1.3 方法

使用 SPSS 20.0 对数据进行分析。首先,使用独立样本 *T* 检验和卡方检验(χ^2)比较胜负球员之间的差异。接着,通过逻辑回归建立模型。建立模型之前,根据相关系数($0 \leq r \leq 0.8$)和方差膨胀因子($0 \leq VIF \leq 10$)对变量进行筛选,以免发生多重共线性问题,对模型效果产生影响。之后,将变量分为 3 类:球员比赛表现、个人特征和比赛环境,依次输入逻辑回归模型,通过统计检验,评估 3 类变量的相对重要性、模型的有效性和个体预测因子的重要性。最后,对有效变量进行筛选,根据数据特征将连续性变量转变为分类变量(哑变量),对模型进行优化。

2 研究结果

2.1 *t* 检验及卡方检验——胜负特征比较

职业网球 2014—2018 年四大满贯赛事,包括 2 540 场单打比赛中的 5 080 场次球员比赛表现,共涉及 324 名参赛球员。其中,86.4%是右手持拍球员,79.3%的球员采用双手反手的击球方式。球员年龄在 17~39 岁之间,平均年龄 28.16($s=4.2$)岁;参赛职业年限为 0~21 年,平均职业年限 10.23($s=4.2$)年;身高范围为 168~211 cm,平均身高 187.41($s=7.3$)cm;体质量范围 60~108 kg,平均体质量 81.77($s=8.0$)kg。参赛球员比赛胜负的具体特征如表 2。

对胜负球员特征分析的过程中,为了保证研究结果的可靠性,排除退赛与主要数据缺失的场次,最终选取 2 420 场比赛 4 840 人次球员表现及个人特征相关数据进行分析。通过分析胜负球员特征,发现获胜球员的主要特征为:相对更高的身高和体质量,更靠前的排名,年龄相对较大,职业年限更长,在比赛中表现出更高的技能水平。相对于基数较少的左手持拍球员,右手球员获胜率更高。相对于双手反手,基数较少的单手反拍球员,获胜率更高。

2.2 逻辑回归模型建立——不同模型比较

通过相关性检验和方差膨胀因子检验,本研究筛选了可能存在共线性问题的变量。身高和体质量、年龄和职业年限两组数据的相关系数过高($r \geq 0.8$),各筛选其一进入模型,根据变量相对重要程度和代表性,选择年龄和

身高进入模型。发球总得分率、接发球总得分率、总得分率的方差膨胀因子过高($VIF \geq 10$),因此不进入模型。采用二元逻辑回归检验 16 个变量对球员比赛胜负产生的影响(表 3)。将变量分为 3 组依次进入模型:1)球员比赛表现(ACE、双误、一发成功率、一发得分率、二发得分率、接一发得分率、接二发得分率、挽救破发点率、完成破发点率)。2)个人特征(身高、年龄、排名、持拍手、反拍类型)。3)比赛环境(轮次、赛事类别)。其中,轮次不是本研究的重点,仅作为模型的控制变量。

表 2 2014—2018 年高水平职业四大满贯赛事胜负球员特征分析
Table 2 Analysis of the Characteristics of Winning and Losing Players in Four Grand Slams from 2014 to 2018

序号	指标	比赛结果		<i>t</i> 检验
		负	胜	
1	ACE	7.93±6.75	11.15±7.97	15.17***
2	双误	4.74±3.05	3.80±2.80	-11.14***
3	一发成功率/%	60.39±6.91	62.10±7.15	8.47***
4	一发得分率/%	66.85±8.13	77.64±7.24	48.79***
5	二发得分率/%	46.37±8.72	56.71±9.08	40.43***
6	接一发得分率/%	22.37±7.24	33.17±8.13	48.79***
7	接二发得分率/%	43.33±9.08	53.66±8.72	40.37***
8	挽救破发点率/%	53.80±16.14	63.86±27.85	15.38***
9	完成破发点率/%	30.13±23.91	46.22±16.14	27.42***
10	发球分获胜率/%	58.63±6.58	69.65±6.16	60.10***
11	接发球分获胜率/%	30.37±6.18	41.38±6.58	60.01***
12	总得分率/%	44.91±3.59	55.09±3.58	98.71***
13	年龄/年	27.90±4.34	28.38±3.96	4.05***
14	身高/cm	186.75±7.17	188.12±7.47	6.51***
15	体质量/kg	81.01±7.59	82.55±8.28	6.73***
16	职业年限/年	9.81±4.32	10.60±4.04	6.56***
17	排名	89.82±103.73	44.25±57.62	-18.90***
18	持拍手			卡方检验
	右手	85.40%	87.50%	4.41*
	左手	14.60%	12.50%	
19	反手类型			卡方检验
	单手	19.30%	21.80%	4.52*
	双手	80.70%	78.20%	

注:*表示 $P < 0.05$, **表示 $P < 0.01$, ***表示 $P < 0.001$ 。

通过分析胜负球员特征,评估 3 类变量的相对重要性以及模型的有效性。不同模型使用同样的截距。在第 1 个模型中,通过比赛表现变量预测比赛结果: $\chi^2=5\ 237.401$, $df=9$, $P < 0.001$ 。在上一个模型的基础上,第 2 个模型加入球员个人特征变量($\chi^2=5\ 254.135$, $df=14$, $P < 0.001$)。从数据结果上看,个人特征会对比赛胜负的预测性产生影响。第 3 个模型中加入了比赛环境变量,相较前两个模型,它对球员比赛胜负的预测性最高($\chi^2=5\ 264.406$, $df=18$, $P < 0.001$)。模型最终解释了结果总体方差的 66.3%(Cox-Snell R^2)和 88.5%(Nagelkerke R^2)。

表3 2014—2018年高水平职业四大满贯赛事胜负影响因素逻辑回归分析

指标	模型1		模型2		模型3	
	<i>B</i>	Exp(<i>B</i>)	<i>B</i>	Exp(<i>B</i>)	<i>B</i>	Exp(<i>B</i>)
球员比赛表现						
ACE	-0.009	0.991	-0.011	0.989	-0.010	0.990
双误	0.033	1.033	0.039	1.040	0.029	1.029
一发成功率/%	0.094***	1.099	0.095***	1.100	0.104***	1.109
一发得分率/%	0.310***	1.363	0.308***	1.361	0.313***	1.367
二发得分率/%	0.178***	1.195	0.179***	1.196	0.179***	1.196
接一发得分率/%	0.303***	1.354	0.303***	1.354	0.300***	1.349
接二发得分率/%	0.177***	1.193	0.176***	1.193	0.175***	1.191
挽救破发点率/%	0.038***	1.039	0.038***	1.039	0.038***	1.039
完成破发点率/%	0.043***	1.044	0.044***	1.045	0.044***	1.045
个人特征						
年龄	—	—	-0.038*	0.963	-0.036*	0.964
身高	—	—	0.006	1.006	0.005	1.005
排名	—	—	-0.003**	0.997	-0.004**	0.996
左手	—	—	-0.230	0.795	-0.274	0.760
双手	—	—	0.052	1.054	0.049	1.050
比赛环境						
四大满贯(参考指标:法网)						
澳网	—	—	—	—	0.003	1.003
温网	—	—	—	—	-0.258	0.772
美网	—	—	—	—	0.241	1.272
轮次	—	—	—	—	-0.124*	0.883
模型 χ^2	5 237.401		5 254.135		5 264.406	
模型变化 χ^2	5 237.401		16.734		10.271	
sig.变化	0.000		0.000		0.000	
Cox-Snell R^2	0.662		0.663		0.663	
Nagelkerke R^2	0.882		0.884		0.885	

注:*表示 $P<0.05$,**表示 $P<0.01$,***表示 $P<0.001$ 。

2.3 逻辑回归优化模型建立——有效影响因素筛选

根据检验结果,对模型进行两项改进:1)通过筛选变量,排除不具有显著性的变量,包括ACE球、双误、身高、持拍手、赛事。2)由于年龄变量在表3中显示出相关性的方向,但与表2中 t 检验的结果相反,预示着年龄变量可能与比赛结果存在非线性相关,所以将年龄变量重新编码为分类变量,进入优化模型。最终,优化模型($\chi^2=5257.526$, $df=12$, $P<0.001$)对比赛结果正确预测率达到94.0%。这一模型整体上解释了比赛结果方差的66.3%(Cox-Snell R^2)和88.3%(Nagelkerke R^2)。

表4分析结果显示,比赛结果的最佳预测因子是一发得分率,优势比(OR)为1.355 ($B=0.304$; $P<0.001$; 95% CI: 1.319, 1.392)。这表明,控制了模型中的其他因素后,当一发得分率增加1个单位时,球员赢得比赛的可能性就会增加约1.36倍。以此类推,二发得分率增加1个单位,球员赢得比赛的可能性会增加1.19倍 ($B=0.174$, $P<0.001$, 95% CI: 1.166, 1.213)。增加1个单位的接一发

得分率,球员赢得比赛的可能性增加1.35倍 ($B=0.299$, $P<0.001$, 95% CI: 1.312, 1.385)。接二发球得分率增加1个单位,球员赢得比赛的可能性增加约1.19倍 ($B=0.175$, $P<0.001$, 95% CI: 1.168, 1.216)。另外,一发成功率 ($B=0.090$, $P<0.001$, OR=1.094, 95% CI: 1.072, 1.117)、挽救破发点率 ($B=0.039$, $P<0.001$, OR=1.039, 95% CI: 1.031, 1.048)、完成破发点率 ($B=0.043$, $P<0.001$, OR=1.044, 95% CI: 1.036, 1.053)的增加,也会对比赛获胜产生积极的影响。

就个人特征和比赛环境而言,在控制其他变量的前提下,以球员年龄33岁以上为参照,球员28~32岁年龄的优势比为1.168,说明其赢得比赛的可能性是33岁以上球员的约1.17倍 ($B=0.156$, $P>0.05$, 95% CI: 0.776, 1.759)。球员23~27岁年龄的优势比为1.606,说明其赢得比赛的可能性是33岁以上球员的约1.61倍 ($B=0.474$, $P<0.05$, 95% CI: 1.051, 2.454)。球员年龄22岁以下的优势比为1.515,说明其赢得比赛的可能性是33岁以上球

员的约 1.52 倍 ($B=0.415$, $P>0.05$, 95% CI: 0.890, 2.578)。与之前两个年龄段相比,其优势比有所下降,表明对 22 岁以下的年轻球员,年龄对比赛获胜产生的积极影响有所减弱。当自变量的优势比小于 1 时,表明自变量与因变量呈负相关。控制其他变量的前提下,球员排名的优势比

为 0.996 ($B=-0.004$, $P<0.05$, 95% CI: 0.994, 0.998),表明球员排名越靠后,获胜的可能性越低。比赛轮次的优势比为 0.886 ($B=-0.121$, $P<0.05$, OR=0.886, 95% CI: 0.791, 0.994),表明轮次会对结果产生影响,在最后一轮比赛中获胜比前一轮更加困难。

表 4 2014—2018 年高水平职业赛事胜负影响因素逻辑回归分析

Table 4 Logical Regression Analysis of Factors Influencing the Success or Failure of High-level Professional Competitions from 2014 to 2018							
指标	B	SE	Wald	df	OR	95% CI	
球员比赛表现						低	高
一发成功率%	0.090	0.010	74.608***	1	1.094	1.072	1.117
一发得分率%	0.304	0.014	491.329***	1	1.355	1.319	1.392
二发得分率%	0.174	0.010	297.594***	1	1.190	1.166	1.213
接一发得分率%	0.299	0.014	468.130***	1	1.348	1.312	1.385
接二发得分率%	0.175	0.010	292.383***	1	1.192	1.168	1.216
挽救破发点率%	0.039	0.004	90.578***	1	1.039	1.031	1.048
完成破发点率%	0.043	0.004	101.932***	1	1.044	1.036	1.053
个人特征							
年龄(参考指标 ≥ 33)							
28~32	0.156	0.209	0.557	1	1.168	0.776	1.759
23~27	0.474	0.216	4.806*	1	1.606	1.051	2.454
≤ 22	0.415	0.271	2.344	1	1.515	0.890	2.578
排名	-0.004	0.001	12.883***	1	0.996	0.994	0.998
比赛环境							
轮次	-0.121	0.058	4.288*	1	0.886	0.791	0.994
常数	-57.139	2.197	676.406	1			
Cox-Snell $R^2=0.663$, Nagelkerke $R^2=0.883$							
模型整体拟合 $\chi^2=5257.526^{***}$, $df=12$							

注:OR=优势比(odds ratio);CI=置信区间(confidence interval);*代表 $P<0.05$,**代表 $P<0.01$,***代表 $P<0.001$ 。

3 分析与讨论

本研究通过比较球员比赛表现、个人特征、比赛环境 3 类变量,揭示了胜负球员的相关特征,建立的男子单打大满贯赛事比赛结果的预测模型准确率为 94%。

3.1 比赛表现类因素对比赛胜负的影响

发球技术被认为网球比赛中最重要的技术(Gillet et al., 2009)。本研究验证了这个观点,证实了这项技术在当今职业男子网球比赛中的重要地位。其中,第一发球得分率是比赛结果的最佳预测因素。一发成功率和二发得分率的增加,提高了获胜的可能。值得注意的是,ACE 球和双误的数量对比赛结果的影响并不显著。这说明仅仅从发球这一次击球对比赛的影响进行分析远远不够,需要考虑球员采取的整体发球策略。前人相关研究已经关注到博弈论,发现职业球员实际上相当擅长选择最佳平衡策略,能够找到发球质量与风险的最佳平衡点(Walker et al., 2001)。在一分的争夺中,发球优势会随着回合数的增加有明显的下降(O'Donoghue et al., 2008)。因此,发球后如何与其他技术有效衔接,也是发球策略的

重要组成部分。高水平比赛中,发球策略是教练员和球员需要关注的重点。

接发球得分率的提高,同样增加了比赛获胜的可能性。职业网坛非常出色的发球球员,也需要赢得部分的接发球分数,才能够获得比赛的胜利。接发球对比赛结果的影响被认为与发球同等重要(Hizan et al., 2011)。但总体而言,对于接发球的研究相对较少,尤其是在比赛分析方面。分析其主要原因是球员接发球质量很大程度上取决于对手的发球质量,并非接发球球员自身能够完全掌控的。尤其是面对对手的高速发球,接发球球员需要在极短的时间内做出一系列的反应和动作,在战术策略的选择上非常有限。因此,只有在球速较慢的二发,接发球球员才能有相对大一些的选择空间,是球员和教练员关注的重点。本研究发现,接第一发球得分率对比赛结果的影响高于接第二发球,揭示出球员应对第一发球的能力对高级别比赛结果有重要影响。所以,在此环节有所突破,可能成为高级别比赛中整体竞争力提升的重要方面。

球员在破发点的表现同样对比赛结果有重要影响。破发点得分率的提高对于球员获胜有积极的影响。前人的相关研究已经关注到网球比赛中不同比分的重要性差异,破发点作为比赛中的关键分,对网球比赛结果的影响大于其他分数(O'Donoghue et al., 2012)。高水平球员在破发点关键分上的获胜率高于其他分数,即高水平球员在比赛的重要时刻,面对压力时能够表现出更好的状态,并且这种能力具有相对的稳定性(González-Díaz et al., 2012),表现出高水平球员采用比分策略对比赛局势的把控能力。因此,有效把握关键分是球员参与高级别比赛竞争所必须具备的能力,高水平球员在破发点比分所采用的战术策略尤其值得关注。

3.2 个人特征类因素对比赛胜负的影响

排名能够有效预测比赛结果,验证现行的排名系统对比赛胜负起到良好的预测作用。目前,球员排名已经在预测个人比赛结果的研究中被大量使用。Corral等(2010)研究表明,双方球员排名的差异可以很好地预测大满贯网球比赛的结果。Klaasen等(2003)使用基于2名运动员排名非线性差异的logit模型,用于计算比赛前和比赛中球员获胜的概率。分析排名之所以对比赛结果起良好的预测作用,主要有两个原因。首先,ATP排名参赛系统每周更新,积分计算周期为52周,能够较为客观地反映球员的实力和状态。其次,高排名的球员更有机会获得种子签位。种子签位可以避免在前面轮次过早地与强手相遇,从而提高了比赛的获胜概率。因此,高排名能为比赛获胜创造有利条件。

年龄也是影响比赛胜负的重要因素。本研究显示,在控制其他影响因素的情况下,年龄与比赛获胜概率存在非线性关系。与年龄在33岁以上的球员相比,年轻球员获胜的可能性更高。尤其是23~27岁的球员,获胜的可能性显著高于33岁以上的球员。但当球员年龄低于22岁时,年龄对比赛获胜的积极影响就会减弱。分析其原因,一方面,年龄的增长会带来体能状况的下降,以及更多伤病上的困扰,对球员的表现带来不利的影响;另一方面,年龄与球员的比赛经验密切相关。随着球员年龄的增长,他们的比赛经验和生活阅历不断积累,认知水平提高,有助于在比赛中做出理性决策。年轻球员通常会面对何时迈入职业的问题。相对青少年赛场,职业赛场的竞争更加残酷和激烈,无论对身体和心理的承受能力都提出更高的要求。从本研究结果看,过于年轻的球员在比赛中并不具有更高的竞争性。过早地转入职业网坛未必是明智的选择。相对年长的球员,无论是生活经验还是思考问题的方式都更加成熟,可以帮助球员更好地冲击职业网坛。

持拍手的差别并不是影响比赛结果的重要因素,表明左手球员在男子高级别职业比赛中的优势已经消失。

在许多运动项目中,惯用左手被认为是影响球员表现的一个因素,而左手被认为比右手更占优势(Hagemann, 2009)。可能的解释是,左手球员与右手球员竞争时在神经心理倾向和战略优势方面具有先天优势(Loffing et al., 2010)。但从本研究结果看,这种优势在高级别比赛中对比赛胜负的影响并不明显。一方面,由于左手持拍球员数量的增加,右手球员有更多的机会和他们比赛;另一方面,现代高水平球员通过更有针对性的训练,已适应左手球员击球旋转和落点分布上的特点(Loffing et al., 2009)。

球员身高并不是影响比赛结果的重要因素。前大部分研究表明,高个子球员会在比赛中更占优势,这种优势主要体现在发球技术上。Vaverka等(2013)研究发现,职业高水平球员的身高与最快发球速度之间存在着很强的相关性,并且具有身高优势的球员能够有更多的落点选择(Whiteside et al., 2016)。但高个子球员通常会在灵活性上处于劣势,以至于对接发球表现产生不利的影响。Ma等(2013)研究已经关注到高个子球员在比赛中占有一定的优势,但这种优势并非绝对的,当球员身高超过186 cm,这种积极的影响就会消失。目前,关于球员的最佳身高范围,研究结果并没有达成一致。实际上,不同身高球员在比赛中有各自的优劣势,不具备身高优势的球员也可能通过灵活的战术策略,达到与高个子球员相近似的整体水平(Cui et al., 2019)。因此,球员在比赛中的身高优势应避免被高估。

反手击球类型(单反和双反)的差别,并不会对比赛结果产生显著的影响。这说明与双手反拍相比,使用单手反拍的球员数量虽然较少,但仍然具有一定的竞争性。单手反拍是20世纪80年代球员的主要选择,近年双手反拍球员数量占据主导地位。尽管目前没有研究能够明确回答哪种击球方式更好,但有研究表明,单手反拍会对球员的力量和协调能力提出更高的要求。一些教练也认为,只有少数极具有天赋的球员才能够驾驭单反技术(Genevois et al., 2015)。男子大满贯五盘三胜的赛制,对球员技术表现的稳定性提出更高的要求。从这个角度看,双手反拍略占有优势,但这种优势并不显著,球员间有很大的个体差异性(Muhamad et al., 2011)。目前来看,双手反拍数量仍然会占主导地位,但单反还会保持在一定的基数,不是一个正在消失的技术。

3.3 比赛环境类因素对比赛胜负的影响

赛事类别并没有对球员的胜负产生显著影响,不同赛事的竞争性趋向于均衡。研究发现,相对于美国网球公开赛和温布尔登网球公开赛,球员在法国网球公开赛中更有可能获胜(Ma et al., 2013)。本研究显示,近年来不同赛事的竞争差异性已经消失。分析其原因,主要在于赛事改革措施的实施。20世纪90年代以温网为首的快速球场降速改革(Roberts, 2009),使得不同类型场上的球

速差别减小。另外,国家网球联合会 2000 年开始推荐不同类型比赛用球,即快速球(I型)、标准球(2型)球、低速球(3型)和高海拔球(ITF,2017)。从此,不同场地类型使用不同的比赛用球。场地类型并不是唯一影响比赛特征的因素,对于比赛特征的描述更趋向于通过赛事分类而非场地分类。这一系列改革措施实行之后,不同赛事之间的球速差距有所缩小,降低了赛事对特定球员的倾向性,使得不同赛事的竞争性趋向平衡。从球员备战的角度,目前对开始迈入职业网球生涯的球员,很难说他们在某项赛事上相对容易获胜。

4 建议

1)为了增加模型预测的准确性和实际应用的针对性,未来研究可增加本研究中没有涉及的因素,如制胜分、非受破性失误、上网得分等。并在此基础上,进一步结合不同类别球员的特征做进一步的分析。

2)不同年代之间比赛胜负影响因素的纵向比较,需要在未来研究中进一步探讨。

5 结论

1)比赛表现类因素:发球、接发球和破发点得分率的重要性进一步得到验证。其中,一发得分率是比赛结果的最佳预测因素,发球和关键分比赛策略尤其需要关注。

2)球员特征类因素:球员排名是比赛胜负的有效预测因素,高的排名能为比赛获胜创造有利条件。当球员年龄低于 22 岁时,年龄的积极影响会有所减弱。其他因素如身高、持拍手、反手类型对比赛结果并不产生显著的影响。

3)比赛环境类因素:赛事类型对比赛结果的影响并不显著,四大满贯赛事的竞争性正趋向于均衡。

参考文献:

CORRAL J D, 2010. Are differences in ranks good predictors for Grand Slam tennis matches?[J]. *Int J Forecasting*, 26(3):551-563.

CROSS R, POLLARD G, 2009. Grand Slam men's singles tennis 1991-2009: Serve speeds and other related data[J]. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 16(49):8-10.

CUI Y, GÓMEZ, MIGUEL- ÁNGEL, GONÇALVES B, et al., 2017. Effects of experience and relative quality in tennis match performance during four Grand Slams[J]. *Int J Perf Anal Sport*, 1-19.

CUI Y, MIGUEL- ÁNGEL GÓMEZ, BRUNO GONÇALVES, et al., 2019. Clustering tennis players' anthropometric and individual features helps to reveal performance fingerprints[J]. *Eur J Sport*

Sci, 18(2):1-13.

GENEVOIS C, REID M, ROGOWSKI I, et al., 2015. Performance factors related to the different tennis backhand groundstrokes: A review[J]. *J Sports Sci Med*, 14(1):194-202.

GILLET E, LEROY D, RÉGIS THOUVARECQ, et al., 2009. A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface[J]. *J Strength Cond Res*, 23(2):532.

GILSDORF K F, SUKHATME V A, 2008. Testing Rosen's Sequential Elimination Tournament Model [J]. *J Sports Econ*, 9(3): 287-303.

GONZÁLEZ-DÍAZ J, GOSSNER O, ROGERS B W, 2012. Performing best when it matters most: Evidence from professional tennis [J]. *J Econ Behav Organ*, 84(3):767-781.

HAGEMANN N, 2009. The advantage of being left-handed in interactive sports[J]. *Atten Percept Psycho*, 71(7):1641-1648.

HIZAN H, WHIPP P, REID M, 2011. Comparison of serve and serve return statistics of high-performance male and female tennis players from different age-groups[J]. *Int J Perf Anal Sport*, 11(2):365-375.

KLAASSEN F, MAGNUS J, 2003. Forecasting the winner of a tennis match[J]. *Eur J Oper Res*, 148(2):257-267.

LOFFING F, HAGEMANN N, STRAUSS B, 2009. The serve in professional men's tennis: Effects of players' handedness [J]. *Int J Perf Anal Sport*, 9(2):255-274.

LOFFING F, HAGEMANN N, STRAUSS B, 2010. Automated processes in tennis: Do left-handed players benefit from the tactical preferences of their opponents?[J]. *J Sports Sci*, 28(4):435-443.

MA S M, LIU C C, TAN Y, et al., 2013. Winning matches in Grand Slam men's singles: An analysis of player performance-related variables from 1991 to 2008[J]. *J Sports Sci*, 31(11):1147-1155.

MUHAMAD T A, RASHID A A, RAZAK M R A, et al., 2011. A comparative study of backhand strokes in tennis among national tennis players in Malaysia[J]. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15(0):3495-3499.

O'DONOGHUE P, 2012. points in Grand Slam men's singles tennis [J]. *Int J Perf Anal Sport*, 12(1):156-165.

O'DONOGHUE P, Ingram B, 2001. A notational analysis of elite tennis strategy[J]. *J Sports Sci*, 19(2):107-115.

O'DONOGHUE P G, BROWN E, 2008. The importance of service in grand slam singles tennis[J]. *Int J Perf Anal Sport*, 8(3):70-78.

ROBERTS J, 2009. Caution: Slow Grass[J]. *Tennis Life*, 7:18-19.

VAVERKA F, CERNOSEK M, 2013. Association between body height and serve speed in elite tennis players[J]. *Sports Biomech*, 12(1),30-37.

WALKER M, WOODERS J, 2001. Minimax play at Wimbledon[J]. *Am Econ Rev*, 91(5):1521-1538.

WHITESIDE D, REID M, 2016. Spatial characteristics of professional tennis serves with implications for serving aces: A machine learning approach[J]. *J Sports Sci*, 35(7), 1-7.

(收稿日期:2019-06-17; 修订日期:2020-07-16; 编辑:马婧)