

·运动人体科学·

三人板鞋运动的运动学特征

蔡春华, 冯道光, 张秀丽, 周威

(华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510500)

摘 要: 通过二维定点摄像, 从运动生物力学角度对广东省大学生板鞋男女代表队进行动作技术分析, 结果显示: 1) 大多数板鞋代表队采用腰式搭配是合理的, 因为腰式搭配有利于“三人合一, 步调一致”; 2) 男子板鞋代表队的起跑技术效果好, 正式起动前身体处于微动状态, 女子代表队的起跑动作不利于成绩的提高, 需要改善; 3) 男女 100 m 的全程跑速度分配规律均较合理, 经济高效, 但女子 60 m 的速度分配不合理, 建议女子运动员改变 60 m 跑加速策略; 4) 女子在跑动过程中, 身体重心高, 蹬地角度大, 造成人板系统重心上下起伏幅度较大, 影响跑进速度。

关 键 词: 民族传统体育; 板鞋运动; 运动学

中图分类号: G804.62; G899 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2008)08-0100-06

Kinetic characteristics of the board-shoe game played by three persons

CAI Chun-hua, FENG Dao-guang, ZHANG Xiu-li, ZHOU Wei

(School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: By means of fixed point 2D photography, the authors performed a technical move analysis on male and female college student board-shoe representative teams of Guangdong province from the perspective of biodynamics, and revealed the following findings: 1) it is rational for most board-shoe representative teams to adopt the dumbbell style combination, because it is conducive to the “harmonious integration of three players”; 2) the take-off technique of male board-shoe representative teams achieved a good effect, and the body of the male players was in a ready condition before official take-off, while the take-off move of female representative teams was not conducive to enhancing performance, thus should be improved; 3) the speed for men’s and women’s full course 100m run was distributed rationally, highly efficient, but the speed for women’s 60m run was not distributed rationally, so it is suggested that female players change their strategy for acceleration in the 60m run; 4) during running female players had a high center of brevity of the body and a big striding angle, which results in a big fluctuation of the center of gravity of the board-player system, thus affecting running speed.

Key words: national traditional sports; board-shoe game; Kinematics

板鞋运动作为少数民族的传统体育项目在云南、广西、广东等地一直有较强生命力。但前几年, 只能在各省的少数民族运动会上一展风采, 一直没有得到广泛推广。自板鞋确定为第 8 届全国少数民族运动会的正式比赛项目后, 全国各地近 20 多个省组织了板鞋运动队, 标志着板鞋运动的开展已进入了一个新的历史阶段。

板鞋运动有三人板鞋、板鞋舞蹈、板鞋拳术、龙凤板鞋等多种形式, 竞赛项目最常见的是三人板鞋。

2007 年 11 月, 在广州第八届少数民族运动会上亮相的就是三人板鞋。它与短跑项目相似, 发令员发令后, 最先达到终点者为胜; 不同的是它要求 3 人双脚分别套在左右两块长 1 m、宽 0.09 m、厚 0.03 m 的木板鞋上。

板鞋最早是作为多人默契配合的一种训练方法, 但竞技比赛中, 同队的 3 人若想在激烈的比赛中获胜, 除了在思想、行动上的默契外, 3 人如何排位、以何种形式连成一个统一体、起跑与全程跑各阶段的特征

等一系列问题,则需要进行动作技术分析。因此,本研究从运动生物力学的角度对广东省大学生板鞋的全程跑技术特点进行研究,为发展和提高板鞋的运动成绩提供依据。

1 研究对象及方法

1)测试对象:参加第 8 届全国少数民族运动会的广东省板鞋代表队成员(男 3 人,女 3 人)。

2)调查对象:2007 年 11 月第 8 届全国少数民族运动会期间,给到会的所有省、市队运动员、教练员发放问卷并进行访谈。

3)测试程序:测试于 2007 年 10 月 16、17 日下午,在华南师范大学广州大学城校区田径场进行。运动员做准备活动期间,经过培训的测试人员在跑道一侧从起点至终点每间隔 10 m 设置一架常速摄像机,拍摄频率为 25 Hz,调试结束后,对女子 60 m、男子 100 m 分别进行 3 次拍摄,取效果最好的一次进行分析。

坐标方向: X 轴正方向指向前进终点方向,即水平方向; Y 轴正方向垂直地面向上,即垂直方向。

单步:左(右)板着(离)地至右(左)板着(离)地在跑进方向上的直线距离,本文中是从左板着地至右板着地。

腾空时间:左(右)侧板离地到对侧板着地的时间。

支撑时间:从左(右)侧板着地至左(右)侧板离地的时间,本文是右侧支撑时间。

2 研究结果及分析

2.1 三人板鞋的排位及搭配形式

从参加第 8 届全国少数民族运动会的情况来看,一个代表队的 3 名板鞋运动员有高有矮、有胖有瘦,参差不齐,排位顺序差异性也较大。按身高来说,90% 的代表队最高和最矮的相差 5 cm 左右,相差最大的达

10 cm,只有 2 个队的运动员身高完全相同;按体重来讲,1/4 的代表队体重相差达 10 kg 以上,3/4 代表队相差在 8 kg 左右。3 人的排位顺序,有按身高降序的,有按身高升序的,也有最高或最矮在中间的;有按体重降序的,有按体重升序的,同样也有最重和最轻在中间的。总之,无论是从所有参赛代表队还是取得前 8 名的代表队,都没有形成一定的排位及搭配的主流形式。

目前运动员手的搭配方式有两种:一种是最前面的运动员双手自由摆动,中间及最后的运动员均将双手置于前一人腰部两侧,4 指并拢,拇指张开,虎口朝上(简称腰式);另一种是最前面的运动员双手自由摆动,中间及最后面的运动员均将双手置于前一人肩部两侧,4 指并拢,拇指张开,虎口朝内(简称肩式)。调查结果显示,第 8 届全国少数民族运动会上,全国 20 多个男女代表队,采用第一种方式的达 90% 以上,仅个别运动队采用肩式。其实从肩式向腰式转换的现象在前几年的地方性民族运动会上就已出现,开始肩式与腰式的比例相差不多,后来腰式明显增多,肩式逐渐减少,这次全国性运动会上各省、市队以腰式为主。

2.2 三人板鞋起跑的运动学特征

1)起跑过程中人板系统重心轨迹变化规律。

图 1~2 分别是板鞋起跑过程中,男、女人板系统重心在 X、Y 方向上的移动轨迹。图 1(a)中男子的 X 坐标第 1 帧为男子起跑前身体有微小移动的画面,图 1(b)中女子的 X 坐标第 1 帧为发令枪出烟之前的 0.2 s 画面。因为通过视频仔细观察,发现男女起跑时特征不同,男子在发令枪出烟之前人板在 X 方向上有微小位移,而女子没有。

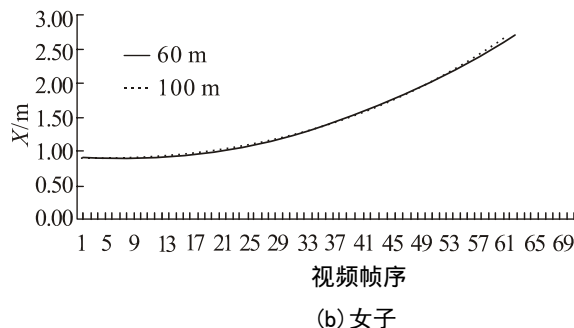
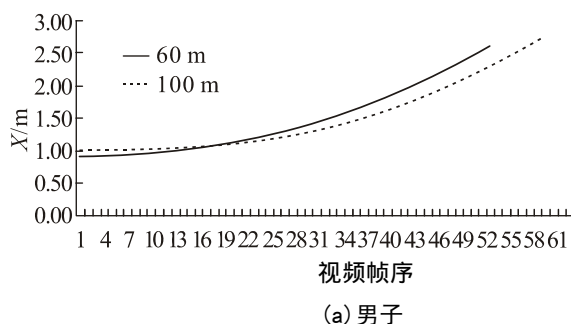


图 1 运动员重心在 X 方向上的运动轨迹

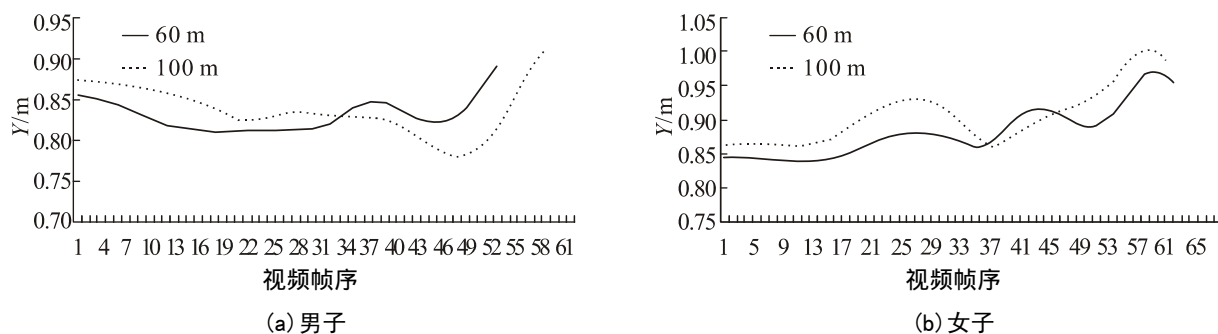


图 2 运动员重心在 Y 方向上的运动轨迹

从图 1~2 可知, 起跑过程中人板重心的移动有以下特点:

(1) 在 X 方向上运动轨迹如图 1 所示, 无论男女, 形状基本相同, 重心位移随着时间的增加呈指数增加, 尤其是女子运动员 60 m 及 100 m 的运动轨迹几乎完全重合。

(2) 在 Y 方向上的运动轨迹如图 2 所示, 男子人板重心在 Y 方向上的起伏平缓, 且幅度较小, 仅有 0.09 m, 为平均身高的 5%; 而女子则相反, 有明显的波峰, 且幅度较大, 达到 0.14 m, 为平均身高的 9%。

(3) 综合运动员的条件及图 2 可知, 男子运动员平均身高比女子高, 但其在起跑过程中身体重心却较女子运动员低 (坐标原点在地面, Y 方向的坐标即为人

板系统重心高度), 说明在起跑过程中, 男子运动员蹬地及缓冲时的蹬地角度相对较小, 而女子较大。

(4) 结合视频及重心在 X、Y 方向上的轨迹来看, 在起跑过程中, 男子一直将重心压得较低, 起动瞬间身体前移, 而且在左板离地以后, 右板着地时的缓冲幅度较大, 重心进一步降低; 而女子则不同, 在起动的一瞬间首先身体不是前移, 而是明显上抬, 使重心升高, 而后每一次蹬地都使重心进一步升高。

2) 起跑过程中速度变化规律。

(1) 起跑过程中速度在 X 方向上的变化规律: 起跑过程中男、女速度在 X 方向上的变化规律表现出不同的特点, 如图 3 所示。

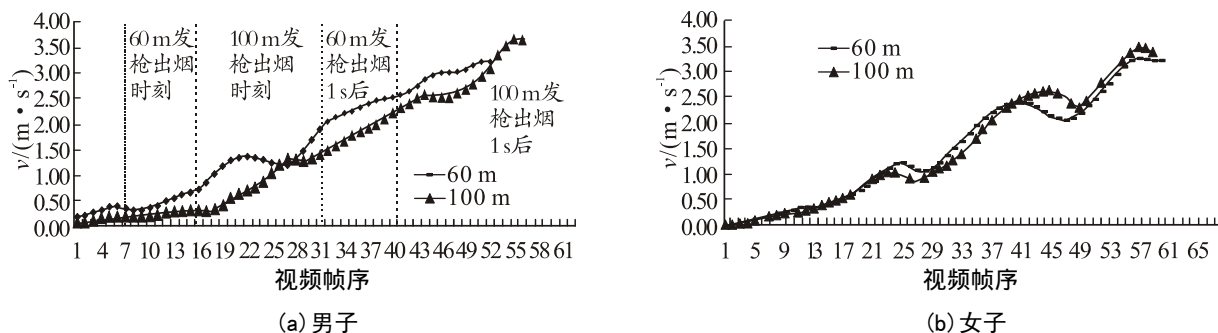


图 3 起跑过程中运动员重心速度在 X 方向上的变化

从图 3 可见:

第 1, 无论是 60 还是 100 m 起跑, 在发令枪出烟时刻男子人板系统重心速度均达到 0.3 m/s 以上, 而女子没有, 两次起跑均是发令枪出烟后身体才移动, 出烟时刻人板系统重心的速度几乎为零。

第 2, 从起跑一个复步的速度曲线来看, 男女运动员 60、100 m 起跑在 X 方向上速度增加均有起伏, 但男子比较平缓, 3 个波峰不明显, 而女子运动员则有明显的 3 个波峰。

第 3, 男子的速度“小丘”出现在出烟时刻和每次蹬地后的 0.28 s 左右, 而女子的速度波峰则出现在蹬地瞬间。

第 4, 对男子起跑的视频观察分析可知, 60 m 起跑时枪烟出现前 0.20 s 运动员身体开始有微小位移, 枪烟后 0.48 s 左板离地; 100 m 起跑时 0.64 s 前身体就开始移动, 0.28 s 后左板就离地, 相对来说, 男子 100 m 起跑时身体移动较早, 但速度、位移较小。

第 5, 对比枪出烟及枪出烟后 1 s 的速度可知, 男子 60 m 起跑时虽然在发令枪出烟时向前的速度较大, 但 1 s 后增加的速度并没有 100 m 起跑时大, 可见, 100 m 起跑的效果好。

第 6, 与男子相比, 女子两项起跑过程中速度在 X 方向上的变化规律基本相同。(见表 1)

表 1 起跑过程中 X 方向上的速度对比 m/s

性别	项目	发令枪出烟时	枪出烟后 1 s 时
男	60 m	0.37	1.69
男	100 m	0.30	2.20
女	60 m	0.07	1.21
女	100 m	0.05	1.05

(2)起跑过程中速度在 Y 方向上的变化规律。

从图 4-5 可见：起跑过程中，重心速度在 Y 方向上的变化有以下特点：

第 1，相对于速度在 X 方向上的变化来说，男女

运动员起跑时速度在 Y 方向上的起伏变化更明显，不同的是，在 X 方向上速度有起伏，也逐渐增大，而在 Y 方向上速度一直在零附近振荡（图 4）。

第 2，对比速度在 X、Y 方向的变化曲线可知，男、女运动员速度在 X、Y 方向上的变化有较强的同步性，在 Y 方向上的变化先于在 X 方向上的变化达到波峰或波谷（图 5）。

2.3 三人板鞋全程跑的运动学特点

1)全程跑速度分配特点。

男女 60、100 m 全程速度分配情况如图 6 所示。

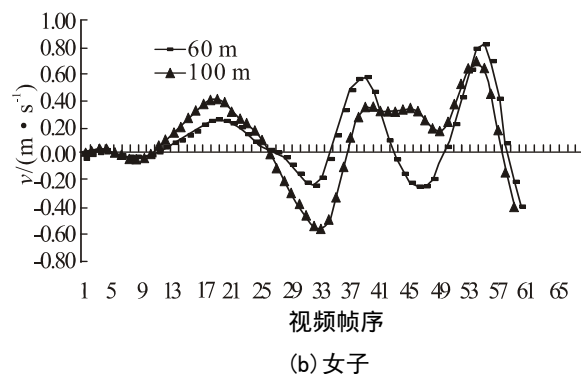
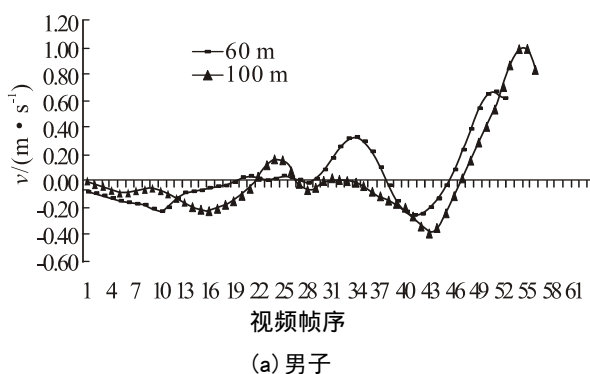


图 4 起跑过程中运动员重心速度在 Y 方向上的变化

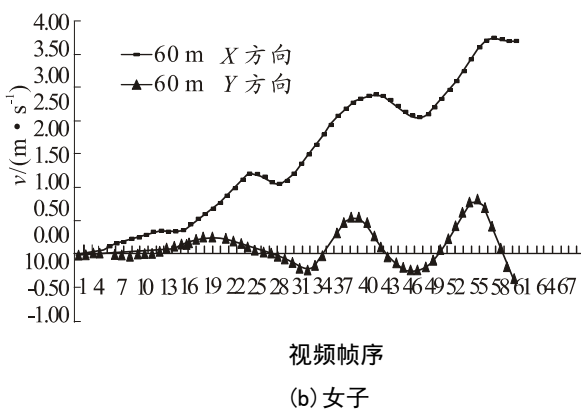
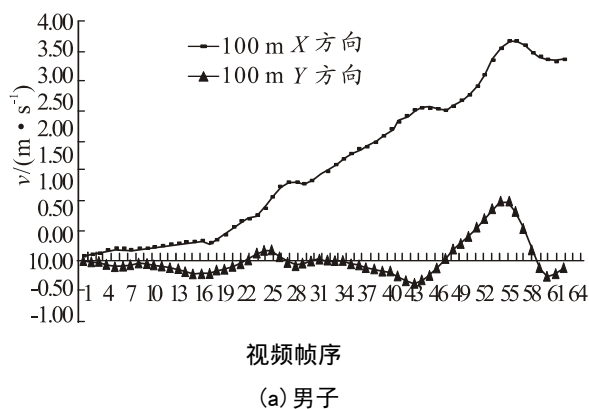


图 5 运动员起跑速度在 X、Y 方向上的变化比较

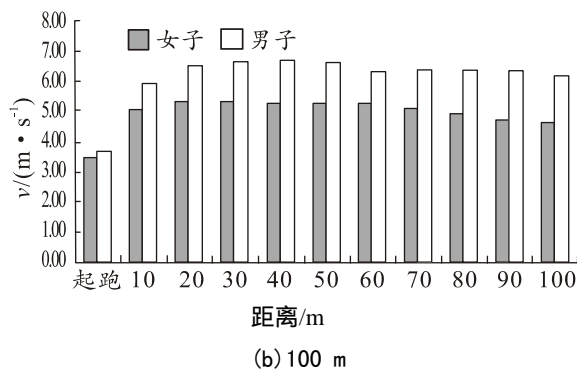
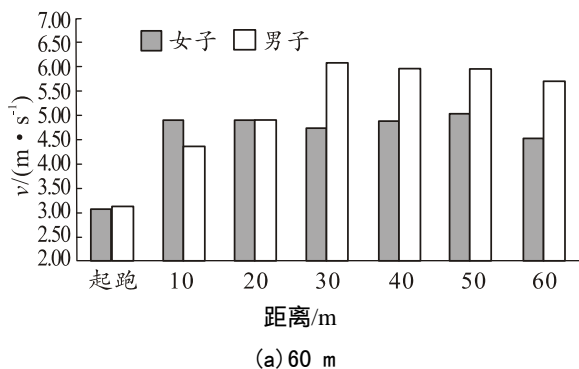


图 6 运动员 60、100 m 全程速度分配

从图 6 可见：第 1，60 m 跑，男女表现出明显的性别差异。男女运动员在起跑段速度相差不多，男子的速度稍好于女子，但从 10 m 至终点，男子只有一个速度波峰，出现在 30 m，而后全力保持至终点；女子出现 2 次速度波峰，一个在 10 m 处，一个在 50 m 处。第 2，100 m 跑全程速度的分配规律基本相同，都是逐渐加速，然后保持。男子在 40 m 处达最大值 6.71 m/s，女子在 30 m 处达最大值 5.34 m/s，在以后的路程中虽全力保持，但还是有所下降，终点时最低，男子 6.20 m/s，女

子 4.63 m/s，从下降的幅度来看，男子运动员保持速度的能力更强一些。

2) 一个单步的运动学特征。

板鞋一个单步主要的运动学参数如表 2 所示，由此可知，第 1，女子在途中跑的支撑时间、腾空时间均较男子长；第 2，运动员在途中跑的重心起伏幅度与起跑时的特征相似，男子较小，女子较大；第 3，女子途中跑的步长较男子小。

表 2 全程跑单步运动学参数 ($\bar{x} \pm s$)

项目	性别	右侧支撑时间/s	腾空时间/s	步长/m	重心起伏/m	X 方向速度/(m·s ⁻¹)	Y 方向速度/(m·s ⁻¹)
60 m	男	0.37±0.03	0.18±0.06	1.81±0.12	0.09±0.03	5.66±1.29	0.91±0.16
	女	0.45±0.02	0.19±0.03	1.61±0.04	0.14±0.04	4.97±0.79	1.07±0.17
100 m	男	0.39±0.03	0.16±0.03	1.80±0.05	0.08±0.03	6.16±0.82	1.00±0.13
	女	0.42±0.05	0.21±0.03	1.59±0.05	0.12±0.02	4.95±0.52	1.11±0.17

从单步的前两项时间指标来看，在地面反作用力一定的情况下，女子支撑时间长可产生较大的冲量，使人板系统获得较大的动量和速度；腾空时间长为获得较大的步长创造了条件。但再结合男女在 X、Y 方向的重心速度、步长等参数可知，女子时间上的优势没有达到预期目的，即在 X 方向上既没有较大的速度，也没有较大的步长，而在 Y 方向上的速度和起伏幅度都较大。测试数据证明造成这种现象的主要原因是，女子跑动过程中的身体重心较高、蹬地角大。

3 讨论

1) 板鞋是一个新兴的比赛项目，对于 3 个人的前后位置及搭配方式，各省、市队教练、运动员都进行了各种探索。排位顺序最主要的参考因素是身高和体重。虽然现在尚未有较好的模式，但结合板鞋的特点及运动生物力学原理，笔者认为 3 人的排位应遵循以下原则：

(1) 如果 3 个人身高相同，体重大、力量大的队员排在最前面。3 个人身高相同，尤其是下肢长相同是最好的选择，3 个人同时蹬摆时，髋、膝、踝角度相同，力量同时达到最大或最小，可避免相互拖后腿的不良影响。

(2) 身高不同时，身高、体重、力量较大的队员排在最前面，以充分发挥各自的优势。身高的人下肢一般也较长，排在前面心理无障碍，可尽最大努力蹬、摆增大步幅，而排在后面下肢较短的队员，相对来说受到影响也较小。

腰式搭配是主流，从运动生物力学角度来讲，确实有它的合理性：

(1) 板鞋竞速的实质就是跑，无论是起跑、加速跑、途中跑，还是冲刺跑阶段降低重心可以减小蹬地角度，有利于速度的提高。相对来说，后面的人把手放在前面人的腰上，有利于降低身体重心，减小蹬地角度，提高在 X 方向上的速度，提高成绩。

(2) 与跑不同的是板鞋是 3 个人一起跑，“三人合一、步调一致”是板鞋竞速追求的目标。在跑动过程中，双臂的摆动有利于获得较大的前进动力，摆动幅度大，相应肩的转动幅度也较大，又由于 3 个人不可能步调一致的各自摆臂，必须靠手臂连成“一个人”，因此，后面的人将手搭在前面人的肩上，不仅影响前面人的摆动幅度，而且也不利于形成稳定的人板系统；腰部为髋与肩的转动提供支撑点，相对肩部来说比较稳定，因此，腰式更有利于 3 个人形成一个紧凑、稳固的整体，“三人如一”，便于动作的协调一致。

(3) 从姿态角度来看，腰式搭配使后面队员的两臂在肘关节处弯曲，放在前面队员的两侧髂嵴位，而肩式则要求后面的队员两臂在肩关节处弯曲，放在前面队员的肩上，相比较而言，腰式更省力、自然。

2) 评价起跑技术优劣的主要标准是起跑的快慢(听到枪声到起动的所用时间)及起跑结束时达到的速度大小。从研究结果可知，男子运动员在听到预备的口令后，不仅心理上做好了准备，而且全身肌肉也处于“激活”状态，身体微微向前移动。这种技术有利于成绩的提高体现在以下 3 个方面：第 1，使人板系

统具有一定的初速度,可使起跑后在相同的时间内获得更大的速度;第2,起跑是由静到动,打破平衡的动作,身体前移使稳定角逐渐减小,有利于快速起动;第3,肌肉处于激活状态可缩短动作的潜伏期,减少起跑时间,提高成绩。因此,相对来说,男子板鞋运动员的起跑技术更合理。除此之外,由于起跑之后是加速度跑阶段,女子过早、主动抬高身体重心不仅使前期获得的水平速度降低,而且消耗额外的能量。

3)从60 m跑各段的速度分配规律来看,男女运动员采用的是不同的策略。男子采取逐渐加速至最大而后保持的策略;而女子则是全力以赴的策略,从起跑就全力加速,10 m处就接近最大值。

任何物体速度的改变都需要有外力的作用,板鞋竞速运动过程中,人板系统速度的改变同样需要外力的作用。一般物体速度的改变外力来自其他物体,与自身无关,板鞋竞速运动过程中,外力来自于地面,但地面的力不是主动施加的,而是人体肌肉收缩先产生内力作用于地面,地面才产生反作用力施加于人板系统,引起人板系统重心速度的改变。所以,人板系统速度的改变归根揭底是靠消耗生理能完成的,因此对于人体来说,在运动过程中保持匀速是最省力的。也就是说,起跑后应该逐渐加速,在前半程加到最大,然后一直保持至终点才是比较合理的;至于应该在何处加到最大,应视运动员的体能而定。由上述分析可知,女子板鞋60 m跑后的加速过快,体能供应不足,以至于在10~30 m段的速度无法保持,出现速度低谷,第二次再加速出现同样的现象,欲速则不达。盲目地全力加速,不仅达不到提高成绩的目的,而且会造成额外的体能消耗,导致运动员过早疲劳,影响训练效果。相对来说,男女100 m的速度分配较合理,都是在前半程达到最高速度,后半程始终保持起伏不大,但女子可能是由于无氧耐力较差的原因,最后20 m的速度下降幅度较男子大。

水平速度的大小不是评价途中跑技术动作的唯一标准,另一个重要标准是经济性原则,即跑动过程中

重心在Y方向上起伏的幅度大小。

跑动过程中,人板重心上下起伏是不可避免的,但幅度应尽量减小。运动员向后下方蹬地,获得的反作用力可分解为两个力的作用,一个向前的反作用力使在X方向上的速度逐渐增加,另一个向上的反作用力使人板系统获得向上的加速度,使人板系统向上的速度逐渐增加,但由于重力的作用,速度的增加越来越慢,直至在人板系统向上移动的过程中达到最大再逐渐减少,人板重心达到最高点时,向上的速度数值为零,然后在重力作用下,人板系统重心向下逐渐加速至最大,在最低点时速度再次为零。如此循环往复,使人板系统重心在Y方向上的速度在零附近左右振荡。向上的反作用力越大,获得的向上加速度越大,人板系统腾起的高度就越高,落回地面时的速度就越大。由于女运动员在起跑过程中,人板系统重心相对较高,蹬地角较大,致使向上的反作用力较大,使人板系统在Y方向上的起伏幅度大,造成不必要的能量损失。

因此,无论是从获得速度的大小来看,还是从经济原则来讲,男子起跑的效率更高,更合理。

参考文献:

- [1] 余静芳. 壮族板鞋运动的健身价值与文化特征研究[J]. 湖南民族职业学院学报, 2007(1): 33-35.
- [2] 蔡春华, 肖国强, 梁文敏. 大学生板鞋运动员身体形态及体能特征[J]. 体育学刊, 2007, 15(5): 54-58.
- [3] 李良标. 运动生物力学[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 1991.
- [4] 郑秀媛. 运动生物力学进展[M]. 北京: 国际工业出版社, 1998.
- [5] 全国体育学院教材委员会. 运动生物力学[M]. 北京: 人民体育出版社, 2005.

[编辑: 周威]