

旋转推铅球技术最后用力动作的运动学分析^①

——以我国 2 名铅球运动员推铅球技术动作为例

文世林

(湖南工业大学 体育学院,湖南 株洲 412008)

摘 要:采用美国 Ariel 运动录像快速反馈分析系统,对两名参加全国田径大奖赛的运动员旋转推铅球技术动作进行研究,得出如下结论:我国两名运动员最后用力阶段的出手角度和出手高度与国外优秀运动员没有明显差异,造成我国运动员与国外运动员成绩差异的主要原因是最后用力时刻的出手速度;张骏最后用力时刻左膝角偏小,左侧支撑不牢固,重心后坐,撑蹬用力效果差;张俊在最后用力阶段左侧撑蹬用力不充分,身体重心往投掷方右侧偏转,导致铅球落点靠投掷区右侧。

关键词:旋转推铅球;张骏;左膝角;撑蹬用力;落点

中图分类号:G824.1 文献标识码:A 文章编号:1674-117X(2010)06-0115-04

The Three - dimensional Kinematics Analysis on Release Phase of Rotational Shot Put

—— Rotational Shot Put Techniques of Two Elite Chinese Athletes

WEN Shi - lin

(College of Physical Education, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008)

Abstract: This paper adopts the Ariel three - dimensional analysis system to trim and calculate the video of the national championship and compare the data. The conclusion is; the release angle and release height of athletes in China and abroad is appropriately the same, but the release velocity of athletes in our nation is slower than foreign elites; Zhang Jun's left knee angle at release phase is small, power position is not good; The trajectory of CG shows Zhang Jun's CG moving to right side of putting circle at delivery phase.

Key words: rotational shot put technique; Zhang Jun; angle of left knee; support - push action; placement

与 20 世纪 90 年代相比,我国铅球整体竞技水平有下滑趋势,国内学者就铅球水平下滑原因作了分析,得出了若干影响因素,其中一个重要原因就是铅球新技术革新的滞后。当今世界级顶级赛事中铅球运动员普遍采用旋转推铅球技术,而我国运动员绝大多数仍然沿用背向滑步技术,尝试旋转技术的人很少。新技术的采用和推广,首先要让教练员和运动员熟知其运动学原理和了解该技术的优势,因此分析我国运动员旋转推铅球技术的运动学特征对推广旋转推铅球技术有一定

的理论价值和现实意义。本研究运用美国 Ariel 运动录像快速反馈分析系统对我国优秀投掷运动员的旋转推铅球技术动作进行三维运动学分析,以获取相关运动学参数,并对运动员的训练提供参考和理论指导。

一 研究对象

以 2008 年 10 月石家庄全国田径大奖赛 2 名男子运动员的旋转推铅球技术为研究对象。目前国内参赛的高水平运动员中仅 2 名采用旋转推铅球技

① 收稿日期:2010-07-08

作者简介:文世林(1980-),男,湖南益阳人,湖南工业大学讲师,硕士,主要从事体育教学与训练研究。

术,且运动员运动水平均达健将,右手掷球,报告的最好成绩为 18m 以上,因此研究对象代表了我国男子运动员旋转推铅球技术最高水平,运动员基本情况和比赛拍摄情况见表 1 和表 2。

表 1 研究对象情况表

名次	姓名	身高/m	体重/kg	单位	成绩/m	等级	技术类型
5	张峻	1.86	95	上海	18.34	健将	旋转
9	赵中军	1.93	100	解放军	17.78	健将	旋转

表 2 运动员各投成绩

姓名	投掷成绩					
	第 1 投	第 2 投	第 3 投	第 4 投	第 5 投	第 6 投
张峻	17.90	17.71 *	18.34	18.33 *	18.30 *	18.09 *
赵中军	17.06	17.78 *	17.41 *			

注: * 表示拍摄成功。

二 研究方法

1. 三维摄影法:笔者于 2008 年 10 月在石家庄比赛现场,以两台 SONY300 摄像机分别置于投掷圈中线的延长线上和投掷区扇形区的左侧,两摄像机机高 1.2 米,主光轴约成 90 度,对运动员比赛进行定点拍摄,拍摄频率为 50Hz,并用美国 PACK 立体辐射框架坐标进行三维数据转换。

2. 录像解析法:采用美国 Ariel 运动生物力学运动录像快速反馈分析系统;软件采用人体模型 DLT 运动图像测量分析系统(HBMDLTA),准确标出运动员的运动学参数;人体模型采用俄罗斯扎齐奥尔斯基模型,进行图像转换和数据计算,并用低通数字滤波法对原始数据进行平滑处理,平滑系数为 10。

剪辑分析同步点:



图 1 分析同步点(上图为张骏;下图为赵中军)

3. 数理统计法:采用 spss11.5 统计软件对所得数据进行统计分析。

三 结果与分析

(一)旋转推铅球技术最后出手时刻的中外运动员运动学特征的对比分析

美国 Ariel 运动录像快速反馈分析系统输出了运动员每 0.02s 的运动学参数(见表 3)。研究过程中将旋转推铅球过程划分为 P_1 至 P_6 个“时空点”(Time - Space,见表 3 注),^[1]其中 P_6 为最后出手时刻时空点。最后出手时刻,张骏、赵中军的出手高度为 2.2 m、2.3 m(铅球跟地面的垂直高度),出手的角度为 34.8°、35.1°,出手的速度为 13.5 m/s 和 12.2 m/s(见表 4)。从表 4 数据来看,我国两名运动员的出手角度和出手高度跟国外优秀运动员的数值基本相近,但出手速度有差异。外国优秀运动员的出手速度最高可达 14.1m/s,^[2]而我国两名运动员分别在 13.5 m/s 和 12.2 m/s,从而说明出手速度的差异是造成我国运动员跟国外优秀运动员成绩差距的重要因素。

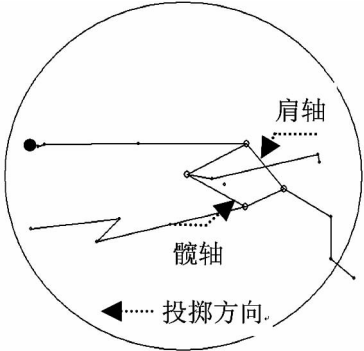


图 2 张骏最后出手瞬间俯视图

从图 2 可看出,旋转推铅球技术最后出手时刻,运动员上体正对投掷方向,不再呈扭紧状态,肩横轴和髁横轴几乎平行,此阶段张骏的肩髁横轴夹角为 10°,张中军为 15°,从表 3 可看出最后出手时刻是旋转推铅球过程中肩髁横轴夹角最小的一个。

最后用力阶段,左侧支撑动作对形成理想的超越器械姿势,将助跑速度转化为投掷速度,以及对取得合理的出手高度、出手角度和出手速度均有重要意义。研究表明,一流运动员的左脚在垂直和水平分力曲线上表现的是高而陡,即使在缓冲阶段(着地后膝关节弯曲)力量下降也比较小,左脚产生的负冲量(“阻力”冲量)大于右脚蹬伸产生的冲量。^[3]可见左脚支撑动作过程中在短时间内产生了相当大的肌力,因此左腿的制动和支撑动作要求运动员具备良好的腿部肌肉力量。在背向滑步技术中,运动员(右手投掷为例)主要应克服右腿的蹬

伸和左脚摆动带来的“阻力”冲量；而旋转推铅球过程中，运动员要克服多维度的“阻力”冲量，除水平冲量外，还有身体旋转的冲量。因此，采用旋转推铅球技术的运动员左侧支撑动作和蹬伸

动作的难度更大。左侧支撑固定和蹬伸动作的好坏主要体现在左腿运动形态上，所以本研究选择左膝角的变化情况来评定贾鹏和张骏二人的左侧支撑用力技术。

表3 张、赵各时空点的指标分布情况

时空点	运动员姓名	运动技术参数										
		肩髋夹角 /°	出手角度 /°	两脚距离 /m	重心高度 /m	出手高度 /m	球速 /(m·s ⁻¹)	重心速度 /(m·s ⁻¹)	左髋速度 /(m·s ⁻¹)	右髋速度 /(m·s ⁻¹)	左肩速度 /(m·s ⁻¹)	右肩速度 /(m·s ⁻¹)
P ₁	张 骏	31		0.7	1.0		0.4	1.0	0.5	1.5	2.1	0.1
	赵中军	28		0.5	1.0		0.7	0.4	0.5	1.4	3.0	1.3
P ₂	张 骏	27		0.8	0.9		1.7	1.9	1.8	1.2	4.6	0.5
	赵中军	7		0.7	1.1		1.1	0.9	1.2	3.6	2.1	1.4
P ₃	张 骏	19		1.6	1.1		5.1	4.7	5.4	8.8	1.0	-1.4
	赵中军	16		1.4	1.1		1.9	5.1	5.1	11.3	1.4	5.2
P ₄	张 骏	23		0.9	1.2		4.2	3.5	4.3	5.4	3.4	0.1
	赵中军	11		0.6	1.2		2.2	3.3	2.4	9.9	1.0	0.6
P ₅	张 骏	108		0.8	1.2		3.8	5.0	7.0	1.7	9.6	-0.9
	赵中军	100		0.6	1.2		0.8	4.0	5.5	1.5	8.8	0.4
P ₆	张 骏	10	34.8	0.4	1.2	2.2	13.5	1.0	3.5	2.8	4.0	-2.3
	赵中军	15	35.1	0.3	1.1	2.3	12.2	1.7	1.3	2.3	3.0	4.4

(二)最后用力阶段背向滑步技术和旋转推铅球技术运动员的左膝角的变化分析

通过对贾鹏(背向滑步技术)、赵中军(旋转推铅球技术)两人最后用力阶段每帧的左膝角数据独立样本的 T 检验,结果显示 T = -1.53, p = 0.1, p > 0.05, 二人的左膝角变化没有显著性差异(见表4)。但通过运动解析系统输出的左膝角棍图(见图3和图4),在最后出手时刻,贾鹏(滑步技术)的左膝角为179°,整个髋、膝、踝几乎成一条直线,右脚蹬伸积极,上体控制良好,形成了良好的最后用力姿势和牢固的左侧支撑动作。相比而言,张骏的左膝角为176°,虽说跟贾鹏的左膝在数值上差别不大,但从图像可明显看出其上体稍有后仰,身体重心后坐,髋、膝、踝没在一条直线上,未形成牢固的左侧支撑动作。

表4 最后用力阶段部分运动学参数的对比表

	出手高度(m)	出手角度(°)	出手速度(m/s)	成绩(m)
国外优秀运动员	2.2±0.05	34.7±1.4	13.8±0.3	21.4±0.3
张 峻	2.2	34.8	13.5	18.3
赵中军	2.3	35.1	12.2	17.8

最后用力阶段膝角的评价值大小,能反映出最后用力时左腿肌群支撑用力的工作能力。在旋转

和滑步推铅球技术的地面反作用力的试验测定(Bartonietz, 1994, Palm, 1990)表明,与滑步推铅球技术相比,旋转技术中垂直地面反作用力更大,且增加明显。^[4]李建臣教授(2007)认为在最后用力阶段,左侧身体不是简单的支撑,左脚以及相关的身体环节不是简单的制动,而是一个比较复杂的用力过程,并称之为“左侧支撑用力动作”或“左侧撑蹬动作”。^[5]贾鹏在最后出手瞬间,髋部微屈,左脚略有回收的动作,就是左脚撑蹬用力动作的表现。与贾鹏相比,张骏左脚的撑蹬用力动作不明显。

表5 运动员最后用力阶段的左膝角独立样本 T 检验

姓名	技术类型	N	Mean(°)	出手时刻膝角	F	Sig.	t	Sig.
贾 鹏	滑步	19	150	179	0.05	0.82	-1.53	0.1
张 骏	旋转	13	157	176				

注:贾鹏本次比赛获得第1名,成绩为18.98m, N 为帧数(1/50s 间隔)



图3 贾鹏(滑步)左脚运动轨迹及最后出手瞬间的左膝角图

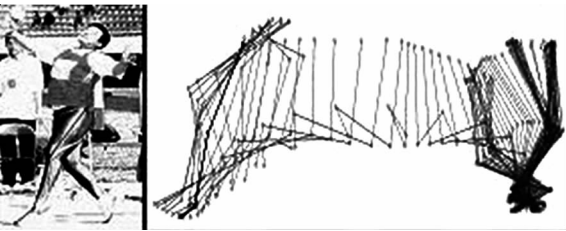


图4 张骏(旋转)左脚运动轨迹及最后出手瞬间的左膝角图

由上可知,左侧支撑用力动作是评价推铅球技术的一个重要方面。加强运动员左侧肢体各环节的力量训练,增加左腿肌群的克制性收缩能力,对最后用力阶段运动员完成良好的支撑用力动作非常有意义。

(三)最后用力动作与出手后铅球落点关联的分析

在石家庄的比赛现场,观察发现张骏的6次试投中铅球每次均落在投掷区的右侧。艾利尔解析系统输出图片显示,在身体重心俯视图中发现张骏和赵中军二人最后用力阶段的重心轨迹稍有差异,(见图5,呈直线的为赵中军),张骏的身体重心轨迹出现一个“小拐角”。最后用力阶段运动员身体重心的移动方向跟投掷方向是一致的,张骏的身体重心轨迹出现小拐角,说明其最后用力阶段身体重心没控制好。

通过对最后用力阶段运动员左膝角变化情况和运动员的录像资料分析,推断出张骏最后用力阶段动作可能是如下情况:最后用力开始时,右脚蹬地用力,髋部向投掷方向移动,左脚的支撑动作不牢固,此时仍然有绕垂直轴旋转的速度,这样就导致了张骏身体重心往投掷方向右侧偏移的迹象。因此,身体重心的右移使得运动员出手的角度和用力方向发生变化,最终就导致了铅球落点靠投掷区右侧的情况。

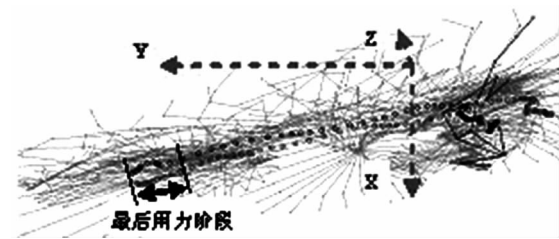


图5 张骏、赵中军重点轨迹变化的俯视图

四 结论

通过对我国两名优秀运动员的旋转技术运动学分析,得出如下结论:

- 1. 我国两名运动员的出手角度和出手高度与国外优秀运动员没有明显差异,造成我国运动员与国外运动员成绩差异的主要原因是最后用力阶段的出手速度。
- 2. 张骏最后用力时刻左膝角偏小,左侧支撑不牢固,重心后坐,撑蹬用力效果差。
- 3. 张骏在最后用力阶段上体旋转阻力大,左侧撑蹬用力不充分,身体重心往投掷方右侧偏转,导致铅球落点靠投掷区右侧。

五 建议

- 1. 加强运动员最后用力技术的训练,提高投掷过程中各环节动量的传递效率,增加最后用力阶段的出手速度。
- 2. 跟滑步推铅球技术相比,旋转推铅球技术在左侧支撑用力过程中要克服身体的旋转阻力,训练过程中应合理利用上体摆动动作,加强左侧肢体力量练习,增强腿部肌肉群的克制性收缩能力。
- 3. 要调整铅球的落点,就要改善左侧肢体的撑蹬用力技术,克服上体过大的旋转冲量。

参考文献:

[1] 郑庆璋,翠世治. 相对论与时空[M]. 太原:山西科学技术出版社,2001:150-153.

[2] Michael Young. Biomechanics of the Glide Shot Put, Track Coach[J]. 2007(4): 5743-5753.

[3] 王保成,周志雄. 再论铅球的最后用力[J]. 中国体育科技,2000,36(5):29-31.

[4] 弗拉基米尔 M. 扎奇奥尔斯基. 运动生物力学[M]. 北京:人民体育出版社,2000:196-198.

[5] 李建臣,阚福林. 现代推铅球运动[M]. 北京:北京体育大学出版社,2007:43-46.

责任编辑:骆晓会