

“莫氏空翻”的运动学分析

李佐惠

(华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510631)

摘 要:运用运动学原理,从下摆技术、过杠技术、沉肩技术、撩腿鞭打技术、提臀撒手技术等环节,对莫慧兰首创的“莫氏空翻”动作进行比较和分析,不仅描述了各技术环节的运动学参数关系和技术特点,而且也指出了影响该动作进一步发展的主要原因和问题。

关键词:莫氏空翻;运动学;比较分析

中图分类号:G832.519;G804.62 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7116(2001)01-0111-04

The kinematical analysis of the technique of Mo's

1 $\frac{1}{2}$ forward somersault in the air on the uneven bars

LI Zhuo-hui

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

Abstract: With some related kinematical theories, this article analyses the motion of "Mo's somersault in the Air", which was created by Huilan Mo. then, the article presents the technical features, essentials and cruxes of the "Mo's Somersault in the Air", and provides the related kinematical parameter for its "spreading". Besides, the article also proposes some referential suggestions for the further exploration in the technical field of women's Forward somersault in the Air on the Uneven Bars.

Key words: "Mo's Somersault in the Air"; kinematics; comparison and analysis

1 选题意义

我国女子在高低杠的技术动作创新中总结出一条成功的经验:那就是积极大胆地移植男子单杠的高难动作。在移植男子动作的过程中,向前空翻类动作进步很快。我国莫慧兰将男子单杠“前空翻一周半越杠再握”最新的前沿技术率先移植到高低杠上,引起国际体坛的高度重视。为此,国际体联特将这一创新之举命名为“莫氏空翻”。自从美国的盖

洛德开创男子单杠“前空翻一周半越杠再握”技术动作以后,该动作很快在单杠项目中得到普及和发展。例如,在动作形式上,已由“团身越杠”发展成“屈体越杠”,乃至“屈体加转体越杠”;在动作连接上,由越杠再握后接大回环过渡发展成越杠后“再度起飞”。那么,女子项目移植男子的这一动作后,能否继续沿着这一过程向前发展呢?这是尚待研究的问题。从目前研究现状看,除了对男子的这类动作有一些专门的研

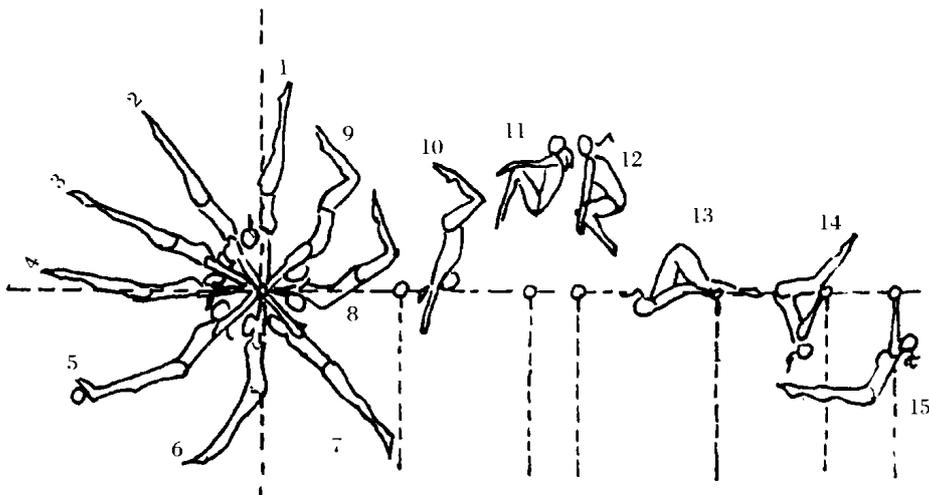


图1 “莫氏空翻”动作图

究论文发表之外,对女子项目移植男子这一最新的前沿技术动作研究还很欠缺。所以分析“莫氏空翻”的技术动作,无疑是具有一定的理论和实践意义的。

2 研究方法

对莫慧兰的“莫氏空翻”动作,采用德国阿莱II型高速摄影机定点拍摄。拍摄时,摄影机置于高低杠正侧面,镜头主光轴垂直于运动平面,并对准高杠轴心。比例尺置于高杠中央并垂直于高杠。拍摄速度采用100格/秒,拍摄距离11米。对影片进行了数字化处理,人体测量点的取法用德国“菲舍尔”人体模型。所得数据用滤波法进行处理,取截断频率 $c=5$ 。对“莫氏空翻”动作试拍了3次,从运动学角度进行比较与分析。

3 结果分析

莫慧兰的“莫氏空翻”是用向前大回环接前空翻一周半越过高杠后再握杠(见图1)。纵观动作的全过程,练习者髋关节角度变化最大,为了便于分析,就依据莫氏髋关节角度变化情况,试从以下六个技术环节进行分析:

3.1 下摆技术环节的比较与分析(见图1-4)

从倒立姿势开始下摆至杠水平部位身体稍屈髋姿势为止,为该技术环节。该环节的主要任务是以合理的下摆技术,尽可能的充分利用身体重力矩的作用,为提高人体绕杠轴的转动动能储备能量。因此,从技术上讲应充分顶肩,伸直身体,脚尖走向要远离握点,使身体重心远离杠轴。(见表1)

表1 下摆技术环节参数值比较

参数 动作	时间 (s)	位置角 (°)	重心高度 (m)	肩角 (°)	髋角 (°)
A	0.24	61.48	0.82	168	180
B	0.26	62.52	0.82	167	180
C	0.18	69.53	0.85	167	180
\bar{X}	0.23	64.51	0.83	167.33	180

从表1看,如果以髋角都充分伸直作为完成“顶伸”技术的话,那么莫C动作最早(0.18s),其次是A(0.24s),再次是B(0.26s)。可见“顶伸”技术有早晚之分。“顶伸”早,它的位置角大,身体重心也高,应该说是好的技术表现。但实际情况是,像“莫氏空翻”这样的高难动作是不可能从静止手倒立姿势开始完成的,而一定是由前一个大回环动作连接完成。因此分析“顶伸”技术时,一定要联系前一个动作来考虑。(见表2)

表2 下摆至杠水平时参数值比较

动作	重心速度(m/s)	重心角速度(m/s)
A	3.81	205.96
B	3.86	208.45
C	3.63	196.36
\bar{X}	3.77	203.59

由表2可见,“顶伸”最早的C重心速度值和重心角速度

值反而最小。分析原因是,由于C过早地完成“顶伸”,突然相对增大的转动半径必然相对减小前一个大回环动作的速度,从而也就必然影响它下摆时的重心速度和重心角速度的值。因此,晚“顶伸”比早“顶伸”更有利于发挥动作的速度。

3.2 过杠技术环节的比较与分析(见图4-6)

从髋关节稍屈髋开始到最大的屈髋为止,为过杠技术环节。该环节的主要任务是:在保持较大动量矩的前提下,以合理的屈髋技术来缩短握点至脚尖的连接距离,使身体顺利摆过低杠,为后面的沉肩技术作好准备。(见表3)

表3 过杠技术环节参数值比较

动作	时间 (s)	位置角 (°)	肩角 (°)	髋角 (°)	重心角速度 (°/s)
A	开始	59.62	167.17	180.34	93.63
	结束	76.71	182.45	130.15	285.57
	差值		15.28	-50.19	191.94
B	开始	60.39	166.05	180.17	109.74
	结束	78.40	179.00	136.83	306.16
	差值		12.95	-43.34	196.42
C	开始	67.69	168.00	178.66	94.70
	结束	79.72	177.00	135.84	312.32
	差值		9.00	-42.82	217.62
\bar{X}	开始	62.57	167.07	179.72	99.36
	结束	78.28	179.48	134.27	301.35
	差值		12.41	-45.45	201.99

差值:结束部位减去开始部位的值,差值前正号,表示增加;负号则表示减少。

从表3肩角和髋角参数值看,肩角都呈增大状态,髋角都呈现减小状态。这表明练习者是在不断顶肩的过程中屈髋过低杠的。而男子在这一环节中肩角和髋角都呈增大状态,出现反背弓姿势。可见,充分地顶肩是男女技术的共同要求,而屈髋则是女子的独特技术。那么屈髋便是要研究的问题。这里可以从莫氏的三次动作的比较中得到启发。由表3髋角和身体重心角速度参数的变化值可知:A髋角差值最大(-50.19°),重心角速度差值却最小(191.94(°)/s);C髋角差值最小(-42.82°),重心角速度差值却最大(217.62(°)/s)。由此我们认为屈髋幅度尽量小为好。

3.3 沉肩技术环节比较与分析(见图6-7)

从身体最大屈髋开始到身体基本伸直为止,为沉肩技术环节。该环节的主要任务是:通过合理的沉肩技术,增大人体对杠轴的径向作用力,并推迟擦腿鞭打的时机,为擦腿鞭打时获得较大的转动动能创造良好的技术条件(见表4)。

从表4肩角参数变化值看,三次动作的差值均为负值。这表明在沉肩的过程中肩角呈减小态势。莫氏肩角的这种变化对沉肩动作是不利的,它影响了身体的充分下沉,降低了沉肩的效果。但从髋角参数变化值看,都明显增大。这表明伸髋幅度大,对沉肩动作有利。从几项速度参数变化值看,踝关节速度明显比髋关节和身体重心速度都快。这说明沉肩时放脚远伸后摆的动作是积极有力的。

表4 沉肩技术环节参数值比较

参数 时间	时间(s)	肩角(°)	髌角(°)	位置角(°)	重心角速度 (°)/s	踝速度 (m/s)	髌速度 (m/s)	重心速度 (m/s)
A	开始	182.45	130.15	76.71	285.57	8.36	5.39	4.74
	结束	166.33	180.65	130.56	280.01	11.53	4.01	4.23
	差值	-16.12	+50.50	+53.85	-5.56	+3.17	-1.38	-0.51
B	开始	179.00	136.83	78.40	306.16	9.13	5.84	5.07
	结束	168.48	182.16	127.39	290.28	12.17	4.13	4.38
	差值	-10.52	+45.33	+48.99	-15.88	+3.04	-1.71	-0.69
C	开始	177.00	135.84	79.72	312.32	9.16	5.74	5.13
	结束	164.62	181.86	128.31	283.81	12.17	4.06	4.25
	差值	-12.38	+46.02	+48.59	-28.51	+3.01	-1.68	-0.88
X̄	开始	179.48	134.27	78.28	301.35	8.88	5.66	4.96
	结束	166.48	181.56	128.75	284.70	11.96	4.07	4.29
	差值	-13.00	+47.29	+50.47	-16.65	+3.08	-1.59	-0.69

3.4 撩腿鞭打技术环节的比较与分析(见图7-8)

鞭打技术尽可能地减小重力阻碍作用,并充分利用杠子的弹性,使身体以最快速度上摆到必要的高度(见表5)。

从杠下垂线身体伸直时开始至身体上摆髌角最大时为止,为撩腿鞭打技术环节。该环节的主要任务是:通过撩腿

表5 撩腿鞭打技术环节参数值比较

动作	时间(s)	位置角(°)	重心角速度 (°)/s	肩角(°)	髌角(°)
A	开始	130.56	280.01	166.33	180.65
	结束	161.13	262.91	184.10	204.35
	差值	30.57	-17.10	17.77	23.70
B	开始	127.39	290.28	168.48	182.16
	结束	161.00	279.23	182.97	210.10
	差值	33.61	-11.05	14.49	27.94
C	开始	128.31	283.81	164.62	181.86
	结束	161.20	283.52	187.69	211.24
	差值	32.89	-0.29	23.07	29.38
X̄	开始	128.75	284.70	166.48	181.56
	结束	161.11	275.22	184.92	208.56
	差值	32.36	-9.48	18.44	27.00

表6 提臀撒手技术环节参数值比较

动作	时间(s)	撒手角(°)	腾起角(°)	腾起初速(m/s)	腾起垂直速度(m/s)	腾起水平速度(m/s)	踝速度(m/s)	躯干角速度(°)/s	髌角(°)	肩角(°)	膝角(°)	肩速度(m/s)	踝速度变化值(m/s)	肩速度变化值(m/s)
A	0.17	29	62	3.04	2.70	1.40	4.06	409	163	200	72	2.02	-5.04	0.39
B	0.14	22	68	3.20	2.83	1.40	4.08	442	168	203	74	2.04	-5.06	0.16
C	0.15	24	63	3.15	2.78	1.56	4.09	412.5	165	207	74	2.23	-4.84	0.57
X̄	0.15	25	64	3.10	2.77	1.45	4.08	421.17	165.33	203.33	73.33	2.10	-4.98	0.37

由表5位置角看,莫氏撩腿鞭打的位置角在127~130°之间,其平均位置角度值是128.75°,即约在杠下垂面后38.75°的位置上开始撩腿鞭打。这一结果和莫氏教练刘桂成先生的成功经验相一致。他认为,“莫氏空翻”和男子单杠“前越杠”动作相比,其不同之处在于:高低杠鞭打技术比单杠鞭打时间要晚,而且下沉的时间要持续到过垂线后30°左右再向接近倒立部位方向做鞭打动作。可见,撩腿鞭打晚是“莫氏空翻”的关键技术。

撩腿鞭打是从远端发力先行,因此脚的速度也是很重要。莫氏脚的最快鞭打速度是12 m/s,而男子则可达16 m/s。

3.5 提臀撒手技术环节的比较与分析(见图8-10)

从撩腿鞭打使身体出现最大反弓形开始至撒手时为止,为该技术环节。该环节的主要任务是:掌握好撒手时机,创造最佳的腾起角和腾起速度,为成功的翻转一周半越杠和再握创造良好的技术条件。(见表6)

从表6时间参数值看,B和C撒手早,它们的撒手角小,腾起角和腾起速度也相对大。可见创造最佳的腾起角和腾起速度,应提早撒手时机。从这几项参数值关系还可看出,莫氏撒手动作是自然的。从理论上讲,自然撒手时重心速度方向为绕杠轴圆周运动的切线方向,腾起角与撒手角互为余角关系。以莫氏三次动作的实际参数值看,撒手角与腾起角之和分别为:A是 91° ,B是 90° ,C是 87° ,都近似 90° 的互为余角关系。莫氏撒手技术和已有报道的男子技术相同,都是自然撒手,即在撒手过程中没有诸如拉杠或压杠等动作。但莫氏伴有明显的提臀动作。提臀可以弥补撩腿鞭打之不足,使撒手重心位置较高,有利于扩大从离杠到重新抓杠的运动

空间。同时由于提臀可以减少下肢速度,提高上肢与躯干回环速度,有利于撒手后的团身形成。但是,提臀过多会影响动量矩的损失,不利于翻转。所以,提臀只不过是撒手前的调整过程。决定其动作质量的关键是撩腿鞭打技术。

3.6 腾空再握技术环节的比较与分析(见图10-15)

从撒手离杠瞬间至身体空翻一周半越杠后再握杠为止,为该技术环节。该环节的主要任务是:合理地缩小翻转半径,完成空翻一周半再握杠后,尽可能获得较高的重心位置和较长的握杠半径,为连接下面的动作创造有利条件。(见表7)

表7 腾空再握技术环节参数值比较

		莫慧兰			李敬			差值
		1	2	平均数	1	2	平均数	
身体总重心达腾空最高点时杠轴的距离	水平距离(m)	-0.166	0.127	-0.147	-0.169	-0.089	-0.129	+0.02
	垂直距离(m)	0.84	0.83	0.835	1.175	1.261	1.218	-0.38
身体总重心达腾空最高点	时翻转度数($^\circ$)	261.26	261.26	261.26	285	295	290	-28.74
再握杠瞬间看角($^\circ$)		42	44	43	80	120	100	-57
再握杠瞬间髋角($^\circ$)		66	64	65	97	93	95	-30
再握杠瞬间肩与杠轴之间的距离	水平距离(m)	0.43	0.49	0.46	0.307	0.477	0.392	+0.07
	垂直距离(m)	0.30	0.32	0.31	-0.019	0.216	0.099	+0.21
再握杠瞬间髋与杠轴之间和距离	水平距离(m)	0.07	0.14	0.11	0.549	0.712	0.631	-0.52
	垂直距离(M)	0.52	0.50	0.51	0.397	0.67	0.534	-0.02
再握杠瞬间身体总重心与杠轴的距离	水平距离(m)	0.18	0.25	0.22	0.399	0.486	0.443	-0.22
	垂直距离(m)	0.34	0.32	0.33	0.292	0.515	0.404	-0.07

由表7看,莫氏腾空最大高是0.84 m,李敬是1.26 m。由于李敬的腾空高,所以再握杠时肩角和髋角的角度也远比莫氏大。从两者的髋部、身体重心、肩部相对杠轴的水平距离参数值看,李敬的不仅大,而且其比值关系是:髋值(0.63) > 身体重心值(0.44) > 肩值(0.39);而莫氏正相反:髋值(0.11) < 身体重心值(0.22) < 肩值(0.46)。李敬的这种比值关系说明再握杠时身体重心位置高,有较长的握杠半径,容易连接下面的动作。而莫氏则困难,不利于接下面的动作。这是影响该动作继续发展的关键问题。

4 结论

4.1 莫氏的空翻动作技术稳定,但是腾空高度不足,不容易连接后面的动作,这是影响该动作进一步发展的关键问题。从技术上找原因,莫氏的沉肩动作不够充分,撩腿鞭打动作不够快速有力。

4.2 从技术分析看,“莫氏空翻”的技术特色是“三晚--早”。即:晚顶伸,晚沉肩,晚鞭打,早撒手。莫氏的最小撒手角是

22° ,最大腾起角是 68° ,最大腾起初速度是 3.20 m/s 。最大腾空高度是0.84 m。

4.3 低杠的限制、握法以及木质杠轴的弹力问题,是导致该动作腾空高度不足的客观原因。

致谢:本文首先感谢莫慧兰及其教练刘桂成先生的大力支持。本文还要感谢北京体育大学郑吾真教授、陆保钟教授、姚侠文教授、李克健教授的热情指导。本文还应感谢我的同窗好友彭庆文同志。

参考文献:

- [1] 欧文勤. 体操论文集[C]. 人民体育出版社,1993.
- [2] 刘志成. 竞技体操力学原理[M]. 人民体育出版社,1987.
- [3] 刘桂成. 对莫慧兰高低杠前空翻一周半越杠训练体会[J]. 体操信息,1993,(9).

[编辑:周 威]