

Play

Football

足球技术动作生物力学分析

李旭天 著

吉林人民出版社



足球技术动作生物力学分析

李旭天 著

吉林人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

足球技术动作生物力学分析 / 李旭天著. — 长春 :
吉林人民出版社, 2019.9
ISBN 978-7-206-16267-1

I. ①足… II. ①李… III. ①足球运动—运动生物力学—研究 IV. ①G843.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 194450 号

足球技术动作生物力学分析

ZUQIU JISHU DONGZUO SHENGWU LIXUE FENXI

著 者: 李旭天

责任编辑: 王 斌

出版发行: 吉林人民出版社

地 址: 长春市人民大街 7548 号

印 刷: 长春华远印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 7.75

字 数: 115 千字

标准书号: ISBN 978-7-206-16267-1

版 次: 2019 年 9 月第 1 版

印 次: 2019 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

前言

足球运动是世界上开展得最为广泛的运动项目之一，几乎所有的国家都有人从事足球运动。众所周知，足球运动有着悠久的历史，但直到 1863 年第一个足球协会成立以后，足球运动才逐渐走入正规化。在此之后，足球运动很快在欧洲大陆被普及和推广，随后发展到南美洲及其他各大洲。

世界杯比赛是每四年一届，每届比赛都吸引了大量的现场观众与电视观众。迄今为止，只有乌拉圭、阿根廷、巴西、德国、英格兰、意大利、法国及西班牙 8 个国家获得了世界杯冠军。这些国家的足球队在为我们带来高水平的竞技表演的同时，也极大地推动了足球运动在其他国家的普及。

在院校足球学科的教育体系中，对足球方面的研究则更为深入。但是据统计显示，20 世纪 80 年代，业界形势的发展表明了传统的训练、管理方法已经不能适应足球产业及足球职业化的需要。足球教练员开始以更加开放的姿态接受现代体育科学的教学，并为其竞赛做相应的准备。一些大型俱乐部开始采用现代的管理方法，运动员的训练变得更为系统化。总之，那些与时俱进的俱乐部比故步自封、不思改变的俱乐部更能从体育科学理论中获得更大的利益。

本书是运动生物力学学科重要的一个分支领域，从足球的领域对运动技术表现进行观察、测量、分析、评价，寻找运动技术中的问题并制订解决方案，力求使运动技术达到最佳水平。此学科是根据体育科学研究、体育教学、运动训练等方面的实际需求而设立的，也是高等体育院校学生的重要学习内容，对学生综合能力的培养起到不可或缺的作用。

本书共分为八章。第一章着重阐述了运动技术课题分析的意义和发展历程，并探讨了与其他学科之间的关系，力求使读者能够把握本书的整体框架；第二章是对第一章内容的扩展，概念性的知识可以帮助读者更好地理解全书的具体内容；第三章主要是从两个方面阐述了运动生物力学常规和非常规的测量方法，在此基础上又具体展开了多个方面，希望可以帮助读者能从多方面掌握不同的测量方法，提高测量的精确度；第四章阐述了基础运动的生物力学分析，从跑动、走路以及跳动三个角度分析；第五章主要是着重探讨了运动生物力学与足球二者之间的作用因素；第六到第八章分别从不同的阶段阐述了生物力学之间的相互联系、相互作用，全面提高读者对生物力学研究的理解和研究途径。

本书结构合理，内容顺畅，具有一定的可读性，能够为足球领域的技术动作生物力学起到一定的参考作用。

在本书的写作过程中，借鉴了很多专家和学者的资料和成果，在此表示衷心的感谢。但由于时间短，水平有限，书中难免会存在着很多不足之处，希望能得到广大读者、专家的批评和指正，也希望能够提出宝贵的意见和建议。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 运动技术动作分析的意义	1
第二节 技术动作分析与其他学科	3
第三节 运动技术动作分析的发展	3
第二章 运动技术动作分析概述	5
第一节 技术动作分析的概念	5
第二节 技术动作分析的内容	6
第三节 技术动作分析的方法	7
第三章 运动生物力学分析的测量方法	9
第一节 运动生物力学常规测量	9
第二节 运动生物力学非常规测量	42
第四章 基础运动动作的生物力学分析	73
第一节 走动作技术力学分析	73
第二节 跑动作技术力学分析	76
第三节 跳动作技术力学分析	78
第五章 运动生物力学与足球	84
第一节 足球装备中的生物力学因素	84
第二节 生物力学与足球技术动作	92
第六章 用力蹬伸阶段动作的生物力学分析	95
第一节 脚背外侧运动生物力学分析	95
第二节 脚背内侧运动生物力学分析	96
第七章 后摆阶段动作的生物力学研究	98
第一节 大腿后摆阶段生物力学分析	98
第二节 小腿后摆阶段生物力学分析	103
第八章 前摆阶段动作的生物力学分析	106
第一节 大腿前摆阶段运动生物力学分析	106
第二节 小腿后摆阶段生物力学分析	113
后 记	116
参考文献	117

第一章 绪论

随着现代体育运动与大众健身的迅速发展，体育科学作为一门新兴的学科顺势而生，其本身也衍生出其他一些新兴学科，包括运动技术动作分析学科。

第一节 运动技术动作分析的意义

一、足球基本技术动作分析

（1）颠球。

是指运动员用身体的各个有效部位连续地触击球，并加以控制，尽量使球停止在脚背的技术动作。颠球是运动员熟悉球性的一种练习手段，以增强对球的弹性、重量、旋转及触球部位、击球时用力轻重的感觉。

（2）双脚脚背颠球。

脚向前上方摆动，用脚背击球，击球时踝关节固定，脚背触碰足球下部。两脚可交替击球，也可一只脚支撑，另一只脚连续击球。击球时用力均匀，使球始终控制在身体周围。

（3）双脚内侧、外侧颠球。

抬腿屈膝，用脚的内侧或外侧向上摆动，击球的下部，两脚内侧或外侧交替击球。

（4）大腿颠球。

抬腿屈膝，用大腿的中前部位向上击球的下部，两腿可交替击球，也可一只脚做支撑，用另一侧的大腿连续击球。

（5）头部颠球。

两脚开立，膝盖微屈，用前额部位连续顶球的下部。顶球时，两眼注视球，两臂自然张开，以维持身体平衡。

二、足球技术动作结构分析

踢球的方法很多，动作要领也有所不同，但是每一种踢法都是由助跑、支撑脚站位、踢球腿的摆动、脚触球和踢球后的随前动作五个环节组成。

（1）助跑。

助跑的作用在于调整人与球的方向、距离，以便在踢球时使支撑脚能够处于所需要的正确位置，从而增加击球的力量。助跑最后一步要大一些，这为踢球腿的充分摆动、增大摆腿速度、制动身体的前冲和提高击球的准确性创造了条件。助跑分为直线助跑和

斜线助跑。助跑的方向和出球的方向相同叫直线助跑，助跑的方向和击球的方向成交叉叫斜线助跑。

(2) 支撑脚站位。

支撑脚的位置要让踢球腿的摆动达到最大的摆幅、发挥最大的速度和有利于踢球脚准确地接触球的合适部位为原则。支撑脚的位置一般是由所使用的踢球方法（脚法）来决定。凡采用的踢法需要踩在球的侧方的，一般距离球 10 厘米—15 厘米；凡采用的踢法需要踩在球侧后方的，一般距离球 25 厘米—30 厘米。踢运动球时，更要掌握好支撑脚的位置。因支撑脚落地时球仍在继续运行之中，要把踢球腿后摆的时间计算在内。如追踢向前滚动的球时，支撑脚落地的位置要稍靠前，这样才能与球保持合适的距离。支撑脚要积极踏地以制动身体的前冲力量，膝关节要微屈，以维持身体的平衡和保证充分地摆腿和自如地踢球，因此，支撑脚实际上起着固定与平衡支点的作用。

(3) 踢球腿的摆动。

击球力量的大小，由多方面的因素决定，它是踢球力量的主要来源。摆幅大，摆速快，踢出去的球力量就大，球的运行速度就快，运行距离就远。因此，踢球腿的摆动动作是否正确，直接关系到踢球的力量、击出球的速度和球的运行距离。踢球腿的摆动是在支撑脚跨步时（助跑最后一步）顺势向后摆起的。在支撑脚着地的同时以髋关节为轴，大腿带动小腿由后向前摆。当膝关节摆到接近球的垂直上方的刹那间，小腿加速前摆击球。

(4) 脚触球。

包括踢球脚的部位和击球的部位。一般来说，用脚的某一部位击球的后中部，作用力通过球心平直。当踢各种运动球时，应准确判断出运动球的速度、方向，根据出球方向，合理选择踢球脚以及脚与球触碰的部位。

(5) 踢球后的随前动作。

踢球后随着腿的前摆和送髋，使身体重心向前移动，这样既易于控制出球方向和加大踢球力量，又能缓和因踢球腿急速前摆而产生的前冲惯性，以维持身体的平衡。踢球后的随前动作还便于与下一个动作衔接。

三、足球基本技术动作分析的意义

动作分析是在程序决定后，研究人体各种动作的浪费，以寻求省力、省时、安全和流畅的动作。

动作分析的实质是研究分析人在进行各种操作的细微动作，删除无效动作，使操作简便有效，以提高工作效率。

动作分析可以发现操作人员的无效动作或浪费现象，简化操作方法，减少因过多的无效动作产生的身体疲劳，降低体力消耗的强度。在此基础上制定出标准的操作方法，为制定动作时间标准做技术准备，以上是足球的基本的动作分析。通过足球的发力点以及大力的动作可以得出：在踢球的过程中只要把握正确的发力点以及减少不必要的小动作，就可以把自身的力量与身体结合到极致的状态。

第二节 技术动作分析与其他学科

运动技术动作分析与运动生物力学、运动解剖学、力学、运动训练、高等数学、体育测量与评价等多个学科存在着相关的关系，这些学科之间是相互整合创新、交叉渗透、相互依存的发展关系。由于学科之间的差异，运动技术动作分析与其他学科之间的相关性程度有所不同，因此在不同的案例中所涉及到的知识层面也有所不同。如图 1-1 所示，专项运动学科为运动技术动作分析提供实践研究场所，它的研究成果是各专项运动技术原理的理论来源。完成一项运动技术动作的分析往往需要进行现场测试、数据处理分析、统计与建模。因此往往会涉及到高等数学、计算机科学、信息处理、体育测量与评价等多个学科，通过这些的学科结合使用与分析才能更好的做出运动技术动作的分析。

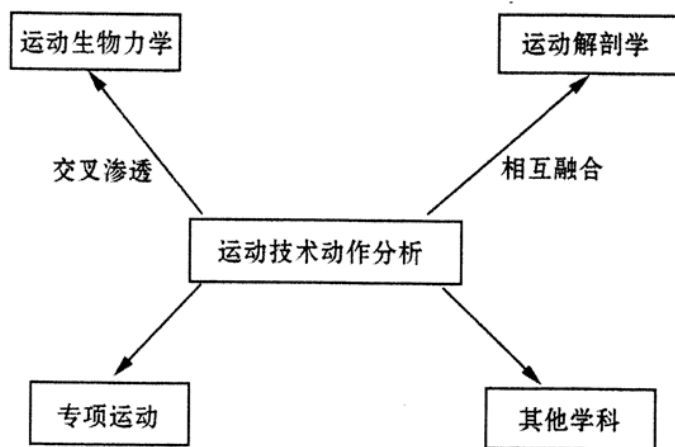


图 1-1 运动技术动作分析与其他学科关系图

第三节 运动技术动作分析的发展

一、运动技术动作分析的历程

目前，运动技术动作分析已经成为运动生物力学学科的一个重要部分，承担着揭示动作技术原理，进行技术动作分析，达到运动技术最佳化的重要任务。初步的运动技术动作分析是以运动解剖学为出发点，来分析各个环节和各个关节的运动规律。举例分析，对机体从站立到坐到座位上这个动作进行分析，这个动作包括髋关节屈、膝关节屈，并由臀大肌、股四头肌、小腿三头肌完成，这就是初步的依靠运动解剖学来分析的典型的解剖学分析方法。在美国，人体运动学有狭义和广义之分，广义的人体运动学就是涵盖了运动解剖学、人体解剖学、生理学、心理学、运动生物力学相互融合进行运动技术动作分析。到了 20 世纪，西方大多数学校把人体运动学列为必修课程，有的学校甚至把人体运动学设为一个系别，把生理学、心理学、运动生物力学融合。狭义的人体运动学指的是对人体的运动特征进行

分析,探索规律,进行评定。人体运动学基本上包括3个方面:解剖学、力学、生理学。因此从某种意义上来说,人体运动学是一门体育类边缘学科。随着运动生物力学的发展,人体运动学课程进行了全面改革,从而使力学的内容更加丰富。人体运动学变更名称为生物力学,从而生物力学完全取代了人体运动学。生物力学主要从机体运动与静止方面探讨主体的结构与功能,同时探讨机体与外界物体,如康复设备、劳动工具、音乐乐器等之间的生物力学相互作用。运动生物力学作为生物力学的一个重要分支,在20世纪60年代,运动生物力学在我国迅速发展,各大体育院系开设运动生物力学学科并作为必修课程,沈阳体育学院袁庆成教授出版了《人体运动力学》,并在20世纪80年代有了较大的发展。在这段时期,北京体育大学、上海体育学院先后成立了运动生物力学博士点,原国家体委组织编写了教材《运动生物力学》。与此同时,各个省市体育科学研究所建立了运动生物力学实验室,购进大量运动生物力学实验仪器,包括摄像系统、解析系统、测力系统、表面肌电系统等,并参与重大课题,力求解决竞技运动上的问题。1980年,我国体育科学学会成立了中国运动生物力学学会,之后,我国运动生物力学专家又以中国运动生物力学学会的名义加入了国际生物力学大会以及国际运动生物力学大会。2005年,在北京举办了第23届国际运动生物力学大会,这是中国第一次举办国际运动生物力学大会,也是中国体育科学学会承办的第一次大型国际会议,展示了中国运动生物力学的整体水平。

二、发展趋势

近年来,随着竞技体育的发展,运动技术动作分析成为提高竞技成绩的重要手段,由运动生物力学的专家教授承担运动技术动作分析任务已经相当普遍,并且在训练队中常年聘请运动生物力学专家进行跟队科学研究,收集科研资料,为赛事服务,比如奥运会、世界锦标赛等。

在大众健身日益发展的背景下,各种运动生物力学实验设备也不仅局限于我国的竞技体育,在大众健身领域的应用也开始普遍使用,如体质测试系统可以测试出人体的脂肪以及肌肉含量的成分,老年人步态平衡等。

第二章 运动技术动作分析概述

随着现代体育运动与大众健身的迅速发展,体育科学也逐渐变为一种新兴的学科,并且也逐渐衍生出其他一些新兴学科,包括运动技术动作分析学科,泛指人类在自然生活中积累的用于生产劳动的经验、知识以及一些具体操作的技巧。

第一节 技术动作分析的概念

一、学科概念

技术是泛指人类在自然生活中积累的,用于生产劳动的经验和知识,以及一些具体操作的技巧。

运动技术是在物理学、高等数学等学科的渗透下衍生出来的一门新的学科,指的是在运动神经中枢系统的指挥下,完成某种特定活动肢体动作的一种方法。例如体育中的,田径、球类、体操等。参加不同体育项目的活动,需完成不同的动作,即需要学习和掌握不同的技术。同时又由于个体差异,必须依据个体的生理学特点,选择和掌握具有个人特征的运动技术,才能更为有效地参与运动竞技。所以运动技术随着个体以及项目的不同而大相径庭,同一个项目不同个体,或者同一个人不同项目,也是千变万化,即使是同一个人同一个项目不同次数也表现出差异。总而言之,不同项目,运动技术不同;同一项目,运动技术有着好坏之分。换句话总结,就是运动技术有个体差异性、相对性、综合性。个体差异性指的是不同的人在完成体育时动作技术不同;相对性指的是个体在不同体育项目上表现的动作技术是相对发展的;综合性指的是个体在动作技术上的表现是个体综合能力的一种体现。合理地、正确的运动技术须符合项目运动规则的要求,有利于运动员的生理、心理能力得到充分的发挥,有助于运动员取得好的竞技效果。各个运动项目的各种动作,都有着符合人体运动力学基本原理的标准技术及规范的技术要求。

运动技术原理与最佳运动技术的概念完全不同,因此研究运动技术原理与探索最佳化的运动技术是两种不同的任务。运动技术原理指的是在不考虑个体差异的条件下,任何人都可以完成某种动作,以短跑运动员阿什福德为例,只有当他在大腿后肌群力量与股内侧肌力量的比值由原来的1:7,锻炼到后来的1:3,才在运动会上夺冠。可见,运动技术原理必须遵循一定的规律,才能有所成就。最佳的运动技术则是在考虑运动员在性别年龄、身体形态、身体素质、训练水平等个体差异的条件下,合理地结合运动技术原理,来达到最佳运动水平。即使一个优秀的运动员也存在运动技术不合理现象,所以在遵循运动技术原理的规律下,要对运动员的技术动作进行分析,发现动作问题,改进不合理之处,力

求提高竞技运动水平,让运动员的身体状况达到完美状态,在竞技体育中既能保障运动员的身体安全又能取得理想的成绩。

运动技术动作分析是运动技术的一个重要分支,研究人体在体育运动中运动规律,以运动生物力学为理论基础,以人体体育运动为研究对象,以实地测试对动作技术进行定量分析为研究手段,以分析运动技术的合理性、实现运动技术的最佳化为内容,来解决运动训练与教育中出现手段问题,提高体育竞技训练水平的一门学科。

测量技术的发展推动着运动技术动作分析方法的发展,伴随着科技的进步,逐渐形成了运动学、动力学、肌电学三大主要分析技术:运动学分析技术主要是影像拍摄与影像解析技术;动力学分析技术主要包括动力学测试仪器与动力学测试指标,主要有三维测力台、足底压力测试系统、步态分析测试系统、等动分析仪等;肌电学分析技术主要包括学测试仪器与肌电学测试指标,有针式肌电和表面肌电等,由于表面肌电对于人体的无创性并且比针式能减少对运动的影响,因此表面肌电成为运用越来越广泛的仪器。运动学从关节角度、身体姿势、身体位移、时间、速度等角度进行分析,动力学从力量特征、冲量特征、能量特征等角度进行分析,表面肌电从积分肌电值、各肌肉发力顺序、参与肌群体、发力的大小等角度进行分析。

二、人体运动的复杂性

人体运动极其复杂,人体自身完成一项运动都是通过大脑中枢神经刺激引起肢体动作的表现形式,作为一个大系统,人体各环节、各部位的表现形式与运动效应各不相同,因此人体运动就是一项人体系统综合表现的一种效应。同时,肢体运动又受到个体不同的运动机能表现的影响和制约,男女的差异、年龄的差异、少儿运动、青年运动、老年运动等,如跳远在运动生物力学中的最佳角度为42度左右,而人体由于各种机能差异,略有所不同,同时运动心理、运动目的、运动经验等因素也在时时刻刻的对运动技术造成影响。所以我们要运用技术动作分析来探索运动的特点和规律,尤其是当运动员在做高难度动作时,运动员必须高度集中注意力,有意识地控制动作,才能保证最佳的运动成绩。

第二节 技术动作分析的内容

一、运动技术动作分析方法

运动技术动作分析是运动技术的一个重要分支,对动作技术进行定量分析也是一个重要的研究手段,力求分析运动技术的合理性,找出问题并提出改进方案。目前,在国际上运动技术动作分析的工作已经取得了丰硕的成果,主要有以下几种分析方法。

(1) 动作技术测量法

是指在运动员运动过程中通过仪器对运动员习惯性的动作及在运动过程中的动作测量的方法。

(2) 运动发力点及发力时间的分析方法

是指在运动时运动员发力点以及发力前后的时间,对于运动员来说发力点和发力时间

是尤为重要的，这个动作会影响运动员接下来的动作和运动方向的判断。

（3）运动中产生的体能消耗的分析方法。

是指在运动员运动过程中的体能消耗的过程进行分析，由于在运动场上的体能消耗过大，往往运动员在高强度的比赛中会集中注意力。从而导致运动员不注意体力的消耗在比赛中失常发挥，故通过体能消耗分析的方法可以让运动员在比赛中正确的消耗体力，从而自如的应对比赛。

二、动作技术的生物力学分析

本环节主要内容有运动技术诊断基本参数的采集与处理方法概述，分析研究动作技术的一般方法，使读者明确动作技术的分析过程、动作本身目的与所研究动作的关键点，从而更加有针对性地进行下一步的测量。

三、不同类型项目的动作技术分析

运动技术动作分析阐述运动技术动作的一般原理，从人体运动行走的动作技术分析、跑步的动作技术分析、跳跃项目的动作技术分析、投掷项目的动作技术分析这四个方面的基本动作结构进行运动生物力学分析，主要包括这些项目的运动生物力学要素、运动生物力学参数、运动生物力学动作技术原理，加深读者对运动技术动作分析的理解。

四、动作技术测量方法

动作技术测量方法作为运动技术动作分析方法的重点内容，从运动学测量、动力学测量、表面肌电测量、等速肌力测量三个方面进行阐述，从方法的简介、操作流程、仪器介绍、举例分析等方面进行一一论述。运动学的研究以摄像为手段分析位置、位移、速度等物理参数，研究人体的变化规律。动力学的研究主要以测力台为手段来研究人体在运动状态下的变化与引起这些变化的力之间的关系。表面肌电的研究主要以表面肌电仪为手段来研究运动时肌肉变化与激活状况。等速测力以等速测力仪为手段来评定机体运动中肌肉功能状态。此外一种运动项目可以从多个维度进行分析，所以就有了多机同步测量，从多个角度来分析评估技术动作。

第三节 技术动作分析的方法

运动技术动作分析方法是应用运动生物力学的原理研究人体运动规律的一门科学，分析方法包括技术分析和运动分析两种方法。运动分析方法包括：运动学测量方法、动力学测量方法、肌电测量方法等。运动学测量方法涉及到的参数主要有人体或者局部环节的位移、速度、加速度、高度等。动力学测量方法涉及到的参数主要为力值方面的信息。肌电测量反映着机体在运动中肌肉收缩舒张时神经支配的一种特性，通过等速肌力测试将测量结果进行分析，评估运动技术动作并提高运动能力，并提高在运动中的达到人体的极限力

量与速度。技术分析主要有两种分析的方法：目视动作观察法、影像动作观察法。其实这两种的办法实际就是分析人的速度、运动习惯、发力的时间，以及消耗体能的时间，通过进行研究以及去掉无效的动作让身体机能达到临界点的状态进行分析的方法。

1、运动分析

（1）运动学测量法：是指通过三维立体影像模拟运动员的运动方式，并通过三维立体影像呈现出的运动学公式进行分析的方法。

（2）动力学测量方法：是指在运动员运动过程中产生的动力（如跑步、弹跳），再通过计算机将运动员产生的动力分析出来的方法。

（3）肌电测量法：是指通过仪器对于运动员的肌肉测量，在通过计算机中呈现运动员的肌肉分布的影响，通过公式计算运动员的肌肉含量及肌肉计算的方法。

2、技术分析

（1）目视动作观察法：分析者直接观测实际的操作过程，并将观察到的情况直接记录到专用表格上的一种分析方法。

（2）影像动作观察法：通过录像和摄影，用胶卷和录音带记录作业的实施过程，再通过放影、放像观察和分析作业动作的方法。

这两种分析方法都能够准确地分析出运动员的各项数据报告，通过动作分析和技术分析能够很好地结合先进的科技与人体结构力学。通过这两种的分析方法既能够了解运动员的身体状况又能使运动员达到最高水平，从而取得傲人的成绩。

第三章 运动生物力学分析的测量方法

随着科技的发展，运动生物力学这门比较年轻的学科，正在伴随着它的进步而不断发展。运动生物力学不仅仅在竞技体育领域中发挥了重要的作用，推动了体育的不断前进，在日常生活中，运动生物力学同样起着积极的作用。运动生物力学研究方法及测量手段是这门学科中很重要的一个内容，科技的进步同样促进了研究方法与手段的更新与发展。

第一节 运动生物力学常规测量

一、运动生物力学测量概论

（一）测量的任务与特点

1. 目的与任务

运动生物力学测量的目的是测量能反映人体和运动器材的属性、特点和运动规律的生物力学信息资料，为本学科和有关学科的研究、教学、训练等提供客观依据。

（1）为科学研究提供客观依据。

运动生物力学的研究像其他学科的研究一样，必须以研究对象的客观信息资料为依据才能做出正确的结论。运动生物力学测量（包括测试）的重要任务之一就是测得上述信息资料，为本学科和有关学科的研究工作提供客观依据。

（2）为体育运动的教学和训练提供客观依据。

体育运动的教学和训练，尤其是运动技术的教学与训练，必须以教学、训练对象的身体素质、运动能力和技术水平为依据，才能制订出合适的教学内容、手段与方法。教学、训练效果的评定也需要上述信息资料。而运动生物力学测量是获得上述信息资料的重要方法之一，所以运动生物力学测量的任务之二是为体育运动的教学、训练提供客观依据。

（3）为运动员选材提供依据。

我国运动员的选材研究首先是由运动生物力学工作者发起进行的，并取得了重要成果。实践表明，运动员选材需要多学科合作，进行多指标综合测量分析。运动生物力学测量获得的信息资料为运动员选材研究和选材工作提供了重要客观依据。

（4）为体育运动器材、装备的研制提供科学依据。

体育运动器材、装备、设施等的研制必须适合人体生物力学特点和运动专项的需要，才能预防伤病，才能增强体质，提高运动成绩。这就需要进行运动生物力学测量，获得有关信息资料，为体育运动器材、装备、设施等的研制和评定提供科学依据。

(5) 为一些工业产品的设计和评定提供依据。

人类使用的工具、机器、武器等都应符合人体形态、结构和机能等方面的生物力学特点，以实现合理的“人机关系”。这就需要进行运动生物力学测量，为一些工业产品的设计和评定提供科学依据。

2. 测量方法分类

运动生物力学的测量方法通常包括以下几类。

(1) 生物学测量方法。

常用的有人体形态测量方法、人体柔韧性测量方法、肌电测量方法。此外还有人体惯性参数测量方法、人体材料力学测量方法等。

(2) 运动学测量方法。

最常用的是摄影测量方法、摄像测量方法。此外还有红外光点测量方法、激光测量方法、雷达测量方法等。

(3) 静力学测量方法。

有握力测量方法、背力测量方法、关节肌力测量方法等。现在一些测力仪器大都既能测量人体静力，也能测量人体动力，例如 CYIEX、BIODEX、TKK、AKM、BKM 等测力仪就是如此。

(4) 动力学测量方法。

常用的有测力台测力方法、等速测力仪测力方法。此外还有 TKK、AKM、BKM 测力仪的测力方法。

(5) 多机同步测量方法。

它是同时用两台以上仪器并同步进行的方法，是对同一测量对象所做的测量。多机同步测量与单机测量相比，它的突出优点是，各机所测的信息资料在时间上同步，因而能进行同步分析，大大提高了信息资料的实用价值。

3. 运动生物力学测量的特点

由于运动生物力学测量主要是测人体的用力和运动，加之很多是在露天场地正式比赛条件下完成的，这就使它具有如下特点。

(1) 人体的形态、结构和机能复杂多样。

仅就人体的能量分布和外形而言，人体及其各环节均是非匀质、非规则的几何体，至于人体的结构和机能，其复杂多样的程度更是难以在此详述，而且有些至今仍是未知的。人体的此种特点给运动生物力学的研究和测量工作造成了多种多样的困难，致使不少研究和测量工作至今无法进行，有些不能在活体上进行，有些不能在正式比赛中进行，有些测量精度达不到实用要求。这是我们在进行研究和测量设计以及对测试材料进行处理、分析时，必须高度重视、认真思考的问题。否则，就可能引起多种欠缺和失误，甚至失败。

（2）不同人群及个体的差异。

人体的形态、结构、机能和素质均有性别、年龄、人种、民族、地区、个体的差异和特点，并有运动专项及运动水平等方面的差异和特点。在运动生物力学的测量中，上述差异和特点，主要表现为测量值的大小差别。根据运动生物力学原理，人体的运动技术必须适合人体的形态、结构、机能、素质的状况和特点，才能充分发挥人体的潜力，取得最好的成绩。所以在进行研究、测量设计及成果应用时，必须考虑上述不同人群及个体的差异和特点。

例如，根据前人的研究，百米赛跑的步频和步长与运动员的身高、腿长、腿长与身高的比值以及上、下肢力量密切相关。而上述指标均有性别、年龄、个体、运动水平等方面的差异。考虑到上述人群之间的差异和运动生物力学原理，研究百米跑的合理步频与步长，就应该按性别、年龄、人种、运动水平等分类进行。只有按人群分类，才能研究出适合不同人群的百米跑的步频和步长。考虑到个体差异，各个运动员在使用研究成果时，还应根据个人的情况与特点进行个体化试验研究，具体问题具体分析，探索更适合自己百米跑的步长和步频。

（3）影响测量结果的因素复杂多样。

人体的用力和运动不仅受各自身体形态、机能、心理、身体素质、训练周期、竞技状态等自身因素的影响，而且受场地、器材、观众、裁判、比赛对手、测量方法和测量者的工作态度、技术水平、对受测者的鼓励程度等诸多客观因素的影响，并且受上述诸多因素综合效应作用的影响。此外，还有一些未知因素影响测量结果。这是进行测量设计与实施，以及分享、应用测量材料时必须认真考虑的问题。

（4）多数影响因素是随时变化的。

在上述诸多因素中，多数测量过程都由于时间和地点等不同而发生相应的变化。例如受测者的生理、心理、竞技状态、天气、观众、裁判等就是如此。其中不少因素我们目前尚不知其变化的原因和规律。

（5）影响因素难以完全控制。

未知的影响因素自然无法控制，即使是已知的影响因素，测量者也难以完全掌控和把握其规律，更何况有些因素根本就不受测量者控制。

（6）测量的精度要求高、难度大。

运动生物力学测量中的不少测量需要很高的精度。例如上届奥运会比赛前三名运动成绩的差异不过0.03秒，运动成绩是由运动员的身体形态、生理、心理、运动能力、技术水平、竞技状态等多种因素决定的。通常其中一种因素之间的差别会小于总体差别。要研究上述前三名之间成绩差别的原因，则需要测出他们三人之间各种因素的差别，对测量精度要求之高可想而知。加之受比赛场地、比赛规则、裁判工作、测量仪器的安装和使用方法等诸多条件的限制，其测量工作的难度自然很大。

由于运动生物力学测量有上述特点，为了保证测量的客观性有效性、可靠性和所需精度，必须特别注意对测量进行周密设计并精心实施。

（二）测量的原则与要求

1. 测量目的明确、任务具体

由于运动生物力学测量具有上节所述的诸多特点，在测量过程中要有明确的目的、具体的任务。避免测量的盲目性，提高测量的针对性和有效性。为此，提出以下几点具体做法和要求。

（1）研究的目的明确、任务具体。

只有研究的目的明确、任务具体，才能做到测量工作的目的明确、任务具体。运动生物力学测量的目的与任务是为本学科的研究、体育运动的教学和训练、运动员选材、体育运动器材研制、一些工业品的设计等提供所需的信息资料。上述五方面工作的目的、任务不同，所需的信息资料随之不同，而且每一方面的各项工作的目的、任务也各种各样，所需的信息资料也不尽相同。所以为了做到测量的目的明确、任务具体，需要首先做到研究项目的目的明确、任务具体，并用文字详述之。这样才能提高测量的针对性，避免测量的盲目性。

（2）根据研究的具体目的，确定测量的任务。

要尽量做到明确、具体，并用文字详述之。例如，研究的课题是：评定某些一级男子百米跑运动员跑步的步长、步频是否合理。为此，除了需要测量他们百米途中跑的步长、步频和速度外，还需要测量他们身高和上、下肢长度及力量，并要调查他们的年龄。因为这些指标可能与百米途中跑的步长、步频相关。如果要进一步从运动学方面探索其步长、步频合理或不合理产生的原因，除了上述指标外，还需要用影像测量方法测量其跑步时的落地角、最大缓冲时髋、膝、踝关节的角度，以及摆臂的角度和幅度等。

如果要从蹬地的力量和肌肉用力情况方面探索其原因，那就需要用摄影（或摄像）机、测力台、肌电仪等进行多机同步测量，测得运动学、动力学、肌电三类指标与参数，进行综合分析研究。

由上述可见，测量的目的和方法都是根据研究的需要而定的，所以必须做到研究的目的明确、任务具体，才能做到测量的目的明确、任务具体。

（3）详述测量的指标和参数。

在对研究的目的、任务进行综合分析思考的基础上，逐条分析思考完成每条研究任务需要的指标和参数，并用文字详述之以免疏漏。

（4）根据测量物（人、器材）的运动特点和测量的指标与参数的属性，选择或创造合适的测量方法。

2. 测量方法正确可靠

测量方法正确可靠是测量工作必须遵守的主要原则。

（1）测量的有效性高。

在测量学上，有效性是指所测属性与欲测属性之间的一致性程度，就运动生物力学测