



短道速滑世界杯 1 500 米滑行节奏分析

侯亚丽¹,王向东^{2*}

摘要:目的:通过对2018—2020年2个赛季短道速滑世界杯所有站男女1 500 m半决赛和决赛的比赛表现进行统计分析,为当今短道速滑1 500 m科学训练提供一定的理论支持。方法:主要采用多因素方差分析及肯德尔相关分析法进行统计分析。结果:(1)男女滑行的总时间表现为A组决赛<半决赛<B组决赛,第12圈用时最短,男子第一名最后5圈用时明显少于最后2名运动员且呈显著性差异($P<0.05$),男子前3名各单圈用时无差异,女子第一名最后4圈用时明显少于最后3名运动员且呈显著性差异($P<0.05$),女子前2名各单圈用时无差异;(2)男女前11圈的排位相关性不大,第12圈表现出中等相关,最后2圈表现出高度相关,女子各单圈排位相关性略高于男子,男女第一名在比赛前半程更多采用跟随滑行,使自己排位不断靠前,运动员在第12圈的排位是整个比赛的关键,第12圈处于排位前3名的男子运动员和处于排位前2名的女子运动员最后获得冠军的概率分别为83.8%和80.0%。我国运动员在比赛中合理分配体能的同时,应更加注意转换节奏前的自身排位情况,从而降低后程超越难度。

关键词:短道速滑;运动表现;战术;排位;滑行节奏

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2021)06-0093-08

DOI:10.12064/ssr.20210612

Research on the 1 500-Meter Sliding Rhythm of the Short Track Speed Skating World Cup

HOU Yali¹, WANG Xiangdong^{2*}

(1. Shanxi Normal University, Taiyuan 030032, China; 2. Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: To provide some theoretical support for the scientific training of 1500m short track speed skating based on the statistical analysis of the performance of men's and women's 1500m semi-finals and finals of the 2018-2020 short track Speed Skating World Cup. Methods: Multi-factor analysis of variance and Kendall correlation analysis were used for statistical analysis. Research found: (1) Circle time: The total skating time of men and women was the shortest in final A, followed by semifinal, final B, and the 12 th lap time is the shortest. The men's first place winner took shorter time than the last two skaters in the last five laps, and showed significant difference ($P<0.05$). There was no difference in lap time among the top three men. Women's first place took shorter time than the last three skaters in the last four laps, and showed significant difference ($P<0.05$). There was no significant difference in lap time between the top two women. (2) Ranking: The first 11 laps have little correlation, the 12 th lap shows moderate correlation, and the last two laps show high correlation. Women's laps were slightly more correlated than men's. In the first half of the race, the men's and women's first place winners tend to follow others in order to keep themselves ahead of the race. In the whole race, the 12 th lap was the key. If the men athletes are in the top three and the women are in the top two on the 12 th lap, the probability of winning the first place is 83.8% and 80.0% respectively. Chinese skaters should attach great importance to their own rankings before changing the rhythm while allocating their physical stamina reasonably in the race, so as to reduce the difficulty of overtaking in the back course.

Keywords: short track speed skating; skating performance; tactics; ranking; skating rhythm

收稿日期:2021-03-03

第一作者简介:侯亚丽,女,硕士,助教。主要研究方向:运动人体科学。E-mail:372165197@qq.com。

* 通信作者简介:王向东,男,博士,研究员。主要研究方向:运动生物力学。E-mail:olympics2009@qq.com。

作者单位:1. 山西师范大学,山西太原 030032;2. 集美大学,福建厦门 361021。



短道速滑是一项以运动员的身体素质、技术水平、心理素质为基础配合,使用一定战术的竞速性的冰上运动项目^[14]。目前设有冬奥会、世锦赛以及世界杯站赛等国际性大赛,其中短道速滑1500m属于中长距离比赛项目,运动员需在场地滑行13.5圈,与500m、1000m相比滑行距离稍长、速度变化较多、场上位置变化较频繁。因此比赛中战术运用时机较多^[5],尤其是在运动员的体能、技术等水平相当的情况下,战术运用往往会对比赛结果产生决定性的作用^[6]。我国短道速滑虽是传统优势项目,但在1500m分项上还需加强,且目前还未取得过男子项目的金牌^[7-8]。国内学者的研究主要集中在战术策略、比赛中的战术方法,以及个别运动员的战术意识、心理等情况,普遍认为战术策略是长距离项目的重要组成部分,提高战术意识对比赛中战术方法的应用非常有利^[9-13]。目前有关短道速滑的科学研究较少^[14],结合比赛阐述各国优秀运动员滑行表现的研究缺少量化的数据^[15]。国外除战术策略重要性的描述研究^[16]外,还有对比赛中运动员滑行节奏进行的研究,统计赛中的排位特征来说明战术策略。有研究发现在中长距离比赛中,开始排位和最终名次之间的相关性较低甚至没有相关性^[17-19],Noorbergen等^[18]对2012—2013赛

季短道速滑1500m比赛进行研究发现,冠军只在最后3圈比最后2名运动员快,前4名运动员单圈用时没有差异;前10圈排位相关性较低,最后2圈高度相关,且战术排位大约是从第10圈开始的。综合来看,国内外对短道速滑1500m比赛的量化研究较少,且未按性别分开描述。从平昌冬奥会的成绩来看,短道速滑1500m比赛的竞争越来越激烈^[20],战术运用也更加多样化^[14]。因此有必要对当下1500m比赛的运动员滑行表现进行研究,为当今短道速滑的科学训练提供参考建议和理论支持。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

为保证研究对象水平的集中性,本研究的对象选自国际短道速滑官网(ISU)提供的2018—2020年2个赛季短道速滑世界杯所有站赛1500m半决赛和决赛的比赛成绩^[21](包括单圈用时及排名),共计982个样本。经过数据筛选,最终纳入777个样本(图1),其中男子比赛场次共计70场,共45名运动员,最高频率参赛者为韩国的李俊瑞(18次),女子比赛场次共计74场,共66名运动员,最高频率参赛者为韩国崔敏静(21次)。

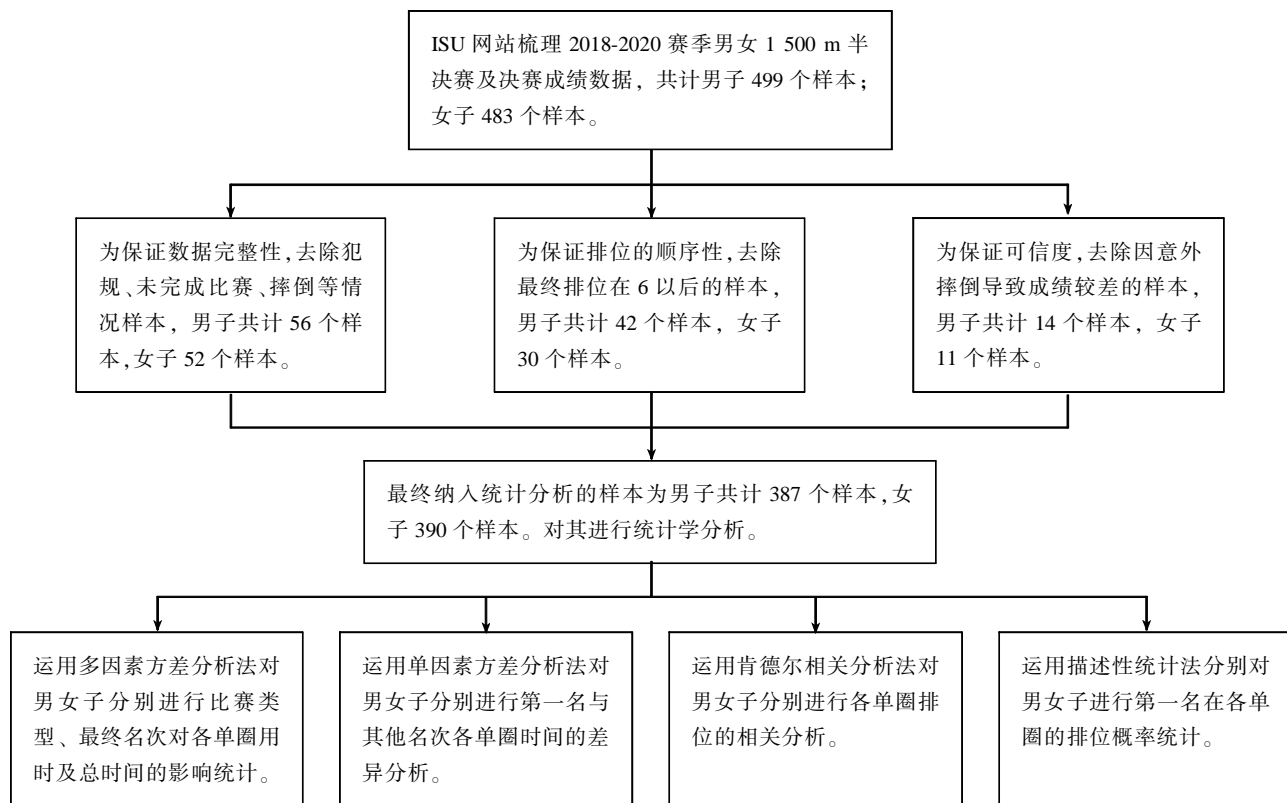


图1 数据筛选与统计过程

Figure1 Data selection and statistical process



1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

在中国知网, pubmed, web of science 等数据库搜索“短道速滑”“短道速滑技战术”“战术策略”“滑行节奏”等关键词,对符合要求的文献进行下载研读。

1.2.2 数理统计法

运用 SPSS23.0 对数据进行汇总与分析,采用多因素方差分析滑行时间与性别、最后排位、比赛阶段的关系,采用单因素方差分析第 1 名与其他名次的单圈用时差异, $P < 0.05$ 表示具有显著性差异, $P < 0.01$ 表示具有非常显著性差异。采用肯德尔相关分析法分析各圈排位与名次的相关关系,当 $r < 0.50$ 表示没有或存在较小相关性, $0.50 \leq r < 0.70$ 表示存在中等强度相关, $r \geq 0.70$ 表示存在高度的相关性。采用描述性统计法对第 1 名的各圈排位等进行概率统计。

2 研究结果

2.1 总时间及单圈用时研究结果

1 500 m 比赛中运动员需要在场地滑行 13.5 圈,第 1 圈为半圈。由于比赛中单圈用时均表现出性别

差异,因此对男女分别进行数据统计。对男女运动员的各单圈用时及总时间与比赛阶段、最终排位 2 个类型之间的关系进行多因素方差分析,多变量检验发现比赛阶段与最终排位的交互作用下男女单圈用时均没有表现出差异,因此自建模型分析比赛阶段和最终排位 2 个类型的主效应。对各类型的单圈用时与总时间统计如图 2 和表 1 所示。

表 1 1 500 m 比赛总时间统计 ($\bar{X} \pm SD$)

Table1 Statistics of the total time of 1 500 m race ($\bar{X} \pm SD$)

类型	男子	女子	
总样本	140.78±6.97(N=387)	149.66±5.54(N=390)	
比赛阶段 **	A 组决赛	139.24±4.36(N=79)	148.01±6.03(N=79)
	B 组决赛	146.27±8.46(N=79)	152.78±4.10(N=80)
	半决赛	139.43±6.18(N=229)	149.15±5.41(N=231)
最终排名	第 1 名	139.90±6.56(N=70)	148.51±5.04(N=74)
	第 2 名	139.99±6.62(N=68)	148.91±5.03(N=69)
	第 3 名	140.80±6.74(N=64)	149.39±5.07(N=62)
	第 4 名	140.72±6.24(N=67)	149.47±5.31(N=63)
	第 5 名	140.57±6.17(N=61)	150.20±5.45(N=65)
	第 6 名	143.11±9.19(N=57)	151.97±6.93(N=57)

注:** 表示各比赛阶段用时差异非常显著, $P < 0.01$ 。

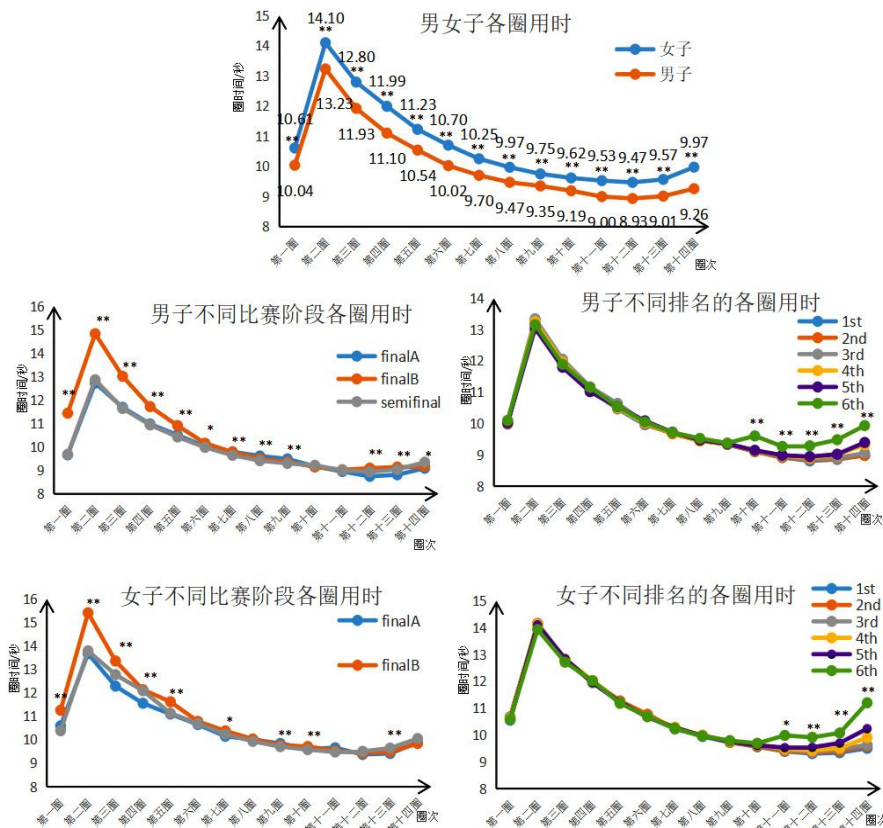


图 2 各类型与圈时间的多元方差分析

Figure2 Multi-factor analysis of variance for each type and lap time

注:* 表示各类型圈时间差异显著, $P < 0.05$; ** 表示各类型圈时间差异非常显著, $P < 0.01$ 。各类型分别为性别、比赛阶段、比赛名次。



从表1总时间统计来看,现阶段1500m比赛中男子总用时约140.78s,而女子约149.66s。男女总时间在比赛阶段均表现出非常显著性差异($P < 0.01$)。表现为A组决赛总时间最少,其次是半决赛,B组决赛总用时最长。最终排名对总时间的影响没有表现出统计学差异($P > 0.01$)。由图2可见,男女各单圈用时均表现出差异($P < 0.01$),整体表现为除第1圈为半圈外,第2圈开始整体表现为各单圈用时先逐渐减少再略增加,倒数第3圈用时最短。男子从第10圈之后各单圈用时表现为A组决赛最<半决赛<B组决赛,女子前7圈的单圈用时表现出

相同差异,从最终排名来看,男子在最后5圈表现出单圈用时差异($P < 0.01$),女子在最后4圈表现出差异。

由于比赛阶段最终排名对单圈用时没有统计学影响,因此对所有第1名与其他名次的各圈用时时间差只进行分性别统计,如表2和表3所示,男子第1名在最后3圈比其他名次快,最后3圈与第5、第6名运动员的单圈用时表现出非常显著性差异($P < 0.01$)。女子第1名从第8圈开始各单圈用时均比其他名次少,且在最后5圈与第4、第5、第6名运动员的单圈用时表现出非常显著性差异($P < 0.01$)。

表2 男子第1名与其他名次运动员的单圈用时差统计表

Table2 Statistics of the single lap time difference between the men's first place winner and other athletes

圈次	男子第1名的 平均圈时/s	其他与第1名圈时的差值/s				
		第2名	第3名	第4名	第5名	第6名
1	9.98	0.03	0.03	0.07	0.14	0.11
2	13.31	0.01	0.00	0.02	-0.03	-0.04
3	11.94	0.02	0.04	0.04	-0.04	-0.04
4	11.06	0.04	0.06	0.09	0.03	0.09
5	10.47	0.07	0.14**	0.07	0.12*	0.14**
6	9.97	0.06	0.04	0.05	0.12*	0.05
7	9.70	-0.01	-0.02	0.00	0.04	0.02
8	9.47	0.01	0.01	0.00	0.02	0.04
9	9.33	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04
10	9.11	-0.02	0.00	0.01	0.03	0.07*
11	8.92	-0.02	0.02	0.04	0.05	0.10*
12	8.81	0.04	0.06	0.08	0.12*	0.21**
13	8.85	0.02	0.05	0.10	0.16**	0.34**
14	8.99	0.00	0.06	0.18*	0.41**	0.67**

注:*表示单圈用时间差异显著, $P < 0.05$;**表示单圈用时间差异非常显著, $P < 0.01$ 。

表3 女子第1名与其他名次运动员的单圈用时差统计表

Table3 Statistics of the single lap time difference between the women's first place winner and other athletes

圈次	女子第1名的 平均圈时/s	其他与第1名圈时的差值/s				
		第2名	第3名	第4名	第5名	第6名
1	10.55	0.08	0.09	0.02	0.09	0.13
2	14.15	-0.05	-0.02	-0.06	-0.03	-0.07
3	12.82	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	-0.08
4	12.00	0.00	0.01	0.08*	0.01	0.05
5	11.26	-0.03	-0.01	-0.01	0.01	-0.06
6	10.72	0.03	0.01	0.01	0.00	0.04
7	10.25	-0.03	-0.02	0.03	0.03	0.05
8	9.94	0.02	0.03	0.02	0.03	0.06*
9	9.72	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07**
10	9.56	0.03	0.03	0.07*	0.06*	0.11**
11	9.39	0.02	0.04	0.09**	0.13**	0.20**
12	9.30	0.05	0.07	0.12**	0.24**	0.33**
13	9.34	0.08	0.17**	0.17**	0.36**	0.53**
14	9.50	0.09	0.15*	0.21**	0.52**	0.76**

注:*表示单圈用时间差异显著, $P < 0.05$;**表示单圈用时间差异非常显著, $P < 0.01$ 。



2.2 排位研究结果

对 1 500 m 运动员的开始排位以及各单圈排位与最后名次统计并进行肯德尔相关分析,如图 3 所示,在 1 500 m 比赛中,男女运动员均表现出第 5 圈之后各单圈排位与最后名次的相关性逐渐增大,第 12 圈表现出中等强度的相关性,最后 2 圈表现出高度相关,女子运动员的排位相关性较男子运动员高。男子运动员在第 3 圈和第 4 圈的排位与最后名次为负相关。

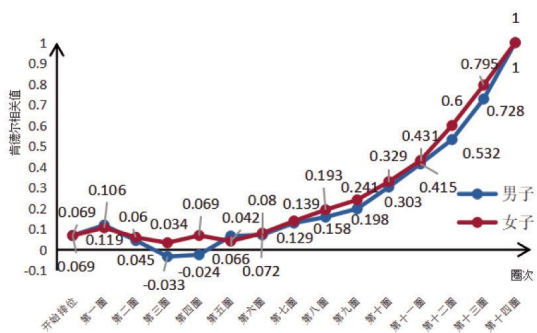


图 3 各圈排位与名次相关性

Figure3 Correlation between lap position and ranking

表 4 1 500 m 比赛中男子第一名的排位概率统计(单位:%)

Table4 Probability of ranking the first at each lap in men's 1500 m competition (unit:%)

排位	第 1 名	第 2 名	第 3 名	第 4 名	第 5 名	第 6 名	第 7 名	第 8 名	第 9 名
开始排位	13.20	8.80	19.10	17.60	25.00	10.30	5.90	0.00	0.00
第 1 圈	17.60	16.20	16.20	13.20	17.60	10.30	8.80	0.00	0.00
第 2 圈	13.20	14.70	13.20	17.60	16.20	11.80	13.20	0.00	0.00
第 3 圈	4.40	10.30	17.60	22.10	23.50	7.40	13.20	1.50	0.00
第 4 圈	13.20	5.90	14.70	22.10	19.10	10.30	13.20	1.50	0.00
第 5 圈	29.40	5.90	11.80	13.20	17.60	11.80	7.40	1.50	1.50
第 6 圈	27.90	16.20	11.80	16.20	10.30	8.80	7.40	0.00	1.50
第 7 圈	20.60	25.00	11.80	11.80	13.20	10.30	7.40	0.00	0.00
第 8 圈	25.00	16.20	13.20	16.20	14.70	8.80	5.90	0.00	0.00
第 9 圈	25.00	23.50	14.70	11.80	13.20	7.40	4.40	0.00	0.00
第 10 圈	33.80	20.60	19.10	7.40	7.40	8.80	2.90	0.00	0.00
第 11 圈	47.10	20.60	10.30	8.80	11.80	1.50	0.00	0.00	0.00
第 12 圈	63.20	14.70	5.90	10.30	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00
第 13 圈	77.90	13.20	4.40	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第 14 圈	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

运动员的圈用时和排位综合来看,在 1 500 m 比赛中男女运动员均表现出前半程滑行单圈用时较长,且排位相关性不高,随着比赛的进行,排位相关性逐渐增大,除第 1 圈外,各单圈用时呈现出先逐渐减少再增加的趋势。说明运动员在比赛前半程多采用慢速滑行,节省体力。最后 2 圈用时略有上升,可能与运

对每场比赛第 1 名的各单圈排位概率进行描述性统计,结果如表 4 和表 5 所示,男女第 1 名在出发后处于第 1 排位的概率均表现为先下降再不断上升,女子与开始排位相比有所下降,第 6 圈开始才不断上升;54% 以上的第 1 名在第 11 圈处于领先排位,75.7% 的第 1 名在倒数第 4 圈处于前 3 排位,94.3% 的第 1 名在倒数第 2 圈处于前 2 名排位。男子第 1 名在第 12 圈处于第 1 排位的概率为 63.2%,83.8% 的第 1 名在倒数第 3 圈处于前 3 排位。95% 以上的第 1 名在倒数第 2 圈处于前 3 排位。最后 1 圈男女第 1 名均在第 1 排位。

3 分析与讨论

研究认为运动员的赛中表现可以体现其战术及生理需求^[22]。在短道速滑 1 500 m 比赛中,由于滑行距离较长,在场运动员较多,因此战术运用时机较多^[5]。前人研究发现比赛中运动员多采用前程跟随滑行的战术,以充分节省体能;而在后程中多进行变速滑行,干扰或打乱对手的节奏,从而利用自身体能和技能的优势在外道完成超越^[10,16,19,23]。本研究从运

运动员的体力消耗以及肌肉疲劳有关^[5,18,24]。但最后 2 圈排位相关性最高,说明运动员在最后阶段虽竞争激烈,但有效超越较低。所以,运动员除了掌握好滑行节奏,做到体能合理分配之外,日常训练中还应加强个体无氧耐力训练,提高乳酸耐受性,从而保证体能在冲刺阶段得到有效分配。



表5 1500 m比赛中女子第一名的排位概率统计
(单位:%)

Table5 Probability of ranking the first at each lap in women's 1500 m competition (unit:%)

排位	第1名	第2名	第3名	第4名	第5名	第6名	第7名
开始排位	22.90	14.30	15.70	10.00	20.00	11.40	4.30
第1圈	18.60	20.00	14.30	20.00	8.60	15.70	1.40
第2圈	15.70	11.40	22.90	18.60	11.40	14.30	5.70
第3圈	10.00	12.90	17.10	28.60	14.30	14.30	2.90
第4圈	10.00	22.90	15.70	20.00	14.30	15.70	1.40
第5圈	5.70	25.70	18.60	21.40	12.90	8.60	7.10
第6圈	20.00	14.30	22.90	12.90	15.70	7.10	7.10
第7圈	21.40	14.30	15.70	15.70	15.70	14.30	2.90
第8圈	25.70	18.60	12.90	14.30	12.90	12.90	2.90
第9圈	31.40	20.00	8.60	11.40	12.90	14.30	1.40
第10圈	42.90	15.70	10.00	11.40	11.40	7.10	1.40
第11圈	54.30	10.00	11.40	11.40	5.70	5.70	1.40
第12圈	62.90	17.10	8.60	5.70	4.30	1.40	0.00
第13圈	84.30	10.00	2.90	2.90	0.00	0.00	0.00
第14圈	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Muehlbauer 等^[17]认为运动员会随着资格赛的重要程度来决定他们的努力程度。本研究分析不同比赛阶段男女运动员的时间分配,发现在比赛的前半程阶段(前10圈)男女均表现为半决赛和A组决赛的各单圈用时差异不大,B组决赛的用时较其他2个阶段长;这主要是因为半决赛成绩决定运动员进入A组决赛还是B组决赛,且半决赛中运动员成绩差异相对较大,因此前半程滑行阻挡较少,滑行较快^[19]。而A组决赛是决出奖牌以及追击记录的阶段,因此运动员在比赛前期努力程度也较多,用时较少。B组决赛主要是成绩排位赛,一般运动员在比赛前期均会保持体力,以备后半程冲刺。男子运动员后半程表现为A组决赛用时最短,第11~13圈用时表现为A组决赛<半决赛<B组决赛,最后一圈表现为A组决赛<B组决赛<半决赛。女子运动员后半程表现为A组决赛<B组决赛<半决赛,可能是半决赛最后阶段运动员排名已提前锁定^[18-19],导致前面排位的运动员主观努力程度减少^[25]。对于进入决赛的运动员而言,前半程滑行中不断超越,使得自身排位不断靠前,这样的体能分配对后半程滑行更为经济、有利。

郑小凤等^[19]提出运动员各圈滑行时间及不同比赛阶段滑行用时变化是反映运动员滑行节奏的关键要素。本研究对男女运动员的各圈用时进行统计,发现男女均在第12圈用时最短,且在不同比赛阶段和前5名的各单圈用时统计中也表现为第12圈用时最短,即最大平均单圈速度出现在166.76~1277.88 m

的范围里,说明运动员在第12圈之前已经完成转换节奏,最后2单圈用时增加,主要和运动员在长距离比赛中后程速度耐力下降,疲劳有关^[19-20]。对不同排位下运动员的各单圈用时进行分析,发现男子运动员在最后5圈,女子运动员在最后4圈表现出差异,说明各排位男子运动员从第10圈开始就转换节奏,加速滑行,而女子运动员从第11圈开始转换节奏。转换圈次不同也说明了男女速度耐力的能力不同,主要是持续性无氧运动能力和间断性无氧运动能力的不同^[26-27]。对于我国运动员后程降速明显的现象,男女运动员都需要再进一步加强无氧耐力训练,才能在冲刺阶段取得好的表现。

对同场比赛中第1名与其他运动员的单圈用时进行研究,发现男子运动员在最后3圈与第5、第6名表现出明显差异,每圈快约0.12~0.67 s(表2)。女子运动员在最后5圈与第4、第5、第6名表现出明显的单圈用时差异,每圈快约0.06~0.76 s(表3);与第2名没有差异,说明女子运动员比赛中在最后几圈主要是前2名的竞争,男子运动员比赛中前3名的竞争更加激烈,对比男女第1名与第6名的单圈用时差异,发现女子运动员比赛中各名次间单圈用时差异较男子明显。

从排位来看,男女运动员在出发后前3圈排位相关性均有降低,之后各圈排位相关性逐渐增加,主要是因为运动员比赛前期对排位的关注度较少,前期排位对结果影响较小^[18,23]。且女子各圈排位相关性较男子大,说明女子运动员间后期有效超越较少。男子在第3~4圈排位为负相关,说明男子运动员前期阶段排位关注较女子运动员小,变化较大。1500 m滑行距离较长,速度越快风阻越大,且对领滑运动员的速度耐力要求更高,因此运动员在开始阶段滑行时间较长,以此来节省体力^[19,16,28]。男子运动员第1名从第4圈开始处于第1排位的概率开始增加,女子运动员从第6圈开始增加,说明女子运动员跟随滑行距离较长。到开始转换节奏的圈次时,男子第1名在第10圈处于前3排位夺冠的概率为73.5%(表4),女子第1名在第11圈处于前3排位夺冠的概率为75.7%(表5)。在1500 m比赛中,男女第1名在前半程(转换节奏以前)较少采用领先滑行战术,但是约有一半的第1名都处于前3排位。后半程中随着比赛的进行,处于第1排位的概率逐渐增加,有20.1%的男子第1名在最后1圈完成超越,取得第1排位;有15.7%的女子第1名在最后1圈完成超越,取得第1排位,说明尽管随着比赛的进行,超越难度在增加^[18,29]。但是如果运动员的速度耐力较好,赛中



体能分配合理,也有可能最后一圈完成有效超越。

综合来看,在短道速滑 1 500 m 滑行中,运动员在不同比赛阶段的战术意识不同,会依据比赛重要程度及赛场排位情况来选择自身的付出;不同排位的运动员在比赛前半程多是跟随滑行,排位关注度不高,而后半程更加体现运动员的体能和技术水平;男女第 1 名在前半程更多处于中间排位,转换节奏时,开始完成更多有效超越。男女比较来看,男子 1 500 m 比赛的竞争更加激烈,速度耐力维持时间较短。

由此,针对我国运动员体能较差,后程弯道外道超越能力较韩国、匈牙利等国家运动员差的情况^[9,19]。可以采用前半程交替领滑的跟随滑行,保证在领滑加速前,自身排位靠前,且与第 1 排位距离相差不大,在滑行节奏转变的圈次中(男子第 10 圈;女子第 11 圈),我国男子运动员要保证自己的排位在前 4,女子运动员处于前 3,且随着比赛排位变化的难度(A 组决赛>B 组决赛>半决赛),在转变节奏前需使自身排位更加靠前,最终通过冲刺滑行及内外道超越技术,提高夺冠的概率。并且面对多名同国籍对手滑行时要更主动,采用领先滑行控制节奏或主动抢占前 2 排位,防止其形成多人战术。

4 结论与建议

4.1 结论

4.1.1 男女滑行的总时间表现为 A 组决赛<半决赛<B 组决赛,第 12 圈用时最短。男子第 1 名最后 5 圈用时明显少于最后 2 名运动员且呈显著性差异($P<0.01$),男子前 3 名各圈用时无差异;女子第 1 名最后 4 圈用时明显少于最后 3 名运动员且呈显著性差异($P<0.01$),女子前 2 名各圈用时无差异。

4.1.2 男女前 11 圈的排位相关性不大,第 12 圈表现出中等强度相关,最后 2 圈表现出高度相关,女子各圈排位相关性略高于男子。男女第 1 名在比赛前半程更多采用跟随滑行,使自己排位不断靠前,运动员在第 12 圈的排位是整个比赛的关键,第 12 圈处于排位前 3 的男子运动员和处于排位前 2 的女子运动员最后获得冠军的概率分别为 83.8%和 80.0%。

4.2 建议

4.2.1 在短道速滑比赛中,运动员应随时观察场上排位变化,前半程宜采用跟随滑行战术,男子在最后 5 圈开始冲刺,女子最后 4 圈开始冲刺,在第 12 圈时男子将自身排位锁定在前 3,女子将自身排位锁定在前 2,最终夺冠的概率较大。

4.2.2 建议我国运动员加强后程冲刺能力的训练,提高体能和无氧耐力,在比赛中应更加注意转换节奏前的自身排位情况,从而降低后程的超越难度。

参考文献:

- [1] 陈文红.从冬奥会成绩看我国短道速滑的发展[J].哈尔滨体育学院学报,2015,33(4):18-22.
- [2] 袁国庆,李文敏,黄佳儒,等.短道速滑个人项目体力分配策略研究[J].体育科研,2019,40(3):2-7+69.
- [3] 朱佳滨,黄忠国,董欣.冬奥会短道速滑项目比赛制胜规律的研究[J].冰雪运动,2013,35(5):5-9.
- [4] 朱佳滨,朱鸿哲.世界短道速滑竞技体育强国技战术特点的比较研究[J].哈尔滨体育学院学报,2011,29(4):1-4.
- [5] 耿艳凤.浅谈短道速滑 1500 米战术运用[J].黑龙江科技信息,2012(18):174.
- [6] 安东雷,王力.短道速滑运动员战术意识的培养[J].冰雪运动,2012,34(1):18-21.
- [7] 韩秀华,王菊.我国冰上体育运动项目的发展历程及问题剖析[J].冰雪运动,2019,41(1):56-60.
- [8] 胡文强,李思民,王建龙.世界短道速滑竞争格局分析[J].四川体育科学,2020,39(1):78-81+111.
- [9] 孟述,关亚军,董欣.索契冬奥会我国短道速滑运动员与主要竞争对手技战术特征的比较[J].冰雪运动,2014,36(3):1-6+39.
- [10] HU W, ZHAO B J. Discussion on the tactical application in short track speed skating competition[J]. China Winter Sports, 2007,19(1):29-30.
- [11] 黄金辉,王朝旭.短道速滑运动员技战术意识的培养策略[J].中国培训,2015(10):255.
- [12] 胡艳红,王佩春.浅谈短道速滑比赛中运动员的战术运用[J].经济研究导刊,2014(10):191-193.
- [13] 朱红.中国、韩国女子短道速滑选手技战术特点的对比剖析[J].冰雪运动,2006,28(3):15-16+35.
- [14] 邹吉玲,章碧玉,李军,等.基于知识图谱的我国短道速滑研究可视化分析[J].冰雪运动,2019,41(3):15-21.
- [15] 柴萍,刘珊,宋来.短道速滑项目技战术训练研究的现状与趋势[J].冰雪运动,2010,32(3):15-17+63.
- [16] ARAGÓN S, LAPRESA D, ARANA J, et al. Tactical behaviour of winning athletes in major championship 1500 m and 5000 m track finals[J]. European Journal of Sport Science, 2016, 16(3):279-286.
- [17] MUEHLBAUER T, SCHINDLER C. Relationship between starting and finishing position in short track speed skating races[J]. European Journal of Sport Science, 2011, 11(4):225-230.
- [18] NOORBERGEN OS, KONINGS MJ, MICKLEWRIGHT D,



- et al. Pacing behavior and tactical positioning in 500 m and 1000 m short-track speed skating[J]. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2016, 11(6):742-748.
- [19] 郑小凤,何颖.中韩男子短道速滑1500m战术定位与滑行节奏的对比研究[J].*成都体育学院学报*,2020,46(1):121-126.
- [20] 韩贝宁,马婧宇,梁青.平昌冬奥会中国女子短道速滑队失利原因及北京冬奥会备战策略[J].*河北体育学院学报*,2019,33(4):57-63.
- [21] ISU.ShortTrackSpeedSkating-Home[EB/OL].[2021-03-10].<http://shorttrack.sportresult.com/>.
- [22] BULLOCK N, MARTIN T D, ZHANG A. Performance analysis of world class short track speed skating: What does it take to win?[J]. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2008, 8(1): 9-18.
- [23] 范宏文,吴红.短道速滑运动员技战术意识的培养[J].*冰雪运动*,2011,33(1):14-17.
- [24] JUN J D, YUKI M, AOYANAGI T, et al. Kinematic analysis of the technique for elite male long-distance speed skaters in curving[J]. *Journal of Applied Biomechanics*, 2007, 23(2):128-138.
- [25] MUEHLBAUER T, PANZER S, SCHINDLER C. Pacing pattern and speed skating performance in competitive long-distance events[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, 24(1):114-119.
- [26] 刘俊一.无氧运动能力的理论机制与训练实践研究[D].长春:东北师范大学,2013.
- [27] KONINGS M J, ELFERINK-GEMSER M T, STOTER I K, et al. Performance characteristics of long-track speed skaters: A literature review[J]. *Sports Medicine*, 2015, 45(4):505-516.
- [28] DE KONING J J, BOBBERT M F, FOSTER C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model[J]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1999, 2(3):266-277.
- [29] 高航.我国短道速滑运动员竞技能力特征的研究[J].*哈尔滨体育学院学报*,2015,33(6):37-40.

(责任编辑:刘畅)

(上接第85页)

- [32] THOMAS T D C, COMFORT P, JONES P A. Comparison of change of direction speed performance and asymmetries between team-sport athletes: Application of change of direction deficit[J]. *Sports*, 2018, 6(4):174.
- [33] SALAJ S, MARKOVIC G. Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011, 25(5):1249-1255.
- [34] YOUNG W B, MCDOWELL M H, SCARLETT B J. Specificity of sprint and agility training methods[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2001, 15(3): 315-319.
- [35] CUTHBERT M, THOMAS C, DOS'SANTOS T, et al. Application of change of direction deficit to evaluate cutting ability[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2019, 33(8):2138-2144.
- [36] MANN R V. *The mechanics of sprinting and hurdling* [M]. Lexington KY: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011:89-125.
- [37] WEYAND P G, SANDELL R F, PRIME D N L, et al. The biological limits to running speed are imposed from the ground up[J]. *Journal of Applied Physiology*, 2010, 108(4):950-961.
- [38] BUCHHEIT M, HAYDAR B, AHMAIDI S. Repeated sprints with directional changes: Do angles matter?[J]. *Journal of Sports Sciences*, 2012, 30(6):555-562.
- [39] VANRENTERGHEM J, VENABLES E, PATAKY T, et al. The effect of running speed on knee mechanical loading in females during side cutting[J]. *Journal of Biomechanics*, 2012, 45(14):2444-2449.
- [40] LAFFAYE G, WAGNER P. Eccentric rate of force development determines jumping performance[J]. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 2013, 16(Suppl 1):82-83.
- [41] TURNER A N, JEFFREYS I. The stretch-shortening cycle: Proposed mechanisms and methods for enhancement[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, 32(4):87-99.
- [42] NIMPHIUS S. Lag time: The effect of a two week cessation from resistance training on force, velocity and power in elite softball players[J]. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, 24:1.
- [43] STONE M H, O'BRYANT H S, MCCOY L, et al. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2003, 17(1):140-147.

(责任编辑:刘畅)