

原创成果

世界女排比赛制胜与技战术关联特征

——基于 Data Volley 4 数据考察和灰色关联分析

石翔宇, 舒为平

(成都体育学院 体育教育学院, 四川 成都 610041)

摘要: 采用 Data Volley 4 和灰色关联分析方法对世界女排比赛制胜关联指标进行考察, 结果显示: 扣球得分与比赛制胜关联度最高, 各队呈现“快强多元”与“立体高效”的进攻体系; 发球凸显“战术强化”与“效率强化”, 成为影响排球比赛的必然因素; 拦网彰显攻防主动性, 强调拦防组织的“区域协作”与“保障效力”, 成为反攻环节的重要支撑; 保障环节强调接发球的绝对到位率, 是支撑“战术特色”和“快速多变”的基础; 组织环节中二传好球数增加了比赛的难预测性, 为制胜创造组织空间; 自失环节中发球失误最具影响力。结合比赛制胜的关联特征, 提出中国女排在巴黎奥运周期的备战策略: ①树立“技术排球”理念, 增强比赛各技术环节的主控性; ②建立“数据排球”智库, 加强对对手备战的持续追踪与数据化备赛; ③坚持“靶向备战”思路, 精准细化备战工作。

关键词: Data Volley 4; 世界女排; 中国女排; 技战术; 巴黎奥运会; 灰色关联分析

中图分类号: G842 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5498(2023)06-0057-10 **DOI:** 10.16099/j.sus.2022.12.14.0001

当前, 世界女排比赛的竞技水平显著提高, 比赛中技战术表现呈现高度的动态性和速度性。人类由于主观性风险、记忆的局限性和量化技术的限制^[1], 很难深度分析比赛中的技战术表现, 准确判断世界女排运动发展趋势^[2]。基于深度数据考察技战术要素组合, 客观呈现世界女排比赛技战术制胜特征, 对比赛制胜起着至关重要的作用^[3]。通过数据分析干预技战术表现, 将进一步推进运动训练科学化进程^[4], 成为国际大赛备战的重要趋势之一^[5], 也是学界追踪的热点。站在巴黎奥运周期的视角, 评估和解析世界女排比赛制胜与技战术的关联特征, 了解世界女排技战术发展趋势既是中国女排备战的理论之需, 也是贯彻《落实贺电精神 提高为国争光能力以赢的目标做好巴黎奥运会备战工作的指导意见》精神, 瞄准追踪主要对手和“赢”在巴黎的实践之需。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以世界女排技战术表现与比赛制胜关联特征为研究对象。根据 2020 年东京奥运会女排比赛成绩和巴黎奥运周期中国女排主要对手及组建情况, 结合国际排联(FIVB)公布的世界排名, 选择美国女排、巴西女排、塞尔维亚女排、土耳其女排和意大利女排在东京奥运会重要比赛的数据(表 1)进行分析。排除了国际排名、实力强弱悬殊的比赛场次, 避免数据“泡沫”干扰。

1.2 研究方法

1.2.1 Data Volley 4 数据分析

Data Volley 具有数据分析与图像呈现功能, 是目前世界上最成熟、最主流、应用最广泛的职业排球统计分析软件之一^[6], 在分析应用中可完整记录比赛中每

收稿日期: 2022-12-14; 修回日期: 2023-04-23

基金项目: 国家体育总局决策咨询研究重大项目(2022-A-04); 四川省社科联(体育社会科学)重点研究基地项目(TY2022217)

第一作者简介: 石翔宇(ORCID: 0000-0002-3135-3955), 男, 河南新乡人, 成都体育学院讲师, 博士研究生; 研究方向: 排球教学训练与技战术分析、职业联赛治理, E-mail: shixiangyu@cdsu.edu.cn

通信作者简介: 舒为平(ORCID: 0000-0003-2585-4400), 男, 四川德昌人, 成都体育学院教授, 博士生导师; 研究方向: 运动项目教学训练理论与实践、中小学体育与青少年健康教育, E-mail: shuweiping@cdsu.edu.cn

表 1 世界女排技战术表现与比赛制胜关联考察对象情况

Table 1 Investigation objects related to the technical and tactical performance of world women's volleyball and the victory of the competition

球队	比赛场数	比赛局数	2020年东京奥运会名次	世界排名
美国女排	5	19	1	4
巴西女排	5	18	2	3
塞尔维亚女排	5	19	3	1
土耳其女排	5	16	5	7
意大利女排	5	22	6	2
合计	25	94		

注: 世界排名为截至2023年2月国际排联公布的最新排名。

次击球事件的技术动作、时间和效果。本文运用 Data Volley 4 专业版进行数据分析, Data Volley 4 是世界一线球队深度挖掘和分析技战术的主流应用版本, 可最大限度地呈现制胜规律特征。世界排球强队美国女排、意大利女排、巴西女排在 20 世纪就已配置 Data Volley, 并将其打造成侦测对手的“利器”。Data Volley 4 打破了传统的单一数字呈现方式, 以区域的合理细分将比赛场地划成 9 个区, 即 1~9 号位, 每个位置又逆时针置 A、B、C、D 4 个域(图 1), 聚集呈现更多技术与效果代码, 逻辑更加清晰, 线路的表达和区域的记录更加精准。

1.2.2 灰色关联分析

灰色关联分析是对系统态势发展变化进行量化分析的方法, 作为一种因素分析方法, 它采用量化方式获

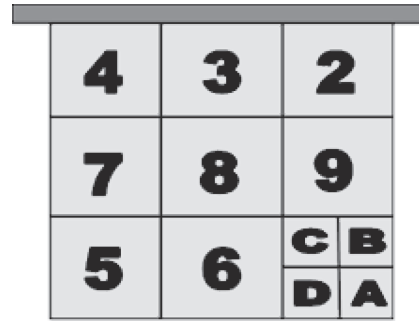


图 1 Data Volley 4 技术统计区域坐标与代码
Figure 1 Data Volley 4 technical statistics regional coordinates and codes

得灰色关联度, 区分系统变量之间关系的密切程度^[7], 寻找各子系统(或因素)之间的关系。本文将选取的排球比赛视为各项技战术指标集合的系统, 虽然借助 Data Volley 4 统计技术可以深度了解各子指标的具体数据和分析情况, 但各子指标的信息仍然不全面、不完整, 呈现灰色特征。欲探究各子指标对系统的贡献测度, 灰色关联分析高度契合。利用 Data Volley 4 数据分析工具获得各球队技战术评价指标(表 2), 可以避免以往对技术统计指标重要程度的主观判断, 使系统中各项指标对比赛制胜的影响结果得以客观呈现。灰色关联分析具有较高的估算精度, 对数据性质和数据量具有较大的适应空间, 对样本数的要求低(不少于 4 即可), 数据可以避免对历史数据和数据分布规律的客观要求, 是选取最优特征集的回归和挖掘数据内部规律的有效方法。

表 2 Data Volley 4 技术指标记录与效果表达
Table 2 Data Volley 4 technical index record and effect expression

技术代码	#(Vote分)	+(Vote分)	!(Vote分)	-(Vote分)	/(Vote分)	=(Vote分)
发球(S)	得分(5)	好球(迫使对方只能进行一点进攻)(3)	—	一般(1)	过网或无攻(4)	失误(-1)
接发球(R)	绝对到位(可组织所有的进攻组合)(5)	到位(三米线内, 可组织一种以上的进攻)(3)	—	只能进行一种强制性进攻(1)	过网或无攻(-1)	失误(-1)
进攻(A)	得分(5)	防守或拦网后无攻(3)	被拦回(2)	一般(1)	被拦死(-1)	失误(-1)
拦网(B)	得分(5)	拦起能攻(3)	拦回(2)	拦起无攻(1)	—	失误(-1)
防守(D)	防起能攻(5)	—	—	防起无攻(1)	防过网(1)	失误(-1)
传球(E)	空网或单人拦网(5)	2~3人拦网(1)	—	不能充分进攻(-1)	—	失误(-1)

注: “—”表示不做统计。

2 世界女排比赛技战术指标与胜率灰色关联度分析

以比赛胜率为参考数列, 以 Data Volley 4 数据分析工具获得的各球队技战术评价指标作为比较

数列, 建立技战术与比赛胜负评价指标体系, 进行灰色关联分析, 进而根据关联度与评价级别间关系判断技战术与比赛胜率的关联作用。操作路线如图 2 所示。

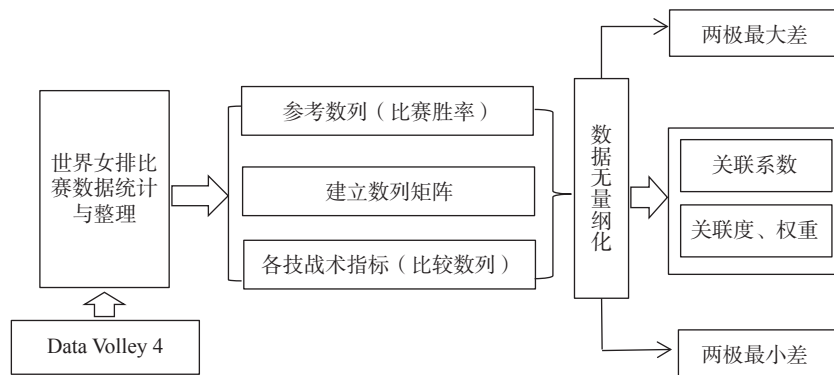


图2 灰色关联分析操作技术路线

Figure 2 Technical path of grey correlation analysis

2.1 设定参考序列与比较序列

基于 Data Volley 4 技术统计理论与分析应用, 采集美国女排、巴西女排、塞尔维亚女排、土耳其女排与意大利女排比赛中涵盖的进攻指标, 包括发球得分、发球破攻、扣球得分、后排进攻数、后排进攻成功率、一攻得分、反攻得分、拦网得分; 组织指标主要为二传好球数; 保障指标包括接发球到位率、防起能攻数; 自失指标包括发球失误、接发球失误、进攻失误率。共 4 个一级指标和 14 个二级指标, 各技战术指标原始数据如表 3 所示。设定各队比赛胜率 $P = x / (x + y)$ (x 为总得分; y 为总失分) 为参考序列, 记为 $x_i(k), i = \{1, \dots, 5\}$; 14 个二级指标为比较序列, 记为 $x_1(k), x_2(k), x_3(k), x_4(k), \dots, x_{14}(k)$ 。

表 3 世界女排各队比赛技战术指标与初始数据

Table 3 Technical and tactical indexes and initial data of teams in world women's volleyball matches

指标	指标单位	美国女排	巴西女排	塞尔维亚女排	土耳其女排	意大利女排
进攻指标	x_1 发球得分	24	18	17	26	15
	x_2 发球破攻	61	73	51	60	56
	x_3 扣球得分	250	213	208	204	184
	x_4 后排进攻数	94	106	93	63	88
	x_5 后排进攻成功率	0.40	0.39	0.44	0.43	0.43
	x_6 一攻得分	137	143	123	163	149
	x_7 反攻得分	118	97	87	101	89
	x_8 拦网得分	61	55	47	65	56
组织指标	x_9 二传好球数	155	140	138	164	132
保障指标	x_{10} 接发球到位率	0.51	0.45	0.41	0.46	0.41
	x_{11} 防起能攻数	170	142	132	198	134
自失指标	x_{12} 发球失误	45	22	50	47	44
	x_{13} 接发球失误	9	11	16	27	8
	x_{14} 进攻失误率	0.14	0.15	0.09	0.08	0.11
名次		1	2	3	5	6
场数		5	5	5	5	5
胜率		0.527	0.530	0.525	0.501	0.498

2.2 原始数据无量纲化

无量纲化是通过数学变换消除原始指标量纲及量级的影响, 使指标数据标准化、规范化的处理方法, 其目的是加强各指标间的接近性, 增加可比性^[7]。将参考序列 x_0 和对比序列 x_{ij} 进行无量纲化操作, 获取归一化矩阵^[8], 采用均值化方法对原始数据进行无量纲化处理, 即用各个原始数据除以各组数据的平均值得到均值化数列, 计算公式如下: $x_i(k) = x_i / x_i^0, i = 1, 2, 3, \dots, 14, i = \{1, \dots, 14\}$, 均值化后的结果见表 4。

表 4 世界女排各队技战术指标均值化处理

Table 4 Average treatment of technical and tactical indexes for world women's volleyball teams

评价指标	美国女排	巴西女排	塞尔维亚女排	土耳其女排	意大利女排
x_0 胜率	1.021	1.027	1.017	0.969	0.965
x_1 发球得分	1.200	0.900	0.850	1.300	0.750
x_2 发球破攻	1.013	1.212	0.847	0.997	0.930
x_3 扣球得分	1.180	1.005	0.982	0.963	0.868
x_4 后排进攻数	1.058	1.193	1.047	0.709	0.990
x_5 后排进攻成功率	0.956	0.933	1.052	1.028	1.028
x_6 一攻得分	0.958	1.000	0.860	1.139	1.042
x_7 反攻得分	1.199	0.986	0.884	1.026	0.904
x_8 拦网得分	1.073	0.968	0.827	1.144	0.985
x_9 二传好球数	1.052	0.951	0.937	1.114	0.944
x_{10} 接发球到位率	1.121	1.008	0.919	1.031	0.919
x_{11} 防起能攻数	1.090	0.915	0.851	1.276	0.863
x_{12} 发球失误	1.081	0.528	1.201	1.129	1.057
x_{13} 接发球失误	0.608	0.743	1.081	1.824	0.743
x_{14} 进攻失误率	1.228	1.315	0.789	0.701	0.964

2.3 计算参考序列和比较序列的绝对差

计算母序列和各子序列之间的差值, 根据表 4 的数据利用公式 $\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_i(k)| (i = 1, 2, 3, \dots,$

14), 将参考序列与比较序列进行比较, 最终得出两级最大差和最小差, 从差值中找出总的两级最大差 $M = \max_i \max_k \Delta_i(k) = 0.855$, 总的两级最小差 $m = \min_i \min_k \Delta_i(k) = 0.001$ 。

2.4 计算世界女排比赛技战术与胜率的灰色关联系数和关联度

运算比较序列和参考序列间关联系数与关联度, 关联度反映曲线间几何形状的差别, 在灰色关联分析中常用的关联度有邓氏关联度、绝对关联度、相对关联度、点关联度、斜率关联度等。本文以邓氏关联度^[8]计算, 依据公式:

$$\gamma x_0(k), x_i(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{\Delta_{ik} + \Delta_{\max}} \quad (1)$$

$$\Delta_{\min} = \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| \quad (2)$$

$$\Delta_{\max} = \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| \quad (3)$$

$$\Delta_{ik} = |x_0(k) - x_i(k)| \quad (4)$$

式(1)~(4)中: Δ_{ik} 为绝对差; Δ_{\min} 为两级最小差; Δ_{\max} 为两级最大差; $\rho \in (0,1)$ 为分辨系数, 它直接影响分析分辨率的因子, 其取值直接决定灰色关联系数的分布情况。分辨系数通常取 $\rho \leq 0.5$, ρ 越大, 表明对 Δ_{\max} 越重视, 各因子对关联度的影响越大; ρ 越小, 表明各因子对关联度的影响越小, 见表 5。

表 5 比赛胜率与技战术的灰色关联系数

Table 5 Grey correlation coefficient between winning rate and technical tactics

类别	x_1 发球得分	x_2 发球破攻	x_3 扣球得分	x_4 后排进攻数	x_5 后排进攻成功率	x_6 一攻得分	x_7 反攻得分	x_8 拦网得分	x_9 二传好球数	x_{10} 接发球到位率	x_{11} 防起能攻数	x_{12} 发球失误	x_{13} 接发球失误	x_{14} 进攻失误率
美国女排	0.705	0.981	0.729	0.915	0.869	0.870	0.706	0.890	0.931	0.811	0.852	0.876	0.508	0.674
巴西女排	0.771	0.697	0.952	0.729	0.820	0.941	0.912	0.879	0.849	0.959	0.792	0.461	0.601	0.596
塞尔维亚女排	0.718	0.715	0.923	0.930	0.924	0.730	0.762	0.692	0.842	0.813	0.719	0.698	0.870	0.652
土耳其女排	0.563	0.939	0.985	0.623	0.878	0.714	0.882	0.709	0.747	0.873	0.582	0.727	0.333	0.615
意大利女排	0.665	0.925	0.816	0.937	0.870	0.847	0.876	0.953	0.954	0.903	0.808	0.821	0.658	1.000

综合各点的关联度系数, 得到比较序列与参考序列之间的关联度 $\gamma(x_0, x_i)$, 确定权重集系数, 公式如下:

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma x_0(k) - x_i(k) \quad (5)$$

$$x_i = \frac{r_i}{\sum r_i} \times 100\% \quad (6)$$

对上述关联系数结果进行加权处理, 通过计算获得世界女排比赛技战术与胜率之间的关联度值和权重, 使用关联度值对 14 个评价指标进行排序。关联度值介于 0~1, 该值越大代表其与“参考值”(母序列)之间的相关性越强, 即意味着其评价越高。从表 6 可以看出, 扣球得分评价最高(关联度为 0.882), 其次是后排进攻成功率(关联度为 0.872)。各项指标影响程度依次为扣球得分>后排进攻成功率与接发球到位率>二传好球数>发球破攻>反攻得分>后排进攻数>拦网得分>一攻得分>防起能攻数>发球失误>进攻失误率>发球得分>接发球失误。

3 分析与讨论

3.1 进攻指标对世界女排比赛的影响

进攻指标与参考函数高度相关, 在比赛的得分结

表 6 比赛胜率与技战术的灰色关联度和权重

Table 6 Grey correlation degree and weight of winning ratio and technical tactics

评价项	关联度	权重	排名
x_3 扣球得分	0.882	0.079	1
x_5 后排进攻成功率	0.872	0.078	2
x_{10} 接发球到位率	0.872	0.078	3
x_9 二传好球数	0.865	0.077	4
x_2 发球破攻	0.852	0.076	5
x_7 反攻得分	0.828	0.075	6
x_4 后排进攻数	0.827	0.074	7
x_8 拦网得分	0.825	0.074	8
x_6 一攻得分	0.821	0.073	9
x_{11} 防起能攻数	0.751	0.067	10
x_{12} 发球失误	0.717	0.064	11
x_{14} 进攻失误率	0.708	0.063	12
x_1 发球得分	0.685	0.062	13
x_{13} 接发球失误	0.594	0.053	14

构中得分作用和效率最高。本文考察了包含扣球得分、后排进攻成功率、发球破攻、反攻得分、拦网得分、一攻得分、后排进攻数、发球得分在内的 8 个指标。随着世界女排技战术发展和运动员能力的整体提升, 进攻环节在排球比赛中的作用越来越显性化。

3.1.1 追求“快强多元”的强势进攻

在比赛中各队扣球得分能力突出, 扣球得分平均

为 211 分，其中奥运冠军美国女排 5 场比赛获得 250 分，扣球得分占得分系统的 57.73%。奥运会前三名球队扣球得分在得分系统中均占 50% 以上，共现特征明显。各球队扣球得分对世界女排比赛的制胜影响力最大，其关联度最高($r=0.882$)，扣球得分在得分系统中权重最大(0.079)。强势的进攻能力在一攻和反攻阶段体现明显。一攻阶段发球取决于对手，具有较低的干扰背景和可预测性^[9]。反攻阶段与一攻阶段不同的是防守反击之前将面临对手的进攻组织，由于进攻比发球更不稳定，所以反攻阶段会面临更大的干扰和不可预测性。基于数据事实与实践，各队注重在反攻阶段形成节奏快、力量强、进攻点多元的进攻网络，获取有利“攻击面”，创造进攻得分优势。如：美国女排局均反攻得分为 6.2 分，为各队最高；土耳其女排局均反攻得分 4.5 分，为各队最低。反攻得分($r=0.828$)的关联程度大于一攻得分($r=0.821$)，反攻阶段得分高者其名次和胜率呈正向反馈，在世界女排比赛中反攻得分能力成为评价球队进攻能力的重要指标。扣球作为最有效的进攻技术，是最主要的得分手段^[10]。为了提高扣球得分能力，各国女排教练员一方面极为关注进攻效率指标，另一方面也表现出对球队进攻效率是否得益于攻手表现的均衡性和多元进攻点的高效性的综合考量，这是球队建设“快强多元”进攻体系的关键。

3.1.2 突出构建“立体高效”的后攻体系

后排进攻成功率成为球队制胜的重要关联指标($r=0.872$)。各球队主动运用后排进攻的比例加大。比

赛中各队参与后排进攻平均近 90 次，场均近 20 次，巴西女排和美国女排局均运用后排进攻次数最多(图 3)。除了运用频次较高外，后排进攻也有着较高的成功率，整体保持在 42% 左右，意大利女排的后排进攻成功率最高(44%)。从局部到系统，后排进攻在世界女排进攻体系中特征明显：①后 2 进攻(如图 1 所示 9 号位)整体多于后 3 进攻(如图 1 所示 8 号位)，塞尔维亚女排、意大利女排和美国女排均以超 60% 的高比例在后 2 发动进攻。研究^[11]表明，接应队员参与进攻行动次数最多、承担着后排较大比例的进攻，是进攻体系中贡献最大和最有效的球员，其次是主攻。强力接应在形成球队技战术风格和“盘活”进攻体系方面的作用明显，这也是当前欧美国家女排进攻体系的典型特征。②各队在依托暴露性后排强攻外，还充分利用副攻的跑动，形成更多“组合式”“结合部”的后排进攻，成功率高于暴露性后排进攻，后排进攻的战术性和后攻体系的威慑性增强。③各队调整后攻依然保持着较高的成功率，如美国女排、塞尔维亚女排、意大利女排调整后攻的成功率均在 50% 以上。④后排进攻的区域线路分布特征明显(图 3)。美国女排线路多元，呈“三叉型”；巴西女排、塞尔维亚女排后排进攻线路“主斜兼直”“打吊兼备”，落点主要集中在 1 号位、9 号位 A 区和 5 号位 D 区；土耳其女排呈现“后 3 主斜，后 2 主直”，落点集中在 1 号位 A 区和 B 区，同时兼具扣、吊直线 5 号位 D 区和 7 号位 C 区；意大利女排后排进攻呈现“主直兼斜”，直线区域，落点集中在 5 号位 D 区，斜线辅之，伴随大量“打手出界”。

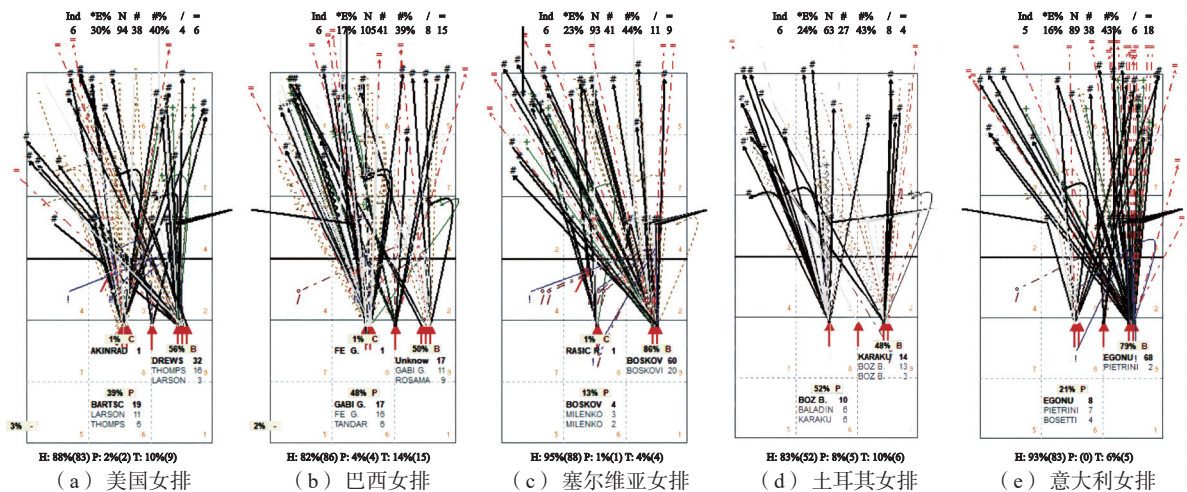


图 3 世界女排各队后排进攻线路与效果

Figure 3 The attacking lines and effects of the back row for world women's volleyball teams

注：*E% 表示效率，N 表示次数，# 表示得分，#% 表示得分率，/ 表示被拦死，= 表示失误，H 表示强攻，P 表示轻拍或搓打，T 表示吊球。

随着世界女排男子化主流趋势的推动和数据分析技术的应用, 球队前排战术进攻的组织与分布易被掌握。为此, 各队构建“立体高效”的后攻体系, 支撑球队整体性进攻体系, 打破对手盯拦的制衡, 不断强化“暴露性强攻”与“战术性奇攻”的趋势愈加明显。

3.1.3 凸显发球的“战术强化”与“效率强化”

发球是比赛进攻的开始, 是得分的技术手段^[12]。发球在排球比赛中的进攻性和战术性越来越强, 各球队以发球作为最主动进攻技术和战术在比赛中高效使用, 各队的发球得分普遍集中在每场比赛 3~5 分, 差异细微。发球破攻数最高为巴西女排 73 个, 最低为塞尔维亚女排 51 个。但反观发球失误, 巴西女排 22 个为最少, 塞尔维亚女排 50 个为最多。综合各队发球得分、失误和破攻数来看发球效率差异明显。发球破攻($r=0.852$)与发球失误($r=0.717$)的制胜关联度高于发球得分($r=0.685$), 揭示了发球效率与比赛胜率的关系。各队均加强了对发球的针对性布置, 尤其是发球线路和落点的部署, 发球区域关系中各球队整体表现为 45.63% 的落点集中于 7 号位和 9 号位, 这也是各球队发球破攻率最高的区域, 以此使对手“卡轮”。

现代排球首先强调的是发球, 如美国女排主教练基拉里曾在美国排球教练员年会上谈到, “发球能力是排球得分系统中需要的首要能力”。研究^[13]证实, 一支球队发球好, 其关键在减少发球失误和提高发球破攻率。在提高发球效率上各队普遍采用不断优化速度在发球技术上的表现, 另外为了强化发球的战术性质, 通常采用主动换人发球, 冲击对手接发环节和一攻体系, 遏制战术快攻或快强攻的有效组织。

3.1.4 强调拦防组织的“区域协作”与“保障效力”

通过拦网分析, 美国女排的拦网效率最高, 每场比赛拦网得分高达 12 分。巴西女排、塞尔维亚女排和意大利女排在拦网得分环节效率虽不是最高, 但在拦起和拦回环节具有较高的效率, 场均拦死、有效拦起和拦回效率达 43.62%, 整体表现为拦网得分与胜率的较高关联($r=0.825$)。拦、防作为比赛中防守反击的第一道防线和生命线, 其保障效力的体现: 一方面得益于各球队不断强调拦网技术、移动技术和预判取位的综合运用, 注意在防守反击环节积极形成针对重点进攻人的三人拦网; 另一方面注重强化防守区域与拦网行动的协作, 如副攻发球后的防守部署。在巴黎奥运周期新规则的修改中拦网技术在网口的主动性进一步体现,

在空间和时间上拓展了网口的纵深。各队在比赛中不断提高拦网队员与防守队员之间“把边压底”的区域协作和拦防环节的整体性, 以有效拦网保障球队获得好的防守位置, 提高防守反击的流畅性。

3.2 组织指标对世界女排比赛的影响

数据^[14]表明, 二传球是影响女排比赛成绩的一项重要技能。二传好球数是研究组织评价的唯一指标, 其标准是二传组织创造空网或单人拦网的行动。统计发现, 美国女排和土耳其女排在比赛中二传好球数较多, 每场比赛创造 30 多次有利进攻形势。各队二传好球数与比赛成绩整体呈正向相关趋势, 与胜率的相关度较高($r=0.865$)。从各球队 400 多次二传组织数据看, 欧美球队二传组织整体呈现以 4 号位和 2 号位两边拉开占比大、中间副攻加压占比小的特点。土耳其女排二传组织副攻发动进攻的比例最高, 达到 20%; 塞尔维亚女排二传在组织 2 号位和后排 2 号位的数据高达 26%, 是二传与接应联系比例最高的球队。在渡轮中二传擅长组织一传不到位的远网快攻和副攻掩护的后排攻以打破制衡。

当前, 世界女排比赛各队二传进攻组织除了凭借空间位置的牵动外, 更加充分运用时间节奏的变化。也有研究^[14-16]支持使用快速进攻的节奏提高进攻得分概率的观点。各队为提高进攻效率, 伴随产生了快节奏的组织。传球时间的减少对于边攻的影响最大, 边攻的扣死概率会显著增加。后排 2 号位进攻在 0.94 s 时的扣死概率为 57%, 如果二传球时间减少到 0.85 s, 扣球成功率则将提高到 60%^[15]。当前各国女排二传借助以短平快为主的前快, 辅以长背飞作背后牵制, 形成副攻两翼平快跑动, 为边攻创造快强攻的纵深空间, 实现对手空网、单人拦网或不充分两人拦网等有利条件进行战术组织。

3.3 保障指标对世界女排比赛的影响

3.3.1 接发球到位率支撑“战术特色”和“快速多变”

在进攻体系中接发球是非常重要的技术环节, 本文以接发球绝对到位率进行指标考察。各队在整体接发球数据方面呈现较大差异, 美国女排和巴西女排在接发球绝对到位上表现出较大优势, 美国女排以 51% 的接发球绝对到位率领先各队, 其他球队的接发球绝对到位率基本保持在 43% 左右。在接发球效率排行中, 美国女排占了前五名中的三席, 分别为第一名

巴奇(132次, 到位率 70.59%)、第四名拉尔森(108次, 到位率 68.35%)、第五名奥兰特斯·王(102次, 到位率 74.45%)。数据客观地揭示了接发球绝对到位率与比赛制胜具有较高的关联度($r=0.872$), 在制胜系统中有着非常重要的地位, 是确立形成球队特色进攻体系、组织快速多变打法的重要支撑。接发球处于一个更加稳

定和可预测的阶段^[17]。自由人在接发球环节的参与将有效促进一攻系统, 在接发球环节中意大利女排自由人参与比例较高, 其他球队主攻的参与占比较高。在对 9 个接发球区域的分析中, 数据集中反映出 7 号位是核心主接区域(如图 4 所示, 在该区域接发球的比例在 30% 左右, 成为各队接发球环节的重点关注区域)。

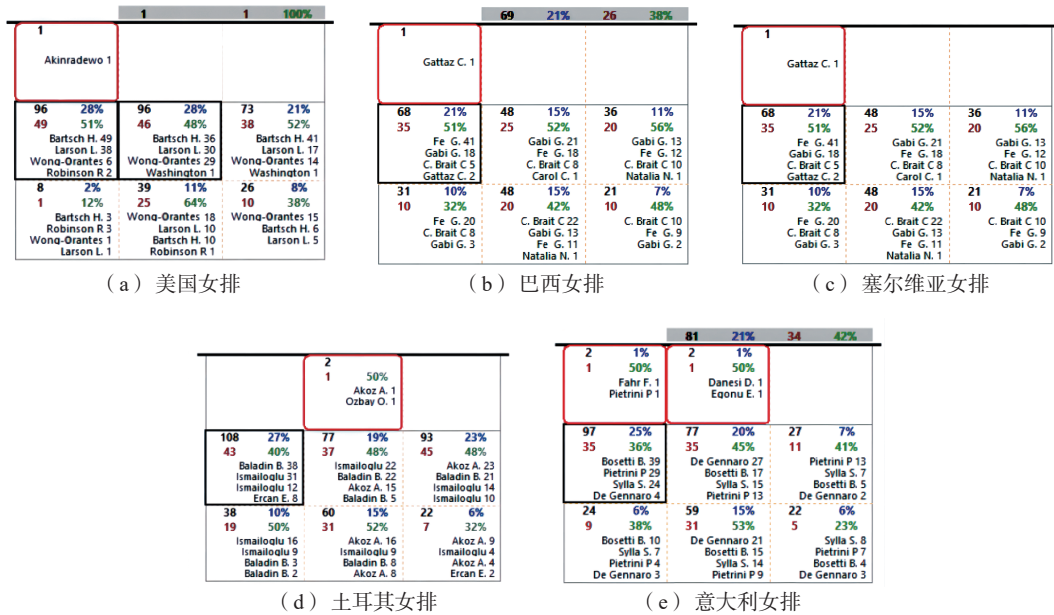


图 4 世界女排各队接发球区域与效果

Figure 4 Receiving area and effect for world women's volleyball teams

注: 黑色框表示频数最高区, 红色框表示频数最低区; 黑色数字表示区域接发球总次数, 蓝色数字表示区域接发球次数占比, 红色数字表示区域接发球绝对到位数, 绿色数字表示区域接发球绝对到位率。

3.3.2 防守效果决定防守反击的效力

防守作为比赛过程中的技术行动, 其主要目的是消解对手的进攻。防起能攻数在比赛制胜中关联度为 0.751, 是保障环节重要的技术指标。各队均有较高的起球数, 但效果差异明显。防起能攻数是防守反击中组织有效战术进攻的指标, 美国女排、巴西女排和土耳其女排在该项数据(表 3)中表现突出。从防守区域整体数据分析, 1 号位、9 号位、7 号位、5 号位和 6 号位是防扣球发生频数最高的区域。在防守效果中, 横向防守区域之间存在显著关联, 自由人在 5 号位防守作用明显^[18]。自由人在 5 号、7 号区域中的防守频率较高, 防起能攻率高达近 60%。防守效果与团队中运动员的战术互动水平密切相关^[19], 是成就球队实现反击速度快、副攻掩护作用强和进攻成功率高的决定性一环。

3.4 自失指标对世界女排比赛的影响

失误即失分是排球比赛的规则“使然”, 谨慎处理

每一个球成为排球比赛的“应然”。在得分结构中失误直接影响比赛的胜负。以发球失误、进攻失误率、接发球失误 3 项指标评价球队自失: ①发球失误影响力超过发球得分。发球失误影响比赛胜率的相关度为 0.717, 其关联排序在发球得分($r=0.685$)之前。各队在比赛中整体表现出较多的发球失误, 但各球队发球失误并未与发球得分呈现线性相关。如: 美国女排的发球得分为 24 分, 而发球失误为 45 分; 意大利女排发球得分为 15 分, 而发球失误为 44 分。②进攻失误率成为评价进攻效果的综合参考。进攻失误率主要集中在被动失误(如被拦死)和主动自失等, 在数据比较中发现进攻失误率与队伍成绩有着较大关系, 成绩好的球队进攻自失控制相对较好, 一般能够控制在 7% 左右。在对手拦网造成的被动失误中, 各球队差异较小且与成绩未产生明显关系。③接发球直接失误较少。虽然接发球直接失误指标可能未对比赛产生决定性影响, 但关键比分和关键局的接发球失误产生的恶性“连

锁效应”将成为比赛“卡轮”现象的导火索,控制接发球失误逐渐成为教练员团队关注的重点。

4 巴黎奥运周期中国女排备战思考

世界女排发展迅猛,技战术演化多元、高效,具有实施快速、不可预测的进攻和倡导高速度、威胁性发球的显著趋势^[20]。美国女排、巴西女排、塞尔维亚女排、土耳其女排、意大利女排等欧美强队阵容稳定,是巴黎奥运周期中国女排的主要对手^[21],考察主要对手技战术指标在制胜关联中的特征与趋势,可为中国女排备战参赛提供应对参考。

4.1 树立“技术排球”理念,增强比赛各技术环节的主控性

一支队伍的整体表现取决于诸多因素,其中影响比赛胜负的决定性因素是技术表现^[22]。对标世界女排的发展趋势与技战术关联性特征,中国女排需要在技战术环节上不断优化。①进攻环节:扣球得分是比赛制胜最重要的指标,后排进攻作为进攻体系的重要体现,具有较强的制胜影响力。中国女排在巴黎奥运周期备战应注重提升后排进攻在战术体系中的运用,尤其强化接应位置在进攻体系中的支撑作用和贡献能力,避免对核心攻手的过度依赖^[23],提高后排进攻成功率。后排进攻和更高效的发球成为世界女排发展的主要趋势^[24]。在发球技术环节,中国女排应积极保持发球控制能力强、执行效果突出的优势,通过优化速度和落点选择,增强发球威胁性,提高发球破攻率,实现比赛中对欧美球队一攻环节的压制。此外,还要避免追求极致线路造成主动发球失误的增多。②保障环节:7号位为接发球重点区和高频破攻区,注意和增强该区域队员的接发球能力训练,提升主攻在一攻环节的接发球贡献力;在拦防过程中加强核心攻手在不同位置的协作配合,增强防守反击能力。③组织环节:注重二传队员的考察,在备战实践中投入使用二传战术探索程序 SeTTEX(Second Touch Tactical Exploration),利用其战术协助功能增强对对手二传战术行为的监测、追踪,利用其虚拟教练功能加强二传应变能力训练,提高创造“好球数”的能力;强化组织进攻节奏训练,进攻的节奏是破坏拦网的决定性因素^[25],应增强破坏对手防守阵型的成功率,实现进攻节奏的主动把控。针对欧美球队移动速度和弹跳能力优势,中国女排需加强优化调整球的攻传间配合,

压缩调整传球的空间结构,充分调动攻手的多点跑动,创造更多进攻组织绩效。

4.2 建立“数据排球”智库,加强对对手备战的持续追踪与数据化备赛

大约 30%~40% 的运动训练是针对对手的战术而准备的^[26]，“知彼”是现代竞技体育备战中极为重要的环节。东京奥运周期,美国女排的成功与美国奥运备战历来重视搜集竞争对手的备战信息和对重点对手的精细化研究,精准分析对手的技战术特点,提高备战的精细性和科学性分不开^[27]。针对巴黎奥运周期的备战:建设技战术数据服务平台,用于对欧美球队核心球员、潜在威胁性球员备战状态的追踪以及周期、赛季甚至每一场比赛中的数据评估分析;对教练员临场指挥、战术布置等习惯特征实现竞争分析全覆盖,以数据智库促进对手技战术情报追踪和指导备战中人才选拔、临场指挥实践,提升组织备战过程的效能。

4.3 坚持“靶向备战”思路,精准细化备战工作

在非常规周期和后疫情时代的多赛事高强度备战情况下,应坚持目标靶向,拆解备战各环节难题。在技术服务层面,以“强项更强,补齐短板”为指引,充分发挥中国女排历史成功经验中“陪练团”的优良传统,针对各技术环节更好应对欧美主要对手冲击,建立陪练队,如针对年轻球员外赛历练不足,利用联赛“搭台”建立外籍球员陪练队。在身心监测层面,中国女排肩负着 2024 年巴黎奥运会“翻身”的历史使命和压力。注重心理能力和精英球员素养的备战,常规训练要注重在心理压力下进行,努力在训练中创造甚至比比赛更大的心理压力环境^[28],形成对竞争压力的适应。在比赛期和备战训练中对训练负荷和球员健康(疲劳、压力、抑郁、肌肉酸痛或睡眠)进行监测、管理或预测,实现备战工作的程序化、精细化和科学化。

5 结束语

国际排联成立以来,世界女子竞技排球不断呈现技战术迭代升级的时代具象,技战术不断创新演化,比赛制胜因素愈趋复杂。本文综合考察世界女排比赛制胜与各项技战术指标的关联特征,揭示其在比赛得分结构中的作用和效率,分析世界女排发展的新趋势和新规律,以此启迪我国竞技排球后备人才科学化训练,

有益于中国女排规避备战短板风险,助力中国女排在2024年巴黎奥运会上实现成绩突破。

作者贡献声明:

石翔宇: 提出论文选题、框架,统计、分析数据,撰写、修改论文;

舒为平: 修改论文框架,修改、审核论文。

参考文献

- [1] BUTTERWORTH D A, TURNER J D, JOHNSTONE A J. Coaches' perceptions of the potential use of performance analysis in badminton[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2012, 12(2): 452-467
- [2] KRAAK W, MAGWA Z, TERBLANCHE E. Analysis of South African semi-elite rugby head coaches' engagement with performance analysis[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2018, 18(2): 350-366
- [3] 易清,黎涌明,张铭鑫,等. 运动表现分析: 过去、现在与未来[J]. *上海体育学院学报*, 2023, 47(2): 88-103
- [4] 黎涌明,韩甲,张青山,等. 我国运动训练学亟待科学化: 青年体育学者共识[J]. *上海体育学院学报*, 2020, 44(2): 39-52
- [5] KNUDSON D, MORRISON C. Qualitative analysis of human movement[J]. *International Journal of Volleyball Research*, 2002, 5(1): 13-17
- [6] LIANG L Z, CHENG X N, IKENAGA T. Team formation mapping and sequential ball motion state based event recognition for automatic Data Volley[C]. 16th International Conference on Machine Vision Applications (MVA), IEEE, 2019: 27-31
- [7] 付雅芳,杨任农,刘晓东,等. 基于灰色关联分析的软件工作量估算方法[J]. *系统工程与电子技术*, 2012, 34(11): 2384-2389
- [8] 郭亚军. 综合评价理论、方法与拓展[M]. 北京: 科学出版社, 2012: 11-14
- [9] SÁNCHEZ M, GONZÁLEZ-SILVA J, ECHEVERRÍA C F, et al. Participation and influence of the libero in reception and defence, in volleyball U-19[J]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2019, 19(73): 45-62
- [10] 舒为平,石翔宇,任静涛,等. 备战里约奥运会: 中国女排技战术特征研究[J]. *成都体育学院学报*, 2016, 42(2): 69-75
- [11] LIMA R, PALAO J M, MOREIRA M, et al. Variations of technical actions and efficacy of national teams' volleyball attackers according to their sex and playing positions[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2019, 19(4): 491-502
- [12] 国家体育总局科教司, 中国排球协会. 排球教练员岗位培训教材(高级)[M]. 北京: 人民体育出版社, 2018: 77
- [13] BAKHRAMJON K, DILSHOD A. Assessment and interpretation of attacking actions in volleyball[J]. *Texas Journal of Multidisciplinary Studies*, 2022(7): 11-14
- [14] MISKIN M, FELLINGHAM G, FLORENCE L. Skill importance in women's volleyball[J]. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 2010, 6(2): 17-23
- [15] FELLINGHAM G M, HINKEL L J, HUNTER I. Importance of attack speed in volleyball[J]. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 2013, 9(1): 87-96
- [16] ISABEL M, PALO M J, MARCELINO R, et al. Perform analysis in indoor volleyball and beach volleyball[M]// *Routledge handbook of sports performance analysis*. London: Routledge, 2013: 367-379
- [17] CASTRO J, SOUZA A, MESQUITA I. Attack efficacy in volleyball: Elite male teams[J]. *Perceptual and Motor Skills*, 2011, 113(2): 395-408
- [18] RENTERO L, JOÃO P V, MORENO M P. Analisis de la influencia del libero en diferentes fases del juego en voleibol[J]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 2015, 60(2015): 739-756
- [19] IERMAKOV S, YERMAKOVA T, WNOROWSKI K, et al. Beach volleyball athlete training trends of Russian-language scientific resources: A systematic review[J]. *Physical Education of Students*, 2021, 25(5): 319-338
- [20] ALINA R. Trends regarding the role of the setter in volleyball[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2017(4): 103-106
- [21] 许云峰. 中国女排开启巴黎奥运周期[N]. *环球时报*, 2022-06-07(12)
- [22] DRIKOS S, KOUNTUOURIS P, LAIOS A, et al. Correlates of team performance in volleyball[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2009, 9(2): 149-156
- [23] 石翔宇. 中国女排竞技成绩影响因素: 基于2013—2021奥运周期的阶段性实践探究[J]. *成都体育学院学报*, 2022, 48(2): 93-99
- [24] BUSCÀ B, MORAS G, PEÑA J, et al. The influence of

- serve characteristics on performance in men's and women's high-standard beach volleyball[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2012, 30(3): 269-276
- [25] JOSÉ A, ISABEL M, RUI M, et al. Analysis of the setter's tactical action in high-performance women's volleyball[J]. *Kinesiology*, 2010, 42(1): 82-89
- [26] NECULAI H. The importance of using the "Data Volley" software and of the "Data Video" system in the tactical training of the middle blocker for official games[J]. *Journal of Sport Sciences*, 2022(8): 17-29
- [27] 彭国强, 杨国庆. 世界竞技体育强国重点项目奥运备战举措及对我国备战东京奥运会的启示[J]. *体育科学*, 2020, 40(2): 3-14
- [28] LEHNERT M, CHMELIK F, et al. Differences in sport training and coaching of Czech top level volleyball teams from the perspective of current knowledge and trends[C]. *The 3rd International Society for the Social Sciences of Sport Conference*, 2011: 35-38

Correlation Between Winning and Technique and Tactics in World Women's Volleyball Competitions:

Based on Data Volley 4 and Grey Correlation Analysis

SHI Xiangyu, SHU Weiping

Abstract: The correlation indicators for winning in world women's volleyball competitions were examined by using grey correlation analysis and Data Volley 4. The results show that spike scores has the highest correlation, and each team presents an attacking system of "fast, strong, diverse" and "three-dimensional and efficient". Serving has become the primary emphasis in the volleyball competitions, highlighting "tactical" and "efficacy". Blocking highlights the initiative of attack and defense, emphasizing the "regional cooperation" and "guarantee efficacy" of blocking organizations, an important support for the counterattack process. Besides, the guarantee section emphasizes the absolute accuracy of receiving and serving the ball, which is the foundation for supporting "tactical" and "rapid and changeable". The number of good passes in the organizational process enhances the unpredictability of the game, creating organizational space for victory while service errors are the most influential in the self loss process. The measures for Chinese Women's National Volleyball Team in the preparations for Paris Olympic cycle are thereafter proposed: ① Establish the concept of "technical volleyball" to enhance the dominance of various technical links in the competition; ② Establish a "data volleyball" think tank to strengthen the continuous tracking and data-driven preparation of opponents; ③ Adhere to the concept of "targeted preparation" and accurately refine the preparation work.

Keywords: Data Volley 4; world women's volleyball; Chinese Women's National Volleyball Team; technique and tactics; Paris Olympic Games; grey correlation analysis

Authors' address: School of Physical Education, Chengdu Sport University, Chengdu 610041, Sichuan, China