

我国女子链球项目备战伦敦奥运会重点队员 投掷技术的诊断分析

Throwing technics of Chinese female key hammer throw athletes while preparing for 2012 London Olympics

董海军^{1,2}, 郭杰³, 郝勇霞¹, 冯海涛⁴, 郝选明²

DONG Hai-jun^{1,2}, GUO Jie³, HAO Yong-xia¹, FENG Hai-tao⁴, HAO Xuan-ming²

摘要:通过运用三维运动学分析的方法,对我国现役4名优秀女子链球选手的旋转技术进行研究发现:张文秀旋转阶段加速时机好,对器械的控制能力较强,加速节奏合理,符合掷链球技术的要求;王峥各圈单支撑时间过长,加速节奏较差;郝帅旋转过程中对器械的加速效果较差,身体对器械的控制能力差,节奏差;刘瑛慧一、二圈对器械的加速效果差,三、四圈加速效果好,加速节奏合理。

关键词:链球;旋转技术;时空特征;运动学

中图分类号:G824.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-2076(2014)03-0076-05

Abstract: Through the 3-D kinematic analysis and on the basis of the rotation technique four Chinese elite female hammer throw players, we found that Zhang Wenxiu has a good acceleration at the rotating period, strong ability of hammer control, reasonable acceleration pace, which comply with the requirements of hammer throw technic. Single support of each circle is too long to Wang Zhen, and accelerating the pace is not good. Hao Shuai's accelerating speed of the hammer is poor in the rotating process, and her hammer control and pace are also poor. Liu Yinghui's first and second laps of hammer accelerating are not good enough, but the effect of accelerating in the third and fourth laps are good, and her pace is reasonable.

Key words: hammer; rotation technique; characteristics of space-time; kinematics

1 研究目的

女子链球是我国的优势项目,曾涌现出顾原、刘瑛慧、张文秀等一批优秀运动员。特别是张文秀在2008年北京奥运会上获得一枚宝贵的铜牌,实现了我国在该项目上的历史性突破,使我国女子链球在亚洲处于遥遥领先的地位,被誉为“亚洲女子链球第一人”,在2012年又以76.99米的成绩打破了自己保持的亚洲纪录,2012年伦敦奥运会上获得了第四名。本研究通过三维运动学方法对我国现役优秀女子链球选手的投掷技术进行系统诊断和分析,找出我国运动员技术上存在的问题,并提出改进技术的建议和方法,为运动员改进技术、提高专项竞技能力和运动成绩提供帮助,推动我国女子链球项目进一步发展。

收稿日期:2014-02-19

基金项目:中国博士后科学基金第50批资助项目(2011M501334),国家体育总局重点领域攻关课题(2012B040),陕西省男子链球备战十二届全运会科技攻关与服务。

作者简介:董海军(1978-),男,河北邯郸人,博士,副教授,博士后,研究方向田径技术理论与实践、运动员肌肉用力特征。

作者单位:1. 西安体育学院,陕西西安 710068; 2. 华南师范大学博士后流动站,广东广州 510063; 3. 唐山师范学院,河北唐山 063000; 4. 河北科技大学,河北石家庄 050018

1. Xi'an University of Physical Education, Xi'an 710068 Shanxi;
2. South China Normal University, Guangzhou 510006, Guangdong;
3. Tangshan Normal University, Tangshan 063000, Hebei;
4. Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, Hebei, China

2 研究对象与方法

2.1 研究对象

表 1 研究对象基本情况

	身高 m	体重 kg	年龄	籍贯	个人最好成绩	本次研究成绩	运动等级
张文秀	1.82	104	28	解放军	76.99	74.86	国际健将
王 崢	1.74	93	25	陕西	72.46	62.16	国际健将
刘瑛慧	1.78	88	32	重庆	72.17	65.70	国际健将
郝 帅	1.78	80	26	辽宁	68.77	65.66	国际健将

研究对象中张文秀达到了 2012 年伦敦奥运会的 A 标,其他选手也是本次比赛的最好成绩,代表了我国该项目现阶段的最高水平。

2.2 研究方法

2.2.1 文献资料法

通过互联网查阅近几年发表的有关掷链球的文章,并走访运动员和教练员,获取与本研究有关的资料,从而为本研究提供充足的理论依据。

2.2.2 近景动态立体摄影法

采用两台高速摄像机,对 2010 年在石家庄举行的全国田径锦标赛的女子链球决赛进行拍摄,一部摄像机置于投掷方向的正后面,一部摄像机置于右侧面,拍摄频率为 120 帧/s,主光轴夹角约 90°左右,拍摄距离约 10 m,机高 1.20 m 左右。

2.2.3 运动学分析法

采用美国 ARIEL 公司生产的 APAS 运动录像分析系统,对影片进行解析。采用人体模型 DLT 引导图

像测量系统,模型采用日本的松井秀治人体模型。首先对框架进行标定,并根据项目的要求选取身体的 20 个关节,另外选取一个附加点(器械)采取逐幅的方法进行解析。最后对解析数据进行低滤波平滑处理,平滑系数为 8,获取所需参数的原始数据。

3 结果与分析

为了便于分析和研究,我们将完整的四圈旋转掷链球技术分为 10 个时相:t₀:预摆结束后的旋转开始(链球位置最低点),t₁:右脚第一次离地瞬间,t₂:右脚进行旋转后首次着地瞬间,t₃:右脚第二次离地瞬间,t₄:右脚第二次着地瞬间,t₅:右脚第三次离地瞬间,t₆:右脚第三次着地瞬间,t₇:右脚第四次离地瞬间,t₈:右脚第四次着地瞬间,t₉:链球出手瞬间^[1],其中 t₁~t₂ 为旋转的第一圈,t₃~t₄ 为旋转第二圈,t₅~t₆ 为旋转第三圈,t₇~t₈ 为旋转第四圈。

3.1 我国女子链球选手旋转各阶段时间结构

表 2 女子链球选手旋转各阶段时间分配情况

	第一圈		第二圈		第三圈		第四圈		缓冲时间	总时间
	单支撑	双支撑	单支撑	双支撑	单支撑	双支撑	单支撑	双支撑		
张文秀	0.310	0.267	0.275	0.225	0.242	0.209	0.250	0.242	0.072	2.237
王 崢	0.350	0.333	0.309	0.283	0.250	0.225	0.200	0.183	0.092	2.538
刘瑛慧	0.277	0.310	0.268	0.268	0.243	0.235	0.260	0.243	0.059	2.405
郝 帅	0.277	0.343	0.218	0.285	0.218	0.243	0.218	0.276	0.084	2.313

表 3 女子链球选手旋转各圈单双支撑时间比例

	第一圈	第二圈	第三圈	第四圈
张文秀	1.16	1.22	1.16	1.03
王 崢	1.05	1.09	1.11	1.09
刘瑛慧	0.89	1.00	1.03	1.07
郝 帅	0.81	0.76	0.90	0.79

在完整的旋转技术中,各圈旋转的加速节奏一定要明显,旋转时间的长短主要取决于旋转的圈数和投掷技术的熟练程度,而加速的节奏体现在各圈旋转单支撑和双支撑阶段的时间变化上^[2]。帮达丘的研究结果表明,链球速度增长主要集中在双支撑阶段,单支撑阶段是链球惯性运行和取得合理的身体扭转的阶段^[3]。由表 2 可知,我国 4 名选手旋转阶段各圈单支撑时间呈现逐圈减少的趋势,而双支撑时间从 1~3 圈逐圈减少,但第四圈双支撑时间明显比第二圈和第三圈长,仅少于第一圈的用时,这主要是由于第四圈中运

动员要尽可能地增加链球的轨迹,从而延长用力距离,同时克服器械对人体造成的更大离心力。张文秀旋转阶段单支撑阶段的用时和其他几名选手相差不大,区别较大的是双支撑阶段用时明显比其他 3 名选手少,特别是 1~3 圈,在一定程度上说明她旋转的过程中右脚着地积极,右脚从着地缓冲到蹬伸用力的速度快,对器械的加速快,控制能力强。相反郝帅和王崢旋转过程中各圈双支撑时间偏长,特别是在 1~3 圈,说明她们二人对器械的加速能力弱,右腿蹬伸的速度慢,重心在两腿之间移动速度慢,第四圈郝帅双支撑的用时最长,而王崢双支撑用时严重偏短,这和她重心移动速度过快有关,虽然有利于转动,但不利于形成良好的用力姿势,容易造成用力过程中上体过早地向左侧转动,“满弓”效果差。刘瑛慧和郝帅第一圈单支撑时间较短,比双支撑的时间短,相反王崢和张文秀第一圈单支撑时间偏长,而且还比双支撑时间长,说明第一圈的旋

转中张文秀和王峥对器械的加速时机快,而刘瑛慧和郝帅对器械的加速速度慢、时机晚。张文秀和王峥旋转阶段各圈单支撑时间都比双支撑时间长,而刘瑛慧和郝帅是单支撑时间比双支撑时间短,说明刘瑛慧和郝帅整个旋转过程中一直存在对器械加速速度慢的特点。从缓冲和整个投掷的时间看,张文秀用时最短,而王峥用时最长,王峥整个旋转过程中单支撑用时过长,右脚着地后的缓冲时间偏长,张文秀和她不同的是,单支撑时间和双支撑时间都比较短,特别是2~4圈,说明她后续对器械的控制和加速能力较强,加速节奏较好。

卡尔文等通过多年对世界A级链球赛运动员现场统计结果分析表明:运动员在旋转阶段单支撑和双支撑的时间比率与链球成绩高度相关($R = 0.93, P < 0.01$),比率小于1不利于链球的加速^[4]。从表3可知,张文秀旋转各圈单双支撑时间的比例都大于1,说明她加速时机把握得好,有利于对链球的加速,动作节奏符合掷链球技术的要求。而王峥各圈单双支撑时间比例虽然也都大于1,但她是由于单支撑时间过长,进一步说明她单支撑阶段右腿围绕左侧轴转动的速度慢,对身体控制能力差。刘瑛慧旋转各圈中除第一圈单双支撑时间比例小于1以外,2~4圈的比例都比1大,说明她第一圈加速节奏不合理,右脚着地后对器械加速不积极,但旋转的后续阶段加速还算合理。郝帅的整个旋转过程中各圈单双支撑时间比例都小于1,旋转节奏存在严重的不合理现象,进一步说明她双支撑时间长,单支撑时间短,主要原因是单支撑阶段右腿后留程度小,破坏了后续加速的节奏,而在双支撑阶段存在对器械加速慢的现象,控制能力差。

3.2 我国女子链球选手旋转过程重心速度特征分析

旋转过程中重心的速度反映了身体转动速度的快慢,同时一定程度上反映了对器械的控制能力。研

究表明,链球每一圈的极限速度取决于运动员在旋转过程中的加速能力。由于运动员的旋转速度是各圈速度叠加,同时出手速度的大小还取决于运动员在旋转过程中每一圈的极限速度,所以出手速度的提高在很大程度上取决于运动员旋加快(极限速度的大小)^[5]。

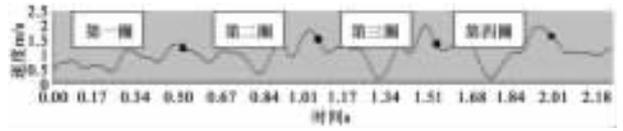


图1 张文秀旋转过程重心速度曲线图

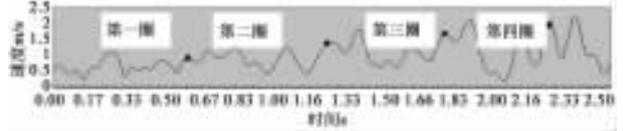


图2 王峥旋转过程重心速度曲线图

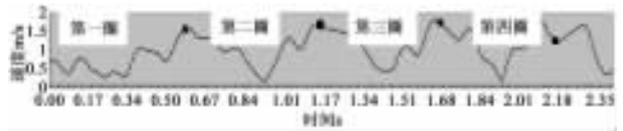


图3 刘瑛慧旋转过程重心速度曲线图

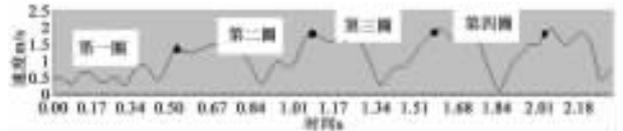


图4 郝帅旋转过程重心速度曲线图

注:“0时刻-▲”为旋转第一圈,“▲-●”为旋转第二圈,“●-◆”为旋转第三圈,“◆-■”为旋转第四圈,下同。

由表4可知,器械在最低位置瞬间刘瑛慧重心速度较大,说明她身体预摆阶段幅度大,其他选手预摆幅度相对较小。

表4 女子链球选手旋转各个阶段重心速度

	最低位置	第一圈		第二圈		第三圈		第四圈		出手瞬间
		右离	右着	右离	右着	右离	右着	右离	右着	
张文秀	0.523	0.511	1.289	0.671	1.529	0.246	1.380	0.196	1.644	1.168
王峥	0.556	1.123	0.977	0.693	1.383	0.851	1.695	0.478	1.946	0.720
刘瑛慧	0.692	0.363	1.599	0.337	1.681	0.469	1.734	0.491	1.244	0.485
郝帅	0.561	0.483	1.395	0.384	1.814	0.309	1.865	0.460	1.795	0.749

旋转第一圈王峥右脚离地瞬间重心速度最大,上体向投掷方向移动幅度大,前倾幅度大,不利于控制器械加速节奏。刘瑛慧第一圈右脚离地瞬间重心速度最低,相应器械的最大速度也最低,对器械的加速能力较弱。旋转第一圈右脚着地瞬间,刘瑛慧的重心速度大,但王峥的重心速度反而比右脚离地瞬间下降了,这是不合理的,说明王峥右脚着地不积极,右脚速度慢。其

他选手右脚着地瞬间的重心速度都比右脚离地瞬间有一定程度的增加,右脚着地瞬间右侧转动速度快,着地积极。

旋转第二圈右脚离地瞬间张文秀和王峥重心速度较大,说明她们上肢转动的速度快,相反刘瑛慧和郝帅右脚离地瞬间重心的速度比第一圈有所下降,这也是不合理的现象。在右脚着地瞬间郝帅的重心速度反而

增加得最大,说明她右侧上体转动幅度大,速度快,右脚着地瞬间重心的速度也不能增加过快,如果过大会造成人球不能合一,失去对器械的控制能力,会增加双支撑阶段对器械的加速程度,对形成合理的加速节奏也是不利的^[6],像郝帅就存在这样的问题,主要在第二圈,重心速度转动过快,左侧轴存在回旋现象,特别是左肩,身体对器械控制较差。

旋转第三圈右脚离地瞬间张文秀和郝帅重心速度较低,对器械的加速能力较差,但王峥第三圈右脚离地瞬间重心速度较快,说明她这一阶段右腿蹬伸积极,推动身体重心尽快向左腿上过渡。从第三圈右脚着地瞬间的重心速度看,张文秀右脚着地瞬间重心速度较低,上体移动慢,右脚着地不积极,其他几名选手右脚着地速度较快,可以看出张文秀旋转中第三圈对器械的加速能力较差。

旋转第四圈右脚离地瞬间张文秀重心速度最低,说明她右腿蹬伸不积极,重心移动的速度较慢,其他选手重心速度相差不大,王峥和郝帅右脚着地瞬间重心的速度较大,右脚着地的速度相对较快,而张文秀第四圈右脚着地速度相对较慢,不积极,不利于对器械的持续加速。

器械出手瞬间,张文秀重心速度较大,明显高于其他几名选手,进一步说明她最后用力阶段对器械持续加速能力较强。器械在出手瞬间是在重心的带动下完成的,并不是只靠手臂对器械加速的。而我国其他几名选手器械出手瞬间重心并不能保持较高速度,主要依靠上肢抬起和手臂完成的加速,用力动作不充分,身体参与用力的程度小。整个旋转阶段重心速度表现的特征右脚着地瞬间都比右脚离地瞬间大,也就是说单支撑阶段是重心加速的主要阶段,主要是为了完成身体对器械的超越,为双支撑阶段取得更大的加速距离创造条件,相反对器械的加速阶段主要在双支撑阶段,并不是在双支撑阶段。

3.3 我国女子链球选手旋转过程器械速度特征分析

研究表明,预摆阶段的球速占出手速度的50%左右,球速增量是各阶段增量最大的,因为运动员要从静止状态把链球摆动起来,但也并不是越大越好,如果一味追求预摆阶段速度,不仅会打破后面旋转加速的节

奏,也不利于成绩的提高,主要取决于运动员对器械的控制能力^[7]。

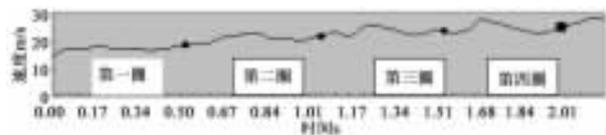


图5 张文秀旋转过程器械速度曲线图

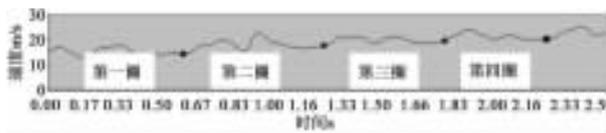


图6 王峥旋转过程器械速度曲线图

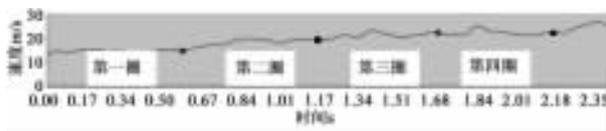


图7 刘瑛慧旋转过程器械速度曲线图

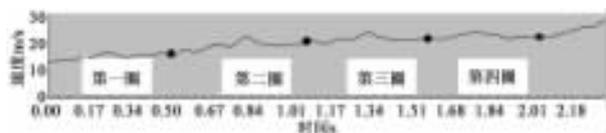


图8 郝帅旋转过程器械速度曲线图

由预摆阶段的增量来看,除王峥外其他几名选手都在50%左右,也就是说王峥预摆阶段链球的速度过快,在最低位置是球速最大,相反刘瑛慧和郝帅球速较低。进入旋转阶段第一圈器械的速度张文秀最大,增加也比较大,相反,王峥第一圈器械的极限速度虽然也比较大,但增量是所有选手中最小的,主要原因还是预摆阶段球速过快,对器械的控制能力较差。

张文秀和刘瑛慧第一圈器械速度的增量对器械的出手贡献最大,器械获得的速度也比较大,第一圈对器械的加速能力较强,而王峥第一圈对器械的加速效果差,器械获得的速度增量较小。

第二圈为掷链球主要的加速阶段,从器械最大速度可知,张文秀器械的极限速度最大,而且增量也远远大于其他选手,说明张文秀第二圈对器械的加速能力强。4名选手第二圈器械速度的增量仅小于预摆阶段,进一步验证了第二圈在整个旋转过程中的作用。

表5 女子链球选手旋转各圈器械速度

	最低位置	第一圈		第二圈		第三圈		第四圈		出手瞬间	增量
		最大速度	增量	最大速度	增量	最大速度	增量	最大速度	增量		
张文秀	14.31	17.19	2.88	21.60	4.41	24.08	2.48	25.49	1.41	27.58	2.09
王峥	14.84	16.74	1.90	20.66	3.92	21.37	0.71	23.77	2.40	24.76	0.99
刘瑛慧	12.95	15.58	2.63	19.23	3.65	22.48	3.25	23.78	1.30	25.78	2.00
郝帅	13.20	15.35	2.15	19.94	3.69	21.59	2.55	22.55	0.96	23.75	1.20

第三圈器械的速度张文秀最大,但器械速度的增量刘瑛慧和郝帅较大,王峥最小,可以看出,王峥由于受预摆速度大的影响,造成大2~3圈对器械的加速效果减弱,说明她在2~3圈的加速节奏不合理,对器械的速度的贡献也比较小,同时张文秀第三圈对器械加速的能力也有一定程度的下降。相比刘瑛慧第三圈对器械的加速效果较好,对器械速度贡献的比例也比较大。

表6 女子链球选手旋转过程中各圈球速的增量对出手速度的贡献率 %

	预摆阶段	第一圈	第二圈	第三圈	第四圈	出手阶段
张文秀	52	10	16	9	5	8
王峥	60	8	16	3	10	4
刘瑛慧	50	10	14	13	5	8
郝帅	56	9	16	11	4	5

第四圈是最后用力前的准备阶段,对用力技术有着直接的影响^[8]。张文秀第四圈器械的速度最大,但增量较小,王峥在第四圈器械的速度增量最大,对出手速度的贡献也最大,但存在一定的不合理性,她由于在2~3圈对器械的增量小,对身体的姿势有一定程度的调整,所以第四圈使器械的速度大幅度增加,同时,由于她第四圈在右脚着地瞬间重心速度转动过快,必然带动器械加速,在一定程度上破坏了加速的节奏,所以说她在第四圈对器械急剧加速是不合理的。相比,其他3名选手第四圈对器械的加速程度都比较弱,主要还是由于调整身体姿势,为形成良好的用力姿势做准备造成的,郝帅第四圈对器械的加速效果最差。

器械的出手初速度对成绩有直接的影响。张文秀器械的出手速度远远大于其他选手,这也是她的成绩能达到74.86 m的主要原因,从用力阶段对器械的增量来看王峥最小,进一步说明了王峥在第四圈器械和身体重心出现急剧加速的现象是不合理的,破坏了后续用力的节奏,不利于形成良好的用力姿势和增加“满弓”的效果。郝帅在出手阶段对器械的增量也比较小,但刘瑛慧和张文秀对器械的增量较大,直接说明她们二人后续对器械的加速能力较强,这也是优秀链球运动员必须具备的特征,对器械的加速能力应该是越来越强,特别是最后用力阶段,张文秀和刘瑛慧用力阶段对器械的速度贡献也最大,用力效果较好。

4 结论与建议

4.1 张文秀各圈加速时机好,旋转过程中第三圈对器械加速能力较低,训练中应该重点提高三、四圈对器械的加速能力。王峥各圈单支撑时间过长,右腿围绕左侧轴转动的速度慢,身体控制能力差,训练中重点提高

第一圈和第四圈对器械的加速能力。刘瑛慧第一圈加速节奏不合理,右脚着地后对器械加速不积极,训练中重点提高第一圈快速转动的能力。郝帅整个旋转过程中双支撑时间长,单支撑时间短,单支撑阶段右腿后留程度小,双支撑阶段存在对器械加速慢的现象,训练中增加右腿后留的幅度来增加双支持时间,使加速节奏更加合理。

4.2 郝帅旋转的二、三圈重心速度增加过快,王峥第四圈重心速度转动过快,存在左侧轴回旋现象,训练中应注意左侧轴的压紧状态,控制右腿后留的幅度。张文秀各圈中右脚离地瞬间重心速度较低,训练中适当增加右腿蹬伸的积极程度,右脚着地瞬间重心速度也没有急剧增加,左侧轴控制较好,加速平稳。其他几名选手器械出手瞬间重心并不能保持较高速度,主要依靠上肢抬起和手臂完成的加速,用力动作不充分,身体参与用力的程度小,训练中要逐渐完善最后用力的技术,尽量增加身体参与用力的幅度,特别是王峥最后的用力技术存在向上蹬伸不积极的现象,过多强调了向前的力量,减小了向上的力量。

4.3 张文秀第一、二、四圈对器械的加速效果好,但第三圈加速效果较差,整个加速现象明显,对器械的控制能力较强,加速节奏好。王峥预摆阶段器械速度增加过大,破坏了后续旋转阶段对器械的加速节奏。刘瑛慧前两圈加速效果差,三、四圈加速效果好。郝帅整个旋转阶段对器械的加速效果较差,身体对器械的控制能力差。

参考文献:

- [1] 智勇,冯海涛,董海军. 我国优秀女子链球选手投掷技术运动学特征的研究[J]. 广州体育学院学报,2007,12(5):27-31.
- [2] 陈洁明. 对我国优秀男子链球运动员旋转技术特征的分析[J]. 北京体育大学学报,2004,24(3):413-416.
- [3] 董海军. 我国优秀女子链球选手旋转技术时空特征研究[J]. 北京体育大学学报,2011,34(5):121-125.
- [4] 张桃臣,董海军,左伟. 我国优秀男子链球选手旋转技术环节时空特征的运动学研究[J]. 首都体育学院学报,2011,23(3):245-250.
- [5] 董海军,田有惠. 北京奥运会女子链球铜牌得主张文秀投掷技术的运动学研究[J]. 首都体育学院学报,2011,23(1):64-71.
- [6] 车晓波. 我国优秀男子链球运动员投掷技术的运动学特征[J]. 上海体育学院学报,1999,23(1):36-42.
- [7] 康利则. 对我国优秀链球运动员投掷技术的分析[J]. 西安体育学院学报,1990,14(7):28-31.
- [8] 文超. 田径运动高级教程[M]. 北京:人民体育出版社,1994. 556-567.