

·竞赛与训练·

不同比赛情境下中超球队传球表现与比赛胜负的关系

曹卫华, 白福兴, 成康, 李鑫, 关佳乐

(陕西师范大学 体育学院, 陕西 西安 710119)

摘 要: 探究中超联赛不同比赛情境下球队传球表现与比赛胜负的关系。以 2019 中超联赛 187 场非平局比赛为研究对象, 以比赛胜负为结果变量, 以 21 项常规传球技术统计指标和 9 项社会网络分析指标为预测变量, 采用独立样本 t 检验、曼·惠特尼 U 检验、判别分析、曲线拟合等方法, 探讨不同实力球队在主客场对阵时影响比赛胜负的关键传球因素。研究结果: (1) 传中、直塞、横传、短传、本方半场传球、对方半场传球成功率、前场 30 m 区域传球等指标是影响比赛胜负的重要变量, 具有低中心性、低网络密度和低凝聚力指数特征的球队, 更容易取得比赛胜利。点度中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数与比赛胜负存在曲线相关关系。(2) 不同实力球队在主场和客场面对不同对手时, 影响比赛胜负的显著性指标有所不同。(3) 不同比赛情境下的判别函数方程都具有显著性, 并有较高正确分类率。研究认为, 社会网络分析为足球比赛表现分析提供新的研究视角。了解不同比赛情境下球队传球表现对比赛胜负的影响, 对足球比赛与训练具有较强实践指导意义。

关 键 词: 竞赛与训练; 中超联赛; 比赛情境; 传球; 比赛胜负关系; 运动表现分析

中图分类号: G808 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2021)06-0130-09

The relationship between passing performance and match win-loss for teams from Chinese Football Super League under the different match situations

CAO Wei-hua, BAI Fu-xing, CHENG Kang, LI Xin, GUAN Jia-le

(School of Physical Education, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: To explore the relationships between passing performance and match win-loss for teams from Chinese Football Super League (CSL) under the different match situations, taking the winning and losing matches ($N=187$) of the 2019 season in CSL as the research object, and passing performance indicators (21 routine passing indicators and 9 network metrics) as predictable variables, match result (win, loss) as outcome variables, using the methods of the chi-square test, independent samples t -test, Mann-Whitney U -test, curve fitting and discriminant analysis to discuss the key passing factors affecting the win or loss for games to different teams versus their rivals at home or away situation. The research shows that: (1) Among the conventional passing indexes, the cross pass, medium pass, through pass, cross pass to the penalty area, short pass and pass in the area of 30m from the opposing goal line were important variables affecting the matches results. There was a curvilinear correlation between the match outcome and some network metrics (e.g. point centrality, eigenvector centrality, network density and cohesion index.) Teams with low centrality, low network density and cohesion index values were more likely to win the game. (2) In the home and away situation, the key pass performance index differed from teams with different levels of competition. (3) Using the passing performance index to discriminate the result of football games under different competition situations, the classification accuracy was higher. The study holds that social network analysis provides a new research perspective for football match performance, and understanding the influence of passing performance on the outcome in different game situations has very much significance in practice.

收稿日期: 2021-06-29

作者简介: 曹卫华(1978-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 数据挖掘与运动表现分析。E-mail: cweihua2004@163.com 通信作者: 成康

Keywords: competition and training; Chinese Football Super League; match situation; passing; match win-loss relationship; sports performance analysis

足球运动表现分析的研究实质是对足球运动项目特征与规律的一种科学的认知活动^[1]。近年来,足球运动表现分析主要从足球比赛实战出发,利用热成像自动追踪系统、GPS等现代高科技手段采集比赛数据,在大数据基础上构建足球比赛表现分析的基本模式、指标体系,并将不同比赛情境变量纳入数学模型之中,探索影响比赛结果的致胜因素、比赛表现指标之间的结构性特征、比赛结果与指标之间的因果关系等,以此探讨足球运动的外在特征与内在规律。在实践层面,足球运动表现分析已广泛地应用于比赛反馈、训练监控、球队引援、足球科研等方面。在研究内容上,足球运动表现分析主要集中在对比赛体能与技战术分析^[2-3]。比赛体能主要以跑动距离、跑动强度、跳跃次数等指标揭示球员(队)的体能特征^[4-7]。技战术分析主要以一些世界上体育数据公司(如OPTA、AMISCO、PROZONE、GPSport等)提供的比赛技术报告为依据^[8-9],对影响比赛的各指标变量予以分析考量。研究范围涉及国家队^[10]、联赛^[11-12]、杯赛^[13-14],以及女足、青少年、五人制足球等相关赛事^[15-17]。

足球作为一项集体性较强的竞赛项目,取胜主要依靠球员之间的传球配合、团队协作来达成。传球是足球比赛中一项最基本、最重要的技术,也是球员在场上彼此沟通、团队互动的主要表现形式。以往研究更多关注的是体能、技战术表现与比赛结果之间的关系,对球队比赛传球表现研究较少,尤其是对传球、控球两项最重要的进攻指标与比赛结果关系的研究,因果确立还缺乏合理的理论解释^[18],仍需考虑与之相关的其他变量的考量。传球作为一项重要的足球技术,是比赛中使用最多、最重要的技术。球队的一切进攻组织、战术打法都要依靠场上球员的传球来实现。传球不仅是控制球权、制造得分机会的主要手段^[19],而且也反映着一支球队在比赛中球员之间最基本的互动关系以及团队的战术表现。在足球比赛中,球员之间的相互传球构成了一张错综复杂的传球关系网络,其

中隐含着球队的合作关系、进攻意图、战术策略等。国内外不少学者运用社会网络分析研究足球比赛的传球关系、量化球队团队表现、揭示球队传球特征,积累了一定的学术成果^[20-23]。社会网络分析拓展了足球运动表现分析的研究视角,成为足球赛事分析的有力工具。

基于此,本研究以2019赛季中超联赛各球队传球表现为研究对象,除常规指标外,将反映传球关系的社会网络分析测度指标纳入研究体系。在研究设计时,还考虑主客场、球队实力等不同比赛情境因素对比赛结果的影响^[5, 24-26]。探讨不同比赛情境下球队比赛传球表现对比赛结果的影响及两者之间的潜在关系。

1 研究方法

1.1 样本与变量

样本由2019赛季中超联赛187场非平局比赛,374组传球技术统计指标构成。基于数据的可获得性,本研究主要采集30项指标,包括21项常规传球技术统计指标和9项社会网络分析指标(见表1)。数据源自上海创冰信息科技有限公司足球数据网站,该数据由CSL官方数据服务商AMISCO公司提供,其信度和效度已经得到以往有关研究的验证^[8-9]。社会网络分析指标数据是依据球员传球关系矩阵,使用社会网络分析软件UCINET 6.2计算得出^[19, 23, 27]。足球比赛中,每个球员可以看作一个“节点”,他们相互之间的多次传球构成“传球关系网”。在社会网络分析测度指标中,点度中心度是指与节点直接相连的邻居节点总数量。在足球比赛中可以反映某个球员与其他球员存在直接关系的程度。中间中心度是指网络中所有节点对的最短路径之中经过该节点的数量,可反映某个球员对其他球员之间联系的控制能力。接近中心度某个点与网络中所有其他点的捷径距离之和,体现一个球员与其他球员的近邻程度。特征向量中心度是反映球员在团队中的影响力,确定在进攻阶段起关键作用的队员。

表1 比赛传球表现指标

变量	指标
网络指标	点度中心度、接近中心度、中间中心度、特征向量中心度、网络密度、平均网络距离、凝聚力指数、聚类系数、加权聚类系数
常规指标	传球总数、短传、长传(超过25码)、传中、直塞、关键传球6传球成功率,控球率、对方半场传球次数、对方半场传球成功次数、对方半场传球成功率,本方半场传球、向前传球、向后传球、横传、全场进攻30m区传球、上半场进攻30m区传球、下半场进攻30m区传球次数,全场进攻30m区传球成功率、上半场进攻30m区传球成功率、下半场进攻30m区传球成功率

网络密度指的是一个图中各个点之间联络的紧密程度,可以用来度量网络成员之间联系的紧密程度^[27]。传球网络密度越大说明传球互动越多,联系越紧密。网络距离则是指网络中 2 点之间的测地线的长度,它可以用来度量网络中任意 2 位成员之间取得联系所需经过的最少中间人数^[19]。凝聚力指数,建立在网络距离上的凝聚力指数反映球队传球网络的凝聚力水平。聚类系数表示紧密队友之间的相互联系程度,能够展示网络中所谓的“小世界”效应。

1.2 数据统计

第 1 步,根据联赛最终排名,将 1~8 名球队划分为上游球队,9~16 名球队划分为下游球队。再根据比赛地点的不同,将比赛划分为上游球队主场比赛、下游球队主场比赛、上游球队客场比赛、下游球队客场比赛 4 类。

第 2 步,根据对阵球队实力,将比赛分为主场上游球队对阵上游球队($n=46$)、主场上游球队对阵下游球队($n=55$)、主场下游球队对阵上游球队($n=48$)、主场下游球队对阵下游球队($n=38$)、客场上游球队对阵上游球队($n=46$)、客场上游球队对阵下游球队($n=48$)、客场下游球队对阵上游球队($n=55$)、客场下游球队对阵下游球队($n=48$)8 种类型。

第 3 步,用 SPSS 23.0 软件,对 2019 赛季中超 187 场非平局比赛数据进行独立样本 T 检验(符合正态分布)、曼·惠特尼 U 检验(不符合正态分布),比较获胜与失败球队的传球指标均值差异,结果以均值 \pm 标准差($M \pm SD$)呈现。

第 4 步,采用判别分析法,对比赛胜负具有显著

性差异的指标进行模型创建。在判别分析中采用的是步进式判别法,分组变量选为胜负,自变量为对比赛胜负具有显著性差异的传球指标,方法选用 Wilk's Lambda(Λ)法。

2 结果与分析

2.1 中超联赛球队胜负与传球指标关联分析

1) 比赛胜负与传球指标的差异分析。

采用独立样本 T 检验、曼·惠特尼 U 检验,对比赛胜负与传球常规指标、社会网络分析指标进行分析,识别对比赛结果具有显著性影响的传球变量。结果(见表 2)显示:点度中心度、接近中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数等社会网络分析测度,是影响比赛胜负的显著性变量。获胜球队上述指标明显低于失败球队的平均值,且存在统计学极显著性差异($P < 0.01$)。而在中间中心度、平均距离、聚类系数、加权聚类系数等指标上不存在统计学显著性差异($P > 0.05$)。在常规传球指标中,获胜球队的短传占有优势,与失败球队存在统计学显著性差异($P < 0.05$),传中、直塞、对方半场传球成功率、本方半场传球、横传、全场进攻 30 m 区传球成功率、上半场进攻 30 m 区传球次数、上半场进攻 30 m 区传球成功率、下半场进攻 30 m 区传球次数等 9 项指标存在统计学极显著性差异($P < 0.01$)。而在传球总数、传球成功率、对方半场传球、对方半场传球成功率、向前传球、向后传球、全场进攻 30 m 区传球次数、下半场进攻 30 m 区传球成功率等不存在统计学显著性差异($P > 0.05$)。

表 2 比赛胜负与球队传球表现指标的显著性检验

类型	传球指标	比赛结果		显著性 检验(sig)
		胜($M \pm SD$)	负($M \pm SD$)	
网络指标	点度中心度	65.79 \pm 8.07	69.22 \pm 6.58	0.000
	接近中心度	66.73 \pm 16.61	75.01 \pm 10.89	0.000
	中间中心度	2.55 \pm 0.81	2.53 \pm 0.61	0.883
	特征向量中心度	36.15 \pm 1.19	36.71 \pm 0.95	0.000
	网络密度	0.66 \pm 0.08	0.69 \pm 0.07	0.000
	平均距离	1.32 \pm 0.09	1.30 \pm 0.07	0.149
	凝聚力指数	0.80 \pm 0.07	0.84 \pm 0.05	0.000
	聚类系数	0.69 \pm 0.07	0.68 \pm 0.06	0.292
	加权聚类系数	0.66 \pm 0.07	0.65 \pm 0.06	0.073
常规指标	传球总数	426.57 \pm 100.46	408.71 \pm 95.37	0.079
	短传	349.44 \pm 103.77	328.63 \pm 95.74	0.045
	长传	59.64 \pm 12.15	60.47 \pm 12.33	0.513
	传中	16.57 \pm 6.94	19.68 \pm 8.91	0.000
	直塞	0.82 \pm 1.50	0.43 \pm 0.82	0.002
	关键传球	9.99 \pm 3.78	9.24 \pm 4.05	0.066
	传球成功率	78.95 \pm 6.73	77.63 \pm 6.67	0.057

(续表 2)

控球率	50.78±9.60	49.12±9.50	0.063
对方半场传球	184.68±60.20	187.02±64.49	0.752
对方半场传球成功	142.67±54.30	141.20±57.35	0.766
对方半场传球成功率	75.93±6.47	74.07±6.24	0.005
本方半场传球	241.88±60.03	222.37±49.32	0.000
向前传球	121.37±26.11	117.03±24.38	0.097
向后传球	251.89±69.47	243.77±66.97	0.250
横传	53.30±17.40	47.90±15.14	0.001
全场进攻 30 m 区传球次数	91.75±31.18	96.35±36.01	0.188
全场进攻 30 m 区传球成功率	69.84±7.15	67.75±7.07	0.005
上半场进攻 30 m 区传球次数	48.78±19.55	39.23±17.41	0.000
上半场进攻 30 m 区传球成功率	68.93±8.43	65.95±9.57	0.002
下半场进攻 30 m 区传球次数	43.33±18.29	56.96±24.31	0.000
下半场进攻 30 m 区传球成功率	69.37±11.24	68.41±8.25	0.346

2)主场不同实力球队的传球指标对比。

在主客场、球队水平等不同比赛情境之下,中超球队比赛传球表现出明显差异(见表 3):当主场上游球队阵上游球队(上 VS 上)时,胜者的点度中心度、接近中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数等小于负者,且存在统计学显著性($P<0.05$)或极显著性差异($P<0.01$)。除此之外,胜者的传中次数、下半场进攻 30 m 区传球次数也明显低于负者,且两者具有统计学显著性差异($P<0.05$)。

当主场上游球队对阵下游球队(上 VS 下)时,各项网络传球指标与球队胜负不存在统计学显著性差异。胜者的直塞次数、上半场进攻 30 m 区传球次数明显高

于负者($P<0.05$),胜者控球率要低于负者($P<0.05$)。

当主场下游球队对阵上游球队(下 VS 上)时,胜者的传球网络指标(点度中心度、接近中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数)的值比失败球队低,且具有统计学极显著性差异($P<0.01$)。获胜球队的网络平均距离略高于失败球队,两者具有统计学显著性差异($P<0.05$)。在常规统计指标中,胜者在下半场进攻 30 m 区传球次数上低于失败球队,且存在统计学极显著性差异($P<0.01$)。

当主场下游球队对阵下游球队(下 VS 下)时,胜者上半场进攻 30 m 区传球次数明显高于负者,且存在统计学显著性差异($P<0.05$)。

表 3 主场不同实力球队胜负场次传球指标对比

比赛情境	传球指标	比赛结果		显著性 检验(sig)
		胜(M±SD)	负(M±SD)	
主(上 VS 上)	点度中心度	64.18±8.09	71.14±5.97	0.005
	接近中心度	67.49±16.41	76.75±9.78	0.022
	特征向量中心度	36.02±1.21	36.67±0.61	0.020
	网络密度	0.64±0.08	0.71±0.06	0.005
	凝聚力指数	0.80±0.08	0.85±0.04	0.014
	传中	17.81±6.52	24.27±12.08	0.023
	下半场进攻 30 m 区传球次数	39.77±17.20	63.00±37.04	0.005
主(上 VS 下)	直塞	1.20±2.12	0.33±0.52	0.024
	控球率	53.82±9.28	60.00±5.76	0.049
	上半场进攻 30 m 区传球次数	56.88±18.15	35.67±5.50	0.007
主(下 VS 上)	点度中心度	59.94±4.21	68.66±7.19	0.000
	接近中心度	60.08±15.72	73.54±12.24	0.004
	特征向量中心度	35.46±0.63	36.67±1.10	0.000
	网络密度	0.60±0.04	0.69±0.07	0.000
	平均距离	1.36±0.06	1.31±0.08	0.033
	凝聚力指数	0.77±0.05	0.83±0.05	0.000
	下半场进攻 30 m 区传球次数	33.82±10.84	55.60±17.25	0.000
主(下 VS 下)	上半场进攻 30 m 区传球次数	46.67±14.26	34.46±13.55	0.020

3)客场不同实力球队的传球指标对比。

由表 4 可知,在客场中超上游球队对阵上游球队

(上 VS 上)时,获胜球队在点度中心度、接近中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数、传中次数、

全场进攻 30 m 区传球次数、下半场进攻 30 m 区传球次数等指标值皆低于失败球队, 且两者具有统计学显著性差异($P<0.05$)或极显著性差异($P<0.01$)。而获胜球队的直塞次数、本方传球次数均值高于失败球队, 并具有统计学显著性差异($P<0.05$)。

客场上游球队对阵下游球队(上 VS 下)时, 获胜球队在对方半场传球成功率、本方半场传球数、向前传球、横传、直塞次数均高于失败球队, 存在统计学显著性差异($P<0.05$)或极显著性差异($P<0.01$)。而胜者的传中次数少于失败球队, 且两者具有统计学极显著性差异($P<0.01$)。

客场下游球队对阵上游球队(下 VS 上)时, 胜者在点度中心度、接近中心度、网络密度、凝聚力指数、

传球总数、传中、关键传球、传球成功率、控球率、对方半场传球、对方半场传球成功次数、向前传球、向后传球、全场进攻 30 m 区传球次数、下半场进攻 30 m 区传球数、下半场进攻 30 m 区传球成功率等指标均值低于负者, 且两者具有统计学显著性($P<0.05$)或极显著性差异($P<0.01$)。胜者的长传、短传均值高于负者, 且具有统计学显著性差异($P<0.05$)。

客场下游球队对阵下游球队(下 VS 下)时, 胜者的特征向量中心度、网络密度、传中等指标值明显低于负者, 且具有统计学显著性差异($P<0.05$)或极显著性差异($P<0.01$)。而胜者的网络平均距离、下半场进攻 30 m 区传球成功率高于负者, 两者具有统计学显著性差异($P<0.05$)。

表 4 客场不同实力球队胜负场次传球指标对比

比赛情境	传球指标	比赛结果		显著性检验(sig)
		胜($M\pm SD$)	负($M\pm SD$)	
客(上 VS 上)	点度中心度	66.59±9.04	71.32±5.99	0.040
	接近中心度	67.1±17.25	78.41±7.18	0.003
	特征向量中心度	36.00±0.50	36.83±0.86	0.003
	网络密度	0.67±0.09	0.71±0.06	0.040
	凝聚力指数	0.81±0.07	0.85±0.04	0.006
	传中	13.87±5.63	20.77±7.77	0.004
	直塞	1.33±1.91	0.48±0.89	0.045
	本方传球数	264.00±49.52	228.90±60.16	0.044
	全场进攻 30 m 区传球数	89.53±34.15	113.94±42.02	0.043
	下半场进攻 30 m 区传球数	40.07±16.73	66.48±26.04	0.001
客(上 VS 下)	传中	14.41±6.19	24.36±16.38	0.003
	直塞	0.86±1.16	0.00±0.00	0.000
	对方半场传球成功率	76.39±5.28	71.98±6.87	0.028
	本方半场传球数	265.16±68.15	222.36±37.10	0.011
	向前传球	128.60±24.18	109.73±19.10	0.022
	横传	54.11±18.39	43.82±12.83	0.047
客(下 VS 上)	点度中心度	61.02±4.24	68.25±6.57	0.012
	接近中心度	58.84±16.82	75.72±8.97	0.000
	网络密度	0.61±0.04	0.68±0.07	0.012
	凝聚力指数	0.77±0.06	0.84±0.04	0.001
	传球总数	318.17±45.51	398.98±104.91	0.005
	短传	234.67±40.73	323.98±106.54	0.048
	长传	70.17±7.05	60.86±12.49	0.022
	传中	12.83±2.64	16.18±7.35	0.039
	关键传球	6.00±1.26	7.90±3.66	0.019
	传球成功率	72.50±2.35	76.31±8.20	0.019
	控球率	40.00±5.76	46.41±9.10	0.043
	对方半场传球	133.67±10.15	182.71±70.11	0.000
	对方半场传球成功	97.67±14.22	140.12±62.97	0.000
	向前传球	95.00±8.05	113.14±23.04	0.001
	向后传球	180.00±36.58	237.20±72.86	0.010
全场进攻 30 m 区传球次数	60.50±6.32	90.82±37.91	0.000	
下半场进攻 30 m 区传球数	28.00±13.51	55.61±27.41	0.019	
下半场进攻 30 m 区传球成功率	57.67±15.27	69.02±8.78	0.008	
客(下 VS 下)	特征向量中心度	36.01±1.16	36.83±1.10	0.048
	网络密度	0.64±0.06	0.69±0.07	0.042
	平均距离	1.37±0.11	1.31±0.07	0.032
	传中	13.45±4.48	19.07±7.93	0.034
	下半场进攻 30 m 区传球成功率	75.36±5.01	69.04±8.08	0.021

2.2 不同比赛情境下球队胜负的传球指标判别分析

在差异分析的基础上,以比赛胜负为结果变量,以具有显著性差异的传球指标为预测变量。运用判别分析,对不同比赛情境下的关键传球指标进行筛选。研究发现,在不同比赛情境下以传球指标建立的判别函数方程都具有显著性,影响比赛结果的关键传球指标不同。

主场上游球队对阵上游球队时,判别函数显示点度中心度($F=1.670$, $P=0.005$)为显著性贡献指标,其分类准确率为60.9%。主场上游球队对阵下游球队时,对比赛胜负判别能力较强的指标有上半场进攻30 m区传球次数($F=4.023$, $P=0.007$)、控球率($F=2.277$, $P=0.049$)、直塞($F=1.709$, $P=0.024$),分类准确率为87.3%。主场下游球队对阵上游球队时,对比赛胜负判别能力较强的指标有下半场进攻30 m区传球次数($F=4.459$, $P=0.000$)、特征向量中心度($F=3.229$, $P=0.001$),分类准确率75%。主场下游球队对阵下游球队时,对比赛胜负判别能力较强的指标有上半场进攻30 m区传球次数($F=0.027$, $P=0.020$),分类准确率60.5%。

客场上游球队对阵上游球队时,下半场进攻30 m区传球次数($F=4.919$, $P=0.001$)、本方传球数($F=0.360$, $P=0.044$)、直塞($F=4.843$, $P=0.045$)传球指标对比赛胜负的判别能力较强,分类准确率80.4%。客场上游球队对阵下游球队时,传中($F=3.023$, $P=0.003$)、对方半场传球成功率($F=1.987$, $P=0.028$)指标对胜负具有较强判别能力,分类准确率79.2%。客场下游球队对阵上游球队时,对比赛胜负判别能力较强的传球指标为接近中心度($F=11.187$, $P=0.000$)、下半场进攻30 m区传球成功率($F=5.216$, $P=0.008$),分类准确率89.1%。客场下游球队对阵下游球队时,有两项传球指标对比赛胜负具有较强判别能力,分别为下半场进攻30 m区传球成功率($F=2.250$, $P=0.021$)、平均距离($F=5.829$, $P=0.032$),分类准确率78.9%。

3 讨论

研究结果显示,在不同的比赛情境下,中超球队的传球表现与比赛胜负之间存在差异性特征。

3.1 中超球队比赛传球表现对比赛胜负的影响

1) 社会网络指标与比赛胜负关系分析。

运用社会网络分析法对传球网络测度指标进行分析,是衡量球员个体与团队表现的一种量化研究方法。该方法最早始于Duch等^[28]对2008欧洲杯的比赛分析,研究认为社会网络分析可以量化球员个体及团队整体表现。此后,Grundl^[12]对英超球队的传球网络结构和团

队表现研究显示,低中心化程度和高集聚程度的球队获胜概率更高。社会网络分析改变了以往在足球比赛表现分析时,以个体为分析单位的传统,从而转向球员之间传球关系,为进一步深入研究球员及球队的传接球配合、技战术分析等提供了新的视角^[19, 23]。

对中超联赛球队传球网络分析发现,获胜球队在点度中心度、接近中心度、特征向量中心度等中心性指标上明显低于失败球队,证实了获胜球队在比赛中表现出低中心性特征。网络个体之间的互动模式在团队绩效中起着关键作用^[12]。网络密度是反映球队传球联系的紧密程度;凝聚力指数反映球队传球网络的凝聚力水平。通常如果一支球队具有较高网络密度和网络凝聚力水平,说明团队传球互动较多,关系紧密,传接球流畅,可能更有利于取得比赛优势。然而,研究发现相对于失败球队,获胜球队的网络密度、凝聚力指数则更低。

通过对传球网络指标与比赛胜负关系拟合曲线可以发现,获胜概率与传球网络中心性指标(点度中心度、特征向量中心度)存在曲线关系。随着点度中心度的增加,球队获胜概率呈现先降低再平缓的趋势。而特征向量中心度与比赛胜负呈现先降低再增加的曲线关系。传球网络密度、网络凝聚力指数与比赛获胜概率也呈现曲线关系,即随着传球网络密度、凝聚力指数的增加,获胜概率呈现降低的趋势。

2) 常规传球指标与比赛胜负关系分析。

在常规传球指标中,短传、传中、直塞、对方半场传球成功率、本方半场传球、横传、全场进攻30 m区传球成功率、上半场进攻30 m区传球次数、上半场进攻30 m区传球成功率、下半场进攻30 m区传球次数等10因素是影响比赛胜负的关键变量。

短传是足球比赛中使用频率最高的传球方式,是进行局部战术配合的常用手段。短传次数体现着一支队伍控球能力和配合默契程度。中超获胜球队平均每场短传次数349次,高于失败球队329次,说明胜者具有更强、更流畅的短传配合能力。传中是边路进攻策略之一。研究发现获胜球队传中次数平均每场16.6次,而失败球队的传中次数更高,平均每场19.7次,获胜球队的边路传中次数低于失败球队。也有研究认为,短传、传中等指标与比赛胜负无显著性相关^[29]。

直塞是球员通过观察对手的空当,及时、精准、直接地将球传向对方纵深腹地,对对方球门造成较大威胁的传球。这类传球往往可以瞬间打乱对手的防守平衡,形成进攻优势,能在比赛中取得很好的射门得分机会,对比赛胜负有着积极影响。同样,横传作为一项传球指标,被认为是转移进攻方向、调动对手防

线、创造纵向渗透空间和形成局部人数优势的手段^[29], 是影响比赛胜负的显著性指标。

准确传球是球队进攻组织的保证, 尤其是在前场。对方半场传球成功率、全场进攻 30 m 区传球成功率、上半场进攻 30 m 区传球次数、上半场进攻 30 m 区传球成功率、下半场进攻 30 m 区传球次数是影响比赛胜负的显著性指标。中前场区域是比赛攻守争夺的焦点。一般来说, 越靠近球门防守越密集, 增加了传球难度。获胜球队在传球成功率方面保持着较大优势, 进攻效率较高。

国内外相关研究表明, 控球率和比赛胜负有较强的相关性^[29-31], 但中超获胜球队与失败球队相比, 两者的控球率并无统计学显著性意义。也就是说高控球率可能并不是比赛胜负的决定性因素^[5, 24, 32]。有学者认为, 虽然控球率不足以影响球队的整体运动结构, 但对高强度跑动的效果和部分技术能力等运动表现因素有重要影响^[33]。

综上所述, 一方面, 对于比赛胜负因素的探讨仍在进行中, 相关研究取得了一定的进展, 但部分研究结果存在不确定性。例如, 有研究认为传球总数与比赛结果具有显著性相关关系^[30], 但本研究并不支持这样的结论。传球表现与比赛结果的关系, 还需要进一步论证。另一方面, 比赛技战术表现在不同的比赛情境因素影响之下体现出不同的特征^[25-26]。在足球比赛表现分析中, 往往将比赛情境作为一个重要变量, 纳入足球比赛制胜因素之中, 会更准确揭示足球比赛的内在规律与特征。

3.2 不同比赛情境下中超球队传球表现与比赛胜负关系

1) 主场不同实力球队传球表现与比赛胜负关系。

主客场是影响比赛结果的情境变量之一^[11, 13, 24, 26]。不同实力球队之间对阵时, 主场优势也表现出明显差异。因此, 在分析球队传球表现时, 需要考虑主客场、球队水平等情境因素。不同实力球队主场的对手不同, 影响比赛结果的传球指标有着明显区别。

对于同等水平球队而言, 当主场上游球队遭遇到上游球队时, 点度中心度、接近中心度、特征向量中心度、网络密度、凝聚力指数等传球网络指标, 以及传中、下半场进攻 30 m 区传球次数等常规指标是区分比赛胜负的显著性指标, 获胜球队的各项指标均值低于失败球队。其中, 点度中心度对比赛胜负的判别能力较强。当主场下游球队遭遇到下游球队时, 获胜球队上半场进攻 30 m 区传球次数明显优于对手, 是区分球队胜负的关键性指标。从判别分析结果来看, 同等水平球队, 进入判别方程的传球指标较少, 且分类准确率

较低, 分别为 60.9%和 60.5%。

对于不同水平球队而言, 上游球队在主场有 89.1%的胜率。即便是在客场, 上游球队也保持着 77.1%的胜率。由此可以看出, 主客场虽然是影响比赛结果的一个重要变量, 但决定比赛胜负的主要是球队实力。实力相差悬殊的比赛, 强队在主场凭借直塞、前场 30 m 区域进攻优势, 以实力碾压对手。判别分析结果显示, 对于不同水平球队而言, 进入判别方程的传球指标较多, 且有较高分类准确率, 分别为 87.3%和 75.0%。

2) 客场不同实力球队传球表现与比赛胜负关系。

当上游对阵上游球队, 客场的获胜率仅为 32.6%; 下游球队对阵下游球队, 客场胜率仅为 29.0%。可见, 实力相当的球队对阵时, 天时地利人和的主场优势体现的非常明显。社会网络分析指标显示, 获胜球队的大部分网络测度值小于失败球队。传中、本方传球数等指标也存在统计学显著性差异(见表 4)。判别分析显示, 下半场进攻 30 m 区传球次数、本方半场传球、直塞是强队相互抗衡时影响比赛胜负的关键变量。下半场进攻 30 m 区传球成功率、平均距离是弱队相互对抗时, 影响比赛胜负的关键变量。两种比赛情境下的分类准确率较高, 分别为 80.4%和 78.9%。

然而, 两支实力不同的球队比赛时, 当上游球队在客场对阵下游球队时, 上游球队获胜概率 77.1%。强队在客场虽然没有“天时地利人和”的优势, 但似乎并不影响他们在客场获胜。当下游球队客场对阵上游球队时, 弱队实力较差, 又身在客场, 只有 10.9%的胜率。判别分析显示, 上游球队客场对阵下游球队时, 传中、对方半场传球成功率两个指标是影响比赛胜负的关键指标。下游球队客场对阵上游球队时, 接近中心度、下半场进攻 30 m 区传球成功率两个指标是判别比赛胜负的关键指标。两种比赛情境下分类准确率也较高, 分别是 79.2%和 89.1%。

综上所述, 利用传球类指标对比赛胜负进行判别分析, 除了 2 种比赛情境下(主场上游 vs 上游、主场下游 vs 下游)的分类准确率较低之外, 其余 6 种比赛情境都有着较高的分类准确率, 远远优于用比赛跑动指标对比赛胜负的判别分析^[5]。

足球比赛成绩的影响因素较为复杂。运动训练学理论将比赛成绩影响因素概括为自身在比赛中的表现、对方在比赛中的表现和比赛结果的评定行为 3 个方面^[34]。对于足球项目而言, 比赛情境不同, 影响比赛胜负的因素有着明显差别。实力不等的两支球队在联赛中的表现, 比赛胜负取决于自身实力; 而在同等水平球队对阵时, 无论强强对抗, 还是弱弱交锋, 主

客场是影响比赛胜负不可忽视的重要因素。

传球是团队合作关系的集中体现之一。传球网络测度指标可反映球员在比赛中的传球互动关系,体现着一支球队的团队合作水平。从社会网络分析看,无论考虑比赛情境与否,获胜球队的社会网络分析指标都表现出低中心性特征。而且获胜球队在网络密度、凝聚力指数上也低于失败球队。研究证实,点度中心度、网络密度、聚类系数等传球网络指标与胜负存在曲线相关关系。除此之外,获胜球队在某些比赛情境之下的常规指标中,如传中次数、对方半场传球成功率、下半场进攻30 m区传球次数与成功率等方面也逊于对手。可见,更多传球互动并不一定会为球队带来更高获胜几率。这也从侧面印证了有些研究认为控球率、传球总次数等并不是比赛胜负的关键因素。

足球是一项复杂的集体项目,进攻与防守处于动态变化之中,如何解决好比赛的攻守矛盾,是足球致胜所考虑的核心问题。与过去相比,随着球员身体素质、技战术水平的提升,现代足球攻防节奏越来越快。通过简单、快速、有效的传递,打破攻守平衡,将球迅速推进至前场并完成射门,是球队致胜的法宝。《足球致胜公式》作者查尔斯·休斯指出,传球的次数应以实现创造射门机会为准则。进攻中传球次数越多,射门进球机会就越少;传球次数越少,进球几率就越大。国内学者在同类研究中也发现,在防守高度密集的30 m区域内传球次数越多,时间越长,将大大降低进球的几率。相对于传球数量,球队的传控质量与效率对比赛胜负可能起着更重要的影响。对中超球队传球表现分析来看,获胜球队显然在一些传球处理上要优于失败球队。然而,本研究是从整场传球数据来研究与比赛胜负之间的关系,比赛情境也仅考虑了主客场、球队水平两个方面,在不同比赛时段、比分领先或落后、不同场地区域等比赛情境下的球队传球表现可能存在差异,不同的战术风格、战术打法也会影响球队的传球表现,需要后续进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] O'DONOGHUE P. An introduction to performance analysis of sport[M]. London: Routledge, 2014.
- [2] 赵刚, 部义峰, 张丽. 足球运动表现研究进展、问题与趋势[J]. 中国体育科技, 2014, 50(4): 25-32.
- [3] CARLING C, BLOOMFIELD J, NELSON L, et al. The Role of motion analysis in elite soccer contemporary performance measurement techniques and work rate data[J]. Sports Med, 2008, 38(10): 839-862.
- [4] 吴放, 张延安. 中超联赛球队跑动表现对比赛胜负的影响[J]. 中国体育科技, 2017, 53(3): 78-84.
- [5] 姜哲, 黄竹杭, 吴放. 不同比赛情境下中国足球超级联赛关键跑动表现指标探析[J]. 中国体育科技, 2018, 54(1): 64-70.
- [6] ANDRZEJEWSKI M, KONEFAL M, CHMURA P, et al. Match outcome and distances covered at various speeds in match play by elite German soccer players[J]. Int J Perform Anal Sport, 2016, 16: 818-829.
- [7] HOPPE M W, SLOMKA M, BAUMGART C, et al. Match running performance and success across a season in German bundesliga soccer teams[J]. Int J Sports Med, 2015, 36(7): 563-566.
- [8] CASTELLANO J, ALVAREZ-PASTOR D, BRADLEY P S. Evaluation of research using computerised tracking systems (Amisco® and Prozone®) to analyse physical performance in elite soccer: A systematic review[J]. Sports Med, 2014, 44: 701-712.
- [9] LIU H Y, HOPKINS W, GÓMEZ MIGUEL A, et al. Inter-operator reliability of live football match statistics from OPTA Sports data[J]. Int J Perform Anal Sport, 2013, 13(3): 803-821.
- [10] 李春满, 董午志, 龚炳南, 等. 第17届亚洲杯中国男子国家足球队比赛表现深度分析[J]. 中国体育科技, 2020, 56(4): 20-28.
- [11] 彭召方, 刘鸿优, 国伟. 中国足球超级联赛主场优势探析[J]. 沈阳体育学院学报, 2016, 35(2): 106-111.
- [12] GRUND T U. Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams[J]. Social Networks, 2012, 34(4): 682-690.
- [13] 刘鸿优, 易清, 康辉. 欧洲足球冠军联赛主场优势的判别分析[J]. 武汉体育学院学报, 2014, 48(11): 91-95.
- [14] DI SALVO, BARON R, GONZALEZ-HARO C, et al. Sprinting analysis of soccer players during European Champion League and UEFA Cup matches[J]. J Sports Sci, 2010, 28(14): 1489-1494.
- [15] 部义峰. 优秀女子足球运动员跑动能力与比赛效果关联研究[J]. 中国体育科技, 2014, 50(2): 3-9.
- [16] GARCIA-UNANUE J, FERNANDEZ-LUNA A, BURILLO P, et al. Key performance indicators at FIFA Women's World Cup in different playing surfaces[J]. PLOS ONE, 2020, 15(10): 1-11.
- [17] KUBAYI A, LARKIN P. Technical performance of soccer teams according to match outcome at the 2019 FIFA Women's World Cup[J]. Int J Perform Anal Sport,

- 2020, 20(5): 908-916.
- [18] 赵刚, 陈超. 足球比赛表现研究方法和评价指标体系研究[J]. 体育科学, 2015, 35(4): 72-81.
- [19] 李博, 王雷. 社会网络分析法研究足球比赛传球表现的可行性分析[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(8): 112-119.
- [20] 曹雪薇, 李小天, 付颖瑶, 等. 基于复杂网络方法的中超联赛主客场对球队运动表现的影响研究[J]. 体育科研, 2019, 40(4): 22-28.
- [21] AQUINO R, CARLING C, VIEIRA H et al. Influence of situational variables, team formation, and playing position on match running performance and social network analysis in Brazilian professional soccer players[J]. Journal of Strength and Conditioning Research, 2020, 34(3): 808-817.
- [22] MCLEAN S, SALMON P, GORMAN A, et al. Do inter-continental playing styles exist? Using social network analysis to compare goals from the 2016 EURO and COPA football tournaments knock-out stages[J]. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2017, 18(4): 370-383.
- [23] 曹卫华. 基于社会网络分析的西班牙 Tiki-Taka 战术打法的传控特征分析[J]. 成都体育学院学报, 2019, 45(4): 65-72.
- [24] CASTELLANO J, CASAMICHANAD, LAGO C. The use of match statistics that discriminate between successful and unsuccessful soccer teams[J]. J Hum Kinet, 2012, 31(1): 137-147.
- [25] 谢军, 刘鸿优. 比赛情境因素对中国足球超级联赛技战术表现的影响[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(2): 107-111+136.
- [26] LAGO-PENAS C, LAGO-BALLESTEROS J. Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer [J]. Journal of Sports Science and Medicine, 2011, 10(3): 465-471.
- [27] 刘军. 整体网分析讲义[M]. 上海: 上海人民出版社, 2009: 110-254.
- [28] DUCH J, WAITZMAN J S, AMARAL L N. Quantifying the Performance of Individual Players in a Team Activity[J]. Plos One, 2010, 5(6): e10937.
- [29] 侯会生, 米玛顿珠, 侯彪, 等. 足球比赛核心制胜因素和制胜公式的探讨[J]. 北京体育大学学报, 2017, 40(11): 105-110.
- [30] 朱建明. 2015—2016 年度中超联赛比赛致胜因素的相关性研究[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2018, 46(3): 119-124.
- [31] LAGO C, MARTIN R. Determinants of possession of the ball in soccer[J]. Journal of Sports Sciences, 2007, 25(9): 969-974.
- [32] 陈效科, 陈翀, 王朝信. 2014 年世界杯足球赛控球率与比赛胜负的相关性[J]. 北京体育大学学报, 2015, 38(1): 114-119+123.
- [33] 刘宇. 足球运动员运动表现与球队控球率的互动关系研究——基于体能类和技术类测量指标视角[J]. 天津体育学院学报, 2014, 29(4): 336-342.
- [34] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 32.