



# 2010—2019年赛艇世界顶尖比赛配速策略

易清<sup>1</sup>,熊剑亮<sup>2</sup>,黎涌明<sup>1\*</sup>

**摘要:**运动员在比赛中对身体能量的分配称为配速策略。现有关于赛艇配速策略的研究结论不一,来源数据陈旧,对我国赛艇东京奥运会备战的参考性有限。本研究旨在探究近十年来赛艇世界顶尖比赛的配速策略。从国际赛艇联合会官方网站采集2010—2019年间历届奥运会和世锦赛决赛A的分段时间数据,分析我国已获得奥运会参赛资格的6个艇种(W1x、W2-、W2x、M2x、W4x和M4x)对应4个比赛分段(Q1~Q4)的相对速度(相对于全程比赛速度的百分比),并探究其在2010—2019年的变化趋势、不同成绩水平间[水平1(第1名)vs.水平2(第2~3名),水平1(第1名)vs.水平3(第4~6名),水平2(第2~3名)vs.水平3(第4~6名)]的差异、不同赛事(奥运会vs.世锦赛)间的差异。结果:(1)过去十年内各艇种Q1~Q4的相对速度整体稳定;(2)各艇种在各比赛分段的相对速度方面,除了W2x的水平1和水平3在Q3存在显著差异,3个成绩水平之间都不存在显著差异;(3)各艇种在各比赛分段的相对速度方面,奥运会vs.世锦赛间无显著差异(W2-的Q2除外);(4)W1x、W2-、W2x、M2x、W4x和M4x在Q1~Q4的平均速度分别约为102%、99%、98%~99%和99%~101%。结论:2010—2019年,6个赛艇艇种在奥运会和世锦赛决赛A中的配速策略整体稳定,决赛A不同成绩水平间的配速策略类似,奥运会与世锦赛的配速策略类似。

**关键词:**赛艇;配速;演变;成绩水平;比赛类型;奥运备战

中图分类号:G86 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)01-0086-08

DOI:10.12064/ssr.20210112

## Pacing Strategy in World Elite Rowing Races from 2010 to 2019

YI Qing<sup>1</sup>, XIONG Jianliang<sup>2</sup>, LI Yongming<sup>1\*</sup>

(1. School of Physical Education and Training, Shanghai University of Sport, Shanghai 200438, China;  
2. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Pacing strategy refers to the distribution of athletes' energy during the course of a race. Results from previous research have limited reference for the Chinese national rowing teams preparing for the Tokyo Olympic Games, due to the inconsistency among studies and the outdated datasets. This study aimed to investigate the pacing strategies in the world elite rowing races from 2010 to 2019. The official results of the finals A from 2 Olympic regattas and 8 World Rowing Championships during the period of 2010 to 2019 were collected from the official website of World Rowing Federation (FISA). The relative speed (relative to the overall average speed) of four quarters (500 m×4, Q1~Q4) from those 6 events (W1x, W2-, W2x, M2x, W4x and M4x) that qualified for the Tokyo Olympic Games were analysed, so as to explore the evolving trends of each quarter, and the differences in pacing strategy among teams of different levels (level1:1st vs. level 2: 2nd~3rd, level1:1st vs. level 2: 4th~6th, level 2: 2nd~3rd vs. level 3: 4th~6th) and types of competitions (Olympic regattas vs. World Championships) over the last decade. Results: (1) the relative speed of 4 quarters of 6 events displayed a stable performance over the last 10 years; (2) there were no significant differences observed among three levels, except for the comparison between level 1 and level 3 from W2x in Q3; (3) no

收稿日期:2020-11-19

基金项目:上海市科委科研计划项目(18080503400);上海高层次海外人才项目(TP2017063);国家体育总局奥运备战“直通车”科研项目。

第一作者简介:易清,男,博士,副教授,硕士生导师。主要研究方向:比赛表现分析。E-mail:yiqing@sus.edu.cn。

\*通信作者简介:黎涌明,男,博士,教授,博士生导师。主要研究方向:人体运动的动作与能量代谢。E-mail:liyongming@sus.edu.cn。

作者单位:1.上海体育学院 体育教育训练学院,上海 200438;2.清华大学 经济管理学院,北京 100084。



difference in each quarter exists between Olympic regattas and World Championships (except for the Q2 of W2-); (4) the average relative speed of 4 quarters of W1x, W2-, W2x, M2x, W4x and M4x could be described as: 102%, 99%, 98~99% and 99~101%. Conclusions: over the last 10 years, the pacing strategy rowers adopted in the finals A of 6 events remains stable in general, the pacing strategy adopted by different levels of teams and in different types of competitions were similar.

**Key Words:** rowing; pace; evolution; performance level; competition type; Olympic preparation

奥运会赛艇比赛要求运动员以最短的时间完成 2 km 的距离。为了实现这一目标,运动员需要合理分配自己的能量,避免过早出现疲劳导致后程明显降速,或冲过终点时还有能量节余<sup>[1-2]</sup>。这种为了获得更好的成绩,在比赛不同阶段对自身能量的分配被称为配速策略(Pacing Strategy)<sup>[3-4]</sup>。在 6 种常见的配速策略类型(积极型、消极型、全力型、均匀型、变化型和抛物线型<sup>[5-6]</sup>)中,赛艇项目常呈现抛物线型(又称倒 U 型)<sup>[7-10]</sup>,即第 1 个 500 m 速度最快,中间 1 000 m 速度下降,第 4 个 500 m 速度再次增加。尽管决定赛艇比赛表现的因素主要为生理学的做功能力和更好的技术<sup>[11-12]</sup>,但当今赛艇国际比赛往往在 0.01~0.1 s 间决出胜负<sup>[13]</sup>。在这种情况下,运动员在能力方面的差异可能微乎其微,而配速策略可能在此时成为决定胜负的关键因素<sup>[14]</sup>。

前期研究选取不同的比赛数据围绕不同运动形式(水上划 vs. 测功仪<sup>[6,9]</sup>、运动水平<sup>[7,10,14]</sup>、比赛轮次(决赛 vs. 非决赛)<sup>[8,9,14]</sup>、艇种<sup>[8,9,14]</sup>、性别<sup>[8,10]</sup>、国家<sup>[14]</sup>等探究了赛艇比赛的配速策略。然而,这些研究在不同运动水平、不同比赛轮次和不同艇种方面的发现并不一致。导致这种不一致的原因可能与这些研究所选用的比赛数据不同有关,如某届奥运会的数据(悉尼奥运会<sup>[14]</sup>和北京奥运会<sup>[8]</sup>),连续 3~4 年的数据(2000—2003 年<sup>[10]</sup>),连续 17 年的比赛数据(1993—2009 年<sup>[15]</sup>)。此外,对 1993—2009 年间历届奥运会和世锦赛比赛数据的分析表明,赛艇比赛配速策略有朝着均匀型[即 4 个 500 m 比赛分段的相对速度(相对于全程平均速度)]发展的趋势<sup>[15]</sup>,这意味着基于 10 年前的比赛数据得到的赛艇配速策略可能并不适用于现在。近年来,世界赛艇呈现出桨频高、冲刺早、冲刺距离长等发展动向<sup>[16]</sup>,这些动向可能会带来配速策略的改变。因此,有必要针对近十年的比赛数据进行赛艇配速策略的研究。

东京奥运会上我国赛艇将向金牌和奖牌发起冲击,届时我国已获奥运资格的 6 个参赛项目(尤其是 2019 年世锦赛获得金牌的女子四人双桨项目和男子双人双桨项目)将与对手展开激烈竞争,任何有助于我国赛艇在东京奥运会上取得更好名次的策略都

显得尤为重要。然而,现有赛艇配速策略研究的结论不一致,以及来源数据的陈旧都可能导致我们对当今世界赛艇配速策略的最新特征的认识出现偏差。我国运动员参加东京奥运会需要采取何种配速策略急需基于赛艇世界顶尖比赛的数据得出的结论。

鉴于此,本研究选取 2010—2019 年历届奥运会和世锦赛决赛 A 的 6 个艇种[女子单人双桨(W1x)、女子双人单桨(W2-)、女子双人双桨(W2x)、男子双人双桨(M2x)、女子四人双桨(W4x)和男子四人双桨(M4x)]的比赛数据探究:(1)奥运会和世锦赛决赛 A 的配速策略在过去十年是否发生了变化?(2)决赛 A 第 1 名、第 2~3 名和第 4~6 名间的配速策略是否相同?(3)奥运会和世锦赛在配速策略上是否存在差异?对这 3 个问题的回答将为我国赛艇项目这 6 个艇种在东京奥运会上选取最佳配速策略提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 数据样本

本研究所采用的数据样本为 2010—2019 年历届奥运会和世锦赛赛艇 W1x、W2-、W2x、M2x、W4x、M4x 6 个比赛项目决赛 A 所有队伍每 500 m 的比赛用时数据,其中包括 2 届奥运会(伦敦奥运和里约奥运会)和 8 届世锦赛。数据均采集自世界赛艇联合会官方网站(www.worldrowing.com),比赛数据由官方授权的 Omega Timing 进行采集。在对原始数据进行筛选过程中,数据出现有以下情况的艇已被剔除:(1)比赛犯规和弃赛的艇;(2)比赛总成绩和各个比赛分段成绩中有任一项为 0 或缺失的艇;(3)比赛总成绩和各个比赛分段成绩中有任一项数据明显超出正常比赛数据范围,被认定为异常值。最终有 354 条艇的比赛分段成绩数据被纳入到分析中。

### 1.2 统计分析

根据各条艇每 500 m 的比赛用时,计算出各 500 m 分段的平均速度,单位为 m/s。由于赛艇比赛易受到比赛时天气情况的影响,因此在将不同比赛时间和地点产生的比赛速度数据纳入到一起进行分析时,首先需要对数据进行标准化转换,将绝对速度



转换为相对速度并以百分比的形式呈现。具体的转换方式为：队伍在各比赛分段的平均速度分别除以该轮比赛中全程的平均速度<sup>[10]</sup>。

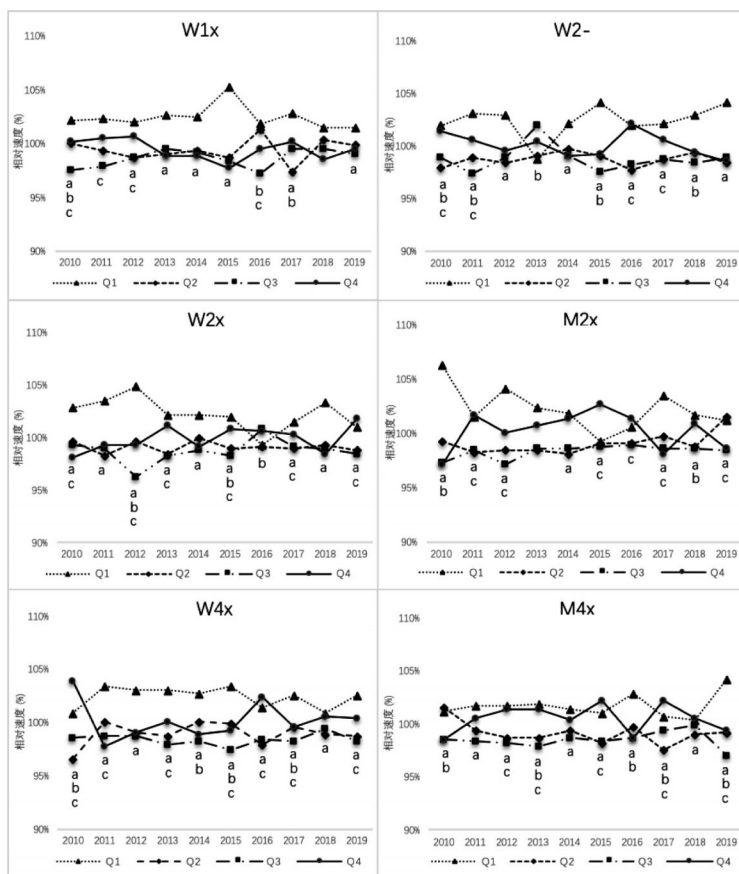
本文使用统计分析软件 Stata 对比赛数据进行统计学分析。在对数据的正态分布和方差齐性进行检验以后，首先计算各个艇种每一年在 0~500 m (Q1)、500~1 000 m (Q2)、1 000~1 500 m (Q3) 和 1 500~2 000 m (Q4) 4 个比赛分段的平均相对速度。然后，以比赛分段为自变量，各比赛分段在各年份的平均相对速度为因变量，拟合成线性回归方程，计算出 6 个艇种的各比赛分段在过去十年的年平均增长率，并且对 4 个比赛分段的均值之间在每一年的差异显著性进行了检验。之后，将参加 2017—2019 年世锦赛决赛 A 的艇按成绩水平分为水平 1 (第 1 名)、水平 2 (第 2~3 名) 和水平 3 (第 4~6 名) 3 组，对 3 种水平在 4 个比赛分段之间平均相对速度的差异进行显著性检验。最后，计算 6 个艇种的 4 个比赛分段在奥运会和世锦赛这两类赛事中的平均相对速度，对

两类赛事之间以及每类赛事的 4 个比赛分段之间平均相对速度的差异显著性进行检验。以上差异显著性检验均采用使用独立样本 T 检验， $P < 0.05$  定义为具有显著性差异。

## 2 结果

### 2.1 2010—2019 年各艇种在各比赛分段的演变

图 1 为 6 个艇种 Q1~Q4 的相对速度在 2010—2019 年的变化情况。除个别情况外，各艇种 Q1~Q4 在过去十年内整体稳定，年均增长量分别为 -0.34%~-0.06%、-0.17%~-0.21%、-0.13%~-0.11% 和 -0.13%~-0.20% (表 1)。除个别年份外，6 个项目在历年比赛中的 Q1 大都显著大于 Q2 ( $P < 0.05$ )；约 50% (32/60) 的情况下 Q4 显著高于 Q3 ( $P < 0.05$ )；约 63% (38/60) 的情况下 Q2 和 Q3 间无显著差异 ( $P > 0.05$ )。综合 2010—2019 年的数据，6 个项目 Q1~Q4 的相对速度见表 1，其中 Q1~Q4 的平均速度分别约为 102%、99%、98~99% 和 99~101%。



注：2012 和 2016 年采用的是奥运会比赛数据，其余年份则采用的是世锦赛比赛数据；Q1 为 0~500 m，Q2 为 500~1 000 m，Q3 为 1 000~1 500 m，Q4 为 1 500~2 000 m；速度数据以相对速度 (%) 的形式表示；a 表示 Q1 与 Q2 之间存在显著差异；b 表示 Q2 和 Q3 之间存在显著差异；c 表示 Q3 和 Q4 之间存在显著差异。

图 1 2010—2019 年各比赛分段的平均相对速度的演进趋势

Figure 1 The Evolving Trends of the Average Relative Speed of Quarters from 2010 to 2019



表 1 2010—2019 年决赛 A 各比赛分段平均相对速度及变化趋势

Table1 Variation Trend and the Average Relative Speed of Quarters in the Finals A from 2010 to 2019

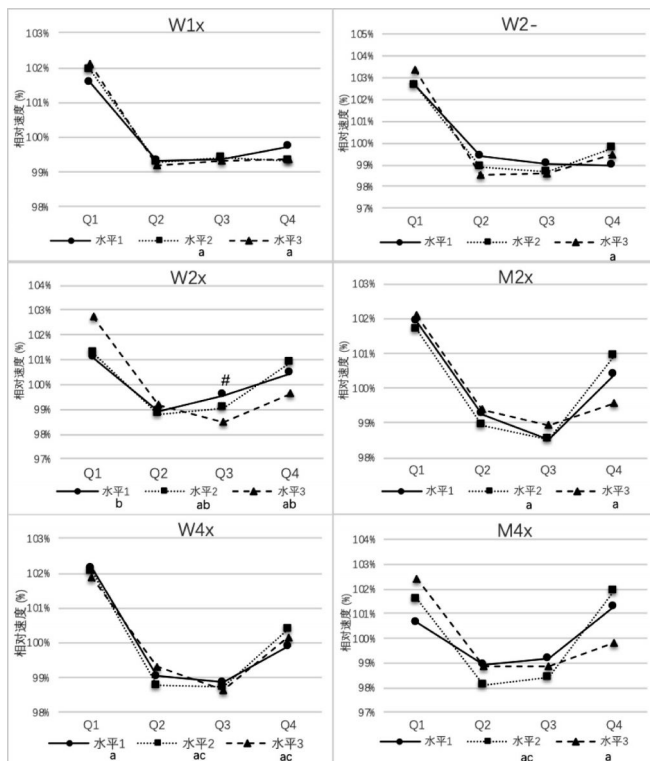
艇种	Q1		Q2		Q3		Q4	
	均值±标准差	年均增长量	均值±标准差	年均增长量	均值±标准差	年均增长量	均值±标准差	年均增长量
W1×	102.45%±1.70%	-0.04%	99.42%±1.40%	0.04%	98.67%±1.01%	-0.13%	99.46%±1.74%	-0.13%
W2-	102.39%±1.89%	0.15%	98.70%±0.94%	0.03%	98.80%±1.31%	-0.03%	100.11%±1.70%	-0.15%
W2×	102.27%±1.88%	-0.27%	99.11%±0.80%	-0.02%	98.72%±1.31%	0.08%	99.91%±1.75%	0.20%
M2×	102.38%±2.26%	-0.34%	98.80%±0.81%	0.21%	98.37%±1.00%	0.11%	100.46%±2.20%	0.01%
W4×	102.40%±1.30%	-0.06%	98.97%±1.32%	0.07%	98.42%±0.92%	0.00%	100.22%±2.03%	-0.01%
M4×	101.76%±1.64%	0.10%	99.16%±1.30%	-0.17%	98.52%±0.94%	-0.03%	100.55%±2.03%	0.04%

注:Q1 为 0~500 m, Q2 为 500~1 000 m, Q3 为 1 000~1 500 m, Q4 为 1 500~2 000 m; 相对速度(%)以均值±标准差的形式表示; 年均增长量指相对速度平均每年增长的量(%)。

2.2.3 种成绩水平在各比赛分段的相对速度

图 2 为 2017—2019 年间, 3 种成绩水平在 4 个比赛分段中的平均相对速度。除了 W2×的水平 1 和水平 3 在 Q3 存在显著差异以外(P<0.05), 所研究的 6 个项目在所有比赛分段内, 3 个水平之间的相对速度都不存在显著差异(P>0.05)。除 W4×外, 水平 1 在 Q1 的相对速度都不是最大的; 除 W1×外, 水平 2 在 Q4 的相对速度都是最大的。

的 6 个艇种中, 除 W2×的 Q2 vs. Q3 和 W4×的 Q1 vs. Q2 外(P<0.05), 其余各艇种相邻两个比赛分段的相对速度间无显著差异(P>0.05); 水平 2 和水平 3 相邻两个比赛分段间的相对速度类似(水平 2 中 M4×的 Q3 vs. Q4 除外), Q2 都显著小于 Q1 (P<0.05), W1×、W2- 和 M2×的 Q2、Q3 和 Q4 相邻间无显著差异(P>0.05), W2×的 Q2 和 Q3 间差异显著(P<0.05), W4×的 Q3 和 Q4 间差异显著(P<0.05)。



注: 实力水平划分为水平 1(第 1 名)、水平 2(第 2~3 名)、水平 3(第 4~6 名); 数据包含 2017—2019 年间 3 届世锦赛决赛 A 比赛数据; Q1 为 0~500 m, Q2 为 500~1 000 m, Q3 为 1 000~1 500 m, Q4 为 1 500~2 000 m; 速度数据以相对速度(%)的形式表示; \* 表示水平 1 和水平 2 之间存在显著差异, # 表示水平 1 和水平 3 之间存在显著差异, △ 表示水平 2 和水平 3 之间存在显著差异; a 表示 Q1 与 Q2 之间存在显著差异, b 表示 Q2 和 Q3 之间存在显著差异, c 表示 Q3 和 Q4 之间存在显著差异。

图 2 决赛 A 不同实力水平队伍之间配速策略比较

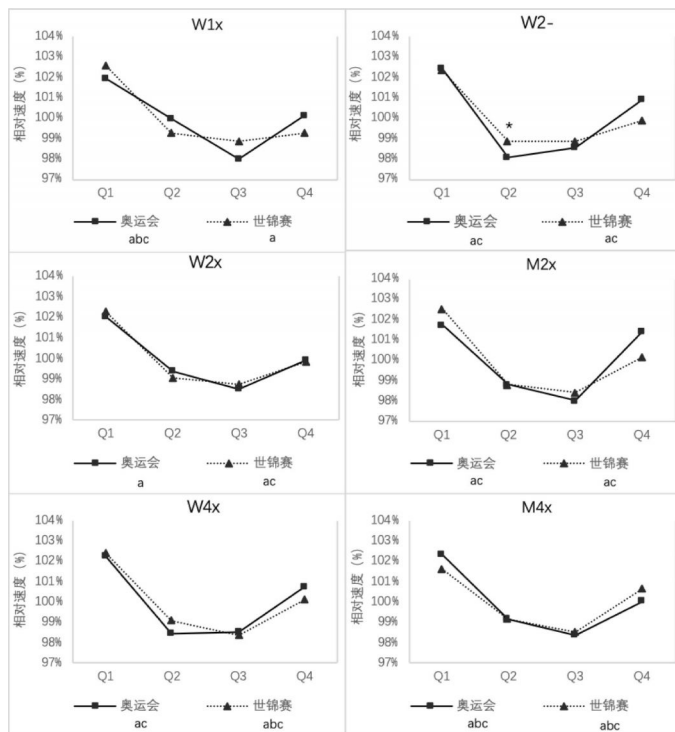
Figure2 Comparison of Pacing Strategies among Final A Teams of Different Levels



## 2.3 奥运会和世锦赛各比赛分段的相对速度

图 3 是 2010—2019 年奥运会和世锦赛的配速策略比较。其中,除 W2- 的 Q2 外(98.1% vs. 98.9%,  $P < 0.01$ ),同一艇种相同比赛分段的相对速度在奥运会和世锦赛间无显著差异( $P > 0.01$ )。此外,尽管差异不显著,但 W1x 和 M2x 在奥运会上倾向于采取比世锦赛更慢的 Q1 和更快的 Q4, W2- 和 W4x 在奥运会上倾向于采取更慢的 Q2 和更快的 Q4,

M4x 在奥运会上倾向于采取比世锦赛更快的 Q1 和更慢的 Q4。奥运会和世锦赛上 6 个项目的 Q1 都显著高于 Q2 ( $P < 0.05$ ); 除世锦赛上的 W1x 和奥运会上的 W2x 外,奥运会和世锦赛上 6 个项目的 Q4 都显著高于 Q3 ( $P < 0.01$ ); 除奥运会上的 W1x、世锦赛上的 W4x、奥运会和世锦赛上的 M4x 外,奥运会和世锦赛上 6 个项目的 Q2 和 Q3 间无显著性差异 ( $P > 0.05$ )。



注:奥运会包括 2012 和 2016 年 2 届比赛,世锦赛包括 2010—2019 年非奥运年世锦赛共 8 届比赛;Q1 为 0~500 m, Q2 为 500~1 000 m, Q3 为 1 000~1 500 m, Q4 为 1 500~2 000 m;速度数据以相对速度(%)的形式表示;\* 表示奥运会和世锦赛之间有显著差异;a 表示 Q1 与 Q2 之间存在显著差异,b 表示 Q2 和 Q3 之间存在显著差异,c 表示 Q3 和 Q4 之间存在显著差异。

图 3 奥运会与世锦赛配速策略比较

Figure 3 Differences in Pacing Strategies between Olympic Games and World Championships

## 3 分析与讨论

本研究旨在通过分析 2010—2019 年赛艇项目历届奥运会和世锦赛决赛 A 的数据,为我国赛艇项目在东京奥运会上配速策略的选取提供参考。主要研究结果表明:(1) 过去十年内各艇种 Q1~Q4 的相对速度整体稳定;(2)各艇种在各比赛分段的相对速度方面,3 个水平队伍之间不存在显著差异 ( $P > 0.05$ , W2x 在 Q3 的水平 1 vs. 水平 3 除外);(3) 各艇种在各比赛分段的相对速度方面,奥运会 vs. 世锦赛间无显著差异 ( $P > 0.01$ , W2- 的 Q2 除外);(4) W1x、W2-、W2x、M2x、W4x 和 M4x 在 Q1~Q4 的平均速度分别约为 102%、99%、98~99% 和 99~101%,其中 Q1 都显著大于 Q2,约 60% 情况下 Q2 与 Q3 类似,约 50% 情况下 Q4 大于 Q3。

### 3.1 2010—2019 年配速策略的演变

本研究的 6 个艇种在 2010—2019 年内, Q1~Q4 的相对速度整体稳定,这与 Kleshnev 等<sup>[15]</sup>对 1993—2009 年历届奥运会和世锦赛的分析结果一致。但研究也指出,伴随赛艇比赛绝对速度的增加,赛艇配速策略有着朝均匀型方向发展的趋势(即 Q1~Q4 的相对速度趋于接近)。本研究 6 个艇种在 Q1~Q4 的平均速度分别约为 102%、99%、98~99% 和 99~101%,这也验证了 Kleshnev 等人的预测。Kleshnev 等<sup>[15]</sup>的分析结果中第 1 名在 Q1~Q4 的平均速度分别为 103.1%、99.0%、98.2% 和 100%。本研究中所有艇种的第 1 名(水平 1)在 Q1 的相对速度都小于 103%,且 W1x、W2x、M2x 和 M4x 都小于 102.0%,只有 W4x 略高于



102.0%, W2- 略高于 102.5%; 本研究所有艇种在 Q3 的相对速度都高于或接近 99%。因此, 相比于 10 年前, 近十年赛艇项目在 Q1 的相对速度有所降低 (~102% vs. 103.1%), Q2 保持不变, Q3 略有增加 (98~99% vs. 98.2%), Q4 保持不变。

本研究基于近十年的比赛数据给出了 6 个艇种的配速策略, 但是不同艇种的配速策略并不完全相同, 这一发现与 Muehlbauer 等<sup>[8]</sup>报道的结果并不完全一致。Muehlbauer 等<sup>[8]</sup>针对 2008 年北京奥运会的研究表明, 不同艇种(单人艇 vs. 其他艇)的配速策略一样, 其 Q1 和 Q4 的相对速度都显著大于 Q2 和 Q3, 但不同艇种 Q2 与 Q3 间的差异不同。本研究中的 Q1 都显著大于 Q2, 但 Q4 显著大于 Q3 的情况只有约 50%, 这也表明近十年内赛艇比赛配速策略似乎在保持 Q1 较高相对速度的同时, 部分艇种在部分年份出现更快的 Q3, 并推动配速策略朝着均匀型方向发展。

### 3.2 决赛A 不同成绩水平队伍的配速策略

本研究所探究的 6 个艇种为我国在 2019 年世锦赛上已获得东京奥运会参赛资格的艇种, 我国在这些艇种上将力争创造历史最好成绩。因此, 针对赛艇世锦赛决赛 A 不同成绩水平的配速策略进行研究能为我国赛艇在东京奥运会上比赛目标的实现提供参考。此外, 由于不同国家在国际比赛中的配速策略存在差异<sup>[14-15]</sup>, 且各个艇种在不同奥运周期内的比赛名次可能会由于运动员的流动(新入选或退役)等原因而波动, 因此本研究只选取了东京奥运会周期世锦赛(2017—2019 年)的比赛成绩进行了分析。

本研究结果表明, 除了 W2x 的第 1 名与第 4~6 名在 Q3 有显著差异之外, 第 1 名、第 2~3 名和第 4~6 名在各比赛分段上的相对速度无显著差异, 这一结果与 Garland<sup>[10]</sup>的报道基本一致, 但与 Brown 等<sup>[7]</sup>报道的不同。Garland<sup>[10]</sup>将 2000—2002 年奥运会和世锦赛上所有公开级艇, 以及 2001—2002 年英国室内赛艇(即测功仪)的前 170 名纳入分析, 发现排名前一半和后半的艇/运动员配速策略类似。但是, Brown 等<sup>[7]</sup>发现国际级(2004—2008 年奥运会和 2003—2007 年世锦赛决赛 A)、国家级 1(2006—2008 年法国全国锦标赛决赛 A 和 B)和国家级 2(2006—2008 年法国全国锦标赛决赛 C 和 D)在各比赛分段间差异显著。此外, 尽管未报道差异的显著性, 但 Kleshnev 等<sup>[14-15]</sup>针对 1993—2009 年期间奥运会和世锦赛的分析同样发现, 不同成绩水平间在配速策略上存在差异。导致本研究与文献结论不一致的原因可能为成绩水平

的划分标准和比赛数据的选择。本研究对应 3 种成绩水平为奥运会和世锦赛决赛 A 的第 1 名、第 2~3 名和第 4~6 名, 而 Garland<sup>[10]</sup>对应的两种成绩水平为所有纳入艇的排名前一半和后半, Brown 等<sup>[7]</sup>对应的 3 种成绩水平是奥运会和世锦赛决赛 A、全国锦标赛决赛 A 和 B、全国锦标赛决赛 C 和 D, Kleshnev 等<sup>[14-15]</sup>对应的成绩水平为奥运会和世锦赛决赛 A 的第 1~6 名。相比之下, 本研究与 Kleshnev 等<sup>[14-15]</sup>研究中的成绩水平划分范围最小(都为奥运会和世锦赛的决赛 A), 而 Garland<sup>[10]</sup>研究中的划分范围最大(如 2000—2002 年间奥运会和世锦赛上所有公开级艇), 但这些划分范围最小和最大的研究都表明, 不同成绩水平间的配速策略类似, 这似乎可以排除成绩水平划分范围大小导致差异的可能。因此, 不同比赛数据的选取导致差异的可能性也许更大, 这也进一步证明针对近十年的比赛数据重新进行配速研究的必要性, 因为现有有关赛艇配速策略的研究所对应的比赛数据都为 2009 年及之前的。

本研究还发现, 尽管各成绩水平在每个比赛分段的相对速度差异不十分显著, 但除 W4x 外, 水平 1 在 Q1 的相对速度都不是最大的; 除 W1x, 水平 2 在 Q4 的相对速度都是最大的; 整体上, 水平 1 的配速策略更趋于均匀型。这一发现与 Brown 等<sup>[7]</sup>的报道类似, 其发现国际级比国家级在配速策略上更趋于均匀型, 国际级比赛在 Q1 和 Q4 的相对速度显著小于国家级。此外, 尽管不完全一致, 但 Kleshnev 等<sup>[14-15]</sup>的两篇报道也有类似发现。针对 1993—2009 年奥运会和世锦赛决赛 A 的研究发现, 第 2 名和第 3 名往往在 Q4 相对速度更大, 但由于其主要在 Q2 与第 1 名差距过大, 而只能屈居第 1 名之下, 而第 6 名尽管在 Q1 的相对速度最大, 但其在 Q4 的相对速度最小<sup>[15]</sup>。在 Kleshnev 等<sup>[14]</sup>另一则针对悉尼奥运会的研究中, 第 1~3 名和第 4~6 名在 Q2 和 Q3 的相对速度类似, 但第 1~3 名在 Q1 的相对速度更小, 在 Q4 的相对速度更大。综合以上分析似乎可知, 水平 1 在比赛中的配速策略更趋于均匀型, 水平 2 在 Q4 中更大的相对速度很难弥补 Q1 和 Q2 落下的差距, 水平 3 在 Q1 中过快的速度导致其在 Q4 很难继续保持。当然, 这里对应的速度都为相对自身全程平均速度的相对速度, 各成绩水平的艇由于运动员生理学做功能力和生物力学技术效率上的差异<sup>[17-18]</sup>, 在比赛中表现出来的绝对速度上同样存在差异<sup>[14]</sup>, 如第 6 名尽管在绝对速度上可以实现与第 1~3 名在 Q1 上的较量, 但这个绝对速度对于第 6 名来说可能超出了其自身能力范围, 可能会造成其在比赛中过早出现疲



劳,进而导致其后程更小的绝对速度和相对速度。

### 3.3 奥运会和世锦赛的配速策略

尽管上文分析了不同成绩水平在配速策略上的差异,但其所选取的数据为2017—2019年世锦赛的比赛数据,而本研究的目的是为我国赛艇项目参加东京奥运会提供参考依据,那么从世锦赛比赛数据中得到的结论能否推广应用于奥运会?鉴于此,本研究专门对比了奥运会和世锦赛在配速策略上的差异。研究表明,同一艇种相同比赛分段的相对速度在奥运会和世锦赛间的相对速度类似(除W2-的Q2外),但不同艇种呈现不同的趋势。由于未见前人对此问题探究的报道,本研究在此部分的数据难以与文献进行对比。奥运会和世锦赛在各艇种的参赛数量上有着不同的要求,前者只允许一个国家一条艇参加比赛,而后者允许一个国家有多条艇参加比赛,这可能导致世锦赛的整体竞争更加激烈。但由于本研究探究的只是决赛A的比赛成绩,不管各国整体实力如何,本研究所分析的数据中还未见决赛A中出现一个国家的两条艇。因此,奥运会和世锦赛决赛A都能够代表赛艇国际比赛的最高水平。二者在配速策略上的相似性表明,上文的相关结论对于奥运会参赛同样具有借鉴意义。

### 3.4 本研究的局限性

本研究存在若干局限。首先,本研究采用的是500 m分段(分段比为25%),高于配速策略研究建议的分段比(5%~10%<sup>[19]</sup>),这可能会降低相对速度的变异系数<sup>[20]</sup>,掩盖不同组在更小分段(如出发和冲刺)中的差异。但是,现有赛艇配速策略文献采用的都为2010年以前的数据,均采用的是500 m分段(国际赛艇联合会公开的数据自2010起才有每50 m分段的数据)。本研究为了更好地与现有文献进行对比,故沿用了500 m的分段方式,未来研究可探究不同分段方式对配速策略特征的影响。其次,尽管本研究在结论上整体与前人研究类似,但研究结论一定程度上验证了前人关于赛艇配速策略在抛物线基础上向均匀型方向发展的预测,且Q1和Q3中小于1%的变化在竞技体育中也属于有价值的最小提高(Smallest Worthwhile Enhancement)<sup>[21]</sup>。第三,本研究只描述了世界顶尖赛艇比赛的配速特征,并未介绍如何通过生理学做功能力和生物力学技术效率的改善来实现这种配速策略,但对此问题的深入分析已超出本文的范围(可见文献<sup>[18,22-24]</sup>)。第四,参加世界顶尖比赛的运动员/艇具有极强的个体化,本研究

得到的配速策略对于每个个体的适用性可能有限,但研究所给出的4个分段的相对速度对于运动员参赛仍然具有参考价值。最后,现有赛艇配速研究方法采用的相对速度这一指标,而不是绝对速度,这可能会掩盖不同水平间的绝对实力差异,但配速策略这一研究领域重点关注的是全程体力分配,本研究保持了与前人研究关注对象的一致性。未来研究可以将赛艇配速研究的视角拓展至绝对速度。

## 4 结论

2010—2019年,W1×、W2-、W2×、M2×、W4×和M4×6个赛艇艇种在奥运会和世锦赛决赛A中的配速策略整体稳定,金牌艇与银、铜牌艇,银、铜牌艇与非奖牌艇的配速策略类似;奥运会与世锦赛的配速策略类似。近十年内6个赛艇项目在Q1~Q4的相对速度分别约为102%、99%、98~99%和99~101%。建议在东京奥运会决赛A中,我国赛艇6个参赛项目在确保高的绝对平均速度基础上参考此配速策略,并可考虑在赛前对此配速策略进行适当演练。

## 参考文献:

- [1] St Clair Gibson A., Lambert E. V., Rauch L. H., et al. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort[J]. *Sports Med.*, 2006, 36(8):705-722.
- [2] 黎涌明,李博,王欣欣.男子赛艇240次卧拉练习的能量代谢特征[J].*上海体育学院学报*,2018,42(06):104-108+118.
- [3] Foster C., De Koning J. J., Hettinga F., et al. Pattern of energy expenditure during simulated competition[J]. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2003, 35(5):826-831.
- [4] de Koning J. J., Bobbert M. F., Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model[J]. *J Sci Med Sport.*, 1999, 2(3):266-277.
- [5] Abbiss C. R., Laursen P. B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition[J]. *Sports Medicine.*, 2008, 38(3):239-252.
- [6] Edwards A. M., Polman R. C. J. Pacing and awareness: Brain regulation of physical activity[J]. *Sports Medicine.*, 2013, 43(11):1057-1064.
- [7] Brown M. R., Delau S., Desgorces F. D. Effort regulation in rowing races depends on performance level and exercise mode[J]. *J. Sci. Med. Sport.*, 2010, 13(6):613-617.
- [8] Muehlbauer T., Schindler C., Widmer A. Pacing pattern and performance during the 2008 Olympic rowing regat-



- ta[J]. *Eur. J. Sport Science*, 2010, 10(5):291-296.
- [9] Muehlbauer T., Melges T. Pacing patterns in competitive rowing adopted in different race categories[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2011, 25(5):1293-1298.
- [10] Garland S. W. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing[J]. *Br. J. Sports Med.*, 2005, 39(1):39-42.
- [11] 吴昊,刘爱杰,黎健冰.专项功率评价与赛艇水陆训练强度统一的研究[J].*山东体育学院学报*,2004(05):44-47.
- [12] 姚学武,高炳宏.6周功能性力量训练对优秀女子赛艇运动员身体功能性动作的影响[J].*体育科研*,2019,40(02):87-90.
- [13] 高炳宏,孟志军.赛艇项目专项训练监控方法的研究进展[J].*体育科研*,2013,34(05):52-59.
- [14] Kleshnev V., Nolte V. Racing strategy in rowing during Sydney Olympic Games[J]. *Australian Rowing*, 2001, 24(1):20-23.
- [15] Kleshnev V., Nolte V. Learning from racing. In: Nolte V, ed. *Rowing Faster*[M]. 2nd Edition. USA: Human Kinetics, 2011.
- [16] 资薇,陈小平.基于伦敦奥运会的当前赛艇世界格局及发展动向[J].*中国体育科技*,2013,49(03):84-88.
- [17] Hartmann U., Mader A. Rowing physiology. In: Nolte V, ed. *Rowing faster*[M]. United States of America: Human Kinetics, 2005:9-23.
- [18] 黎涌明.世界赛艇科学的德国流[J].*体育科学*,2013,33(06):77-84.
- [19] Foster C., Schrager M., Snyder A. C., et al. Pacing strategy and athletic performance[J]. *Sports Med.*, 1994, 17(2):77-85.
- [20] Thiel C., Foster C., Banzer W., et al. Pacing in Olympic track races: competitive tactics versus best performance strategy[J]. *Journal of sports sciences*, 2012, 30(11):1107-1115.
- [21] Hopkins W. How to interpret changes in an athletic performance test[J]. *Sport Science*, 2004.
- [22] 陈小平,资薇.中国赛艇训练关键问题研究[J].*体育科学*,2011,31(01):56-62+74.
- [23] 唐桥,郑晓鸿,毕学翠,等.优秀男子赛艇运动员水上和测功仪拉桨中肌肉活动特征的比较研究[J].*中国体育科技*,2017,53(04):76-82.
- [24] 董微微,高炳宏.4周下肢间歇负压干预对优秀赛艇运动员心率变异性及儿茶酚胺的影响[J].*上海体育学院学报*,2020,44(04):78-83.

(责任编辑:刘畅)

(上接第85页)

- [18] Cockcroft E. J., Williams C. A., Tomlinson O. W., et al. High intensity interval exercise is an effective alternative to moderate intensity exercise for improving glucose tolerance and insulin sensitivity in adolescent boys[J]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2015, 18(6): 720-724.
- [19] Lazzer S., Tringali G., Caccavale M., et al. Effects of high-intensity interval training on physical capacities and substrate oxidation rate in obese adolescents[J]. *Journal of endocrinological investigation*, 2017, 40(2): 217-226.
- [20] Morrissey C., Montero D., Raverdy C., et al. Effects of exercise intensity on microvascular function in obese adolescents[J]. *International journal of sports medicine*, 2018, 39(06): 450-455.
- [21] Runacres A., Mackintosh K. A., McNarry M. A. The effect of constant-intensity endurance training and high-intensity interval training on aerobic and anaerobic parameters in youth[J]. *Journal of sports sciences*, 2019, 37(21): 2492-2498.
- [22] 黎涌明.周期性耐力项目的训练量与强度[J].*体育科学*,2015,35(02):67-72.
- [23] 郜卫峰,冯鑫,顾大成.同期耐力与力量训练对长跑运动员跑步经济性耐力表现相关指标影响的 Meta 分析[J].*体育科学*,2019,39(09):68-81.
- [24] 陈佩杰,王人卫.健康体适能评定理论与方法[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2005.
- [25] Boutcher S. H. High-intensity intermittent exercise and fat loss[J]. *Journal of obesity*, 2010:868.
- [26] Sim A. Y., Wallman K. E., Fairchild T. J., et al. Effects of high-intensity intermittent exercise training on appetite regulation[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2015, 47(11): 2441-2449.
- [27] Milanovic Z., Sporiš G., Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for  $VO_{2max}$  improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials[J]. *Sports medicine*, 2015, 45(10): 1469-1481.
- [28] 赵广高,曹卫,苏利强,等.高强度间歇训练与中强度持续训练对超重/肥胖成人心肺适能的影响比较:Meta分析[J].*首都体育学院学报*,2018,30(2):186-192.
- [29] 刘瑞东,曹春梅,刘建秀,等.高强度间歇训练的应用及其适应机制[J].*体育科学*,2017,37(07):73-82.

(责任编辑:刘畅)