

对我国优秀男子 110 米栏运动员第五栏跨栏技术的运动学分析

何雨晨

(湖北大学 体育学院, 湖北 武汉 430062)

摘要: 本文使用文献资料法、影像拍摄法、影像解析法、专家访谈法、比较分析法, 监控 2023 年全国田径冠军赛暨世锦赛和亚运会选拔赛男子 110 米栏运动员比赛。运用系列高速摄像机, 定点拍摄跨栏跑的第五栏完整上栏阶段技术动作的三维影像的定点扫描影像。运用 APAS 影像解析系统解析技术数据, 对训练时跨栏跑技术进行分析评价, 为教练员和运动员制定有针对性的训练和改进方案提供科学支撑。结果表明: 在跨越第五栏的过程中, 冠军赛前三名已经基本达到优秀运动员技术参数要求。

关键词: 110 米栏; 第五栏; 跨栏技术; 运动学分析

A Kinematic Analysis of the Fifth Hurdle Hurdle Technique of China's Outstanding Male 110m Hurdles

HE Yu-chen

(School of Physical Education, HuBei University, Wuhan 430062, China)

Abstract: In this paper, the men's 110m hurdles competition in the 2023 National Athletics Championships, World Championships and Asian Games Trials was monitored by using the literature method, image shooting method, image analysis method, expert interview method, and comparative analysis method. A series of high-speed cameras are used to shoot fixed-point scanning images of the three-dimensional images of the technical movements of the fifth hurdle of the hurdle run. The APAS image analysis system is used to analyze the technical data to analyze and evaluate the hurdle running technology during training, so as to provide scientific support for coaches and athletes to formulate targeted training and improvement plans. The results show that in the process of crossing the fifth column, the top three in the championship have basically met the requirements of the technical parameters of elite athletes.

Key words: 110m hurdles; Fifth hurdles; Hurdle technique; Kinematic analysis

跨栏运动需要运动员具备出色的身体素质和技能, 同时也需要良好的心理素质和战术策略。在身体素质方面, 运动员需要具备出色的速度、力量、耐力、灵敏和柔韧素质^[1]。在技能方面, 运动员需要掌握正确的跨栏技术和战术策略, 以便在比赛中取得优异的成绩。此外, 运动员还需要具备良好的心理素质和战术策略, 以便在比赛中保持冷静和专注, 并在关键时刻发挥出最佳水平^[2]。

1 研究目的

本研究对 2023 年全国田径冠军赛暨世锦赛和亚运会选拔赛男子 110 米栏冠亚季军运动员的技术监控, 通过数据分析和及时反馈, 发现问题, 了解国内优秀运动员技术特点以及差距所在, 协助教练员和运动员完善阶段性训练方案和竞赛战术。

2 研究对象与方法

2.1 研究对象

以2023年全国田径冠军赛暨世锦赛和亚运会选拔赛参加男子110米栏比赛的冠亚季军运动员第五栏跨栏技术作为研究对象,共抽取冠军赛决赛前三名(冠军、季军、亚军)运动员的比赛成绩。研究运动员第五栏跨栏阶段技术能够反映我国110米栏运动员整体跨栏技术的优势与不足。

2.2 研究方法

1) 文献资料法

使用微软浏览器通过湖北大学电子图书馆查阅中国CNKI学术文献总库、万方数据、维普期刊全文等资源,对“110米栏”“第五栏”“跨栏技术”“运动学分析”等关键词作为主题词进行搜索相关的文献,并对论文所需相关数据进行分析,收集论文相关资料。

2) 专家访谈法

在数据采集过程中,积极咨询了资深教练有关技术分析的问题,以确保采集的数据在不同阶段运动学参数以及评价指标的有效性。通过对这些指标的收集和分析,

希望能够更好地理解运动员的技术水平,并为其提供针对性的训练建议。

3) 影像解析法

使用APAS(Ariel Performance Analysis System,阿列尔性能分析系统)影像解析系统对拍摄的视频进行解析,该系统能够解析影像,以得到所需跨栏步的距离、高度、时间等的相关参数。分析图像数据以获取技术指标,从而评估运动员的技术水平并提供改进建议。

4) 比较分析法

通过分析所获得的数据与优秀110米栏运动员各项技术参数进行比较分析,发现我国运动员的优势与不足,根据运动员实际情况提出合理化建议。

3 研究结果与分析

3.1 全国田径冠军赛前三名的起跨攻栏阶段参数及分析

1) 支撑时间

由表1可见,冠军赛冠军起跨支撑用时(0.10秒)少于冠军赛第二名(0.12秒)和第三名(0.11秒)。

表1 冠军赛前三名起跨攻栏阶段参数比较

	冠军赛冠军	冠军赛亚军	冠军赛季军
起跨支撑时间(s)	0.10	0.12	0.11
着地瞬间躯干前倾角(°)	87.43	79.56	78.11
离地瞬间躯干前倾角(°)	61.61	69.57	74.54
起跨腿着地瞬间膝角(°)	137.11	162.30	155.60
起跨腿离地瞬间膝角(°)	148.50	158.96	160.31
起跨腿着地瞬间踝角(°)	105.33	124.46	126.40
起跨腿着地瞬间踝角(°)	152.39	145.02	141.56
着地角(°)	78.21	63.51	64.63
起跨角(°)	58.63	61.73	60.71
离地瞬间大腿间夹角(°)	114.78	114.23	122.99

2) 躯干前倾角

着地瞬间冠军赛冠军前倾角为87.43°,蹬离地面瞬间躯干前倾角度为61.61°,前倾变化幅度为25.82°,第二名的前倾角变化幅度为9.98°,第三名的前倾角变化幅度为3.57°。说明冠军赛冠军积极前倾下压,为后续腾空上栏降低中心做准备^[3]。

3) 起跨腿膝/踝关节角

冠军赛冠军着地瞬间腿膝关节角度为137.11°,蹬离地面瞬间膝关节角度为148.50°,支撑阶段增幅为11.38°。冠军赛第二名增幅为-3.34°(即减小),冠军

赛第三名增幅为4.71°。这说明冠军赛冠军相比第二和第三名的起跨第五栏时膝关节的伸肌群在支撑阶段有较充分的发力蹬伸过程,而第二名和第三名比赛膝关节角度较大,腿伸得较直,没能充分发力蹬伸^[4]。

4) 着地角和起跨角

冠军赛冠军第五栏起跨的着地角为78.21°,大于第二名和第三名;起跨角为58.63°,小于第二名和第三名。这说明冠军赛冠军着地时与前进方向相反的足底支撑反作用力水平分力(阻力)较小,离地时,与前进方向相同的足底支撑反作用力水平分力(动力)较大,支撑阶

段起跨腿蹬伸比较充分^[5]。

5) 离地瞬间大腿间夹角

由表1可见,冠军赛冠军离地瞬间大腿夹角为 114.78° ,与第二名的 114.23° 相近,小于第三名的 122.99° 。冠军赛第三名通过合理运用蹬腿和摆腿技术,成功实现了有效的起跨腿后蹬,从而增加了两大腿之间的夹角,提高了腾空高度和稳定性,同时也提高了成绩。运动员通过增大两大腿之间的夹角,能够在空中保持更长的时间,为接下来的动作做好准备。跨栏后,他迅速进行双腿剪绞,为迅速提拉过栏创造了良好的条件。这一系列流畅且协调的动作,为取得后续栏间跑打下了一定的基础^[6]。

3.2 全国田径冠军赛前三名的腾空过栏阶段参数及分析

1) 躯干最大前倾角

冠军赛冠军躯干最大前倾角 47° 大于冠军赛第二

名的 44.10° 和第三名的 41.44° ,显示出较大的前倾幅度,这有利于他保持平衡并完成起跨腿的提拉动作,同时为摆动腿的积极快速下压创造了条件。这些因素共同作用,使他能够更好地跨越障碍并展现出快速且合理的栏间节奏^[7]。

2) 腾空阶段两大腿最大夹角

由表2可知,在腾空阶段,冠军赛冠军两大腿最大夹角冠军赛达到 139.97° ,其他选手则在这个角度上略小。较大的夹角使他能够加快摆动腿的快速摆动和抬高,同时也能加快髋部的前移速度,从而增大身体对地面的作用力。此外,预先拉长两大腿的后续动作——摆动腿下压、起跨腿提拉,使两大腿前肌群收缩前获得了更长的长度,从而为他创造了一个更快速剪绞过栏的条件。换句话说,冠军赛冠军通过调整两大腿之间的角度和动作顺序,成功地提高了他的过栏速度^[8]。

表2 全国冠军赛前三名腾空过栏阶段参数比较

	冠军赛冠军	冠军赛亚军	冠军赛季军
躯干最大前倾角($^{\circ}$)	47.00	44.10	41.44
两大腿最大夹角($^{\circ}$)	139.97	118.58	128.12
腾空时间(s)	0.35	0.33	0.33
腾空阶段身体重心水平位移(m)	2.96	3.12	2.94
身体重心升高值(m)	0.14	0.18	0.20
过栏速度(ms^{-1})	9.09	8.70	8.38

3) 腾空时间

腾空时间是衡量运动员跨越障碍能力和栏间节奏快慢的重要指标,可作为评估运动员过栏技术的重要依据。短于这一标准的腾空时间表明运动员的成绩更好,技术更为合理。其中,冠军赛中第二名和第三名的腾空时间0.33秒均短于冠军赛冠军0.35秒,但是如果只看腾空时间,不考虑腾空中的水平和垂直速度以及腾空距离,则具有单一性,冠军赛冠军腾空时间过长可能是因为腾空距离过长^[9]。

4) 腾空阶段身体重心水平位移

身体重心落地点的远近可以影响重心至支撑点间的距离,进而影响运动员的移动速度和运动成绩。表2中,冠军赛第三名的重心水平位移2.94m最短,这有助于提高栏间速度并优化运动成绩。另外,冠军赛冠军的重心水平位移2.96m相对较短,也能够帮助他更快地通过支点,提升运动表现。通过调整身体重心落地点的位置,优化重心至支撑点间的距离,可以帮助运动员更好地提高运动成绩^[10]。

5) 身体重心升高值

在冠军赛中,冠军赛冠军的身体重心升高值0.14m较低,与其他两位运动员的升高值0.18m、0.20m相比也较小,这进一步证明在现代跨栏技术中,将重心高度和重心在空中的停留时间降到最低或尽可能短的时间是提高成绩的关键。这个建议有助于提高跑进效率,并节省体能。因此,运动员应在比赛中注重调整身体重心,以获得更高的水平速度,从而提升成绩^[11]。

6) 过栏速度

从重心水平速度上来看,冠军赛第二名8.70m/s与冠军赛冠军的速度9.09m/s较为接近,而第三名在腾空时间较短的情况下,腾空中水平速度8.38m/s相较差距明显,存在将水平速度转化为垂直速度的可能,将向前的力变成了向上的力。因此,跨越栏杆时,应保持身体平衡,并使用快速剪绞动作完成过栏。这有助于提升跑跨表现,通过有利姿势和下栏后跑的效率来整体提高跑跨能力^[12]。

3.3 全国田径冠军赛前三名的下栏着地阶段参数及分析

1) 支撑时间

由表3可见,冠军赛冠军着地支撑时间最短为0.07秒,短于第二名和第三名(0.08秒)。

2) 躯干前倾角度

冠军赛冠军过第五栏后着地瞬间前倾角为 59.73° ,

蹬离地面瞬间躯干前倾角度为 70.16° ,前倾角变化幅度为 10.43° ;第二名着地瞬间前倾角为 54.79° ,变化幅度为 14.80° ,第三名着地瞬间前倾角为 57.15° ,变化幅度为 14.18° 。按照技术要领要求,摆动腿着地时躯干前倾角度应该与起跨结束离地时大体相同。由表2和3可见,冠军赛前三名比赛过第五栏摆动腿着地时躯干前倾角度都小于起跨结束^[13]。

表3 冠军赛前三名下栏着地阶段参数比较

	冠军赛冠军	冠军赛亚军	冠军赛季军
着地支撑时间(s)	0.07	0.08	0.08
着地瞬间躯干前倾角($^{\circ}$)	59.73	54.79	57.15
离地瞬间躯干前倾角($^{\circ}$)	70.16	69.59	71.33
摆动腿着地瞬间膝角($^{\circ}$)	177.78	165.52	171.96
摆动腿离地瞬间膝角($^{\circ}$)	134.93	132.44	144.68
摆动腿着地瞬间踝角($^{\circ}$)	130.90	126.09	143.46
摆动腿离地瞬间踝角($^{\circ}$)	146.97	130.68	153.89
着地角($^{\circ}$)	86.12	88.59	85.60
蹬地角($^{\circ}$)	57.66	60.21	55.38

3) 离地时的躯干前倾角

其中冠军赛冠军比赛的栏前与栏后躯干角最为接近,只相差 1.88° ;而第二名和第三名比赛的栏前与栏后躯干角相差较大,分别为 14.78° 和 17.41° ,可以认为冠军赛冠军身体躯干的姿态保持得较好。

4) 摆动腿膝关节角

表中冠军赛冠军摆动腿着地瞬间膝角为 177.78° ,均大于冠军赛第二名(12.26°)和第三名(5.82°)。在跨越栏后着地时,应将摆动腿摆至高位,同时身体重心也要相应提升。这是符合栏后技术要求的关键因素,因为它能帮助运动员更快地调整重心,减少冲击,保持稳定的步伐^[14]。且下栏触地瞬间转换栏间跑离地瞬间的缓冲阶段,冠军赛冠军摆动腿膝角缓冲变化幅度最大为 42.85° ,其次为冠军赛第二名 33.08° ,第三名 27.28° 。

5) 摆动腿踝关节角

冠军赛冠军起跨攻栏着地瞬间摆动腿踝关节角度为(130.90°),蹬离地面瞬间摆动腿踝关节角度为 146.97° ,缓冲幅度为 16.07° ,冠军赛第二名着地瞬间摆动腿踝关节角度为 126.09° ,缓冲幅度为 4.60° ,冠军赛第三名着地瞬间摆动腿踝关节角度为 143.46° ,缓冲幅度为 10.43° ,在摆动腿着地时刻,冠军赛第二名的踝关节有轻微的弯曲,这在一定程度上增加了支撑阶段的用时,导致水平速度的降低,不利于快速进入栏间跑。

离地时刻,冠军赛第一名和第二名的踝关节角度分别为 130.68° 和 148.20° ,国内运动员均值为 148.20° ,显示出他们在此阶段的缓冲幅度较小。这意味着他们在着地后可能无法快速进入栏间跑,需要进一步提高技术水平,加强下肢的专项力量训练,以更好地控制着地时刻踝关节角度^[15]。

6) 着地角和蹬地角

冠军赛冠军的着地角为 86.12° ,冠军赛第二名着地角为 88.59° ,冠军赛第三名着地角为 85.60° ,冠军赛冠军蹬地角为 57.66° ,冠军赛第二名蹬地角为 60.21° ,冠军赛第三名蹬地角为 55.38° ,为了维持过栏后的水平速度,为高效的进入下一栏做准备,需要保证稳定的蹬地角和着地角。

4 结论与建议

4.1 结论

在第五栏跨栏技术环节,冠军赛前三名运动员在攻栏阶段的技术参数还是较为合理的。冠军赛冠军运动员起跨蹬伸的能力和爆发力较好,水平移动速度利用率高,同时摆动腿紧紧折叠,有助于缩短摆动半径,增加前摆速度。与冠军赛亚军和季军运动员相比,冠军赛冠军的跨栏步技术特点在于过栏速度快,栏前摆动屈膝高摆,栏后重心积极下潜。在第五栏腾空阶段,冠军赛前三名运动员的躯干前倾角平均水平基本达到了优秀运动员的

要求,同时两腿夹角增大,为双腿快速剪绞过栏提供了良好的条件。

4.2 建议

我国优秀男子110米栏运动员需要改进起跨攻栏阶段、腾空阶段和下栏着地阶段的技巧。应该积极调整摆动腿的落地方式,缩短腾空过栏的时间,并减少下栏时间。

跨栏是一项很好的休闲运动,它不仅可以帮助增强身体的柔韧性、协调性、力量和耐力,还可以促进心理健康。跨栏对健康的好处包括:增强心肺功能,跨栏可以有效地提高心肺功能,有助于提高身体的耐力和氧气利用率;提高免疫力,定期进行跨栏等运动,可以增强身体的免疫力,有助于抵抗疾病;减轻压力,跨栏可以帮助缓解压力,有助于保持良好的心理状态;促进骨骼健康,适当的运动可以增强骨骼密度,预防骨质疏松等疾病。

参考文献

- [1] 郑嘉德,韩春远,沈志峰.男子110米栏技术训练发展趋势[J].田径,2009(12):46-49.
- [2] 潘仲秋,刘维红.世界优秀男子110m栏运动员成绩变化分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2005(1):171-175.
- [3] 程彭阳子.刘翔110m栏起跑新技术特点分析[J].河南师范大学学报(自然科学版),2013,41(1):180-181.
- [4] 张玉泉,张荃,田坤.影响我国男子110m栏运动成绩的技术因素分析[J].体育与科学,2004(3):55-57,67.
- [5] 刘旭东,梅峰.高栏跨栏跑速度特点及其训练[J].宁夏大学学报(自然科学版),2011,32(2):189-192.
- [6] 许以诚,池泰棱,冯敦寿,等.我国优秀男子110m栏运动员的跨栏技术分析[J].中国体育科技,2002(10):10-12.
- [7] 蔡勇,武文强.我国现役优秀110米栏运动员跨栏步的运动学特征研究[C]//中国体育科学学会.第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编.北京体育大学,2019:3.
- [8] 薛川.我国优秀男子短距离跨栏跑运动员起跨攻栏技术特征分析[J].体育科技文献通报,2023,31(7):101-102,157.
- [9] 孟露,周曙,许泽.我国历年优秀110米栏运动员技术特征分析[C]//中国大学生体育协会.第三十一届中国高校田径科研论文报告会论文专辑.湖北师范大学体育学院,2023:4.
- [10] 李建臣,付大鹏.对我国男子110m栏的跑跨与跨跑技术的运动学分析[J].中国体育科技,2000(5):12-14.
- [11] 宋跃先,唐林.刘翔110m栏平12.91s世界纪录的技术特征分析[J].武汉体育学院学报,2007(6):66-68.
- [12] 刘晓芳,刘生杰.我国男子110m栏运动员刘翔跨栏步技术的运动学分析[J].首都体育学院学报,2008(5):120-122.
- [13] 徐细根,张丽华,刘琪,等.我国男子跨栏运动员刘翔110m跨栏跑技术分析[J].中国体育科技,2004(4):2-3,7.
- [14] 许晓峰.对我国优秀男子110米栏运动员技术结构的研究[D].石家庄:河北师范大学,2006.
- [15] 于楼成,邵崇禧,李睿柯.现代优秀男子110米跨栏跑全程分析[J].山东体育学院学报,2004(3):73-74.