

世界高水平男子排球比赛攻防能力的等级评价研究

——以2022世界排球锦标赛为例

阿力木江·依米提·塔尔肯,李 谦,高 刚
(新疆师范大学体育学院,新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要:以2022世界男排锦标赛24支队伍为研究对象,运用文献资料法、录像分析法和数理统计法等研究方法,对各国男排攻防指标进行等级评价,分析中国队与世界强队的攻防能力。结果显示:各队伍的进攻、防守和攻防 WRSR 值分布在 B、C、D 三个水平,波兰、巴西、法国、乌克兰、阿根廷、塞尔维亚、荷兰队的进攻 WRSR 值位于 B 级,中国队为 C 级。防守和攻防 WRSR 值达到 B 级水平的队伍仅为前 4 强,中国队虽均为 D 级,但处于 D 级的中上游水平。各队进攻、防守和攻防 WRSR 值与最终排名均呈显著相关,具有统计意义($P < 0.01$)。2022 年世界男排锦标赛各队共分为 5 档,防守和攻防能力第 1 档的队伍均包括前 4 强,这 4 支队伍代表了现今世界排球队伍的最高水平。前 4 强的意大利队和斯洛文尼亚队的进攻能力分别位于第 2 和第 3 档,这两支队伍进攻能力略显不足,但依靠卓越的防守能力进行了弥补。中国队也是一支防守实力相对较强的队伍,进攻能力处于第 5 档,防守能力处于第 4 档,整体实力处于第 4 档。2022 世界男排锦标赛高水平强队技战术特征为:扣球进攻位置多样化;发球攻击性强;拦网技术全面、配合默契、得分能力强。

关键词:世界男排锦标赛;攻防能力;非整数秩和比法;等级评价

中图分类号:G 842

文献标识码:A

文章编号:1007-7413(2024)04-0069-12

A Study on Grade Evaluation of the Offensive and Defensive Ability of High Level Men's Volleyball Match: the Example of 2022 Volleyball Men's World Championship

ALIMUJIANG · Yimiti · Taerkin, LI Qian, GAO Gang

(Physical Education Department, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: Taking 24 men's volleyball teams in the 2022 Volleyball Men's World Championship as the research object, using the research methods of literature reviewing, video analysis and mathematical statistics, this paper evaluated the offensive and defensive indicators of men's volleyball teams in various countries, analyzed the offensive and defensive ability of Chinese teams and world strong teams, and put forward some suggestions. Results: The offensive, defensive and offensive-defensive WRSR values of each team are distributed at B, C and D levels, with Poland, Brazil, France, Ukraine, Argentina, Serbia and the Netherlands at the B level and China at the C level. The defensive and offensive-defensive WRSR values reached the B level for the top 4 teams only, and the Chinese team is in the middle and upper level although they are all at the D level. The offensive, defensive and offensive-defensive WRSR values of each team were statistically significant about the final ranking ($P < 0.01$). All teams were divided into 5 classes, and the first grade of defensive and offensive-defensive ability included the top 4 teams, which represented the highest level of volleyball teams in the world today. The offensive ability of Italy and Slovenia were top 4 teams were located in the 2nd and 3rd class, respectively. They were slightly lacking in offensive ability, but rely on excellent defensive ability to make up for it. China was also a team with stronger defensive ability, with offensive ability in the 5th class, defensive ability in the 4th class and overall in the 4th class. The technical and tactical characteristics of high-level strong teams in the 2022 FIVB Volleyball Men's World Championship were as follows: The attacking point of the

收稿日期:2023-04-24

基金项目:国家社会科学基金项目“大思政视域下新疆高校‘以体育人’实施路径研究”(21BTY104);全国教育科学规划课题(FLB170652)

第一作者简介:阿力木江·依米提·塔尔肯(1979—),男,维吾尔族,新疆库车人,副教授,硕士生导师。研究方向:体育教育训练学、体质与健康。

smash was changeable and the route was diversified; the service was very aggressive; block awareness was high and the location was accurate.

Key words: 2022 Volleyball Men's World Championship; offensive and defensive ability; non integer rank sum ratio method; grade evaluation

2022 年 9 月 12 日, 2022 年世界男排锦标赛落下帷幕, 意大利男排和波兰男排分获冠军和亚军, 巴西男排和斯洛文尼亚男排分获季军和第四名, 中国队名列最后一名。目前针对排球竞技的研究大多集中于攻防等技术指标的分析, 对世界各强队的竞技实力进行直观等级评价, 以此清晰和明确地了解中国队和其他队伍总体差异的相关研究屈指可数^[1-2]。因此, 本文以 2022 年世界男排锦标赛包括中国男排在内的 24 支排球队共 52 场比赛, 包括中国队的 3 场比赛的攻防技术指标为研究对象, 对各队的攻防能力进行等级评价, 并分析中国男排与世界高水平排球队的竞技实力差异, 探讨中国男排的优劣势, 提出合理化建议, 以增强中国男排的竞技实力及为男排的训练提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

将 2022 年世界男排锦标赛 (Volleyball Men's World Championship) 各队的攻防指标作为研究对象, 数据来源于国际排联官网 (<http://www.fivb.org/>)。选取扣球得分、扣球成功率、发球得分、发球失误、接发球到位和接发球失误 6 项指标来评价男排队伍的进攻能力; 拦网得分、拦网成功率、救球总数、成功救球和拦网失误 5 项指标评价防守能力; 攻防总体水平由 11 个指标合计评价。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

查阅中国知网的核心期刊、优秀博士论文和 SCI、SSCI, 了解当前中外男排的最新研究焦点和现状, 分析世界强队和中国队的技战术水平, 评估等级评价在中国排球运动中的应用潜力和实践可行性, 为相关研究提供理论支持。

1.2.2 录像分析法

对意大利、波兰、巴西和斯洛文尼亚 4 支队伍的 4 场奖牌争夺赛的录像进行逐帧观察与分析。

1.2.3 数理统计法

使用 SPSS26.0 软件进行统计, 各指标以频数或百分比的形式表示。皮尔逊相关分析用来估计 24 支

队伍的成绩排名与其进攻、防守和攻防 WRSR 值排名的相关性。将各队伍的 WRSR 值由小至大排序, 计算 Probit 值后, 将其作为自变量, 因变量是 WRSR 值, 进行一元回归线性分析, 得出 3 个回归方程, 并做出相应的散点图, 随后根据方程代入值将各支参赛队伍的 WRSR 值划分为 5 档。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

1.2.4 非整秩次秩和比法

由于秩和比法 (RSR) 对极端值不敏感^[3], 因此“非整秩次秩和比法”被提出, 此方法所编秩次除了最大和最小指标值必为整数外, 其余秩次为非整数^[4]。虽然目前此方法在体育领域内也得到广泛应用^[5-7], 但针对排球方面的研究较少^[1-2,8]。具体计算方法为:

通过公式 (1) 和 (2) 编秩原始数据, 式中 R 为秩次, n 为样本数 (24), X 为原始值, X_{\min} 、 X_{\max} 分别为最小和最大值。其中进攻指标和防守指标中的发球失误和接发球失误属于低优指标, 即失误次数越多, 表示发球和接发球水平越低, 其他指标均为高优指标。

(1) 高优指标的非整秩次 $R: R = 1 + (n - 1)$

$$\frac{XX_{\min}}{X_{\max}X_{\min}};$$

(2) 低优指标的非整秩次 $R: R = 1 + (n - 1)$

$$\frac{X_{\max}X}{X_{\max}X_{\min}};$$

$$(3) \text{WRSR} = \frac{\sum R}{mn} \quad (m \text{ 为评价指标数});$$

依据计算出的 WRSR 值, 将各队伍的攻防能力分为 A、B、C、D、E, 5 个等级 (表 1)。

表 1 WRSR 值综合评价等级标准

等级	A	B	C	D	E
WRSR 值	0.8 以上	0.6 ~ 0.8	0.4 ~ 0.6	0.2 ~ 0.4	0.2 及以下

注: 按照合理分档原则均分为 5 档, B、C、D 档不包括下限

2 结果分析

2.1 2022 世界男排锦标赛各队进攻能力评价分析

进攻是排球运动中最重要得分方式^[9], 是衡

量一支队伍竞技水平高低的主要因素^[9-10]。

由表 2 显示,24 支参赛队伍中,没有进攻能力为 A 级水平的队伍,除了突尼斯队的进攻能力为 D 级外,波兰、巴西、法国、乌克兰、阿根廷、塞尔维亚、荷兰队为 B 级,其余队伍为 C 级水平。进攻 WRSR 值前 3 名是巴西、法国和乌克兰队,WRSR 值是 0.661 5、0.658 6 和 0.647 9,第 4 名是波兰队,WRSR 是 0.646 9,可以看出前 4 名的 WRSR 值较为接近,但是排名第一的意大利队进攻能力仅处于 C 级水平。中国队的进攻 WRSR 值是 0.400 7,与前 4 强还有较大差距。

表 2 2022 世界男排锦标赛各参赛球队进攻能力 WRSR 值

国家	扣球得分*	扣球成功率*	发球得分*	发球失误 [△]	接发球到位*	接发球失误 [△]	WRSR 值	WRSR 等级
意大利	308(20.11)	49.44(16.56)	25(11.98)	109(5.04)	64(10.81)	22(13.38)	0.540 9	C
波兰	353(24.00)	52.22(21.28)	48(24.00)	125(1.00)	77(14.80)	28(8.08)	0.646 9	B
巴西	345(23.31)	53.16(22.87)	36(17.73)	93(9.09)	75(14.19)	28(8.08)	0.661 5	B
斯洛文尼亚	310(20.28)	45.45(9.81)	29(14.07)	99(7.57)	78(15.11)	36(1.00)	0.471 1	C
法国	273(17.08)	51.03(19.26)	28(13.55)	113(4.03)	107(24.00)	18(16.92)	0.658 6	B
美国	250(15.09)	51.87(20.68)	28(13.55)	75(13.64)	40(3.45)	18(16.92)	0.578 7	C
乌克兰	217(12.24)	51.91(20.76)	35(17.20)	79(12.63)	70(12.65)	17(17.81)	0.647 9	B
阿根廷	289(18.47)	53.52(23.48)	24(11.45)	119(2.52)	102(22.47)	23(12.50)	0.631 1	B
塞尔维亚	151(6.53)	52.61(21.95)	24(11.45)	46(20.97)	55(8.05)	17(17.81)	0.602 5	B
荷兰	190(9.91)	53.82(24.00)	22(10.41)	74(13.89)	75(14.19)	17(17.81)	0.626 4	B
土耳其	178(8.87)	52.35(21.51)	17(7.80)	51(19.70)	50(6.52)	14(20.46)	0.589 3	C
日本	185(9.47)	49.87(17.29)	14(6.23)	67(15.66)	58(8.97)	16(18.69)	0.530 0	C
伊朗	198(10.60)	51.43(19.94)	21(9.89)	75(13.64)	71(12.96)	19(16.04)	0.576 8	C
古巴	215(12.07)	49.65(16.93)	19(8.84)	92(9.34)	71(12.96)	15(19.58)	0.553 6	C
德国	176(8.70)	49.72(17.04)	15(6.75)	64(16.42)	80(15.72)	18(16.92)	0.566 3	C
突尼斯	124(4.20)	40.26(1.00)	7(2.57)	43(21.73)	32(1.00)	29(7.19)	0.261 7	D
加拿大	118(3.68)	46.64(11.82)	15(6.75)	41(22.23)	51(6.83)	13(21.35)	0.504 5	C
墨西哥	113(3.25)	44.84(8.77)	14(6.23)	42(21.98)	37(2.53)	14(20.46)	0.439 0	C
埃及	127(4.46)	45.04(9.10)	6(2.05)	43(21.73)	57(8.67)	21(14.27)	0.418 5	C
保加利亚	130(4.72)	47.10(12.60)	12(5.18)	49(20.21)	36(2.23)	30(6.31)	0.355 9	C
卡塔尔	104(2.47)	42.80(5.30)	8(3.09)	39(22.74)	46(5.29)	10(24.00)	0.436 8	C
波多黎各	115(3.42)	45.82(10.42)	15(6.75)	40(22.48)	53(7.44)	20(15.15)	0.456 0	C
喀麦隆	107(2.73)	48.20(14.46)	9(3.61)	38(22.99)	36(2.23)	17(17.81)	0.443 2	C
中国	87(1.00)	43.50(6.49)	4(1.00)	34(24.00)	50(6.52)	16(18.69)	0.400 7	C

注:* 为高优指标,△ 为低优指标,() 中为秩次 R

数据显示,前 4 强的扣球得分最多,中国队的扣球得分排名与比赛名次排名一致,说明扣球得分能力不强。从扣球成功率方面看,前 4 强的扣球成功率除斯洛文尼亚队外都较高,这说明了当今世界高水平排球赛,进攻实力特别是扣球成功率是决定比赛成绩的关键^[11]。中国队的扣球成功率 WRSR 值排名并不是最后,说明中国队扣球实力不是最弱,需要更多的扣球机会提高此技术环节。发球方面,波兰队的发球实力十分强劲,高出发球得分排名第 2 的巴西队 12 分,但是其发球失误也最多,强攻击性发球带来高得分的同时也会带来负面影响。中国队的发球得分最少,但是发球失误也最少,总体发球表现一般,发球不能成为中国队得分的利器。虽然中国队的接发球失误数秩次排名较成绩排名靠前,但是到位数却靠后,总体接发球能力不强,其中第 4 名的斯洛文尼亚队的接发球失误最多。从整体上看,中国队的扣球和发球能力秩次在各队伍和自身所有指标中排名最低,是进攻实力中的最大短板,这极大影响了进攻 WRSR 值,要增

加各队员的发球练习,学习国外强队的发球技术风格。

2.2 2022 世界男排锦标赛各队防守能力评价分析

由表 3 显示,24 支参赛队伍中,没有任何一支球队的防守能力达到 A 级水平,达到 B 级水平的队伍仅为前 4 强的斯洛文尼亚队、巴西队、意大利队和波兰队,WRSR 值分别为 0.772 8、0.768 2、0.755 6 和

0.628 3,波兰队虽然为亚军,但是防守 WRSR 值与其他 3 支强队差距较大。达到 C 级水平的队伍为法国、美国、乌克兰、阿根廷、荷兰、土耳其、日本、古巴、卡塔尔和喀麦隆队,其余队伍均为 D 级。中国队的 WRSR 值为 0.324 6,虽位于 D 级,但高于波多黎各、墨西哥和保加利亚队,总体防守能力不是最差。

表 3 2022 世界男排锦标赛各参赛球队防守能力 WRSR 值

国家	拦网得分*	拦网成功率*	拦网失误 [△]	救球总数*	成功救球*	WRSR 值	WRSR 等级
意大利	67(24.00)	30.59(17.37)	111(6.56)	246(19.22)	165(23.52)	0.755 6	B
波兰	55(19.24)	22.73(11.82)	140(1.00)	249(19.49)	167(23.84)	0.628 3	B
巴西	64(22.81)	32.82(18.94)	109(6.94)	249(19.49)	168(24.00)	0.768 2	B
斯洛文尼亚	58(20.43)	31.02(17.67)	94(9.82)	299(24.00)	148(20.83)	0.772 8	B
法国	38(12.50)	23.75(12.54)	88(10.97)	131(8.85)	90(11.63)	0.470 7	C
美国	32(10.12)	16.75(7.61)	123(4.26)	238(18.50)	92(11.94)	0.436 9	C
乌克兰	47(16.07)	23.04(12.04)	109(6.94)	154(10.92)	94(12.26)	0.485 3	C
阿根廷	51(17.66)	32.69(18.85)	99(8.86)	122(8.04)	61(7.03)	0.503 5	C
塞尔维亚	30(9.33)	20.27(10.09)	84(11.73)	102(6.23)	55(6.08)	0.362 2	D
荷兰	32(10.12)	35.56(20.87)	47(18.83)	83(4.52)	49(5.12)	0.495 5	C
土耳其	25(7.34)	34.25(19.94)	38(20.55)	93(5.42)	55(6.08)	0.494 4	C
日本	28(8.53)	26.42(14.42)	55(17.29)	113(7.22)	76(9.41)	0.474 0	C
伊朗	27(8.14)	26.73(14.65)	62(15.95)	78(4.07)	48(4.97)	0.398 1	D
古巴	32(10.12)	27.83(15.42)	58(16.72)	118(7.67)	72(8.77)	0.489 2	C
德国	16(3.78)	21.92(11.25)	40(20.17)	88(4.97)	58(6.55)	0.389 3	D
突尼斯	27(8.14)	20.61(10.33)	86(11.35)	110(6.95)	54(5.92)	0.355 7	D
加拿大	10(1.40)	19.61(9.62)	33(21.51)	75(3.80)	43(4.17)	0.337 5	D
墨西哥	15(3.38)	10.71(3.35)	95(9.63)	94(5.51)	47(4.81)	0.222 3	D
埃及	22(6.16)	28.21(15.68)	51(18.06)	60(2.44)	33(2.59)	0.374 4	D
保加利亚	22(6.16)	15.60(6.80)	84(11.73)	103(6.32)	50(5.28)	0.302 4	D
卡塔尔	17(4.17)	30.91(17.59)	27(22.66)	61(2.53)	30(2.11)	0.408 9	C
波多黎各	9(1.00)	7.38(1.00)	77(13.08)	100(6.05)	50(5.28)	0.220 1	D
喀麦隆	16(3.78)	40.00(24.00)	20(24.00)	44(1.00)	23(1.00)	0.448 1	C
中国	10(1.40)	22.22(11.47)	29(22.28)	50(1.54)	31(2.27)	0.324 6	D

注: * 为高优指标, [△] 为低优指标, () 中为秩次 R

数据显示,意大利队的拦网得分能力最强,成功救球数位于第 3 名,拦网失误数和拦网成功率表现一般。波兰队拦网失误数最多,是其最大的短板,拦网得分和成功率也不如意大利队,但是成功救球数高于意大利队,仅次于巴西队。巴西队成功救球数最多,救球能力较强,拦网得分能力也表现较好,仅次于意大利队,但拦网成功率排名第四。斯洛文尼亚队救球总数最高,成功救球表现也较好,拦网得分和拦网成

功率与前 3 名相差不大。后面的队伍出现各防守能力不均衡的现象,波多黎各队拦网得分和成功率均最低,但救球表现较好,一定程度弥补了防守能力的不足。喀麦隆队拦网成功率最高,拦网失误数最少,拦网实力较强,但救球总数和成功救球数均最低,救球能力是其防守能力方面最大的不足。中国队在所有防守指标上均没有处于末位,与进攻能力相比,防守能力是中国队的优势所在。具体而言,救球总数、成

功救球数和拦网得分秩次排序在自身所有指标中最低,极大影响了防守 WRSR 值,拦网失误数仅高于喀麦隆队和卡塔尔队,拦网成功率也表现相对较好。要提高各队员的救球训练,加强防守意识,增加救球成功率,为队伍创造防反条件,增加进攻机会,在保持拦网成功率的情况下减少拦网失误,增加拦网得分手段,进一步提高网上实力。

2.3 2022 世界男排锦标赛各队比赛攻防能力评价分析

表4显示,参加2022年世界男排锦标赛的所有队伍的攻防 WRSR 值分布于3个等级内,分别为B、C、D水平,WRSR 值越大的队伍攻防实力越强。被分为B级水平的队伍为前4强的巴西队、意大利队、

波兰队和斯洛文尼亚队,WRSR 值分别为0.710 0、0.638 5、0.638 4和0.608 2,巴西队虽然为季军,但是攻防 WRSR 值比其他4强的队伍高出较多,整体攻防实力强悍。突尼斯、墨西哥、埃及、保加利亚、波多黎各和中国队属于D级水平,其余队伍均为C级水平。中国队攻防 WRSR 值虽位于D级水平,但是仅次于D级的埃及队,其排名与最终成绩排名相差较大,中国队的优势可能更多来源于环境或心理因素等。还发现,卡塔尔、喀麦隆和加拿大队虽然成绩排名靠后,但是攻防能力却处于C级,这些队伍的名次不能很好地代表其实力水平,可能是由于偶然因素导致的成绩变化,在补齐短板后的实力也不容小觑。

表4 2022 世界男排锦标赛各参赛球队攻防能力 WRSR 值

国家	扣球 得分*	扣球 成功率*	发球 得分*	发球 失误 [△]	接发球 到位*	接发球 失误 [△]	拦网 得分*	拦网 成功率*	拦网 失误 [△]	救球 总数*	成功 救球*	WRSR 值	WRSR 等级
意大利	20.11	16.56	11.98	5.04	10.81	13.38	24.00	17.37	6.56	19.22	23.52	0.638 5	B
波兰	24.00	21.28	24.00	1.00	14.80	8.08	19.24	11.82	1.00	19.49	23.84	0.638 4	B
巴西	23.31	22.87	17.73	9.09	14.19	8.08	22.81	18.94	6.94	19.49	24.00	0.710 0	B
斯洛文尼亚	20.28	9.81	14.07	7.57	15.11	1.00	20.43	17.67	9.82	24.00	20.83	0.608 2	B
法国	17.08	19.26	13.55	4.03	24.00	16.92	12.50	12.54	10.97	8.85	11.63	0.573 2	C
美国	15.09	20.68	13.55	13.64	3.45	16.92	10.12	7.61	4.26	18.50	11.94	0.514 3	C
乌克兰	12.24	20.76	17.20	12.63	12.65	17.81	16.07	12.04	6.94	10.92	12.26	0.574 0	C
阿根廷	18.47	23.48	11.45	2.52	22.47	12.50	17.66	18.85	8.86	8.04	7.03	0.573 1	C
塞尔维亚	6.53	21.95	11.45	20.97	8.05	17.81	9.33	10.09	11.73	6.23	6.08	0.493 3	C
荷兰	9.91	24.00	10.41	13.89	14.19	17.81	10.12	20.87	18.83	4.52	5.12	0.566 9	C
土耳其	8.87	21.51	7.80	19.70	6.52	20.46	7.34	19.94	20.55	5.42	6.08	0.546 2	C
日本	9.47	17.29	6.23	15.66	8.97	18.69	8.53	14.42	17.29	7.22	9.41	0.504 5	C
伊朗	10.60	19.94	9.89	13.64	12.96	16.04	8.14	14.65	15.95	4.07	4.97	0.495 5	C
古巴	12.07	16.93	8.84	9.34	12.96	19.58	10.12	15.42	16.72	7.67	8.77	0.524 3	C
德国	8.70	17.04	6.75	16.42	15.72	16.92	3.78	11.25	20.17	4.97	6.55	0.485 8	C
突尼斯	4.20	1.00	2.57	21.73	1.00	7.19	8.14	10.33	11.35	6.95	5.92	0.304 4	D
加拿大	3.68	11.82	6.75	22.23	6.83	21.35	1.40	9.62	21.51	3.80	4.17	0.428 6	C
墨西哥	3.25	8.77	6.23	21.98	2.53	20.46	3.38	3.35	9.63	5.51	4.81	0.340 5	D
埃及	4.46	9.10	2.05	21.73	8.67	14.27	6.16	15.68	18.06	2.44	2.59	0.398 4	D
保加利亚	4.72	12.60	5.18	20.21	2.23	6.31	6.16	6.80	11.73	6.32	5.28	0.331 6	D
卡塔尔	2.47	5.30	3.09	22.74	5.29	24.00	4.17	17.59	22.66	2.53	2.11	0.424 1	C
波多黎各	3.42	10.42	6.75	22.48	7.44	15.15	1.00	1.00	13.08	6.05	5.28	0.348 8	D
喀麦隆	2.73	14.46	3.61	22.99	2.23	17.81	3.78	24.00	24.00	1.00	1.00	0.445 5	C
中国	1.00	6.49	1.00	24.00	6.52	18.69	1.40	11.47	22.28	1.54	2.27	0.366 1	D

注:* 为高优指标,[△] 为低优指标

3 等级评价结果与高水平队伍技战术特征分析

3.1 各队伍 WRSR 的相关性分析与等级评价

表 5 显示,进攻、防守和攻防 WRSR 排名与各队比赛排名均存在显著正相关($P < 0.05$),说明进攻、防守和攻防实力越强,队伍取得的名次越高。

列出各队各指标频数 f , 累计频数 Σf 、秩次 R , $P = R/N \times 100\%$, 结合标准正态分布表查找 μ 值, $\text{Probit} = \mu + 5$ (表 6、表 7、表 8)。求得的回归方程如下(图 1):

进攻能力 $\text{WRSR} = 0.006 + 0.102 * \text{Probit}$, ($F = 232.216, P < 0.001$, * 代表 $P < 0.01$);

防守能力 $\text{WRSR} = -0.289 * + 0.146 * \text{Probit}$, ($F = 296.346, P < 0.001$, * 代表 $P < 0.01$);

攻防能力 $\text{WRSR} = -0.056 * + 0.108 * \text{Probit}$,

($F = 858.891, P < 0.001$, * 代表 $P < 0.01$)。

根据得到的各回归方程代入 Probit 值, 计算出对应各队的进攻、防守、攻防的 WRSR 预估值, 并以此推算 WRSR 值分档临界值(表 9)以及具体最佳分档(表 10)。

表 5 2022 世界男排锦标赛各参赛队秩和比综合评价排名与最终名次相关性分析

	比赛名次	进攻 WRSR	防守 WRSR	攻防 WRSR
Paerson				
相关性	1	0.766 * *	0.779 * *	0.891 * *
显著性		0.000	0.006	0.000
(双侧)				
n	24	24	24	

注: * 为在 0.05 级别(双尾), 相关性显著; * * 为在 0.01 级别(双尾), 相关性非常显著

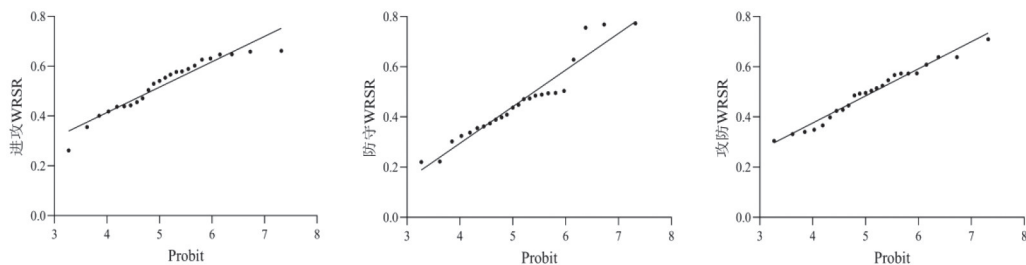


图 1 2022 世界男排锦标赛各参赛队进攻、防守和攻防 WRSR 值散点图

表 6 2022 世界男排锦标赛各参赛队进攻 WRSR 值分布

国家	WRSR	f	Σf	R	\bar{R}	P	Probit
突尼斯	0.261 7	1	1	1	1	4.17	3.27
保加利亚	0.355 9	1	2	2	2	8.33	3.62
中国	0.400 7	1	3	3	3	12.50	3.85
埃及	0.418 5	1	4	4	4	16.67	4.03
卡塔尔	0.436 8	1	5	5	5	20.83	4.19
墨西哥	0.439 0	1	6	6	6	25.00	4.33
喀麦隆	0.443 2	1	7	7	7	29.17	4.45
波多黎各	0.456 0	1	8	8	8	33.33	4.57
斯洛文尼亚	0.471 1	1	9	9	9	37.50	4.68
加拿大	0.504 5	1	10	10	10	41.67	4.79
日本	0.530 0	1	11	11	11	45.83	4.89
意大利	0.540 9	1	12	12	12	50.00	5.00

续表6

国家	WRSR	f	Σf	R	\bar{R}	P	Probit
古巴	0.553 6	1	13	13	13	54.17	5.11
德国	0.566 3	1	14	14	14	58.33	5.21
伊朗	0.576 8	1	15	15	15	62.50	5.32
美国	0.578 7	1	16	16	16	66.67	5.43
土耳其	0.589 3	1	17	17	17	70.83	5.55
塞尔维亚	0.602 5	1	18	18	18	75.00	5.67
荷兰	0.626 4	1	19	19	19	79.17	5.81
阿根廷	0.631 1	1	20	20	20	83.33	5.97
波兰	0.646 9	1	21	21	21	87.50	6.15
乌克兰	0.647 9	1	22	22	22	91.67	6.38
法国	0.658 6	1	23	23	23	95.83	6.73
巴西	0.661 5	1	24 = n	24	24	98.96 *	7.32

注: * 为按 $(1 - 1/4n) \times 100\%$ 估计

表7 2022 世界男排锦标赛各参赛队防守 WRSR 值分布

国家	WRSR	f	Σf	R	\bar{R}	P	Probit
波多黎各	0.220 1	1	1	1	1	4.17	3.27
墨西哥	0.222 3	1	2	2	2	8.33	3.62
保加利亚	0.302 4	1	3	3	3	12.50	3.85
中国	0.324 6	1	4	4	4	16.67	4.03
加拿大	0.337 5	1	5	5	5	20.83	4.19
突尼斯	0.355 7	1	6	6	6	25.00	4.33
塞尔维亚	0.362 2	1	7	7	7	29.17	4.45
埃及	0.374 4	1	8	8	8	33.33	4.57
德国	0.389 3	1	9	9	9	37.50	4.68
伊朗	0.398 1	1	10	10	10	41.67	4.79
卡塔尔	0.408 9	1	11	11	11	45.83	4.89
美国	0.436 9	1	12	12	12	50.00	5.00
喀麦隆	0.448 1	1	13	13	13	54.17	5.11
法国	0.470 7	1	14	14	14	58.33	5.21
日本	0.474 0	1	15	15	15	62.50	5.32
乌克兰	0.485 3	1	16	16	16	66.67	5.43
古巴	0.489 2	1	17	17	17	70.83	5.55
土耳其	0.494 4	1	18	18	18	75.00	5.67
荷兰	0.495 5	1	19	19	19	79.17	5.81
阿根廷	0.503 5	1	20	20	20	83.33	5.97
波兰	0.628 3	1	21	21	21	87.50	6.15
意大利	0.755 6	1	22	22	22	91.67	6.38
巴西	0.768 2	1	23	23	23	95.83	6.73
斯洛文尼亚	0.772 8	1	24 = n	24	24	98.96 *	7.32

注: * 为按 $(1 - 1/4n) \times 100\%$ 估计

表 8 2022 世界男排锦标赛各参赛队攻防 WRSR 值分布

国家	WRSR	f	Σf	R	\bar{R}	P	Probit
突尼斯	0.304 4	1	1	1	1	4.17	3.27
保加利亚	0.331 6	1	2	2	2	8.33	3.62
墨西哥	0.340 5	1	3	3	3	12.50	3.85
波多黎各	0.348 8	1	4	4	4	16.67	4.03
中国	0.366 1	1	5	5	5	20.83	4.19
埃及	0.398 4	1	6	6	6	25.00	4.33
卡塔尔	0.424 1	1	7	7	7	29.17	4.45
加拿大	0.428 6	1	8	8	8	33.33	4.57
喀麦隆	0.445 5	1	9	9	9	37.50	4.68
德国	0.485 8	1	10	10	10	41.67	4.79
塞尔维亚	0.493 3	1	11	11	11	45.83	4.89
伊朗	0.495 5	1	12	12	12	50.00	5.00
日本	0.504 5	1	13	13	13	54.17	5.11
美国	0.514 3	1	14	14	14	58.33	5.21
古巴	0.524 3	1	15	15	15	62.50	5.32
土耳其	0.546 2	1	16	16	16	66.67	5.43
荷兰	0.566 9	1	17	17	17	70.83	5.55
阿根廷	0.573 1	1	18	18	18	75.00	5.67
法国	0.573 2	1	19	19	19	79.17	5.81
乌克兰	0.574 0	1	20	20	20	83.33	5.97
斯洛文尼亚	0.608 2	1	21	21	21	87.50	6.15
波兰	0.638 4	1	22	22	22	91.67	6.38
意大利	0.638 5	1	23	23	23	95.83	6.73
巴西	0.710 0	1	24 = n	24	24	98.96 *	7.32

注: * 为按 $(1 - 1/4n) \times 100\%$ 估计

表 9 2022 世界男排锦标赛各队攻防能力 WRSR 值分档表

等级	P	Probit	进攻 WRSR	防守 WRSR	攻防 WRSR
1 档球队	77.337 ~	6.0 ~	>0.618 0	>0.587 0	>0.592 0
2 档球队	50 ~	5.0 ~	0.516 0 ~	0.441 0 ~	0.484 0 ~
3 档球队	33.360 ~	4.57 ~	0.472 1 ~	0.378 2 ~	0.437 6 ~
4 档球队	15.866 ~	4.0 ~	0.414 0 ~	0.295 0 ~	0.376 0 ~
5 档球队	15.866 3 以下	4.0 以下	<0.414 0	<0.295 0	<0.376 0

表 10 2022 世界男排锦标赛各参赛队攻防能力分档

等级	进攻能力	防守能力	攻防能力
1 档球队	巴西、法国、乌克兰、波兰	斯洛文尼亚、巴西、意大利、波兰	巴西、意大利、波兰、斯洛文尼亚
2 档球队	阿根廷、荷兰、塞尔维亚、土耳其、 美国、伊朗、德国、古巴、意大利	阿根廷、荷兰、土耳其、古巴、乌克兰、 日本、法国、喀麦隆、美国	乌克兰、法国、阿根廷、荷兰、 土耳其、古巴、美国、日本、伊朗
3 档球队	日本、加拿大、斯洛文尼亚、波多黎各	卡塔尔、伊朗、德国、埃及	塞尔维亚、德国、喀麦隆、加拿大
4 档球队	喀麦隆、墨西哥、卡塔尔、埃及	塞尔维亚、突尼斯、加拿大、中国	卡塔尔、埃及、中国、波多黎各
5 档球队	中国、保加利亚、突尼斯	保加利亚、墨西哥、波多黎各	墨西哥、保加利亚、突尼斯

将各支参赛队伍的攻防 WRSR 值划分为 5 档。防守和攻防能力第 1 档的队伍均包括赛前 4 强,这四支队伍的整体能力和防守能力卓越,代表了现今世界排球队伍的最高水平。但是前 4 强的意大利队和斯洛文尼亚队的进攻能力分别位于第 2 和第 3 档,这两支队伍的进攻能力略显不足,但依靠卓越的防守能力进行了弥补。反而位于进攻能力靠前档的某些队伍,如位于第 1 档的乌克兰和法国队,其防守能力位于第 2 档,拉低了整体实力,整体实力只位于第 2 档。或者如塞尔维亚和德国队,虽进攻实力位于第 2 档,但防守实力只位于第 4 和第 3 档,整体实力等级不高。中国队也是一支防守实力偏强的队伍,进攻能力处于第 5 档,防守能力处于第 4 档,整体实力处于第 4 档,今后应重点加强进攻能力的训练。

3.2 2022 世界男排锦标赛高水平队伍技战术特征分析

3.2.1 扣球进攻位置多样化

在如今的高水平比赛中,虽然扣球、拦网和发球均是比赛取胜的预测因素,但扣球仍是最佳预测因素^[12]。由图 2 可知,4 支队伍各位置运动员均有扣球得分,除二传外,其余位置得分均较多。其中,意大利队的二传运动员扣球得分较其他 3 支球队多,其二传位置进攻性强。波兰队的接应二传扣球得分较多,斯洛文尼亚队接应二传位置最少,但 4 支队伍的接应二传扣球得分均高于副攻,低于主攻手。接应二传位置扣球得分已是男排扣球得分的重要位置,且波兰队的扣球最多 1 名运动员是接应二传。

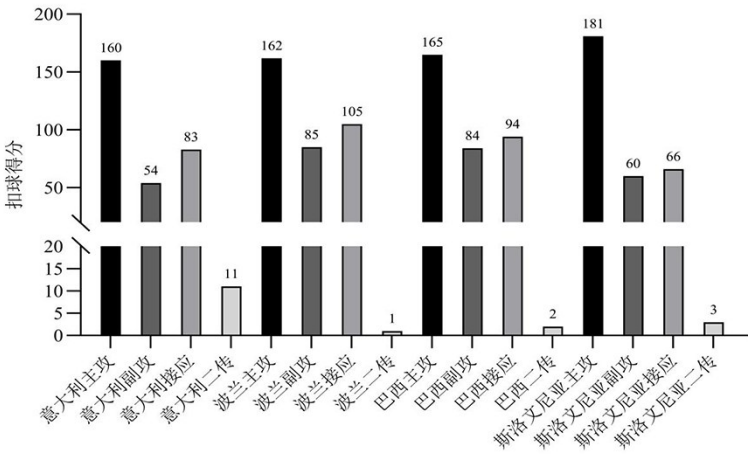


图 2 2022 世界男排锦标赛 4 强球队扣球得分分布图

数据显示,中国队总扣球得分 87 分,主攻、接应和副攻位置分别得分为 45、20 和 21,整体扣球得分分布与前 4 强基本一致。在扣球效率方面,在 4 强扣球得分前 3 的队员中,除斯洛文尼亚队外,其余队

伍均有扣球得分率超过 50% 的运动员,而中国队没有,且中国队接应运动员张冠华的扣球成功率仅在 40% 以下,普遍低于 4 强球队的主要接应^[13]。从扣球失误率来看,前 4 强队伍均在 11% ~ 16% 之间,最

低的是波兰队,扣球失误率为 11.98%,而中国队的失误率达 20%。由于进攻的有效性与进攻者的能力以及数量有关^[14],现今世界男排强队的扣球进攻位置出现多样化的特点,主动进攻不仅仅是主攻运动员的职责,接应和副攻在进攻中的参与度进一步地增加,有些强队甚至将接应位置运动员作为主要得分位置。在接应二传已成为现代排球队最主要的进攻得分点的时代^[15],我们必须在接应位置上培养出强大的扣球得分运动员,才能提升中国队的主动进攻能力。同时,国外顶尖攻手的垂直跳远高度较高,击球位置准确,力量大,球速快^[16],中国攻手在此方面还需继续加强。

3.2.2 发球攻击性强,失误多

发球是排球比赛中的首要触球方式^[9],也是排球比赛中的关键得分点^[17],好的发球除了受到发球员本身技战术实力以外,还和对方的接发球能力有关^[18]。由图 3 可知,波兰队的发球得分最高,为 48 分,其次是巴西队,36 分,反而第一名的意大利队最低,只有 25 分;在发球失误方面,意大利队和波兰队较高于另两个队,分别为 109 和 125 次。从发球得分率来看,前 4 强队伍分别为 4.11%、7.75%、5.67% 和 4.91%。除意大利队外,各队伍的发球得分率随着名次降低而递减。

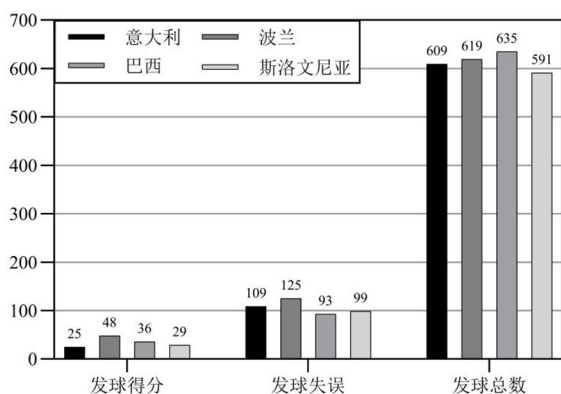


图 3 2022 世界男排锦标赛 4 强球队发球能力对比图

数据显示,中国队发球直接得分总 4 分,失误 34 次,总发球 158 次,发球得分率为 2.53%,与前 4 强队伍差距较大,而且发球失误数占总发球数百分比也高于前 4 强,总体发球实力不如世界强队。本届男排锦标赛前 4 强队伍的发球失误数均显著高于发球得分,除了自身技术原因外,还可能是在客场作战造成的高失误率^[19]。在现今的高水平排球赛中,接发

球是发球效能的有效预测因子^[20],换言之,好的发球能给对方接发球队员造成威胁,打乱对手的一攻节奏。因此,目前世界上顶尖的排球队都专注于发球攻击性的训练,但发球失误不可避免^[21]。为此,中国队仍需要培养强大的发球手,降低失误率,并加强各位运动员的发接发训练。

3.2.3 拦网意识好,得分能力强

拦网作为排球赛中至关重要的防守反击得分手段^[22],其防反效果与比赛结果紧密相关^[23-25]。表 11 显示,拦网得分数 ≥ 10 的运动员有 4 名在意大利队,占比最高,其次是斯洛文尼亚队,有 3 名运动员,巴西队和乌克兰队分别有 2 名运动员上榜。从得分值上看,阿根廷队的洛塞尔、巴西队的卢卡斯和雷森德、波兰队的比耶涅克这些运动员的拦网得分超过 15 分,他们代表了当时世界男排的个人最高拦网水平。

从各位置看,榜上拦网得分最多的运动员均是副攻位置,副攻在拦网中发挥着重要作用。中国男排拦网得分最多的队员是副攻彭世坤和张哲嘉,分别拦网得 4.2 分,其后还有部分主攻运动员得分。进一步从拦网效率分析,拦网效率 = (拦网得分 - 拦网失误) / 拦网总数,可以更好地评价拦网实力,从榜单可以看出,拦网效率最高的是斯洛文尼亚队的切布里,为 6.90,中国队的彭世坤拦网得分最高,但是拦网效率为 -40.00,与高水平拦网运动员还有一定差距。因此,建议中国男排快速调整副攻运动员的阵容配备、拦网状态和技术,学习国外优秀拦网手的长处,提升拦防实力。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 使用非整秩次秩和比法 (WRSR) 对 2022 世界男排锦标赛 24 支队伍的攻防能力进行综合评价。各队伍的进攻、防守和攻防 WRSR 值分布在 B、C、D 三个水平,波兰、巴西、法国、乌克兰、阿根廷、塞尔维亚、荷兰队为 B 级,中国队为 C 级。防守和攻防 WRSR 值达到 B 级水平的队伍仅为前 4 强,中国队虽均为 D 级,但处于 D 级的中上游水平。各队的进攻、防守和攻防 WRSR 值与比赛排名存在显著正相关。

(2) 通过 WRSR 法对 2022 世界男排锦标赛 24 支队伍的攻防能力进行分档,划分为 5 档,结果为:防守和攻防能力第一档的队伍均包括赛前 4 强,这四支

队伍的整体能力和防守能力卓越,代表了现今世界排球队伍的最高水平。但是前 4 强的意大利队和斯洛文尼亚队的进攻能力分别位于第 2 和第 3 档,这两支队伍队伍的进攻能力略显不足,但依靠卓越的防守能力进

行了弥补。中国队也是一支防守实力相对较强的队伍,进攻能力处于第 5 档,防守能力处于第 4 档,整体实力处于第 4 档。

表 11 2022 世界男排锦标赛拦网得分运动员排名

号码	国家	位置	姓名	拦网得分/分	拦网失误/次	拦网效率/%	拦网总数/次
8	阿根廷	副攻	洛塞尔	17	30	-26.53	49
16	巴西	副攻	卢卡斯	16	30	-28.00	50
23	巴西	副攻	雷森德	16	28	-25.00	48
20	波兰	副攻	比耶涅克	16	31	-25.00	60
4	斯洛文尼亚	副攻	科扎莫尔尼克	15	29	-26.92	52
18	斯洛文尼亚	主攻	切布里	13	11	6.90	29
2	乌克兰	副攻	德罗兹德	13	41	-45.16	62
14	意大利	副攻	加拉西	12	17	-13.16	38
17	意大利	副攻	安扎尼	12	20	-19.51	41
13	古巴	副攻	西蒙	11	17	-17.65	34
2	日本	副攻	关田诚大	11	16	-16.13	31
2	斯洛文尼亚	副攻	帕延克	11	19	-21.05	38
1	法国	副攻	奇宁耶泽	10	16	-15.38	39
21	德国	副攻	克里克	10	10	0.00	23
10	乌克兰	二传	塞梅纽克	10	17	-17.50	40
15	意大利	主攻	拉维亚	10	24	-37.84	37
19	意大利	副攻	鲁索	10	11	-4.00	25

(3)在 2022 年世界男排锦标赛中,全球顶尖队伍所展现的技战术特征主要包括:首先,各队扣球进攻战术丰富多样,特别是接应二传位置的进攻潜能,在高级别赛事中发挥了至关重要的战略作用。其次,各支强队高度重视并着力提升发球攻击性,意图通过高强度发球打破对手一传体系,从而争取更多主动进攻契机。此外,高水平运动员们普遍具备精湛且全面的拦网技术,个人特点鲜明,且团队配合默契无间,这使得他们在拦网阶段能够高效拦截对手进攻,并借此转化为显著的得分优势。

4.2 建议

(1)在战术进攻层面,中国队需紧跟国际顶尖强队的战术演变步伐,确保在持续挖掘与锻造具备强劲攻击力的主攻手的同时,拓展进攻阵型的多样性,着重提升副攻手与接应二传的进攻潜能训练,以实现得分点的多元化分布,并同步缓解主力进攻点的压力。针对发球环节,对比世界强队,我国队伍在发球失误率及得分效率方面的表现尚存显著差距。因此,未来

发球专项训练的核心目标在于,如何系统地增强队员们的发球侵略性,使发球不仅作为首攻的发起手段,更能精准打击对手一传体系,达成战术层面的破敌攻势,从而显著提升发球环节的战略价值。

(2)防守方面,中国运动员的拦网得分率是提高成绩排名的优势所在,但是拦网效率不高,失误较多,与高水平拦网运动员还有一定差距,说明中国个人运动员的拦网实力不足。因此,亟待强化对新生代副攻运动员的拦网技能与战术素养的深度培养,充分利用资深老将的经验优势,通过他们对新秀的引领与实战示范,促进国家队内部及国际重大赛事中,副攻与主攻位置球员间的协同作战能力和战术配合程度不断提升;同时,加强基础一传技术的锤炼,聚焦于提升队员们的快速移动能力、瞬时反应敏捷度以及对球路精准预判的能力,提高球队的防守稳固性和转换进攻效率。

(3)完善男排后备人才培养体系,加快排球竞技体育后备人才的培养时间以适宜我国竞技男子排球

人才的短缺。培养后备人才时,着重加强队员全面技术的培养、基本功的训练,对于技术串联和随机应变能力的培养要理论结合实践,降低失误率。在全面发展的同时,也要根据队员的技术风格培养具有较强个人能力的攻手,起到带头榜样作用。我国男子排球队的年轻化为中国队未来国际高水平比赛的积极备战工作奠定了良好的人才基础,同时,也要做好高龄队员对后备梯队人才培养的带动作用。

参考文献

- [1] 郭仁红,葛春林,郝霖霖,等.奥运会高水平女子排球比赛攻防能力等级评价研究[J].北京体育大学学报,2018,41(01):109-116.
- [2] 焦明月.女排世界杯高水平球队攻防能力等级评价研究[J].体育科技文献通报,2021,29(12):107-112.
- [3] 赵喜迎,刘鹏.基于非整秩次秩和比法的南京市12区中小学生体质健康综合评价研究[J].体育科技,2021,42(06):57-59.
- [4] 戈早川,徐春华.非整秩次秩和比法初探[J].数理医药学杂志,1999(03):244-245.
- [5] 杨辉,马海涛.基于秩和比法的中外男子体操实力对比分析——以第48届世界男子体操锦标赛为例[J].西安体育学院学报,2020,37(02):233-241.
- [6] 陈洪武.2017—2018赛季CBA联赛球队攻防能力的对比研究[J].广州体育学院学报,2018,38(06):105-108.
- [7] 周亚辉.从近3届奥运会透视世界男篮实力格局演变[J].体育学刊,2018,25(06):127-131.
- [8] 陈贞祥,吕雅君,赵德峰,等.基于“全数据模式”技术统计的不同专位排球运动员竞技表现研究[J].山东体育学院学报,2021,37(02):102-110.
- [9] 雷强,邓善良,曾晓彬.第13届女排世界杯比赛技术数据分析——以中国女排VS巴西女排为例[J].产业与科技论坛,2021,20(23):92-93.
- [10] 张海斌,孟献峰,张松奎,等.不同水平排球运动员在扣球情境任务中视觉搜索特征的试验研究[J].天津体育学院学报,2018,33(03):243-250.
- [11] 潘峰,李毅钧.比赛情境视域下中国女排超级联赛球队技战术表现分析[J].广州体育学院学报,2021,41(01):68-73.
- [12] GIATSI G, DRIKOS S, LOLA A. Analysis of match report indicators in men's volleyball olympics and world championships (2014—2021) depending on the type of final score [J]. International Journal of Sports Science & Coaching, 2023,18(03):874-882.
- [13] 2022世界男排锦标赛各项技术统计[DB/OL].(2022-08-25)[2023-10-11].<https://en.volleyballworld.com/volleyball/competitions/men-world-championship-2022/statistics>.
- [14] CONTI G, FREIRE A, EVANGELISTA B, et al. Brazilian high-level men's volleyball[J]. Kinesiology, 2018,50(02):211-217.
- [15] 杜宁,李毅钧.2020年东京奥运会背景下世界女排强队与世界顶尖女排运动员的进攻表现研究[J].首都体育学院学报,2020,32(02):166-173.
- [16] CHALLOUMAS D, ARTEMIOU A. Predictors of attack performance in high-level male volleyball players[J]. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2018,13(09):1-23.
- [17] 杜宁,李毅钧,陈华伟,等.我国高水平女子排球队技战术信息侦测研究[J].北京体育大学学报,2017,40(08):104-111.
- [18] 王伟,周曙,张春合,等.德约科维奇2016澳网公开赛关键分技战术运用研究——基于角度、线路、区域视角[J].河南师范大学学报(自然科学版),2016,44(05):182-188.
- [19] YU Y H, GARCÍA DE A A, JI X, et al. Effects of home advantage on set outcome and game actions performance in the Chinese Women's Volleyball Association League[J]. International Journal of Performance Analysis in Sport, 2021,21(04):532-542.
- [20] VALHONDO Á, FERNÁNDEZ-ECHEVERRÍA C, GONZÁLEZ-SILVA J, et al. Variables that predict serve efficacy in elite Men's volleyball with different quality of opposition sets[J]. Journal of Human Kinetics, 2018,61:167-177.
- [21] SOTIROPOULOS KONSTANTINOS, DRIKOS SOTIRIOS, PAPADOPOULOU SOPHIA D, et al. Characterizing adaptations of serve indicators in top-level male volleyball among seasons[J]. International Journal of Sports Science & Coaching, 2021,16(03):784-792.
- [22] 潘峰,李毅钧.中国男排与世界高水平男排比赛中技术运用差距的定量分析[J].北京体育大学学报,2018,41(08):97-104.
- [23] 杜宁,李毅钧.中国女排职业联赛球队竞技对抗表现的诊断分析[J].体育学刊,2019,26(01):132-136.
- [24] 杨管,张敏,段锐.中美女排拦防战术及2号位拦防阵型特征分析[J].体育学刊,2018,25(02):109-115.
- [25] 刘欣,邓洪波.中国女排里约奥运会夺冠的技术分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2018,43(06):184-189.

[责任编辑 江国平]