

赛艇 WH1x 运动员段静莉划桨技术动作特征分析

李吉如1,梁东梅2,邓京捷1,廖红娟1,刘 硕3

摘 要:目的:总结和借鉴优秀运动员的技术特点,应用 BioRow 赛艇技术测试分析系统对里约奥运会奖牌获得者段静莉划桨技术动作特征进行分析,提供相应技术参数供参考。方法:通过实船测试获得段静莉各个划桨阶段的技术参数,从桨叶控制技术、划桨风格和艇速及艇加速度三方面对段静莉的划桨技术特征进行分析总结。结论:(1)段静莉的拉桨阶段的桨叶控制有待提高,特别是桨叶入水打滑角度和桨叶出水打滑角度均偏大,桨叶入水深,不利于拉桨后期做功效率;(2)段静莉回桨阶段桨叶控制技术良好,桨叶轨迹稳定性较良好,桨叶高度适中;(3)段静莉的划桨风格属于"卢森博格"的中发力模式;(4)艇速及艇加速度是评价运动员划桨技术简单直接有效的方式。关键词:赛艇 WH1x;段静莉;划桨技术;动作特征

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)04-0014-07 DOI:10.12064/ssr.20210403

Analysis on Technical Movement Characteristics of Duan Jingli's Strokes in Women's Rowing WH1x

LI Jiru¹, LIANG Dongmei², DENG Jingjie¹, LIAO Hongjuan¹, LIU Shuo³

(1. Guangdong Provincial Institute of Sports Science, Guangzhou 510663, China; 2. South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 3. Sports Water Sports Management Center, Hebei Provincial Sports Bureau, Shijiazhuang 050011, China)

Abstract: Purpose: This paper summarized and drew lessons from technique characteristics of elite athletes. It analyzed stroke technical movement characteristics of Duan Jingli, a Rio Olympic medal winner, and provided corresponding technical parameters for reference through BioRow technique test and analysis system. Methods: The technical parameters form different stroke phases were obtained through the real-boat test. Stroke technique characteristics of Duan Jingli were analyzed and summarized from blade control technique, stroke style and speed of boat and acceleration of boat. Conclusions: (1) Duan Jingli's blade control technique at pulling phase needed to be improved, especially bigger slip angle of blade entry and release and deep blade entry. They were all not conducive to work-efficiency in late pulling phase. (2) Duan Jingli's blade control technique at recovery phase was good, which was represented as good track stability of blade and appropriate height of blade. (3) Duan Jingli's stroke style was Rosenberg's medium power mode. (4) It is the simple and effect way to evaluate stroke technique of athlete by speed of boat and acceleration of boat.

Key Words: Rowing WH1x; Duan Jingli; Stroke technique; Movement Characteristics

赛艇项目属于体能主导类周期耐力性项目,对技术有着较高要求,特别是中国赛艇经历了"重体能轻技术"¹¹¹后,逐步回归到了体能与技术并重的发展阶段,并逐渐认识到技术的重要性。自此之后对赛艇技术的研究和探讨也逐步深入。纵观中国赛艇项目参赛史,虽然在个别项目上取得过优异成绩,但也是

昙花一现。查阅文献资料发现,几乎没有关于我国优秀赛艇运动员水上划桨技术的相关报道。对优秀运动员个体的技术动作特点进行个性化研究具有重要的参考价值,是技术传承、项目发展的必由之路。

我国赛艇运动员在身体形态、体能水平等方面 与国外优秀运动员存在较大差异,仅仅参考国外优

收稿日期: 2020-12-11

基金项目: 广东省省级科技技术项目(2019B110210004)。

第一作者简介: 李吉如,女,硕士,副研究员。主要研究方向:运动人体科学。E-mail:xiaoxun810516@163.com。

作者单位: 1.广东省体育科学研究所,广东 广州 510663; 2.华南师范大学,广东 广州 510631;

^{3.}河北省体育局 水上运动管理中心,河北 石家庄 050011。

\$

秀运动员的技术动作特征数据来测量评价我国运动 员的技术动作特征不够客观。针对我国优秀赛艇运 动员,尤其是在国际大赛上取得优异成绩的运动员 的水上专项技术动作特征的报道较少见到。有研究 从力学角度提出赛艇技术评价的理论模型[23],有研 究利用计算机模拟赛艇技术[4],也有研究应用视频 影像进行赛艇运动学分析[5],但应用实船测量赛艇 划桨动力学并进行运动学分析的研究仍较少见到。 虽然,赛艇技术分析相关研究逐渐接近训练实战,但 目前的技术测评工作仍存在着两方面问题:一是技 术测评尚且停留在测试层面,对测试结果的解读以 及根据测评结果采取的技术训练方法是否有效等问 题没有得到足够的重视;测试结果仍停留在理论层 面,未能与教练员技术训练有效结合,测试的结果未 能直接转化为技术优化的推动力;测试结果未能有 效应用于运动训练,导致科学测试不能在实践中得 到进一步优化和改进, 达不到测试—训练联动推进 运动成绩的效果[6]。二是缺乏本土优秀运动员的数 据积累,如北京奥运会女子四双运动员的技术特点、 优秀运动员张秀云的技术特点, 从技术层面都没有 留下参考,导致对运动员的技术评价依据教练员经 验或借鉴国外优秀运动员数据,不利于国内优秀运 动员技术的传承和进一步优化。

鉴于此,本文拟对里约奥运会奖牌获得者段静 莉在里约奥运备战周期的技术测试数据进行分析总 结,以期对教练员技术训练提供数据支撑和理论支持。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

段静莉,女,1989年出生,身高 180 cm,体重 76 kg, 桨长 289 cm,桨内柄长 88 cm,目前是国内唯一在奥运会上获得奖牌的单人双桨运动员。

1.2 研究方法

本研究应用 Dr. Valery 团队研发的赛艇技术动作测试分析系统,主要通过桨柄力传感器、桨角度传感器、滑座位移传感器及 GPS 了解运动员一个划桨周期各阶段的技术特点^[7]。

1.3 实验流程

本测试采用递增桨频,逐级获取不同桨频条件下的技术参数结果,并在测试过程中采用录像拍摄,用于辅助技术动作的分析诊断。测试方案参考已有技术测试方案^[8],具体为:采用递增桨频模式,总测试距离为2km,初始桨频为20桨/分钟,每划4桨

递增一次,每个桨频划行 500 m。测试地点为千岛湖国家赛艇队水上训练基地。测试环境为晴天,小风浪,不影响技术测试。测试阶段为冬训期间的常规水上技术训练。

1.4 关键技术参数界定

参照徐开胜等^[9]、高崇等^[7]、李吉如等^[8]的研究选择技术参数。拉桨幅度通过桨叶控制技术中的桨角参数来进行测评,每桨力量通过桨柄力曲线来测评,艇速波动通过艇速和艇加速度曲线进行分析。

1.4.1 运动员桨叶控制技术

本研究中运动员桨叶控制技术能力的界定主要依据运动员划桨过程中桨角及相关指标参数^[7]。具体的参数界定如图 1、图 2 所示。

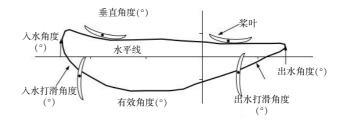


图 1 桨角定义及桨角曲线[10]

Figure 1 Definition of Oar Angle and Curve of Oar Angle $^{[10]}$

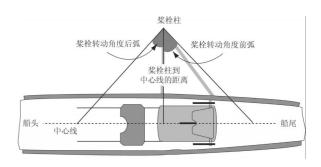


图 2 实际测试曲线及参数划分

Figure 2 Actual Test Curve and Division of Parameters

桨角,即在一个划桨动作周期当中,桨相对于艇的长度在水平方向上的移动角度^[9]。在目前研究中,有2种不同的坐标系统定义桨角,在本研究中的坐标系为:以桨垂直船艇轴线的位置为零度角,从桨叶入水到零度角位置为前弧桨角(前弧角度),用"-"表示,从零度角到桨叶出水的位置为后弧桨角(后弧角度),用"+"表示。入水角度是最小角度,出水角度是最大角度。图1中各角度的定义^[7,11]具体为:入水角度为桨叶对前端接触水面的水平角度;入水打滑角度为桨叶最前端接触水面开始到桨叶完全进入水面

4

的水平角度;出水角度为桨叶完全离开水面的水平 角度;划幅是入水角度和出水角度绝对值之和,出水 打滑角度为桨叶最前端刚刚出水到桨叶完全离开水 面的水平角度。

1.4.2 运动员划桨技术风格

本研究中运动员划桨技术风格的界定主要是依据与桨柄力-桨角曲线的形态特点[12]及达到最大力70%的桨角[10],具体的参数界定如图 3 所示。桨柄力-桨角曲线是桨柄力随着桨栓角度的变化而绘制的曲线,横轴表示拉桨角度变化,其宽度越宽则表明拉桨幅度越大,桨划距越长,纵轴表示拉桨阶段的桨栓力力值的变化,其值越高则表示拉桨力量越大。本研究中重点分析的技术参数有:(1)力量达到最大力量70%的角度(°),可以依据此参数及桨柄力-桨角曲线形态来判定运动员的划桨风格,了解划桨前半程的效果;(2)力量峰值出现长度百分比(%),辅助判断运动员划桨技术风格特点;(3)力量从最大力量70%开始下降的角度(°),用于了解运动员拉桨后半程的技术效果;(4)最大力值及平均力值,用于了解运动员的力量水平及划桨有效性。

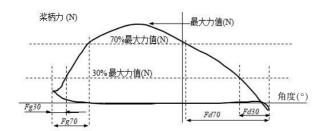


图 3 桨柄力-桨角曲线及各参数值的定义

Figure 3 The Curve of Oar Angle-Handle Force and Definition of Its Parameter Values

1.4.3 艇速及艇加速度

作为体能主导类周期性竞速项目,赛艇比赛获胜的核心因素就是艇速,艇速波动的振幅是决定赛艇运动成绩最为重要的因素之一[13]。水的阻力正比于船艇速度的平方,所以理想的技术是每一划桨过程中消除艇速的波动并保持艇速的恒定。艇速是由桨手每一划桨效果(功率)累积起来的外部特征,是评定运动员划桨效果的标准。为此,本研究对艇速及艇加速度的分析主要是结合每一划桨周期中的艇速及艇加速度曲线对艇速及艇加速度相关参数的数值进行分析。

1.5 数据处理

一个测试组的原始采样数据通常包含多个划桨

周期,这些划桨周期内的生物力学变量的时长和大小各不相同,通过对采样数据中所有桨数取平均值后得到一个平均的划桨周期时长,再根据这个平均时长做归一化处理,得到一个典型划桨周期的数据。在获得其技术参数数据的同时,亦参考"目标数据"(BioRow 系统中赛艇运动生物力学专家 Valery 多年测试世界优秀运动员的数据)来评估与世界优秀运动员的技术差异。

2 研究结果

2.1 桨叶控制技术

运动员划船效率依赖于划桨技术,特别是对桨叶的控制能力。为此,桨叶控制技术也是运动员技术评价的一个重要方面。表1为段静莉桨叶控制技术各参数值,图4、图5为段静莉桨叶运行轨迹曲线。

表 1 段静莉桨角参数值(单位:°)

Table 1 Parameter Values of Oar Angle of Duan Jingli

参数	入水 角度	出水 角度	划幅	入水打 滑角度	出水打 滑角度	桨叶 深度
测试数据	-64.51±	+40.14±	104.52±	13.51±	18.23±	-7.52±
	4.93	3.13	4.13	4.73	1.71	1.21
目标数据	-66	44	110	6	12	-6
差值	1.5	4	6	7	6	1.5

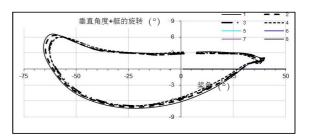


图 4 段静莉不同桨频时的桨叶运行轨迹曲线 Figure4 The Curve of Blade Track at Different Stroke Rates of Duan Jingli

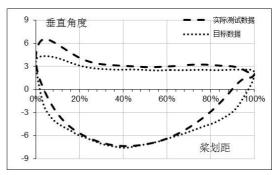


图 5 依据技术参数对段静莉桨叶运行轨迹进行优化后的曲线图

Figure 5 The Diagram of Blade Track of Duan Jingli after Optimization Based on Technique Parameter

2.2 划桨技术风格

目前现有文献中对运动员划桨技术风格的划分,主要是依赖桨柄力-桨角曲线的峰值力出现时间早晚来判断,尚无明确的数据分析[1415]。表 2 为段静莉桨柄力-桨角曲线、桨柄力-长度百分比曲线中获得技术参数数据。图 6、图 7 为段静莉拉桨阶段的桨柄力-桨角曲线图。

表 2 桨柄力参数值及目标值

Table2 Parameter Values and Target Value of Handle Force

参数	力量达到 最大力量 70%的角 度/°	力量峰值 出现长度 百分比/%	力量从最大 力量 70%开 始下降的角 度/°	最大 力值/N	平均 力值/N
测试数据	11.91±	42.62±	26.62±	575.36±	336.36±
	7.43	8.61	1.63	15.13	17.42
目标数据	11	35	33	650	340

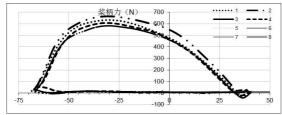


图 6 段静莉不同桨频时的桨柄力-桨角曲线图

Figure 6 The Diagram of Oar Angle-Handle Force at Different Stroke Rates of Duan Jingli

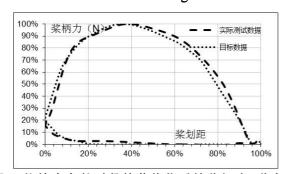


图 7 依技术参数对段静莉优化后的桨柄力-桨角曲 线图

Figure 7 The Diagram of Oar Angle-Handle Force of Duan Jingli after Optimization Based on Technique Parameter

2.3 划桨艇速及艇加速度

2.3.1 艇速

表 3 为段静莉不同桨频条件下艇速及艇加速度 等相关参数数值,图 8 为其 32 桨 / 分钟时的艇速及 艇加速度曲线,其中虚线为船的加速度曲线,实线为 艇速曲线。

表 3 不同桨频条件下艇速及艇加速度等参数值 Table3 Parameter Values of Speed of Boat and Acceleration of Boat at Different Stroke Rates

桨频	平均 艇速/ (m·s ⁻¹)	最低 艇速/ (m·s ⁻¹)	最高 艇速/ (m·s ⁻¹)	变化 幅度	最小加 速度/ (m·s ⁻¹)	最大加 速度/ (m·s ⁻¹)	变化 幅度
20	3.73	2.67	4.26	1.59	-4.11	2.76	6.87
24	3.99	2.93	4.46	1.53	-5.06	2.85	7.91
28	4.20	3.35	4.83	1.48	-5.83	3.03	8.86
32	4.43	3.45	4.85	1.40	-5.94	3.15	9.09
\(\overline{X} \pm SD \)	4.09± 0.30	3.10± 0.36	4.60± 0.29	1.50± 0.08	-5.24± 0.85	2.95± 0.18	8.18± 1.01

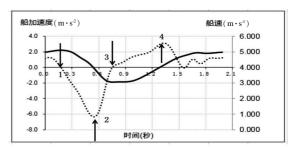


图 8 段静莉单人艇 32 桨 / 分钟条件下艇速及加速度情况

Figure 8 Speed of Boat and Acceleration of Boat under Single Rowing 32 str/min of Duan Jingli

2.3.2 艇加速度

艇加速度是运动员拉桨力量和身体各部位相对运动的合理的表现形式,它是评价赛艇技术的重要指标,特别是在多人艇上,最大的拉桨力量不一定带来最佳的艇加速度。赛艇在划行中,其加速度变化曲线为在每一划桨进程中,出现2个峰值,即在拉桨过程中出现一次峰值,而在回桨过程中出现第二个峰值^[16]。为了更好地分析艇加速度曲线,本研究将加速度曲线中的4个关键点技术进行了标记(具体详见图8中加速度曲线上的箭头指示),以便分析。

3 分析与讨论

运动技能的形成是一个复杂的神经过程,也是一个复杂的学习过程,是建立在多次重复刺激的基础之上的。而对于赛艇这个周期性项目而言,在一个2 km 的比赛中,运动员需要在较高桨频条件下重复划桨技术动作 200 次左右^[17],在日常训练中,运动员平均每周的训练量均在 180~200 km,运动员每一个划桨动作的细微差异和不稳定,都会在多次的重复中被不断放大。

3.1 桨叶控制技术

赛艇项目的技术测评涉及如何使桨叶充分地发

\$

挥其推进效率、身体各部分的协调用力、艇以持续稳 定的速度前进、人与艇之间的协调互动等各个方面。 桨叶控制技术的核心是如何使人作用于桨叶的力发 挥出最大效率, 而桨叶产生作用力的核心是桨叶相 对于水存在着相对运动,相对速度越大,作用力也就 越大。随着桨频的增加,桨叶控制也会变得更加困 难,微小的技术改变,都会导致桨叶控制能力的下 降,直接导致拉桨长度和拉桨功率的下降。如表1所 示, 段静莉与目标数据相比, 在入水角度有 1.5°之 差,出水角度有4°之差,入水打滑角度有7°之差,出 水打滑角度有 6°之差。结合段静莉本人的身高参数 来看,其入水角度与出水角度2个参数较为优异,但 其入水打滑角度和出水打滑角度2个参数与目标角 度存在较大差异,有较大的优化空间,这也是我国赛 艇运动员面临的普遍问题,即拉桨划幅与优秀运动 员接近,但入水及出水效果欠佳,桨叶水下有效做功 距离有待提高。

3.2 拉桨控制技术

根据划桨周期的划分,桨叶入水是划桨周期拉桨阶段的开始,桨叶入水速度越快,桨叶进入拉桨状态的速度就越快,抓水就越快,影响桨叶作用力大小的关键因素是拉桨速度。一般来说,桨叶在水中建立支点越快,则拉桨长度越长,即桨叶在最远端建立支点,有效做功距离就越长。结合视频资料分析,段静莉桨叶入水角打滑度偏大的原因是桨叶入水前,转桨入水时出现手臂向下用力按的动作,致使桨叶抬得过高,再次入水时丢失一部分拉桨长度,影响桨叶入水的远度和速度。另外,桨叶入水前的抬高会增加运动员控制桨叶的难度,进而导致桨频的减少和船艇平衡的破坏。

桨叶入水后向下行走,要想在拉桨阶段迅速加速 并保持较大的拉桨力,桨叶就需要尽可能沿着一条直 线运动,如果桨叶入水过深,会在船艇前进方向损失 一些力,降低拉桨效果,特别是桨叶过了零度角后,要 想依旧保持桨叶水平拉桨出水,则需要具备较大的力 量水平,如果运动员的力量水平不足,则会导致桨叶 斜方向出水,产生的分力会对艇的加速产生阻力,并 且导致桨叶出水打滑角度增加。也有研究认为桨叶入 水深意味着入水打滑角度较小,但由此引发的劣势远 远超过了优势。这些劣势包括划桨时间的增加,桨叶 运动路线的偏离及桨叶粗糙出水等。段静莉桨叶入水 深度为-7.5°左右,最佳桨叶深度应该为6°左右,桨叶 人水深度略深,也导致了桨叶出水效果不佳。桨叶出 水阶段2个常见的错误就是拉桨后倒不到位,过早地 结束拉桨动作或拉桨结束前桨叶就升出水面。段静莉 出水角度偏小则会引起拉桨后倒不足,过早结束拉桨动作的错误发生。综合段静莉的桨叶控制技术来看,段静莉需要在桨叶入水和桨叶出水2个方面进行改进,在训练中应加强桨叶入水和出水阶段的控制训练,减小桨叶入水打滑角度和桨叶出水打滑角度。桨叶入水技术和出水技术与桨叶控制技术息息相关,这也与高崇等人的研究结果一致^[7]。

3.3 回桨控制技术

在划桨周期中,拉桨是动力产生阶段,回桨则是动力保护阶段。优秀赛艇桨手拉推时间比是 1:1.66^[18],也就是说 2 000 m 的训练或比赛中,约 1/3 的赛程是拉桨完成的,另外 2/3 的赛程是依靠回桨来完成的。回桨阶段不仅是划桨动作的复位期,也是一个短暂的调整恢复期,重视回桨技术,也是桨叶控制的一个重要体现。

在回桨过程中,运动员需要将桨叶放平以减少空 气阻力,并借助桨保持艇的稳定:桨手让桨叶保持在 一定的高度,充分利用人体从船头向船尾移动所产生 的动力,感受船速的行进,做到人船桨合一,最大限度 地延长最大船速的维持时长。由研究结果可见,随着 桨频的变化,其桨叶轨迹稳定性较为良好,回桨阶段 桨叶高度适中,且技术动作稳定性良好。从回桨阶段 的桨叶轨迹也可以发现, 桨叶在入水前的扬桨现象, 可能是导致桨叶入水速度慢的原因。综合拉桨阶段、 回桨阶段的桨叶运行曲线和视频分析发现,段静莉回 桨最后阶段和桨叶入水前的技术衔接可能存在着一 定的问题:回桨后阶段收腿后桨叶高度的保持效果不 佳,准备入水前桨柄向下按桨,再转桨入水,发生了扬 桨现象,桨叶入水延迟。注重拉桨技术训练的同时,也 要重视回桨技术,尽量避免扬桨再入水。这一问题国 内其他优秀选手也曾出现[18],需引起教练的重视。

3.4 划桨技术风格

目前赛艇界的主流技术风格有 4 种,即:亚当、前东德、卢森博格和格林柯技术风格[19-20]。图 9 为 4 种划桨技术风格对应的身体环节曲线图[21]。鉴于我国国家队队员来自各个省市,各个省的教练员的技术训练方法各不相同,致使目前尚未形成相对一致的划桨风格,对于我国多人艇组队是非常不利的。在曹景伟[15]、刘扬等[14]的研究中也对运动员的桨力-桨角(时间)曲线进行了分析,并对几种划桨风格进行了简要的分类。在本研究中对运动员划桨技术风格界定的主要依据是力量达到最大力量 70%的角度(°)及力量峰值出现长度百分比(%)这 2 个参数值。

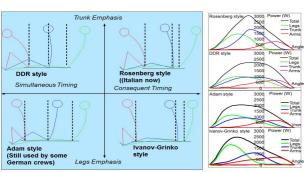


图 9 赛艇 4 种主流划桨技术身体环节曲线^[21]
Figure 9 The Curve of Body Part in 4 Major Rowing Stroke Techniques^[21]

由表 2 可见,从力量达到最大力值 70%的角度来 看,其值是比较优秀的,从力量达到最大力量70%的 角度(°)及力量峰值出现的长度百分比(%)来看,比标 准稍晚,根据其对划桨风格的划分可判定其属于中发 力模式的"卢森博格"的技术模式。从 Valery[21]的研究 中可知,前发力模式可较快达到峰值力[力量峰值出现 长度百分比(小于35%)],此种发力模式也得到生物力 学专家和大部分教练员的认可,一方面此种发力模式 可以充分利用下肢大肌群的肌力水平,世界优秀运动 员下肢、躯干和上肢对划桨功率的贡献率分别是 46.4%、30.9%、22.7%;另一方面也符合身体环节动量 传递规律,即从大肌群开始,到躯干环节,最后到上肢 的小肌群。从段静莉最大力量70%开始下降的角度这 个参数来看,则是优于标准,其拉桨后半程的划桨效 果较好。从段静莉的峰值力和平均力的结果来看,其 平均力与"黄金标准"是非常接近的,但她的峰值力则 有待进一步提升。结合视频分析发现其峰值力低于标 准,且峰值力出现时机靠后的原因,可能是其桨叶入 水后,蹬腿速度不足,未能充分利用下肢大肌群的肌 肉力量。另外其躯干的做功距离偏短,导致后一次拉 桨加速度不足,建议其增加躯干的做功速度和距离, 增加后一次拉桨加速度,完成快速出手复位动作。

3.5 划桨艇速及艇加速度

作为体能主导类周期性竞速项目,赛艇制胜核心因素即是艇速。在赛艇比赛过程中,有很多因素影响到最终的比赛时间,但是优异的比赛成绩最终依赖于比赛距离内的平均艇速,所有技术变化,最终表现的技术都归结在艇速上。目前训练中最常应用的桨频表即可获得运动员训练过程中的艇速及艇加速度的信息,相对于实船测试的各种具体参数来讲,艇速和艇加速度更容易获得,用于评价运动员技术训练课的训练效果,更为简单方便。

理想的划桨技术是在每一划桨过程中消除艇速

的波动并保持艇速的恒定。然而要想实现消除波动 并保持恒定艇速是很难的。艇速波动的振幅是决定 赛艇运动成绩最为重要的因素之一。从图 8 可看出, 段静莉艇速随着桨频的增加, 艇速波动的变化幅度 逐步减小。从艇速曲线来看,桨叶入水,运动员在桨 入水前爆发式地用力蹬脚踏板时, 脚踏板的反作用 力使桨手的质量加速向船头移动, 由此导致船向船 尾方向的运动,会对船速产生明显的消极影响,导致 艇速下降,下降至拉桨阶段的17%左右,艇速达到最 小值, 然后随着桨入水后带来的动力, 艇速开始上 升。在桨叶出水后,虽然没有了桨叶水下产生的动 力,但由于运动员在滑轨上移动,产生的重量可以传 到艇上,致使艇速增加。卢德明等[22]的研究也发现, 艇速达到最大值是由桨手身体在滑轨上的运动所引 起的。虽然在回桨阶段的早期,船艇相对于水正在加 速,但整个系统却处于减速阶段;在回桨中期,艇速 达到最大,赛艇教练员为了减小艇速的波动,指导运 动员让桨叶以一种平滑、连续的方式出水,以保护艇 速。为此,回桨阶段,又是动力保护阶段。如果运动员 能够改变拉桨技术,延长高于平均速度的艇速时长, 能够有效提高艇的全程平均速度。

为分析方便, 本研究将图 8 中的加速度曲线中 的 4 个关键点技术进行了标记。其中箭头 1 对应的 是划桨的回桨阶段艇加速度由零向负值转换的时 刻,此时,运动员对脚蹬板的作用力由回桨阶段的拉 力变为蹬力,即是滑座在回桨过程中达到最大速度 时刻,在此之后到拉桨开始前滑座开始减速,该时刻 发生的越迟,越靠近拉桨开始,意味着在整个回桨阶 段对艇速有更好保护。箭头 2 为艇加速度的"负峰 值",通常是在拉桨开始之后,桨改变运动方向,而在 桨叶完全入水之前发生,此点出现的时间要与桨柄、 滑座转换的时间一致,波谷越深越好,波宽越窄越 好,表示更好的脚蹬、座板和手柄的协调入水效果。 箭头3在拉桨开始后,艇加速度由负值向正值转换 的时刻,在此点之后艇加速度为正值,此点出现是由 于桨栓/桨柄受力比脚蹬受力增加得快而使艇的加 速度变为正值。桨频越高,运动员水平越高,该时刻 发生的就越早,表明船速加速更早。箭头4为"第二 峰值"出现在腿部速度和脚蹬踏受力开始下降的时 刻,此时相对较高的桨栓/桨柄受力是由躯干和手 臂的快速运动所保持,这导致了运动员重心的减速 以及其动能转换为艇的动能。此点出现的时间越长 越好,表示船体的加速时间越长。在对运动员的技术 评价中可以应用这4个技术关键来判断运动员的技 术训练效果。从图 8 中段静莉的加速度曲线可知,箭



头 2 峰值越尖锐越好,说明速度变化率越大。由表 3 中的数据可知,随着桨频的增加,艇速变化幅度逐步减小,桨频越高,每一划桨周期中桨频的速度差越小,最小加速度随桨频增加逐步减小,最大加速度随桨频增加而增加,加速度变化幅度随桨频增加而增加。

4 结论

- **4.1** 段静莉拉桨阶段的桨叶控制技术有待提高,特别是桨叶入水打滑角度和桨叶出水打滑角度均偏大,桨叶入水深,不利于拉桨后期做功效率。
- **4.2** 段静莉的划桨风格属于"卢森博格"的中发力模式,优秀的入水转换技术、平稳拉桨回位技术充分保护了其拉桨阶段所获得的速度,弥补其发力偏后、划幅偏短等技术劣势。
- **4.3** 艇加速度曲线和速度曲线是评价运动员划船 效果的最简单直接的方式。

参考文献:

- [1] 陈小平,资薇.中国赛艇训练关键问题研究[J].体育科 学,2011,31(1):56-62+74.
- [2] 邵桂华,孙庆祝,刘晓莲,等.面向赛艇项目技术诊断专家系统的发开与研制[J].系统工程理论与实践,1998, 18(7):136-139.
- [3] 闻兰.赛艇技术诊断专家系统的开发与研究[J].上海 体育学院学报,1999,23(4):68-71+78.
- [4] 王贤坤,徐铭陶,陈明.赛艇运动数值模拟技术研究[J]. 福州大学学报(自然科学版),1999,27(4):66-68.
- [5] 杨银儿,潘慧炬,应春意,等.国内、外女子赛艇单人双 桨划桨技术比较研究[J].中国体育科技,2007,43(4): 126-128
- [6] 黎涌明,韩甲,刘阳,等.2021年中国健身趋势:针对国内健身从业人员的网络问卷调查[J].体育科研,2021,42(3):1-9+18.
- [7] 高崇,曹春梅.中国优秀女子赛艇运动员桨叶控制技术特点分析[C]//中国体育科学学会运动生物力学分会,第十八届全国运动生物力学学术交流大会(CABS 2016)论文集,2016:1.
- [8] 李吉如,刘扬,梁东梅,等.优秀赛艇女子双人单桨运动员 拉桨阶段技术特点及配艇技术分析[J].天津体育学院学

- 报,2019,34(2):179-184.
- [9] 徐开胜,徐开娟.国家赛艇队 W1X 运动员划桨技术关键指标体系构建[J].山东体育学院学报,2017,33(1): 105-108.
- [10] Valery Kleshnev. Biomechanics of rowing newsletter[J]. Rowing Biomechanics Newsletter, 2008,8 (83).
- [11] 游永豪,宋旭,刘扬,等.单人与多人配艇训练的运动技术差异:以国家赛艇队女子双桨运动员测试为例[J]. 2016,23(3):123-129.
- [12] 陈炜,程亮亮,杨栋栋,等.我国优秀赛艇女子单桨运动 员实船运动生物力学特征研究[J].体育科学,2016,36 (12):72-76.
- [13] Volker Nolte.划得更快:赛艇训练的科学和艺术[M]. 曹春梅,张秀云,译.陈小平,审译.北京:北京体育大学出版社,2011.
- [14] 刘扬,孙怡宁,马祖长,等.基于实船动力学测试信息的 我国优秀女子赛艇运动员技术特征分析[J].体育科研, 2013,34(5):60-63.
- [15] 曹景伟,季林红,马祖长,等.我国优秀赛艇运动员桨力 -时间曲线特征[J].天津体育学院学报,2007,22(4): 281-283+341.
- [16] 葛新发,黄胜初,郑伟涛.赛艇动力学及流体动力性能和快速性能研究[J].武汉体育学院学报,2000(6):80-84.
- [17] de Campos Mello F, de Moraes Bertuzzi R C, Grangeiro P M, et al. Energy systems contributions in 2,000 m races imulation: A comparison among rowing ergometers and water[J]. European Journal of Applied Physiology, 2009, 107(5):615.
- [18] 黄胜初.再论赛艇动力学:对FISA《赛艇教练员培训教程》动力学理论的商権[J].武汉体育学院学报,2005,39(12):69-71+78.
- [19] 齐曙光.世界赛艇主流技术浅析[D].曲阜:曲阜师范 大学,2011.
- [20] 杨银儿.国内外赛艇女子轻量级优秀运动员划桨技术的运动学分析[D].金华:浙江师范大学,2007.
- [21] Valery Kleshnev. The Biomechanics of Rowing [M]. Ramsbury, Marlborough Wiltshire, 2016: 173-174.
- [22] 卢德明,王庆君,王云德.赛艇技术的生物力学研究[J]. 体育科学 1992,12(6):75-79+83+96.

(责任编辑:刘畅)