



邯郸学院河北省重点发展学科 武术与民族传统体育(太极拳)专项建设经费资助

# 太极拳力学

◎顾杰 郭振兴 卢建辉 著



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

邯郸学院河北省重点发展学科 武术与民族传统体育(太极拳)专项建设经费资助

# 太极拳力学

顾 杰 郭振兴 卢建辉 著

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目(CIP)数据

太极拳力学 / 顾杰, 郭振兴, 卢建辉著. —北京: 北京理工大学出版社,  
2016.4

ISBN 978-7-5682-2225-9

I. ①太… II. ①顾… ②郭… ③卢… III. ①太极拳-运动生物力学-研究  
IV. ①G852.111.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 086190 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中画美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 21.5 印张

字 数 / 318 千字

版 次 / 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

定 价 / 46.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 封 雪

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

---

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

# 序 一

2003年在底特律认识了顾杰博士。他是苏州人,在美国读取机械制造专业硕士、博士学位,又在通用汽车公司工作了二十多年,难怪他的杨式太极拳充满了理工味。我当时给他题了“杨式太极拳的功夫很好”的词,后来这题词刊印在顾博士的《锦太极拳》一书中。顾博士是杨式太极拳的传人,还是邯郸太极学院的教授。他虽然身在美国,但一直以传承、研究太极拳为己任,在底特律创办了太极星协会。

2013年我在邯郸学院认识了郭振兴教授。邯郸学院是一所地方本科高校,以太极拳与太极文化为办学特色,建立了二级学院——邯郸太极文化学院,创建了太极拳与太极文化本科专业,这在全国都是首创。郭振兴教授曾是邯郸学院副校长和邯郸太极文化学院首任院长,是位学者,拳也练得不错。在国家武术管理中心举办的2015年全国太极拳市长杯套路比赛的个人和集体项目中共获得三项金奖。

顾博士到邯郸作太极寻根之旅时认识了郭教授,他们一见如故。相同的爱好,共同的志向,使他们开始了跨太平洋的交流沟通与合作。先后在《太极》《邯郸学院学报》《中华武术·研究》《少林与太极》《Tai Chi》上发表了一系列关于太极拳的论文。这本《太极拳力学》就是这些论文的综述,也是从力学角度对如何练好太极拳的一种研究。

太极拳是中华武术中的一个重要拳种,是中国传统文化的一朵奇葩。有着丰富的理论和经典的论述,系统而又深刻,形象而又深奥。近一百多年来,科学技术日新月异,科学理论日臻成熟,社会变化翻天覆地,人们对各种事物的学习和研究也在不断提高。尤其在国外,人们不仅喜欢从哲学、体育学的角度学习太极拳,更希望从力学、心理学、生理学、医学、生命学等现代科学的角度理解和研究太极拳。太极拳之所以有生命力,是因为先师们所创的拳架、拳理、拳法天人合一,符合人的生理结构和生理需要,符合技击原理和技击需要,适应自然规律,富含科学原理。

1927年,徐致一老前辈在《太极拳浅说》中已经提到了太极拳在行功时的心理作用,在动作时的生理作用,在技击中的力学依据。现在,顾杰、郭振兴、卢建辉三位教授在《太极拳力学》一书中由传统理论入手,逐步引入力学概念,运用力学原理解析太极拳的技术要求,对古典拳论运用现代科学知识加以分析研究,然后又更加形象地建立人体模型,进而展开了定量运算。例如,运用力学上的弹簧原理解析了太极拳的“沾连粘随”功夫;运用相对运动原理解析了长劲与短劲的区别;用动量的概念解析了太极拳“棚、捋、挤、按、采、捌、肘、靠”八大劲法的生成和运用;用力学平衡理论解析了太极拳的五步“前进、后退、左顾、右盼、中定”。书中还通过建立人体刚体模型推算出人体平衡分析公式,用数据证明了“引进落空”“发劲如放箭”“四两拨千斤”等太极拳名言的可行性和准确性。书中不仅运用了经典力学和理论力学,而且运用生物力学分析了练功时人体内力的分布,研究出避免膝关节受伤的要领和能同时获取技击、健身最佳效果的拳架拳姿。

总之,该书在运用现代科学原理揭秘太极拳上走出了一条新路,做了大量研究工作,为太极拳的科学化发展进行了有益探索,为国际化传播贡献了力量。但太极拳是一门非常深奥的功夫,需要切合实际的研究,更希望作者把这些研究带到训练场上,在实践中不断总结经验,使之行之有效,以有更新更多的研究成果面世。

吴彬 2015.12

## 序 二

太极拳具有强身健体、防身自卫、修身养性、陶冶情操、益智健脑等多种功能,受人喜爱,引人入胜,被称为文武兼修的“文拳”“哲拳”,被誉为中华民族贡献给世界的“第五大发明”,成为中国的一个代表性符号。现代研究表明,太极拳不仅蕴含着古代文明,而且还蕴含着现代文明,越来越多的国家、机构和有识之士采用多种方式从多种角度对太极拳的内涵和外延开展了深入研究。

邯郸学院是一所综合性本科高等院校,地处著名太极拳圣地邯郸,这里诞生了流传最广的杨露禅式太极拳和理论最为卓著的武禹襄式太极拳,派生了属于国家或省级非物质文化遗产的吴鉴泉式、孙禄堂式、王其和式等多种太极拳流派,养育了数代举世闻名的太极大家和传奇人物。邯郸学院以服务地方发展为宗旨,以引领地方文化为己任,以弘扬太极拳和太极文化为办学特色,创办了太极文化学院,开设了太极拳与太极文化本科专业,组建了全国性的太极拳协同创新中心,选派多名师生到多个国家孔子学院教习太极拳,在俄罗斯、白俄罗斯和马来西亚建立了国外太极学院,以多种形式、多种渠道研究和传播太极文化。邯郸学院太极拳与太极文化专业被列为河北省重点发展学科。

太极拳文化底蕴深厚,不仅富含哲理,而且富含现代科技原理,涵盖着广泛的研究领域和课题。邯郸学院不仅全面普及了太极拳的习练,而且发挥多学科、多专业、多人才的高校优势,从运动学、心理学、生物学、物理学、数学、力学、化学、医学、哲学等多个角度开展研究,努力寻求太极拳研究的科学方法,积极探索太极拳的科学内涵和原理,以促进太极拳的科学化发展和国际化传播。

《太极拳力学》是河北省重点发展学科专项经费资助项目,是邯郸学院运用力学原理研究太极拳的一项成果,是以“保持自身平衡、破坏对方平衡”的太极拳基本要求为切入点,运用经典力学和理论力学的基本概念、基本定律以及解决力学问

题的基本方法,从机械运动分析入手,研究分析了太极拳技术动作、内气内劲、技击技巧等多个方面的力学原理,提出了“传递力、整体动量、相对动量、三维力、三力源、意念波”等一些新概念、新定义;建立了太极拳平面人体刚体模型和立体人体刚体模型;推导出太极拳稳定性分析公式和失根、打滑(失衡的两大状况)临界定量分析公式(简称平衡分析三大公式);计算分析了太极拳典型技术动作在水平、垂直、横向三个方向(简称三维)和传递力、整体动量、相对动量三种发力源(简称三力源或三源)不同组合方式下的力学数据;构建了太极拳力学定性分析和定量分析的新模式和新方法。

《太极拳力学》的研究方式和研究成果具有开创性和领先性,运用现代科学原理揭示了太极拳“引进落空”“四两拨千斤”“小力胜大力”的力学奥妙;运用数学计算破解了太极拳某些技术只可意会不可言传的难题;为太极拳的运动生物力学实验研究奠定了理论基础;为制定太极拳技术规范 and 动作标准提供了量化标准。同时,带动和促进了运用现代科学理论研究太极拳的学科发展步伐,也为其他武术拳种和类似运动项目的研究提供了可借鉴方法。

太极拳是太极文化的最佳载体,太极文化是中国文化的优秀代表。它将国术与国学紧密结合为一体,将人体科学与自然科学结合为一体,将健身与修身结合为一体,由做人到做事,由人身小宇宙到天体大宇宙,由形而下到形而上,充分体现了中华民族“道法自然”“天人合一”“过犹不及”“对立统一”的价值观和世界观,也蕴含了唯物论、辩证法和现代科学的基本内涵和基本理念。太极拳与太极文化承载着中国古人的智慧,追求着人与自然、人与社会、人与自身、人与他人的和谐与发展,追求着人类身体健康与心理健康的和谐发展。长期习练太极,可以育养人们的身体,可以净化人们的心灵,可以启迪人们的智慧;可以教化人们如何做人、如何做事。

太极拳的精妙深奥和雅俗共赏,太极文化的博大精深和通俗易懂越来越引人注目,吸引着越来越多的人加入其中,尤其在近几十年来更是风靡世界。许多人通过习练太极拳,体悟到太极拳不仅可以强身健体、防身自卫、延年益寿,而且可以领悟安身立命、为人处世之道和东方哲学的精妙;研究太极拳不仅可以探究人的生命奥秘和生存智慧,而且可以探究人与自然、人与社会的和谐之道和攻坚克难的妙策

良方;推广太极拳不仅可以促进全民健身,而且可以净化人的心灵,给人以启迪,催人奋进。实践证明,学习和掌握太极拳身心双修的养生观、天人合一的自然观、道法自然的唯物观、阴阳互根的辩证观、不偏不倚的和谐观、无为而为的人生观、以柔克刚的策略观,有利于人的身心健康、家庭和睦与社会和谐,有利于开发智力、增强智慧,有利于攻克难题、处理矛盾和解决各种纠纷,有利于维护社会稳定与世界和平。

在当今信息化时代,无论是科技问题、经济问题、社会问题,还是国际问题、政治问题、教育问题,都较以往要错综复杂,往往是牵一发而动全身,往往是一着不慎全盘皆输。妥善处理这些问题,需要有整体的观念、辩证的思想、择机而动的战略、和谐共赢的方法,需要有防患于未然的超前意识和“人不犯我、我不犯人、人若犯我、我必犯人”的大无畏精神,需要有因势而谋、应势而动和顺势而为的谋略和战术,需要将东方哲学的太极图辩证思维与西方哲学的十字架直线思维巧妙结合。而这些正是太极拳和太极文化的精髓。

因此,我们有一个建立中国太极大学的梦想,以太极文化为办学特色,将国术的精华太极拳与国学的精华太极文化作为教育人、培养人的重要内容和主要方式,改革办学模式,改革课程与专业设置,从哲学高度将太极文化与现有相关专业相融合,将做人、做事、做学问三个教育相融合,着重培养人的社会责任、创新精神、思维方法和实践能力,创建具有中国特色、适应现代信息社会数字时代需要的新型大学。

邯郸学院校长 马计斌

2015年12月

## 序 三

中国人讲究的是感觉,外国人崇尚的是科学。

科学的东西需要量化,要数据,无论你喜欢不喜欢,它的数据就冷冷地放在那里。

感觉就不同了,如所谓“只可意会,不可言传”,所谓“言外之意,弦外之音”。你若不同意,急了给你来一句“道不同,不相与谋”,甚至“对牛弹琴”。

究竟哪个好呢?应该是各有利弊吧。

太极拳是中国文化的产物,那自然是属于感觉的范畴。比如说“以心行气,以气运身”“偏沉则随,双重则滞”“腹内松静气腾然”“蓄劲如张弓,发劲如放箭”“此全是用意,不是用力”,等等。打太极拳的人大概没几个人能说透彻的,可是大概也没几个人去反对的。这就是感觉。

感觉舒服时,每个人的舒服感觉又不尽相同;感觉不舒服时,每个人的不舒服感觉也是各不相同。所以说,要让感觉去说服人,亦良难矣。这时,会发现科学还是不错的。你感觉发烧,用体温表一测量,自然知道你是否真烧,或高烧低烧。这就是感觉和科学的区别。

那么,现在摆在我们眼前的这本太极拳著作《太极拳力学》,就有些体温表的味道。书中有许多公式、模型、表格和计算方法,用于解读拳理拳法、考量技术是非、评判动作正误、对比功力大小,直观、严谨,说服力强。

感觉身体不舒服时,用手摸摸额头感觉感觉,再用体温表量一量,相互比较,相互补充,应该是个不错的选择和方法。读读这部科学作品,带着练功的感觉,从另一个角度认识太极拳,体量太极拳,也是一种不错的“感觉”。

是为序。

杨宗杰

2015年12月

(杨宗杰现任邯郸市太极拳办公室负责人,广府太极国术馆馆长,《太极》杂志社原总编)

# 前 言

太极拳是中国数千年传统文化的结晶和太极文化的重要组成部分,是一项搏击与养生并重的体育运动,代表着中国武术和中国太极文化的形象。其名称源于《易传·系辞》。《易传·系辞》说“易有太极,是生两仪”,即太极包括阴阳两仪,是指一切事物和现象都包含着阴、阳两个方面,它们相互对立又相互依存。分是阴阳,合是太极,阴阳是太极对立统一两个方面。太极拳将太极的对立统一理念融入其拳理、拳法,阴阳相济,虚实互换,刚柔互补,开合相寓,攻击与防守相依相存。在太极拳中,养生与技击为一太极,攻与防为一太极,虚与实为一太极,尤其是把养生和技击看成一个整体,作为相互依存、不可或缺的两个方面。在冷兵器时代,太极拳的技击功能威震世界,其养生功能也没有被忽略。进入热兵器时代,特别是从20世纪至今,人们尽管对太极拳的养生功能有无限的信服和热爱,但也从没有丢却对太极拳技击功能的追求和研究。

太极拳属于武术,具有“以柔克刚”“一击制胜”和“小力胜大力”的技击功能,其突出的特点是以静制动、以守为攻、后发先至。“静”是指体态的安详、心态的平静和注意力的高度集中,临危不惧,处变不惊,时刻处于临战状态。“动”是指让对方主动运动和先行攻击,以利于我方在“舍己从人”的运动中寻找战机和发起攻击。其与众不同的技击理念是“人不犯我,我不犯人,人若犯我,我方犯人”。技击,尤其是技击中的攻击,在生活中是无奈之举,因凡是攻击往往伴有击打,常会造成伤残和死亡,不符合人道主义,也容易结下怨恨。所以,取胜的最佳手段应是先礼后兵、不战而屈人之兵。太极拳虽然具有很强的技击功能,却放手让对方进攻,在防守中避实就虚,伺机反击,先求令人屈服,再现攻防奇效,尽可能点到为止,不伤及人的身体和性命。太极拳的这种理念和行为需要“知己知彼”,需要一种“听劲”功夫,即用眼观、耳听、体测等方式查明对方攻击意图后,抓住时机,快速反击,制敌于

无计可施、无力反击、被动挨打之地。听劲是近距离探知对方动向的有效方法,是太极拳特有的功夫,不仅能通过身体接触,用皮肤和末梢神经感觉其劲力的大小、方向,而且能通过观察对方神态判断其心理活动。

太极拳讲文明,重武德,崇尚自然,被称为“文拳”“哲拳”。拳架儒雅大方,仿生仿万物;搏击温文尔雅,彬彬有礼;拳法富含哲理,融贯古今,不仅符合太极之法,而且符合现代哲学和现代科技之理。所以,太极拳的技术是以“天人合一”“效法自然”为宗旨,强调“舍己从人”“顺势而为”,讲求“螺旋”“圆弧”“借力打力”“四两拨千斤”“用意不用力”“后发先至”等,充分而巧妙地运用了平衡、斜面、惯性等自然法则和力学原理。例如,螺旋式进退或旋转运用了斜面原理;非圆即弧的身形运行是径向和切向运动的组合,径向运动不离不弃,切向运动攻其横向或化解来力;平衡是万事万物存在和运行的基本法则,也是人体运动力学的基本法则和太极拳运动的基本要求,有两大要义——重心在两脚之间(确切讲是脚底正压力大于零)和脚不打滑。

“借力打力、四两拨千斤、用意不用力、后发先至”是传统习惯说法,换用“借势打势、四两拨千势、用意用听力、后发奏效”描述可能更为确切。“势”是一种趋向、姿态、神态、状态;“借势”就是利用对方的攻势;“打势”是将我方攻势叠加于对方的攻势。“四两拨千势”是指对方攻势无论多么强烈,只要在其攻击方向上顺势加一小力,就可使对方失势;或者在顺遂对方攻势中通过走弧线,在横向顺势加一小力,也可使对方失势。“用意用听力”在推手中是指要“用意”将力的大小(推手是两人的身体接触,一定有力存在)控制在“听力”范围内,以利于适时发动攻击。在练套路中是指要“用意”指挥着身体与想象中的对方推手博弈。“后发”是典型的“以守为攻”战术,是摸清对方来力的大小、方向、路线,并做出准确判断后的优化攻击。这种攻击模式效果明显,后发先胜。太极拳并不排斥“先发”,但是在发力之前不能省略了“听力”的阶段,所以太极拳的发力有一个由“听力”变为“发力”、由小力变大力过程,与其他拳种的发力过程有很大不同。例如跆拳道之力发于和对方接触之前,接触时形成的是撞击力;太极拳则是先接住对方的劲,和对方轻轻接触,然后增量发劲,发出的是推击力。

太极拳拳理、拳法的核心是一阴一阳,阴阳相济。阴阳相济的辩证统一关系,

体现在太极拳一系列运动和所有的动作中,表现为上下、左右、内外、前后、刚柔、虚实、开合、顺逆等多种关系。虚实关系涉及面广,具有代表性,是维持身体动态平衡的关键,需要把握好重心虚实调整、手足虚实搭配、发劲虚实变换等三个方面的关系。把握虚实关系的基本原则是虚实互换、虚实互根。例如,实招用于实际攻防,虚招用于疑敌或备用,虚招和实招可以互为转变。虚招用上了就变成了实招,实招不用就变成了虚招。再如,在套路练习和推手中,重心不是偏左就是偏右,两脚在虚实变换中维持身体平衡。承重多的腿是实腿,另一条腿就是虚腿。重心靠近左脚,左脚为实,右脚为虚。重心从左脚转移近右脚后,左脚为虚,右脚为实。在重心转移全过程中要让重心在两脚之间以保持平衡,不给对方可乘之机。

太极拳集健身、防身、修身、娱身于一体,练就的是“弹簧功”,全身形成三维弹簧,能收缩,能反弹,能变向,周身一家;讲究的是“巧劲”,圆弧运行,螺旋运转,引进落空,以小力胜大力;追求的是性命双修,身心愉悦,生理健康与心理健康并重,智力开发与身体锻炼并重。太极拳是精神活动和肢体运动的紧密结合和精妙配合,不但符合古今哲理,而且符合现代心理学、生理学、物理学等科学的原理。

太极拳和太极文化博大精深,内涵丰富,有着广泛而深入的研究空间。以往对太极拳的研究分析大多基于中国古典哲学和中医学,尤其是在太极拳基本理论形成的十八、十九世纪或更早时期,符合当时的文化背景和人们的文化素质,获得了经典、丰富、惠及千秋万代的宝贵成果,虽然大多是定性说理分析,依然发挥了巨大的作用。随着时代的发展,现代科学理论和科学技术发生了翻天覆地的变化,人们的知识结构和文化素质也今非昔比,太极拳也越来越遍及五湖四海,当今太极拳的普及发展不仅需要能用中国古典哲学分析述说,还需要用能与现代国人和世人知识结构相匹配的理论分析叙说;不仅需要定性分析,也更加需要定量分析。因此,运用现代哲学和现代科学理论与技术,研究和丰富太极拳理论,探讨和诠释太极拳运动技巧,改进和改革太极拳教学与训练,促进和引领太极拳科学化发展、国际化传播,使太极拳更加融入世界、贴近民众、造福人类,成为一项必要和迫切的任务。

基于上述认识,作者近年开展了太极拳的力学研究,本书是以太极拳的基本要求“保持自身平衡、破坏对方平衡”为切入点,运用经典力学和理论力学的基本概

念、基本定律以及解决力学问题的方法,从机械运动分析入手,研究分析了太极拳拳理拳法、技术动作、内气内劲、技击技巧等多个方面的力学原理,提出和应用了“传递力、整体动量、相对动量、三维力、三力源、意念波”等一些新概念、新定义;提出和建立了平面人体刚体模型和立体人体刚体模型;推导出具有普遍使用意义的稳定公式和失根、打滑(失衡的两大状况)临界定量分析公式(简称平衡分析三大公式);计算分析了太极拳典型技术动作在水平、垂直、横向三个方向(简称三维)和传递力、整体动量、相对动量三种发力源(简称三力源或三源)多种组合方式下的力学数据;构建了太极拳力学定性分析和定量分析的新模式和新方法。这种新模式和新方法不仅适用太极拳各个流派,也适用其他武术拳种和类似运动项目。

从机械运动入手进行太极拳力学研究,是因为机械运动是一切物质的基础运动,研究物质的运动形式是力学的基本功能,也是因为机械运动也存在于太极拳运动中,表现为千变万化的肢体运动。现代哲学指出,运动是物质存在的形式,是物质固有的属性,包括物质世界中发生的一切的变化与过程。机械运动不仅存在于我们周围以及人类本身,而且在发光、热传导、电磁场变化等其他各种物质的运动形式中也伴随着物质的机械运动。

对太极拳运动进行分析同进行机械运动分析一样,必须对作为实际研究对象的人体进行简化和根据研究目的建立相应的力学模型。本书建立的人体刚体模型是一个全新的系统模型,是一个领先和创新。这个模型参照机械运动力学分析模型的要求,将人体的连续体质点系简化成无尺度、有动量的质点系和有角动量的刚体;忽略肢体的横截面尺度,将肢体简化为刚体杆件;将各杆件按太极拳的功架连接成模型,假设连接点都是刚性的。由于人体的变形在分析时被忽略不计,因此称这个质点系为刚体,称所建立的模型为人体刚体模型。人体刚体模型简括了人体构架、质量、速度、攻击力、重力、地面反力、摩擦力等因素,可用以模拟和分析太极拳的各种动作和各种技术。本书以太极拳的“弓步”“坐步”等典型动作和“弓步棚”“坐步捋”等推手技术为例,应用人体刚体模型进行了力学分析和力学计算。

通过力学方法的分析与计算,证实和说明了“发劲如放箭”“引进落空”“牵动四两拨千斤”等太极拳技术巧妙地应用了力学原理,也验证了人体刚体模型和三大公式的功用。在太极拳运动中无论是套路练习、推手练习,还是竞技搏杀的进攻防

守,只有将重心始终保持在人体支撑面内才能维持自身稳定平衡,才能掌握主动;脚底打滑和失根(脚底离地)是导致人体失控的两种临界条件,构成该条件的因素是可计算、可控制的;造成打滑和失根的攻击力,来自脚底的摩擦力、正压力造成的传递力和人体整体的动量、肢体的相对动量与对方碰撞造成的冲击力;传递力和动量冲击力的产生及其产生的作用与内劲密切相关;衡量人体稳定的三大公式不仅可以用于定量分析人体失衡临界条件,而且能够用于定量分析棚、捋、挤、按、采、捌、肘、靠等各种劲法和劲力,还可通过数据分析,衡量和规范各种技术动作。

本书是研究成果的归纳整理和汇集,主要是向人们介绍一种太极拳力学研究分析方法的来源及运用,以帮助人们用力学知识理解太极拳的技术原理和端正技术动作。第一卷有4章:第1章列出了一些太极拳术语的力学含义。第2章是力学基本知识,简述了一些相关的力学定律和公式。第3章论述了太极拳的弹簧性质,言明太极拳练就的是弹簧功,弹簧功用于探测对方的攻势则灵敏有效,用于防护则柔韧沉稳,用于攻击则发放有章,用于健身则舒筋活络、畅通气血,用于做人则体现了太极拳先礼后兵、烈而不蛮的武德。第4章用力学分析了“气”,因为太极拳运动不仅讲“劲”,而且讲“气”,该章从物理学意义上将其定义为“意念波”,并运用意念波的概念分析了呼吸之气与太极之气的联系与区别,探究了太极拳发力系统和气系统的功能。第二卷有4章:第5~6章论证了太极十三势“棚、捋、挤、按、采、捌、肘、靠、进、退、顾、盼、定”的力学原理。第7章论述了“长劲”和“短劲”的力学性质。第8章界定了“劲”和“劲法”的力学含义。第三卷有3章:第9~10章以基本动作“弓步”和“坐步”、基本技法“弓步棚”和“坐步捋”为例,应用人体平面刚体模型和平衡分析三大公式,分析计算了太极拳各种技术动作在水平力或三维力(水平力、垂直力、横向力)作用下的受力状况和导致失衡的临界力数值,推导出相应的平衡分析计算公式。第11章用人体立体刚体模型验证和比较了人体平面刚体模型分析,两种模型的分析结果基本一致,立体模型分析更接近实际,数值也更精确,但运算复杂,需借助计算机软件。

纵观太极拳的经典理论,许多结论是符合力学原理的。根据近来研究,许多方面是可以运用数学进行定性分析的。本书随着章次的深入,为了理论的严谨,推导出一些计算公式,采用了一些新的数学理论和计算方法,有的公式比较复杂,有的

计算比较烦琐。对数学没有兴趣的读者可以用已编写的软件计算实例,对数学有研究的读者,可对推导出的公式进行验证和讨论,以期拓展出新的研究课题。例如,在切线方向将对方来势滑出的技术研究,运用杠杆原理使对方失去平衡的方法研究,刚体模型在多个外力作用下的讨论,太极拳“缠丝、抽丝”技术规范的力偶原理研究,运用“长劲、短劲”分析各种“化打发放”技巧,如何用有限元建立人体黏弹体模型分析实际边界条件和多力系统下的人体平衡状态等。所有这些讨论和研究都将丰富太极拳的技术理论,都将为太极拳技术规范的统一和太极拳评价标准的科学制定奠定坚实的基础。

太极拳不仅讲“劲”和“气”,而且更讲“意”,是形神兼修,人体内外修炼的有机结合。太极拳每个动作的完成都是肢体运动与气血运行、心理作用的完美结合,不仅要用力学原理研究肢体运动,还要用生理学原理研究气血运行、用心理学原理研究心理作用。对太极拳的研究实质是对人类自身认识的研究,涉及人的生理功能、心理作用、本能反应、潜能发挥等。太极拳研究应该与生命科学研究相联系,应该进行综合性研究,因为任何一项单项研究只能揭示太极拳本质的一个侧面。本书仅是运用理论力学研究和提出了一种力学分析方法,不仅需要试验验证,还需要应用更多更新的力学理论进行更广泛、更深入的研究。本书也仅是一个开端,意在拓展太极拳的研究领域,用多方面的研究成果促进太极拳客观评价标准和体系的形成,促进太极拳现代化研究和科学化发展的进程。

邯郸学院率先建立了太极文化学院,创建了太极拳本科专业,已招收了四届学生。本书的编写除了作为前期研究的专著,也可适应教学需要作为太极拳专业教学用书。当然,也希望能够作为其他高校相关专业和武校的教学用书。希望本书的研究思路和研究成果能为武术等有关专业的硕士生、博士生教育提供参考。

本书的编写在太极拳和力学领域是一个初创和尝试,一定存在许多不足,希望读者和专家学者、拳师、拳友给予批评指正。本书在编写和出版过程中得到了邯郸学院领导,太极文化学院领导、同事,太极拳界老师、同仁等方方面面的鼓励、支持和帮助,尤其是作者顾杰的夫人李薇倩女士在资料查找、文稿校对等方面做了诸多工作,在本书出版之际,在此表示深深的谢意。

## 各章简要

第一章给出太极词汇的力学含义。太极拳界有许多专业词汇,本书将它们和近代力学联系起来。例如“太极拳”在武术界是有大致的定义的(尽管有争论),本书从力学的角度去研究太极拳,得出“太极拳是弹簧武术”。又如为什么要“坐腕”?本书的观点是“坐腕”是要把力有效地传给对方。本章用简明的叙述列出了一些重要概念,如虚实、太极步、运脚路线、太极劲、内劲等。

第二章讲述力学的基本定律。目前太极拳界的理论和近代力学接轨欠佳。牛顿定律是宏观世界的基础。现实生活的运动遵从牛顿定律。本章介绍的牛顿定律可以从中学、大学教科书中找到详细论述,但除此之外,本章将给牛顿力学和太极拳架起一座桥梁。本章也略述了理论力学和弹塑性力学。理论力学延伸了牛顿力学。千万不要被弹塑性力学这个名词吓跑。弹塑性在日常生活中司空见惯:你往沙发上一坐,是享受沙发的弹性;你去小道散步留下一串脚印,是因为泥土有塑性。太极拳是弹簧功,弹塑性力学是太极拳的力学基础。本章还论及了人体的力学平衡条件,而太极拳的攻防含义就是攻对方的平衡又防卫我方平衡。本章的公式将为以后的章次提供数学基础。

第三章论证了太极拳是练就的弹簧功。和对方接手时弹簧功用很小的“听力”来探测对方的攻势。两方对打交手,是力学上的碰撞。弹簧功运用自动和有意识的弹簧效应来缓冲碰撞。缓冲保护双方不受伤,又使我方的防御柔韧沉稳。弹簧功可用于反弹,借力打力,改变力的方向和主动发力。练弹簧功就是要练松灵,要练松全身十一大关节群。练得松才能使各关节运动灵活。要放宽韧带,活动肌肉。全身的松灵能让各肢体运动到位,能自我控制各肢体间的相对运动幅度。练松灵帮助舒导经脉,气血畅通,祛病健体,养身延年。下盘的弹簧功要沉稳,能控制重心进退自如,又始终维持平衡。弹簧功体现于“知己”是“松灵沉稳”,体现于“知彼”

是“沾连粘随”。太极拳的战略原则是沾连粘随,弹簧功在力学上就是实施沾连粘随。沾连粘随应融于八法之中,即棚能实行沾连粘随,捋能实行沾连粘随,等等。沾连粘随要组合运用。弹簧功用听力来沾住对方,沾接着连,连变为粘,连中有粘,粘中有连,粘变为随,人体弹簧在全过程中附于对方,直到把对方发出去。

第四章研究了太极拳中的气。波是扰动在媒介中的传播。物理波是介质的力学运动,如纵波和横波。化学波是介质的化学反应的传播,如肌体组织的亢奋状态、津液的分泌状态、激素的产生状态,等等。生物波是在生物有机体内的各种有节律的波动,如细胞的有序运动。生理波包括物理波、化学波和生物波。本章提出一个新概念——意念波,并认为太极拳所讲的气就是意念波。意念波是在意念指导下的生理波的形成和传播。本章运用意念波的概念分析了呼吸之气与太极之气的联系与区别。结论是呼吸之气是空气;太极之气是波;呼吸之气止于肺,太极之气走全身。本章探究了太极拳发力系统和气系统的功能。结论是发力系统主攻防;气的系统主内养。

第五章论证太极拳的战术原则是八法,即棚、捋、挤、按、采、捌、肘、靠。棚为八法之首,而且应贯穿于其他七法之中。广义的棚是一种练就的弹簧伸缩功能,由意念指挥而能发放或吸收能量的劲力。将广义的棚贯穿于其他七法之中就是使每一法都是弹簧功。狭义的棚是我方用单臂迎送对方的弹簧劲。捋是我方顺拉兼侧引对方的弹簧劲。挤是我方用搭手推对方的弹簧劲。按是我方用掌推对方的弹簧劲。采是我方用手抓携对方的弹簧劲。捌是我方横拨对方或用捌矩旋转对方的弹簧劲。肘是我方用肘攻防的弹簧劲。靠是我方用躯干或下部肢体攻防的弹簧劲。八法是将动量和力传给对方的具体技术。

第六章论证太极拳的运行原则是五步,即前进、后退、左顾、右盼、中定。太极拳的步法沉稳、虚实有致,在运步的全过程中要将重心保持在支撑面内。五步的法则使我体平衡,因而使我方立于不败之地。五步将我体运动到适当位置,进而运用八法进行攻防,而八法的每一法都体现沾连粘随。

第七章用力学原理来讨论短劲和长劲。短劲用突发能量通过肢体的相对运动发力,比较适合于进攻,有出其不意的效果。长劲用缓发能量,将力从支撑面通过肢体传递给对方,比较适合于攻防并重的情况,有势所必然效果。用短劲和长劲发