

优秀男子乒乓球单打比赛结果预测方程研究

赵喜迎

(南京晓庄学院 体育学院, 南京 211171)

摘要: 运用文献资料、录像观察和数理统计法, 通过分析优秀男子乒乓球单打比赛相关数据, 挖掘出五项战术指标制胜因素, 并按照对比赛结果影响的重要性, 从大到小将指标依次排序, 分别为主动相持战术、接发球战术、发球抢攻战术、发球战术、接发球连续抢攻战术。通过判别分析法建立起预测比赛结果的函数方程, 其准确率可以达到90%以上, 可以为训练与比赛提供相关指导, 也丰富了该领域研究的新思路。

关键词: 乒乓球; 男子单打; 技战术; 预测; 影响; 指标

中图分类号: G846

文献标志码: A

文章编号: 1008-3596 (2018) 03-0087-05

影响一场乒乓球比赛胜负的因素是多方面的, 其中运动员的战术能力无疑是关键性的影响因素。对乒乓球比赛临场战术的数据进行统计和分析, 可以了解比赛双方的战术特征, 掌握运动员的竞技状态, 为教练员制订合理的训练对策和战术方案提供科学依据, 还有助于了解和预测技战术发展的方向^[1]。“三段指标评估法”是实践中运用最为广泛、最为经典的乒乓球技战术统计分析方法, 而随着近年来乒乓球比赛规则的一系列改变, 一些乒乓球科研工作者相继提出了“十项指标评估法”“贡献率”“技术效益公式”“四段指标评估方法”“数学模型诊断”等乒乓球技战术统计与诊断评价工具、方法^[2]。

在以往对乒乓球技战术的统计分析和研究中, 多是对比赛中技战术运用情况的描述性统计分析和推断性统计, 较少对乒乓球比赛中技战术指标与比赛结果的关联性进行分析。到底哪一项或者哪几项战术(制胜因素)较大程度上影响着比赛的结果? 制胜因素与比赛结果之间存在着怎样的数量关系^[3]? 以往的技战术统计研究中较少

涉及, 本文试图对其展开研究。

本研究的思路是运用统计学判别分析方法筛选出影响乒乓球男子单打比赛胜负的关键性战术指标, 并定量描述各战术指标对比赛胜负的影响力, 以影响比赛胜负的关键性战术指标建立起可预测乒乓球男子单打比赛胜负的方程模型, 为丰富乒乓球技战术评价方法领域的研究提供些许借鉴。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以优秀男子乒乓球单打比赛结果的预测方程为研究对象。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

在中国期刊网全文数据库以“乒乓球”“技战术”“战术”“乒乓球战术”为关键词和主题搜集到260余篇文献, 筛选阅读了80余篇期刊论文和硕博论文, 查阅了2部乒乓球运动专著, 同时参考阅读了其他隔网球类运动项目中有关

收稿日期: 2017-12-27

作者简介: 赵喜迎 (1984—), 男, 河南周口人, 讲师, 博士, 研究方向为乒乓球教学与训练。

文本信息: 赵喜迎. 优秀男子乒乓球单打比赛结果预测方程研究[J]. 河北体育学院学报, 2018, 32 (3): 87-91.

技战术统计分析、技战术统计方法的期刊文献，为本文确定研究思路、分析研究结果提供文献支持。

1.2.2 录像观察法

观看 2012 年至 2015 年 9 月间王皓、樊振东、马龙、许昕、闫安、张继科、方博、梁靖昆参加的国内外 130 场比赛的录像资料，以以上选手的比赛数据作为分析基础。选择的比赛以奥运会、世界锦标赛、世界杯以及公开赛的决赛、半决赛为主。

1.2.3 数理统计法

判别分析的主要目的在于计算一组预测变量（自变量）的线性组合，以此来对因变量加以分类，并检查其再分组的正确率。自变量的线性组合，即为判别函数方程。判别分析对变量的要求为：自变量为连续型变量（定距或定比变量），而因变量（一般称为分组变量）是间断变量（名义变量或次序变量）。

本文运用判别分析方法筛选影响乒乓球比赛结果的关键战术指标以及判别预测比赛结果的函数方程，基于以下依据：

首先，一场乒乓球比赛的结果只有胜、负两个类别，属于无序分类变量；而预测变量即自变量为各战术指标得分率，属于数值型变量，并且 130 场比赛中自变量（各战术指标）数据基本符合正态分布，符合判别分析对因变量和自变量类型的要求。

其次，本文初步选定的自变量个数为 9 个（表 1），统计了 130 场比赛录像，按照样本数至少是自变量的 5—10 倍的规定，在理论上符合判别分析方法对样本量的最低要求。

最后，运用逐步判别分析方法来消除自变量间（各战术指标得分率之间）相互关联性较大的影响。

1.2.4 确定战术指标体系

根据研究的需要，在乒乓球“三段指标评估法”^[4]的基础上，结合唐建军教授提出的“乒乓球进攻类型打法比赛战术制胜模式构成”，按照乒乓球比赛击球的时序以及最后一板产生得失分的技术表现形式，将第五板及以后归入到相持段^[5]，确定乒乓球战术指标体系（表 1）。以每场比赛的战术指标得分率数据作为预测变量（自变量），每场比赛的结果（胜或负）为因变量。

表 1 战术指标体系

一级指标	二级指标
发球段战术	发球战术
	发球抢攻战术
	发球后控制战术
接发球段战术	接发球战术
	接发球连续抢攻战术
	接发球控抢战术
	接发球后控制战术
相持段战术	主动相持战术
	被动相持战术

2 结果与分析

2.1 乒乓球男子单打比赛制胜因素判别

2.1.1 乒乓球男子单打比赛胜场和负场战术指标的 Box’M 检验

Box’M 检验是用来检验一组数据能否运用判别分析方法的基本前提，如果检验不符合要求，那么该组数据的分布结构无法运用判别分析方法来处理。

表 2 Box’s M 检验结果

	Box’s M	11.245
F	Approx.	.717
	df1	15
	df2	52 110.876
	Sig.	.770

表 2 所示的是对胜场和负场战术指标数据进行协方差矩阵是否相等的假设检验，该检验的原假设是胜场和负场的协方差矩阵相等，备择假设为胜场和负场两组类别的协方差矩阵不相等^[6]。检验结果中显著性（ $P=0.770>0.05$ ），说明在 5% 的显著性水平下不能拒绝原有假设，认为胜场和负场两组的协方差矩阵是相等的，表明可以利用判别分析算法对胜场和负场的统计数据进行判别分析。

2.1.2 胜负场次战术指标得分率的均值比较

初步拟定发球战术、发球抢攻战术、发球后控制战术、接发球战术、接发球连续抢攻战术、接发球控抢战术、接发球后控制战术、主动相持战术、被动相持战术等 9 项战术指标，在 130 场比赛中将上述指标分别从胜场和负场两个类别进行描述性统计分析（独立样本 T 检验），得出 9 项战术指标在胜场和负场时的差异性（表 3）。从表 3 胜场和负场各项战术指标得分率的均值比较分析中可以发现，有 5 项指标具有显著性差

异，表明这 5 项指标可能是影响比赛结果的关键因素，没有显著性差异的指标可能对比赛结果的影响较小。至于在理论分析中确切是哪几项战术

指标以及各战术指标对比赛结果的影响性大小仍需要运用判别分析方法筛选得出^[7]。

表 3 胜场和负场各项战术指标得分率的均值比较

战术指标	胜场	负场	P 值	战术指标	胜场	负场	P 值
发球战术	80.8±15.7	69.2±18.6	.000	接发球控抢战术	57.6±19.1	54.7±20.4	.403
发球抢攻战术	62.4±13.1	51.3±15.0	.000	接发球后控制战术	29.3±26.6	21.8±19.1	.065
发球后控制战术	47.6±30.2	37.9±25.5	.058	主动相持战术	57.4±11.2	44.4±9.6	.000
接发球战术	60.9±10.8	49.5±9.0	.000	被动相持战术	15.9±16.6	13.4±14.6	.375
接发球连续抢攻战术	51.9±26.0	36.8±24.9	.001				

2.1.3 乒乓球男子单打比赛制胜因素的得出

在乒乓球比赛中，各项战术均可以产生得失分，即各项战术对比赛的结果都会产生一定的影响，可以从该项战术在比赛中产生得失分的多少以及使用率，推断其对比赛结果是否具有较大的

影响，但是通常并不能相对定量、精确地反映出哪些指标对比赛结果的影响程度更大。以下是通过逐步判别分析方法筛选的对比赛结果影响较大的战术指标（表 4、表 5）。

表 4 乒乓球男子单打比赛制胜因素筛选

步骤	战术指标	Wilks' Lambda				精确 F			
		统计量	df1	df2	df3	统计量	df1	df2	Sig.
1	主动相持战术	.729	1	1	128	47.60	1	128	.000
2	接发球战术	.580	2	1	128	46.02	2	127	.000
3	发球抢攻战术	.495	3	1	128	42.78	3	126	.000
4	接球连续抢攻战术	.469	4	1	128	35.42	4	125	.000
5	发球战术	.450	5	1	128	30.36	5	124	.000

表 5 战术指标与判别比赛结果函数的相关系数

战术指标	Function
主动相持战术	.551
接发球战术	.507
发球抢攻战术	.358
发球战术	.308
接发球连续抢攻战术	.265

表 4 中的五项战术指标是经过逐步判别分析最终筛选的对比赛胜负影响较大的战术指标，分别为主动相持战术、接发球战术、发球抢攻战术、接发球连续抢攻战术和发球战术五项。表 5 展现了各战术指标与判别比赛结果方程函数的相关系数，战术指标对应的相关系数绝对值越大，表明该指标对比赛结果的影响越大。按照对比赛结果重要性从大到小依次排序显示：主动相持战术对比赛结果的影响最大，相关系数值为 0.551；紧随其后是接发球战术，相关系数值为 0.507；第三位的是发球抢攻战术，相关系数值为 0.358；第四位的是发球战术，相关系数值为

0.308；第五位的是接发球连续抢攻战术，相关系数值为 0.265。

2.2 预测比赛结果函数模型的构建

判别分析是根据已知类别事物的变量，建立对事物分类的规则，以便对新事物进行判断并归类^[8]。根据上述筛选的影响比赛结果的关键战术指标建立分类预测乒乓球比赛结果的方程。借助该方程，理论上若获得运动员比赛中的关键战术指标数据，就可以预测一场乒乓球比赛的结果。

表 6 未标准化的 Fisher 判别方程系数

战术指标	函数 1
发球战术	1.67
发球抢攻战术	3.94
接发球战术	6.57
接发球连续抢攻战术	1.33
主动相持战术	4.97
常数	-10.43

表 6 中如果将发球战术、发球抢攻战术、接发球战术、接发球连续抢攻战术、主动相持战术的得分率,依次标记为 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 。那么由上表未标准化的 Fisher 判别方程系数就可写出判别分类乒乓球男子单打比赛结果的函数模型为:

$$y = -10.43 + 1.67x_1 + 3.94x_2 + 6.57x_3 + 1.33x_4 + 4.97x_5$$

(1)

表 7 类中心处的 Fisher 判别值

胜=1, 负=0	函数 1
0	-1.3
1	0.93

表 7 是类中心处的 Fisher 判别函数值,描述的是在判别空间中,每一类的中心位置,即在乒乓球男子单打比赛中,比赛结果为胜或负的判别函数值所处的判别空间位置。该 Fisher 判别值是根据未标准化的 Fisher 判别函数计算的,所以只要根据 Fisher 判别函数方程计算出每一场的判别函数值后,再比较它们分别离胜场和负场两类中心的距离,就可以预测一场乒乓球比赛的结果。比如获得某位男子乒乓球运动员一场单打比赛中的五项战术指标得分率分别为:发球战术得分率 50%、发球抢攻战术得分率 46.2%、接发球战术得分率 44.8%、接发球连续抢攻战术得分率 58.3%、主动相持战术得分率 58.1%,将上述各战术得分率代入公式 (1),可得到判别函数的值为 -1.17。根据表 7 类中心的 Fisher 判别值,可以看出离负场的 Fisher 判别值 -1.3 更接近,因此预测出这名运动员输掉了该场比赛。

2.3 判别函数的效果验证

判别分析效果的核心评价指标就是结果用于判别时的准确度。在评价时一般使用错判率或正判率加以表示,后者就是 1-错判率,低的错判率和高的正判率就说明判别的效果较好。但是,判别结果还要依赖于总体本身的分离程度,不同总体的差异越大越能得到好的判别结果^[8]。即在乒乓球男子单打比赛中,影响比赛结果为胜场和负场的各项关键战术指标的差异性越大,判别预测比赛结果的准确性就越高。利用五项战术指标进行初始判别和交互判别得出判别的正确率(表 8)。可以看出初始判别总计判别正确率为 $121/130 \times 100\% = 93.1\%$ 。在交

互判别验证中, $117/130 \times 100\% = 90.0\%$ 的比赛结果被判别为正确。

表 8 分类判别效果的验证

			负	胜	Total
初 始 判 别	场 数	负	51	2	54
		胜	6	70	76
	%	负	94.4	5.6	100.0
		胜	7.9	92.1	100.0
交 互 判 别	场 数	负	48	6	54
		胜	7	69	76
	%	负	88.8	11.1	100.0
		胜	9.3	90.7	100.0

3 结论

- (1) 运用判别分析确立的影响优秀男子乒乓球单打比赛结果的战术统计指标,对指导男子乒乓球单打训练和比赛具有一定的理论和实践意义,也丰富了乒乓球比赛技战术统计分析的内容,为该类研究提供了新的思路。
- (2) 优秀男子乒乓球单打比赛中,接发球战术、发球抢攻战术、主动相持战术、接发球连续抢攻战术和发球战术是影响比赛结果的关键因子,这五个关键因子在训练和比赛中应引起教练员和运动员的重视。
- (3) 通过判别分析建立的预测乒乓球男子单打比赛结果的函数方程,通过内部和交互验证,准确性达到 90% 以上,具有一定的客观性和科学性。

参考文献:

[1] 赵喜迎,唐建军.我国乒乓球比赛技战术统计研究热点述评[J].河北体育学院学报,2017,31(1):33.

[2] 赵喜迎,唐建军.TOPSIS 法在乒乓球比赛质量评估中的应用:以马龙/樊振东比赛为例[J].首都体育学院学报,2017,29(3):249.

[3] 赵喜迎,唐建军.我国优秀男子乒乓球运动员单打比赛制胜因素分析——以国家队 3 名健将运动员为例[J].南京体育学院学报:自然科学版,2017,16(3):61.

[4] 张晓蓬.中国乒乓球队战术训练水平定量诊断方法及实践效用[D].北京:北京体育大学,2004.

[5] 唐建军,赵喜迎.乒乓球进攻类型打法比赛战术制胜模式构成及其研究[J].北京体育大学学报,2013,36(3):123.

[6] 张银满. 世界优秀男子网球单打选手硬地比赛制胜因素[J]. 北京体育大学学报, 2009, 32(10): 135.

[7] 杨志敏. 男子网球单打比赛成绩预测方程建立[J]. 北京体育大学学报, 2010, 33(4): 143.

[9] 张文彤, 董伟. SPSS 统计分析高级教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2013. 3.

Study on Prediction Equation of Outstanding
Men’s Table Tennis Singles Match

ZHAO Xi-ying

(School of Physical Education, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 211171)

Abstract: By literature review, video observation and mathematical statistics methods, through the analysis of related data of outstanding men’s singles table tennis games, five tactical indicators of winning factors are explored and discussed. In accordance with the importance of the impact on the game results from the largest to the smallest, the indicators are sorted out, namely, active deadlocked tactics, receive tactics, attack after service tactics, serving tactics, and consecutive attack after receive tactics. The discriminant analysis method is used to establish the function equation for predicting the results of the competition. The accuracy of the formula can reach to over 90%. It can provide guidance for training and competition, and also enrich new ideas for research in this field.

Key words: table tennis; men’s singles; techniques and tactics; predict; impact; indicators