



雪车项目特征及制胜因素分析 ——备战北京冬奥会的思考与建议

Analysis on the Characteristics and Winning Factors of Bobsleigh —Thoughts and Proposals on Preparation for Beijing Winter Olympic Games

高 瞻,吴 迎*
GAO Zhan, WU Ying*

摘 要:目的:分析雪车项目比赛成绩的影响因素,探讨项目规律和制胜因素,为备战2022年北京冬奥会提出建议。方法:运用文献资料和数理统计方法,结合雪车项目特征深入探讨其制胜因素。依据世界级雪车运动员的形态学、体能和专项技术等特点,系统分析影响雪车运动表现的运动员因素;依据文献资料和德国、韩国雪车备战经验,对雪车竞赛中影响最终成绩的环境、设备及规则等非运动员因素进行全面梳理。结果:1)运动员因素是主体。应注重提升雪车运动员的体质量与专项体能,加强技术细节打磨,在提高推车启动能力的同时,加大赛道滑行量。2)非运动员因素是提升雪车运动表现的关键。应强化雪车项目科技助力,深入解读、灵活运用规则,重点攻关赛道冰面、气动减阻、运动员装备、出发顺序等关键环节。结论:应在深入研究雪车项目运动员和非运动员因素的基础上狠抓科学训练、大胆跨项选材、强化科技助力,从而推动我国雪车项目竞赛成绩的提升。

关键词:雪车;项目特征;制胜因素

Abstract: Objectives: To analyze the influencing factors of bobsleigh and explore the law and winning factors and give suggestions for preparing for the 2022 Beijing Winter Olympic Games. Methods: Through using the methods of literature review and mathematical statistics, combining with the characteristics of bobsleigh, the winning factors are explored in depth. Based on the characteristics of morphology, physical fitness and specific techniques of world-class bobsleigh athletes, the athlete factors affecting the performance of bobsled are systematically analyzed. Based on literature and the experience of Germany and South Korea, the non-athlete factors, such as environment, equipment and rules, which affect the final result in bobsled competition are analyzed. Results: 1) The athlete factors are the major parts. We should continue to improve the weight and specific physical fitness of the athletes, pay attention to technical details, improve the starting ability and increase the sliding amount. 2) The non-athlete factors are the key to improve the performance of bobsleigh. We should continue to strengthen the help of science and technology, read the rules deeply and use them flexibly, and focus on the key aspects such as track ice, aerodynamic drag reduction, athletes' equipment and start order. Conclusions: We should deeply study the athlete factors and non-athlete factors of bobsleigh, and on this basis, we should pay close attention to scientific training, be bold in the cross-item selection, and strengthen the help of science and technology, so as to improve the competition results of China's bobsleigh event.

Keywords: bobsleigh; characteristics; winning factors

中图分类号:G863.2 **文献标识码:**A

基金项目:

国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项(2018YFF0300404);雪车国家集训队综合科技服务项目(2019634)

第一作者简介:

高瞻(1997-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为雪车运动员机能监控, E-mail: gaozhan97@fox-mail.com。

*通信作者简介:

吴迎(1988-),男,副教授,博士,主要研究方向为高水平运动员机能监控, E-mail: wuying@bsu.edu.cn。

作者单位:

北京体育大学,北京 100084
Beijing Sport University, Beijing 100084, China.

雪车竞赛成绩同时受到运动员因素和非运动员因素影响。备战初期,我国雪车运

动员在启动能力和滑行技术等方面与世界强队存在较大差距,备战重点主要围绕提高运动表现的运动员因素。随着运动员推车启动和滑行能力的提高,我国雪车队与世界强队的差距逐渐缩小,但仍有待提高,亟需加深对项目特征的认识,发展相关理论以适应备战需求。本研究以雪车项目的基本特征和制胜因素为切入点,深入分析世界精英雪车运动员的形态学、体能、专项技术和心理学等特点,针对雪车竞赛中可能影响最终成绩的环境、设备、规则和主场优势等因素进行探讨。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以2002—2022年冬奥会举办国家和雪车传统强国德国的雪车队为研究对象。一方面,以世界级雪车运动员为参照,剖析中国队的现存优势和差距;另一方面,借鉴冬奥会举办国家,特别是俄罗斯和韩国的备战经验,分析雪车竞赛中可能影响最终成绩的关键因素。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料调研

通过中国知网、PubMed、EBSCO、Web of Science等在线学术资源数据库,以“雪车”“有舵雪橇”“bobsleigh”“bobsled”“bobsleigh athlete”“bobsled athlete”“sledding”等为关键词检索有关雪车项目影响因素的研究参考,并结合国际雪车联合会(International Bobsleigh and Skeleton Federation, IBSF)官网发布的《2021国际雪车规则》(International Bobsleigh Rules 2021)进行分析。

1.2.2 数理统计

收集并整理德国雪车队现役运动员基础指标,整合2002—2018年冬奥会举办国家雪车项目排名、近3届冬奥会举办国家(俄罗斯、韩国和中国)在冬奥会前一赛季运动员体能测试结果、2019/2020年世界雪车锦标赛(以下简称“雪车世锦赛”)关键比赛参数,分析我国与雪车项目强国的现存差距。数据来自IBSF和国际奥委会(International Olympic Committee, IOC)官方网站。

2 结果与分析

2.1 运动员因素

依据位置和比赛时职责的不同,雪车运动员可分为舵手、推手和刹车手。舵手是整个队伍的领袖和核心,主职驾驶雪车,推手和刹车手主要负责推跑和终点制动。以四人车为例,运动员特点不同,分工明确(图1)。

运动员因素是影响雪车竞赛成绩的主体。雪车竞赛过程大致分为推车启动、跳车和滑行3个阶段,各阶段专项技术重点不同,对运动员的要求也存在差异(图2)。



图1 四人雪车不同位置运动员特点

Figure 1. Characteristics of Athletes at Different Locations in Four-Man Bobsleigh

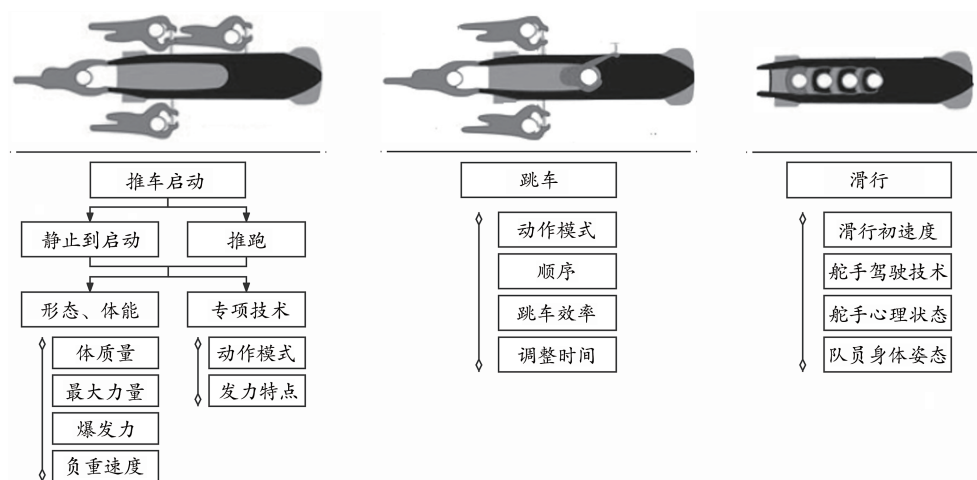


图2 雪车竞赛过程中影响运动表现的运动员因素

Figure 2. Athlete Factors Affecting Athletic's Performance during Bobsleigh Competition

2.1.1 形态学特征

人车总质量是决定雪车项目成绩的关键因素,质量越大,优势越明显。雪车运动员平均体质量大于钢架雪车和雪橇运动员,有助于负重加速和滑行(Zanoletti et al.,

2006)。Sanno等(2013)对10名德国优秀男子雪车运动员进行身体形态测量,平均身高为193 cm,体质量为99 kg。加拿大雪车和钢架雪车联合会(Bobsleigh Canada Skeleton, BCS)指出,加拿大精英男子雪车运动员的最高身高

约为 190 cm, 体质量约为 105 kg。

雪车运动员身体强健, 爆发力突出, 身体形态多为中胚型 (Stanula et al., 2013), 双人车刹车手体型相较舵手更为高大, 下肢更长, 步幅更大, 能够输出更大的力量和爆发力。世界范围内许多“王牌”舵手的体型与德国名将弗朗西斯科·弗里德里希相似, 如加拿大运动员贾斯汀·克里普斯 (183 cm)、韩国运动员元允钟 (182 cm) 和奥地利运动员本杰明·迈尔 (182 cm) 等, 中国雪车队舵手孙楷智、金坚等也有类似特点。一般情况下, 队内所有运动员中双人车刹车手最为高大, 由于空气动力学因素, 四人车刹车手身高一般低于双人车刹车手和四人车推车手。德国国家队现役男子运动员平均身高接近 190 cm, 体质量约为 100 kg; 女子运动员平均身高和体质量分别约为 175 cm 和 75 kg (表 1)。与德国相比, 我国雪车运动员身高并无劣势, 但体质量偏小, 虽在冬奥“北京周期”的强化后逐渐接近德国队平均水平, 但也不得不通过增加雪车配重的方式达到提升总质量的目的, 严重影响中国队启动阶段的运动表现。可以通过科学训练和膳食营养手段相结合的模式帮助运动员更好地平衡自身体质量和动量 (Deweese, 2012)。

表 1 德国雪车国家队现役运动员基本特征
Table 1 Essential Characteristics of German Active Bobsleigh Athletes

性别	位置	人数	年龄/岁	身高/cm	体质量/kg
男	舵手	8	25.9±3.9	188.5±4.7	99.1±4.3
	推车手	31	27.1±3.8	187.5±7.2	99.1±8.4
女	舵手	6	26.3±3.4	174.3±4.0	74.5±1.0
	推车手	10	24.6±3.9	173.3±6.5	72.0±6.4

2.1.2 体能特征

舵手和刹车手的体型差异是由运动员在比赛中的任

务分配决定的。舵手主职驾驶, 而刹车手和推车手是雪车启动阶段提升雪车滑行初速度的重要动力来源, 一般情况下, 其力量和爆发力优于舵手 (Harrison, 2017)。四人车刹车手通常是队伍中跑速最快的队员, 而 2 名推车手的负重推跑能力更强。

绝对力量大、负重速度快是雪车运动员最突出的身体素质特征。夏训是雪车运动员体能提升的黄金期, 训练以增加力量、体质量, 强化爆发力、速度等为目的, 重点提高雪车推车启动表现 (高瞻等, 2020; 邱招义等, 2021)。加拿大男子精英雪车运动员的 30 m 成绩约为 3.60 s, 女子约为 3.95 s, 立定跳远成绩分别为 3.25 m 和 2.85 m。Sanno 等 (2013) 测试发现, 德国优秀雪车运动员的蹲踞跳和下蹲跳测试的平均高度为 50 cm。备战索契冬奥会期间, 俄罗斯男子雪车运动员 ($n=18$) 的 30 m 跑平均成绩为 (3.77±0.09)s, 立定跳远 (3.2±0.1)m, 1RM 深蹲、高翻和卧推的平均重量分别为 (206±18)kg、(133±13)kg 和 (140±16)kg; 备战平昌冬奥会期间, 韩国男子雪车运动员 ($n=10$) 的 30 m 跑和立定跳远的平均成绩分别为 (3.89±0.06)s 和 (2.9±0.1)m; 我国男子雪车运动员 ($n=15$) 备战北京冬奥会期间 30 m 跑平均成绩为 (3.80±0.09)s, 立定跳远 (3.1±0.2)m, 1RM 深蹲、高翻和卧推分别为 (190±17)kg、(124±12)kg 和 (118±12)kg。与俄罗斯备战索契冬奥会同期相比, 我国男子运动员整体专项体能存在不足, 特别是与俄罗斯顶尖运动员德米特里·特伦科夫相比差距较大; 与韩国队备战平昌冬奥会同期相比, 我国男子运动员 30 m 跑和立定跳远略有优势 (表 2)。舵手人员配置相对固定, 难以在短期内培养成材, 而其最大力量和爆发力素质同样决定推车启动运动表现。中国队舵手需要进一步提升力量和爆发力素质, 以强化整体推车能力。

表 2 冬奥会前一赛季举办国家主力男子雪车运动的专项体能测试结果 (近 3 届)

Table 2 The Specific Physical Fitness Comparison of Male Bobsleigh Athletes from the Host Countries in the Previous Season of the Winter Olympics Games (Last Three Winter Olympics Games)

国家	运动员	30 m 跑/s	立定跳远/m	1RM 深蹲/kg	1RM 高翻/kg	1RM 卧推/kg
俄罗斯	德米特里·特伦科夫	3.59	3.3	220	150	175
	阿列克谢·普什卡廖夫	3.68	3.4	220	140	130
	伊尔维·库金	3.80	3.0	190	100	120
	马克西姆·别卢金	4.10	3.1	225	130	150
	亚历山大·卡西亚诺夫	4.25	2.6	180	110	120
韩国	元允钟	3.93	2.8	—	—	—
	徐永佑	3.76	3.0	—	—	—
	金正麟	3.90	3.0	—	—	—
	金东贤	3.88	2.9	—	—	—
中国	主力舵手	3.94	3.0	220	152	130
	主力推车手 1	3.76	3.4	205	140	130
	主力推车手 2	3.79	3.1	170	120	120
	主力推车手 3	3.68	3.1	180	115	100

注: 由于保密要求, 中国主力运动员未公开姓名。

基于以上特点,跨项选材有利于雪车项目在短期内取得成绩突破。雪车跨项选材主要关注运动员推车启动能力的相关指标,对运动员的力量、爆发力和速度素质能力进行重点考核(Condliffe, 2018; Osbeck et al., 1996; Tomasevicz et al., 2020)。20世纪初叶,美国精英拳击运动员转项雪车并取得冬奥金牌的典型案列,是雪车跨项选材的实践源头(黎涌明等, 2018)。目前,田径运动员特别是短跑运动员转项至雪车项目推车手较为多见(孙民康等, 2019; 夏骄阳等, 2021)。雪车项目跨项选拔优秀推车手、刹车手能够有效回应我国在雪车项目上寻求短

期突破的诉求。如2019年4月选拔入队的前田径运动员杜佳妮,在接受半年系统训练后,已能够作为中国雪车队女子主力刹车手参加世锦赛并进入女子双人车前10名。因此,建议在坚持科学训练的前提下加大跨项选材的力度和深度,为我国雪车项目发展注入新能量。

2.1.3 专项技术

雪车运动员推车、跳车和滑行三大专项技术共同决定了比赛中最为重要的4个参数:启动时间、各轮平均滑行时间、单轮最短滑行时间和滑行最高时速。以2019/2020年雪车世锦赛为例,我国与世界顶尖队伍相比存在差距(图3)。

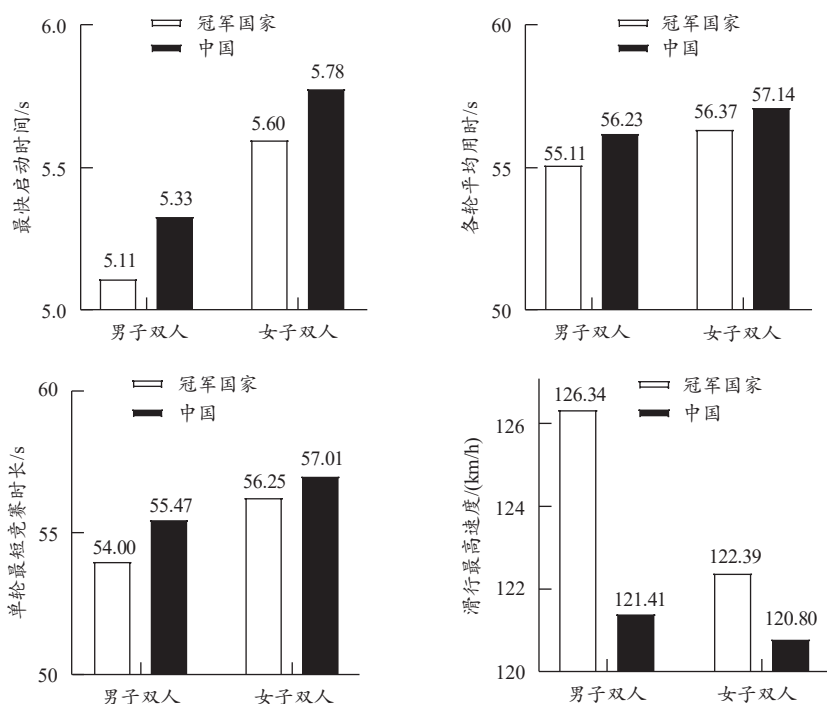


图3 2019/2020年雪车世锦赛中国与冠军国家关键比赛参数对比

Figure 3. The Comparison of Key Competition Parameters between China and the World's Top Bobsleighs in the 2019/2020 Bobsleigh World Championship

2.1.3.1 推车启动

与钢架雪车和雪橇项目相比,雪车推车启动阶段排名与最终成绩相关性更高。在世界范围内的雪车赛道上,雪车各小项的竞赛成绩均在一定程度上受到推车启动用时的影响(Condliffe, 2018)。韩国普通雪车运动员(IBSF排名前30位)与高水平运动员(2015/2016赛季IBSF排名前2位)的推车启动时长相差约16%(Park et al., 2019)。多项研究表明,启动阶段与最终成绩间存在中度至高度相关(Morlock et al., 1989; Smith et al., 2006; Williams, 2021)。

雪车推跑阶段运动员步态与短跑时不同。冰面较塑胶跑道摩擦力更小,前进速度受到雪车惯性的制约,雪车运动员重心更加靠前,上肢姿势相对固定,能够有效帮助运动员更好地将肌肉发力集中在前进方向(Park et al., 2017d)。研究表明,韩国精英雪车运动员启动阶段后侧

足的触地面积和力量高于非精英运动员,能够更大程度地激活小腿后侧肌群(Park et al., 2017a)。对不同水平雪车运动员推车启动阶段下肢肌群的肌电信号进行对比后发现,股二头肌主要在下肢摆动的后期发力,以减慢髋关节屈曲和控制膝关节伸展;增强股二头肌肌电活动能够提高启动效率,进而提高比赛成绩;优秀运动员两侧腓肠肌内侧头的肌电活动水平较普通运动员更高(Park et al., 2019)。另外,舵手和推车手位于雪车两侧,容易在推跑时产生侧向推力。推力垂直于冰面的向下分力同样会加大摩擦,降低推车效率(Dabnichki, 2016),而优秀的雪车运动员能够更好地将力定位在平行于冰面的雪车前进方向(Park et al., 2017b)。我国雪车主力运动员存在躯体两侧发力不均衡的现象(高瞻等, 2019),可能在推跑过程

中出现躯干晃动幅度过大或侧向推车分力的情况。因此,需要根据个人特点及时调整训练方案,提升躯干整体稳定性。

2.1.3.2 跳车

作为推车启动和滑行间的过渡阶段,跳车表现同样至关重要。率先跳车能够在一定程度上弥补舵手的速度、爆发力不及推车手和刹车手的问题,四人车通常安排跑速相对较慢的运动员紧跟舵手跳车,跑速最快的运动员末位跳车。Harrison(2017)认为,雪车后端开放,即使跑速并非队内最高,刹车手也能及时完成跳车而不对整体表现产生干扰。理想状态下,运动员均以略大于雪车速度的跑速跃上雪车,避免“回拉”和跳车效率下降。在平昌冬奥会上,我国男子雪车队跳车平均用时为 5.23 s,落后韩国队 1.23 s,表明中国队在跳车环节仍有较大提升空间(韩艳丽等, 2022)。

2.1.3.3 滑行

雪车比赛过程中,运动员不仅需要快速完成推车启动,还需要在启动结束时达到最大滑行初速度。精英舵手在困难赛段的驾驶技术明显优于普通运动员,更倾向于在推车启动优势的基础上,通过优化滑行表现取胜。Brüggemann等(1997)通过分析第 17 届冬奥会雪车项目数据,提出了更短的启动时间和更大的启动末速度,即滑行初速度是取得优异成绩的先决条件。

1)舵手的驾驶技术是雪车竞赛的核心技术之一。其一,舵手需要拥有良好的本体感觉。雪车滑行最高速度达 150 km/h,高速入弯、出弯过程中,舵手可能出现空间定向障碍。高水平的本体感觉能力可以提高运动员的核心稳定性及平衡能力,帮助舵手分析滑行实况,控制前进方向。其二,舵手需拥有良好的反应速度,当滑行过程中遇到突发状况,能够快速对当下情况进行分析判断并采取相应措施,避免造成严重事故。其三,与双人车相比,四人车的车体长、质量大、速度快,驾驶难度更高,舵手通常需要在熟练掌握双人车驾驶技术的前提下,才能在四人车比赛中脱颖而出。其四,不同赛道对舵手的驾驶技术有不同要求,世界各地的雪车赛道可大致分为推车主导赛道和滑行主导赛道。赛道的弯道路段具有相对固定的横截面形状、转弯角度和下降高度,滑行路径过高会增加滑行距离和时间,过低会导致离心力下降且不易过弯。因此,针对不同类型的赛道和弯道路段选择正确的滑行路径是决定滑行成绩的关键。尤其是在出弯时,雪车在离心力作用下有内扣翻车或脱离赛道的可能,舵手需要精准且平稳地操纵转向杆,使雪车保持在适当路线上,避免因过度转向造成滑行速度大幅下降或滑刃打滑,并尽量减少雪车碰壁和侧滑次数。

2)滑行过程中,舵手和刹车手的身体姿态均会对比赛结果产生影响。舵手在车体中的位置由车体尺寸和转向装置决定,其座位高度通常大于其他运动员,需要头颈

部肌肉持续发力以保证双目与车体座位持平(高瞻等, 2020)。Toshio(1971)认为,弯道滑行会产生足以影响车橇项目运动员生理状态的离心加速度,通过对 48 位参加过冬奥会车橇竞赛的运动员进行离心力耐受性测试发现,运动员的平均耐受加速度负荷为 5.8 G 左右,且均出现一定程度的心率和血压升高。面对实际滑行时需要承受的巨大载荷,保持头颈部相对静止并不容易(Dabnichki, 2016),加强颈部和核心力量训练可以有效保护舵手,并帮助其保持滑行稳定。对刹车手来说,躯干前屈的前倾角度对雪车整体空气动力学参数存在显著影响(Chowdhury et al., 2015; Dabnichki et al., 2006)。刹车手虽然被舵手、雪车侧壁、底板和车尾空间限制,但仍有较大自由度,可以通过躯干屈伸改变姿态,还能小幅度前后移动。研究表明,在给定的 3 个躯干倾角(45°、55°和 65°)中,刹车手前屈 45°的阻力最小(Dabnichki et al., 2006)。Chowdhury等(2015)通过数值模拟发现,当雪车滑行速度超过 80 km/h 时,刹车手的最佳躯干倾斜角度约为 55°,此时其身后气流多为流线型,且尾流较少。如前文所述,中国运动员在体型上与国外精英运动员存在差异,其最佳前倾角度可能需要在参考国外研究结果的基础上加以微调。另外,相较于双人车,四人车项目在运动员位置和身体姿势方面存在更大的优化空间(Winkler et al., 2010)。

3)队员尤其是舵手的心理状态会对滑行表现产生重要影响。舵手是整个队伍的核心领袖,竞赛压力往往高于其他队员。赛道特点、比赛环境等外部因素会对舵手的注意力、焦虑水平和适应能力等心理状态产生影响,继而影响舵手对滑行路径的识别优化和转向控制(Sabbioni et al., 2016)。日常训练中加入适当的心理技能训练,能够帮助运动员更快、更好地完成赛前准备。

2.2 非运动员因素

非运动员因素是提升雪车运动表现的关键,可分为环境、雪车阻力、运动员装备和出发顺序 4 个方面(图 4)。

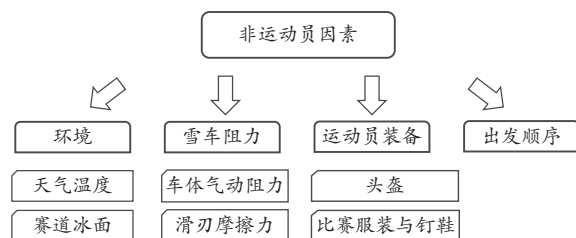


图 4 雪车竞赛过程中影响运动表现的非运动员因素
Figure 4. The Non-athlete Factors Affecting Athletic's Performance during Bobsleigh Competition

2.2.1 环境

气温和赛道状况是影响雪车竞赛运动表现的主要环境因素(韩艳丽等, 2021)。气温等天气条件会对雪车性能产生影响,冰的质量、温度、均匀性和硬度均会随环境

变化而改变。雪车底部装有4个高度抛光的滑刃,与冰面间形成低摩擦接触,滑刃的轮廓、材质等都会影响滑行性能(Dabnichki, 2015)。在给定的气温条件下,0℃时滑刃与冰面之间的摩擦系数最小(Jansons et al., 2018)。在一定程度上提高冰温,可以通过形成水膜增加润滑,从而减小摩擦力(Dabnichki, 2015)。温度的进一步升高则会使冰形变增大,摩擦系数随之增高,这是出发顺序影响竞赛成绩的重要原因。

2.2.2 雪车阻力

雪车前进阻力包括车体气动阻力和滑刃-冰面摩擦力两部分(图5),其中后者约占总阻力的75%(Winkler et al., 2008)。运动员推车的初始动能和重力中,一小部分平行于赛道前进方向的分力转化为雪车动能,其他部分被用以克服冰面摩擦和气动阻力(Dabnichki, 2015)。德国雪车队在器械方面占据极大优势,世界范围内最先进的碳纤维雪车、滑刃等设备均由德国研发制造,并提供给本国运动员使用。与之相比,中国雪车队设备主要依靠进口,核心技术严重欠缺。

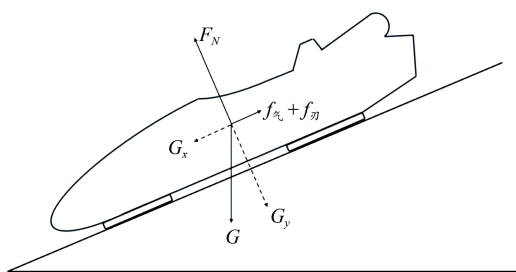


图5 雪车直道滑行受力示意图

Figure 5. The Diagram of the Forces Exerted on the Bobsleigh on Straight Track

注: G 为重力; F_N 为冰面支持力; f_s 为滑刃摩擦力; f_a 为车体气动阻力; G_y 为重力垂直于冰面方向的分力; G_x 为重力平行于冰面方向的分力。

空气阻力分为表面摩擦力和压力阻力两部分,雪车空气阻力主要受几何外形和气流分流影响,压力阻力较大(Winkler et al., 2008)。雪车滑行过程中车头的旋转(Ubbens et al., 2016)、舵手刹车手位置和身体姿势(Winkler et al., 2010)等都会显著影响雪车气动阻力。滑行过程中,车体前后两部分之间很难保证完全对齐,当出现错位时,在前部面积增加的同时,两部分间的间隙增加,气流通过间隙进入雪车,刹车手身后环流增加,气动阻力提高(Ubbens et al., 2016)。Gibertini等(2010)分析了不同形状雪车的气动性能,发现雪车与冰面间的距离越大,气动阻力越小。在启动时长相同的前提下,改变雪车的重量分布和重心高度,能使最终成绩产生0.5 s左右的差异(Braghin et al., 2011)。雪车设置的任何修改都应该在训练周期的中期完成,以为运动员预留适应时间。目前,国内鲜见雪车滑行流体力学和减阻设计等方面的研究(蔡

旭旦等, 2020),不利于我国雪车项目和科技助力竞技体育的长远发展,需要在科研方面加大投入。

2.2.3 运动员装备

运动员装备的设计目标是轻便、低空气阻力,并最大限度地提高运动员的推车效率(Dabnichki et al., 2006)。紧身比赛服能够减小高速前进中的空气阻力(杨宸灏等, 2020);雪车专用鞋前脚掌处有250个以上的防滑钉,能够有效提高鞋底与冰面的摩擦力(Park et al., 2017a);跑动时前脚掌的弯曲角度、地面反作用力等与前进加速度有关,因此,运动员跑动时雪车鞋的弯曲角度也是装备优化的重点(Goldmann et al., 2011)。备战平昌冬奥会期间, Park等(2017c)对雪车运动员装备尤其是雪车鞋的特性进行深入研究发现,前足弯曲角随跑动速度的提升而增加,但过度屈曲存在诱发足底筋膜炎等运动性疲劳的风险,而过分限制前足弯曲则会降低地面反作用力,限制足部运动范围,影响运动表现。此外,硬质外底和中底的鞋相较软底鞋更能缩短启动时间(Park et al., 2016)。

2.2.4 出发顺序

不同出发顺序的运动员在比赛时使用的冰面状态不同,这在很大程度上影响最终排名。随着比赛的进行,冰面逐渐发生细小碎裂,且雪车滑刃摩擦引发冰面温度升高,造成冰融化。受损的冰面增大了冰面与滑刃间的摩擦,进而增加雪车前进过程中的能量损耗(Lozowski et al., 2014)。Morlock等(1989)分析1988年卡尔加里冬奥会四人车比赛数据发现,第3轮出发顺序与最终比赛成绩中度相关($r=0.64$),全程出发顺序与最终成绩间的相关系数为0.27。此后,IBSF对雪车出发顺序规则进行了调整,以确保上一轮排名较低的队伍在下一轮较早出发,从而维护比赛的公平公正。

冬奥会雪车竞赛为4轮制,首轮出发顺序由IBSF单项排名和抽签共同决定,世界排名后10位的舵手有机会抽取1~3位出发,排名前10的舵手可选择4~13位出发。第二轮则根据第一轮成绩排位,基本遵循倒序出发的原则。因此,参加IBSF系列赛事和备战冬奥期间,运动员和备战团队可以根据自身特点有所侧重,制定合适的战术,提高优先出发的概率。平昌冬奥会前,韩国男子主力舵手元允钟选择性弃赛,全力攻关平昌赛道滑行,在熟悉赛道的同时有意降低积分,这为其四人车比赛抽到首位出发顺序创造了有利条件。平昌冬奥会男子双人雪车第一轮,元允钟车队末位出发,劣势明显,仅滑出第11名的成绩,最终止步冬奥男子双人车第6名;四人车比赛时,首位出发的韩国雪车队最终夺得冬奥四人雪车银牌。元允钟的双人车驾驶技术优于四人车,但首位出发的机会使其获得全场最佳冰面条件,得以成功带领韩国队取得四人车历史性突破。

2.3 主场优势

除上述运动员和非运动员因素外,冬奥会举办国家

在车橇类项目比赛中有一定的主场优势。除俄罗斯因兴奋剂违规问题被取消 2 枚金牌外,2002—2018 年 5 届冬奥会举办国家均获得奖牌,且在女子双人车和四人车中优势明显(表 3)。

表 3 2002—2018 年冬奥会举办国家雪车项目奖牌数统计
Table 3 Medal Count for Winter Olympic Games Host Countries in Bobsleigh Competition from 2002 to 2018

年份	举办国家	项目	奖牌数	奖牌数占雪车项目奖牌总数比例/%
2002	美国	男子双人	—	33.3
		男子四人	2	
		女子双人	1	
2006	意大利	男子双人	—	11.1
		男子四人	—	
		女子双人	1	
2010	加拿大	男子双人	—	33.3
		男子四人	1	
		女子双人	2	
2014	俄罗斯	男子双人	DSQ	—
		男子四人	DSQ	
		女子双人	—	
2018	韩国	男子双人	—	11.1
		男子四人	1	
		女子双人	—	

注:DSQ 指取消比赛资格。

我国男子双人、四人车之间,女子单人和双人车之间存在队员交叉参赛的情况,这种兼项对雪车队提出了严峻挑战,运动员需要兼顾各个分项能力的发展,但也要根据个人特点和团队目标予以侧重。中国国家雪车雪橇中心的建成打破了我国车橇类项目的场地限制,为雪车项目全面参赛提供保障(李海鹏等,2018),也为未来在国内举行的国际雪车赛事贡献了主场优势。

3 结论与建议

3.1 结论

雪车项目制胜因素主要由三方面组成:1)运动员因素是主体。优秀的雪车运动员需要具备优良的身体形态、体能、专项技能和心理素质。具体表现为体格强健,力量、爆发力和负重推跑能力强,熟练掌握启动、跳车和滑行技术,队员间配合默契,心理状态稳定。2)非运动员因素是提升运动表现的关键。赛道冰面状况、天气等环境因素,车体气动阻力、滑刃摩擦、运动员装备等设备因素,以及出发顺序等规则因素均会对雪车竞赛结果产生一定影响。3)主场优势也会对雪车成绩产生不可忽视的影响。

3.2 建议

在运动员因素方面,要采用“大跨步”+“小碎步”并

用的备战思路。“大跨步”一方面是指要在备赛阶段强化启动能力,通过加强体能训练提高运动员的力量和爆发力水平,以克服运动员启动阶段步伐大但效能低的缺点,实现推跑效率的提高;另一方面是指应继续大胆开展跨项选材,选拔优秀推车手,优化推车启动表现。“小碎步”一方面是指注重和优化细节,对于跳车和滑行等关键技术细节要精益求精,反复打磨,根据不同比赛场地的弯道反复计算和演练最优滑行路径;另一方面是指对运动员伤病的重点防控,我国现役雪车舵手和刹车手人数有限,且大部分有伤病在身,全方位、全过程、全覆盖关注重点运动员的伤病情况十分必要。

在非运动员因素方面,首先,要强化科技助力。雪车与钢架雪车、雪橇相比速度更快,通过改进比赛器械装备提升雪车成绩是科技助力的重要体现,要加以全方位支持。其次,应深入研究、灵活运用比赛规则。俄罗斯、韩国等冬奥会举办国家在冬奥会雪车比赛中取得好成绩,均建立在对规则的深入研究之上。第三,充分利用主场优势,针对延庆赛道特点精准训练。

参考文献:

- 蔡旭旦,毛丽娟,陈小平,2020. 冬季运动科学研究典型案例及对我国备战 2022 年北京冬奥会的启示[J]. 中国体育科技, 56(1): 12-23.
- 高瞻,封文平,吴迎,2020. 雪车运动员赛季伤病特点研究[J]. 中国体育科技, 56(12): 56-64.
- 高瞻,王颖刚,吴迎,2019. 雪车运动员推车启动阶段肌肉用力特征分析[C]//第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编. 南京:中国体育科学学会: 7312-7313.
- 韩艳丽,石丽君,吴迎,2021. 钢架雪车项目特征及备战启示[J]. 中国体育科技, 57(8): 44-52.
- 韩艳丽,许寿生,吴迎,2022. 韩国雪车的崛起对我国备战北京 2022 年冬奥会的启示[J]. 体育科技文献通报, 30(1): 1-5.
- 黎涌明,陈小平,冯连世,2018. 运动员跨项选材的国际经验和科学探索[J]. 体育科学, 38(8): 3-13.
- 李海鹏,陈小平,何卫,2018. 我国冬季项目实现“全面参赛”的策略研究: 基于对 2018 年平昌冬奥会的调查[J]. 中国体育科技, 54(5): 3-12.
- 邱招义,尹一全,叶茂盛,等,2021. 提升我国冬奥项目运动员专项能力的夏季化训练措施[J]. 北京体育大学学报, 44(3): 2-16.
- 孙民康,龚丽景,2019. 冬季项目跨项选材的理论研究与实践探索[J]. 体育科学, 39(11): 88-97.
- 夏骄阳,张晓明,杨新荣,2021. 冬奥会成功跨界跨项案例时空转换特征[J]. 北京体育大学学报, 44(4): 120-131.
- 杨宸灏,杨洋,胡齐,等,2020. 紧身服装在冬奥竞速运动项目中的应用现状[J]. 中国体育科技, 56(1): 24-30.
- BRAGHIN F, DONZELLI M, MELZI S, et al., 2011. A driver model of a two-man bobsleigh[J]. Sports Eng, 13(4): 181-193.
- BRÜGGEMANN G P, MORLOCK M, ZATSIORSKY V M, 1997. Analysis of the bobsled and men's luge events at the XVII Olympic Winter Games in Lillehammer[J]. J Appl Biomech, 13(1): 98-108.
- CHOWDHURY H, LOGANATHAN B, ALAM F, et al., 2015. Aero-

- dynamic body position of the brakeman of a 2-man bobsleigh[J]. *Procedia Eng*, 112:424-429.
- CONDLIFFE R, 2018. Evaluating and developing the key determinants of push-start performance in bobsleigh[D]. Cardiff: Cardiff Metropolitan University.
- DABNICHKI P, 2015. Bobsleigh performance characteristics for winning design[J]. *Procedia Eng*, 112:436-442.
- DABNICHKI P, 2016. Computer analysis of bobsleigh team push[C]//the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS). Cham, Switzerland: Springer:193-200.
- DABNICHKI P, AVITAL E, 2006. Influence of the position of crew members on aerodynamics performance of two-man bobsleigh[J]. *J Biomech*, 39(15):2733-2742.
- DEWEESE B H, 2012. Understanding the physical characteristics of bobsleigh athletes in the United States: An attempt to begin a meaningful talent identification program[C]//2012 ETSU Coaches College. New York, USA: Lake Placid.
- GIBERTINI G, SOLDATI A, CAMPOLO M, et al., 2010. Aerodynamic analysis of a two-man bobsleigh[C]//6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010), Singapore.IFMBE Proc, 31: 228-231.
- GOLDMANN J P, SANNO M, WILLWACHER S, et al., 2011. Effects of increased toe flexor muscle strength to foot and ankle function in walking, running and jumping[J]. *Footwear Sci*, 3(S1): S59-S60.
- HARRISON A, 2017. The bobsled push start: Influence on race outcome and push athlete talent identification and monitoring [D]. Johnson City, USA: East Tennessee State University.
- JANSONS E, LUNGEVICS J, STIPRAIS K, et al., 2018. Measurement of sliding velocity on ice, as a function of temperature, runner load and roughness, in a skeleton push-start facility[J]. *Cold Reg Sci Technol*, 151: 260-266.
- LOZOWSKI E, SZILDER K, POIRIER L, 2014. A bobsleigh ice friction model[J]. *Int J Offshore Polar Eng*, 24(1): 52-60.
- MORLOCK M, ZATSORSKY V M, 1989. Factors influencing performance in bobsledding: I: Influences of the bobsled crew and the environment[J]. *Int J Sport Biomech*, 5(2): 208-221.
- OSBECK J S, MAIORCA S N, RUNDELL K W, 1996. Validity of field testing to bobsled start performance[J]. *J Strength Cond Res*, 10(4): 239-245.
- PARK S B, LEE K D, KIM D W, et al., 2016. Analysis of forefoot bending angle in sprint spikes according to bobsleigh start lap time for development of Korean-specific bobsledding shoes[J]. *Korean J Sport Biomech*, 26(3): 315-321.
- PARK S B, LEE K D, KIM D W, et al., 2017a. Biomechanical analysis at the start of bobsleigh run in preparation for the 2018 Pyeongchang Winter Olympics[J]. *J Korean Soc Kinet*, 27(4): 239-245.
- PARK S B, LEE K D, KIM D W, et al., 2017b. Bobsleigh start interval times and three-dimensional motion analysis of the lower limb joints in preparation for the 2018 Pyeongchang Winter Olympics [C]//ISBS Conference 2017. Cologne, Germany: International Society of Biomechanics in Sports(ISBS).
- PARK S B, LEE K D, KIM D W, et al., 2017c. Development of bobsleigh shoe in preparation for the 2018 Pyeongchang Winter Olympics[J]. *Jpn J Ergonom*, 53(1): S328-S331.
- PARK S B, LEE K D, KIM D W, et al., 2017d. Effects of factors on response variables lap time and lower extremity range of motion in bobsleigh start using bobsleigh shoes for the 2018 Pyeongchang Winter Olympics[J]. *Korean J Sport Biomech*, 27(3): 219-227.
- PARK S H, LIM S T, KIM T W, 2019. Measurement of electromyography during bobsleigh push-start: A comparison with world top-ranked athletes[J]. *Sci Sports*, doi:10.1016/j.scispo.2018.06.004.
- SABBIONI E, MELZI S, CHELI F, et al., 2016. Bobsleigh and skeleton [M]//BRAGHIN F, et al. *The Engineering Approach to Winter Sports*. New York, USA: Springer: 183-276.
- SANNO M, GOLDMANN J P, BRAUNSTEIN B, et al., 2013. Joint specific mechanical power during vertical jumps of elite bobsleigh athletes [C]//ISBS Conference 2013. Taipei, China: International Society of Biomechanics in Sports(ISBS).
- SMITH S L, KIVI D M R, CAMUS H, et al., 2006. Kinematic analysis of men bobsled push starts[C]//ISBS Symposium 2006. Salzburg, Austria: International Society of Biomechanics in Sports(ISBS).
- STANULA A, ROCZNIOK R, T G, et al., 2013. Relations between BMI, body mass and height, and sports competence among participants of the 2010 Winter Olympic Games: Does sport metabolic demand differentiate?[J]. *Percept Mot Skills*, 117(3): 837-854.
- TOMASEVICZ C L, RANSONE J W, BACH C W, 2020. Predicting bobsled pushing ability from various combine testing events[J]. *J Strength Cond Res*, 34(9):2618-2626.
- TOSHIO T, 1971. Studies on the human tolerance to centrifugal acceleratory force and physical fitness in luge and bobsleigh players[J]. *Jpn J Phys Fit Sports Med*, 20(2): 101-117.
- UBBENS H H, DWIGHT R P, SCIACCHITANO A, et al., 2016. Some results on bobsleigh aerodynamics[J]. *Procedia Eng*, 147: 92-97.
- WILLIAMS M, 2021. Race analyses among Winter Olympic sliding sports: A cross-sectional study of the 2018/2019 World Cups and World Championships[J]. *J Human Sport Exerc*, 16(2): 445-455.
- WINKLER A, PERNPEINTNER A, 2010. Automated aerodynamic optimization of the position and posture of a bobsleigh crew[J]. *Procedia Eng*, 2(2): 2399-2405.
- WINKLER A, PERNPEINTNER A, ESTIVALET M, et al., 2008. Improving the performance of a bobsleigh by aerodynamic optimization[J]. *Eng Sport*, 7(2): 329-338.
- ZANOLETTI C, LA TORRE A, MERATI G, et al., 2006. Relationship between push phase and final race time in skeleton performance[J]. *J Strength Cond Res*, 20(3): 579-583.

(收稿日期:2021-09-01; 修订日期:2022-01-29; 编辑:高天艾)