

# 优秀网球运动员竞技能力模糊综合评价研究<sup>①</sup>

牟 柳<sup>1</sup>, 陈马强<sup>1</sup>, 田 广<sup>2</sup>

1. 重庆理工大学 体育教学部, 重庆 400050; 2. 贵州理工学院 体育教学部, 贵阳 550003

**摘要:** 以优秀网球运动员竞技能力为研究对象, 依据模糊数学原理, 采用层次分析法和数理统计法构建了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 个指标. 运用模糊数学提出一种定性定量相结合的研究方法, 评价结果具有参考价值.

**关键词:** 网球; 竞技能力; 模糊数学

**中图分类号:** G845

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2017)03-0061-05

竞技能力即指运动员的参赛能力, 由表现形式和不同作用的体能、技能、战术能力、运动智能以及心理能力所构成, 并综合地表现于专项竞技的过程之中<sup>[1]</sup>. 网球项目是隔网对抗运动, 在比赛中, 除运动员自己比赛表现的竞技能力外, 还会受到对手在比赛中表现的竞技能力和比赛结果评定行为的影响. 随着现代网球职业化进程加快、奖金额度提高、明星效应附加值增加等特点, 对运动员的竞技能力要求也在不断加大; 随着职业化的改革步伐加快, 我国网球竞技水平显著提高, 特别是“四朵金花”的出现, 把我国网球推向国际化发展的道路.

众所周知, 体育运动项目众多, 各项目制胜规律各异, 对运动员的竞技能力要求自然会存在差别. 目前的研究存在一些不足, 如: 重视项目竞技能力的构建, 忽视构建模型的评价功能; 项目测量标准生搬硬套, 忽视对运动员竞技能力和个体差异的评价. 另外, 还没有学者对网球项目的运动员竞技能力进行研究.

从 1968 年网球职业化以来, 每年全世界成千上万名职业网球运动员加入大满贯争夺战. 职业生涯中, 集澳网、法网、温网、美网、奥运会荣耀于一身, 获得金满贯的寥寥无几, 仅有施特菲·格拉芙(1988 年完成), 安德列·阿加西(1999 年完成), 纳达尔(2010 年完成), 小威廉姆斯(2012 年完成). 网球运动作为一种技能主导类的隔网竞技项目, 因网球场材质、运动员身体条件、技术风格、优势技术、心理因素、运动智力等内部或外部因素的影响, 很难形成统一的竞技能力评价标准. 运动员要在群雄争霸的国际职业化舞台长期占据统治地位, 必须拥有自成一格的制胜法宝, 如发球上网型的桑普拉斯、伊万尼塞维奇, 底线攻守型的阿加西、纳达尔、威廉姆斯姐妹, 全场型的费德勒、穆雷等. 传统的竞技能力评价标准过于刻板, 很难适应现代网球职业化的发展. 鉴于此, 本文根据网球项目特点, 采用模糊数学、层次分析法、专家访谈等方法试图构建一套适用优秀网球运动员制胜的竞技能力评价体系, 从而为运动员的选材、训练、竞赛提供更具具体、准确、针对性更强、更科学的参考信息.

## 1 优秀网球运动员竞技能力模糊综合评价原理

模糊数学是把客观世界中的模糊现象作为研究对象, 从中找出数量规律, 然后用精确的数学方法来处

① 收稿日期: 2016-09-19

作者简介: 牟 柳(1986-), 女, 重庆梁平人, 讲师, 主要从事体育教育训练学研究.

理的一门新的数学分支, 它为我们研究那些复杂的、难以用精确数学描述的问题提供了一种简捷而有效的方法<sup>[2]</sup>. 模糊综合评价原理核心思想: 一是确定优秀网球运动员竞技能力因素集、评语集; 二是确定优秀网球运动员竞技能力因素权重及隶属度向量, 构建模糊评价矩阵; 最后运用模糊评价矩阵与各指标权重向量进行运算, 对运算结果进行归一化处理, 根据评价主体对各因素的评价计算模糊评价综合得分.

本文根据竞技能力结构构建优秀网球运动员竞技能力模型, 并进行模糊综合评价. 在模糊评价计算过程中, 把竞技能力评价指标看成一个集合, 由多个指标组成. 根据模糊综合评价原理制定评价过程: 优秀网球运动员竞技能力由  $n$  个维度组成, 故  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ , 分别代表不同能力, 评语集为非常优秀、较优秀、优秀、一般、差, 故  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_m\}$ .

由于  $U$  和  $V$  是有限集合, 模糊矩阵  $R$  是从  $U$  到  $V$  的一个模糊关系.  $R$  可以用隶属度  $r_{ij}$  所构成的矩阵来表示:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2m} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \cdots & r_{3m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \cdots & \cdots \end{bmatrix}$$

其中  $r_{ij}$  表示  $u_i$  隶属于  $v_j$  的隶属度.

同样, 由于基本因素中所包含的诸因素  $U$  对于整个评价因素也存在着一种模糊关系, 故也可以用隶属度  $a_i$  所构成的模糊矩阵  $A$  表示, 即  $A = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ . 其中,  $a_i$  为因素  $u_i$  所对应的权重, 所有因素权重可表示为  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ . 因为  $R$  与  $A$  都与优秀网球运动员竞技能力发展保持一定的模糊关系, 即  $B = A \cdot R$ .  $R$  为集合  $U$  与集合  $U$  之间的一个模糊关系. 根据矩阵复合运算法则,  $R$  确定了一个模糊映射, 把  $U$  的一个模糊子集映射到  $V$  上的一个模糊子集  $B$ , 所得到的  $B$  就是在评判集  $V$  上对因素集  $U$  的说明.

$$B = A \cdot R = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2m} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \cdots & r_{3m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

用最大最小合成法, 则上式运算将  $A$  矩阵中的各元素与  $R$  矩阵中某列各元素按顺序逐一地两两对比取较小值共得  $n$  个数, 再从  $n$  个数中取最大值  $C_i$ , 最后得到  $\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_m\}$ , 归一化:  $\{C_1 / \sum c_i, C_2 / \sum c_i, C_3 / \sum c_i, \dots, C_m / \sum c_i\} = i = 1, 2, 3, \dots, m$ , 以上数列即为综合评价过程<sup>[3-4]</sup>.

## 2 优秀网球运动员竞技能力综合评价过程示例(以李娜为例)

根据以上步骤和评价原理, 用模糊数学评价优秀网球运动员竞技能力水平. 第一轮通过问卷向 20 位熟悉该领域的专家获取评价运动员竞技能力的主要因素; 第二轮在结合专家访谈、文献资料的基础上, 对评价因素进行重要度分析, 得出 9 个因素; 最终一轮发放问卷对 9 个因素进行分析, 经整理、筛选、评估最终得出 7 个因素, 见表 1. 因为身体形态、身体机能、身体素质、技术能力、战术能力、运动心理、运动智能这 7 个方面与优秀网球运动员竞技能力综合评价高低有着密切关系, 故设评价因素集合为:

$$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7\}$$

将评语因素分为 5 级: 非常优秀、较优秀、优秀、一般、差, 则评语因素集合为:

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}$$

采用调查量表对熟悉优秀网球运动员竞技能力的教练员、管理人员、教师、科研人员共计 35 人进行调

查,每个人根据个人经验、熟悉领域、研究专长、体会在评价表的相应位置划“√”(见图1).

表1 优秀网球运动员竞技能力模糊评价指标一览表

指 标	表现形式
身体形态	体形均匀,身材高大,肢体粗壮,身体充实
身体机能	心肺功能,疲劳恢复,免疫能力,激素水平
身体素质	上、下肢力量,移动、反应速度,力量耐力,灵敏性,柔韧性
技术能力	正反手制胜得分,发球得分,接发球得分,网球得分,底线得分
战术能力	战术观念、战术指导思想,战术意识,战术知识,战术形式,战术行动
运动心理	勇敢,焦虑,镇定,专注度,决断,适应性,侵略性,情绪,注意力
运动智能	临场应变力,创造力,规则理解,判断处理,适应力,快速抉择

	非常优秀 $v_1$	较优秀 $v_2$	优秀 $v_3$	一般 $v_4$	差 $v_5$
身体形态 $u_1$					
身体机能 $u_2$					
身体素质 $u_3$					
技术能力 $u_4$					
战术能力 $u_5$					
运动心理 $u_6$					
运动智能 $u_7$					

图1 优秀网球运动员竞技能力综合评价一览表示意图

专家组对7个因素的评价结果见表2.

表2 优秀网球运动员竞技能力综合评价一览表(李娜)

	非常优秀 $v_1$	较优秀 $v_2$	优秀 $v_3$	一般 $v_4$	差 $v_5$
身体形态 $u_1$	2	24	8	1	0
身体机能 $u_2$	2	21	9	2	1
身体素质 $u_3$	3	24	6	2	0
技术能力 $u_4$	2	27	5	1	0
战术能力 $u_5$	3	20	9	2	1
运动心理 $u_6$	0	30	4	1	0
运动智能 $u_7$	3	24	5	2	1

表3中,各项统计数除以总的参评人数即可得出单因素评价矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} 0.057 & 0.686 & 0.229 & 0.029 & 0.000 \\ 0.057 & 0.600 & 0.257 & 0.057 & 0.029 \\ 0.086 & 0.686 & 0.171 & 0.057 & 0.000 \\ 0.057 & 0.771 & 0.143 & 0.029 & 0.000 \\ 0.086 & 0.571 & 0.257 & 0.057 & 0.029 \\ 0.000 & 0.857 & 0.114 & 0.029 & 0.000 \\ 0.086 & 0.686 & 0.143 & 0.057 & 0.029 \end{pmatrix}$$

运用层次分析法<sup>[5]</sup>构建评价优秀网球运动员竞技能力7个指标的权重.本文向10位教师、官员、教练发放重要度量表,构建两两指标之间的重要程度,得到优秀网球运动员竞技能力模糊子集权重为  $A = (0.09, 0.10, 0.16, 0.25, 0.15, 0.20, 0.05)$ .

根据矩阵  $A$  与矩阵  $R$  建立模糊方程得出优秀网球运动员竞技能力评价矩阵的合成,即

$$\begin{aligned}
 \mathbf{B} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{R} &= (0.09, 0.10, 0.16, 0.25, 0.15, 0.20, 0.05) \cdot \begin{pmatrix} 0.057 & 0.686 & 0.229 & 0.029 & 0.000 \\ 0.057 & 0.600 & 0.257 & 0.057 & 0.029 \\ 0.086 & 0.686 & 0.171 & 0.057 & 0.000 \\ 0.057 & 0.771 & 0.143 & 0.029 & 0.000 \\ 0.086 & 0.571 & 0.257 & 0.057 & 0.029 \\ 0.000 & 0.857 & 0.114 & 0.029 & 0.000 \\ 0.086 & 0.686 & 0.143 & 0.057 & 0.029 \end{pmatrix} = \\
 & \begin{pmatrix} (0.09 \wedge 0.057) \vee (0.10 \wedge 0.057) \vee (0.16 \wedge 0.086) \vee (0.25 \wedge 0.057) \vee (0.15 \wedge 0.086) \vee (0.20 \wedge 0.000) \vee (0.05 \wedge 0.086) \\ (0.09 \wedge 0.686) \vee (0.10 \wedge 0.600) \vee (0.16 \wedge 0.686) \vee (0.25 \wedge 0.771) \vee (0.15 \wedge 0.571) \vee (0.20 \wedge 0.857) \vee (0.05 \wedge 0.686) \\ (0.09 \wedge 0.229) \vee (0.10 \wedge 0.257) \vee (0.16 \wedge 0.171) \vee (0.25 \wedge 0.143) \vee (0.15 \wedge 0.257) \vee (0.20 \wedge 0.114) \vee (0.05 \wedge 0.143) \\ (0.09 \wedge 0.029) \vee (0.10 \wedge 0.057) \vee (0.16 \wedge 0.057) \vee (0.25 \wedge 0.029) \vee (0.15 \wedge 0.057) \vee (0.20 \wedge 0.029) \vee (0.05 \wedge 0.057) \\ (0.09 \wedge 0.000) \vee (0.10 \wedge 0.029) \vee (0.16 \wedge 0.000) \vee (0.25 \wedge 0.000) \vee (0.15 \wedge 0.029) \vee (0.20 \wedge 0.000) \vee (0.05 \wedge 0.029) \end{pmatrix} = \\
 & \begin{pmatrix} 0.057 \vee 0.057 \vee 0.086 \vee 0.057 \vee 0.086 \vee 0.000 \vee 0.050 \\ 0.090 \vee 0.100 \vee 0.160 \vee 0.250 \vee 0.150 \vee 0.200 \vee 0.050 \\ 0.090 \vee 0.100 \vee 0.160 \vee 0.143 \vee 0.150 \vee 0.114 \vee 0.050 \\ 0.029 \vee 0.057 \vee 0.057 \vee 0.029 \vee 0.057 \vee 0.029 \vee 0.050 \\ 0.000 \vee 0.029 \vee 0.000 \vee 0.000 \vee 0.029 \vee 0.000 \vee 0.029 \end{pmatrix} = \\
 & (0.086, 0.250, 0.160, 0.057, 0.029) = 0.581
 \end{aligned}$$

综合评价结果的和不为 1, 需归一化处理得:

$$\begin{aligned}
 & \{0.086/0.581, 0.250/0.581, 0.160/0.581, 0.057/0.581, 0.029/0.581\} = \\
 & (0.147, 0.430, 0.275, 0.098, 0.049)
 \end{aligned}$$

这便是对优秀网球运动员(李娜)竞技能力评价的最后结果:

表 3 优秀网球运动员竞技能力综合评价表(李娜)/%

非常优秀	较优秀	优秀	一般	差
14.70	43	27.5	9.8	4.9

由表 3 可知, 李娜竞技能力属于“较优秀”一类. 为了更加确切掌握李娜竞技能力, 对计算得出的 5 个评价等级转化为具体分数, 将 5 个评语集(非常优秀、较优秀、优秀、一般、差)赋值转化为百分制, 非常优秀(100 ~ 90), 较优秀(90 ~ 80), 优秀(80 ~ 70), 一般(70 ~ 60), 差(60 以下). 由于各等级是区间值, 取组中值即非常优秀 95, 较优秀 85, 优秀 75, 一般 65, 差 55.

$$\mathbf{G} = \mathbf{R} \times \mathbf{V} = (0.147, 0.430, 0.275, 0.098, 0.049) \times \begin{pmatrix} 95 \\ 85 \\ 75 \\ 65 \\ 55 \end{pmatrix} =$$

$$0.147 \times 95 + 0.430 \times 85 + 0.275 \times 75 + 0.098 \times 65 + 0.049 \times 55 = 80.3$$

则综合评价最终得分 80.3 分. 同理计算出彭帅综合得分为 75.27 分, 郑洁 73.45 分, 张帅 66.12 分, 即综合得分大小依次为: 李娜、彭帅、郑洁、张帅. 从实际排名和获得奖金数量看综合评价得分与运动员实际排名一致, 说明运用模糊数学对优秀网球运动员竞技能力进行模糊综合评价具有科学意义.

#### 参考文献:

- [1] 全国体育院校教材委员会审定. 运动训练学 [M]. 北京: 人民体育出版社, 2000: 68-69.

- [2] 李 安. 模糊数学及其应用 [M]. 2 版. 北京: 冶金工业出版社, 2005.
- [3] 沈钧毅. 运用模糊数学对体育教学训练水平进行综合评价的研究 [J]. 中国体育科技, 2000, 30(11): 13-15.
- [4] 沈钧毅. 运用模糊数学对体育教学、训练水平进行综合评价的研究 [J]. 苏州大学学报(自然科学版), 1999, 30(10): 25-29.
- [5] 张炳江. 层次分析法及其应用案例 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [6] 梁保松. 模糊数学及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 夏崇德. 综合评判在女排运动员选材中的运用 [J]. 北京体育大学学报, 2003, 26(1): 69-72.
- [8] 田 广, 高 徐, 赵 波, 等. 贵州省少数民族传统体育可持续发展模糊综合评价 [J]. 湖北体育科技, 2015, 34(6): 532-535.
- [9] 余 宏. 基于 AHP-GRAP 模型的重庆市竞技体育发展水平综合评价 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(4): 188-192.

## On Fuzzy Comprehensive Evaluation of Competitive Ability of Elite Tennis Players in China

MOU Liu<sup>1</sup>, CHEN Ma-qiang<sup>1</sup>, TIAN Guang<sup>2</sup>

1. Department of Physical Education, Chongqing University of Technology, Chongqing 400050, China;

2. Department of Physical Education, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003, China

**Abstract:** Our China elite tennis players have been taken as the research object on the basis of fuzzy mathematics theory, of the use of analytic hierarchy process and mathematical statistics method, to build the evaluation system, including physical form, physical function, physical quality, technical ability, tactical ability, sports psychology, and sports intelligence 7 indicators. A research method of combining qualitative and quantitative analysis with fuzzy mathematics is presented, and the evaluation results has some reference value.

**Key words:** tennis; competitive ability; fuzzy mathematics

责任编辑 张 枸