

竞技体操力学

● JINGJITIGAOULIXUEXUANLI 原理



竞 技 体 操 力 学 原 理

刘志成

人民体育出版社

竞技体操力学原理

刘志成 编著

人民体育出版社出版

天水新华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 1/32 250千 印张 11.5

1987年2月第1版 1987年2月第1次印刷

印数：1—5,000册

统一书号：7015·2311 定价：2.40元

责任编辑：周大强

内 容 提 要

这是一本竞技体操的运动力学专著。它从静力学、运动学、动力学的基础理论开始，详细阐述了竞技体操的运动规律。主要包括：力学基本知识以及在体操动作中的应用，体操动作中的基本规律，空翻转体的动力分析，神经控制论介绍，各项动作的动力分析举例等。

出版说明

我国的竞技体操运动在国际赛台上显示了雄厚的实力，无论在团体、个人全能或单项上，都取得了较好的成绩。丰富的运动实践为我们积累了丰富的经验，但经验并不等于科学，因为经验有点面之分，有正误之别，而科学才是事物内在的规律，具有普遍性的意义。我们学习动作技术，不应该满足怎样做，而应该明了为什么这样做，只有这样才能取得竞赛、训练的最佳效果。

刘志成编著的这本《竞技体操力学原理》，是一本有关竞技体操运动技术和力学的专著。它从静力学、运动学、动力学的基础理论开始，详细地阐明了竞技体操运动规律。例如“鞭打”、“制动”、抛物运动等问题，特别对空翻转体、起跳和推手的过渡曲线问题提出了自己的看法。书中还结合竞技体操各项各类动作及其附图，分析了动作的技术原理；运用生理学、心理学的知识，介绍了控制论；从讲解实例中，阐述了动作技术分析的方法。本书对于提高动作规格质量，发展难度，创新动作，以及提高竞技水平都有很大的参考价值。

我国体操运动员具有灵巧的素质、刻苦耐劳的品质和努力拼搏、为国争光的责任感，教练员们兢兢业业，忘我地从事训练工作，祝愿他们通过更科学的训练，为祖国取得更大的荣誉。

目 录

第一篇 力学基本知识及其在体操动作中的应用

第一章 概述	(3)
第一节 力学在体操动作中的作用	(3)
第二节 体操力学的研究对象和内容	(4)
第三节 研究体操力学的原则	(4)
第二章 静力学	(6)
第一节 力的基本概念	(6)
第二节 人体的受力图	(8)
第三节 力偶矩	(13)
第四节 矢量的合成与分解	(14)
第五节 力向重心简化	(16)
第六节 摩擦力及分析	(18)
第七节 人体平衡的条件及稳定性	(19)
第八节 力对点之矩	(22)
第九节 重心	(23)
第十节 用分析法解平面力系的合成问题	(26)
第十一节 平面力系合成的图解法	(29)
第三章 运动学	(35)
第一节 参照系和坐标系	(35)
第二节 点的速度和加速度	(36)
第三节 曲线运动	(37)

第四节	绕定轴转动的运动学	(41)
第五节	人体的基本运动	(44)
第六节	角速度和角加速度的矢量表示及矢量的合成	(46)
第七节	瞬时速度中心	(48)
第四章	动力学	(50)
第一节	牛顿第一定律及其应用	(50)
第二节	牛顿第二定律及其应用	(51)
第三节	牛顿第三定律	(52)
第四节	质点动量定理及动量守恒定理	(53)
第五节	转动定律、转动惯量和转动半径	(55)
第六节	动量矩定理和动量矩守恒定理	(58)
第七节	动能定理和功率	(59)
第八节	位能和机械能守恒定律	(61)
第九节	打击中心(摆动中心)	(63)
第十节	惯性参照系与非惯性参照系	(65)
第十一节	惯性力	(67)
第十二节	达伦倍尔原理	(68)
第十三节	科里奥利力	(73)
第十四节	动力学公式小结	(77)

第二篇 体操动作中的基本规律

第一章	“重心抛物线不变”原理	(83)
第二章	“重心过渡曲线”原理	(84)
第一节	什么是“过渡曲线”	(84)
第二节	重心过渡曲线的特性	(85)
第三章	无支撑时相向运动与制动	(89)
第一节	什么叫相向运动和制动	(89)
第二节	空中产生相向运动的条件	(89)

第四节	自组织系统的模型	(171)
第五节	小脑、网状结构	(174)
第六节	肌肉运动系统	(178)
第七节	眼运动、感受器、听觉和生物电控制以及神经冲动的编码问题	(181)
第二章	神经控制论在体操动作中应用举例分析	(185)

第五篇 各项动作分析举例

第一章	技巧动作的动力分析	(199)
第一节	滚翻动作的基本规律	(199)
第二节	手翻动作的基本规律	(209)
第三节	空翻动作的基本规律	(229)
第四节	技巧动力分析小结	(252)
第二章	跳马动作的动力分析	(254)
第一节	支撑跳跃简述	(254)
第二节	跳马规则的指标要求	(255)
第三章	单杠动作的动力分析	(285)
第一节	单杠向后大回环技术分析	(285)
第二节	单杠的脱手技术原理	(292)
第三节	摆动屈伸上的简明分析	(296)
第四节	后上的简明分析	(298)
第五节	立撑向后回环接向后分腿摆越成悬垂的简明分析	(299)
第六节	前摆向后分腿腾越成悬垂技术分析	(303)
第七节	反吊前空翻抓杠的技术分析	(306)
第四章	吊环和鞍马动作分析	(310)
第一节	吊环倒立的力学分析	(310)
第二节	吊环摆动动作的力学特点	(314)
第三节	鞍马环上全旋的力学原理	(319)

第四节	鞍马环上挺身全旋转体180°技术分析·····	(321)
第五章	高低杠动作技术分析·····	(326)
第一节	绷杠动作的技术原理·····	(326)
第二节	翻腾低杠大摆动作分析·····	(331)
第三节	换握类动作的规律·····	(333)
第六章	双杠动作技术分析·····	(336)
第一节	双杠手倒立的技术分析·····	(336)
第二节	支撑摆动技术分析·····	(338)
第三节	挂臂撑摆动技术分析·····	(345)
第四节	屈体悬垂摆动技术分析·····	(349)
第七章	平衡木动作技术分析·····	(351)
第一节	起跳动作对平衡的影响·····	(351)
第二节	旋转的问题·····	(353)
第三节	破坏平衡后的紧急处理·····	(356)

第一篇

力学基本知识及其在 体操动作中的应用

1. 1990-1991

2. 1992-1993

第一章 概 述

第一节 力学在体操动作中的作用

体操动作多种多样，但都是人体的复杂机械运动。因此，人体的运动必然遵循机械运动的各种普遍规律。理论力学是研究物体的机械运动的，因此，我们可以运用理论力学的原理来解释体操动作的力学原理。

在分析体操动作时，不能单纯从力学角度看问题，要考虑到做动作的是人而不是一个复杂的机械。人的生理状态、解剖条件、心理活动、思想意识等都对动作技术的发挥起着重要作用。但是生理、解剖、心理及意识等因素对动作技术的影响都是通过力学规律表现出来的，当运动员生理、心理和思想意识等因素都处在最佳状态时，他就有可能使自己的动作技术更加完善，更加接近力学的要求。如果其它因素不佳时，运动员的动作完成得不好，仍然是由于不能适应力学要求而造成失败。因此，力学分析是分析动作的核心部分。通过恰当的力学分析，有助于我们掌握动作的本质属性，这对教学和训练是必不可少的。

近几年体操技术迅猛发展，运动员动作技术能达到了很高的程度。掌握难新动作及对一般动作的精细推敲，是取得优异成绩的重要途径。而无论是创新还是精细推敲都必须从

力学中寻找根据。因此，力学已成为体操的重要理论基础。随着体操力学的发展，将会更加有效地促进体操运动的发展。

在这一篇中，本着通俗易懂的原则，介绍一些有关的力学知识，供分析动作时参考。

第二节 体操力学的研究对象和内容

体操力学的研究对象是人体完成体操动作时的运动及平衡的规律。

这里的运动是指运动员对地面或器械的位置移动。平衡是运动的一种特殊情况。运动员位置不发生变化时，他就处于平衡状态。体操力学的研究内容分三个方面：

一、静力学。它是解决运动员在各种外力和外力矩作用下的平衡问题。如体操动作中的各种平衡动作。各种倒立及落地稳定性问题就需要静力学作出答案。

二、运动学。它是研究人体运动的本身。它阐明人体的空间时间特点。例如，对运动员轨迹、时间、位移、速度和加速度等参数的规律的研究就是运动学的主要内容。

三、动力学。它是研究人体的运动与外力的关系。同时也要考察内力和外力的关系，研究肌肉活动对运动的影响等。

第三节 研究体操力学的原则

一、体操力学实质上是理论力学在体操中的应用。因此，在分析动作规律时首先要求准确地运用理论力学规律。这是得出正确结论的起码条件。

二、研究的基本方法是抓动作的主要矛盾。坚持实践第一的观点。吃透关键技术的力学规律。应特别注意各种矛盾的转化的条件。

三、这门科学的特点是逻辑性强，它又是与运动实践密切联系的。因此应注意推理的逻辑性，要会解决运动实践中遇到的各种问题。

四、在分析动作时，总的做法是先简化条件，把人视为刚体链，按“理论模型”考虑出各物理量的内在关系。然后，根据弹性和摩擦等情况进行改进。第三步按生理、解剖、心理等因素的影响做进一步的改进，使分析的结论更接近于人体的运动情况。

五、在学习中应注意掌握正确的学习方法。必须本着先易后难、循序渐进的原则，才可收到良好效果。同时要注意理论与应用并重，二者不可偏废。而在初学时，打好理论基础很重要。

第二章 静力学

体操的静力学研究的对象是外力作用下人体的平衡问题。

研究的内容有两个方面：

第一，力、力矩和力偶及其各种代换。也就是进行合成与分解。这是研究的手段，是解决问题的工具。

第二，人体平衡问题。这是研究的目的。

例如，倒立的稳定性与哪些因素有关？我们就要通过受力分析来解决。再如，体操中落地这一类由动到静的动作的稳定性如何提高？这就要对各种力进行适当的代换，分析它们是否合乎平衡条件。这都是静力学的研究内容。随着体操技术水平的不断提高，落地稳定性已成为十分重要的问题。因此，静力学知识不仅是运动学与动力学本身所要求，也是为运动实践所要求的重要课题。

第一节 力的基本概念

力的概念，是机械运动中的最基本的概念。人们对于力的认识最初都是与肌肉的紧张程度及疲劳程度相联系的。如推、拉、举、抛等动作主观的感觉就是力。关于力的作用在16世纪以前，欧洲的许多哲学家的认识都是错误的。他们错误地认为：力是维持运动的原因。例如，亚里士多德曾经写

道：“推一个物体的力不再去推它时，物体便归于静止。”后来通过大量的实验和生产实践，人们不仅渐渐地认识到物体之间也存在着力的作用，而且，自从牛顿的第一定律问世后，进一步地认识到力是物体间的相互作用，由于这种作用，物体的运动状态会发生改变，即获得加速度。从而认识到力是产生加速度的原因。

体操运动员不论是快速前跑时的各个腾空阶段还是跳起或推手后的腾空阶段，他都是具有向前的运动，如果我们认为这是某一个力在推动，那就错了。实际上在腾空阶段中，运动员向前的运动，不是力所作用的结果，而是惯性运动。这时，除了地心吸引力使人体产生向下的加速度之外。水平方向上没有任何物体对人施以作用力。

当我们谈到力的时候，马上应该想到它有三个要素，即大小、方向、作用点。力的大小可用公斤作单位来度量；力的方向即在这个力作用下的质点的运动方向；力的作用点即物体相互作用的接触点。

力可以用具有方向的线段来表示，如图1—2—1所示。线段末端的箭头表示力的

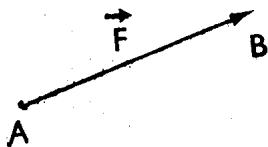


图1—2—1

作用方向（B）；线段的长度按一定比例表示力的大小（F）；线段的起点表示力的作用点（A）。

在完成某一动作时运动员往往要受到几个力的作用，为了便于分析，常常要用一个力来代替几个力就叫合力。

简单的说，一个力与一个力系相等效，则此力叫力系的合力。

力的一个重要分类方法是把人体受的力分为内力与外力两大类。