

竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书
中国教练员培训教材

跑得更快

——耐力项目科学化训练

Run Strong

Kevin Beck 主编

尹军 译

熊西北 审译



北京体育大学出版社

竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书
中国教练员培训教材

跑得更快

——耐力项目科学化训练

Run Strong

Kevin Beck 主编

尹 军 译

熊西北 审译

北京体育大学出版社

策划编辑：李 飞 梁 林
责任编辑：李志诚
审稿编辑：梁 林
责任校对：春 芝
版式设计：司 维
责任印制：陈 莎

北京市版权局著作权合同登记号：01-2011-2034

Run Strong

copyright © 2005 by Human Kinetics, Inc

published by Arrangement with Human kinetics Publishers, Inc.

Simplified Chinese Edition Copyright © Beijing Sport University Press, 2011

Through Beijing International Rights Agency

All rights reserved. Except for use in a review, the reproduction or utilization of this work in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying, and recording, and in any information storage and retrieval system, is forbidden without the written permission of the publisher.

图书在版编目 (CIP) 数据

跑得更快：耐力项目科学化训练 / (美) 贝克主编；尹军译. — 北京：北京体育大学出版社，2011.11

ISBN 978-7-5644-0834-3

I. ①跑… II. ①贝… ②尹… III. ①跑—运动技术
IV. ①G822.019

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第228073号

跑得更快——耐力项目科学化训练

(美)凯文·贝克 主编
尹 军 译

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 厂：北京昌联印刷有限公司
开 本：787×1092毫米 1/16
印 张：11.25

2011年11月第1版第1次印刷

定 价：36.00 元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书编委会

编委会

主任：段世杰

副主任：肖天 蔡振华

成员：蔡家东 蒋志学 刘爱杰 孙远富

编审组

主编：蔡家东

副主编：刘爱杰 孙远富

委员：张新 杨善德 尹飞飞 袁守龙 李飞 熊西北 梁林

翻译组

主译：丛书各分册主译

成员：参与翻译审校专家

导 读

长跑训练是一件极其艰苦而复杂的工作，尤其是训练负荷的安排和竞技状态调整充满了变数和风险，尽管本书介绍了一些长跑的生物力学机制、训练计划的制定和各种身体练习方法等。但是，你要想在本书中寻求详细的指导或训练计划，并通过它培养出一名世界级长跑运动员，这是不可能的；如果你是在寻求一种如何充分挖掘运动员最大运动潜能的方法，本书可以助你一臂之力。

本书由凯文·贝克主编，作者由来自12个国家且在长跑训练领域具有成功经验的教练员、运动员和学者组成。全书以建立最佳跑步姿态为切入点，通过运动生物力学原理的分析提出不能把运动员的身体当作机器一样来看待，而应在做好伤病预防的前提下，通过选择适宜的步长和跑的用力效果，逐步建立自己的最佳跑步技术。长跑训练一定要重视神经肌肉训练与乳酸耐受能力的组合训练，动员更多的肌肉纤维并以协同工作方式最大程度地提高跑速是长跑训练成功的关键环节。

本书的最大亮点是作者以亲身参加两次奥运会和其他重大比赛经历为基础，提出长跑训练应围绕有氧调节能力、无氧调节能力、有氧训练和无氧训练全面展开，并就如何进行长跑训练详细地介绍了训练六要素的实施方法与步骤。例如，第一和第二个要素是每周安排45~90分钟的长跑训练并且连续保持两天，对应的是有氧调节；第三个要素是积极发展跑速，对应的是无氧调节；第四个要素是采用5~10千米/小时的速度进行800到2400米间歇训练，对应的是训练有氧能力；第五个要素是采用快于5千米/小时的速度定时跑200秒、300秒、400秒，对应的是发展无氧能力；第六个要素是每周有一个恢复日。上述内容几乎是每一个成功的长跑运动员训练指南。

在运动能力和身体训练方面，作者提出要想形成和保持正确的跑步姿态，长跑运动员不仅要进行柔韧性和灵活性训练，更要重视躯干、上肢和下肢的肌肉力量训练，尤其是腰背和腹部的深层肌肉力量平衡训练更为重要。前者是提高动作幅度的基础，后者对增加技术的稳定性，避免和减轻肌腱损伤具有重要作用。

最后，作者从保持长跑运动员身体健康和持续发展的角度，对长跑训练过程中能量补充的利与弊，心血管系统的长期训练与提高竞技能力，赛前准备训练和赛后恢复训练的策略以及如何将交叉训练运用到跑的机制当中，以及如何保障训练后的快速恢复提供了详细建议。

本书由尹军博士翻译，熊西北审译，其他参译人员：徐纪雷、郝磊、铤铮、万智维、杨红标、李永超、吴万新、褚先云、梁纯子、付慧丽。由于时间较为仓促，书中难免出现错误，恳请广大读者批评指正。

译者

2011年4月

出版说明

进入21世纪以来,随着经济全球化和信息化的高速发展,以美欧职业体育和奥运会项目单项赛事为龙头的竞技赛事和竞技表演已经成为较为活跃的社会和商业活动之一。竞技体育市场化不仅给传统竞赛的表现方式方法带来不断的变革,也对传统运动训练理论和方法带来新的冲击和挑战。人们在竞技运动训练实践中遇到越来越多的新问题,如何认识板块周期训练理论的实践与效果?如何帮助运动员在全年高密度的比赛中保持较高的竞技水平?如何帮助条件出众的青年运动员稳步走向成功?如何帮助驰骋赛场体育明星规避运动损伤,延长运动寿命?面对当今世界竞技体育中的深刻变化,传统的训练理论和方法手段已经难以适应快速发展的竞技体育实践的需要,运动训练竞赛面临大量的新情况、新问题和新变化,迫切需要新的理论和认识加以阐述并用于指导实践。

近年来,世界竞技运动训练理论的发展非常迅速,在若干的理论和方法上出现了重大变革和创新。为此,我们必须在学习和引进国外先进竞技运动训练理论的基础上,紧扣我国竞技运动训练实践中存在的关键问题,本着思辨、创新和务实的态度,深入认识和探讨我国竞技运动训练的理论和实践问题。2010年底,国家体育总局竞技体育司组织国内的专家学者遴选了十几本近年来在国际上有影响力的竞技运动训练前沿理论和实践创新专著,编译出版《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》。这些专著代表了当前世界竞技运动训练的最新研究成果,既有从方法论层面指导竞技运动训练的《周期:运动训练理论与方法》《板块周期:运动训练的创新突破》《竞技能力的全面发展:身体功能训练的艺术和科学》;也有从生理生物科学原理指导竞技运动训练的《运动生理学》《竞技运动训练的适应》《竞技体育的过度训练》《运动营养:能量的产生及特性》《运动心理学前沿》;还有针对身体功能训练与预防损伤训练的《动作:功能动作训练体系》《快速伸缩复合训练》《运动康复中的有效功能训练》;以及针对具体基础项目的《跑得更快》《游得更快》《划得更快》《骑得更快》等专项训练理论与实践专著,相信能够给广大教练员、训练管理人员和科研人员以启发和借鉴。

编译出版《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》,是我国体育界首次大规模系统

引进国外相关理论的尝试，是推动我国运动训练理论建设的一项重要举措。我们期望该丛书不仅可以引进世界运动训练的新理念和新方法、帮助我国广大教练员汲取知识和更新观念，而且还能开阔我们的视域、启迪我们的思路、提升我们的分析能力、引发我们对多年形成的运动训练理念进行分析比较和反思。同时，对引进的国外先进运动训练理论不仅仅在于可认真的学习，更重要地是将学习先进理论结合自己的实践加以吸收和“消化”，深入分析各种前沿训练理念形成的原因和科学依据，尤其是要结合我国训练理论和实践的具体问题做进一步的研究与分析，将我国运动训练理论的精华与世界运动训练理论的发展有机地结合，并形成互补，最终将其效果落实在实践创新的层面，在引进国外先进理论的同时，逐步形成符合我国竞技运动训练发展实际的运动训练创新理论。

来自北京体育大学、首都体育学院、上海体育学院、宁波大学体育学院、广州体育学院等多所国内体育院校和国家体育总局科研院所、体育信息中心的专家学者、教授、教师和博士硕士研究生的团队参与了丛书的编译工作，北京体育大学出版社为丛书的出版付出了巨大的努力。在此，一并表示衷心的感谢！《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》将陆续翻译出版，敬请广大教练员和专家学者学习研究并指正。

编委会

前言

优美的跑步姿势之所以能够吸引大众的眼球，这在很大程度是由“跑步”技术动作的简单性决定的。迄今为止，我步行的总距离已达到地球赤道长度的两倍，但在此之前我也曾在大风天里追赶过学校公共汽车、宠物和掉落的成绩单。尽管极少有人可以做到双手灌篮，但是几乎所有的人都会跑步。

有人会问，到底人类可以连续不停地奔跑多长距离，或者将人类的个人极限提升到多高。然而，我们却发现无论如何努力，任何单一的训练方法或手段都不足以保障我们超越自身的极限。正因为跑步是现代入（绝大多数人）与生俱来的一种技能，所以当我们看到优秀田径运动员在跑步时，人们总是趋向于只看跑步技术简单性的一面，而忽略了隐藏在一种“简单性”背后的机体工作特有的独特性和复杂性。

如今，由于世界高水平运动员和教练员的训练与科学化训练之间的关系日趋紧密，这也使得长跑成绩达到了一个前所未有的高度。这些曾经成功的优秀运动员向我们介绍了各种各样的训练方法和独特的训练领域，由此对如何实施科学化训练汇聚了诸多不拘一格的见解或理念。这些训练方法的背后虽然隐含着高深的科学依据，但读者仍然可以很好地理解并将其融入到自己的训练计划当中去，所有这些经验都是为了使运动员变得更加健壮，从而提高训练水平和训练效果，为取得更好成绩奠定基础。因此，本书中包含的详细训练方法、手段以及训练负荷等内容都是由当今世界上最优秀的运动员创立，并且其科学性和有效性已在实践中得到了证实。此外，编者是在对此做过仔细的研究和筛选之后才将其精华部分纳入书中的。

本书目的非常简单，就是期望帮助读者最大程度地提高其运动成绩（尤其是长跑运动员）。虽然自长跑运动训练的基本原则被发现距今已有相当长的一段时间，而且在此期间这些基本原则大体上也没有发生什么实质性变化。同样地，一些用来增强脑力、体能和精神的各种手段——从那些古老的用来提高柔韧性和促进机体积极放松的身体练习到最前沿的训练辅助手段（如核心区域肌肉训练），都是由火药制造兵工厂的工人们创造的。但是，当一些马拉松世界纪录保持者Paula Radcliffe这样的运动员出现以后，为了使运动员跑的距离更长、速度更快，如何对传统训练方法（从负荷训练到以时间为导向的训练）进行科学整合，并使之成为了一个吸引力极强和快速发展的领域。本书则是第一个成功地将诸多专家和运动员的观点与理念协调地融合在一起，目的是帮助读者（尤其是想提高长跑能力的人）更好地运用和探索这些基本的训练原则。

本书前几章主要是介绍跑的过程中最重要的影响因素，如步幅、速度和训练多样性。Jack Youngren 关于生物力学的论述可以作为本书的转折点（或将本书内容分成两部分），此后的内容是一些实践经验介绍，包括优秀教练员和经验丰富运动员——Greg McMillan 和 Joe Rubio，他们对如何发展有氧耐力，同时实施速度训练提出了具体建议。

本书的中间部分主要介绍一些长跑运动员关于力量和柔韧性素质训练的具体方法与手

段。其中，新西兰铁人三项国家队教练员Mark Elliott介绍了一系列关于在赛前和赛后如何防止运动员伤病和保持最佳竞技状态的方法，在他的指导下新西兰国家队在2004年雅典奥运会的男子铁人三项比赛中取得了包揽金牌和银牌的优异成绩。Micheal Leveritt 和 Colleen Glyde Julian 介绍了与长跑运动员躯干、上肢和下肢的力量训练原则，同时针对运动员（个体性）的不同年龄，提出了负荷量、训练目标、训练方法和手段的设计方法。Chris Chorak 在关于身体协调和肌肉平衡能力训练中，详细地介绍了如何将科学训练与运动员的情绪联系起来。

随后的两章验证了“知识就是力量”这一句名言，这个问题之所以容易被人们忽略，原因在于一些不负责任的学者提出了在现实体育比赛中存在着很多通向成功的捷径。Kyle Heffner在第八章中以科学的视角系统地阐述了能量补充的利与弊；John Kellogg 也全面详细地阐释了如何使心血管功能得到长期的发展和提高竞技能力。


本书的最后三章着重探讨了身体和心理之间的紧密关系（为了使运动员增强体质、保持健康和做好赛前准备）。其中，作为运动员参加过奥运会的Gwyn Mark Coogan，系统地介绍了一些赛前准备阶段的训练策略；曾经两次参加奥运会比赛的运动生理学家Pete Pfitzinger，详细地介绍了如何将交叉训练运用到跑的机制当中，并对如何保障训练后的快速恢复提供了详细建议。Running Times——《跑的时代》杂志前主编和其他有名的杂志合著者Scott Dougl，进一步阐释了运动损伤期间如何保持竞技能力和身体健康。

本书的所有合著者和参与者都给我们留下了非常深刻的印象，这并不是因为他们学识渊博、高学历和在世界范围内的知名度，而是因为他们对体育保留着纯洁的、不可磨灭的热情。通过将长跑训练视为多层面、终身的人生原则，他们不像是我们的老师而更像是我们的同行或朋友，因为他们既能够教授我们知识又可以成为我们的朋友，所以他们同时也是我们竞技运动训练团队的一部分。

当我刚开始着手编写这本书的时候，我将其看作是，为运动员科学训练提供一本内容丰富的参考书，因为目前社会上还没有类似的书。尽管我觉得这个目标已经实现了，但是，对于由本书合著者为我带来的荣誉和声望我深感荣幸，并在此表示最诚挚的谢意。我非常高兴能够为此前没有被大众所知但有着渊博知识的运动员和教练员，如Greg, Joe和Coogans等人举行了一次学术研讨会，以此来传播他们的智慧，展示他们的动机和力量；我对能够整理出一些体育知名人士（如Pete和Scott）在训练领域所取得的科研成果感到十分荣幸。总之，在此书的编写过程当中，我学到了许多使我受益终生的知识。最后，向本书的合著者以及为本书编写提供过帮助的相关人士表示衷心的感谢！

祝本书的合著者和相关人士以及读者们身体健康，跑得更快！

Kevin M. Beck

| | |
|--|----|
|  | |
| <h1>目 录</h1> | |
| <hr/> | |
| 第一章 提高长跑能力的生物力学 | 1 |
| 一、结构因素 | 2 |
| 二、跑的基本原理 | 5 |
| 三、影响长跑的外部生物力学因素 | 10 |
| 四、完成一个高效的跑姿 | 12 |
| 第二章 动作速度 | 18 |
| 一、腿部速度训练简述 | 19 |
| 二、提高腿部速度的方法 | 20 |
| 三、如何落实腿部速度训练 | 26 |
| 第三章 制定一个有效的训练计划 | 30 |
| 一、从经验中学习 | 30 |
| 二、训练六要素 | 32 |
| 三、将这六个要素应用到不同的运动员上 | 35 |
| 四、设计周训练计划 | 38 |
| 第四章 扩展你的运动幅度 | 43 |
| 一、选择运动幅度 | 44 |
| 二、训练前和比赛前的柔韧性练习 | 45 |
| 三、训练后和比赛后的柔韧性 | 48 |
| 第五章 从躯干和上肢力量训练开始 | 54 |
| 一、抗阻力量训练的原则 | 55 |
| 二、躯干和上肢力量训练的益处 | 56 |
| 三、制定训练计划 | 58 |
| 四、躯干和上肢力量训练计划示例 | 61 |
| 第六章 下肢力量对运动成绩的影响 | 66 |
| 一、跑步带来的冲击力 | 68 |
| 二、如何变得更强 | 71 |
| 三、合并强度训练 | 73 |
| 第七章 维持身体姿态与保持身体平衡 | 86 |
| 一、追求身体的对称 | 86 |
| 二、发展直线性 | 88 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 三、完美的跑步姿势 | 88 |
| 四、与跑有关的专项肌肉力量训练 | 89 |
| 五、加强核心力量 | 92 |
| 六、柔韧：康复和练习 | 93 |
| 第八章 能量和相关营养素的补充 | 96 |
| 一、耐力运动员的营养补充原则 | 97 |
| 二、机能增进剂 | 104 |
| 三、辅助恢复剂 | 115 |
| 第九章 提高心血管系统 | 118 |
| 一、逐步建立基本的负荷量 | 119 |
| 二、调整期如何最大限度地恢复 | 121 |
| 三、乳酸阈速度训练 | 122 |
| 四、建立一个高强度训练高峰 | 125 |
| 五、优化跑的时间 | 127 |
| 第十章 在关键比赛中达到顶峰 | 129 |
| 一、制定训练计划 | 129 |
| 二、考虑比赛环境 | 130 |
| 三、了解比赛环境 | 132 |
| 四、最后一个月的调整 | 133 |
| 五、提前到达比赛地点 | 135 |
| 六、在比赛当天获得有效信息 | 137 |
| 第十一章 恢复计划的制定 | 138 |
| 一、了解过度训练和过度延伸 | 139 |
| 二、整合恢复的五个阶段 | 140 |
| 三、最佳恢复跑 | 142 |
| 四、有氧交叉训练 | 145 |
| 五、饮食促进恢复 | 146 |
| 六、保证充足的睡眠 | 149 |
| 七、其他促进恢复和预防损伤的方法 | 150 |
| 八、监控自己的恢复 | 152 |
| 第十二章 康复阶段的体能保持 | 155 |
| 一、评判你的努力 | 155 |
| 二、用心考虑交叉训练 | 156 |
| 三、转换交叉训练 | 157 |
| 四、选择适合你的良药 | 157 |
| 五、恢复跑步 | 164 |
| 术语索引 | 165 |

第一章 提高长跑能力的生物力学

杰克·杨格恩 博士

(Jack Youngern,PHD)

本章内容汇集了多位专家通俗易懂的指导建议，你若是一名高水平径赛运动员，这些建议可以增进你的健康，提高你的速度，降低你在跑的训练中发生与跑相关的损伤风险。实际上，本书囊括了大量实用性很强的建议，甚至有些建议可能已经应用到你的日常训练计划中。

然而，本章将把那些关于跑的建议和机体的训练方法与手段放在一边，首先对跑步的力学机制进行阐述，目的是引导读者对跑的本质有一个更深层次的认识。接下来的内容都是关于你今后训练具有重要作用的忠告——在为时还不算太晚时，尽快远离那些对身体有损害的运动。

你或许会认为我有点夸大其词，但是我会对上述观点进行详细阐述。在后面章节的内容中，会详细地介绍关于如何进行拉伸、如何进行负重训练以及如何制定一份合理的训练计划等，旨在防止你掉入长跑训练潜在的陷阱中。然而在本章内容中，我将把最实用的东西放在最后，首先对跑的生物力学机制进行详细描述。这样你会觉得我像是在绘制一幅油画，而其内容是如此的错综复杂，甚至有点滑稽可笑，以至于最后你会得出和我一样的结论：这绝对是令人震惊的，在一些经常被教练员、运动员以及长跑爱好者所忽略的技术细节上，稍加改进就能使我们的长跑生涯变得更加顺畅和辉煌。

本章中我引用了一个关于人体结构的安全因子进行讨论，并且指出构成这台精密机器的各个部件（例如，两个肾脏、一个具有再生功能的肝脏和坚硬如石的骨骼）的设计是如此完美，所以我们才能成功幸免于成千上万次的意外事故或损伤，如果这些意外中有一种是可以控制的（重复发生的）。例如，关节每日都要承受持续的撞击并持续数周、数月甚至数年的时间，那么你的每个部件都有可能出现问题，你应该及时治疗以防止病情进一步加重。本章阐述了长跑对人体带来的负面影响或健康隐患，揭示了机体为适应长跑训练而导致的机体“压力”增加，并提出了解决这一问题的策略。许多可以帮助机体更好地适应长跑训练的方法或建议，将在后面章节中再做详细介绍。

既然我们在讨论长跑的生物力学机制，理所当然要介绍一些关于跑的力学机制知识，以及很多提高长跑效率的训练方法和手段。这些方法不仅可以提高长跑的效率，还将有利于预防运动损伤。然而，如果你想在本章中寻求详细的指导或训练计划，并使你成为一名

顶级的长跑运动员，这是不可能的；如果你只是想寻求一种如何充分挖掘出运动潜能的方法，本书是可以助你一臂之力。那么，现在开始讨论对长跑的各个环节都起着重要作用的——“跑”的生物力学机制或动力学原理。

当我们看到“生物力学”这个术语时，很容易让我们把人体想象成一台机器。那么，在讨论跑步过程中的生物力学机制时，我们是否可以把人体看做是一台正在运转的机器呢？尽管看见世界优秀运动员在高速奔跑时仍然表现得那么平稳和轻松，我们似乎真的可以把始终运动着的机体看做是一台运转的机器。然而，实际上人体这台机器在被上帝制造时，如何高效率地运转，如何尽可能地避免运动损伤，并不是人体应该承担的主要功能！让一个人学会科学地进行长跑运动，绝不会像让一个面包师学会如何播放DVD光盘那样简单；然而，对大多数运动员而言，运动伤病和阻碍运动成绩达到本人的最大潜能的影响因素，都与机体的生物力学机制有着紧密联系。人体的解剖学结构的进化和演变，使得人这一种特殊的两足动物能够直立行走，并且比那些与人类最相近的动物——黑猩猩更适合奔跑，黑猩猩的奔跑效率要比人低的多。但是，人体解剖学结构的进化也并未彻底淘汰那些使人不能每周参加160.9公里跑训练的基因。

要理解并运用生物力学知识，我们需要大量的数学公式、对物理原理敏锐且准确的理解、构建和分析受力图和矢量以及在交谈中迅速准确地理解一些专业术语——如锐角推动力和峰值力矩等。这也是导致许多人感到学习生物力学是如此的乏味和令人极度痛苦的主要原因。记得有一次我坐在教室里正在听一堂本科生的物理讲座，突然一名学生站起来愤怒地喊道：“我放弃这门课，你讲得太乏味了。”受到这件事的启发，在编写本章内容时我尽可能地删除了那些令人感到厌烦的公式和专业术语。然而，本章中仍然包含了部分专业词汇和力学公式，主要是那些与跑的动作结构、跑的生物力学机制关系密切的专业词汇和力学公式以及与下肢承受力结构有关的专业词汇和力学公式。只要你能记住本章中的专业术语，那么假如你在未来某一天患上跟腱炎而去找你的理疗师说明你的病情的时候，你的理疗师准会被你所熟知如此多的专业术语而感到惊讶。

本章中我经常提到的一个术语就是“跑的经济性”，也就是指运动员在维持特定的跑速时，其机体在单位时间内所需消耗能量的多少。通常，我们用耗氧率来评价机体的能量代谢水平，因为它是评估有氧运动时能量代谢快慢的最便捷方法。所以，一个“跑的经济性”好的运动员，在进行特定速度跑的训练或比赛中消耗的能量相对要少。每个长跑运动员“跑”的生物力学特征，决定了他跑的经济性；跑的力学特征不仅与伤病的预防密切相关，而且还在很大程度上影响运动员的成绩。在本章的后面部分，我将阐述如何提高跑的经济性，如何使其在恒定的能量消耗前提下跑得更快。

一、结构因素

我们可以从以下两个方面来提高运动员跑的生物力学机制，进而达到提高运动成绩的目标：一是，提高跑的动作效率。从理论上讲，如果能够使一名运动员“跑的动作”更加符合其机体的生理、解剖等特点，进而获得其最佳的“跑的动作”或姿势，其运动成绩也会相应地得到提高；二是，做好伤病预防，当我们考虑到机体具有脆弱性一面时，如果我

们把机体看做是一台机器，我们就会更好地理解运动员为什么会出现伤病，就像机器有时候也会出现故障一样。

“跑的动作”看似简单，但实际上却是一种包含着许多部位的“综合性运动”。这也是导致在跑的动作结构中存在许多潜在的弱点或“薄弱环节”的直接原因。同时，这些“薄弱环节”具有明显的个体差异性，因为每个运动员都有自己独特的生理和解剖特点，因此他们在跑的姿势上也存在着个体差异。这种跑的姿势个体差异，如果是由于机体的肌肉力量不平衡所导致的，经过训练是可以调整的；如果是由于机体的骨骼发育不全或畸形而出现的骨骼结构问题，这是很难改变的。但是，在上述两种情况下，长跑运动员发生伤病的机率是不同的。尽管如此，针对不同机体结构的“设计”，在恰当的训练之后，是完全可以使运动员变得足够强壮。因此，在极限负荷之内，运动员应该可以承受长跑给机体造成的磨损。我们将机体的力学结构所能承受的最大负荷量称为机体结构的“安全临界值”，当负荷超过这一“安全临界值”时，机体受伤的机率将会明显增大。例如，一部公用电梯在设计时，所能承受的最大载重量是使用过程中允许的最大载重量的10倍之多。显然，电梯的实际最大载重量比使用时允许的最大载重量要大得多。但是，由于考虑到如果电梯的结构损坏，将给人们带来灾难性的后果，所以公共安全的相关法律规定，电梯在使用时允许的最大载重量要远远低于其设计时所能承受的最大载重量，进而最大可能地防止电梯的结构损坏带来的灾难性影响。

著名生理学家和进化生物学家贾雷德·戴蒙德（Jared Diamond）曾经对安全临界值进行了较为详细的阐述，并指出一切生理学系统的结构都包含安全临界值。这些安全临界值往往因为不同系统被破坏而带来潜在的后果，以及机体对被破坏系统或结构的修复代价的不同，而表现出差异性。这有助于人们正确理解下述问题：（1）人体内为什么会有两个肾，而在只有一个肾的情况下，人体为什么也可以正常运转；（2）人体内的肝和胰脏，除了具备维持机体正常运转所需的功能以外，为什么同时还具备其他一些功能；（3）人只有一个心脏，且不说长跑，心脏的功能对于其他所有的身体活动，为什么同样起着决定性作用。

人体内几乎没有哪一个解剖结构，能够像公用电梯那样，允许的最大负荷与实际所能承受的最大负荷相差如此之大，因为人体无法承受由此带来的巨大能量浪费。例如，脊椎的安全系数是1.35，也就是说脊椎所能承受的最大负荷值是人们在生活或运动过程中，所真正施加在脊椎上的最大负荷值的1.35倍。一些肌腱的安全系数比这要高出许多，然而那些需要承受巨大拉力的肌腱安全临界值只在1.3左右，如跟腱。肌腱在不对机体产生损伤的前提下，所能承受的最大张力大小与肌腱本身的体积和形状、与其相连的肌肉体积或者力量的大小，以及所能承受的负荷强度下的收缩速度有关。

与骨骼肌系统中其他结构或组织相比，肌腱的性质或功能的正常运转，受疲劳的影响最大。无论是对肌腱还是骨骼，反复施加大强度或极量强度负荷，都会导致机体组织所能承受的最大张力与疲劳前相比有所下降，进而使得运动员发生运动损伤的机率急剧提高。

从这方面来看，我们的机体结构更像是一般的建筑材料。例如，木材建筑物必须具有比钢筋建筑物更高的安全临界值，因为木料产生疲劳或失去承受能力的时间更短。骨骼及其相连组织因疲劳而导致承受力降低，就是由其所承受负荷强度、练习次数、练习时间共

同作用而引起的。耐力运动员的疲劳主要是由于练习的重复次数和训练的频率引起的，大强度的负荷训练（训练次数和频率都较大）比一次性的极限负荷强度训练更可能导致运动损伤。听完菲迪波德斯跑完超长马拉松后突然骨裂的故事后，在令我们难过的同时，我们更应该铭记它的教训。

人体与机器的不同点在于，人体在任何时候都能因负荷的改变而自我重建。运动过程中代谢的适应性变化，就是肌肉“重新使用”自己以应对增加的负荷的一个标志性反应。肌肉的其他成分，如线粒体、糖原储备和毛细血管对重复负荷刺激标志性的反应，也是避免在长时间运动中因代谢不足而产生的必要适应性活动。幸运的是，人体还可以加强这些结构的安全系数，以应对其相连组织所承受的重复负荷。组织损伤给运动员带来的最直接的影响就是使运动员的训练信心蒙上阴影。为了防止这种重复负荷刺激带来的伤害，相连的组织，如骨骼和肌腱必须形成一个整体——加强核心结构要素——以达到承受更大压力的能力。这种适应性反应需要时间，但是它可以增强人体承受高强度重复性负荷刺激的能力，这种能力对于耐力性项目的运动而言是至关重要的。这也是为什么我们看到初学者常常发生运动损伤的原因，而他们的训练负荷远远低于有一定训练经历的运动员，这是因为大多数有一定训练经历运动员的机体已经适应了这种训练负荷刺激。

长跑运动员出现过量骨沉淀是正常的，因为它可以用来应对由于负重训练对骨骼带来的冲击。当递增的拉力牵拉肌肉，对肌肉本身和肌腱以及相连的骨骼产生的张力增加时，过量骨沉淀也会出现在肌腱以及相连的部位，其功能是用于加固“肌肉-肌腱-骨骼”这一薄弱环节。毫无疑问，这是一个有益的正常适应过程，它可以降低运动员发生运动损伤的机率。然而，如果运动员长期承受过大的压力，这种为了承受过大压力的组织重建，就会对机体产生不利影响。例如，径赛运动员经常出现类似脚跟骨刺类的伤病。但奥斯古德·斯科拉特（Osgood-Schlatter）综合症出现的疼痛，就不是过度负荷刺激而引起骨沉淀造成的，而是因过度压力导致肌肉-肌腱-骨骼环节产生过度运动的结果。

人体不同于机器的另一方面，就是人体使用的材料不同。生物组织具有的力学特征要比简单的结构材料复杂得多。生物组织的唯一解剖学功能特征已经能被制造出来，并试图用人工制品代替生物组织。例如，人造膝韧带，但这一替代性的人造生物组织在大多数情况下还是不成功的，因为天然的生物组织中有许多难以复制的生物学特征，尤其是分子成分中的含水物质更是无法复制。需要注意的是，人体组织使用流体动力学的能力，使得像半月板可以像运动鞋鞋底一样不断吸收冲击力而不被损坏。另外，不同类型的生物组织是有不同比率的弹性纤维和胶原性纤维组成，使得这些组织结构即坚固又有很强的变形能力。正如我们看到的，跟腱有很好的弹性，它使跟腱可以拉伸和存储能量，并立即回缩产生推进力。另一方面，韧带的作用就是稳定关节，它不用拉长和形变就可以吸收大量的力。

肌肉及其相连组织的弹性特征，对于跑的能力至关重要。当肌肉收缩时，这些组织就拉长存储能量，用于推动身体向前运动。用生物力学术语描述这一过程，我们腿的功能就像弹簧工作机制一样。实际上，也有观点认为在短跑过程中小腿肌肉起到的作用很小，最主要的推动力是由跟腱的存储和释放能量传递到脚掌。当我们下面讨论跑的基本原理时，你将会看到跑的步态，最终都依赖于肌肉和肌腱的拉伸储能，以及随后利用这些能量推动人体向前和向上运动的两个过程。

二、跑的基本原理

每个人都知道跑步是怎么回事，即使你不能精确地描述出良好的跑步姿态应该怎样，但当你看到良好的跑步姿态时，你一眼就能看出它是好的，即保持背部竖直的基础上，上体略前倾，肩放松，手臂在腰和胸之间放松摆动。手臂的摆动是为了平衡下肢的运动，即当一条脚蹬离地面时，他的异侧手臂开始下摆。当髋关节扭转、拉动摆动腿向前摆动时，膝关节上抬，上体向相反的方向转动，以维持平衡。

跑的动作周期就是从一只脚开始接触地面的瞬间，到同一只脚下一次再接触地面的全过程（又称复步）。所以，跑的动作周期包括了两条腿各跑一步的两个部分组成。人们通常又把跑的动作周期中的一步分为两个阶段：支撑阶段（图1.1a-c），即脚接触地面的过程；摆动阶段（图1.1d），即从脚离地到下一次触地的过程。从走转变为跑的过程，就是缩短支撑阶段和增加摆动阶段的过程。走步时，支撑阶段与摆动阶段的时间比约为3:2。走和跑的区别在于，即使是慢跑，摆动阶段也比支撑阶段的时间长，而且一个跑的动作周期还包括两个腾空阶段，即两只脚都分别离开地面的时间段。

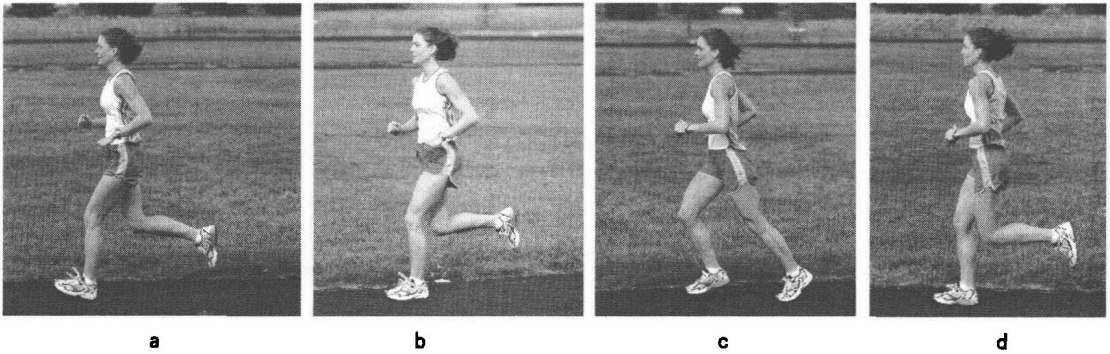


图1.1 每条腿的动作周期包括脚触地（a）、垂直支撑（b）、脚尖蹬离地面（c）和后摆（d）四个阶段

下面将详述跑的动作周期中几个基本组成部分，概述动作周期中的不同阶段，我将提供实用性建议，帮助你优化跑的动作周期中的这些阶段，提高跑的成绩。

（一）支撑阶段

为了更好地讨论跑的动作周期中这一复杂的部分——支撑阶段，我们把它再分为三个阶段：前支撑阶段(图1.1a)；缓冲阶段（图1.1b），即身体重心通过脚上方的过程；后支撑阶段（图1.1c），即脚尖离地前的瞬间。这里我们以一条腿为例，忽略另一条腿，尽管跑的动作是由四肢的协调配合来完成的。

1. 前支撑阶段

我们从脚与地面接触的瞬间——脚触地，开始讨论跑的动作周期。大约80%的运动员都是以脚跟或后脚掌先接触地面，我们称之为脚跟触地（图1.1a），还有20%运动员是脚的中部触地，即用脚中部的外侧触地。然而，现在很明显有两种不同的脚触地方式：脚跟触地方式和足中部触地方式，对此，运动员需要花很多精力去决定采用何种方式触地，或

许这一决定应该主要依据你跑步技术构成的风格。所以，如果你用足中部触地，就有可能由你的骨骼结构和其他内在的因素决定的，然而跑速也是影响运动员触地方式的一个因素。加速跑和大步幅跑时，就把脚与地面接触的部位向前脚掌的部分移动；冲刺跑时，甚至就是脚趾或脚尖先触地。尽管生物力学专家已经理清各种触地带来的后果（例如，脚跟触地，在支撑阶段消耗更多的时间），但是，目前还不清楚，脚前部分触地与脚后部分触地在功能上到底有什么显著性差异。

脚触地瞬间，小腿的前后肌群都会产生兴奋，以稳定脚的着地动作。然后，脚再向身体重心方向回收，但与此同时脚始终保持向前运动，直至接触地面。脚触地后，腿部肌肉、韧带可以吸收制动力（图1.2）。大步幅跑时，将会增大制动力和克制它们所必要的过量做功，正如我们在本章后面要讨论的那样。因此，一个高效率的触地应该是，脚更接近于重心在地面上的投影点，以降低脚触地时产生的制动力。

当然，你不能撇开其影响因素谈论触地问题。脚触地时遇到的主要影响力，就是垂直于地面的反作用力。这种力量能直接传导到肢体，并对骨骼产生冲击。短跑时，每跑一步，身体吸收地面的反作用力可以达到其体重的6倍。长跑时，每跑一步，身体吸收地面的反作用力也达到身体重量的2.5~3倍，这是走步时地面产生反作用力的2倍，而长跑只用了走步时产生反作用力所需时间的一半。由于肌肉拉伤是单位时间内，肌肉承受力量作用的结果。所以说，与走步相比，跑步产生的反作用力导致相关组织产生损伤的可能性要比走步高4倍。

脚跟触地和前脚掌触地所产生的反作用力没有显著区别，但习惯前脚掌触地者应该认识到，前脚掌触地吸收的全部作用力都集中到了脚的前部，而脚跟触地者在经历支撑阶段是由整个脚吸收反作用力的。这样，前脚掌触地者就需要仔细挑选前脚掌底部有缓冲材料的跑鞋，因为很多跑鞋只有后部分有缓冲垫，而前部分则没有。

还有一个令运动员惊恐的潜在影响因素，就是“脚触地的位置”问题。脚触地的角度和脚触地与身体中线的距离，在很大程度上影响着传向肌肉及其相连组织的作用力大小。严重的倒置或外翻，都会对关节和组织产生巨大的“扭转力”。因为在支撑阶段，身体通过脚踝上方后，扭转力会通过膝和髌关节而变大。理想的落脚位置是使踝关节和膝关节保持在同一个垂直面上，这样就可以减小身体通过支撑腿时所产生的扭转力。

一个相关因素就是落脚点与身体重心在地面上所形成的中线之间的距离。大多数运动员双脚都落在这条中线上；如果要求用正常步幅沿着跑道线跑，可以发现大多数人在跑步时，两只脚也几乎落在这条跑道线上，这与走步时两只脚的落点所形成的两条平行线不同。如果“双线”模式发生在跑的过程中，两只脚没有落在一条直线上，在支撑阶段肌肉

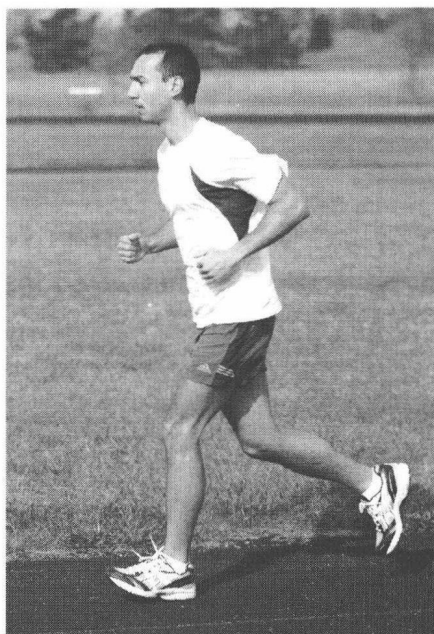


图1.2 脚着地时将产生大量的力