

# 河北省三代女子铁饼奥运选手 投掷技术的运动学分析

秦剑杰<sup>1</sup>, 史东林<sup>1</sup>, 范秦海<sup>2</sup>, 宋爱民<sup>3</sup>

- (1. 河北体育学院 学校体育系, 石家庄 050041;  
2. 河北师范大学 体育学院, 石家庄 050024;  
3. 河北省田径运动管理中心, 石家庄 050031)

**摘要:** 运用文献资料法、访谈法、三维摄像法和录像解析法, 对河北省三代女子铁饼奥运选手肖艳玲、宋爱民、苏欣悦和陈扬的投掷技术进行对比研究。结果表明, 4名运动员在动作节奏方面存在差异, 肖艳玲旋转速度较慢但幅度大, 其他3人旋转速度较快, 但旋转过程中身体和投掷臂相对放松; 宋爱民腾空阶段用时最短且保持了加速趋势, 其他3人在腾空阶段的旋转速度都出现了明显下降; 4名运动员在转换阶段对身体和投掷臂都进行了很好的控制; 在铁饼出手瞬间, 肖艳玲、宋爱民和苏欣悦的左侧支撑十分稳固, 且右腕的转动与右腿的蹬伸都非常充分, 而陈扬的左侧支撑和右侧蹬转都存在不足。

**关键词:** 河北省; 女子铁饼; 奥运选手; 投掷技术

**中图分类号:** G824.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1008-3596 (2021) 03-0063-07

从20世纪90年代开始, 女子铁饼就一直是河北省的优势项目, 多年来一直在国内乃至国际上保持着较强的竞争力, 先后培养出了肖艳玲、宋爱民、苏欣悦、陈扬共4位奥运选手。其中, 肖艳玲曾在1992年和1996年两次参加奥运会; 宋爱民在2008年北京奥运会中夺得了女子铁饼项目的铜牌; 苏欣悦、陈扬在2016年里约奥运会上分别获第5名和第7名, 并且二人均已获得了第32届东京奥运会的参赛资格。本研究对以上4名运动员的完整投掷技术进行运动学分析, 通过总结她们在投掷技术中展现出的个性与共性特点, 预测项目的发展趋势, 为我省、我国女子

铁饼项目的技术训练及后备人才培养工作提供参  
考依据。

## 1 研究对象与研究方法

### 1.1 研究对象

此次研究以肖艳玲在1998年6月的全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛, 宋爱民在2004年5月的全国田径锦标赛暨奥运选拔赛, 以及苏欣悦、陈扬在2019年8月的全国田径大奖赛暨大奖赛总决赛中的完整投掷技术作为研究对象(表1)。

**收稿日期:** 2020-11-08

**基金项目:** 河北省社科基金项目“河北竞技体育后备人才培养研究”(HB19TY014)

**作者简介:** 秦剑杰(1979—), 男, 山西长治人, 副教授, 硕士, 研究方向为田径教学与训练。

**文本信息:** 秦剑杰, 史东林, 范秦海, 等. 河北省三代女子铁饼奥运选手投掷技术的运动学分析[J]. 河北体育学院学报, 2021, 35(3): 63-69.

表1 研究对象概况

姓名	时间	地点	赛事名称	成绩/m
肖艳玲	1998年6月	北京	全国田径冠军赛暨大奖赛总决赛	60.35
宋爱民	2004年5月	河北石家庄	全国田径锦标赛暨奥运选拔赛	63.54
苏欣悦	2019年8月	黑龙江大庆	全国田径大奖赛暨大奖赛总决赛	62.00
陈扬	2019年8月	黑龙江大庆	全国田径大奖赛暨大奖赛总决赛	64.02

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 三维摄像法

2019年8月,苏欣悦和陈扬参加了在黑龙江大庆举办的全国田径大奖赛暨大奖赛总决赛。在此次比赛中,将2台JVC系列GC-P100摄像机分别放置于铁饼投掷圈的正后方和右后方,对2名运动员的完整投掷技术进行定点拍摄。摄像机机身高度同为1.2m,距离投掷圈圆心均为15m,2台摄像机的拍摄主光轴交叉角度为90°,从运动员进入投掷圈开始以50帧/s的频率进行拍摄。比赛结束后,将辐射式三维框架放置投掷圈内进行拍摄,进行坐标标定。此外,由于肖艳玲与宋爱民已退役多年,无法再对二人的完整投掷技术进行影像采集。课题组最终搜集到肖艳玲在1998年6月全国田径冠军赛和宋爱民在2004年5月全国田径锦标赛暨奥运选拔赛中的完整投掷技术录像,作为研究素材。

### 1.2.2 录像解析法

采用北京爱捷三维运动摄像解析系统和标准的扎齐奥尔斯基人体模型,对肖艳玲与宋爱民的录像进行解析;使用德国SIMI公司的Motion3D运动图像分析系统和松井秀治人体模型,对苏欣悦、陈扬在比赛中成绩最好的一次完整投掷技术(表1)进行三维解析。对解析所得原始数据均使用低通数字滤波法进行平滑处理。

### 1.2.3 专家访谈法

对北京奥运会女子铁饼项目铜牌获得者,目前在河北省田径队担任教练的宋爱民进行访谈,听取她对现代女子铁饼技术的观点,以及对河北

省女子铁饼项目后备人才培养的建议。

## 2 研究结果与分析

根据铁饼项目的技术特点,在此次研究中将铁饼旋转技术分为了5个阶段,即双支撑起转阶段(简称双支撑阶段)、单支撑旋转阶段(简称单支撑阶段)、腾空阶段、转换阶段、最后用力阶段。其中,双支撑阶段由运动员预摆结束起,至右脚离地止;单支撑阶段由右脚离地起,至左脚离地止;腾空阶段由左脚离地起,至右脚着地止;转换阶段由右脚着地起,至左脚着地止;最后用力阶段由左脚着地起,至铁饼出手止。

### 2.1 完整动作技术分析

动作节奏是指完成动作过程中的时间特征,包括动作的时间间隔、速度快慢等<sup>[1]</sup>。在铁饼技术中,运动员需要持握器械在投掷圈内进行快速旋转,并在最后用力阶段通过身体左侧的积极制动,带动身体右侧完成加速转动和向前发力动作。在这个过程中,运动员所表现出的各技术部分之间的衔接与动作节奏,对于铁饼完整技术的质量有着非常重要的影响。由于投掷项目的成绩取决于运动员的出手速度、出手角度和出手高度,且以出手速度最为关键,因此铁饼运动员在旋转和最后用力阶段所表现出的速度能力,成为了现代铁饼项目技术的关键。这就要求运动员在保证动作质量和幅度的前提下,将各技术阶段衔接得更加紧凑,缩短完整技术所需的时间,从而获得更快的出手速度。

表2 4名运动员各技术阶段的时间参数

姓名	双支撑/s	单支撑/s	腾空/s	转换/s	最后用力/s	合计/s	成绩/m
肖艳玲	0.60	0.49	0.16	0.18	0.20	1.63	60.35
宋爱民	0.56	0.46	0.12	0.16	0.14	1.44	63.54
苏欣悦	0.50	0.41	0.17	0.15	0.18	1.41	62.00
陈扬	0.52	0.40	0.14	0.17	0.16	1.39	64.02
$\bar{X} \pm SD$	0.55±0.04	0.44±0.04	0.15±0.02	0.17±0.01	0.17±0.03	1.47±0.11	62.48±1.66

表2是4名运动员各技术阶段的用时参数。由数据可以看出,肖艳玲在4名运动员中完整技术用时最长,为1.63 s,其在双支撑、单支撑和最后用力阶段的用时,都明显高于另外3名运动员。宋爱民的完整技术用时为1.44 s,但她的腾空阶段(0.12 s)和最后用力阶段(0.14 s)在4名运动员中用时最短,说明该运动员在完整技术中有着明显的加速趋势,并且在最后用力阶段具备了非常好的速度保持能力。此外,数据显示苏欣悦和陈扬的完整技术用时分别为1.41 s和1.39 s,虽然她们在腾空和最后用力阶段的用时和宋爱民存有差距,但在2人双支撑和单支撑阶段的用时却明显少于宋爱民,其中苏欣悦的用时为0.50 s和0.41 s,陈扬为0.52 s和0.40 s。综上可以看出,4名运动员的完整技术存在着明显的不同。首先,与肖艳玲相比,宋爱民与苏欣悦、陈扬3名运动员在完整技术中都体现了更快的旋转速度,这与现代女子铁饼技术的特点一致。其次,与苏欣悦和陈扬相比,宋爱民是在单支撑阶段结束后才显现出明显的加速趋势,而苏欣悦和陈扬是在双支撑阶段就开始积极加速,二人开始加速的阶段更早且加速过程更加平稳。

## 2.2 双支撑阶段的技术分析

双支撑阶段是铁饼技术的起始阶段,运动员在此阶段需要获得用于旋转的速度和肌肉的弹性势能,并在身体姿态方面为随后的技术衔接与超越器械进行准备。以右手持饼为例,运动员在预摆的最大瞬间,身体应处于右转扭紧的状态,右臂在躯干的带动下充分向后拉伸。此时,运动员两肩关节点之间的连线与两髋关节点之间的连线,在水平面的投影点所形成的角度,被称为肩髋角;铁饼质心到运动员右肩关节点的连线,与运动员两肩关节点之间的连线在运动员身后所形成的角度,被称为拉引角。在铁饼项目中,常使用肩髋角和拉引角对运动员的身体姿态和技术进行评价,因此也被作为此次研究的重要指标。由表3可以看出,肖艳玲在预摆最大瞬间的肩髋角为89.4°、拉引角为102.3°,这说明在预摆结束后,肖艳玲身体的扭转幅度很大,并且投掷臂的拉伸也非常充分。宋爱民、苏欣悦、陈扬在预摆最大瞬间的肩髋角和拉引角分别为76.9°和117.8°、78.2°和120.7°、77.3°和115.4°,与肖艳玲相比,3名运动员此时的身体扭转幅度略小,且投掷臂向后的拉伸比较放松。

表3 4名运动员双支撑阶段参数

姓名	预摆最大瞬间		右脚离地瞬间				
	肩髋角/(°)	拉引角/(°)	肩髋角/(°)	拉引角/(°)	铁饼速度/(m/s)	铁饼行程/m	铁饼平均速度/(m/s)
肖艳玲	89.4	102.3	63.6	119.2	4.16	2.34	3.53
宋爱民	76.9	117.8	57.8	127.5	5.34	2.17	3.51
苏欣悦	78.2	120.7	44.2	127.3	5.80	2.05	3.79
陈扬	77.3	115.4	59.3	125.2	5.65	2.10	3.68
$\bar{x} \pm SD$	80.5±6.0	114.1±8.1	56.2±8.4	124.3±3.9	5.2±0.7	2.2±0.1	3.6±0.1

在预摆至最大瞬间后,运动员要依靠右脚蹬地发力,以左脚为旋转轴向投掷方向转动,同时还要保持投掷臂向后充分的伸展。由数据可以看出,肖艳玲在右脚离地瞬间的肩髋角在4名运动员中最大,为63.6°;同时拉引角为119.2°,为4名运动员中最小。这说明与其他3名运动员相比,肖艳玲的身体在右脚离地瞬间依旧保持着积极的扭紧状态,投掷臂向后的拉伸也最为充分。自预摆最大瞬间至右脚离地瞬间,4名运动员中铁饼行程最远的是肖艳玲,为2.34 m,这应该与肖艳玲在此阶段身体积极扭转,投掷臂充分向后拉伸有关。但在右脚离

地瞬间,肖艳玲的铁饼速度仅为4.16 m/s,低于其他3人,这说明肖艳玲虽然在此阶段具备了较长的加速距离,但将距离转换为速度的效果并不理想。而苏欣悦和陈扬的身体和投掷臂虽然较为放松,但在此阶段已经表现出了明显的加速趋势。

## 2.3 单支撑阶段的技术分析

在双支撑阶段结束后,运动员进入到单支撑阶段。在此阶段,运动员以身体左侧的肩、膝形成旋转轴向投掷方向转动,同时右侧以大腿带动小腿围绕左侧的旋转轴进行摆动。当运动员身体的重心通过左侧旋转轴时,左腿要迅速进行蹬

伸,配合右腿向投掷方向跨出,使运动员的身体重心向投掷方向移动。在铁饼项目中,单支撑阶段是旋转技术的开始阶段,也是关键环节。运动员在此阶段所表现出的身体姿态和旋转速度,都会对随后的技术环节产生重要的影响。由表4可

以看出,在单支撑阶段中的左脚离地瞬间,苏欣悦的铁饼速度最快,为10.70 m/s,其次是陈扬的10.43 m/s。由此可见,苏欣悦和陈扬在单支撑阶段发挥了很好的速度能力,且双支撑阶段和单支撑阶段之间的衔接较为连贯。

表4 4名运动员单支撑阶段参数

姓名	左脚离地瞬间		铁饼速度/(m/s)	铁饼行程/m	铁饼平均速度/(m/s)
	肩髋角/(°)	拉引角/(°)			
肖艳玲	57.8	123.6	8.91	3.41	4.64
宋爱民	52.9	132.3	10.32	3.16	5.22
苏欣悦	49.3	134.1	10.70	3.20	6.04
陈扬	54.4	142.5	10.43	3.35	5.69
$\bar{X} \pm SD$	53.6±3.5	133.1±7.8	10.1±0.8	3.3±0.1	5.4±0.6

此外,4名运动员中肖艳玲在左脚离地瞬间的铁饼速度最慢,为8.91 m/s。但由表4中肩髋角、拉引角2项数据可以看出,肖艳玲在左脚离地瞬间的肩髋角(57.8°)最大,而拉引角(123.6°)最小。这说明与其他3人相比,肖艳玲在单支撑阶段身体的扭转更为积极,投掷臂向后的拉伸也更为充分,但这也应该是导致肖艳玲在左脚离地瞬间铁饼速度较慢的重要因素。相比之下,其他3人在单支撑阶段的身体和投掷臂都较放松。其中,陈扬在左脚离地瞬间的拉引角为142.5°,与其在双支撑阶段右脚离地瞬间的125.2°拉引角相比,增加了17.3°。这说明陈扬在单支撑阶段,投掷臂向前出现了比较明显的平移,这对于在随后技术环节中形成积极的超越器械是非常不利的。

#### 2.4 腾空阶段的技术分析

在左脚离开地面后,运动员开始进入腾空阶段。在此阶段,运动员的左腿要迅速向右腿靠拢,以增加下肢的转动速度,同时也为右脚落地

后的积极转动和左脚的快速着地进行准备。在铁饼技术中,腾空是单支撑和转换阶段之间的重要环节,不仅对运动员在转换阶段的身体姿态有着重要影响,而且与运动员在转换阶段保持和发挥速度的能力密切相关。因此,运动员在腾空阶段要继续保持身体的扭紧状态,并且对投掷臂进行有效的控制,防止上体出现过早的转动。由表5可以看出,在右脚着地瞬间,4名运动员的肩髋角与单支撑阶段相比都出现了不同程度的减小,其中肖艳玲的肩髋角最大,为47.5°,另外3名运动员分别为43.3°、40.2°和42.7°,说明肖艳玲在腾空阶段保持了更好的扭紧状态。另外,与单支撑阶段相比,4名运动员腾空阶段的拉引角均略有增大,其中陈扬的拉引角最大,为153°,与单支撑阶段相比增长了10.5°,说明她在腾空过程中投掷臂出现了过早前移。相比之下,肖艳玲在腾空阶段的拉引角最小,为125.2°,相比单支撑阶段仅增长了1.6°,说明她在腾空阶段对身体和投掷臂都有着较强的控制能力。

表5 4名运动员腾空阶段参数

姓名	右脚着地瞬间		铁饼速度/(m/s)	铁饼行程/m	铁饼平均速度/(m/s)
	肩髋角/(°)	拉引角/(°)			
肖艳玲	47.5	125.2	8.68	0.96	5.17
宋爱民	43.3	135.4	10.66	0.87	6.23
苏欣悦	40.2	140.6	9.63	0.78	5.67
陈扬	42.7	153.0	9.98	0.88	6.08
$\bar{X} \pm SD$	43.4±3.0	138.6±11.6	9.7±0.8	0.9±0.1	5.8±0.5

此外,运动员在腾空阶段的用时长短,也是评价运动员该阶段技术动作的重要指标,较短的腾空时间不仅可以减少运动员的重心起伏,更好保持旋转速度,而且还有利于运动员在右脚着地之后的快速旋转,为随后的转换阶段做准备。研究表明,世界优秀铁饼运动员在腾空阶段的用时均在0.1 s左右。表2显示,肖艳玲、宋爱民、苏欣悦、陈扬的腾空时间分别为0.16 s、0.12 s、0.17 s和0.14 s。可见,宋爱民的腾空用时与世界优秀运动员非常接近。另外,由表5可以看出,宋爱民在右脚着地瞬间的铁饼速度最快,为10.66 m/s,与单支撑阶段的10.32 m/s相比,增长了0.34 m/s。而另外3名运动员右脚着地瞬间的铁饼速度则较单支撑阶段都有所下降。说明在腾空阶段用时短,并且能够更好地保持和发挥速度能力,是宋爱民投掷技术的一大特点。

## 2.5 转换阶段的技术分析

在完成腾空动作之后,运动员就进入到转换

阶段。转换阶段在铁饼技术中也被称为过渡阶段,是指在腾空阶段的右脚着地后,到运动员左脚着地的这一过程。在右脚着地之后,运动员的左脚要沿右膝向投掷方向斜插,形成稳固的左侧支撑。此时,运动员的上体要努力减少转动,投掷臂充分向身后伸展,这样既为运动员提供了集聚扭转力矩的时间与空间,也为最后用力阶段的超越器械进行了身体准备。表6显示,肖艳玲在左脚着地瞬间肩髋角为40.2°,拉引角为135.2°,2项数据均优于其他3名运动员。由此可以看出,肖艳玲在转换阶段一直保持了非常积极的扭转状态,并且投掷臂向后的拉伸也比较充分。另外,宋爱民、苏欣悦和陈扬3名运动员在转换阶段的肩髋角略小,分别为39.8°、38.5°和38.7°,拉引角分别为142.4°、143.4°和156.0°,与腾空阶段的拉引角相比分别增长了7°、2.8°和3°。这说明与之前几个阶段相比,3名运动员在转换阶段对身体和投掷臂的控制较好。

表6 4名运动员转换阶段参数

姓名	左脚着地瞬间				铁饼速度/ (m/s)	铁饼行 程/m	铁饼平均 速度/(m/s)	重心速 度/(m/s)
	肩髋角/(°)	拉引角/(°)	左膝角/(°)	左踝角/(°)				
肖艳玲	40.2	135.2	157.5	116.8	11.90	1.40	8.45	2.30
宋爱民	39.8	142.4	158.6	118.6	13.72	1.29	11.13	2.51
苏欣悦	38.5	143.4	160.7	120.3	13.04	1.30	9.32	2.41
陈扬	38.7	156.0	159.4	117.4	13.65	1.23	8.99	2.39
$\bar{X} \pm SD$	39.3±0.8	144.3±8.6	159.1±1.3	118.3±1.5	13.0±0.8	1.3±0.1	9.5±1.2	2.4±0.1

在投掷项目中,运动员在最后用力阶段的左侧的支撑,对运动成绩有着至关重要的影响。铁饼项目的转换阶段是由旋转到最后用力的过渡阶段,运动员在转换阶段的左侧支撑,直接影响着最后用力阶段的技术质量。在技术分析中,常使用左侧的膝关节和踝关节角度对运动员的左侧支撑进行评价。由表6可以看出,4名运动员在转换阶段都形成了较好的左侧支撑,并且左脚的着地非常积极。这不仅有利于形成超越器械的身体姿态,而且对转换阶段与最后用力阶段的快速衔接也是非常重要的。另外,在左脚着地瞬间,4名运动员的铁饼速度与腾空阶段相比都出现了明显的增长,说明4名运动员在转换阶段的加速趋势非常明显。其中,宋爱民的铁饼速度最快,为13.72 m/s,即在腾空阶段出现了0.34 m/s的速度增长之后,又增加了3.06 m/s,说明她从腾空到

转换阶段一直保持着非常好的加速状态。

## 2.6 最后用力阶段的技术分析

从左脚着地开始,运动员就进入到最后用力阶段,即真正用力的开始。在此阶段中,运动员的身体左侧要进行积极有效的支撑,并通过胸部带动右肩、右臂向投掷方向进行加速挥摆,奋力将铁饼投出。由于铁饼运动员在最后用力阶段的技术运用,对器械出手速度、出手角度和出手高度都有着非常重要的影响,因此最后用力一直被认为是铁饼技术中最重要的技术环节。相关资料显示,近年来世界优秀女子铁饼运动员在最后用力阶段的用时,普遍都在0.1—0.2 s之间,而表2显示,宋爱民在最后用力阶段用时最短,为0.14 s,肖艳玲用时最长,为0.20 s,4名运动员在最后用力阶段的平均用时为0.17±0.03 s。由此可见,4名运动员在最后用力阶段的用时,已经符合世界优秀标准。

表7 4名运动员最后用力阶段参数

姓名	铁饼行程/m	出手速度/(m/s)			出手角度/(°)	出手高度/m	重心速度/(m/s)
		垂直速度	水平速度	合速度			
肖艳玲	3.12	16.18	11.86	21.24	38.2	1.65	2.16
宋爱民	2.67	18.01	11.60	23.79	35.7	1.63	2.44
苏欣悦	2.92	18.73	10.22	22.67	37.5	1.60	2.23
陈扬	2.87	19.10	12.32	23.45	36.8	1.59	2.22
$\bar{X} \pm SD$	2.9±0.2	18.0±1.3	11.5±0.9	22.8±1.1	37.1±1.1	1.60±0.0	2.3±0.1

在投掷项目中,器械的出手速度是决定投掷成绩的最关键因素。从表7可以看出,宋爱民在最后用力阶段的出手速度最快,为23.79 m/s,这应该与其在腾空和转换阶段中一直保持着积极的加速状态有着密切关系。另外,肖艳玲的出手速度最慢,为21.24 m/s,说明与肖艳玲相比,

宋爱民、陈扬和苏欣悦在最后用力阶段都更好地发挥出了速度能力。在出手角度方面,4名运动员的出手角度平均值为 $37.1 \pm 1.1^\circ$ ,其中肖艳玲的出手角度最大,为 $38.2^\circ$ ,宋爱民的最小,为 $35.7^\circ$ ,4名运动员的出手角度均在铁饼项目最佳出手角度范围( $35-40^\circ$ )之内。

表8 4名运动员出手瞬间髋、膝、踝角度参数

(°)

姓名	左髋	左膝	左踝	右髋	右膝	右踝
肖艳玲	178.6	179.4	110.4	179.8	121.1	100.6
宋爱民	179.2	178.0	107.2	178.8	117.7	95.4
苏欣悦	178.3	178.6	90.9	177.4	115.6	91.3
陈扬	173.8	172.8	105.3	172.2	98.5	94.2
$\bar{X} \pm SD$	178.7±0.5	177.2±3.0	103.5±8.6	176.5±3.9	113.2±10.1	95.4±3.9

在最后用力阶段,运动员右侧的髋、膝、踝关节要充分蹬伸,以推动右侧髋关节向前推转,最终带动肩轴将铁饼投出。与此同时,运动员的左侧膝关节要充分打开,髋关节前顶,形成一个稳固的左侧支撑,这对运动员顺利完成右侧发力是非常重要的。由表8可以看出,肖艳玲、宋爱民和苏欣悦在铁饼出手瞬间的右侧髋关节角度分别为 $179.8^\circ$ 、 $178.8^\circ$ 和 $177.4^\circ$ ,说明3人在最后用力阶段右侧髋关节的转动十分充分。另外,她们左侧的髋关节、膝关节打开得也十分充分,均接近 $180^\circ$ ,说明在铁饼出手瞬间,肖艳玲、宋爱民和苏欣悦都建立起了十分积极有效的左侧支撑。

相比之下,陈扬在铁饼出手瞬间的右髋角、右膝角、左髋角、左膝角数值偏小,与其他3人差距明显。可见,陈扬虽然在出手瞬间获得了23.45 m/s的出手速度,但其右腿的蹬伸和右髋的转动还不够充分,且没有形成积极有效的左侧支撑,说明其在最后用力阶段上肢发力过早。

### 3 结论

(1)河北省三代女子铁饼奥运选手在动作节奏方面存在差异。其中,肖艳玲的完整技术用时最长,在各技术阶段中的旋转速度较慢;宋爱民在单支撑结束后,加速旋转的趋势非常明显,呈现出了“前慢后快”的技术特点;而苏欣悦和陈扬均是从双支撑阶段就开始积极加速,加速的过程较长且节奏平稳。

(2)在旋转过程中,肖艳玲对身体姿态控制得最好,始终保持着积极的扭紧状态,投掷臂向后的伸展也最为充分,体现出了大幅度旋转的技术特点。相比之下,宋爱民、苏欣悦和陈扬在旋转过程中的身体和投掷臂相对放松,这应该与3人的旋转速度较快有关。另外,陈扬的投掷臂在单支撑阶段出现了明显的前移,建议其应在旋转过程中加强对投掷臂的控制。

(3)宋爱民在腾空阶段用时最短,不仅与世界优秀运动员非常接近,而且在腾空阶段依旧保持了加速趋势,这应该是其在最后用力阶段获得

最快出手速度的重要因素。而另外3人的腾空用时不仅长于宋爱民,且旋转速度都出现了明显的下降。

(4) 4名运动员在转换阶段对身体和投掷臂都进行了很好的控制,左脚着地非常积极,并且加速的趋势非常明显。在铁饼出手瞬间,肖艳玲、宋爱民和苏欣悦的左侧支撑十分稳固,且右髋的转动与右腿的蹬伸都十分充分。而陈扬的左侧支撑和右侧蹬转都存在不足,建议其应避免肩轴的过早转动。

(5) 由数据可以看出,我国女子铁饼运动员已经完成了由大幅度旋转向高速旋转的技术转变,运动员在完成技术动作时,更加突出各环节之间的衔接和旋转速度的保持。与肖艳玲等老运动员相比,年轻运动员应该更加注重技术细节,保持完整技术的稳定性。

#### 参考文献:

- [1] 田麦久. 运动训练学[M]. 北京:人民体育出版社, 2000:236.  
[2] 徐政. 对我国优秀女子铁饼运动员技术的运动学分

- 析[J]. 西安体育学院学报,2012,29(6):739.  
[3] 李建臣,冯国群,王东. 济南全运会前八名女子铁饼运动员投掷技术时空特征的三维运动学研究[J]. 北京体育大学学报,2012,35(5):109.  
[4] 范秦海,董斌. 我国优秀女子铁饼选手最后用力技术对成绩影响的指标分析[J]. 北京体育大学学报, 2007,30(7):982.  
[5] 董海军,苏明理,严波涛,等. 亚洲冠军宋爱民掷铁饼技术结构特征的运动学探析[J]. 首都体育学院学报,2009,21(4):432.  
[6] 范秦海,崔冬雪,刘建国,等. 我国女子铁饼运动员旋转阶段环节技术指标的三维运动学分析[J]. 山东体育学院学报,2005(04):110.  
[7] 李厚林,苏明理,严波涛,等. 第十一届全国运动会女子铁饼冠、亚军运动员技术特征研究[J]. 中国体育科技,2010,46(5):12.  
[8] 王国伟,韩敬. 我国优秀女子铁饼运动员宋爱民投掷铁饼技术的三维运动学分析[J]. 西安体育学院学报,2011,28(1):112.  
[9] 王国伟,王建珍,韩敬. 我国优秀女子铁饼运动员旋转加速类型的技术分析[J]. 西安体育学院学报, 2014,31(1):108.

## A Kinematical Analysis of Throwing Technique of Three Generations of Women Discus Olympians in Hebei Province

QIN Jianjie<sup>1</sup>, SHI Donglin<sup>1</sup>, FAN Qin Hai<sup>2</sup>, SONG Aimin<sup>3</sup>

(1. Department of School Physical Education, Hebei Sport University, Shijiazhuang 050041, China;

2. Sport College, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China;

3. Track and Field Administration Center of Hebei Province, Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** This paper makes a comparative study on throwing techniques of three generations of women discus Olympians Xiao Yanling, Song Aimin, Su Xinyue and Chen Yang in Hebei Province by using the methods of literature, interview, three-dimensional photography and video analysis. The results show that there are differences in the rhythm of movement among four athletes. Xiao Yanling had a slow but large range of rotation speed, while the other three rotated faster, but the body and throwing arm were relatively relaxed during the rotation. Song Aimin took the shortest time in keeping the trend of acceleration, while the rotation speed of the other three people decreased significantly in the flight phase. The four athletes had well controlled the body and throwing arm during the transition phase. At the moment of discus release, Xiao Yanling, Song Aimin and Su Xinyue's left support was very stable, and the right hip rotation and right leg extension were very sufficient, while Chen Yang's left support and right leg rotation were insufficient.

**Key words:** Hebei Province; women discus; Olympians; throwing technique