

“十一五” 国家教育部规划教材

现代田径训练

Xiandai Tianjing
Xunlian
Gaoji Jiaocheng

高级教程

■ 孙 南 熊西北 张英波 主编



北京体育大学出版社
BEIJING SPORT UNIVERSITY PRESS

“十一五”国家教育部规划教材

现代田径训练 高级教程

孙 南

主 编：熊西北

张英波

北京体育大学出版社

策划编辑:熊西北
责任编辑:夏 伟
审稿编辑:熊西北
责任校对:赵 波 梁甜田
责任印制:陈 莎

图书在版编目(CIP)数据

现代田径训练高级教程 / 孙南编著. -- 北京:北京体育大学出版社, 2010.12
ISBN 978-7-5644-0617-2

I. ①现… II. ①孙… III. ①田径运动—运动训练—教材 IV. ①G820.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第261441号

现代田径训练高级教程 孙 南 熊西北 张英波 编著

出 版:北京体育大学出版社
地 址:北京市海淀区信息路48号
邮 编:100084
邮购部:北京体育大学出版社读者服务部 010-62989432
发行部:010-62989320
网 址:www.bsup.cn
印 刷:北京昌联印刷有限公司
开 本:850×1168 毫米 1/16
印 张:29.5

2011年9月第1版第1次印刷

定 价:120.00元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

前言

“田径专项训练”是我国体育院校和系科广泛开设的重点课程，且课时比例相当之大。但是，长期以来，并没有专门的针对于体育院校使用的“田径训练”教材，田径训练的内容往往被设为一节而见诸于各类田径教科书的“专项”篇章之中，这种习惯性的安排，由于篇幅和格式的限定，其深度、广度和知识的前沿性等方面都大打折扣，因而，远不能满足教师和学生的实际需要。

鉴此，我们希望编著一本专门面向体育院校的“田径训练”教材，以解教学和训练的日常之需。这一设想得到了国家教育部的首肯，所以，这本教材被列为“十一五”国家级规划教材；这一计划还得到了中国田径协会、国家体育总局科研所、北京体育大学、广州体育学院、清华大学等单位的认同和赞许，他们均派出了一流的专家教授和教练员参与到撰稿的行列之中；这一工作也得到了北京体育大学出版社和教务处的鼎力支持，他们专门安排了资深的编辑和管理工作者来协助和负责全书的筹划与出版事宜。

定名为《现代田径训练高级教程》，其“高级”主要体现为不再重复“一般训练学”和“田径基本理论”的内容，这将更加贴近于在校大学生（尤其是高年级学生）和田径教练员继续教育学习的实际学习流程。另外，突出“实用性”和“前沿性”也是本书各位编著者的一致共识，具体表现为：在决定运动成绩的复杂结构中剔选出关键性的影响因素，其目的是促进对项目特性的深入认识；运动员技术分析的对象基本定位在世界纪录保持者（或世界顶级优秀选手），这将有助于读者在学习观览现代田径技术高端表现的同时，领会其内在实质和潮流趋势；在庞大的训练体系中只介绍专项技术和主导型身体素质训练的重点与方法，从而有益于学生在就业后能够清醒地开始并不断地完善其“教练生涯”。积极引用国际田联和田径发达国家的训练理论和成果，由我国优秀训练团队的教练员和科研工作者直接介绍他们的成功经验，是本书的又一特点。

本教材也可以作为体育院校研究生和我国各类田径教练员业务学习的参考书籍。

现代田径运动训练实践和理论的发展日新月异。不断学习、不断探索、不断切磋是全体编著者在本书付梓时的共同心声，这其中自然包含着一种期望，那就是能够及时聆听到读者朋友们的批评和指正。

由于本书作者较多，在此不一一列出。作者姓名出现在各自编写章、节之后的署名中。在此，仅向为本书撰稿的作者表示衷心的感谢。

孙南 熊西北 张英波

2010年12月于北京体育大学

目录

前 言	1
第一章 田径运动项目的特性及训练发展趋势	1
第一节 短跨类项目特性分析	1
一、短跑、跨栏项目主导竞技能力	1
二、短跑跨栏项目神经——肌肉工作特点	3
三、短跑、跨栏项目供能特点	3
四、短跑、跨栏关键技术环节的力学分析	4
第二节 跳跃类项目特性分析	8
一、跳跃类项目主导竞技能力	8
二、跳跃类项目神经-肌肉工作特点	10
三、跳跃项目的供能特点	11
四、跳跃类项目关键技术的基本分析	11
第三节 投掷类项目特性分析	16
一、投掷类项目主导竞技能力	16
二、投掷类项目神经-肌肉工作特点	18
三、供能特点	20
四、投掷类项目关键技术环节的生物力学分析	21
第四节 中长跑类项目特性分析	27
一、中长跑类项目主导竞技能力	27
二、中长跑类项目神经-肌肉工作运动学特征	29
三、中长跑类项目供能特点	29
四、中长跑类项目关键技术环节的力学分析	31
第五节 竞走项目特性分析	33
一、竞走项目主导竞技能力	33
二、竞走项目神经-肌肉工作特点	34
三、竞走项目供能特点	36
四、竞走项目关键技术环节的力学分析	36
第二章 田径教练员与运动员	41
第一节 田径教练员	41

一、优秀田径教练员的职业特征	41
二、田径教练员的教练观与道德规范	43
三、田径教练员的知识与能力结构	47
四、田径教练员的培训与认证	48
第二节 田径运动员	52
一、田径运动员训练生涯的形成与发展	52
二、田径运动员的成长与培养系统	55
第三章 现代短跑技术与训练	57
一、影响运动成绩的关键因素	57
二、优秀运动员的技术分析	59
三、专项技术训练的重点与方法	65
四、主导性身体素质训练的重点与方法	69
五、训练过程与控制	77
六、接力跑的训练特点	81
第四章 现代跨栏跑技术与训练	85
一、影响运动成绩的关键因素	85
二、优秀运动员的技术分析	91
三、专项技术训练的重点与方法	100
四、主导性身体素质训练的重点与方法	104
五、训练过程与控制	109
第五章 现代中长跑技术与训练	118
一、影响中长跑运动成绩的关键因素	118
二、中距离跑运动员的技术	121
三、中距离跑的训练	127
四、中距离跑的训练过程与控制	132
五、长跑与超长跑的技术	135
六、长跑、超长跑的训练	138
七、长跑、超长跑训练过程与控制	143
八、马拉松跑的技术与训练	146
九、障碍跑的训练特点	147
第六章 现代竞走技术与训练	152
一、影响运动成绩的关键因素	152
二、优秀运动员的技术分析	153

三、竞走技能训练的重点与方法	158
四、竞走体能训练的重点与方法	165
五、竞走训练过程与控制	169
 第七章 现代跳高技术与训练	184
一、影响运动成绩的关键因素	184
二、优秀运动员的技术分析	188
三、专项技术训练的重点与方法	193
四、主导性身体素质训练的重点与方法	198
五、训练过程与控制	205
 第八章 现代撑竿跳高技术与训练	210
一、影响运动成绩的关键因素	210
二、优秀运动员的技术分析	213
三、专项技术训练的重点与方法	224
四、主导性身体素质训练的重点与方法	226
五、训练过程与控制	228
 第九章 现代跳远技术与训练	238
一、影响跳远运动成绩的关键因素	238
二、优秀跳远运动员的技术分析	240
三、专项技术训练的重点与方法	244
四、主导性身体素质训练的重点与方法	251
五、训练过程与控制	258
 第十章 现代三级跳远技术与训练	268
一、影响运动成绩的关键因素	268
二、优秀运动员的技术分析	274
三、专项技术训练的重点与方法	278
四、主导性身体素质训练的重点与方法	282
五、训练过程与控制	285
 第十一章 现代推铅球技术与训练	291
一、影响推铅球成绩的关键因素	291
二、优秀运动员的技术分析	293
三、专项技术训练的重点与方法	303
四、主导性身体素质训练的重点与方法	304

五、训练过程与控制	308
第十二章 现代掷铁饼技术与训练	320
一、影响运动成绩的关键因素	320
二、优秀运动员的技术分析	324
三、专项技术训练的重点与方法	329
四、主导性身体素质训练的重点与方法	335
五、训练过程与控制	341
第十三章 现代掷铁枪技术与训练	360
一、影响运动成绩的关键因素	360
二、优秀运动员的技术分析	366
三、专项技术训练的重点与方法	373
四、主导性身体素质训练的重点与方法	377
五、训练过程与控制	381
第十四章 现代掷链球技术与训练	384
一、影响运动成绩的关键因素	384
二、优秀运动员的技术分析	389
三、专项技术训练的重点与方法	396
四、主导性素质训练的重点与方法	400
五、训练过程与控制	403
第十五章 现代全能运动的技术与训练	412
一、影响全能运动成绩的主要因素	412
二、优秀全能运动员的技术特点	413
三、全能运动训练的主要方法和手段	416
四、训练过程与控制	422
第十六章 田径运动员的营养与恢复	424
第一节 田径运动员的营养需求	424
一、营养物质基础	424
二、运动时能量供应与营养素	431
三、田径项目的营养需求特点	434
第二节 田径运动员的运动性疲劳与恢复	438
一、运动性疲劳	438

二、田径运动员运动性疲劳的诊断	440
三、运动性疲劳的恢复方法	448
 第十七章 兴奋剂控制与反兴奋剂	450
一、兴奋剂的基本概念	450
二、兴奋剂的分类	451
三、兴奋剂的危害	452
四、兴奋剂防范	453
五、兴奋剂检查的基本程序及运动员的责任与义务	456

第一章

田径运动项目的特性及训练发展趋势

田径运动是一项古老的体育运动项目，在古代奥林匹克运动会上曾经作为主要的竞技比赛项目，像“掷铁饼者雕塑”、“古代奥林匹克竞技场矩形跑道”等已经成为永远留在人类历史史册里的印记。在今天的现代奥林匹克运动会上，田径运动以设立47枚金牌的比赛项目成为奥运会上的第一金牌大户项目，得到世界各个体育强国的重视。经过数百年的发展，田径运动已成为全球最为普及的体育运动项目之一，在大中小学的学校体育和社会的群众体育中广泛开展。在多年的发展中，田径运动以其独有的特点保持着项目的特性，同时在发展中不断创新，赋以田径运动新的生命力，以“世界第一飞人”，“世界上跳得最高的人”等骄人的成绩引起人们的崇尚，使其在众多的体育运动项目中独领风骚，展现着项目独自的特点。

田径运动分为跑跨类项目、中长跑类项目、竞走类项目、跳跃类项目、投掷类项目等，各类项目有着本类项目独自的特性。

第一节 短跨类项目特性分析

田径短跑、跨栏类项目均属于动作周期性速度类项目。短跑项目是在探索人类自身奔跑能力速度的极限，“谁是世界第一飞人？”成为世人关注短跑的焦点；跨栏项目被称作是“跨越障碍的短跑”，探究着人类凭借自身能力跨越一定距离、一定数量障碍时究竟有没有极限，也是世界田径比赛中引人入胜的项目之一。这两个项目有着一些共同的项目特性。

一、短跑、跨栏项目主导竞技能力

1、速度

速度是短跨类项目最主要的竞技能力之一，体现着项目的特点。

短跑、跨栏项目训练比赛的最终目的是比赛在一定的短距离中谁跑得最快、跨得最快。因此，人体所具备的速度能力是短跑、跨栏类项目的第一要素。

速度在短跑、跨栏项目主要体现在起跑时的反应速度，人体完成一个跑、跨周期的动作速度以

及人体在短距离中跑的位移速度。

人体在某段距离中的最高速度被称为“绝对速度”，人体的最大绝对速度能力是获得短跑、跨栏优异成绩最主要的竞技能力。其次，人体以最大绝对速度在途中跑保持一段距离的能力是获得优异成绩的重要保证；在跨栏跑中则体现在以跨栏步和栏间跑的一个最短跨栏周期的最高速度能够保持几个栏间的能力。再次，人体在完成短跑、跨栏全部过程中所表现出的控制动作的时空能力被称为“速度节奏”，“栏间节奏”，这是人体适应项目特性、规律所表现出来的高超技艺能力，也称作“技能能力”，也是短跑、跨栏运动员不可缺少的一种竞技能力。

短跑、跨栏运动员所具备的反应速度、动作速度、位移速度、速度节奏是影响运动成绩的几个主要方面，任何一个部分通过训练得到提高，都会对成绩产生影响。

2、力量

力量是各项身体素质的基础，也是获得速度的基础保证。因此，也是短跨类项目最主要的竞技能力之一。

肌肉的收缩力量使人体产生做功，对人体的重心位移产生影响。在短跑、跨栏项目中，人体以蹬地、支撑、摆动、扒地等多种形式完成跑跨技术动作，这些技术动作都需要人体肌肉收缩产生的力量做保证。肌肉力量的大小，决定着人体完成这些动作或某一周期动作速度的快慢，也决定着蹬伸、支撑、跨越、扒地等技术动作的实际效果。

人体参与短跑、跨栏运动的肌肉包括人体下肢腿部肌群、上肢臂部肌群、身体躯干肌群、身体核心区域肌群（腰、腹、髋、臀部各肌群）等，除了这些肌群本身需要具备一定的收缩力量外，这些肌群协同参与工作所表现出的力量是短跑、跨栏项目所需要的特殊力量，也可以称之为专项力量。在短跑、跨栏项目中专项力量所表现的形式为肌肉收缩的爆发力。

由于短跑和跨栏是在高速奔跑的情况下完成技术动作，身体的任何左右晃动、上下起伏过大，都会影响跑跨的速度。因此、控制身体躯干姿态稳定的肌群力量和核心部位肌群力量也是短跑跨栏运动员必须具备的重要力量。

在短跑跨栏项目中由于项目的特性，人体在高速奔跑跨越中，几十次地在重力和冲力作用的情况下用脚与地面进行接触，不仅需要落地时支撑有力，还需要用力蹬离地面，这就要求踝关节必须具备强有力的支撑力量和弹性力量，这在完成跑跨技术动作中起着重要的作用，决定着跑跨技术动作的质量和实际效果，应该引起特别的重视。

3、协调性

短跑、跨栏项目均是要在高速度情况下完成各种技术动作，人体的协调性是保证完成这些动作不可缺少的一种竞技能力。高度的身体协调性、灵活性是体现人体大脑指挥肌肉协同工作的能力，它能最大限度地调动人体神经肌肉参与运动，完成有一定难度的各种跑跨动作，并能够按照项目的特点完成对动作节奏的控制。因此，协调性是掌握跑跨项目技术的重要保证。在比赛中，跑跨运动员在高速度条件下所表现出来的放松、协调的跑跨技术是他们获得优异成绩的保证。

此外，短跑、跨栏运动员的个人天赋、身体形态条件、以及人体以髋为轴的高速摆动——平动能力和放松能力均是影响短跑、跨栏专项速度的主要因素。对于跨栏项目则需要重视运动员“三步一跨”跨栏专项周期速度能力，这是跨栏项目与其他项目不同的特征。

二、短跑跨栏项目神经——肌肉工作特点

1、人体大脑神经反应与传导

短跑、跨栏项目从起跑出发开始,人体大脑神经听觉系统获取发令信号后传递到大脑中枢,大脑即刻指挥肌肉参与起跑,快速完成起跑动作。这种起跑时听信号蹬离起跑器的时间被称为短跑、跨栏运动员的反应时间。与普通人和一般运动员相比,优秀的短跑、跨栏运动员起跑动作反应时最短,可以接近100毫秒,而普通人则是300毫秒,甚至400毫秒。完成起跑后大脑神经系统继续指挥人体各种肌肉按照技术动作要求,进行协同工作,使肌肉收缩、放松,完成目标任务。人体的这种经过神经传导指挥运动系统进行工作的特性是人体生理的一种本能,而且这种本能在人体大脑神经系统指挥下,不仅能够指挥肌肉完成短跑、跨栏的一系列动作,而且还可以通过训练,使这种指挥过程的传导速度缩短,形成技术动作的不适应到逐步适应,最后达到高度自动化的程度。这一传导速度的缩短及自动化的形成为短跑、跨栏项目运动员通过训练使成绩不断提高提供了人体生理基础。通过训练,短跑、跨栏运动员完成跑的一个周期动作或一个跨栏周期的动作时间可以缩短,动作速度可以提高,并且能够以这样的周期速度连续完成多个周期动作,从而缩短了运动员的整体跑跨时间,提高了运动员的位移速度。

2、肌肉工作特性

短跑、跨栏项目在跑跨过程中肌肉工作的用力形式在起跑阶段最初几步还没有产生较大速度时,以腿部肌肉主动收缩为主,其他肌肉群协同参与工作。当人体产生一定速度后,人体跑跨腾空后的落地由于速度的冲力和人体重力加速度的冲击力,使人体落地的冲力较大,迫使腿部肌肉为完成有力的支撑做出退让性工作,肌肉被动拉长后,完成支撑动作,然后主动收缩产生更大的力量,推动人体的位移。这种肌肉先退让,被动拉长,后收缩的“超等长收缩”形式,以及脚的落地、支撑、扒地等时相各肌群协同用力的工作形式成为短跑训练选择练习手段和方法的主要依据。

对于短跑和跨栏项目,我们应该认识到,人体在跑跨过程中,不仅仅是腿部肌肉参与工作,而是全身各部分肌肉都相应地参与了协同工作,其中臂部上肢肌肉的主动收缩完成摆臂的协调性,身体核心区域腰、腹、髋、臀部的肌肉收缩控制着身体的正确位置,与腿部肌肉收缩用力做出了很好地配合,才使人体能够较好地完成全部跑跨过程。因此,我们考虑了腿部肌肉的主要工作特性时,还必须考虑到完成跑跨动作时的相关肌群的工作形式和工作状态,为这些肌群力量的提高选择合理科学的训练方法和手段,使这些肌群的力量得到同步提高,才能确保短跑、跨栏成绩的提高。

3、能量转换

肌肉收缩和骨杠杆的作用使人体产生运动,运动使人体各运动环节发生改变,这种能够使人体环节在运动中发生改变、位移的能量称为“机械能”,即运动的动能和势能。在跑跨的过程中,这种动能一定的状态下,可以转变为肌肉收缩的弹性势能,使人体在跑跨时产生腾空跨越的能力。人体在跑步过程中的这些动能和势能随着速度的增加会得到消耗和衰减,合理的步长和步频是节省这种能量的关键。前苏联的研究者研究认为,步长的过短或过长,在人体位移1米时能量的消耗都会高于适宜的步长。在速度4米/秒的情况下,如果大于或小于适宜步长的6%,则每跑1米能量消耗增加1焦耳。因此,通过多年的短跨训练,选择合理的步长和步频是节省能量消耗,跑出更好的成绩所必须考虑的问题。

三、短跑、跨栏项目供能特点

根据人体生理学的知识我们得知,短跑、跨栏项目属于短距离速度性项目,其供能的形式主要

以三磷酸腺苷（ATP）、磷酸肌酸（CP）供能为主，两种能源物质储存在肌肉中，可供肌肉直接收缩，产生力量。这是短距离项目肌肉工作最初产生速度的主要能量。但是，这两种能源物质在肌肉里的储存量较少，仅仅能供应肌肉进行收缩6-8秒钟左右，而后便是肌糖元进行糖酵解后合成新的磷酸肌酸、三磷酸腺苷再供肌肉收缩。因此在这6秒钟左右的时间里，谁若能够以最佳的用力方式，最放松的状态，发挥出最高的速度，谁就能够以这种最高的速度惯性维持较长的距离。这在100米短跑项目上体现的最充分。普通人6秒左右时间仅仅能够跑完大约40米的距离，而优秀的短跑运动员则能跑到60米左右。人体的这种能力可以通过一定的训练得到提高，这是短跑训练的生理学理论基础。提高不同供能系统能力的训练方法，见（表1-1）。

表1-1 提高供能系统能力的训练方法

提高供能系统能力的重复训练（以跑的练习为例）：			
	磷酸原系统	乳酸系统	有氧系统
持续时间	0-10秒	10秒-2分+	1-60分+
跑的距离	20-80米	80-600米	300米-15千米+ 或持续跑
练习强度	最大	80%-100%	50%-80%
重复次数	3-4	1-5	3-20+
次间恢复	2-3分	30秒-10分	30秒-3分
练习组数	1-4	1-4	1-4
组间恢复	5-8分	5-20分	5-8分

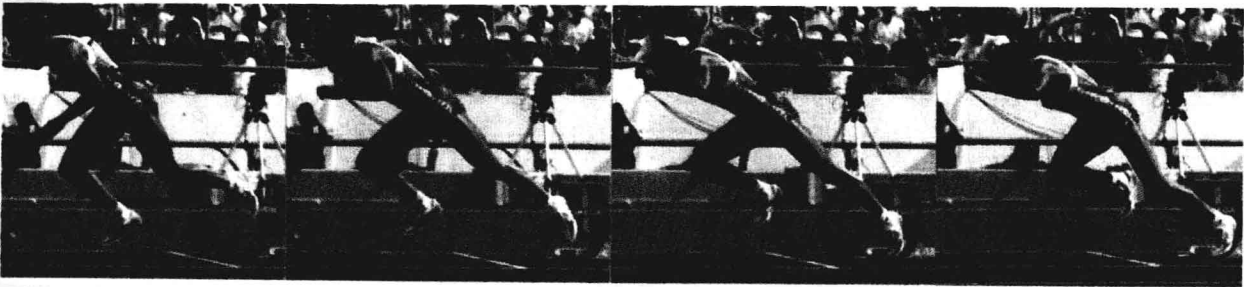
（引自国际田联教练员培训教材，2008）

在距离稍长的短跨项目中，如200米、400米、400米跨栏等项目中，糖酵解成为一种主要的供能形式。对于短跑、跨栏项目，糖酵解供能的合理利用，供能转换的速度，肌肉合理利用磷酸肌酸、三磷酸腺苷能量提高肌肉收缩的效率等，成为短跨项目供能所要考虑的关键问题。

四、短跑、跨栏关键技术环节的力学分析

1、起跑和起跑后加速跑阶段的支撑反作用力原理分析

短跑跨栏项目中，运动员听到发令枪声后立即起跑，由于短跑、跨栏项目均采用蹲踞式起跑技术动作，起跑后人体的身体重心在脚落地支撑点的前上方，因此，用力蹬地施加在身体重心后方地面的作用力，必将产生一定的支撑反作用力作用于人体，推动人体前进。起跑后的加速跑最初几步由于技术要求身体保持一定的前倾姿势，使脚的落地点基本在身体重心后，并逐步移到身体重心下方。因此，起跑和起跑后加速阶段的最初几步，完成蹬地任务的腿部肌肉力量和髋、膝、踝三个关节伸直的蹬伸力量决定着起跑阶段作用力的大小，是人体快速摆脱静止状态，产生位移速度的关键。



多种实验研究的结果认为膝关节在130—135度时，要尽快伸直膝关节，主要是股四头肌和臀大肌

主动收缩的作用,因此短跑、跨栏的各种练习手段也是围绕着提高这些肌群的主动收缩力量为主。目前的研究认为,在短跑起跑阶段肌肉主动收缩用力的一些常用练习手段仍然是十分有效的,可以在训练中继续使用。从优秀运动员起跑图片中可以清楚看到髋、膝、踝三个关节蹬直的技术动作。

2、途中跑阶段速度和作用力原理分析

20世纪80年代前后,人们开始利用高速摄影机拍摄和解析短跑运动员途中跑的技术动作,发现运动员在高速奔跑中腿并没有完全蹬直,根据这点,人们开始提出“如果腿没有蹬直,支撑反作用力的作用力线应该如何表示呢?力的作用怎么通过人体重心呢?”。这些疑问引起对“支撑反作用力是跑步中推动人体前进的力”的讨论。

下图是世界冠军贝利100米跑出9秒84成绩时途中跑的技术动作解析图。从图中我们可以清楚地看到,运动员的蹬地腿膝关节始终是弯曲的,没有蹬直。这与运动员起跑阶段的技术动作有着明显的不同。

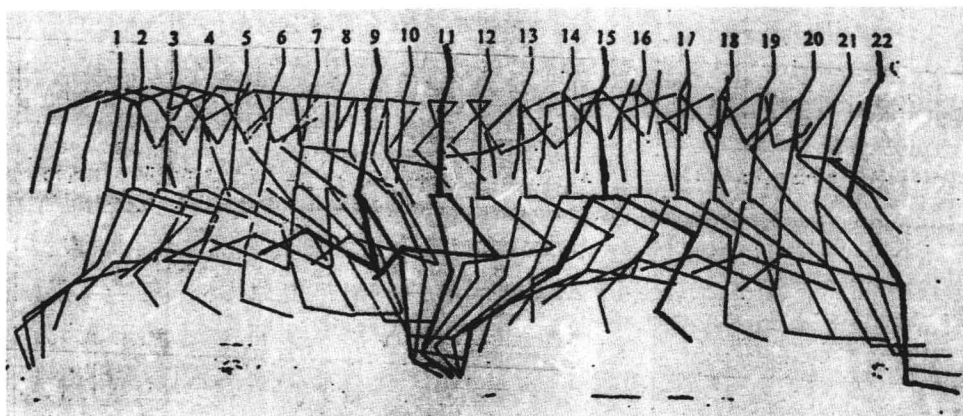


图1-1 贝利(9.84秒)途中跑技术单线图

经过研究和讨论,人们认为,当人体在途中跑产生较高的速度后,人体重心的位移速度能够达到10~12米/秒,此时上体已经直立,或微后仰,脚的落地点在人体重心的前面,而且越是优秀的短跑运动员脚的落地点与普通人和一般运动员相比,落地点离身体重心更远,按照支撑反作用力的理论已经无法解释这个时候的作用,因为此时支撑反作用力成为一种阻力。传统的技术理论认为这个时候运动员应该积极屈膝缓冲,减缓这种阻力带来的减速,然后在人体重心移过支撑点后再进行髋、膝、踝三个关节的积极蹬伸,产生更大的反作用力推动人体前进。但是研究者们从运动员途中跑的技术动作分析中得知,途中跑中运动员膝关节的蹬伸幅度与起跑阶段相比明显减小,而且始终没有像起跑阶段那样蹬直,而髋关节却从前方往后的伸展幅度比起跑阶段明显加大,加之摆动至人体前方的大腿、小腿和脚也随髋关节的向后伸展相应地做出了有力地回摆、扒地动作。这与起跑阶段跑的技术动作有着明显的区别。研究认为是这种快速有力地从前向后用力的技术动作,使人体重心产生了快速向前位移的效果。此时支撑作用力已经不是人体位移的主要作用力,而是肌肉工作产生的功率在起作用,输出功率越大,对已经产生的速度影响越大。这种功率的体现主要表现在高速移动的人体重心前方支点的轻快有力的快速回扒动作上。就如同把前进的人体看做是一个车轮,两条腿在轮子快速前移过程中不断地飞快拨动地面,使车轮产生更高的速度。

此外,如果我们把人体各部分肌肉收缩看作是发动机工作原理,那么高速奔跑时两条腿的摆动、扒地就是发动机转速的叶片。人体起跑阶段相当于是汽车前进时的1档、2档,力量大,输出功率小,使人体摆脱静止状态。随速度增加后,蹬地的力量逐渐减小,而输出的功率却不断增加,机器的转速提高,达到4档、5档的高速转动,产生更高的速度。短跑途中跑速度不断提高,可达到每秒12

米以上,而作用于地面的力却在减小,运动员跑得更加轻快,输出功率逐渐增大,这与发功机工作原理相近,只有这样解释,才能更加合理地解释人体高速奔跑时,支撑点在身体前方,而不是起跑阶段在身体后方,用支撑反作用力推动身体位移的单一技术原理。

其次,如果我们把人体看做是一个刚体时,由于高速奔跑中,人体重心的速度位移很快,脚在人体重心前方落地,在这一牢固的支点上,必然使人体产生向前翻转的力矩。而重心位移至支点前方时,尽管此时不用力,也会产生重心偏移支点的偏心推力。同时,人体移动时髋部有一定宽度转动的平移力,以及臂部和腿部此时的摆动力量都会相应地影响人体高速位移时速度的增加或保持。

因此,我们可以说,跑步是一种多种因素合力的结果,不能简单地用一种因素、一种原理就可以解释清楚全部内容。这种多方面、全方位考虑的结果,使我们的训练不拘泥在一个方面,而是使短跑、跨栏的训练呈现多元化,更加丰富,更加全面。

虽然以上这些有关短跑技术生物力学理论的研究目前尚无定论,仍然在讨论,甚至在争论之中,但是,讨论已经使人们的认识从最初的单一支撑反作用力原理的局限中得到了一定的拓展。

随着科学技术的发展,人们认识到,影响短跑速度的因素不仅仅是肌肉主动收缩带来的支撑反作用力,还应该有其它力学条件起作用。研究认为:短跑技术在途中跑中肌肉的工作状态是腿部肌肉先退让,被动拉长后再收缩的“超等长收缩”形式,短跑的练习应该按照这样的肌肉工作原理去设计,因此就出现了跳深、向下跳台阶、高重心支撑跑、直腿前摆扒地跑等练习手段。

当人们通过对途中跑的技术分析,认识到膝关节在 $140 \sim 150$ 度快速伸直时,主要是股后群肌肉的力量起作用,练习就开始围绕大腿后群肌肉力量的增长设计练习方法和手段,如俯卧收小腿、俯卧跪起、高桌俯卧游泳打腿、拉橡皮筋向后摆腿、后退跑等练习来发展股后肌肉群的力量。

3、步长和步频

多年来,研究跑步技术的人们一直把步频和步长看作是评价一个运动员技术好坏的尺子,对运动员的跑步技术给予指导。许多短跑技术理论的书中都对影响短跑速度的因素构成明确表示为:

$$\text{速度} = \text{步长} \times \text{步频}$$

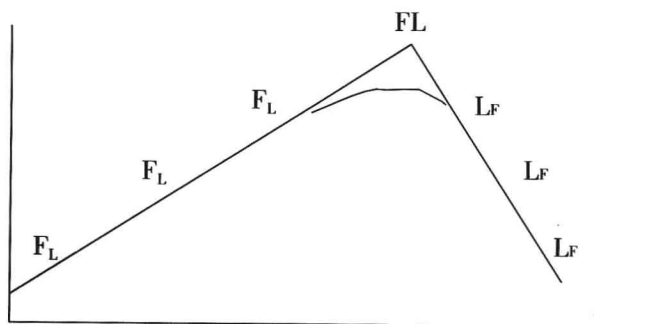
由于运动员的身高、腿长均不相同,怎样才能对他们的步长和步频进行合理科学地对比呢?专家和学者研究认为可以使用步长和步频指数来评价运动员的步频和步长是否合适。它排除了运动员的身高、腿长所带来的不均等因素,对研究分析运动员实际状况下的技术有重要的意义。

$$\text{步频指数} = \text{步频} \times \text{身高}, \quad \text{步长指数} = \text{步长} / \text{身高}。$$

波兰的短跑专家研究认为,优秀运动员合理的步频、步长指数应该至少达到:

步频指数:男子 ≥ 8 ,女子 ≥ 7.5 。

步长指数:男子 ≥ 1.2 ,女子 ≥ 1.15 。



100米跑过程平均步长、步频的关系示意图 $F = \text{步频}$ $L = \text{步长}$

图1-2 步度的关系图

从图中可以看到,如果步频和步长都达到最大时,速度也最大。但是由于二者在一定情况下是会相互制约的,步频越快,步长会受到限制,而步长越大,步频也会相应减慢,所以图中用二者的一个连接弧线表示短跑最高速度步长和步频的最佳匹配,意味着次最大步长与次最高步频是运动员的最佳选择。从某种意义上说,频率更是节奏的一种反映。

此外,我们可以从图中对步长和步频对速度的作用线斜率上看出,步频线不如步长线陡峭,这说明步长对速度的贡献率要大于步频。针对不同运动员的特点而言,有的需要牺牲步频来换取步长,有的需要牺牲步长来换取步频;而且,在运动员不同的水平时期这种变化都是不同的。但是,必须懂得,从能量消耗的角度考虑,单位时间内的高动作频率将消耗更多倍的能量,难以做到放松、省力。

由于人的最高步频的决定因素主要是天生的神经传导速度决定,后天的训练虽然能够有所提高,但是提高的幅度较小,所以,我们必须清楚地认识到,短跑运动员步长的增大对短跑速度的贡献要明显大于步频。因此,我们长期的多年短跑训练应该:首先,主要是围绕不断提高步长的训练为主;其次,是不断提高高速奔跑中的放松协调能力,以保证维持最高步频的能力和提高步频,提高动作速度;再次,不断地调整和摸索自己最佳的步长与步频的合理匹配;最后,学会在全程跑中体力与速度的合理分配。这些是我们提高短跑速度必须做到的。

4、跨栏项目的专项速度

随着跨栏跑运动员训练水平的提高,专项能力不断提高。世界优秀跨栏跑运动员最快栏周期速度突破了1秒的大关,意味着110米高栏运动员完成一个跨栏步和三步栏间跑(简称为“三步一跨”跨栏周期)的9米多的距离只需要不到1秒的时间。跑出12秒91世界纪录的杰克逊最快跨栏周期达到0.98秒,并能将其最快栏周期连续维持5个栏的距离,占全程的41.55%。创造12秒88世界纪录的刘翔最快栏周期则达到0.96秒,他能以0.97秒持续跑3个栏。优秀跨栏运动员这种最快栏周期速度和维持这种速度的能力是他们取得好成绩的主要因素。

优秀跨栏运动员的这种周期速度依赖于他们合理的周期技术结构。从下面的跨栏技术示意图和中外跨栏运动员跨栏周期技术动作的组成结构中我们可以看到中国运动员周期速度慢是因为周期技术结构的不合理造成。中国运动员起跨点近,造成重心向上腾越,过栏速度慢;栏间第一步小,第二步太大,三步步长变化大,节奏不合理。而世界优秀运动员起跨远,过栏速度快,栏间三步步长差距小,有逐步接近的趋势,这有利于栏间快节奏跑技术的形成。

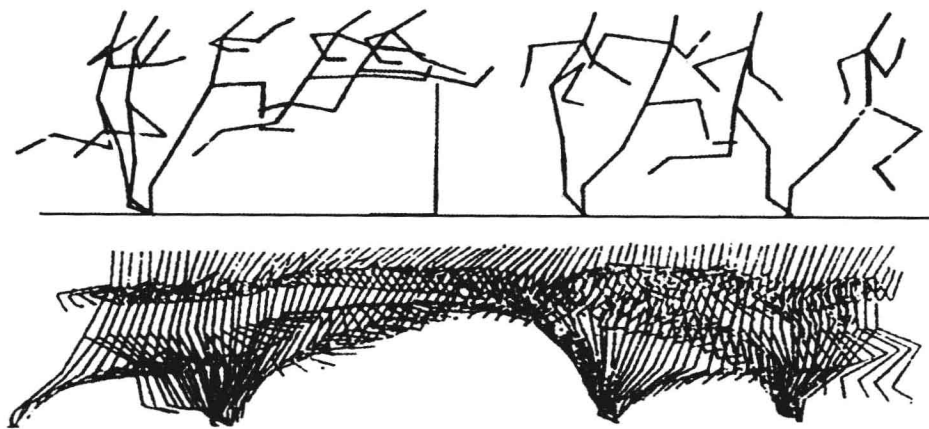


图1-3 跨栏运动员跨栏步动作示意图

表1-2 中国和世界优秀跨栏运动员110米跨栏周期技术结构的比较表

类别	世界优秀运动员	中国运动员
起跨点距栏架	2.20~2.30米	2.10~2.15米
落地点距栏架	1.50~1.60米	1.45~1.55米
第一步	1.50~1.70米	1.40~1.50米
第二步	2.10~2.15米	2.20~2.30米
第三步	1.80~1.90米	1.85~1.95米

(据相关资料整理,统计制表)

此外,直道跨栏跑所需要的专项速度由于有栏间距离的限定,优秀运动员不论身高差距多大,自然步幅有多长,都必须在特定的距离中用三步完成栏间跑技术动作。这就对运动员的平跑速度是一种限制,运动员无法以更大的步幅来提高速度,只能用更快的频率进行栏间跑。跨栏运动员提高专项速度主要体现在步频上,谁的栏间跑步频快,节奏快,谁就具有更高的跨栏运动水平和发展潜力。一些身高较高、腿比较长,步幅较大的运动员在栏间跑时动作无法伸展,只好缩小动作幅度,加快步频,完成栏间跑。而一些身高虽然不是很高的运动员,却因为能够跑出最快的步频,而跻身世界优秀运动员行列。中国优秀跨栏运动员刘翔创造了世界纪录,正是因为他在技术上充分体现出中国人灵巧、协调、动作速度快、栏间跑节奏好、步频快的特点,他的平跑速度不是世界最好水平,但他的专项速度,栏间跑速度却是世界第一。

(熊西北、李铁录)

第二节 跳跃类项目特性分析

田径运动中的跳跃类项目包括跳远、跳高、三级跳远、撑杆跳高四个项目,均属于短距离速度与弹跳力量类项目。它们有着共同的技术环节:助跑、准备起跳、起跳、腾空、落地。这些运动项目显示着人类在凭借自身能力的情况下,究竟能够跳得多远?跳得多高?是田径比赛中人们比较喜欢观看的运动项目。由于这四个项目都是通过一定的助跑获得必需的速度,然后利用起跳使身体腾空,力争创造使身体能够越过更高高度和最远距离的最佳条件,因此,这些项目有着一些共同的特性。

一、跳跃类项目主导竞技能力

1、速度与速度节奏

速度与速度节奏是决定田径跳跃类项目运动水平高低的最主要因素,因此是其最重要主导竞技能力之一。

田径跳跃类项目必须通过一定距离的助跑,获得项目需要的最佳速度,然后通过起跳技术环节,将水平速度转换为垂直速度,并在合理的角度下,使身体能够飞越得最高,跳跃得最远。跳跃项目所需要的这种较高的水平速度和最理想的垂直速度均体现出此类项目的速度特性。同时,这种速度需要经过一定的助跑节奏和起跳节奏来体现项目的技术需求,是一种具有较强的控制能力下的速度。没有这种速度节奏的控制能力,速度在跳跃项目中就无法发挥作用。实践中我们可以看到,一些优秀的短跑运动员虽然具备非常好的速度水平,但是缺乏速度节奏感,而最终无法成为优秀的跳远运动员。因此,速度与速度节奏是该类项目重要的特性之一。

在跳跃项目中起主要作用的速度是指身体的“位移速度”,这种速度达到最高点被称之为“绝