



不同比赛结果下足球运动表现特征研究 ——基于中超联赛7个赛季的实证分析

Performance Characteristics Across Different Match Outcomes in Football —An Empirical Study of Chinese Football Association Super League over Seven Seasons

龚炳南^{1,2}, 李春满^{3*}, 周长敬⁴, 刘鸿优⁵

GONG Bingnan^{1,2}, LI Chunman^{3*}, ZHOU Changjing⁴, LIU Hongyou⁵

摘要: 运用混合线性模型(Linear Mixed Model)对中国足球协会超级联赛2012—2018赛季1 406场比赛的运动表现进行分析,结合数据级数推断理论与Cohen's *d*效应量理论,对比球队在不同比赛结果中各项表现指标的差异。1)比赛获胜球队的进攻组织效率明显高于平局或失利球队,在射门、射正、传中、传球成功率、向前传球成功率方面存在显著差异。失利和平局球队虽然在传球数量上占据优势,但成功率较差,转换成射门的效率不理想,说明组织进攻效率取决于传球的成功率而非数量。2)50-50争抢成功率、犯规和越位的显著性优势说明获胜球队在攻防战术组织上更积极,更具有侵略性。同时,在个人对抗能力方面也存在相应差距。3)冲刺跑距离、冲刺跑次数、控球时高强度跑距离是获胜球队的关键表现指标。4)获胜球队在控球时完成更多冲刺跑和高速跑,并伴随更高的进攻效率,失利球队在比赛中将大量高强度工作消耗在防守方面,不论上、下半场冲刺跑和高速跑都集中在非控球时。

关键词: 足球;比赛结果;比赛表现分析;中超联赛

Abstract: A total of 1 406 matches across a 7-season period in the Chinese Football Association Super League were analyzed. The technical and physical data were quantified by the Linear Mixed Model. Differences in match profiles among the three different results were evaluated based on the Magnitude-base Inference Data Theory and Cohen's *d*. Results showed that: 1) The winning team had a significantly higher efficiency in the offensive organization than that of other teams, including: shots, shots on target, crosses, successful passes rate and forward pass success rate. The losing and the drawing team had advantage in the number of passes, while the success ratio was low and seldom convert to shots. It indicated that the efficiency of the offensive organization depended on the success ratio of pass rather than the number. 2) The significant advantages of 50-50 duel won rate, fouls and offside indicated that the winning teams were more aggressive in the offensive and defensive organization. Meanwhile, the gap between different individual abilities should be considered. 3) Sprint distance, number of the sprint, and high-intensity run distance when possession were the key performance indicators of the winning teams in the Chinese Football Association Super League. 4) The winning teams completed more sprints and high-speed run while possession, with higher offensive efficiency. The losing team covered more high-intensity activities in defensive behavior, sprints and high-speed run were completed while not in possession, either in the first half or in the second half.

Keywords: football; match outcomes; match performance analysis; Chinese Football Association Super League

中图分类号:G843 **文献标识码:**A

基金项目:

国家建设高水平大学公派研究生项目基金(留金发[2017]3109)

第一作者简介:

龚炳南(1990-),男,博士,讲师,主要研究方向为足球专项理论与实践、运动表现分析, E-mail: gongbn@126.com.

*通信作者简介:

李春满(1962-),男,教授,博士,主要研究方向为足球运动训练比赛理论与实践、运动心理学应用, E-mail: 1050772484@qq.com.

作者单位:

1. 首都体育学院,北京 100191;
 2. 马德里理工大学,马德里 28040;
 3. 北京体育大学,北京 100084;
 4. 上海体育学院,上海 200438;
 5. 华南师范大学,广东广州 510006
1. Capital University of Physical Education and Sports, Beijing 100191, China;
2. Technical University of Madrid, Madrid 28040, Spain;
3. Beijing Sport University, Beijing 100084, China;
4. Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;
5. South China Normal University, Guangzhou 510006, China.

近年,计算机科学技术被广泛应用在职业足球比赛中。伴随光学追踪技术与传感

器技术的快速发展,体能表现分析也逐步实现半自动化和自动化追踪采集的可能,技战术表现分析逐步被科技化赋能,比赛中球员和球队表现行为被研究与解读(Carling et al., 2008; Mackenzie et al., 2013; Rein et al., 2016; Sarmiento et al., 2014)。教练员和分析师从比赛中获得运动表现数据与信息,并用于战术部署与训练设计(刘鸿优等, 2016a; 赵刚等, 2014)。

在大数据时代背景下,针对比赛表现指标的描述性分析已经不能有效探寻足球比赛表现行为的关键特征,而情境因素的出现能够有效帮助教练员和比赛分析师对比赛表现关键因素进行判断与分析(刘鸿优等, 2016b; Gómez et al., 2013; Liu, 2015; Mackenzie et al., 2013; Sarmiento et al., 2014)。作为情境因素之一的比赛结果(胜、平和负),是评判球队和球员运动表现是否成功和优劣势的重要参考标准(Gómez et al., 2013; Liu, 2015)。在不同比赛结果中,球队与球员的运动表现行为也随胜负关系的变化而显现出不同特征(Lago-Peñas, 2012)。

目前,在考虑胜负关系的足球比赛表现分析研究中,主要集中在技战术分析(柏延洋等, 2019; Oberstone, 2009; Lago-Ballesteros et al., 2010; Taylor et al., 2008)或体能分析(Andrzejewski et al., 2016, 2018; Chmura et al., 2018),鲜见对足球比赛技战术表现和体能表现进行综合分析及解读的研究。足球比赛场景是动态变化的、相互影响的环境,所以不能忽略技术、战术与体能表现对比赛表现的

综合影响(Filetti et al., 2017)。此外,目前研究多为对某一个赛季或某一届杯赛表现行为的分析探讨,鲜见关于多个赛季周期的研究(柏延洋, 2018; Castellano et al., 2011; Dellal et al., 2010; Moalla et al., 2018; Yang et al., 2018; Yi et al., 2019)。在职业足球顶级联赛的竞争中,传统意义上的强队越来越难保持一直获胜,很难就某一个赛季定义成功运动表现的关键特征。因此,两个连续赛季或者以上的研究样本将对比赛表现关键因素的评估更具有说服力(Barnes et al., 2014; Bradley et al., 2016)。

本研究通过定量研究方法,对 2012—2018 年 7 个赛季中国足球协会超级联赛(以下简称“中超联赛”)不同比赛结果下球队的运动表现进行对比分析,以探寻不同比赛结果下中国职业足球比赛技战术与体能表现特征。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

1) 研究样本。以中超联赛各球队技战术与体能表现为研究对象。中超联赛每个赛季共 16 支球队,240 场比赛,480 组比赛表现统计数据。本研究纳入 2012—2018 年 7 个赛季 1 406 场比赛表现样本,共 2 812 组比赛数据。

2) 研究变量。主要包括每场比赛各球队的技战术与体能表现数据和每场比赛的比赛结果(胜、平、负)。根据数据来源,共选取 45 个比赛表现指标:技战术指标 16 个和体能指标 29 个(表 1)。

表 1 研究变量分组

Table 1 Research Variables and Classification

| 分组 | 指标 |
|-----|---|
| 自变量 | 比赛结果(胜、平、负) |
| 因变量 | 技战术表现指标 |
| | 射门、射正、角球、传中、控球率、对方半场控球率、传球、传球成功率、向前传球、向前传球成功率、攻入进攻三区、攻入禁区、50-50 争抢成功率、犯规、越位、黄牌 |
| | 体能表现指标 |
| | 总跑动距离(含上、下半场)、控球时跑动距离(含上、下半场)、非控球时总跑动距离(含上、下半场)、冲刺跑距离(含上、下半场)、冲刺跑次数、控球时冲刺跑距离(含上、下半场)、非控球时冲刺跑距离(含上、下半场)、高速跑距离(含上、下半场)、高速跑次数、控球时高速跑距离(含上、下半场)、非控球时高速跑距离(含上、下半场) |

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料调研

以足球运动表现分析、足球比赛表现分析等为关键词,通过 CNKI 全文数据库进行中文文献检索;以“soccer、football”和“performance analysis、game analysis、match analysis”等为关键词,在 Web of Science 核心合集中进行英文文献检索,对相关研究成果进行参考;以国际运动表现分析学会(International Society of Performance Analysis in Sports, ISPAS)官方网站(<http://www.ispas.org/Literature>)推荐的数本专业书籍作为专著资料参考。

1.2.2 比赛观察

对 2012—2018 年 7 个赛季的中超联赛比赛表现进行

观察。研究所涉及数据采集来自 Amisco PRO® 系统(Sport-Universal SA, 法国),该系统采集技术原理为半自动计算机化追踪系统,采样频率为 25 Hz。整个比赛中包括每名球员的位移信息、动作行为类别和技战术类表现信息都被收集。原始数据文件 .pam 通过 Amisco Viewer® 比赛分析软件进行提取。所有数据通过 Excel 进行导出、保存与统计学处理。采用 Amisco Viewer® 软件中的默认速度阈值区间,具体速度分类与阈值界定标准为:走动与慢跑(0~>11 km/h),低速跑(11~>14 km/h),中速跑(14~>17 km/h),快速跑(17~>21 km/h),高速跑(21~>24 km/h)和冲刺跑(24 km/h~>+)(Andrzejewski et al., 2012; Minano-Es-

pin et al., 2017)。

1.2.3 数理统计

1)从2012—2018赛季共计1680场比赛中剔除259场出现红牌和15场未收集到数据或存在比赛数据丢失的比赛,得到1406场比赛。每场比赛包含对阵双方两组数据,共2812组比赛数据。根据比赛结果对研究样本进行划分,获胜球队数据1014组,失利球队数据1014组,平局数据784组。

2)将Excel数据表格导入SPSS 25.0,使用混合线性模型(Linear Mixed Models)得出不同比赛结果下各指标P值、F值、均值和标准差, $P<0.05$ 定义为具有显著性差异。

3)根据澳大利亚霍普金斯教授提出的“数据级数推断”(Magnitude-base Inference, MBI)理论与Cohen's *d*效应量理论,将原始数据导入霍普金斯教授开发的Excel(MBI)表格中得出不同比赛结果之间的差异,并确定标准化效应量(effect size, ES)及其90%置信区间(CI)(刘鸿优等,2017a;Hopkins,2007)。对各指标均值与标准差结果的差异可能性进行评估,差异大小评估为: <0.20 ,无意义,微小差异; $0.20\sim 0.60$,小差异; $0.61\sim 1.20$,中度差异; $1.20\sim 2.00$,大差异; >2.00 ,差异非常大。如果均值差异的CI不同时包括实质性的正值与负值,则认为差异很明显(Batterham et al., 2006; Hopkins, 2007; Hopkins et al., 2009)。

4)采取皮尔逊积矩相关系数对所选体能指标和技术指标的关系进行分析判别, $r<0.1$ 为极弱相关或无相关, $r>0.1\sim 0.3$ 为弱相关, $r>0.3\sim 0.5$ 为中等程度相关, $r>0.5\sim 0.7$ 为强相关, $r>0.7\sim 0.9$ 为非常强相关, $r>0.9$ 为极强相关, $r=1.0$ 为完全相关(Hopkins et al., 2009)。

2 研究结果

2.1 失利与平局(0-1)球队比赛表现的对比

通过将失利与平局球队的比赛表现进行对比发现(图1、图2),平局球队在传球($ES=-0.15, P=0.005$)、向前传球($ES=-0.19, P<0.001$)、下半场控球时跑动距离($ES=-0.28, P<0.001$)、上半场非控球时跑动距离($ES=-0.24, P<0.001$)、非控球时冲刺跑距离($ES=-0.30, P<0.001$)、上半场非控球时冲刺跑距离($ES=-0.14, P=0.008$)、下半场非控球时冲刺跑距离($ES=-0.34, P<0.001$)、高速跑距离($ES=-0.13, P=0.037$)、下半场高速跑距离($ES=-0.16, P=0.001$)、非控球时高速跑距离($ES=-0.24, P<0.001$)、上半场非控球时高速跑距离($ES=-0.20, P<0.001$)和下半场非控球时高速跑距离($ES=-0.21, P<0.001$)12个指标方面低于失利球队,在射正($ES=0.13, P=0.028$)、50-50争抢成功率($ES=0.18, P<0.001$)、上半场控球时跑动距离($ES=0.15, P=0.008$)、下半场非控球时跑动距离($ES=0.12, P=0.027$)、控球时冲刺跑距离($ES=0.27, P<0.001$)、上半

场控球时冲刺跑距离($ES=0.12, P=0.046$)、下半场控球时冲刺跑距离($ES=0.32, P<0.001$)和上半场控球时高速跑距离($ES=0.13, P=0.023$)8个指标方面显著高于失利球队。

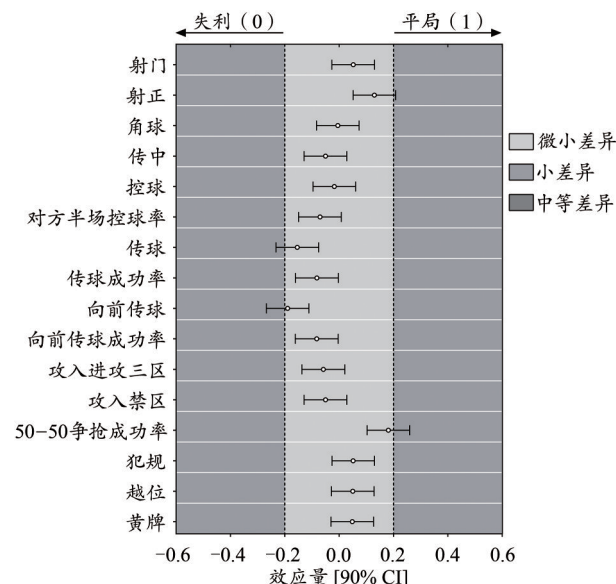


图1 失利与平局(0-1)球队比赛技战术表现的对比结果
Figure 1. Comparison of Losing and Drawing (0-1) Teams' Technical-Tactical Performance Indicators

2.2 失利与胜利(0-3)球队比赛表现的对比

失利和胜利球队比赛表现的分析结果显示(图3、图4),胜利球队在射门($ES=0.30, P<0.001$)、射正($ES=0.78, P<0.001$)、50-50争抢成功率($ES=0.33, P<0.001$)、犯规($ES=0.11, P=0.035$)、越位($ES=0.19, P<0.001$)、上半场控球时跑动距离($ES=0.36, P<0.001$)、下半场非控球时跑动距离($ES=0.37, P<0.001$)、冲刺跑距离($ES=0.16, P<0.001$)、冲刺跑次数($ES=0.16, P=0.001$)、上半场冲刺跑距离($ES=0.15, P=0.003$)、下半场冲刺跑距离($ES=0.19, P<0.001$)、控球时冲刺跑距离($ES=0.75, P<0.001$)、上半场控球时冲刺跑距离($ES=0.41, P<0.001$)、下半场控球时冲刺跑距离($ES=0.81, P<0.001$)、控球时高速跑距离($ES=0.27, P<0.001$)和上半场控球时高速跑距离($ES=0.36, P<0.001$)16个体能表现指标上显著高于失利球队,在传中($ES=-0.27, P<0.001$)、向前传球($ES=-0.17, P=0.001$)、下半场控球时跑动距离($ES=-0.47, P<0.001$)、上半场非控球时跑动距离($ES=-0.38, P<0.001$)、非控球时冲刺跑距离($ES=-0.47, P<0.001$)、上半场非控球时冲刺跑距离($ES=-0.21, P<0.001$)、下半场非控球时跑距离($ES=-0.56, P<0.001$)、非控球时高速跑距离($ES=-0.29, P<0.001$)、上半场非控球时高速跑距离($ES=-0.27, P<0.001$)和下半场非控球时高速跑距离($ES=-0.23, P<0.001$)10个指标方面显著低于失利球队。

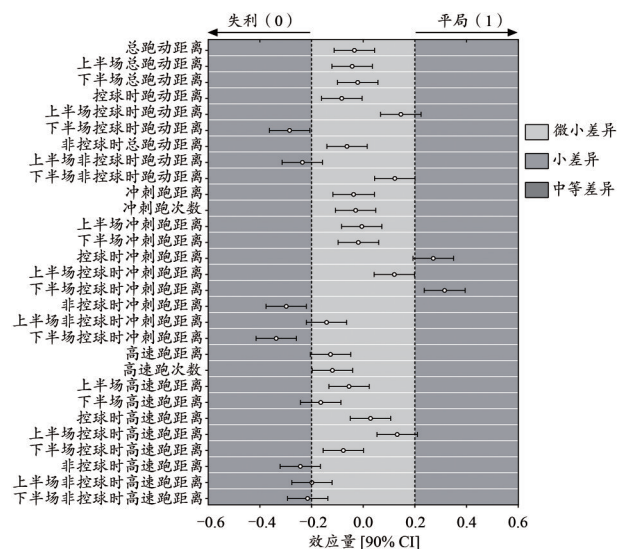


图2 失利与平局(0-1)球队比赛体能表现的对比结果
Figure 2. Comparison of Losing and Drawing (0-1) Teams' Physical Performance Indicators

$P < 0.001$)、控球时冲刺跑距离($ES=0.49, P < 0.001$)、上半场控球时冲刺跑距离($ES=0.30, P < 0.001$)、下半场控球时冲刺跑距离($ES=0.48, P < 0.001$)、高速跑距离($ES=0.14, P=0.008$)、下半场高速跑距离($ES=0.13, P=0.023$)、控球时高速跑距离($ES=0.25, P < 0.001$)、上半场控球时高速跑距离($ES=0.24, P < 0.001$)和下半场控球时高速跑距离($ES=0.18, P < 0.001$) 22 个指标方面高于平局球队,在传中($ES=-0.21, P < 0.001$)、下半场控球时跑动距离($ES=-0.17, P=0.001$)、上半场非控球时跑动距离($ES=-0.14, P=0.009$)、非控球时冲刺跑距离($ES=-0.17, P=0.001$)和下半场非控球时冲刺跑距离($ES=-0.21, P < 0.001$) 5 个指标方面显著低于平局球队。

3 讨论

3.1 不同比赛结果下球队技战术表现特征

本研究借助比赛数据样本发现,不同比赛结果下球队表现在射门、射正、传中、传球、传球成功率、向前传球、向前传球成功率、50-50 争抢成功率和越位 9 项技战术指标方面均存在明显差异,其中射门、射正、传中、传球、传球成功率结果与前人针对西班牙甲级联赛(Lago-Ballesteros et al., 2010; Lago-Peñas et al., 2010)、意大利甲级联赛(Filetta et al., 2017; Rampinini et al., 2009)、德甲联赛(Yue et al., 2014)、英超联赛(Oberstone, 2009)、欧冠联赛(Lago-Peñas et al., 2011)、欧洲杯(Shafizadeh et al., 2013)和世界杯(Liu et al., 2015)的研究结果类似。

3.1.1 射门相关表现

获胜球队在射门和射正指标上较平局和失利球队都有明显优势。Reep 等(1968)和 Hughes 等(2005b)研究发现,高水平足球比赛中每个进球需要大概 10 次射门,而更多的射门次数尤其是更多的射正次数会相应增加进球的概率。在不考虑球队技战术特点的情况下,更多的射门和射正次数说明成功球队在技战术组织中有更高进攻转换效率,并创造更多得分机会,也体现出失利和平局球队在进攻组织中未获得较多射门机会。有研究成果已经证明这两个指标在不同级别和水平比赛中都具有显著性意义(刘鸿优等, 2017b; Collet, 2013; Gómez et al., 2012; Hughes et al., 2005a; Lago-Peñas et al., 2011; Liu et al., 2014; Moura et al., 2014; Rampinini et al., 2009; Yue et al., 2014)。

3.1.2 传球组织相关表现

失利球队在传球和向前传球方面都多于获胜和平局球队。获胜球队在传球成功率和向前传球成功率方面都显著高于平局球队,而失利和成功球队不存在明显差异。在平局或比分落后的情况下,球队会因急于获得进球而采取较为激进的进攻方式,相对应出现更多盲目和低质量传球,这种传球频次的增加并没有带来良好效果,说明仅依靠较高的传球次数不能对比赛结果产生影响,还需

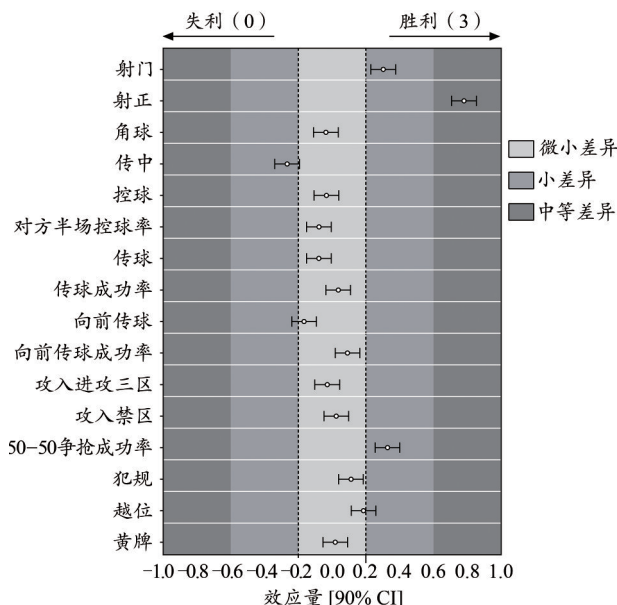


图3 失利与胜利(0-3)球队比赛技战术表现的对比结果
Figure 3. Comparison of Losing and Winning (0-3) Teams' Technical-Tactical Performance Indicators

2.3 平局与胜利(1-3)球队比赛表现的对比

平局与胜利球队比赛表现对比结果显示(图 5、图 6),胜利球队在射门($ES=0.25, P < 0.001$)、射正($ES=0.65, P < 0.001$)、传球成功率($ES=0.11, P=0.041$)、向前传球成功率($ES=0.16, P=0.001$)、50-50 争抢成功率($ES=0.15, P=0.007$)、越位($ES=0.13, P=0.013$)、总跑动距离($ES=0.12, P=0.044$)、上半场总跑动距离($ES=0.12, P=0.033$)、上半场控球时跑动距离($ES=0.22, P < 0.001$)、下半场非控球时跑动距离($ES=0.24, P < 0.001$)、冲刺跑距离($ES=0.20, P < 0.001$)、冲刺跑次数($ES=0.19, P < 0.001$)、上半场冲刺跑距离($ES=0.15, P=0.004$)、下半场冲刺跑距离($ES=0.21, P < 0.001$)、

考虑传球成功率(刘鸿优等,2016b; Collet, 2013)。准确的传球行为是球队维持控球权,获得射门机会的保证,并且能够减少对手控球时间(Redwood-Brown, 2008)。比赛中,更高的向前传球成功率代表球队获得更多向前的进

攻空间,尤其是发生在进攻三区、对方禁区的向前传球或渗透性传球行为能够帮助锋线球员直接面对球门进行射门或得分(Gómez et al., 2012)。

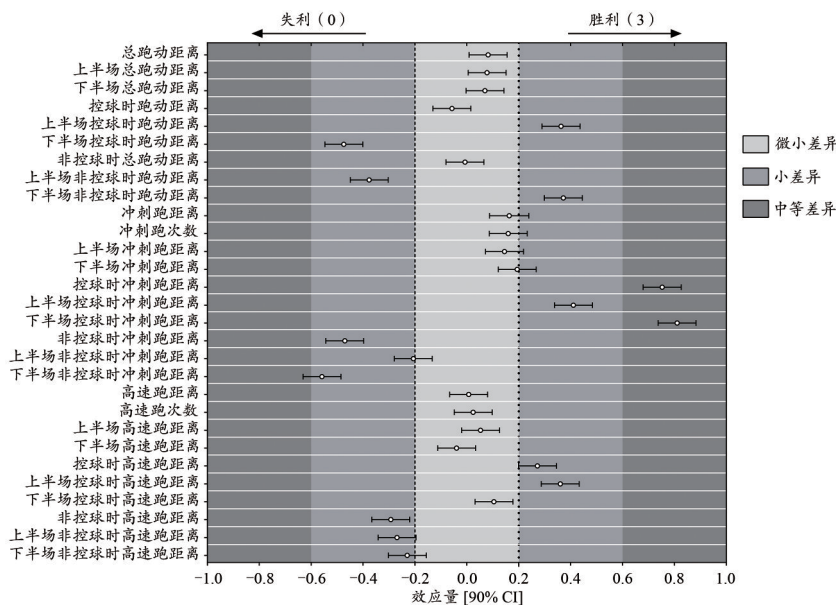


图4 失利与胜利(0-3)球队比赛体能表现的对比结果

Figure 4. Comparison of Losing and Winning (0-3) Teams' Physical Performance Indicators

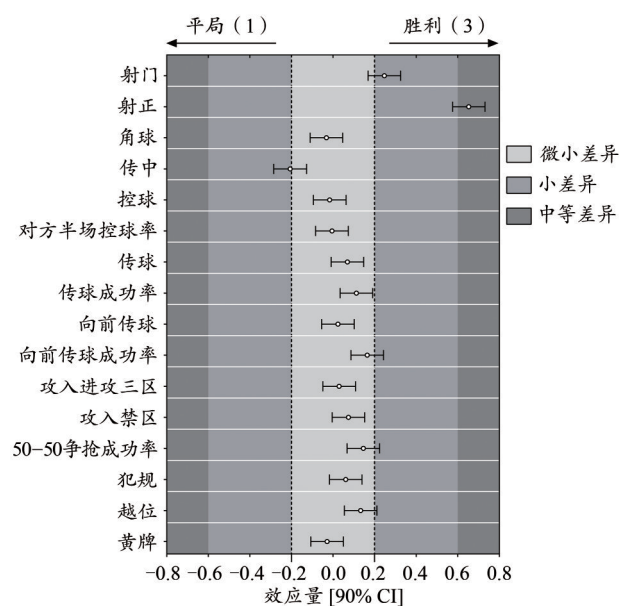


图5 平局与胜利(1-3)球队比赛技战术表现的对比结果

Figure 5. Comparison of Drawing and Winning (1-3) Teams' Technical-Tactical Performance Indicators

传中作为判别比赛结果的关键指标之一,被国内外学者进行讨论(刘鸿优等,2016b; 赵刚等, 2015; Griffiths, 1999; Lago-Peñas et al., 2010; Liu et al., 2016; Low et al., 2002; Sarmento et al., 2014)。本研究中,传中数量与球队获得胜利存在消极关系,说明失利和平局球

队在传球成功率与向前传球成功率等指标相对较低的情况下,很难组织中路的正面进攻,需要借助边路空间与传中球来对球门施加影响。所以,传中往往成为非获胜球队最为常用的进攻手段之一(Lago et al., 2007)。同时,也要考虑优秀中场球员对进攻组织效果的影响,如直塞球、向前传球和渗透性传球的质量。类似结果也出现在其他研究中,如Lago-Peñas等(2010)在对2008—2009年西甲联赛的研究中发现,失利球队在比赛中进行传中进攻的次数显著大于获胜球队;刘鸿优等(2016b)利用多元逻辑回归模型对单赛季中超联赛进行分析发现,不论面对何类对手,传中都是联赛积分较低球队在比赛中最有效的进攻手段。

3.1.3 防守相关表现

50-50争抢成功率、越位和犯规指标方面,获胜球队明显优于对手。本研究中50-50争抢成功率是指,比赛中球队总对抗成功的概率,即包括空中对抗和地面对抗(柏延洋, 2018; Zhou et al., 2018)。50-50争抢成功率和犯规指标上的显著差异说明获胜球队在技战术行为上更积极主动,更富有侵略性(Carling et al., 2011)。Sarmento等(2014)对53篇足球比赛表现分析研究成果进行定性综合评价发现,获胜球队表现出更多的空中对抗成功率、解围和拦截,相对更少的传中和传球次数。同时,不能忽略获胜球队常常拥有更优秀的球员,所以在个人对抗与争抢能力上存在一定优势。

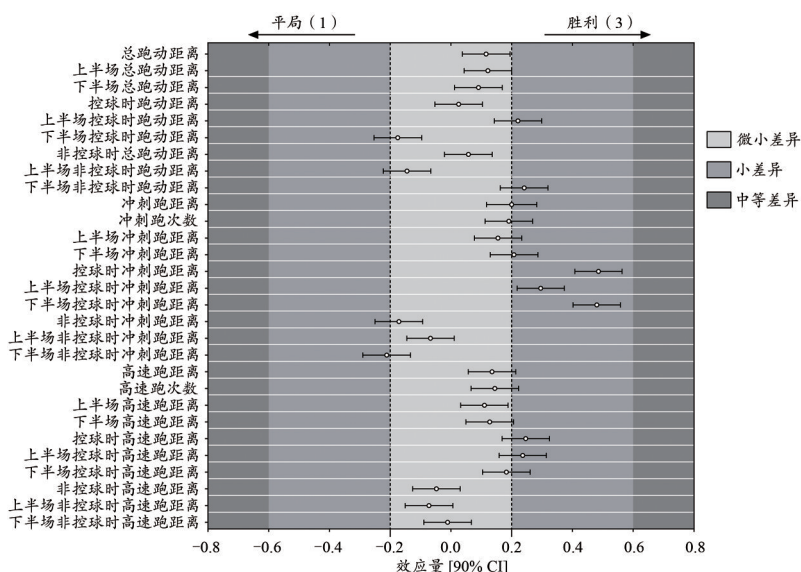


图6 平局与胜利(1-3)球队比赛体能表现的对比结果

Figure 6. Comparison of Drawing and Winning (1-3) Teams' Physical Performance Indicators

越位指标上的差异,体现进攻球员积极向对手防线进行压迫,所处位置往往距离对方球门和守门员更近,并与渗透性传球指标紧密相关,能够创造出更多直接面对球门的进攻机会。当然,也存在防守球员迫于对方进攻压力而较多使用反越位战术的可能性。Liu等(2016)对320场西甲比赛(比分差距 ≤ 2 球)进行研究时发现,越位对于比赛获胜有积极的内在联系。谢军等(2017)针对2014—2015赛季中超联赛的研究发现,排名靠前的球队、获胜球队和主场球队的越位次数都要高于对手。

3.2 不同比赛结果下球队体能表现特征

获胜球队的体能表现优势主要集中在高强度跑距离和次数,尤其是冲刺跑相关指标;比赛的总体跑动行为指标上三者之间的差异不明显;不同控球状态和时段下呈现不同跑动行为特征(Carling et al., 2008; Gregson et al., 2010; Mohr et al., 2005; Rampinini et al., 2007)。

3.2.1 总跑动相关表现

研究显示,胜、平、负之间在总跑动距离上不存在明显差异,仅有获胜球队略高于平局球队,且差异微小。通常来说,除守门员,一场比赛场上球员所覆盖的总跑动距离包括约24%的行走、36%的慢跑、20%的快跑、11%的冲刺跑、7%的后退运动和2%的结合球的活动(Mackenzie et al., 2013; Reilly, 2003; Williams et al., 1999)。这意味着在总跑动距离中,接近87%~89%的是中低强度活动,且大部分是在非控球状态下的活动,存在与比赛关键事件联系不紧密的可能。

前人研究讨论了高强度跑动对球员、球队比赛表现的重要影响(Bangsbo et al., 1991; Ekblom, 1986; Mohr et al., 2003; Reilly, 2003; Rienzi et al., 2000)。因此,体能表现特征应该更多结合高强度跑动指标和不同控球状态进行具体探讨。

3.2.2 高强度跑动相关表现

足球比赛中的高速跑和冲刺跑指标常被统称为高强度跑行为(Bradley et al., 2010; Di Salvo et al., 2009; Rampinini et al., 2007; Rumpf et al., 2017)。一般来说,精英球员在比赛中的高强度跑行为占总跑动距离的10%,且每60 s将会进行1次高强度跑行为,每4 min进行1次全速冲刺跑行为(Carling et al., 2008; Stølen et al., 2005; Strudwick et al., 2001)。本研究显示,获胜球队冲刺跑距离和冲刺跑次数明显高于平局和失利球队。这种积极的冲刺跑活动可以为获胜球队在比赛中赢得更多主动权。如高水平球员往往需要在没有直接参与进攻或防守的时候也要保持较高强度的活动(Bradley et al., 2009),在进攻中积极创造空间获得向前进攻的机会。而在防守中向对手施压并逼迫对手犯错,以求重新获得球权,尤其是进攻中反复冲刺跑行为可以不断给对手造成防守上的压力。前人研究已经证明,足球运动中冲刺跑距离、次数和反复冲刺的快速恢复能力对于比赛胜利和成功球队的表现存在高度相关(Bangsbo, 1994; Bangsbo et al., 1991; Carling et al., 2012; Chaouachi et al., 2010; Drust et al., 1998; Wong et al., 2012; Rebelo et al., 1998; Reilly, 1976)。在其他针对欧洲高水平职业联赛的研究中也发现,联赛排名较高比排名低的球队在比赛中进行更多高强度跑行为(Hoppe et al., 2015; Ingebrigtsen et al., 2012; Mohr et al., 2003; Rienzi et al., 2000)。

3.2.3 控球状态下的跑动表现

获胜球队在控球时冲刺跑距离要显著高于平局和失利球队。较高的控球时冲刺跑距离往往说明团队配合中出现更多围绕球权的冲刺跑动,相对应在战术层面出现更多进攻空间、渗透性传球和“1 vs 1”情景(Bradley et al.,

2009; Gómez et al., 2012; Kai et al., 2018; Yang et al., 2018)。尽管冲刺跑只占球员总跑动距离的1%~12%和总比赛时间的0.5%~3.0%,但冲刺跑却是比赛中足球运动员最重要的体能表现行为之一(Andrzejewski et al., 2013; Rienzi et al., 2000; Van Gool et al., 1988; Withers, 1982)。此外,获胜球队在控球时高速跑距离也有明显优势,这说明比赛中控球时高强度跑与进攻效率也存在紧密联系。如Kai等(2018)研究发现,将是否攻入禁区作为判别条件时,控球时高强度跑是区别球队进攻效率的重要指标。Faude等(2012)在对德甲联赛360个进球发生时进球球员和助攻球员的体能表现行为进行分析发现,进球球员的主要动作行为是直线冲刺(45%)、跳跃(16%)和冲刺-转身-再冲刺(6%),助攻球员出现的最高频动作是直线冲刺(38%)、转身(8%)、跳跃(6%)和冲刺-转身-再冲刺(5%),并得出直线冲刺是进球情景下最频繁的体能表现行为。进球状态下的表现分析是评价足球比赛成功与否最为客观的评价手段(Pollard et al., 1997; Tenga et al., 2010)。所以,控球时高强度跑指标是获胜球队重要的比赛表现指标。

考虑到比赛时段因素(上、下半场),获胜和平局球队在上、下半场都保持控球时高强度跑的优势,但获胜球队在下半场控球时总跑动距离有所下降,并低于平局和失利球队,说明上半场因体力消耗所导致的疲劳可能会影响下半场的体能表现。关于精英球员比赛中的疲劳累计对下半场体能表现的影响已经被广泛讨论(Drust et al., 1998; Mohr et al., 2003, 2005; Weston et al., 2011)。同时,失利和平局球队在下半场控球时总跑动距离上的优势常常体现为球队为了获取比赛胜利或改变现有比赛结果而在下半场选择更为积极的进攻方式,投入更多精力。但相对较少的高强度活动说明并未获得太多进攻得分机会,这与技战术表现分析的研究结果一致。

3.2.4 非控球状态下的跑动表现

失利球队在非控球时冲刺跑距离、非控球时高速跑距离、上半场非控球时的跑动距离、上半场非控球时冲刺跑距离和高速跑距离、下半场非控球时冲刺跑距离和高速跑距离都明显高于平局和成功球队,说明失利球队将大量高强度工作消耗在非控球状态下,比赛行为上体现为忙于防守,重新获得球权的效率较低。与此同时,通过失利球队较低的控球时高强度跑活动量与较低的传球成功率可以发现,失利球队在进攻上未能获得有效组织,虽然其传球次数较多,但结合球权的高强度跑动较少,并存在失球较多的可能,这与前人研究结果相似。在针对不同国家职业联赛的研究以及同一国家不同级别联赛的研究都表明,成功球队球员在比赛控球时完成更多冲刺跑和高速跑活动,而低水平球队球员在非控球时完成更多高强度跑行为(Bradley et al., 2013; Mohr et al., 2003)。

4 结论

1)不同比赛结果下,高水平球队呈现出不同的技战术表现特征:获胜球队的进攻转换效率显著高于其他球队,在射门、射正指标上存在明显技战术优势,且防守行为更富有侵略性;失利和平局球队传球数量较多,并依赖传中的进攻方式,成功率明显低于获胜球队,转换成射门的效率不理想。

2)体能表现上也呈现不同的变化特征:获胜球队的优势主要集中在冲刺跑距离和次数,在控球状态下也完成更多冲刺跑和高速跑活动,并伴随更高的进攻效率,所以冲刺跑距离、冲刺跑次数和控球时高强度跑是获胜球队的关键表现指标;失利球队在非控球时完成更多高强度跑行为,将大量工作消耗在防守行为上,不论上、下半场冲刺跑和高速跑都集中在非控球时;平局球队在全场控球时冲刺跑显著高于失利球队,但进攻效率与控球时高强度跑仍与胜利球队存在明显差距。

参考文献:

- 柏延洋, 2018. 中超球队技战术关键表现指标体系构建[D]. 北京: 北京体育大学.
- 柏延洋, 杜军, 董健, 等, 2019. 比赛情境因素对中超联赛技战术表现指标影响的实证研究[J]. 沈阳体育学院学报, 38(1): 123-127, 144.
- 刘鸿优, 崔一雄, 张绍良, 等, 2016a. 运动表现分析的发展及展望[J]. 体育学刊, 23(2): 112-117.
- 刘鸿优, 彭召方, 2016b. 中国足球超级联赛致胜关键指标探析[J]. 中国体育科技, 52(3): 104-109.
- 刘鸿优, 彭召方, 2017b. 足球技战术表现大数据分析: 基于广义线性模型与数据级数推断法[J]. 体育学刊, 24(2): 109-114.
- 刘鸿优, HOPKINS W G, 2017a. 体育统计学新视角: 数据级数推断[J]. 体育与科学, 38(3): 27-31.
- 谢军, 刘鸿优, 2017. 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, 40(2): 107-111, 136.
- 赵刚, 部义峰, 张丽, 2014. 足球运动表现研究进展、问题与趋势[J]. 中国体育科技, 50(4): 25-32.
- 赵刚, 陈超, 2015. 足球比赛表现研究方法和评价指标体系研究[J]. 体育科学, 35(4): 72-81.
- ANDRZEJEWSKI M, CHMURA J, PLUTA B, et al., 2012. Analysis of motor activities of professional soccer players[J]. J Strength Cond Res, 26(6): 1481-1488.
- ANDRZEJEWSKI M, CHMURA J, PLUT B A, et al., 2013. Analysis of sprinting activities of professional soccer players[J]. J Strength Cond Res, 27(8): 2134-2140.
- ANDRZEJEWSKI M, CHMURA P, KONEFAL M, et al., 2018. Match outcome and sprinting activities in match play by elite German soccer players[J]. J Sports Med Phys Fitness, 58(6): 785-792.
- ANDRZEJEWSKI M, KONEFAL M, CHMURA P, et al., 2016. Match outcome and distances covered at various speeds in match play by elite German soccer players[J]. Int J Perform Anal Sport, 16(3): 817-828.
- BANGSBO J, 1994. The physiology of soccer: With special reference to intense intermittent exercise[J]. Acta Physiol Scand (Suppl), 619: 1-155.

- BANGSBO J, NØRREGAARD L, THORSØ F, 1991. Activity profile of competition soccer[J]. *Can J Sport Sci*, 16(2): 110-116.
- BARNES C, ARCHER D T, HOGG B, et al., 2014. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League[J]. *Int J Sports Med*, 35(13): 1095-1100.
- BATTERHAM A M, HOPKINS W G, 2006. Making meaningful inferences about magnitudes[J]. *Int J Sports Physiol Perform*, 1(1): 50-57.
- BRADLEY P S, ARCHER D T, HOGG B, et al., 2016. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: It's getting tougher at the top [J]. *J Sports Sci*, 34(10): 980-987.
- BRADLEY P S, CARLING C, DIAZ A G, et al., 2013. Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer [J]. *Hum Mov Sci*, 32(4): 808-821.
- BRADLEY P S, DI MASCIO M, PEART D, et al., 2010. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels[J]. *J Strength Cond Res*, 24(9): 2343-2351.
- BRADLEY P S, SHELDON W, WOOSTER B, et al., 2009. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches [J]. *J Sports Sci*, 27(2): 159-168.
- CARLING C, BLOOMFIELD J, NELSEN L, et al., 2008. The role of motion analysis in elite soccer: Contemporary performance measurement techniques and work rate data [J]. *Sports Med*, 38(10): 839-862.
- CARLING C, DUPONT G, 2011. Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? [J]. *J Sports Sci*, 29(1): 63-71.
- CARLING C, LE GALL F, DUPONT G, 2012. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer [J]. *J Sports Sci*, 30(4): 325-336.
- CASTELLANO J, BLANCO-VILLASENOR A, ALVAREZ D, 2011. Contextual variables and time-motion analysis in soccer [J]. *Int J Sports Med*, 32(6): 415-421.
- CHAOUACHI A, MANZI V, WONG DEL P, et al., 2010. Intermittent endurance and repeated sprint ability in soccer players [J]. *J Strength Cond Res*, 24(10): 2663-2669.
- CHMURA P, KONEFAL M, CHMURA J, et al., 2018. Match outcome and running performance in different intensity ranges among elite soccer players [J]. *Biol Sport*, 35(2): 197-203.
- COLLET C, 2013. The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007—2010 [J]. *J Sports Sci*, 31(2): 123-136.
- DELLAL A, WONG D P, MOALLA W, et al., 2010. Physical and technical activity of soccer players in the French First League—with special reference to their playing position [J]. *Int Sport Med J*, 11(2): 278-290.
- DI SALVO V, GREGSON W, ATKINSON G, et al., 2009. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer [J]. *Int J Sports Med*, 30(3): 205-212.
- DRUST B, REILLY T, RIENZI E, 1998. Analysis of work rate in soccer [J]. *Sports Exerc Injury*, 4(4): 151-155.
- EKBLOM B, 1986. Applied physiology of soccer [J]. *Sports Med*, 3(1): 50-60.
- FAUDE O, KOCH T, MEYER T, 2012. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football [J]. *J Sports Sci*, 30(7): 625-631.
- FILETTI C, RUSCELLO B, D'OTTAVIO S, et al., 2017. A study of relationships among technical, tactical, physical parameters and final outcomes in elite soccer matches as analyzed by a semiautomatic video tracking system [J]. *Percept Mot Skills*, 124(3): 601-620.
- GÓMEZ M A, GÓMEZ-LOPEZ M, LAGO C, et al., 2012. Effects of game location and final outcome on game-related statistics in each zone of the pitch in professional football [J]. *Eur J Sport Sci*, 12(5): 393-398.
- GÓMEZ M Á, LAGO-PENAS C, POLLARD R, 2013. *Situational Variables*, Routledge Handbook of Sports Performance Analysis [M]. London, New York: Routledge.
- GREGSON W, DRUST B, ATKINSON G, et al., 2010. Match-to-match variability of high-speed activities in premier league soccer [J]. *Int J Sports Med*, 31(4): 237-242.
- GRIFFITHS D, 1999. An analysis of France and their opponents at the 1998 soccer World Cup with specific reference to playing patterns [D]. Cardiff, Wales: University of Wales Institute.
- HOPKINS W G, 2007. A spreadsheet for deriving a confidence interval, mechanistic inference and clinical inference from a *P* value [J]. *Sport Sci*, 11: 16-21.
- HOPKINS W G, MARSHALL S W, BATTERHAM A M, et al., 2009. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science [J]. *Med Sci Sports Exer*, 41(1): 3-13.
- HOPPE M W, SLOMKA M, BAUMGART C, et al., 2015. Match running performance and success across a season in German Bundesliga Soccer Teams [J]. *Int J Sports Med*, 36(7): 563-566.
- HUGHES M, CHURCHILL S, 2005a. Attacking profiles of successful and unsuccessful teams in Copa America 2001 [C]//REILLY T, CABRI J, ARAÚJO D. *Science and football V*. London, UK: Routledge, Taylor & Francis Group.
- HUGHES M, FRANKS I, 2005b. Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer [J]. *J Sports Sci*, 23(5): 509-514.
- INGEBRIGTSEN J, BENDIKSEN M, RANDERS M B, et al., 2012. Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: Performance, heart rate response and correlations to other interval tests [J]. *J Sports Sci*, 30(13): 1337-1345.
- KAI T, HORIO K, AOKI T, et al., 2018. High-intensity running is one of the determinants for achieving score-box possession during soccer matches [J]. *Football Sci*, 15: 61-69.
- LAGO-BALLESTEROS J, LAGO-PENAS C, 2010. Performance in team sports: Identifying the keys to success in soccer [J]. *J Hum Kinet*, 25(1): 85-91.
- LAGO C, MARTIN R, 2007. Determinants of possession of the ball in soccer [J]. *J Sports Sci*, 25(9): 969-974.
- LAGO-PENAS C, 2012. The role of situational variables in analysing physical performance in soccer [J]. *J Hum Kinet*, 35(1): 89-95.
- LAGO-PENAS C, LAGO-BALLESTEROS J, DELLAL A, et al., 2010. Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league [J]. *J Sports Sci Med*, 9(2): 288-293.
- LAGO-PENAS C, LAGO-BALLESTEROS J, REY E, 2011. Differences in performance indicators between winning and losing teams in the UEFA Champions League [J]. *J Hum Kinet*, 27(1): 135-146.
- LIU H, 2015. Evaluation on match performances of professional foot-

- ball players and teams under different situ-ational conditions [D]. Madrid: Technical University of Madrid.
- LIU H, GÓMEZ M A, 2014. Relationships between match performance indicators and match outcome in 2014 Brazil FIFA world cup [C]//VIII Congreso Internacional de la Asociación Española. Caceres, Spain: La Asociación Española de Ciencias del Deporte.
- LIU H, GOMEZ M A, LAGO-PENAS C, et al., 2015. Match statistics related to winning in the group stage of 2014 Brazil FIFA World Cup[J]. *J Sports Sci*, 33(12): 1205-1213.
- LIU H, HOPKINS W G, GÓMEZ M A, 2016. Modelling relationships between match events and match outcome in elite football[J]. *Eur J Sport Sci*, 16: 516-525.
- LOW D, TAYLOR S, WILLIAMS M, 2002. A quantitative analysis of successful and unsuccessful teams[J]. *Insight*, 4: 32-34.
- MACKENZIE R, CUSHION C, 2013. Performance analysis in football: A critical review and implications for future research [J]. *J Sports Sci*, 31(6): 639-676.
- MINANO-ESPIN J, CASAIS L, LAGO-PENAS C, et al., 2017. High speed running and sprinting profiles of elite soccer players[J]. *J Hum Kinet*, 58: 169-176.
- MOALLA W, FESSI M S, MAKNI E, et al., 2018. Association of physical and technical activities with partial match status in a soccer professional team[J]. *J Strength Cond Res*, 32(6): 1708-1714.
- MOHR M, KRUSTRUP P, BANGSBO J, 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue[J]. *J Sports Sci*, 21(7): 519-528.
- MOHR M, KRUSTRUP P, BANGSBO J, 2005. Fatigue in soccer: A brief review[J]. *J Sports Sci*, 23(6): 593-599.
- MOURA F A, MARTINS L E B, CUNHA S A, 2014. Analysis of football game-related statistics using multivariate techniques [J]. *J Sports Sci*, 32(20): 1881-1887.
- OBERSTONE J, 2009. Differentiating the top English premier league football clubs from the rest of the pack: Identifying the keys to success[J]. *J Quant Anal Sports*, 5(3): 1-29.
- POLLARD R, REEP C, 1997. Measuring the effectiveness of playing strategies at soccer[J]. *J Roy Stat Soc D-Stat*, 46(4): 541-550.
- RAMPININI E, COUTTS A J, CASTAGNA C, et al., 2007. Variation in top level soccer match performance[J]. *Int J Sports Med*, 28(12): 1018-1024.
- RAMPININI E, IMPELLIZZERI F M, CASTAGNA C, et al., 2009. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level [J]. *J Sci Med Sport*, 12(1): 227-233.
- REBELO N, KRUSTRUP P, SOARES J, et al., 1998. Reduction in intermittent exercise performance during a soccer match [J]. *J Sports Sci*, 16: 482-483.
- REDWOOD-BROWN A, 2008. Passing patterns before and after goal scoring in FA Premier League Soccer[J]. *Int J Perform Anal Sport*, 8(3): 172-182.
- REEP C, BENJAMIN B, 1968. Skill and chance in association football[J]. *J Roy Stat Soc A*, 131(4): 581-585.
- REILLY T, 1976. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play[J]. *J Hum Movement Stud*, 2(2): 87-97.
- REILLY T, 2003. Motion Analysis and Physiological Demands[M]// *Science and Soccer*. London: Routledge.
- REIN R, MEMMERT D, 2016. Big data and tactical analysis in elite soccer: Future challenges and opportunities for sports science [J]. SpringerPlus, doi:10.1186/s40064-016-3108-2.
- RIENZI E, DRUST B, REILLY T, et al., 2000. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(2): 162-169.
- RUMPF M C, SILVA J R, HERTZOG M, et al., 2017. Technical and physical analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil: Winners vs. losers[J]. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(10): 1338-1343.
- SARMENTO H, MARCELINO R, ANGUERA M T, et al., 2014. Match analysis in football: A systematic review[J]. *J Sports Sci*, 32(20): 1831-1843.
- SHAFIZADEH M, TAYLOR M, PENAS C L, 2013. Performance consistency of international soccer teams in euro 2012: A time series analysis[J]. *J Hum Kinet*, 38(1): 213-226.
- STØLEN T, CHAMARI K, CASTAGNA C, et al., 2005. Physiology of soccer: An update[J]. *Sports Med*, 35(6): 501-536.
- STRUDWICK T, REILLY T, 2001. Work-rate profiles of elite Premier League football players[J]. *Insight*, 42(2): 28-29.
- TAYLOR J B, MELLALIEU S D, JAMES N, et al., 2008. The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football [J]. *J Sports Sci*, 26(9): 885-895.
- TENGA A, RONGLAN L T, BAHR R, 2010. Measuring the effectiveness of offensive match-play in professional soccer [J]. *Eur J Sport Sci*, 10(4): 269-277.
- VAN GOOL D, VAN GERVEN D, BOUTMANS J, 1988. The physiological load imposed on soccer players during real match-play[J]. *Sci Football*, (1): 51-59.
- WESTON M, BATTERHAM A M, CASTAGNA C, et al., 2011. Reduction in physical match performance at the start of the second half in elite soccer[J]. *Int J Sports Physiol Perform*, 6(2): 174-182.
- WILLIAMS A, LEE D, REILLY T, 1999. A Quantitative Analysis of Matches Played in the 1991—1992 and 1997—1998 Seasons[M]. London: The Football Association.
- WITHERS R, 1982. Match analyses of Australian professional soccer players[J]. *J Hum Movement Stud*, 8: 159-176.
- WONG D P, CHAN G S, SMITH A W, 2012. Repeated-sprint and change-of-direction abilities in physically active individuals and soccer players: Training and testing implications[J]. *J Strength Cond Res*, 26(9): 2324-2330.
- YANG G, LEICHT A S, LAGO C, et al., 2018. Key team physical and technical performance indicators indicative of team quality in the soccer Chinese super league[J]. *Res Sports Med*, 26(2): 158-167.
- YI Q, GOMEZ M A, WANG L, et al., 2019. Technical and physical match performance of teams in the 2018 FIFA World Cup: Effects of two different playing styles[J]. *J Sports Sci*, 37(22): 2569-2577.
- YUE Z, BROICH H, MESTER J, 2014. Statistical analysis for the soccer matches of the first Bundesliga[J]. *Int J Sports Sci Coach*, 9(3): 553-560.
- ZHOU C J, ZHANG S L, LORENZO C A, et al., 2018. Chinese soccer association super league, 2012—2017: Key performance indicators in balance games[J]. *Int J Perform Anal Sport*, 18(4): 645-656.

(收稿日期:2019-12-31; 修订日期:2021-07-19; 编辑:尹航)