

试析陈式太极拳中的力学思想

张杰

(西南石油大学 四川 成都 610500)

摘要: 陈式太极拳作为最优秀的拳种之一, 它的内涵博大精深。本文着重从作用力与反作用力、惯性定律、合力、力矩、能量转化、杠杆原理、平衡原理、动量定理、摩擦学、圆形定理十个方面分析了它包含的基本力学思想, 并结合套路、技击、推手中的一些技法加以说明。希望对体育工作者和太极拳爱好者有一定参考价值, 进一步更好的研究太极拳和中华武术。

关键词: 陈式太极拳 力学原理 技法

中图分类号: G85 **文献标识码:** A

引言:

陈式太极拳是中华民族的瑰宝, 中华武术宝库中最优秀的拳种之一。它集健身性、技击性、艺术性于一身, 它不仅仅是一种武术, 更是一种博大精深的文化。作为武术, 它具有刚柔相济、快慢相间、螺旋缠绕、蓄发并用、沾粘连随、周身一家、松活弹抖、技击性强等独有的特征。作为文化, 它融合了中国传统易学、养生学、兵法、中医学等学科。杨澄甫曾讲: “太极拳乃柔中寓刚, 棉里藏针之艺术, 于技术上、生理上、力学上有相当之哲理焉。” 本文着重从作用力与反作用力、惯性定律、合力、力矩、能量转化、杠杆原理、平衡原理、动量定理、摩擦学、圆形定理十个方面分析了陈式太极拳中的力学思想。

1. 作用力与反作用力

牛顿第三定律: 两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等, 方向相反, 作用在一条直线上。所以在技击的实践中, 不管是出拳还是出腿, 都要有蹬地的动作, 蹬地力量多大, 地面给出的反作用力就多大, 这样使出的招法才具有更大的威力。在陈式太极拳最主要的步法弓蹬步中, 要求前大腿与小腿成直角, 起支撑作用, 后退蹬地, 抠脚使两脚平行。行功时脚要五指抓地, 涌泉空虚, 而且叫不能随意乱动。正所谓“其根在脚, 发于腿, 主宰于腰, 发于脊背, 达于肩臂, 形于手指”, 借助大地的力量, 最终作用在对手身上。只有脚踏地(作用力), 借助大地的反弹力(反作用力), 才是人体的力源。因此, 练习陈式太极拳要善于向大地借力。

2. 惯性定律

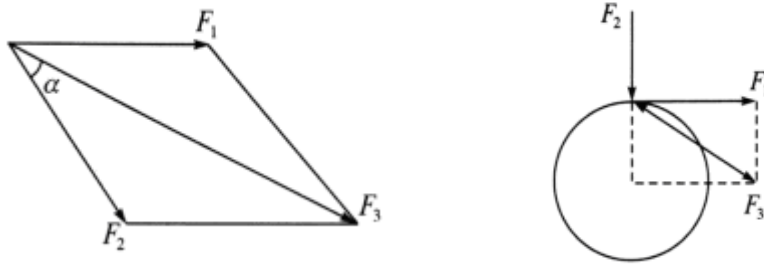
牛顿第一定律(即惯性定律)反映了物体具有保持原有运动状态的性质, 在不受外力或受外力的合力为零时物体保持原来运动状态不变。惯性是物体的固有属性, 它与物体的运动状态无关。惯性的大小仅与物体的质量有关, 物体质量越大, 运动状态越难改变, 即惯性越大。

在陈式太极推手和技击中, 我方通过假动作或技法诱使对方发力后, 可利用惯性定律, 突然撤去该力, 从而使对方身体受惯性的支配, 不由自主地继续顺着对方发力方向位移而失去平衡, 然后可以利用对手调整控制重心的时机, 使用各种技击方法制服对方。

3. 力的合成

在力学上, 作用于物体上同一点的两个力可以合成为一个力, 合力也作用于该点, 合力的大小和方向由两分力为邻边所构成的平行四边形的对角线表示, 即力的平行四边形法则: 在图 1 中, F_1 —分力, F_2 —分力, F_3 —合力。

武澄清讲: “四两拨千斤, 合即拨也。此字能悟, 真有夙慧者也” 马虹先生讲, 要拨开千斤来力, 先合住它, 而后顺着它, 顺其势, 借其力, 在顺随中加一点自己的力, 拨开他, 使之落空, 就可以以小力胜大力, 通常讲“谁能合, 谁能赢。” 便是这个道理^[1]。



在太极拳技击中，如图2，当对方对我施加一个力 F_1 时，我调整身势，同时向对方施加另一个力，图1的作用下会产生一个合力，图2中平行四边形的对角线方向。利用这个合力将改变原来对方施加于我的力的方向，以化解对方的力，同时我可以在沿着双方合力的方向再施加力，使最后的合力牵引对方离开原来的平衡位置。由图1上可以看出当 F_1 和 F_2 的夹角越小，合力 F_3 越大。因此我方施加力时，尽量沿着对方力的方向，把二力的夹角减小到最小，从而形成更大的合力，以破坏对方的平衡，达到“引进落空”的目的。

4. 力矩旋转（力偶）

在力学上把两个大小相等，方向相反的平行力，称为“力偶”。力偶能使物体转动或改变转动状态。图3中为一对力偶。力矩是描述物体转动效果的物理量，物体转动状态发生变化，肯定受力矩的作用。力矩（ M ）= 力（ F ）× 力臂（ L ），通过公式可以知道，要使对方发生倾侧，就要想办法增加力或力臂。

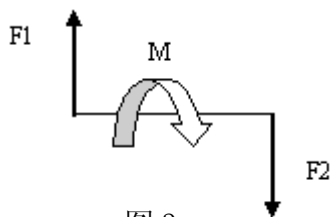


图3

在太极拳的技击中，如对方左手击我右胸，则我右胸应顺其来手的方向转身避让，使对方不受我身阻力而继续前进。同时我立即以左手击对方的右胸，无须用力很大就能使对方身体发生旋转。随即在对方的力势上或“化”或“打”，或“化”、“打”并用，以使对方身体发生倾侧，然后趁势加力于对方身上^[3]。

在太极拳单鞭一式动作五中：先走左肩靠，再左膝里扣（或外摆），同时右肘向外侧击。主要用法是：当地向我袭来时，我用左脚将敌人右腿套住配合左肩里扣外翻之时，敌人向右旋转引化或要退步时，我顺势用左肘向敌胸部击去，或以臂手掬劲外碾击向敌人胸头。左腿与左肩，一个往里，一个往外，形成对称剪切劲，以击倒敌人^[1]。

5. 能量转化定理

在只有重力或弹力对物体做功的条件下（或者不受其他外力的作用下），物体的动能和势能（包括重力势能和弹性势能）发生相互转化，但机械能的总量保持不变，这个规律叫做机械能守恒定律。在练习陈式太极拳中，主要实现势能和动能的转化，将人体的重力势能或弹性势能转化为动能，以达到锻炼人体机能或技击的目的。

这种能量的转化在陈式太极拳中表现的最为明显，特别是发劲时的“松活弹抖”。松活弹抖发劲的要领：在周身放松的基础上，有大脑指挥，以腰脊为总枢纽，结合丹田带动，以螺旋弹抖的形式，调动全身力量，节节贯穿，集中到一个发射点上，一瞬间，以迅雷不及掩耳的速度，从肢体的某一部分爆发出来，产生巨大威力。例如掩手肱捶第五个动作中，左手略逆缠下沉略向后，右拳贴胸下逆缠里旋、沉肩、坠肘，里钩腕，再逆缠上翻，这是

吸气蓄势，动作沉稳，随即左转螺旋上升，右胯松，右脚逆缠向右后蹬。左掌变半虚握拳逆缠，向左后下偏外发劲，右拳逆缠由左肘手下向前略偏右发松活弹抖劲。陈式太极拳中的“欲开先合，欲左先右，欲放先收”，都是通过蓄势，将弹性势能转化为动能。

6. 杠杆原理

杠杆原理亦称“杠杆平衡条件”，要使杠杆平衡，作用在杠杆上的两个力的大小跟它们的力臂成反比。即为：动力×动力臂=阻力×阻力臂，用代数式表示为 $F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$ 。其中， F_1 表示动力， L_1 表示动力臂， F_2 表示阻力， L_2 表示阻力臂。杠杆的三要素，力点、支点、重点。支点离重点愈近，离力点愈远，起重时愈省力；反之，支点离重点愈远，离力点愈近，起重时愈费力^[4]。

如野马分鬃一式：左手下插，前上挑、托、捌，与右手下采、捌，形成一种下扣上翻的摔法；同时，左手挑捌之中又合左肩靠，以下盘为支点，形成一个向外向前的发放劲^[1]。练习陈式太极拳，要求练拳着立身中正，以腰为枢纽，上下左右进退灵活，悉成轮圆之势，一切动作皆以腰为轴而手足随之，易形成杠杆原理。

7. 平衡原理

物体有三种平衡状态：稳定平衡，不稳定平衡和随遇平衡。物体的重心越低，底面积越大，平衡性越高。练武者大多要练桩功，有的还要练沉气功夫。运用时，当然可以降低重心来提高自己的稳定性，但是人两脚所站的面积是有限的，相应稳定性也是有限的，因此仅仅靠降低重心而不知弥补底面积上缺点，还是很难保持身体的稳定。陈式太极拳中，从预备式到收势，总是以上身为轴，立身中正，虚灵顶劲，而重心又是偏于一只脚，虚实互换，轻重兼备。靠两脚的随势变换虚实，以适应身体稳定的需要，也就是底面积时时随重心移动而变动，这可以被理解为增大了底面积(稳定性提高了)，保持了动态平衡^[5]。

陈式太极拳中的步法，多是“八不八，丁不丁”的斜行步。凡左脚站成外开型，右脚尖要里扣，形成两脚斜行平行步。同时，两脚前后不许站在同一竖线上，只可以骑着一条线进退。这样一是可使步法进退灵活，二是能使支撑面的有效面积尽可能达到最大。根据人体力学，两脚平行、五指抓地能保持人体最好的平衡。

陈式太极拳习练时要求走低架，因为走低架时，下肢运动量大，持续时间长，“活桩式”的低架子，通过全身放松，上身中正安舒，沉肩坠肘，含胸塌腰，屈膝松垮，意注丹田，气沉丹田，五指抓地，涌泉穴虚。从技击上讲，这种上轻下沉，重心下移的练法，有利于稳固下盘，足颈坚韧，必泰然“使人若不倒翁”；从而保持自己的平衡，破坏对方的平衡^[1]。

8. 动量定理

动量定律：物体在时间 T 内动量的变化量等于物体所受合外力的冲量，一般以 $Ft = MV_1 - MV_0$ ，其中 V_1 指变化后的速度， V_0 变化前的速度。习外家拳的人用拳击人，出手快、力量大。由动量定理可知：尽管作用力 F 很大，但由于作用时间极小，因而被击中的对手本身获得的速度也很小，因此往往只能打痛被击中部位，很难将其击倒、打翻在地，给对手造成的威胁相应较小。而太极拳则取其之长，避其之短，利用“走”“粘”等技法，当拿住对方手臂之后，不是立即松开而是继续加力，将力较长时间作用于对手身上，由 $F\Delta T = M\Delta V$ 不难看出：对手被动获得的速度 ΔV 较大，这样对手被击出或打翻在地的可能性也较大，对手受到的损伤也较大，加强了技击效果^[2]。陈照奎先生也讲：“来之欢迎，去之欢送”，舍己从人，随曲就伸，不丢不顶，就是让 Ft 起作用。

9. 摩擦原理

根据摩擦定律, 最大静摩擦力的方向与相对滑动趋势相反, 大小与两物件间的正压力大小成正比, 即: $F_{\max}=f \times N$ 。而正压力 N 是由自身体重和外界施于物体的法向分力组成, 因而要使最大静摩擦力 F_{\max} 增加, 就要使对方施加于我身之力转为法向分力, 这样可以提高最大静摩擦力, 自己才站得稳。不论是在推手中还是技击中, 要想方设法将对方施于我身之力, 通过调整姿势, 坐腰转胯, 含胸拔背, 气沉丹田, 转化为我的法向压力, 从而增大自己的静摩擦力, 使自己站得更稳, 处于顺势, 立于不败之地。

“下塌外碾”是陈式太极拳中非常重要的一个手法, 当我方手搭到敌人身上, 不论哪个部位, 不论何种劲, 都先向下沉, 连意念力都沉到敌人的脚跟上, 然后走一个向外下弧线发劲, 从整体上形成一个向下、向外、沉乎乎的弧形滚动劲, 迫使敌方拔根, 减小其法向压力, 从而使其静摩擦力减小, 迫使敌方失去平衡^[1]。

10. 圆形定理

陈式太极拳不论动作大小、快慢, 都要求做到非圆即弧, 触处成圆, 陈照奎先生把人的腰和丹田部位比作轮子的主轴, 只有保持轴心(或圆心)的中正, 旋转地轮子才能有力。轴心(或圆心)摆动, 身体左歪右斜, 必定降低轴心的立体螺旋力量, 人体易失平衡, 不论对健身还是技击都不利^[1]。

陈鑫《太极拳图谱》讲: “至疾至迅, 缠绕回环, 离形得似, 何非月圆, 精炼已极, 极小亦圆”; “越小小到没有圈时, 应归太极真神妙”。拳谚云: “要想拳练好, 先把圈练小”, 到了化境, 太极就成了有圈不见圈, 在同一个弧线中完成化和打, 一气呵成, 没有停顿, 积全身之力发之一点, 势不可挡。圆弧形和螺旋形动作转动灵活, 不滞不涩, 变化多端, 可随身体的任何一个小小的扭转而改变招法, 所以在用招时不易落空, 破招时易于防守^[6]。陈式太极拳之所以能变被动为主动, 后发而先至, 正是由于身体各个关节巧妙地运用圆形定理的结果。

结论:

本文结合陈式太极拳的基本原理、套路、技击、推手, 从作用力与反作用力、合力、力矩等十个方面分析了它的基本力学思想。更进一步阐述了陈式太极拳的内涵原理, 为研究陈式太极拳提供理论参考。

参考文献

- [1] 马虹. 陈式太极拳拳理阐微[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2000.
- [2] 蔡金明. 对太极拳推手过程的力学分析[J]. 北京: 北京体育大学学报. 2003. 05
- [3] 莫兰加. 浅析“四两拨千斤”的力学原理及训练方法[J]. 搏击. 武术科学. 2006. 04
- [4] 程进才. 试论太极拳的“四两拨千斤”[J]. 河北: 邯郸学院学报. 2009. 09
- [5] 蒋林华. 试析太极拳运动中的力学原理[J]. 安徽: 安庆师范学院学报. 2002. 08
- [6] 王军. 论太极拳中的圆[D]. 山东: 山东师范大学. 2007. 04

The Mechanical Thoughts Analysis of Chen-tai chi

Zhang Jie

(Southwest Petroleum University ,Sichuan, Chengdu, 610500)

Abstract: Chen taijiquan is one of the best martial arts, the connotation of which is broad and profound. This article emphatically analyzes the basic mechanics ideas of Chen taijiquan from ten

aspects(the reaction and reaction, inertia laws and collaboration, torque, energy conversion, lever principle and balance principle, momentum theorem, tribology, circular theorem).And combining some techniques of routines, skillful, push hands to illustrate them. Hope sports workers and taiji lovers have certain reference value from it,which can be used to better research of taijiquan and Chinese martial arts.

Keywords: chen taijiquan mechanics principle techniques

作者简介: 张杰:男, 1987年生, 山西运城人, 硕士研究生, 研究方向: 传统太极拳, 机械设计及理论。
Email: longmenshao@163.com