

·竞赛与训练·

## 我国女子铅球优秀运动员投掷技术分析

董海军, 苏明理, 王琨, 张勇

(西安体育学院 田径教研室, 陕西 西安 710068)

**摘 要:**对我国参加 2008 年北京奥运会的 3 名女子铅球优秀运动员的整个滑步和最后用力技术进行对比研究发现, 巩立姣滑步距离过小、用时过多, 但整个加速节奏较好; 李玲过渡时间过短, 超越器械的效果不好, 最后用力的幅度小、距离短, 整个用力节奏不好; 李梅菊滑步阶段身体重心上下起伏的程度小, 加速节奏比较好, 不足的是最后用力的时间偏长。

**关 键 词:** 女子优秀运动员; 铅球投掷技术; 加速节奏; 运动学

**中图分类号:** G808.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7116(2009)06-0085-06

### Analysis of the shot putting techniques of excellent female shot putters in China

DONG Hai-jun, SU Ming-li, WANG Kun, ZHANG Yong

(Athletic Department, Xi'an Physical Education University, Xi'an 710068, China)

**Abstract:** By making a comparative study of the entire gliding and final power exploding techniques of 3 excellent Chinese female shot putters who participated in Beijing Olympic Games 2008, the authors revealed the following findings: GONG Li-jiao's gliding was distance too short and took too much time, but her entire accelerating rhythm was good; LI ling's transition time was too short, her equipment passing effect was not good, her final power exploding was amplitude too small and distance too short, and her entire power exploding rhythm was not good; LI Mei-fang had a small fluctuation of body center of gravity at the gliding stage, her accelerating rhythm was good, but the time she used for final power exploding was somewhat too long.

**Key words:** excellent female athlete; shot putting technique; accelerating rhythm; kinematics

推铅球是一个速度力量性项目, 是一个以力量为基础、速度为核心的田径投掷项目<sup>[1]</sup>。女子铅球一直是我国的优势项目, 曾涌现黄志红、李梅素、隋新梅等一大批优秀的运动员, 她们在世界大赛中都取得过优异的成绩, 李梅素至今还保持着 21.76 m 的亚洲纪录。为了响应国家提出的奥运争光计划, 我们从 2006 年开始对我国女子铅球项目备战 2008 年奥运会进行了科技攻关, 直到 2008 年奥运会结束。虽然我国女子铅球在 2008 年奥运会上取得了不错的成绩, “新三驾马车”让人们看到中国女子铅球复兴的希望, 特别是第一次参加奥运会的小将巩立姣在女子铅球预赛中发挥出色, 排名小组第 1, 但这并不能掩饰我们在技术上存在的缺点。现将这 3 名选手的滑步和最后用力技术进行对比, 从而找出她们的优点和缺点, 并对其提出改

进的建议。

3 名运动员的铅球投掷动作录像, 拍摄于 2008 年 4 月在杭州举行的田径大奖赛。使用 2 部录像机, 一部位于投掷方向的正后面, 另一部位于右侧面。拍摄频率 120 帧/s, 主光轴夹角约 90°, 机高 1.2 m。采用美国 ARIEL 公司生产的 APAS 运动录像分析系统对录像进行解析; 采用人体模型 DLT 引导图像测量系统, 按照模型关节的方式进行图像采集和数据处理。现将结果报告如下。

### 1 运动员投掷铅球各阶段用时

滑步时间的长短反映了运动员在滑步过程中右腿的蹬伸和左腿的摆动是否积极, 以及两腿在滑步过程中的配合程度, 同时也可以反映运动员右脚离地后,

收稿日期: 2009-04-20

基金项目: 国家体育总局部分田径项目(训练局田径队)备战 2008 奥运会科研攻关与科技服务(06012)。

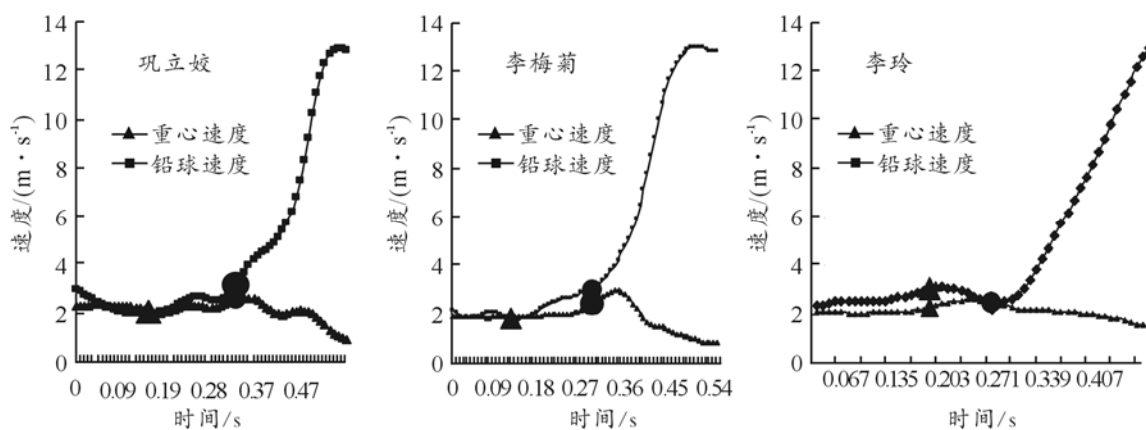
作者简介: 董海军(1978-), 男, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 田径技术理论与实践。

右脚着地是否积极<sup>[2]</sup>。我国3名选手的滑步时间平均为0.144 s, 占总时间的28.3%, 其中李梅菊的用时最少为0.133 s, 占总时间的25.4%; 相反巩立姣和李玲的用时最长为0.150 s, 各占自己总时间的27.3%和33.3%。巩立姣这个阶段用时长是因为她右脚蹬离地面瞬间, 最后离地的是脚尖, 而其他两名选手则都是右脚跟最后离开地面的。这在一定程度上影响她蹬离地面的速度和后续的加速, 这样不利于滑步阶段身体重心向投掷方向移动和加速。过渡阶段又叫转换技术, 时间的长短在一定情况下反映了运动员左脚着地的积极程度<sup>[3]</sup>。我国选手过渡阶段的时间平均为0.139 s, 占总时间的27.4%。李梅素和黄志红投21 m时的过渡时间分别为0.097 s和0.125 s, 李梅素是典型的速度快运动员; 李玲过渡时间为0.092 s, 占总时间的20.4%, 最少。但她的过渡时间少是不合理的, 这主要是她在过渡阶段上体抬起过高, 特别是在右脚着地瞬间上体已经开始向投掷方向转动, 减小了扭转的程度, 后面将做重点论述。我国选手最后用力的时间平均为0.225 s, 占总时间的44.3%。其中巩立姣和李玲的用时比较少, 为0.208 s, 分别占各自时间的37.8%和49.4%。从总的时间看, 我国选手总时间平均为0.508 s, 其中李玲的用时最少为0.450 s, 这和她的过渡技术有很大的关系, 巩立姣的总时间为0.550 s, 相对比较多, 这

主要是由于她过渡阶段耗时较长。

## 2 铅球和重心速度各阶段变化特征

运动员在滑步阶段身体重心的速度很重要, 特别是身体重心和铅球在此阶段的速度差, 对后面的最后用力将产生重要的影响<sup>[4]</sup>。从图1中我们可以看出, 巩立姣在滑步的开始右脚离地瞬间身体重心的速度上升的非常快, 随后又有一定的下降, 在右脚着地瞬间基本和铅球的速度差不多。说明她的滑步技术在开始阶段不理想, 也就是右脚蹬地方式不合理, 但过渡技术是3名选手中最好的, 铅球速度和重心速度曲线在过渡阶段相差不大。相比之下李梅菊的滑步技术最好, 身体重心和铅球的曲线基本上是重叠的, 但从右脚着地到左脚着地的过渡技术阶段铅球的速度开始上升, 和重心的速度曲线偏离的较远。这说明李梅菊过渡技术不好。从图1李玲的整个速度曲线来看, 在滑步阶段身体重心和铅球的速度有一定的差距, 而且铅球的速度一直高于重心的速度, 在右脚着地后铅球的速度又有一定的下降, 而且和其他两名选手相比过渡阶段的曲线比较短, 这说明她的过渡阶段的时间严重偏短。从左脚着地开始身体重心速度又急剧的下降, 和另外两名选手相比重心的一定速度偏小, 向前性不好。



图中0点为右脚离地瞬间; ▲为右脚着地瞬间; ●为左脚着地瞬间

图1 运动员重心和铅球速度曲线

### 1) 滑步阶段速度特征。

为了便于分析, 将完整的背向滑步推铅球技术分为: 滑步开始右脚离地瞬间( $R \uparrow$ )、右脚着地瞬间( $R \downarrow$ )、左脚着地瞬间( $L \downarrow$ )和铅球出手瞬间( $\delta$ )4个时相; 以及  $R \uparrow - R \downarrow$  为滑步、 $R \downarrow - L \downarrow$  过渡、 $L \downarrow - \delta$  最后用力 3个阶段。

由表1我们可知, 我国选手在右脚离地瞬间身体

重心的平均速度为  $(2.12 \pm 0.19) \text{ m/s}$ , 右脚着地瞬间为  $(2.11 \pm 0.14) \text{ m/s}$ , 只减小了  $(0.01 \pm 0.19) \text{ m/s}$ , 从整体看没有变化, 但个别运动员的变化还是比较大的。其中巩立姣在右脚离地瞬间的重心速度最大达到  $2.30 \text{ m/s}$ , 但在右脚着地瞬间减小到  $2.07 \text{ m/s}$ , 减小了  $0.23 \text{ m/s}$ , 是3名选手中唯一重心速度减小的选手(见图1), 这充分说明了在前面所说的巩立姣右脚蹬离地面的方式不

对,不利于后续的加速。其余两名选手从右脚离地瞬间到着地瞬间重心速度是增加的,李玲增加的比较多,

为 0.14 m/s,从加速的节奏上说这两名选手比较好。

表1 运动员滑步阶段速度特征

运动员	$V_{\text{重心}}$			$V_{x\text{重心}}$		$V_{y\text{重心}}$		$V_{\text{铅球}}$			$V_{\text{铅球}} - V_{\text{重心}}$	
	R↑	R↓	差值	R↑	R↓	R↑	R↓	R↑	R↓	差值	R↑	R↓
巩立姣	2.30	2.07	-0.23	2.01	1.89	-0.87	-0.81	2.97	1.99	-0.98	0.67	-0.08
李梅菊	1.93	1.99	+0.06	1.80	1.87	-0.42	-0.59	2.22	1.96	-0.26	0.29	-0.03
李玲	2.12	2.26	+0.14	1.85	1.79	-0.63	-1.36	2.34	3.05	+0.71	0.22	+0.79
$\bar{x}$	2.12	2.11	-0.01	1.89	1.85	-0.64	-0.92	2.51	2.33	-0.18	0.39	+0.23
$s$	0.19	0.14	0.19	0.11	0.05	0.23	0.40	0.41	0.62	0.85	0.24	0.49

滑步阶段重心的速度在垂直和水平方向形成了两个分力,不同方向力量的大小对滑步技术的影响不同。由表1可知,我国选手右脚离地瞬间,身体重心速度在水平方向上的平均值为 $(1.89 \pm 0.11)$  m/s,其中巩立姣最大为 2.01 m/s,这与她右腿的蹬伸速度、幅度以及左腿摆动的方向有关。在右脚蹬离地面瞬间水平速度的增加相应也增加了水平冲量,这样可以为过渡阶段和最后用力阶段奠定良好的基础。李梅菊在右脚离地瞬间水平速度较低,为 1.80 m/s,主要是右腿力量薄弱。滑步阶段身体重心在垂直方向的速度反映了运动员身体重心的起伏程度。由表1可知,我国选手右脚离地瞬间身体重心在垂直方向的平均速度 $(-0.64 \pm 0.23)$  m/s,巩立姣的最大,为 $-0.87$  m/s,这说明巩立姣这一阶段有一部分的速度变为了垂直的速度,身体向上运动的幅度增大,不利于滑步动作的完成。李梅菊最小,为 $-0.42$  m/s,这说明她身体重心起伏较小,有利于滑步的完成。在右脚着地瞬间我国选手身体重心在垂直方向的分速度 $(-0.92 \pm 0.40)$  m/s 比上一个阶段增加了 0.28 m/s。垂直速度增加过快说明有提前用力的现象,李玲的垂直速度最大达到了 $-1.36$  m/s,比右脚离地瞬间增加了 0.73 m/s,这是不正常的,说明她在这一阶段上体就有加速的趋向,从技术图片中也可以看出,她在右脚着地瞬间上体就开始抬起,严重影响了后续对铅球的加速。李梅菊右脚着地瞬间重心的垂直速度为 $-0.59$  m/s,相对比较小,增加的也最小,只有 0.17 m/s,这更说明了她上体控制得较好,没有过早抬起。

铅球的加速是在身体的带动下完成的,在一定程度上铅球速度受身体重心速度影响。我国选手在右脚离地瞬间铅球速度为 $(2.51 \pm 0.41)$  m/s,其中巩立姣的较大为 2.97 m/s,和她的身体重心速度较高有很大的关系。右脚着地瞬间由于失去了对铅球加速的条件,铅球的速度会有一定的下降(见图1)。我国选手铅球的速度平均为 $(2.33 \pm 0.62)$  m/s,比右脚离地瞬间减小了

$(0.18 \pm 0.85)$  m/s,但李玲的铅球速度反而增加了 0.71 m/s,达到了 3.05 m/s,这是比较高的,出现这种现象的原因主要还是她在右脚着地瞬间有提前对铅球加速的原因,上体抬起较高,势必使过渡阶段时间缩短,减小对铅球加速的工作距离。巩立姣由于前面蹬地方式的影响,重心的速度虽然快,但距离比较短,造成了她的铅球速度下降的比较多,为 0.98 m/s,这一点是不合理的。李梅菊的铅球速度只下降了 0.26 m/s,这说明她在这一阶段铅球的速度保持得较好,滑步技术比较好,有利于过渡技术的完成。

滑步阶段铅球速度和身体重心速度是否接近是评价高水运动员滑步技术质量高低的重要依据,铅球速度的变化围绕身体重心速度而变化,也就是说,铅球运动速度的快慢要与当时运动员速度能力、技术能力相适应。我国选手右脚离地瞬间重心和铅球速度的差值平均为 $(0.39 \pm 0.24)$  m/s,相差最大的是巩立姣为 0.67 m/s,这也正好说明了她的右脚的蹬伸方式有问题。在右脚着地瞬间我国选手重心和铅球速度的差值为 $(0.23 \pm 0.49)$  m/s,比离地瞬间减小了 0.16 m/s,其中只有李玲的铅球速度高于重心的速度达到了 0.79 m/s(见图1),3名选手中只有她的数值为正数,这更说明了提前对铅球进行了加速,过早的向投掷方向转动了上体,从前面的肩髋扭转角和身体后倾角也充分反映了这一情况。这一阶段铅球速度要是高于了重心的速度就说明了上体提前向投掷方向转动,提前对铅球进行了加速,这是不合理的。李梅菊在右脚着地瞬间的差值为 0.03 m/s,而且是重心速度高于铅球速度,这是比较合理的,但在过渡阶段的前半部分铅球的速度增加过快,这一点是不合理的。李梅菊的滑步技术是3名选手中最好,不足的是她的腿部力量比较薄弱。

## 2)过渡阶段速度变化特征。

过渡阶段各个环节的速度在一定程度上反映了运动员是否有提前用力的现象。由表2可知,我国选手在左脚着地瞬间重心的平均速度为 $(2.48 \pm 0.06)$  m/s,

比右脚着地瞬间增加了 $(0.38 \pm 0.16)$  m/s, 其中巩立姣的重心速度最大达到了 2.55 m/s, 比右脚着地瞬间增加了 0.48 m/s。相比之下李玲增加的最少为 0.19 m/s, 这和个人技术特点有很大关系(见图 1)。巩立姣和李梅菊是属于左脚着地右侧边转蹬的技术, 右侧推动身体边向投掷方向运动, 整个上体在右脚着地瞬间向后倾斜的幅度比较大, 所以她们两人的身体重心还可以继续加速。李玲在右脚着地瞬间由于上体抬起的就比较高, 身体向后倾斜的幅度也比较小, 减小了向投掷方向继续加速的能力。而且左脚着地的方式也是影响她技术的原因, 李玲是从上向下拍打式的着地, 自然向前的速度就减弱了, 不像其他两名选手是以左脚前脚掌内侧踮蹬式着地, 有利于身体重心的继续加速。从身体重心水平和垂直方向的分速度可以看出, 我国选手水平方向的速度为 $(2.17 \pm 0.07)$  m/s, 其中巩立姣的速度最大为 2.25 m/s, 高出其他两名选手, 这也说明巩立姣向投掷方向的运动比较大。李玲的水平速度最小, 说明她向前性不好。我国选手垂直速度平均为 $(-1.15 \pm 0.06)$  m/s, 其中巩立姣最小为 $-1.10$  m/s, 李玲

最大为 $-1.21$  m/s, 说明李玲此阶段速度过多的转化为垂直速度, 身体上下运动的幅度增大, 而向投掷方向的速度减弱。相反巩立姣则是增加了向投掷方向运动的速度, 减弱了垂直方向的运动, 身体上下起伏比较小, 保持了更高的速度向投掷方向运动, 这是比较合理的。由表 2 可知, 我国选手左脚着地瞬间铅球的速度平均为 $(2.89 \pm 0.37)$  m/s, 巩立姣和李梅菊的速度增加到 3.10 m/s, 分别比右脚着地瞬间增加 1.11 m/s、1.14 m/s, 相反李玲比右脚着地瞬间减小 0.59 m/s。此阶段关键是李玲向投掷方向转动的速度减弱了, 因为她在右脚着地瞬间就有很大向投掷方向转肩的动作, 而巩立姣和李梅菊则不同, 她们在右脚着地瞬间向投掷方向转动的幅度比较小, 含胸动作比较好, 所以在这一阶段还能使铅球速度有较大的增加。虽然李梅菊铅球和重心的速度差比较大, 但主要原因是转动加速造成的, 并不是前后运动的原因。李玲的差值较小主要还是这一阶段向投掷方向转动的减弱造成的, 从技术图片中也可以看出, 左脚着地瞬间李玲的身体主要是向上蹬伸, 向投掷方向转肩和转体的幅度小。

表 2 运动员过渡阶段速度特征

运动员	$v_{\text{重心}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$				$v_{\text{铅球}}/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$		$v_{\text{铅球L}} - v_{\text{重心L}}$	$v_L/(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$			$h_{\text{重心}}/\text{m}$	
	L↓	变化值	x	y	L↓	变化值		右髋	右肩	右肘	R↑	L↓
巩立姣	2.55	+0.48	2.25	-1.10	3.10	1.11	0.55	2.57	2.31	2.27	0.841	0.849
李梅菊	2.45	+0.46	2.14	-1.14	3.10	1.14	0.65	1.68	2.45	2.48	0.821	0.797
李玲	2.45	+0.49	2.13	-1.21	2.46	-0.59	0.01	2.94	1.78	2.12	0.977	0.905
$\bar{x}$	2.48	0.38	2.17	-1.15	2.89	0.55	0.40	2.40	2.18	2.29	0.880	0.850
s	0.06	0.16	0.07	0.06	0.37	0.99	0.34	0.65	0.35	0.18	0.090	0.050

左脚着地瞬间我国选手右髋、右肩、右肘的平均速度分别为 $(2.40 \pm 0.65)$ 、 $(2.18 \pm 0.35)$ 、 $(2.29 \pm 0.18)$  m/s, 从总体上看李玲下肢转动幅度较大, 右髋速度最大为 2.94 m/s, 而上肢的速度比较小, 肩和肘分别为 1.78 和 2.12 m/s, 是 3 名选手中最小的, 这更说明她此阶段向投掷方向转动的速度较小, 转换技术不合理。巩立姣右髋、肩、肘的速度分别为 2.57、2.31、2.27 m/s, 上一环节速度高于下一环节, 符合生物力学环节用力和大关节带动小关节的原理。可以看出在右髋向投掷方向运动的同时, 上体开始从拧转姿势向投掷方向运动, 而不像李玲右肩速度很小, 扭转的程度也很弱。

过渡阶段身体重心的高度直接反映了运动员整个身体压紧的程度。由表 2 可知, 我国选手右脚着地瞬间身体重心高度为 $(0.870 \pm 0.07)$  m, 其中李玲的最大, 为 0.947 m, 表明了她身体抬起的过高, 下肢没有压紧, 超越器械的效果不好。李梅菊最小, 说明她下肢压的

比较紧, 上体向后倾斜的幅度较大, 超越器械的效果也较好。左脚着地瞬间重心的高度, 反映了运动员在过渡阶段上体抬起的程度, 以及身体上下起伏的程度。我国选手左脚着地瞬间重心高度平均为 $(0.884 \pm 0.08)$  m, 比右脚着地瞬间增加了 0.014 m, 其中巩立姣增加的最少, 只有 0.008 m, 进一步说明她身体上下起伏比较小, 向前性较好。

### 3)最后用力阶段各环节特征。

最后用力阶段运动员各环节的加速构成了整个用力的过程。通过左脚着地瞬间各环节速度的大小, 可以判断出运动员的加速节奏是否合理。

由表 3 可知, 我国选手在左脚着地瞬间身体重心的平均速度为 $(2.46 \pm 0.02)$  m/s, 3 名选手相差不大, 这说明她们速度保持的较好, 为最后用力创造了很好的条件。出手瞬间我国选手重心平均速度为 $(1.15 \pm 0.20)$  m/s, 比左脚着地瞬间下降了 1.31 m/s, 重心速度下降

较多是正常的现象,因为在铅球的出手瞬间身体各环节的加速已经结束,此阶段应该把各环节的速度传递给器械。从铅球的速度看,左脚着地瞬间平均为 $(2.81 \pm 0.32)$  m/s,3名选手铅球、髋、肩、肘的速度此阶段都比身体重心的速度要高,这是不合理的,在这一过程中,投掷臂尚未给铅球加速,仅是依靠右膝的内压、右腿的侧蹬推动骨盆侧移。由于上体不主动抬起,头

颈不主动扭转,而使身体左侧的有关肌群形成最大拉紧状态,为最后的加速创造有利条件<sup>[9]</sup>。特别是李玲,铅球的速度高出重心速度比较多,这表明了她在左脚着地瞬间就开始了铅球的加速。不同的是巩立姣这一阶段是向投掷方向的加速,而李玲主要运动的方向是在垂直方向。

表3 我国运动员最后用力阶段环节速度特征

m · s<sup>-1</sup>

运动员	V <sub>重心</sub>		V <sub>铅球</sub>		V <sub>右髋</sub>		V <sub>右肩</sub>		V <sub>右肘</sub>	
	L↓	δ	L↓	δ	L↓	δ	L↓	δ	L↓	δ
巩立姣	2.55	0.97	3.10	12.832	2.57	0.71	2.31	4.25	2.27	9.74
李梅菊	2.45	1.10	3.10	12.802	1.68	1.26	2.45	4.14	2.48	8.84
李玲	2.45	1.37	2.46	12.658	2.94	0.82	1.78	3.69	2.12	8.68
$\bar{x}$	2.46	1.15	2.81	12.803	2.40	0.93	2.18	4.03	2.29	9.07
s	0.02	0.20	0.32	0.150	0.65	0.29	0.35	0.30	0.18	0.57

在左脚着地瞬间,由于右腿的侧蹬推动骨盆侧移,上体还要保持一定对器械的超越,还没有形成过大的加速。我国选手右髋的速度平均为 $(2.40 \pm 0.65)$  m/s,李玲的右髋速度最大为 2.94 m/s,说明她们对髋加速过早,不利于良好的最后用力姿势的形成。在铅球出手瞬间我国选手右髋速度平均为 $(0.93 \pm 0.29)$  m/s,其中李梅菊较大,巩立姣最小,这表明李梅菊的右髋持久加速能力较强,相反巩立姣和李玲等选手较弱,有待于以后的提高。

左脚着地瞬间,由于下肢向投掷方向的转动,必然使右肩在向投掷方向转动,但不应该有过的加速。从表3可知,我国选手在左脚着地瞬间右肩的平均速度为 $(2.18 \pm 0.35)$  m/s,其中李玲比较小为 1.78 m/s,李梅菊和巩立姣偏大,相差较大,李玲的速度小是因为她在右脚着地瞬间就使右肩过多的转向了投掷方向,减小了身体对器械的超越和上下肢的扭转程度。但李梅菊和巩立姣偏大是因为左脚着地瞬间她们的身体在右侧蹬伸的推动下,继续向投掷方向运动所造成的。区别在于李玲只是原地的翻转加速,而她们二人是边向投掷方向移动边翻转,显然是后者要好于前者,加速的持续性也好。

铅球出手瞬间的右肩速度的大小反映了运动员对铅球持续加速的能力,此阶段我国选手平均为 $(4.03 \pm 0.30)$  m/s,其中巩立姣和李梅菊还保持着比较高的速度,说明她的上肢环节对铅球持续加速的能力较强,相反李玲只有 3.69 m/s,说明了她对铅球持续加速的能力较弱。我国选手在左脚着地瞬间右肘的速度为 $(2.29 \pm 0.18)$  m/s,其中巩立姣的右肘速度比右肩速度

小,而李玲的右肘速度要高出右肩 0.34 m/s,这说明李玲这一阶段使肘关节做了主动的转动,也就是右肘主动进行了用力,从环节用力上来说是不合理的。铅球出手瞬间右肘速度平均为 9.07 m/s,其中巩立姣最大,李玲最小。这也进一步说明了巩立姣持续加速的能力强于李玲。

所有投掷项目的最后用力的方式都要求,以大环节带动小环节,用力的顺序是右髋—右肩—右肘—器械依次传递再到制动。出手的速度是各个环节速度的叠加,在用力过程中任何一个环节速度要高于下一环节这都是不合理的,只有在上环节达到峰值后下一环节才能加速,然后超过上一环节<sup>[9]</sup>。由表3可知,我国选手在最后的环节用力中还存在一定的不合理现象,左脚着地瞬间各环节的速度分别是铅球—重心—右髋—右肘—右肩,这是不合理的现象,这是有部分环节提前加速的结果,违背了大环节带动小环节加速的技术原理。正确的加速环节顺序是重心—右髋—右肩—右肘—铅球,说明我国选手普遍存在右肘提前加速的现象,有待以后训练中注意。

#### 4)最后用力阶段各环节峰值。

从表4可知,我国选手右髋、右肩、右肘、铅球的峰值分别为,右髋 $(2.91 \pm 0.04)$  m/s、右肩 $(7.63 \pm 0.12)$  m/s、右肘 $(10.67 \pm 0.34)$  m/s、铅球 $(12.58 \pm 0.36)$  m/s。从总体上看4个环节的速度是逐渐增加的,峰值是一个环节大于一个环节,这一点是合理的。从各个环节达到峰值的时机看,分别是右髋 $(0.03 \pm 0.04)$  s、右肩 $(0.13 \pm 0.04)$  s、右肘 $(0.18 \pm 0.01)$  s、铅球 $(0.21 \pm 0.01)$  s。巩立姣4个环节的速度峰值分别是右髋 2.81 m/s、右

肩 4.72 m/s、右肘 10.31 m/s、铅球 12.949 m/s, 4 个环节的速度是逐渐增加, 是合理的。各环节达到峰值的时间分别是右髋在左脚着地后的 0.03 s, 右肩是在左脚着地后的 0.18 s, 右肘是在左脚着地后的 0.17 s, 铅球是在左脚着地后的 0.21 s, 可以看出巩立姣的右肘达到峰值的时间在右肩之前, 说明她的右肘提前用力了, 正常应该是在右肩达到峰值之后右肘才能出现峰值。从表 4 可知, 巩立姣的加速时机还是掌握得较好的, 都是在上一环节达到峰值后下一环节才加速, 并把速度进一步的叠加, 直至最后把速度传递给铅球, 唯一的不足是右肘关节加速的时机稍微早了一些。从 3 人右髋的峰值看, 李梅菊髋部的加速能力还是略高于其他两名选手。李玲的右髋峰值出现在左脚着地瞬间, 这是不合理的, 说明她提前进行了转髋动作, 也进一步说明了她上肢提前进行了转动, 造成身体扭不

紧。从右肩的峰值情况看巩立姣的峰值最高, 说明了她的肩部力量好于其他两名选手, 而李梅菊的肩关节力量不好。右肘的峰值李玲最高为 10.98 m/s, 这说明李玲肘关节的伸展能力好于其他两名选手, 巩立姣的肘关节力量较差。右肘达到峰值的时间 3 名选手基本上相差不大。铅球的峰值巩立姣的最大, 为 12.832 m/s, 但铅球出现峰值的时机李梅菊比较晚, 为左脚着地后 0.26 s, 说明她的用力时间比较长, 主要因为李梅菊的左脚着地慢, 左腿撑蹬不积极。3 人相比李梅菊整个环节的用力情况比较好, 时机把握得较好, 唯一不足的是左脚着地慢, 蹬伸不积极, 造成了用力时间的延长。从图 1 可见, 李梅菊各个环节的曲线上升的比较平缓, 在左脚着地前没有急剧上升的现象。而巩立姣的铅球速度在左脚着地前出现过急剧上升的现象, 超过了其它环节的速度, 这是不合理的现象。

表 4 我国运动员最后用力阶段各环节峰值<sup>1)</sup>

运动员	$v_{\text{右髋}}$		$v_{\text{右肩}}$		$v_{\text{右肘}}$		$v_{\text{铅球}}$	
	峰值/m·s <sup>-1</sup>	时机/s	峰值/m·s <sup>-1</sup>	时机/s	峰值/m·s <sup>-1</sup>	时机/s	峰值/m·s <sup>-1</sup>	时机/s
巩立姣	2.81	0.03	4.72	0.18	10.31	0.17	12.949	0.21
李梅菊	2.97	0.07	4.49	0.10	10.71	0.18	12.802	0.26
李玲	2.94	0	4.68	0.11	10.98	0.18	12.658	0.21
$\bar{x}$	2.91	0.03	4.63	0.13	10.67	0.18	12.803	0.21
$s$	0.09	0.04	0.12	0.04	0.34	0.01	0.150	0.01

1)各个环节峰值时机的开始时间为左脚着地瞬间

### 3 结论

巩立姣滑步阶段用时比较多, 滑步距离短, 建议她改变右脚蹬离地面的方式, 加快滑步的速度。李玲过渡时间过短, 建议其降低身体重心改变左脚着地的方式和位置。李梅菊滑步阶段身体重心上下起伏的程度小, 加速节奏比较好, 不足的是腿部力量薄弱和最后用力时间偏长。李玲身体重心起伏过大, 加速节奏不好。巩立姣水平速度保持的较好, 加速节奏较好。李玲的左侧支撑技术不好, 左脚的着地方式不合理, 有很大的错误, 整个左腿是在弯曲的情况下完成着地, 缓冲的时间短, 不利于用力时的蹬伸, 最后用力的距离短, 减小了用力效果。最后用力时巩立姣右肘有提前用力的现象, 虽然力量向前性较好, 但向上性不好, 建议以后加强左腿的撑蹬练习。李玲最后用力的幅度小, 向前性不好, 建议改进左脚着地的方式。

### 参考文献:

- [1] 文超. 田径运动高级教程[M]. 北京: 人民体育出版社, 1994: 487-500.
- [2] 国际田联组. 现代田径技术[M]. 北京: 田径指南编辑部出版, 1990: 210-223.
- [3] 文超. 田径运动高级教程第二版[M]. 北京: 人民体育出版社, 2003: 540-553.
- [4] 马步云, 许景朝, 李梅素, 等. 我国优秀男子铅球运动员滑步阶段技术的三维运动学分析[J]. 山东体育学院学报, 2006, 22(4): 75-79.
- [5] 严海风. 我国部分优秀男子铅球运动员背向滑步推铅球技术三维运动学参数分析[D]. 苏州: 苏州大学, 2006.

[编辑: 周威]