

# 运动生物力学研究方法

中国运动生物力学学会 编 印  
苏州大学体育系

1986.8

# 前 言

运动生物力学是体育科学中的一门新兴的边缘科学，也是一门能够为竞技体育提高运动技术水平服务的应用科学。运动生物力学是生物力学的一个分支，是以实验作为手段对体育动作进行科学的记录，因而又是一门实验性的科学。

我国运动生物力学从五十年代末就开始了研究，由于众所周知的原因，该学科的发展停滞了。1980年我国建立了中国体育科学学会运动生物力学学会，自此以后这门学科得到迅猛发展。全国体育学院已把运动生物力学作为必修课，1982年我国第一批运动生物力学专业研究生毕业走上教学、科研岗位。

为了适应本学科的发展和提高培养人才的质量，中国运动生物力学学会组织了全国有关专业科研人员和教师分别编写了《运动生物力学研究方法汇编》这本参考资料的各个部分。这本资料是作者们收集了国内、外目前较为普遍采用的研究方法，有的是作者亲自从事研究的实际材料和经验材料，还有的是介绍数据处理的方法等。全书每个部分内容自成体系独立成篇，各自负责。

本书的内容可作为运动生物力学专业研究生的教材，同时也可作为体育其他专业研究生的教材或使用运动生物力学方法进行科研选题的主要参考材料。对于本科学学生运动生物力学实验和毕业论文设计也可作为教材或重要参考资料。对于体育教师从事科研工作可作为重要参考资料选用。本书内容也适用于理、工、医、生物、生物力学等工作者进行有关研究的参考资料。

《运动生物力学研究方法汇编》这类资料的出版在国内还是第一次，全书稿件汇总于苏州大学体育系，由叶永延、郑亦华两位副教授总阅，并作某些文字等方面的加工，付印以后并负责校阅。本书在中国体育科学学会的支持下，在苏州大学体育系领导同志赞同、支持下，由苏州大学体育系办公室副主任蔡振秋老师具体经办商请苏州市吴县教育印刷一分厂支持下在极短的时间内承印得以实现。在此向支持本书编写，出版，印刷的单位和个人表示衷心的感谢。限于水平，错误在所难免，热忱地欢迎读者对本书提出宝贵的意见并给予指正，以便修改、补充。

中国运动生物力学学会

1986.1

# 目 录

1、运动生物力学研究方法概论	( 1 )
2、运动生物力学研究中的选题工作	( 7 )
3、运动技术摄影与摄影测量方法	( 16 )
4、测定人体重心的方法	( 26 )
5、运动过程中速度、加速的测试方法	( 37 )
6、生物力学影片数据平滑方法	( 43 )
7、影像测量减少误差的方法	( 50 )
8、误差理论和数据处理	( 57 )
9、测力的方法	( 71 )
10、三维蹬地力测试曲线的分析方法	( 80 )
11、人体动作的计算机模拟和人体数学模型	( 90 )
12、人体数学模型和计算机模拟	(106 )
13、肌肉收缩动力指标测定方法	(119 )
14、运动技术的肌电图测试方法	(126 )
15、电脑及其在运动生物力学中的应用	(131 )
16、运动技术的多机同步测试方法	(146 )
17、运动技术的测试与材料整理	(154 )
18、人体运动的热力学及动作效率的确定	(159 )
19、撰写体育论文(自然科学范围)的方法	(172 )

# 运动生物力学研究方法概论

金季春 (上海体育学院)

## 第一节 研究方法之含义

研究方法是指为达到研究目的而采取的手段和步骤。没有恰当的研究方法,就不能达到研究目的,完成研究任务。在科学发展史上,研究方法历来占有重要的地位。在人类的知识宝库中,不仅积累了象库仑摩擦定律,牛顿运动定律等科学知识和理论,也积累了库仑和牛顿用来发现定律的研究方法。在某种意义上讲,科学研究方法和科学理论是具有同等重要意义的。

研究目的和对象不同,研究方法也不同。例如,研究物体机械运动时,采用力学的方法,研究组成物体的分子的结构和性质时,采用化分和化合的方法。运动生物力学是研究人体运动规律和体育动作技术的一门科学,主要是采用力学的研究方法。

科学家往往是具有独创精神的人,他们使用的方法会各不相同,甲所遵循的方法对乙未必适用。但是,有些基本原理和程序是大多数科学家共同使用的,了解这些基本原理和方法是不无益处的。

## 第二节 科学研究工作的一般程序

所谓科学研究就是对新知识的探求,去发现客观世界的未知的规律。这种发现的出发点是过去已经完成的对客观世界的认识。因此,科学研究过程就方法学来说是提出假设,验证假设的过程,科学研究工作的一般程序则是根据这条线索展开的。

1、选题:选择科研题目是科研工作的第一步,选择了一个好题目,等于取得了一半成果。这一步中包括了初始意念(original idea),文献检阅(Critical review of literatures),假设形成(Formulation of hypothesis)以及陈述问题(Statement of the problem)

一项科研工作总是从发现问题开始的。根据学科的发展、国民经济的需要以及研究者本人的经验,开始在头脑里出现一个意念,提出一个问题,这是一个题目的萌芽阶段,查阅文献是为了了解这个初始意念或问题的过去和现状,使它逐渐深化,变成完整的理论上的认识,形成假设。同时,通过查阅文献还可以了解前人在这个问题上做过哪些工作,采用过什么方法和手段,逐渐摸索出恰当的手段,来解决自己的问题,也就是说为证实假设作好准备,打下基础。一个好的选题应该通过文献综述的形式对课题的假设和所选择的实验手段(假设的验证手段)作全面的说明,使自己或审题者能清楚地看出选题的合理性与科学性。

2、实验和获得数据,假设建立以后,需要经过实践来验证它是否正确,实验证明

假设是正确的，那么，它就由假设上升为科学理论。通过实验获得许多原始数据，对这些原始数据进行分析处理，尚可发现某些新的内容。

这一过程包括实验设计 (Experimental design)。实验 (Experiment) 和数据资料积累 (Accumulation of raw data)。实验设计是实验过程的依据，也是使科研工作获得预期结果的一项重要保证，实验设计的意义在于能用比较经济的人力物力和较短的时间获得较为可靠的结果，使误差减至最低限度，实验设计必须遵守随机原则，对照原则和重复原则等。实验可分为预备实验和正式实验，控制好各种实验因素，选择好实验对象。组织好实验过程是获得实验成果的重要方面，尽可能如实地、精确地记录实验数据对以后减小误差，分析处理数据以及引出结论都是十分重要的。

3、数据分析和资料处理：在实验所得的数据资料的基础上，通过统计处理 (Statistical analysis)，以及分析、综合、演绎、归纳等思维过程，使假设 (论点) 和资料 (论据) 按照逻辑规律结合起来，完成具体的论证过程，让假设成为结论。

精密仪器在现代科学中有重要的作用，这在运动生物力学研究中已经引起普遍的重视，甚至有人提出：“没有先进的仪器，就没有先进的理论。”但是，在科学研究中，最重要的工具始终是人的头脑。仪器再好，获得的原始数据再全面、再正确，如果没有一个善于分析、综合、演绎和归纳的头脑，那么，这些数据资料就是一堆没有用处的数学符号或曲线。因此，在当前运动生物力学研究中，适当强调熟悉和运用分析、综合、演绎和归纳等思维规律是必要的。

在数据分析和处理 (Treatment of raw data) 中，统计学方法是基础。一个科研人员没有统计学知识是不堪设想的。

结论必须来自数据分析和资料处理，而不能牵强附会，强词夺理。只有真正从实验中引出的科学结论，才能经得起实践和时间的考验，才会对社会有益处。

上述一般程序是科研工作都要经历的。不过，有些人是自觉执行，有些人是不自觉履行而已。自觉执行这些程序，会使科研工作更科学更严谨，获得更佳的研究成果。

### 第三节 运动生物力学研究的基本任务和特点

运动生物力学的基本任务是研究动作技术，为提高运动成绩和增强体质服务。为了达到这个目的，就要揭示动作的内部规律，把人体运动和器械运动的各个方面了解清楚。由于人体运动的复杂性及体育运动的特殊性 (例如竞赛的特殊性)，决定了运动生物力学研究具有与众不同的特点。

虽然运动生物力学也采取一些生物学的实验方法，但是，以采用力学的研究方法为主，目前在运动生物力学的研究手段中，大部分是从力学中借鉴来的。例如，电影摄影，力传感器及加速度仪等等。

运动生物力学研究的主要对象是人体，人体个体之间的巨大差异以及许多实验不允许按研究者的意愿直接在人体上进行，决定了运动生物力学研究的复杂性。人体在形态、生理及心理方面的巨大的个体差异，使研究结果的一致性较差，数据的高散程度大，这就要求运动生物力学的研究有更加科学的、复杂的和先进的工作方法。许多实验不允许在人体上直接进行，因此，要采取间接的研究方法，如动物实验，尸体解剖以及

数学模型等。有些实验必须在人体上直接进行的，要保证这些实验对人体是无害的，并且要征得受试者的同意。

人体的运动能力可以在不同的水平上表现出来，人在疲劳或生病时表现出来的能力大大低于正常或竞技状态下的能力。运动生物力学以研究运动员的竞技状态下的运动能力为主。这不仅表现在运动生物力学研究者越来越重视到大型比赛的现场去收集资料，而且表现在一般的实验中，要尽量让实验对象以最佳方法发挥出最大的运动能力。

运动生物力学的研究方法既要记录运动员的各种运动参数，又不能干扰运动员的动作，电影摄影及图片分析之所以成为运动生物力学研究中的主要手段和方法，就是因为它符合这种要求。

#### 第四节 运动生物力学研究方法的分类

根据获得数据的性质，运动生物力学研究方法分为三类：运动学研究法、动力学研究法及环节运动参数研究法。

1、运动学研究法：目的是获得人体或器械运动的运动学方面的参数，主要是位移（角位移），时间，速度（角速度）及加速度（角加速度）等。其中主要的是位移（角位移）和时间两个参数，有了这两个参数，速度（角速度）和加速度（角加速度）就可以计算出来。

测量位移和时间的最原始的方法是使用皮尺和秒表，频闪摄影和电影摄影是现代广泛使用的记录位移和时间的方法。图1-1是伊德威特·马勃列奇Eadward Muybridge(1830—1904)用24只固定的照相机和2只轻便蓄电池(每只连接12只照相机)拍摄的一匹马的运动，并测量出它的步长是6.02米；这是电影和图片分析的萌芽。光电管技术也被用来测量位移和时间。

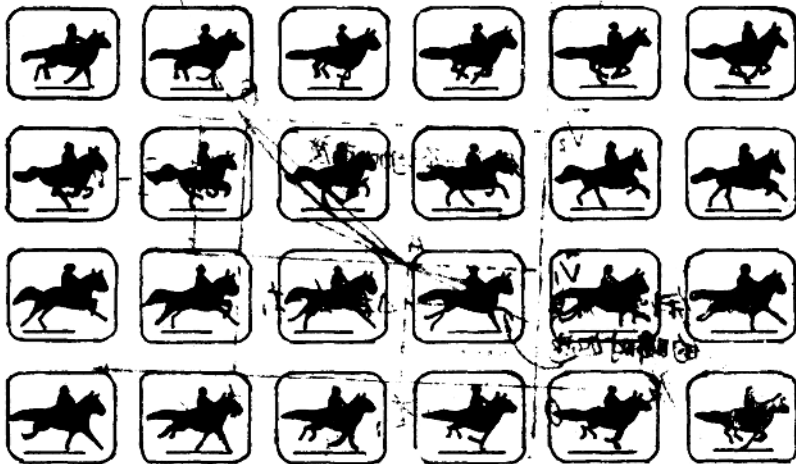


图1-1 一匹正在奔跑的马的运动，这匹马叫弗赖恩。它的步长是6.02米  
在坐标纸上点出每个瞬时的位置，把这些点连接起来，就是路程图（图1-2），

根据位置—时间曲线的切线（位移方程式的一阶导数）就是速度，以及根据速度—时间曲线的切线（位移方程式的二阶导数）就是加速度（图 1—3）的原理，即可在位移和时间两个参数的基础上分别求得速度和加速度。现代图片解析仪就是根据这一基本原理发展出来的研究方法。

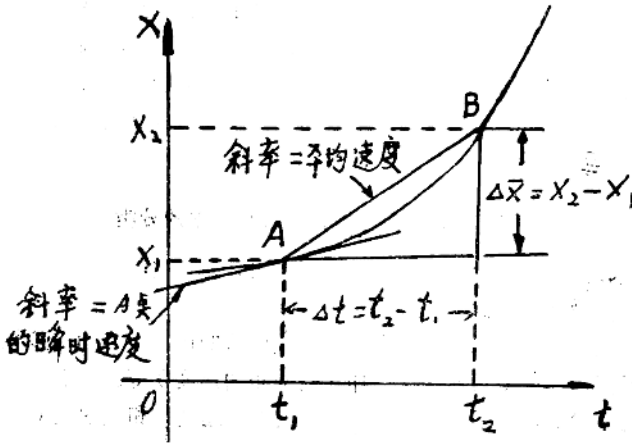


图 1—2 路程图

尽管通过位移和时间可以求出速度和加速度，但尚有专门的测定速度的仪器（光电测速仪，涡轮测速仪及雷达测速仪等）及测定加速度的仪器（加速度仪等）。

2. 动力学研究法：目的在于获得力、质量和转动惯量等参数，结合运动学参数可以计算其它的力学量值，如动量（矩）和冲量（矩）、功和能等。

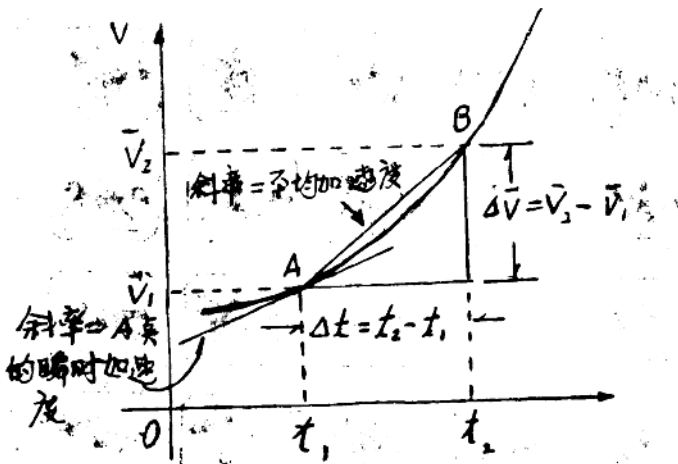


图 1—3 速度图

根据力的定义，有二种测力方法，一种是通过测出受力物体的形变来测力（如握力

计, 弹簧力计, 弹簧秤及测力传感器, 测力台等), 另一种是通过测出受力物体的加速度来测力(如快速释放法等)。在运动生物力学中, 主要是用第一种方法。

测量质量和转动惯量的方法也可归入环节运动参数研究法, 见下述。

3、环节运动参数研究法: 运动器系的运动规律是运动生物力学研究中的一个重要内容, 加上人体运动的复杂性和多样性, 因此, 有许多各种各样的环节运动参数的研究法。例如, 研究环节质量和重心位置的尸体切割法。平衡板法, 水浸法, 放射性同位素扫描法等, 研究环节转动惯量的快速释放法、复摆法等, 研究肌肉功能的肌电图法, 环节受力分析及反推法等, 研究骨、关节、韧带和肌肉的抗拉强度, 抗压强度的材料试验法, 研究关节运动的电子测角法, 关节中心光点描记法及关节瞬时转动中心计算法等, 研究肌肉结构成分的肌纤维活检法等; 还有各种模型, 如肌肉收缩模型, 人体环链系统的数学模型等。

根据各种仪器的用途, 分为测试仪器(如测力台、电影摄影机、电子测角仪、光电测速仪等), 记录仪器(如X-Y记录仪、光点示波器等)和分析仪器(如图片解析仪、求积仪及电子计算机等)

### 第五节 运动生物力学研究方法的进展

目前运动生物力学研究的发展大致有以下几个趋势:

1、同步化: 为了进行综合分析, 使各种测试和记录仪器同步化是当前运动生物力学研究方法进展中的一个重要趋势。例如, 把两架摄影机同步解决三维立体摄影问题, 把摄影机和测力装置同步, 可以深入了解动作阶段与受力情况的关系, 把摄影机和肌电图同步, 使分析肌肉在动作中的作用变得更加清晰, 图1—4示肌电图和测力传感器同步, 揭示了肌肉收缩过程与发力之间的新知识。

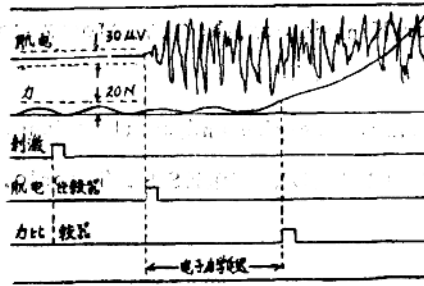


图1—4肘关节屈肌的电子力学延迟(肌电和力传感器同步测定)

2、准确化: 为了适应深入了解人体运动和动作技术细节的要求, 提高测试仪器的灵敏度和精度是研究方法又一个发展趋势, 这个发展趋势的目标是提高测量数据的精度。例如, 提高摄影机的质量和拍摄速度可以减少摄影误差, 各种减少肌电干扰波的方法为提高肌电定量分析的精度打下了基础, 传感器和应变片的灵敏度不断提高, 将为我们掌握动作细节创造条件, 而各种数据平滑化技术则是减少计算误差, 使分析结果更接近



实际情况。

3、模型化：由于有许多实验不能直接在人体上进行，同时，为了对运动效果进行预测，在运动生物力学研究中已经出现了各种模型，随着电子计算机的普及、模型技术中的计算量大，复杂和费时的困难已逐步得到解决。因此，建立各种模型进行模拟试验是运动生物力学研究方法的又一个发展趋势。

4、电子计算机化：虽然电子计算机已经在运动生物力学研究中得到了推广和运用，但是，借助电子计算机实现快速精确地测量人体运动的各种力学参数，实现综合分析和联机分析，以及实现自动化控制等方面的趋势仍是很强的。

5、最优化技术：利用最优化理论来评定动作技术，进行动作技术鉴定，是运动生物力学一个重要的内容。因此，研究方法中的最优化技术（如最短时间，最小能量和肌肉收缩的最佳初长度等）正在蓬勃兴起，成为研究方法进展中的一个重要方面。

#### 参 考 文 献

- 1、丁道芳、刘思诚：医用科学研究方法入门，人民卫生出版社 1982年
- 2、W. I. B. 贝弗里奇：科学研究的艺术 陈捷译 科学出版社 1979年
- 3、ANNE E. ATWATER: Kinesiology/Biomechanics, Perspectives and Trends. Research Quarterly for Exercise and Sport, 1980  
Vol. 51, No. 1, pp. 193—218.
- 4、Jerry N. Barham: Mechanical Kinesiology. The C. V. Mosby Company, Saint Louis, 1978.
- 5、John M. Cooper, Kinesiology. the C. V. Mosby Company Saint Louis, 1982.
- 6、Ronald L. Terjung: Exercise and sport Sciences Reviews. Vol. 12, 1984. THE COLLAMORE PRESS. Toronto.

# 运动生物力学研究中的选题工作

王云德 (国家体委科研所)

研究工作中的选题，简言之，就是选择、决定研究什么。所以它不仅是研究工作中需要首先解决的问题，而且是一个有关研究全局的重要问题。国家、地区、单位、个人的研究方向、任务和重点都要通过研究课题来体现。选题是否得当，关系到研究的价值和成败。从选题中也可看出研究者的志趣、知识、经验和观察、分析、判断能力。所以作为一个体育科学工作者，要经常注意国内外研究动态，深入观察、思考体育实践、学科发展及教学中存在的问题，认真作好科研中的选题工作。

本文想结合我国最近几年运动生物力学研究的实际情况，讨论阐述下列四个问题：当前选题中的问题和原因；运动生物力学研究的目的、任务和内容；选题的原则和依据；选题的准备工作。

## 第一节 当前选题中的问题和原因

从1980年以来所召开的四届全国运动生物力学学术会议的应征论文和我所了解的一些其他学术论文来看，多数论文的选题比较合适，但也有一些论文在选题方面不同程度的存在一些问题。可以看到以下几个方面的情況。

1、了解国内外情况不够，未能选准关键问题。了解国内外情况不够，特别是对我国当前运动实践中迫切需要解决的问题未作深入地调查了解，因而没有抓住关键问题进行研究。例如，最近几年一些同志对急行跳高的过竿技术进行了研究，也取得了一些成果，但总的来说理论和实用价值不高。当然，这方面的问题也需要进行研究，但它既非我国当前跳高技术存在的主要问题，也不是跳高技术的关键部份。而且，一些跳高运动员的过竿技术问题大都与起跳动作不好有关。孤立的研究竿技术难以得出对运动实践有重要作用的研究成果。再如，运动技术的数理模型自70年代初期以来，国外已经作了很多研究，但具体作了哪些研究？有哪些优点？实用价值如何以及他们对这方面的工作有哪些总结评论？对这些问题我们却不清楚，至少是不大清楚。我国从80年代初期才注意开展这方面的研究工作，有些则是从最简单的模型研究做起，重复浪费自然在所难免。

造成上述情况的历史原因众所周知，勿需赘述。随着国家开放政策的实施，国内外学术交流的开展，这个问题已开始好转，但对国内外情况的了解仍然很不够。最近20年来国外运动生物力学研究工作可以说日新月异，取得了长足的进展。最近几年我国运动生物力学研究的发展也相当快。运动实践中迫切需要解决的问题也在不断地发展变化中。所以为了做好选题工作，我们必须经常注意国内外的研究动态，深入观察了解我国体育运动实践中的问题，对于年轻的运动生物力学工作者，这方面的工作尤其重要。

## 2、与体育运动实践结合不够，实用价值不高。

从1980年以来我国七次运动生物力学学术会议的应征论文来看，虽然有不少与体育运动实践结合较好，实用价值较高的论文。但未与运动实践密切结合，实用价值不大的论文确也为数不少。这大概是运动生物力学研究工作开展初期难以避免的现象。应该看到，我国运动生物力学工作者，过去几年在研究条件很差，可以说困难重重的情况下以很高的热情做了大量的工作，其中部分论文还是从事其他专业的同志完成的，因而对过去的工作不应苛求。但不少论文与实践结合不密切，实用价值不高确是客观事实，是我国运动生物力学研究中需要着重解决的问题。造成这个问题的原因很多，选题不当只是其中之一。而选题问题又与对运动生物力学研究的目的、任务和内容的认识不够全面有关。例如，有的同志只重视生物力学研究中的机械力学因素研究，而忽视生物学因素研究及教练员、运动员的实践经验，未与教练员、运动员密切结合，孤立的进行数理推导。这样虽也得出了一些结论，但与人体运动的实际情况有很大距离，因而实用价值不高。再如，运动员的选材问题对培养高级运动员的成功率起很大作用，是我国当前运动实践中一个急需解决的问题，但却未引起我国运动生物力学工作者的足够注意。在一些同志看来，似乎它不属于运动生物力学研究的范畴。其实选材中的很多问题都与运动生物力学有关。例如不同运动项目对运动员的身体形态、机能和素质都有各自特定的要求，其中就有不少运动生物力学的研究课题。事实上苏联早就把运动员的选材列为运动生物力学的研究内容。其他，象广播体操、青少年身体锻炼标准这样一些我国大力提倡的群众体育项目，我国特有的武术运动以及国防建设中的一些与运动生物力学有关的问题，我国历届全国性的运动生物力学学术会议都没有收到这方面的研究论文。上述种种情况，恐怕都与我们对运动生物力学研究的认识存在片面性有关。

## 3、从实际出发不够，未能充分发挥各自的潜力和优势。

有些论文质量不高，究其主要原因，就是未从本地区、本单位和个人的实际情况出发，选了不适合自己研究的课题。不用其所长，而用其所短，自然事倍功半，吃力不讨好。这方面的例子不少。例如，有一位在师范学院任教的同志，选了短跑竞技技术和功率的研究，但他们学院既缺乏研究这一课题的仪器设备，又难以找到短跑成绩较好的研究对象，本单位又没有这方面的研究任务和经费，自然得不到领导的支持，因而他虽作了很大努力、并到处求人，也只能根据所收集的粗略的材料，用简单的力学原理进行推导，花了几年时间，写了两篇论文，然后报送全国运动生物力学学术会议，但都因论文质量差而未被录用。花了几年时间，劳而无功，原因何在？功亏选题。又如，一位体育学院的田径研究生，选了“测力台的研制和应用”这一研究课题作为自己的毕业论文。他的指导教师是田径副教授，对测力台的研制并非内行。院内又缺乏研制测力台的设备和技术力量。所以这位研究生只得争取外单位的支援、协作来进行此项工作。而协作者对测力台应该达到的技术标准的了解也很有限，所以虽然花了很大力量，最后研制了一台测力台，但其未能达到通用测力台的基本要求。因而这位研究生的毕业论文被评审委员会一致否决。据该院负责研究生工作的同志介绍，这位研究生的学习成绩和工作能力在该院同届毕业生的研究生中是比较突出的，论文未获通过，实在出乎他的所料。其实作为一个田径研究生及他的指导教师，本应选择他们擅长的田径教学、训练或技术问题

进行研究，而却选择了他们既不擅长，又不具备客观条件的研究课题，论文未被通过自然在所难免。

我认为下列片面认识既妨碍运动生物力学研究与体育运动相结合，又不利于选题从实际情况出发。例如重视理论研究，轻视应用研究，重视用先进仪器设备进行的研究，轻视用常规仪器设备进行的研究；重视机械力学因素研究，忽视生物学因素研究；重视运动技术研究，忽视教材教法研究；重视竞技技术研究，轻视人体基本动作和增强人民体质的方法与手段的研究等等。在有些同志看来，似乎唯有竞技技术研究重要、高级，其他研究则可有可无。简而言之，似乎只有用高、精、尖的仪器设备，研究尖子运动员的技术并用高深的力学原理，推导出一连串复杂的数理公式才算论文水平高。这些片面认识造成一些同志对体育运动实践中急需研究而又适合自己研究的课题不愿选，想研究的课题又缺乏必要的主客观条件。这种类似“作茧自缚”、“哪壶不开提哪壶”的情况既妨碍运动生物力学研究更好地为体育运动实践服务，也不利于本学科的发展。那么应该怎样认识和解决上述问题呢？

## 第二节 全面认识运动生物力学的研究工作

我认为，应该以唯物辩证法为指导，结合本学科的特点和我国当前体育运动实践对本学科的要求，来分析上述情况，着重解决下列几个问题。

### 1、加强应用研究，提高论文的实用价值

运动生物力学是在人们应用力学、解剖学、生理学等，在解决体育运动中的问题的过程中产生和发展起来的应用学科。运动生物力学的历史说明，它的定义、理论、方法及研究内容都在不断满足体育运动的需要中向前发展。运动生物力学之所以富有生命力及得以在最近20年迅速发展壮大，就在于它能较为直接有效并较快的解决体育运动中的问题，例如改进体育运动和服装、器材，以提高运动成绩，防止伤害事故，增强体质等。同时由于运动生物力学以力学、解剖学、生理学为基础，有科学的理论体系和有效的研究方法，它已成为体育的基础学科之一，与体育运动的其他学科一起，在不断为体育运动需要服务的过程中相辅相成，共同进步。可见，体育运动实践的需要是运动生物力学形成的原因和发展的动力；运动生物力学主要是应用学科，它的基本任务是为体育运动实践服务。

随着四化的进行和人民生活水平的提高，我国群众性体育运动正在向广大城乡发展，渗入千家万户、妇孺老少的生活；运动成绩也有了显著的提高。体育健儿们正在冲出亚洲，走向世界。体育运动实践中大量需要解决的问题已经提到了我们运动生物力学工作者面前。此外经济建设、国防建设以及体育教材、教法中也有些需要运动生物力学研究解决的问题。

所以，加强应用研究，提高论文的实用价值不仅合乎运动生物力学的基本性质、任务和学科发展的要求，更重要的是当前体育运动实践和四化建设的迫切需要，是我们运动生物力学工作者责无旁贷的义务。

当然，在加强应用研究的同时也要重视基础研究、理论研究和方法研究，否则不利于本学科的发展和提高，也会限制应用研究的进行和深入。

## 2、扩大研究范畴，进行多种多样研究

竞技运动、群众体育、经济建设、国防建设、教材、教法以及学科发展等方面的需要多种多样，并且要根据国家的经济情况有计划的协调发展。这就要求运动生物力学研究工作适应上述多方面的需要，开展多种多样的研究。

此外，我们应该看到，运动生物力学的各种研究之间存在着不同程度的互相促进和制约关系。就一个国家来说，孤立进行一种研究，不仅谈不上各种研究互种促进，协调发展，而且从长远来看，必然要限制此种研究自身的发展。例如不搞方法学研究，研究方法得不到改进和创新，必然会限制其他各种研究的深入和提高。而如果不进行其他各种研究，则研究方法也就失去了发展的动力和存在的必要。再如，站立、走、跑、跳等基本动作是人体复杂运动的基础，研究清楚人体基本动作的规律，有助于认识、研究复杂动作，例如各种竞技技术等。而对复杂动作的研究反过来又会促进对人体基本动作的理解。教材、教法研究可以提高培养人才的速度和质量。高质量的人才是出高水平研究成果的关键。另一方面，其他各种研究工作的进展会促进教材、教法的改进和更新。同样，基础研究和应用研究之间也存在着互相促进和制约关系。生物力学各种研究之间这种互相促进而又互相制约的内在关系也要求我国运动生物力学要扩大研究范畴，进行多种研究，使各种研究协调发展，互相促进。这是就全国来说的，至于不同地区、单位、个人当然要从自己的实际情况出发选择研究课题。

## 3、从实际出发，发挥各自优势

我们必须学习，并结合自己的情况，有选择的吸收外国、外地和他人的先进经验和方法，否则就要落后。这是历史已经证明了的真理。但是另一方面我们也应该认识到，任何经验和方法都是在一定的时间、地点和条件下产生的，因而都有其局限性，只适用于一定情况。即使是科学真理，也不可能没有局限性，以致无条件的适用于任何情况。以牛顿三大力学定理为例，当时曾经有多少科学权威认为它是适用于任何情况的终极真理，以致不敢越雷池一步。但是后来证明，他也有局限性，只适用于宏观世界。

我国是一个土地辽阔人口众多的发展中大国，不仅与发达国家的情况有很多不同之处，而且国内的地地区差异很大。即使同一地区，各单位的任务、人员配置、仪器设备、经费多少等也各不相同。各人所学专业、知识、经验和能力等，则更是因人因时而异。如此千差万别的情况决定我们不仅不能照搬外国的经验，也不能照套外地和他人的作法。而只能从各自的实际情况出发，根据需求和可能选择适合自己研究的课题。这样，才能扬长避短，发挥自己的潜力和优势。而且研究工作的本质特征和基本任务是探索未知和创新。照搬、照套，步人后尘，既不利于出成果，也不利于出人才。

### 第三节、选题的原则和依据

根据运动生物力学的性质、特点和任务，针对我国当前体育运动实践的需要和运动生物力学研究中存在的问题，我认为，选题的基本原则是：从我国、本地区、本单位和个人的实际出发，根据需求和可能，省时度事，扬长避短，量体裁衣，力争做到。投资少、周期短、效益高。

下面从需要、可能、效益和时机四个方面谈谈选题的具体依据。

1、需要。任何研究工作都是为了解决实际存在而又需要解决的问题。如前所述，需要运动生物力学研究解决的问题很多。

例如：

竞技运动中的各项运动技术、战术、训练的方法与手段、运动服装、器材、运动员的选材等。

群众体育中增强体质的方法、手段，正确的动作技术及防伤办法，家庭用的训练器材，不同年龄人体结构和动作的生物力学特点以及适合其特点的健身手段等。

体育院校系科所需的各种运动生物力学教材、教法、教学仪器、器材等。

本学科发展中需要解决的理论、方法、仪器设备及我国的人体参数等。

国防中的军事操练动作技术以及一些武器装备中的生物力学问题。

工业中的机器、工具、服装、家具等怎样才更便于操作、使用，也有不少生物力学问题。

此外尚有人造关节、假肢、伤残人使用的工具等，本学科的研究也可以发挥重要作用。

如果把学科的研究范畴理解得很狭小，例如只限于竞技技术一个方面，则既不适应社会主义建设的多种需要，也束缚了自己的手脚。而开阔眼界、看到本学科可以发挥作用的广阔领域，就可以根据各自的条件，从各种需要中选择到适合自己研究的课题。

2、可能。从可能看，应考虑到下列诸条件。

本学科的发展水平，例如现有的理论、方法和基础数据是否可能解决想研究的问题；

本单位，特别是本项研究可以使用的人员、经费、仪器设备、实验室、实验场地以及可以获得的研究对象。

本人及参加者的知识、经验、能力、长处、短处，特别是课题领导者的设计和组织能力；

可以进行合作的单位、人员的情况；

可以从上级或其他单位获得的经费、仪器设备。

还应考虑本单位的性质、任务、需要以及领导是否支持。这一点很重要。如果选择与本单位的性质、任务相一致并得到领导支持的研究课题，则工作容易进行，反之，则会增加很多困难，甚至无法完成。一些同志埋怨领导不支持他们的研究工作，其中有的是领导问题，有的也不尽其然。例如，如果你选择的课题与本单位的性质、任务和需要不符，或不顾本单位的条件和力量，提出了一些不切实际的要求，那就难以得到领导的支持。

这些年来，一些同志常说他们单位条件差，无法搞研究工作。不可否认，当前我国不少单位进行运动生物力学研究的条件确实太差，急待改善。但恐怕不能说根本无法进行任何研究工作。跑表、米尺之类简单测量工具即使没有，也是可以想办法弄到的。如果能从本人、本单位的实际情况出发，选择某些利用简单的工具器材和少量经费即可进行的研究课题，并想方设法加以解决，总是可以进行一些力所能及的研究工作。事实上，中国运动生物力学的研究工作在很长一段时间里使用的就是跑表，自制木尺及普通

摄影机之类的简单器具。由于研究者的勤奋工作及深入运动实践与教练员、运动员密切配合，确也搞出了一些有价值的研究成果。历届国际运动生物力学会议上发表的论文，使用高、精、尖仪器设备者也仅是一部份，使用很普通很简单的仪器获得有价值的研究成果者并不少见。关键在于你研究什么问题。其他学科也有类似的例子。陈景润在陋室里搞研究摘取了“数学皇冠上的明珠”原因之一是他选择了利用脑、手、笔、纸可以进行的课题。如果他选择必须使用大型计算机才能进行的研究课题，结果恐怕只能叹息没有研究条件而已。

以上事实说明，任何研究工作都受主客观条件制约，都要根据主客观条件而定。运动生物力学研究的选题工作自然不能例外。脱离实际，选择了尚不具备条件的课题，即使主观愿望再好，也是不能实现的。所以从实际出发，既是一般工作的基本原则，也是运动生物力学选题工作必须遵守的基本原则。在“文革”及其以前很长一段时间里，过分强调精神、思想的作用，好象精神、思想不受客观条件的制约，可以为所欲为，无往而不胜。结果，理所当然的受到了客观规律的无情惩罚。

上述情况还说明，研究工作中条件是研究的具体问题而言的，研究不同的问题，需要不同的研究条件。运动生物力学的研究领域已经如此宽广而且尚在发展，任何一个研究单位和个人都不可能具备对运动生物力学研究的各个领域、各种研究课题进行研究的主客观条件。同时一般说来现在一个运动生物力学研究、教学单位和个人也总可以根据需要和可能从广阔的运动生物力学研究领域里选择出适合自己研究的课题。

当我们吃够了多年夸大精神、思想作用的苦果，认识并强调研究工作受主客观条件制约，认识到仪器、设备和经费等客观条件对运动生物力学研究工作的重要性时，如果忽视精神、思想的作用，也是片面的，也会束缚研究工作的开展。为什么有些客观条件较差的单位和个人搞出了不少水平高的研究成果，而有的条件较好者却成绩平平？为什么在十年动乱期间有的人在极其艰难的条件下，甚至在“牛棚”、监狱里搞出了高水平的研究成果，而有些人在相对好得多的环境里却碌碌无为呢？难道这种差别没有精神、思想的作用？事实说明，崇高的理想，正确的思想方法，不屈不挠的顽强精神正是那些虽处于逆境而却有作为者的一个共同特点。在经受多年“左”的思想干扰，特别是十年动乱之苦，而对一些仍然存在不合理事情发些牢骚在所难免，也不见得没有一点积极作用，但是，没有理想、责任感和进取心，一味怨天尤人，消极等待，却是那些无为者的一个通病。经验证明，理想、责任感和进取心是一个运动生物力学研究工作者的必备品格。缺乏这种品格的青年不适于作运动生物力学研究工作，更不应作为研究骨干进行培养。这需要各级有关领导及招收研究生的导师注意并严格把关，以免贻误我们的事业。

### 3、效益

现在运动生物力学的研究除仪器、器材及服装、鞋袜等方面外，在很多方面虽然还难以计算出确切的经济和社会效益，但在选题时应该反复估量所花的人力，物力和财力与预期研究成果的理论和实用价值相比是否值得。也可以作为多种设想加以比较，看进行那种研究更为合算，然后才作出抉择。

此外在科学技术日新月异，体育运动发展迅速，需要迫切，而我们的知识、经验、经费及仪器设备又很有限的情况下，为了较快、较好，较有把握地取得研究实效，一

般说来研究的课题宜小不宜大，研究的任务要十分明确具体，而且应该比较集中、单一，研究的周期宜短不宜长。

#### 4、时机

在这个迅速发展和变革的时代里，需要、可能和效益三个方面都会随着时间的推移而迅速变化。今年急需研究的课题，明年可能由于别人已经解决而不再需要研究，而新的需要解决的问题又提到了我们面前。知识、经验和工作能力可以通过学习、工作而提高，也可因止步不前而过时。新的仪器设备可以研制、购买，而已有的仪器设备可能尚未及时充分应用，就变成陈旧过时的东西。经费自然会随着国民经济的发展而得到改善，但也不一定有增无减。一个单位人员的增减和组合及一个人工作单位的变动在未来将会比过去频繁，这无疑会使研究的条件发生重要变化。至于效益，则可能因实践需要已过而变得无用，也可能原先需要花大量人力、物力、财力才能进行的研究课题，由于有了新的研究方法而变得容易可行。总之，研究的需要，可能和效益都随时间而变化。所以进行研究工作的选题需要省时度事，抓准时机。既不要因犹豫不决或行动迟缓而贻误时间，也不要因研究条件尚不具备时冒然行事。

所谓选题要从实际出发，具体说来主要就是考虑需要、可能、效益和时机四个方面，据此选题，即是“量体裁衣”。

当然，强调从实际出发不是消极等待条件成熟，等万事具备才进行研究。现实中是没有，或很少有不经研究者的争取、创造而别人为自己准备好各种条件的情况。有作为的研究者都是在研究之前根据研究的需要，尽力争取、创造必要的研究条件，在克服各种困难中完成研究任务。

此外，研究者虽然要尽可能了解、创造研究需要的条件，尽力增加研究成功的把握，但由于研究工作是探索未知和创新研究中所涉及的问题和困难往往是在研究进行的过程中才能充分暴露出来。所以，研究成功的把握性总是有限的。研究不能达到预期目的，甚至失败是常有的事。这就要求科学工作者不怕失败，勇于实践。

研究生作学位论文，研究成功的把握性需要大一些。因为毕业论文通不过总比平常情况下的一次研究失败更为令人遗憾。我国现行的运动生物力学硕士生一般为三年制。其中作论文的时间只有一年至一年半，不得延期。为了有较大的成功把握，应选择可在一年以内完成的研究课题。研究的课题要适宜。太易，刚达不到硕士论文的水平；而太难，则完不成或不能按期完成论文。所选课题需要的仪器、设备等如果不是已经具备，也应该是在研究开始之前能按期准备好的。所选课题通常应该合乎自己的长处和兴趣，同时应是导师所长和有经验的领域。

### 第四章、选题的准备工作

如前所述，选题要从实际出发，量体裁衣。为了裁得合体的衣，必须了解自己和自己所处的客观实际。也就是说，要调查了解需要、可能，效益和时机四个方面的情况。除了平时的了解，在选题前必须对想要选的课题进行专门调查。调查的具体内容见本文第三部分。下面介绍几种常用的调查方法和应注意的事项。

#### 1、深入实际，访问观察



运动生物力学研究选题的主要依据是体育运动实践的需要和可能。所以选题前必须向有经验的实践者，例如教练员，运动员及体育老师学习、请教，了解实践中需要研究解决的问题，以及问题的关键所在，从中找出最有价值而又可能解决的问题。

调查者的态度要诚恳，要虚心听取实践者的要求、看法和建议。作为单个实践者，他的看法很可能不全面，但他们提出的问题往往很真实、生动、具体，是我们分析研究的基本素材。只要我们能虚心、认真、仔细的听取，总会从中得到一些有用的东西。对多人调查的积累就会得到比较全面的材料和看法。

在过去，由于有些人进行研究的主要目的是作论文，没有很好的为体育运动实践服务，有的人则是访问、观察，测试结束，拿到材料一走了事，研究结果不向教练员、运动员作任何交待，因而引起了他们的反感和警惕，给后来的研究工作造成了困难。所以有时会遇到这样的情况，当我们去调查访问时，人家害怕象过去某人所做的那构，因而很冷淡，有的则直言不讳的指出过去的事情和对我们的担心。这种情况并非个别，我们必须注意和避免发生类似的事情。

有些问题，例如体育运动实践中的不少问题，说起来似乎很简单，但要真正找出发生问题的原因和有效的解决办法却相当复杂、困难。因而必须到现场进行深入具体地观察、了解、并同实践者作进一步的交谈。否则，难以抓住关键问题进行研究。

访问、观察都应作记录，随时记下要点和心得，并写成访问、观察报告供以后使用。就选题问题进行思考，讨论，向领导和主管部门汇报，课题论证会的答辩以及研究设计等都需要使用这方面的材料。所以访问、观察笔记应写在专用记录本上，与访问观察报告一起作为课题的重要材料存档。

## 2、查阅文献

科学研究文献包括学术论文、文章、专著、教科书、基础资料等，是科学研究工作的记录和结晶，是人类的宝贵财富，有多方的重要用途。

查阅、分析科学文献可以从中了解科学发展的历史、动向和规律，应用于现在，预见其未来；可以了解世界最新研究方法和成果，既能直接应用，也可吸收其正反两方面的经验，从中得到重要启示；还可以从前人研究的疑问、错误和动向中发现新的研究课题。科学史表明，科学是人类在认识客观世界的过程中积累起来的系统知识。因而有其连续性，科学上的发现和创新都是以前人的工作为基础。伟大的天文学家哥白尼说：“在许多问题上我的方法跟前人大不相同，但是我的知识得归功于他们。也得归功于那些最先为这门学说开辟道路的人。”牛顿说得十分形象：“如果说我看得远，那是因为我站在巨人的肩上。”不了解、分析和吸收运用前人的知识、方法和成果，不知道当前的研究情况和动向，光靠个人摸索、一切从头想起做起，想干什么就干什么，想怎么干就怎么干，好像是随心所欲，不受约束。其实则如瞎子行路，很难不迷失方向，即使有所前进，也会慢如蜗牛。至于重复浪费，则更是在所难免。所以进行科学研究，特别是选题，必须查阅和分析科学文献。

但是科学文献浩如烟海，并逐年暴增，而我国当前的科学文献工作可以说基础薄弱、方法落后，作为个人即使对本学科的科学文献也难以尽览。通常只能根据研究工作的需要，有目的的查阅、分析有关部份。