

·竞赛与训练·

## 跳高起跳准备技术的运动学分析

林 明<sup>1</sup>, 闫 洁<sup>2</sup>

(1.西安体育学院 田径教研室, 陕西 西安 710068; 2.西安理工大学 体育部, 陕西 西安 710048)

**摘 要:** 对索托马约尔等4名世界优秀跳高运动员的比赛技术录像和技术图片进行统计分析后发现,背越式跳高的整个助跑过程所表现出的技术动作都是为完成良好的起跳做准备,所有的技术环节都直接影响运动员起跳效果。结合运动训练实践从运动员助跑节奏、倒三步起跳腿支撑、倒二步摆动腿支撑以及最后一步的起跳支撑4个方面对背越式跳高运动的起跳准备技术特点进行了运动学分析,总结出运动员采用步频型和步幅型、倾斜支撑型和屈腿支撑型等不同准备技术的特点。

**关 键 词:** 跳高;起跳准备技术;运动学分析

中图分类号: G823.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2007)04-0090-04

### Kinematical analysis of the takeoff preparation techniques for high jump

LIN Ming<sup>1</sup>, YAN Jie<sup>2</sup>

(1.Department of Track and Field, Xi'an Institute of Physical Education, Xi'an 710068, China;

2.Department of Physical Education, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The authors carried out a statistical analysis on the technical videos and photos regarding the games performed by 4 excellent high jump athletes in the world, such as Soto and Mayo, and revealed the following findings: All the technical moves performed in the entire run-up process in Fosbury style high jump were prepared by the athletes in order to accomplish good takeoff; all technical links affected the athlete's takeoff effect directly. By combining with sports training practice, the authors carried out a kinematical analysis on the characteristics of the takeoff preparation techniques for Fosbury style high jump in such 4 aspects as the athlete's run-up rhythm, takeoff leg support at the third countdown step, swinging leg support at the second countdown step, and takeoff support at the last step, and summarized the characteristics of different preparation techniques adopted by the athletes, such as step frequency type and stride type, as well as tilted support type and bended leg support type.

**Key words:** high jump; takeoff preparation technique; kinematical analysis

目前,针对跳高发展现状,国内外专家和学者已充分认识到好的起跳效果是提高运动成绩的重要因素。起跳准备技术就是运动员为了顺利完成有效而合理的起跳预先采取的技术动作。运动员整个助跑过程的技术动作,尤其是进入弧线倒2步摆动腿支撑阶段到起跳腿支撑落地部分的技术都是为完成良好的起跳做准备,其中的任何动作技术环节的好坏都直接影响着起跳的效果。为提高跳高技术训练水平,使教练员和运动员更清楚地认识和掌握起跳准备技术特点,笔者通过大量的文献资料、技术图片、技术录像的整

理分析,以及同有丰富跳高实践经验的教练员、训练专家进行交流,并对跳高起跳准备技术进行了运动学研究,以期为我国跳高技术训练提供参考。

#### 1 稳定的助跑节奏是完成良好起跳的基础

美国跳高专家约翰克里西<sup>[1]</sup>认为跳高成败的75%决定于助跑。助跑是跳高运动的第一技术环节,影响跳高运动起跳效果的所有技术指标所反映的就是运动员由助跑获得的动量向起跳进行转移的效果,助跑是起跳的根本动力,助跑技术的质量直接影响到运动

员的起跳效果。因此可以说跳高起跳技术只是助跑技术的演变，助跑技术中存在的问题将使运动员在起跳过程中付出不同的代价<sup>[2]</sup>。每一位运动员的助跑节奏并没有一种既定的模式，但为取得好的起跳效果，运动员都会在助跑过程中，尤其在最后 3 步弧线助跑时会结合自己的起跳技术特点使助跑速度稳定变化（上升、维持或下降），但是每一位优秀的运动员都有其固定的助跑节奏，因为他们深知助跑方式、速度的控制，路线的“固定”是取得良好起跳效果的基础。稳定的助跑技术（步长、步频以及速度变化形式）是每一位优秀运动员的重要技术特征。美国学者坦斯利<sup>[3]</sup>对世界优秀跳高运动员的助跑研究结果表明：优秀跳高运动员助跑的速度、节奏、路线及方式几乎都是固定的，他们每次助跑计时误差不超过 0.05 s，有的甚至不超过 0.01 s。因此，保证助跑的稳定性是完成起跳准备技术的前提，在技术训练过程中进行大量的助跑稳定性练习是必要的和有价值的。同时，运动员助跑的弧线具有一定的变化特点。运动员在进入弧线助跑后，由于助跑弧线的曲率逐渐增大就会迫使运动员身体的内倾角度逐渐增大。一般情况下，运动员助跑弧线曲率最大值出现在助跑的倒 2 步，这时运动员身体内倾角达到最大，最后一步运动员由于为起跳做准备使助跑弧线半径有所增大。这一点从运动员身体质心与横杆之间的夹角（ $\varphi$ ）在弧线助跑过程中的变化及运动员在着地支撑身体内倾角（ $\alpha$ ）变化可以得到体现（图 1）。

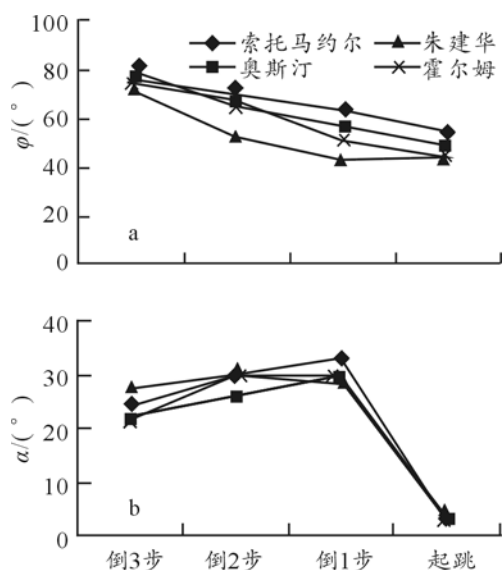


图 1 世界优秀跳高运动员身体质心与横杆夹角(a)和着地支撑身体内倾角(b)变化

日本学者阪本孝男<sup>[4]</sup>认为：倒 2 步摆动腿在弧线

稍外侧支撑是起跳准备动作的有效方法，美国田径专家达佩纳<sup>[5]</sup>认为：最后一步起跳腿偏离弧心放脚是运动员起跳准备共有的特征。教练员和运动员都应充分认识到弧线助跑的这一技术特点是为顺利完成起跳的无意识准备技术动作，有些运动员这些技术动作的幅度比较大，甚至出现起跳腿放脚偏向弧心，这可能与他们在助跑过程中急于进入起跳过程或为获得更大的过杆旋转动量有关，但这种技术会导致运动员出现身体过早倒向横杆、起跳动作不充分等技术错误。

## 2 倒 3 步起跳腿支撑阶段是起跳准备技术的开始

运动员进入弧线助跑后，由于身体的内倾姿势使运动员髋部位置下降，当运动员进入倒 3 步起跳腿支撑阶段，运动员助跑的内倾加大，上体由助跑前倾姿势转为正直，身体质心位置开始较为明显地下降，为了维持身体重心较为平稳的前移，支撑蹬伸的角度开始减小，因此，运动员在跑动中髋的前移动作就显得更为重要。运动员通过积极送髋来增加跑动步幅和步频，通过图 2 可以看出从这一阶段开始，运动员助跑技术分化为两种方式：步幅型和步频型。

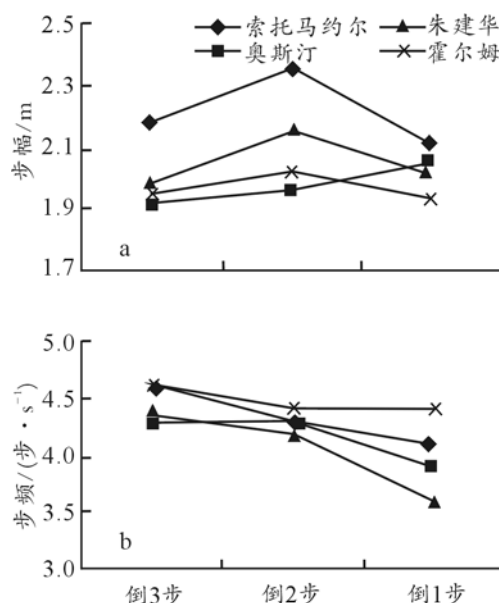


图 2 世界优秀跳高运动员步幅(a)和步频(b)变化

步幅型运动员依靠增大送髋幅度增加步长（幅），以维持或增加助跑速度，采用这种技术的运动员助跑的特点是弧线半径相对大，适用于身材较高、起跳幅度大的运动员。由于助跑的腾空和支撑时间相对较长，重心起伏较大会使速度损失较大，但有利于倒 2 步摆动腿支撑技术的完成。步频型运动员依靠缩小或

保持原来步长(幅)的情况下增加步频维持或增加助跑速度,采用这种技术的运动员助跑特点是弧线半径相对较小,助跑的腾空和支撑时间短,重心移动平稳,但该技术增加了运动员倒2步支撑动作控制的难度,这种技术适用于身材相对较低、助跑速度快的运动员。

### 3 倒2步支撑技术是起跳准备的核心

运动员助跑进入倒2步支撑阶段就要为身体重心运动方向的提早转变、为身体重心垂直速度的提早累积、为加速送髋动作的完成创造有利条件。因此,倒2步支撑技术是起跳准备的核心技术,该阶段的技术有承上启下的作用。

#### 3.1 倒2步摆动腿着地支撑技术

通过对优秀运动员的技术图片和录像的研究分析,助跑倒2步支撑着地的一个重要技术特点是运动员进入倒2步摆动腿在弧线稍外侧形成以膝关节为旋转点支撑脚稍外旋的支撑动作,这个技术动作有利于运动员送髋动作的快速完成。对最后一步形成良好的起跳极为重要。这个技术动作要求摆动腿着地时脚后跟内侧先着地并通过主动、迅速的“滚动”动作转入全脚掌支撑。另外,我国田径专家王保成<sup>[9]</sup>研究结果表明:摆动腿着地支撑的着地角度和起跳的效果呈显著相关关系。因此,在倒2步寻找适合个人特点的助跑速度与摆动腿着地支撑角度的最佳结合点是跳高技术训练的又一个重要内容。

#### 3.2 倒2步摆动腿着地缓冲支撑技术

通过研究发现,在倒2步摆动腿着地缓冲阶段,运动员技术表现分为两种类型:屈腿缓冲型和倾斜支撑型。

倒2步垂直支撑阶段采用屈腿缓冲型技术的运动员多为步幅型运动员,他们在助跑最后阶段由于身体倾斜角度的减小引起膝关节弯曲使运动员身体重心在倒2步垂直支撑时保持较低的身体重心位置,此阶段运动员腿部支撑时间长,速度损失较大,在垂直支撑时身体重心有较大的向下垂直速度,不利于起跳,但能提早改变重心移动的方向。同时,由于身体后倾角较大及支撑腿弯曲动作减小了运动员制动的前旋半径,在蹬伸阶段可以增加身体重心的工作距离以弥补摆动腿支撑引起的速度损失,这种技术有助于产生较大的起跳幅度。我国学者苏斌<sup>[7]</sup>的研究表明:运动员进入摆动腿垂直支撑时刻就开始了身体重心运动方向和垂直速度的变化。说明摆动腿着地缓冲支撑时刻是运动员由助跑进入起跳的开始,运动员在该阶段技术表现为体内倾和膝关节弯曲达到最大程度,身

体质心高度垂直下降到最低位置。同时,由于摆动腿着地时产生的“滚动”动作,使运动员产生一种身体下沉的跪膝动作作为摆动腿的蹬伸做好准备。这时运动员身体重心具有最大的向下垂直速度。教练员应注意此时运动员的支撑缓冲动作是主动的缓冲而不是被动的。在此阶段运动员倒2步的助跑速度和支撑缓冲的膝关节角度大小必须以其腿部力量的大小为基础。采用屈腿缓冲型技术的运动员倒2步较大,且最后3步步长的变化规律是:大—大—小;倒2步摆动腿支撑缓冲阶段采用倾斜支撑型技术的运动员多为步频型运动员,他们在助跑最后阶段为保持较低的身体重心,主要依靠身体向内倾斜来降低身体重心。这类运动员的身体倾斜角度较大,在身体重心下降时,速度损失较小,着地支撑时间短,身体后倾幅度不大。但由于起跳腿伸肌无法获得有利的工作条件,对起跳的姿势控制不佳。另外,采用这种技术的运动员能够在起跳前就可以获得身体重心垂直向上的速度以弥补身体重心工作距离较短的缺陷,因此,起跳速度快是这种技术类型的重要技术特征。采用这种技术的运动员需要有较强的腿部力量和身体控制能力。采用倾斜支撑技术的运动员倒2步一般较小,最后3步步长变化规律是:大—小—小。

#### 3.3 倒2步摆动腿支撑蹬伸技术

在摆动腿蹬伸时,一定要在充分伸髋后,再蹬伸膝关节和踝关节,同时起跳腿快速屈膝前摆,并带动同侧髋上提前摆,配合摆动腿后蹬向前送髋,充分的送髋动作可以加大起跳腿前摆的速度和幅度,有利于起跳时获得较大的冲量,缩短摆动腿支撑时间,同时也能减少腾空时间,另外,送髋动作可以加大摆动腿折叠小腿的力量缩短向前摆腿的半径,增加摆动腿摆动的角速度,利于摆动腿在起跳时的快速摆动。在此阶段,摆动腿蹬伸的时机很重要,运动员要在摆动腿垂直支撑阶段完成跪膝动作并使摆动腿膝关节向起跳腿膝关节并拢,当运动员感到身体好像在下沉时,收缩摆动腿一侧臀肌完成送髋蹬伸的动作,正确的送髋技术需要运动员腰、腹肌以及起跳腿的摆动肌群全部参加到摆动腿蹬伸动作中,形成髋部超越躯干的动作,形成肩轴与髋轴的“扭紧”状态。

### 4 最后一步的起跳准备技术

运动员完成倒2步起跳准备动作的技术,并达到起跳准备的技术要求后,最后一步的动作特征也就自然形成了。通过研究发现:采用屈腿缓冲型技术的运动员,由于倒2步较大的步幅和摆动腿积极的送髋动作使起跳腿快速屈膝前摆带动摆动腿蹬伸动作更易

完成。摆动腿膝关节向前的“跪顶”动作，使膝关节和踝关节的蹬伸更加有力，这样运动员起跳腿快速的前摆与摆动腿的跪顶蹬伸动作相结合，形成起跳腿髋部超越躯干的动作。这个动作加大了摆动腿蹬离地面时两大腿之间的夹角，有利于摆动腿的快速摆动和加大上摆幅度。同时，在运动员身体保持内倾姿势使摆动腿一侧髋的位置高于起跳腿一侧髋的动作基础上，运动员起跳腿快速的前摆与摆动腿的“跪顶”蹬伸动作形成了上体后仰的躯干姿势，并缩短了运动员最后一步的支撑时间、腾空时间和腾空距离，加快了起跳的节奏（图3）。

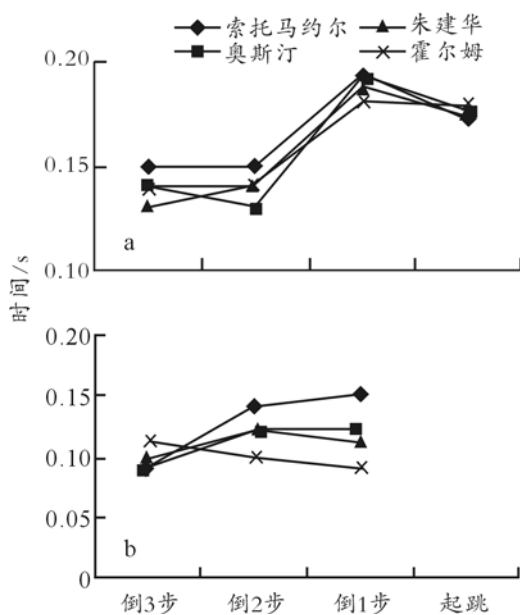


图3 世界优秀跳高运动员着地支撑(a)和质心(b)腾空时间

在一定程度上弥补了倒2步损失的助跑速度；采用倾斜支撑型技术的运动员在最后一步身体腾空阶段的身体内倾幅度较大，起跳腿支撑缓冲时的膝角较小，主要依靠在起跳腿落地支撑时，身体快速转入竖直状态而预先获得较高的身体质心垂直速度，以弥补身体质心工作距离较短的不足，这样就可以保持运动员在水平速度损失较小的情况下获得较高的垂直速度，因此，采用倾斜支撑型技术的运动员最后一步的支撑时间、腾空时间和腾空距离都小于屈腿缓冲型技术的运动员，但快速的起跳的节奏增加了运动员起跳技术的难度。不论采用哪种技术准备类型的运动员在最后一步起跳腿前伸落地时所表现出的重要技术特征是起跳脚在稍偏离弧心方向放脚，同时起跳腿以髋关节为轴形成一个稍外旋的动作。这个技术动作使躯干向弧心方向的偏转，形成肩轴与横杆垂直或使后背稍转向横杆的姿势，这个姿势有助于形成良好的起跳姿势和身体的旋转。

## 5 结论

(1)运动员的起跳就是将起跳准备所获得的能量进行有效的转移，从助跑开始到最后一步起跳腿的落地缓冲阶段都是为跳高起跳创造有利的条件，是完成跳高起跳的准备阶段。

(2)稳定的助跑节奏是运动员取得稳定起跳准备技术的重要保证，不同的运动员助跑的速度、补偿、步频以及弧线半径变化具有个人特点。

(3)倒3步助跑阶段开始为起跳动作进行技术准备，此时运动员的技术类型划分为步幅型和步频型。

(4)进入倒2步助跑阶段的技术决定运动员的起跳技术与起跳效果，此阶段的技术是跳高技术的核心，运动员技术类型划分为屈腿缓冲型和倾斜支撑型。

(5)倒3步助跑阶段和倒二步助跑阶段的技术决定最后一步的动作技术特征。

## 参考文献:

- [1] 邹顺和.国外跳高强国的跳高训练和技术[G]//第二届全国体育科学大会论文集, 1987: 35.
- [2] 谢克斯奈德.跳高助跑的要点[J].体育译文, 1995(2): 40-42.
- [3] J 坦斯利.背越式跳高的技术和训练[J].体育译文, 1986(4): 33.
- [4] 阪本孝男[日].青少年田径技术训练丛书——跳高[M].北京:人民体育出版社, 2001: 22-37.
- [5] 贾萨斯达佩纳[美].背越式跳高的生物力学分析[J].山东体育科技, 1989(9): 43-45.
- [6] 王保成,王 川.现代背越式跳高双动力起跳技术理论的创新研究[J].体育科学, 2003, 23(3): 33-42.
- [7] 苏 斌,吕乙林.背越式跳高两步起跳的初步研究[J].广州体育学院学报, 1998, 18(1): 104-108.
- [8] 苏 斌.背越式跳高“双动力”起跳技术理论研究[J].西安体育学院学报, 2005, 22(5): 73 - 75.
- [9] 世界优秀田径运动员技术图片选[C].上海:上海体育科学研究所, 1992, 11.
- [10] 林 明.“合三为一”与摆跳 [J].西安体育学院学报, 2007, 24(1): 101-104.
- [11] 闫 洁,黄健民,林 明.我国男子跳高运动技术发展的“症结”与诊断[J].北京体育大学学报, 2006, 29(12): 1727-1729.
- [12] 宗华敬,杨善德.中国优秀田径运动员技术图片[M].北京:人民体育出版社, 2001.

[编辑: 周 威]