

文章编号:1001-747 (2001)02-0072-03

# 霍莉坤跳马蹇子后手翻直体后空翻转体 540 动作的运动学分析\*

董汉英

(西安体育学院 体操教研室, 陕西 西安 710068)

**摘要:** 为了发展女子跳马蹇子后手翻接空翻转体类高难动作, 运用运动学原理对霍莉坤跳马技术进行了诊断。结果表明, 霍在助跑阶段, 身体获得了较大的水平速度。在上板起跳和第一腾空阶段, 由于推手与起跳快, 身体翻转及时, 腾越器械重心高处于马上最佳位置。在第二腾空阶段, 霍借助一定的高度和水平速度快翻纵转, 使该动作顺利完成。由分析中得知, 霍在马上因推手技术不佳, 导致她第二腾空高度不够。

**关键词:** 水平速度; 推手技术; 转体技术; 第二腾空

中图分类号: G832.266

文献标识码: B

## Kinetic Analysis of Huo Li-kong's Horse Vaultin, Arab Spring Back Handspring Backward Somersaultbody Straight with 1.5 Twists Movement

DONG Han-ying

(Xi'an Institute of Physical Education, Xi'an, 710068 China)

**Abstract:** We diagnosed Huo LI kong's horse vaulting skill by kinetic analysis, in order to develop a type of movement of femal horse vaulting arab spring back handspring connected with aerial body-turn in the article. The result showed that Huo's body attain big horizontal velocity in approach run. Athlete stand in most accurate place in horse, because of short hand release time and short take-off time. Body-turn in time and high center of body of vaulting apparatus in the phase of taking-off and first flight. Huo performed the movement successfully by means of special high center and relocity of body. From analysis, we can see that hou's bad hand release skill result in the after flight not high enough. Because horse vaulting skill is complicated, every skill segment can affect quality of the whole movement, even resulting in failure in developing high-value part, so improvement of every skill segment should not be ignored.

**Key words:** horizontal velocity; push-off technique; bodyturn technique; afterlight

蹇子后手翻接空翻转体类是当前世界各国大多数优秀运动员采用的一个难度类型动作, 在 90 年代后我国女运动员才相继运用这类动作进入世界大赛中, 现已成为我国多数优秀女运动员学习的动作之一。运用第四类型动作发展高难动作前景很大, 它可以做蹇子小翻接空翻多度数的转体或空翻两周等高难度动作。从有关资料中得知, 目前在国内外已出现了蹇子小翻接后空翻两周的高难动作。说明该类类型动作发展难新动作大有可为。就我国目前而言学习蹇子小翻接空翻转体难度的较多, 由于这个动作常用在自由体操中, 那么移植到跳马器械中有它一定的优势, 从跳马的起评分来看, 这类动作分值较高, 所以被多数运动员采用。但要达到理想的境界, 在跳马上跳出特色、高、飘、稳、高的高标准, 必须具备高素质, 正确熟练的基本技术

才有望发展新的高难动作。为此, 笔者对此类动作通过陕西竞技体校体操运动员完成蹇子小翻直体后空翻转体 540° 动作, 进行运动学特征的分析, 并通过与世界冠军对比分析, 研究助跑上板起跳和推手转体几个主要阶段的最佳技术, 为发展空翻多度数的转体提供必要的参考。

### 1 研究对象与方法

#### 1.1 研究对象

陕西体操队霍莉坤身高 1.45 m, 体重 33 kg, 八运会决赛第 7 名。舒舒诺娃是俄罗斯的一名优秀的体操女运动员, 她曾在 26 届世界锦标赛和奥运会上, 完成了蹇子后手翻直体后空翻转体 360°、540° 的高难动作, 并获得最高分 10 分。

#### 1.2 研究方法

\* 收稿日期: 2001-01-08

作者简介: 董汉英(1943-), 女, 河南洛阳人, 西安体育学院副教授。

采用华航 16 mm 高速摄影机, 定机正侧而拍摄, 频率 100 幅/s, 机内光点计时校正。拍摄距离 19.7 m, 镜头主光轴从侧面垂直对准跳马, 并高出马面 12 cm, 拍摄机高 1.32 m。该动作拍摄范围由最后 2-3 步助跑开机拍摄的, 包括趋步、蹇子上板起跳、后手翻、马上直体后空翻转体 540° 落地结束阶段。采用 TP- 影片解析, 用 5 点 3 次平滑法, 计算机处理数据。

## 2 结果与分析

### 2.1 助跑与趋步特征

该动作助跑阶段, 包括 2 个部分组成。即跑动动作和趋步动作 (即有节奏的跳动作)。2 个动作的共同作用是为了获得一定的水平速度, 助跑阶段的水平速度是运动员跨越器械前不可缺少的动力之一。当跑动动作到一定距离结束时, 趋步就处于开始起跳阶段, 由于趋步在起跳时身体的肌肉被充分拉长, 促使上体快速向前下压, 两腿依次前后落地, 两臂由上至下快速下摆, 这个动作既保持了较大的水平速度又有利于连接下面动作。为此助跑中的最后一步所指实际是指趋步动作。趋步动作作为助跑阶段的最后一步技术很关键, 它体现了整个助跑中所获得的水平速度大小。如果跑动动作很快而趋步技术不好, 跑动与趋步之

间衔接中停顿, 就会影响水平速度的充分发挥。往往在测试中都最后一步趋步, 来决定助跑阶段水平速度大小的指标。对于不同水平的运动员保持和发挥助跑阶段的水平速度大小是不一样的。而霍经历了跳马 7 年多的系统训练, 在完成最后一步趋步时, 经测试重心水平速度达到了 7.13m/s, 是健将级运动员具有的指标。她与世界冠军舒舒诺娃的同类型动作助跑最后一步所获得的重心水平速度 7.23m/s 差距微小, 证明霍的助跑阶段是成功的。

### 2.2 蹇子上板起跳技术特征

蹇子上板中有一个推手和腾空的过程, 从重心运动轨迹看, 虽起伏不明显, 保持着低平的状态向前运动, 由于转体 90 度推手后双脚落板制动对水平速度损失一般来说较大, 为了尽量减少损失要求助跑快, 推手后双脚落板要快。霍的蹇子推手时间 0.16 s, 推手后摆腿速度 15.4m/s, 一般选手推手时间 0.16 - 0.21 s, 水平速度平均 13.5m/s。与舒相比, 舒推手时间 0.16 s, 水平速度 15.9m/s, 由此看来霍在蹇子上板阶段重心水平速度保持较好。

当蹇子转体结束两脚踏跳上板时身体重心位于脚的支点的前面, 此时制动角霍为 67.9°, 舒为 65°, 重心水平速度 5.6m/s, 舒是 5m/s, 我国优秀运动员均在 4.5 - 5.23m/s, 由此证明霍上板技术是最佳的, 这有利于身体的腾空翻转。

表 1 霍的起跳阶段运动学参数比较

姓名	上板瞬间		蹬离板时		起 手		重心 $V_x$ (m/s)	重心 $V_y$ (m/s)	合速度 (m/s)
	膝角 (°)	髌角 (°)	蹬离角 (°)	髌角 (°)	跳时间 (s)	臂速度 (m/s)			
霍	133	110	82	165	0.15	12.8	4.1	3.3	5.26
舒	150	120	80	180	0.15	13.10	4.3	3.8	5.6

由以上数据综述可以肯定霍在上板起跳技术上是领先的, 这与她多年从事体操的训练是分不开的。

### 2.3 第一腾空和推手技术特征

在上板起跳后, 为了快速腾起向后翻转, 上体要快速

后倒, 髌角增大, 身体后屈稍抬头, 同时两臂后甩拉开肩角, 使身体快速飞向马上, 两手积极主动撑马做快速短促的推手。

表 2 霍的第一腾空与推手技术对比参数

姓名	第一腾空阶段				撑马阶段		推手离马阶段				推		腾起角 (°)		
	腾起角 (°)	腾起时间 (s)	重心在马上高度 (cm)	肩速 $V_x$ (m/s)	踝速 $V_x$ (m/s)	撑马角 (°)	肩角 (°)	髌角 (°)	推离角 (°)	髌角 (°)	肩角 (°)	重心 $V_x$ (m/s)		重心 $V_y$ (m/s)	手时 (s)
霍	36.6	0.15	40	7.1 - 2.8	3.7 - 9.1	50	169	245	88	174	150	2.49	2.08	0.15	39.7
舒	37	0.15	34	7.8 - 3.9	4.9 - 10	35	194	221	80	180	170	2.6	2.41	0.15	44

表中霍在第一腾空和撑马阶段的各项指标与世界优秀选手舒舒诺娃相比技术都很好, 尤其表现在第一腾空和撑马阶段, 霍在上板起跳后腾起角为 36.6°, 腾空时间短用了

0.15 s, 这有利于身体向后运动。在肩速与踝速 (下肢) 逆向运动使霍的身体重心很快飞向马上, 其重心距离马面的高度 40 cm, 形成有利的撑马和推手条件。由上可见霍

在推马前撑马角  $50^\circ$ ，比舒有利，因重心高易做迅猛有利的推手动作。

根据撑马时的身体反弓形状态，在推手的同时必须迅速屈髋摆腿使身体由反弓形明显变直，才能达到推手快，将身体抛起得高，产生第二腾空。由上表的推手离马阶段来分析霍的推手技术，根据力学原理推手结束时，如推离角大于  $90^\circ$ ，垂直速度就会减小，水平速度会增大，这样第二腾空效果就会受到一定影响。虽霍的推离角不错（ $88^\circ$ ），但从推手的肩角看， $150^\circ$ （舒  $170^\circ$ ）。霍由于推手时肩带肌群爆发力欠佳，臂力不够在实际练习中观察较有屈臂现象，因而造成霍的肩角难以顶开，对推手时的反作用力很不利，

故造成推手后的垂直速度较小，导致腾空后的腾起角较低， $39.7^\circ$ （舒  $44^\circ$ ），由中说明第二腾空的高低与推手技术有着直接而决定性的相关关系。

#### 2.4 第二腾空转体技术特征

第二腾空的重心轨迹是手推离马时的重心水平速度和重心垂直速度决定的，根据计算霍是  $39.7^\circ$  的腾起角，腾空时间  $0.78\text{ s}$  身体重心在马路上的绝对高度  $0.29\text{ m}$ ，因为上述推手技术不佳造成第二腾空高度偏低。根据动量矩守恒定律，在推手后，脱离支点进入腾空状态后，重心的轨迹就已确定，此时运动员是相对于重心作翻与转运动的。也就是说发展高难动作在这阶段实现的。

表 3 霍的毽子小翻接直体后空翻转体  $540^\circ$  运动参数

腾空时间 (s)	重心与地面高度 (m)	横翻 540 ( $^\circ$ )	角速度 (rad/s)	高度 (m)	时间 (s)	位移 (m)	纵转 540 ( $^\circ$ )	角速度 (rad/s)	高度 (m)	时间 (s)	位移 (m)
0.78	2.08	0 - 180	857	2.08	0.21	2.19	0 - 180	750	2.08	0.11	3.12
		180 - 360	643	1.49	0.14	1.25	180 - 360	1125	1.82	0.08	1.61
		360 - 540	1000	0.83	0.09	0.68	360 - 540	600	1.00	0.15	0.84

由表 (3) 的腾空翻转技术分析，霍在腾空后  $2.08\text{ m}$  的空中和  $0.78\text{ s}$  的时间内完成横翻纵转技术是比较好的，横翻完  $540^\circ$  后，重心离地面的高度  $0.83\text{ m}$ ，纵转时采用了一臂上另一臂胸前屈抱不对称用力的姿势，使得身体四肢靠近人体躯干转体减小了转动惯量，加快了纵轴转体速度，缩短了时间，使  $540^\circ$  转体结束在横翻的前面，弥补了空中转体时间的不足，最后达到了顺利较好的完成了该动作。

### 3 结论

(1) 通过分析霍在跳马助跑阶段发挥了较大的重心水平速度。在上板起跳阶段，由于推手快，起跳快，水平速度损失小。在第一腾空阶段，起跳角选择的适宜，身体向后翻转及时，使整个身体处于马路上的最佳位置，创造了推手与第二腾空的有利条件。

(2) 从分析中看出，霍在马上虽处于推手阶段的最佳位置，但由于霍在推手过程中，因屈臂错误造成肩角小  $150^\circ$ （舒  $170^\circ$ ）难以将身体推向更高处，第二腾空高度较低，使她在完成后空翻转体  $540^\circ$ ，落地时没有明显的伸腿动作。

(3) 在跳马中该类动作的技术较为复杂，它在一般跳马过程的七个阶段中，身体姿势变化是多样的。各个阶段的有机衔接才能构成一个完整的动作。而每一个阶段的技术环节都会影响该动作的完成质量，甚至导致失败。为此为了发展高难动作，达到跳马要求的高、飘、稳、美的高

标准，在实践中需不断改进和提高每个技术环节。

#### 参考文献：

- [1] 郑宏斌. 奥运会女子跳马动作生物力学分析模式 [J]. 国外体育科学, 1999, (2): 32 - 37.
- [2] 周继和. 肖俊峰前手翻连接直体前空翻转体  $900^\circ$  动作技术分析 [J]. 体操信息, 1998, (3): 12 - 16.
- [3] 张林郎. 怎样克服支撑跳跃中的恐惧心理 [J]. 体育科学研究, 1998, (2): 40 - 42.
- [4] 裴德华. 对八运会女子跳马赛后的思考 [J]. 中国体育科技, 1998, (5): 8 - 21.
- [5] 宋佩双. 影响跳马落地稳定性心理因素的研究 [J]. 中国体育科技, 1998, (9): 39 - 40.
- [6] 姚侠文. 女子跳马跳转  $180^\circ$  屈体后空翻动作的运动学分析 [J]. 北京体育大学学报, 1998, 21 (3): 72 - 75.
- [7] 姚侠文. 关于女子跳马毽子后手翻类动作起跳和推手技术的研究 [J]. 北京体育学院学报, 1987, 10 (2): 12 - 18.
- [8] 冯张昌. 对男子跳马毽子上板起跳技术的探讨 [J]. 北京体育师范学院, 1990, (2): 10 - 13.
- [9] 姚侠文. 李敬跳马毽子后手翻直体后空翻转体  $720^\circ$  动作运动学分析 [M]. 北京: 北京体育学院出版社, 1993, 124 - 131.