



第十二届世界田径锦标赛男子跳远技术的运动学分析

李玉章¹, 许以诚², 张乐平³

摘要: 近些年来我国男子跳远水平呈现上升趋势, 技术的优化是成绩取得突破的关键。本文以2009年德国世界田径锦标赛男子跳远决赛中的数据为例, 分析了世界级男子跳远运动员的步长、速度、角度等技术特征和发展趋势, 以期为今后的跳远训练提供理论参考。

关键词: 男子; 跳远; 世界田径锦标赛; 运动学分析

中图分类号: G804.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-1207(2010)05-0059-04

Kinematic Analysis of the Men's Long Jump Skills in the 12th IAAF World Championships

LI Yu-zhang¹, XU Yi-cheng², ZHANG Le-ping³

(Shanghai Institute of P.E., Shanghai 200438 China)

Abstract: During the recent years, the level of men's long jump in China has been improved. The key for the excellent performance lies in the perfection of technique. According to the data obtained in the finals of men's long jump in 2009 IAAF World Championships in Germany, the paper analyzes the technical characteristics of the step length, speed and takeoff angles as well as the development tendency of the sport so as to provide theoretical reference for future long jump training.

Key words: men; long jump; IAAF World Championships; kinematic analysis

跳远作为田径比赛项目中的一项, 被人们誉为“空中飞人”。1968年美国名将比蒙跳出了8.90 m的成绩, 被称为“跨世纪的一跳”。历经23年, 于1991年在日本东京举行的世界田径锦标赛上, 美国运动员鲍威尔跳出了8.95 m的成绩, 刘易斯也跳出了8.91 m的成绩。说明了人们对跳远技术和训练的认识有了新的发展和突破。但是, 近年来, 该项目的成绩一直没有太大的突破, 仅菲利普斯曾跳出过8.74 m的好成绩。

在我国, 自1980年刘玉煌第一个突破8 m大关以来, 涌现出一批如陈尊荣、黄庚、劳剑峰、谭正则、黄乐、许滨、李大龙等超过8 m大关的优秀运动员。近年来, 又涌现了如苏雄峰、李金哲等优秀的跳远运动员。为使我国的男子跳远项目能够得到持续不断地发展, 从而继续在亚洲的优势地位, 逐步缩小和世界水平的差距, 我们应该不断地参照世界级优秀运动员的技术特点和训练方法, 使跳远运动技术更加科学化和完善化。

本研究收集了该项目非常珍贵的世界最高水平的比赛数据, 以2009年德国世界田径锦标赛跳远决赛中的数据为例, 分析了现代跳远项目的技术特征和发展趋势, 以期为今后的跳远训练提供理论参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

选取了参加2009年德国世界田径锦标赛男子跳远决赛的前8名运动员为研究对象。同时, 通过国际田联的官方网站收集整理了研究对象的相关资料, 见表1。

表1 2009年世界田径锦标赛前8名运动员个人资料
Table 1 Personal Data of the Top 8 Long Jumpers in 2009 IAAF World Championships

姓名	出生年	身高 /m	体重 /kg	个人最好成绩 /m	本次比赛成绩 /m	比赛达成率
Phillips D.	1977	1.81	82	8.74	8.54	97.7%
Mokoena G.	1985	1.90	60.0	8.50	8.47	99.6%
Watt M.	1988			8.43	8.37	99.3%
Lapierre F.	1983	1.79	62	8.35	8.21	98.3%
Rutherford G.	1986			8.30	8.17	98.4%
Sdiri S.	1978	1.85	75	8.27	8.07	97.6%
Garenamotse G.	1977			8.11	8.06	99.4%
Tomlinson C.	1981	1.94	80	8.29	8.06	97.2%
平均值	27岁			8.37	8.24	98.4%

注: 数据来源于国际田联官方网站的数据库。

1.2 研究方法

1.2.1 文献资料法

通过上海体育学院图书馆的CNKI等电子期刊, 以跳远为关键词搜索了近年来的相关文献, 共计50余篇。同时, 利用Internet、国际田联官方网站^[1]和第12届世界田径锦标赛官方网站^[2], 检索了男子跳远2009年的世界排名和运动员的参赛成绩等网络资料, 收集了相关Long Jump的论文和数据资料等, 查阅了《中国田径教练员岗位培训教材》^[3]等书籍, 为本论文的撰写奠定了基础。

收稿日期: 2010-08-05

作者简介: 李玉章, 男, 副研究员。主要研究方向: 运动训练学。

作者单位: 1. 上海体育学院体育教育训练学院, 上海200438; 2. 上海体育科学研究所, 上海200030; 3. 上海体育学院附属竞技体育学校, 上海200438



1.2.2 运动学分析法

用3台S-VHS摄像机以50场/s的拍摄速度同步拍摄了2009年世界田径锦标赛的跳远比赛。第一台拍摄倒3和倒2步，第二台拍摄倒1步和起跳离地，第三台拍摄腾空过程至落地。

运动学参数的获取主要来源于德国国家体科所提供发表的技术参数为主。文中使用的一些技术参数界定如图1所示，具体解释如下：

躯干角：指躯干与水平面的夹角，躯干向前定义为正值、向后为负。

着地角：人体重心点和着地点连线与垂直线的夹角。

大腿角：摆动腿大腿与水平面的夹角，当膝关节低于髌关节时定义为负值。

落地距离：人体着地瞬间，足跟着地点与重心投影点之间的距离。



图1 运动学参数的定义图示

Figure 1 Defined Map of the Kinematic Parameters

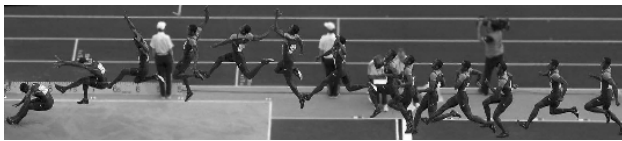


图2 锦标赛冠军和亚军的倒2步及跳跃过程全图

Figure 2 The Last Two Steps and the Takeoff Process of the Top Two Winners of the Championships

1.2.3 数理统计法

采用Excel 2003和Spss 15.0 for Windows 软件对前8名运动员的跳跃成绩进行了相关的统计学处理。

2 结果与分析

2.1 2009年世界田径锦标赛前8名运动员的倒3步步长特征

表2 前8名运动员最佳成绩时的步长特征

Table II Step Length Characteristics of the Best Performance of the Top 8 Long Jumpers

运动员	倒3步	倒2步	倒1步	倒2/倒3	倒1/倒2	倒2步差
Phillips D.	2.30	2.62	2.00	114	77	-0.62
Mokoena G.	2.27	2.32	2.19	102	94	-0.13
Watt M.	2.45	2.63	2.42	107	92	-0.21
Lapierre F.	2.24	2.36	2.28	105	97	-0.08
Rutherford G.	2.23	2.19	2.24	98	102	0.05
Sdiri S.	2.24	2.59	2.16	116	83	-0.16
Garenamotse G.	2.30	2.38	2.22	104	93	-0.16
Tomlinson C.	2.40	2.49	2.14	104	86	-0.35
平均值	2.30	2.45	2.21	106.25	90.5	-0.24

注：步长单位为m；相对步长单位为%。

从表2中可以看出，世界级优秀运动员的倒3步节奏比较一致，步长变化节奏除1人（第5名）外，其余运动员均呈现“中—大—小”的变化节奏，倒3步平均值分别为2.30 m、2.45 m、2.21 m。因此，倒2步/倒3步、倒1步/倒2步的比值分别大于100%和小于100%。这一技术特征也符合我国著名跳远教练冯树勇博士提出的“跑上起跳板”的理念^[4]。重心的最低点并非在起跳脚着板瞬间，而是在倒2步着地缓冲瞬间。这主要是运动员在倒2步时准备起跳通过增加步长加快重心速度，随后的倒1步中缩短了步长，加快了起跳腿的快速放腿准备起跳，所形成的一种特定技术动作。苑廷刚^[5]等采用数字化跑道对我国优秀跳远运动员的研究也指出：倒2步步长长有利于身体重心的适度下降，以便为起跳做充分准备，最后一步步长适当减小，可缩短着地点与身体重心投影点的距离，有利于髌部和身体重心尽快移过支撑点，减少助跑起跳水平速度的损失，以达到快速放脚起跳的目的，使助跑与起跳衔接更加紧密，技术动作上表现为积极加速上板，这与世界优秀跳远运动员的技术特征相一致，符合现代跳远运动发展的趋势。

同时，从起跳过程中，运动员的身体重心运动轨迹也可以看出人体重心曲线呈现上升趋势。波动幅度在6~10 cm左右，最小的为菲利普斯（Phillips D）6 cm。

2.2 2009年世界田径锦标赛前8名运动员的倒3步速度特征

助跑速度是获得优异成绩的最佳途径，从表3中分析可以看出，倒2步速度最高，大于倒3步和倒1步的速度值，8人的3步平均值分别为：10.46 m/s、10.52 m/s、10.40 m/s，这与前面的步长变化相对应，即在快速奔跑过程中，通过步长的调节改变了人体运动的速度。但是，为了能够获得最佳的起跳效果，并非最大速度完成起跳，而是以适宜的最佳可控速度完成起跳动作。世界级优秀运动员的着板速度均大于10 m/s，菲利普斯（Phillips D）的速度值最大，为10.78 m/s，结合表2可看出，其倒2步最长，倒1步最短，这为快速起跳奠定了基础。

表3 前8名运动员最佳成绩时的助跑速度特征

Table III Approach Speed Characteristics of the Best Performance of the Top 8 Long Jumpers

运动员	倒3步	倒2步	倒1步	11~6m段	6~1m段	速度增量
Phillips D.	11.08	11.12	10.78	11.06	10.93	-0.13
Mokoena G.	10.36	10.44	10.34	10.37	10.33	-0.04
Watt M.	10.51	10.59	10.43	10.55	10.46	-0.09
Lapierre F.	10.30	10.33	10.28	10.25	9.91	-0.34
Rutherford G.	10.36	10.39	10.44	10.24	10.41	0.17
Sdiri S.	10.23	10.31	10.17	10.23	10.29	0.06
Garenamotse G.	10.51	10.61	10.41	10.41	10.49	0.08
Tomlinson C.	10.33	10.40	10.31	10.23	10.32	0.09
平均值	10.46	10.52	10.4	10.42	10.39	-0.03

另外，从倒5步左右的距离来看，即11~6 m段和6~1 m段的速度比较，可以看出前4名运动员的速度呈减小趋势，而后4名的速度呈增加趋势，但总体上（8人的平均值）仍呈现了减小助跑速度的趋势，平均值分别为10.42 m/s和10.39 m/s，减小量为0.03 m/s。菲利普斯的减小量为0.13 m/s；Mokoena



G的减小量为0.04 m/s。然而,鲍威尔跳出8.95 m世界纪录时的这两段速度分别为10.79 m/s、10.94 m/s,速度增加量为0.15 m/s^[3];刘易斯跳出8.91 m/s时的这两段速度分别为11.23 m/s、11.26 m/s,速度增加量为0.03 m/s^[3],他们两位没有速度的减小,而是直接加速跑向起跳板的。

同时,11~6 m段的平均速度值与跳跃成绩呈正相关关系, $r=0.742$, $p < 0.01$ 。

以上数据表明,优秀的跳远运动员的技术特征都表现出高速度的积极上板起跳技术,跑跳结合连贯,这是他们创造优异成绩的主要技术特征之一。

2.3 2009年世界田径锦标赛前8名运动员的起跳技术特征

从表4中的数据可以看出他们起跳过程中的身体姿势特征,着地角平均值为25.6°;而菲利普斯的着地角为27°,说明了菲利普斯的起跳上板动作积极快速,特别是下肢动作积极主动,强调送髋向前,且保持了身体后倾13°,形成了送髋下压着地技术,加快着地速度,获得较大的前支撑力,为创造垂直用力条件、产生较大垂直速度奠定了最佳技术动作。

表4 前8名运动员最佳成绩时的起跳技术之角度特征

Table IV Angle Characteristics of the Takeoff Technique of the Best Performance of the Top 8 Long Jumpers

运动员	支撑时间	着地角	着地躯干角	最小缓转角	离地冲膝角	离地大腿角	离地角
Phillips D.	0.11	27	103	13	137	-9	20.0
Mokoena G.	0.11	26	99	13	143	-12	23.6
Watt M.	0.11	22	97	6	143	-5	22.8
Lapierre F.	0.12	28	102	11	147	15	27.9
Rutherford G.	0.12	23	95	9	149	4	18.9
Sdiri S.	0.12	23	98	9	139	-9	19.9
Garenamotse G.	0.12	26	99	13	136	-7	19.1
Tomlinson C.	0.13	30	104	7	132	-17	23.6
平均值	0.12	25.63	99.63	10.13	140.75	-5	21.98

注:时间单位为s;角度单位为°;躯干向前时躯干转角为正;当膝关节低于髋关节时大腿角为负。

在整个起跳过程中,在起跳时间上都非常短,前3名运动员为0.11 s,第4~7名运动员为0.12 s,说明他们起跳迅速有力。并且,起跳时间参数与跳跃的成绩间呈显著负相关关系, $r=-0.874$, $p < 0.01$ 。

另外,在膝关节缓冲角度上,膝关节角平均为140.75°。菲利普斯则表现出最小值,为137°,即缓冲幅度大于平均值,这主要是他的上板速度快、着地角大而产生了较大的冲击性负荷的原因。然而,他却能在0.11 s的极短时间内完成从着地缓冲向蹬伸离地的快速转化,这充分说明了他具有强有力的下肢支撑能力。文献表明^[3],鲍威尔创世界纪录时的起跳腿膝角变化分别为:着板时171°,最大缓冲时148°,起跳离地时171°,膝关节屈曲度仅为23°。与此相比,菲利普斯和鲍威尔在缓冲技术上存在着显著的个人技术特点。

表5为8名运动员在起跳阶段的速度特征变化情况,可以看出,世界级优秀跳远运动员都具有很强的起跳能力,即使在较高的水平速度下,仍能获得较大的垂直速度。例如:菲利普斯的起跳离地速度较高,达到9.23 m/s,高于平均值

表5 前8名运动员最佳成绩时的起跳技术之速度特征

Table V Speed Characteristics of the Takeoff Technique of the Best Performance of the Top 8 Long Jumpers

运动员	起跳速度	损失速度	垂直速度	速度转化率	摆动腿平均速度
Phillips D.	9.23	1.55	3.35	46.3%	794
Mokoena G.	8.67	1.68	3.79	44.3%	835
Watt M.	8.83	1.60	3.71	43.1%	797
Lapierre F.	7.99	2.30	4.23	54.4%	938
Rutherford G.	9.16	1.28	3.14	40.8%	863
Sdiri S.	8.69	1.48	3.15	47.0%	764
Garenamotse G.	9.17	1.25	3.17	39.4%	793
Tomlinson C.	8.53	1.78	3.72	47.8%	657
平均值	8.78	1.62	3.53	0.454	805.13

注:时间单位为s;角度单位为°;摆动腿平均速度单位为°/s。

8.78 m/s近0.45 m/s。他的速度损失为1.55 m/s、离地的垂直速度为3.35 m/s,速度转化率为46.3%。文献表明^[3],鲍威尔创世界纪录时的离地垂直速度为3.7 m/s,水平速度损失为1.91 m/s。

另外,摆动腿的摆动幅度也是影响蹬伸效果的重要因素之一,从表4和表5的摆动腿数据可以看出:在离地瞬间摆动腿大腿与水平面的夹角平均为-5°,即稍低于水平面。菲利普斯为-9°,也说明了他强调摆动的向前性,并没有一味的追求向上的摆动和向垂直速度的转化,而是自然地加速摆动,强调向前性。从表5中的摆动腿平均速度数据也证明了这一点,摆动速度也同样低于平均水平805.1°/s,仅为794°/s。

2.4 2009年世界田径锦标赛前8名运动员的落地技术特征

落地距离以及落地损失距离都取决于落地技术的好坏,也是影响运动成绩的重要环节。由于田径竞赛规则规定,跳远项目的成绩丈量是从起跳线量至运动员落地区在沙面上留下痕迹的最短直线距离。因此,如果空中动作控制不好极易导致落地动作的不平衡,导致落地距离的损失。而本研究中尽管8名运动员的落地姿势各不相同,但都没有出现落地距离的损失。以菲利普斯为例,他经过空中走步、大幅度换腿等一系列动作后,形成了躯干前倾较大、髋关节角和膝关节角较小的团身姿势落地,高效地利用了落地技术,其落地距离较小,仅44 cm,见图1和表6。

表6 前8名运动员最佳成绩时的落地技术特征

Table VI Characteristics of the Landing Technique of the Best Performance of the Top 8 Long Jumpers

运动员	落地距离	损失距离	膝角	髋角	躯干角
Phillips D.	0.44	0	51	129	55
Mokoena G.	0.55	0	74	151	96
Watt M.	0.59	0	92	148	115
Lapierre F.	0.36	0	61	143	92
Rutherford G.	0.40	0	49	143	64
Sdiri S.	0.70	0	108	127	106
Garenamotse G.	0.67	0	94	153	109
Tomlinson C.	0.47	0	76	133	94
平均值	0.52	0	75.63	140.88	91.38

注:距离单位为m,角度单位为°。



3 结论与建议

3.1 世界级优秀跳远运动员的倒3步助跑技术相对稳定,形成了“中—大—小”的步幅节奏和特有的加速上板技术,有利于完成连贯的跑跳结合技术,充分发挥速度能力。

3.2 快速的助跑速度和强大的跳跃能力是世界跳远技术发展的重要特征。

3.3 落地技术各异,但均无距离损失,对空中动作控制能力的改善是我们值得学习的环节。

参考文献:

- [1] 国际田联官方网站, <http://www.iaaf.org>[OL]
- [2] 德国柏林世界田径锦标赛官方网站, <http://berlin.iaaf.org/>[OL]
- [3] 刘大庆, 吴瑛, 主编. 中国田径教练员岗位培训教材[M], 北京: 人民体育出版社, 2009.
- [4] 冯树勇. 中国高水平跳远运动员训练内容体系的研究[D], 北京体育大学博士论文, 2001.
- [5] 撤涛, 杨先军, 马祖长, 等. 基于数字跑道的田径训练信息采集和反馈系统的设计与实现[J], 体育科学, 2008, 28(9): 70-73.

(责任编辑: 何聪)

(上接第45页)

须对此予以高度重视, 并应该率先破解这个难题。

5.2 上海市外来农民工体育参与的需求水平相对较低, 制约上海市外来农民工体育参与的原因是多方面的。由于“外来”的特殊身份, 致使他们的体育参与路径受到了极大的限制, 而工资收入低、体力劳作时间较长, 所处的生活环境差和体育参与观念淡薄等, 则是目前阻碍上海市外来农民工进行体育参与的主要原因。

5.3 从社会管理和控制的角度考虑, 上海市在构建和完善体育公共服务体系中, 外来农民工的体育参与是一个不容忽视的组成部分。上海市实施推动外来农民工的体育参与活动, 在物质文化方面具有较好的基础条件, 但是, 在社会公共服务管理的制度设计方面还存在着一些空白和不足, 亟待改进和完善。

参考文献:

- [1] 国务院关于解决外来农民工问题的若干意见[N]. 人民日报, 2006-03-28.
- [2] [美] 杰·科克利. 体育社会学——议题与争议[M]. 清华大学出版社, 2003.

出版社, 2003.

- [3] 张世威等. 一个不可忽视的外来农民工问题——体育权利的缺失[J]. 体育学刊, 2007.
- [4] 张跃进等“外来农民工”的概念及其特点研究初探[J]. 江南论坛, 2007(8).
- [5] 裴立新, 肖剑. 从社会学视角看我国外来农民工体育问题[J]. 体育文化导刊, 2007. 2.
- [6] 周大鸣等. 城市外来农民工研究的回顾与反思[J]. 社会学, 2004(12).
- [7] 郑月琴. 外来农民工文化需求定位及其实现路径[J]. 农村经济, 2005(3).
- [8] 米庆成. 进城外来农民工的城市归属感问题探析[J]. 青年研究, 2004(3).
- [9] 陈朝阳. 外来农民工问题与社会主义和谐社会的构建[J]. 党政干部论坛, 2006(2).
- [10] 上海市总工会关于进一步加强维护外来农民工合法权益工作的通知[EB/OL]. <http://shwomen.eastday.com/renda/node5902/node5911/node6581/u1a1308453.html>, 2006-11-21.

(责任编辑: 陈建萍)