



運動

Theory and Application
of Sport Biomechanics

生物力學 理論與應用

洪得明 總校閱

黃紹仁 · 陳帝佑 · 涂瑞洪 · 彭賢德

卓世鏞 · 洪得明 · 陳重佑 · 林槐庭

林威秀 · 吳鴻文

合 著

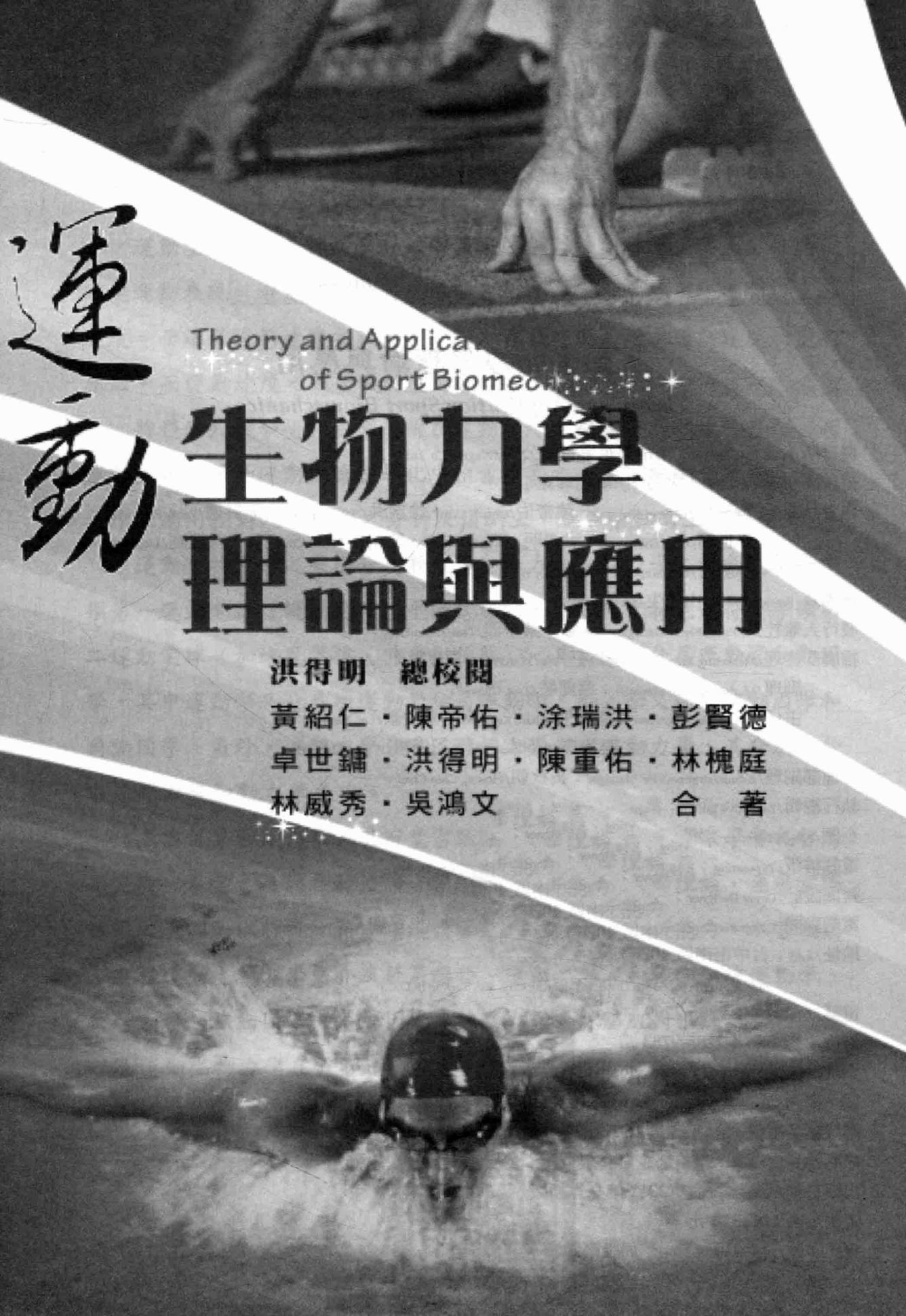
運動

Theory and Application
of Sport Biomechanics

生物力學 理論與應用

洪得明 總校閱

黃紹仁・陳帝佑・涂瑞洪・彭賢德
卓世鏞・洪得明・陳重佑・林槐庭
林威秀・吳鴻文 合 著



運動生物力學理論與應用 / 洪得明等編著. --初

版--臺中市：華格那企業, 2012. 09

面；公分

ISBN 978-986-5929-28-2(平裝)

1. 運動力學 2. 生物力學

332.2

101016684

運動生物力學理論與應用

Theory and Application Sport Biomechanics

發行所/Publishing House：華格那企業有限公司/Wagner Co. Ltd

總校閱/Author-In-Chief：洪得明/Hong, Der-Ming

作者/Author：黃紹仁/Huang, Shao-Jen、陳帝佑/Chen, Ti-Yu、涂瑞洪/Tu, Jui-Hung、彭賢德/Peng, Hsien-Te
卓世鏞/Cho, Shih-Yong、洪得明/Hong, Der-Ming、陳重佑/Chen, Chung-Yu、林槐庭/Lin, Hwai-Ting
林威秀/Lin, Wei-Hsiu、吳鴻文/Wu, Hung-Wen

董事長/President：南山先生/Mr. Nanshan

發行人兼社長/Publisher & Managing Director：蔡小萍/Tsai, Hsiao-Ping

推廣部經理/Marketing Manager：吳為鈺/Wu, Wei-Yuh、周東賢/Chou, Don-Hsien

副理/Marketing Vice-Manager：蔡健發/Tsai, Chien-Fa

主任/Marketing Supervisor：詹庚午/Chan, Keng-Wu、賴盈豪/Lai, Yin-Hao

林家慶/Lin, Chia-Chin、王俊穎/Wang, Chun-Ying

管理部副理/Administration Vice-Manager：黃秋朝/Huang, Chiu-Chao

執行編輯/Executive Editor：黃麗瑾/Huang, Li-Chin

企劃/Project Director：劉曉玲/Liu, Hsiao-Ling

電腦排版/Typesetting：蘇綉雯/Su, Shiu-Wen、陳俞睿/Chen, Yu-Ruei

封面設計/Cover Designer：洪睿好/Hung, Jui-Yu

電腦顧問/Computer Consultant：大葉大學資管系副教授 吳為聖/Wu, Wei-Shen

地址/Add：台中市南區 402 仁義街 21 號

/No.21, Renyi St., South District, Taichung City, 402, Taiwan (R.O.C.)

電話/Tel：886-4-2285-7299

傳真/Fax：886-4-2285-9783

網址/Website：<http://www.wagners.com.tw>

電子信箱/E-mail：wagners@ms28.hinet.net

郵政劃撥帳號/Account Number：22183873

戶名/Account Name：華格那企業有限公司

出版日期/Publishing Date：2012 年 9 月初版

定價/Price：NT320 元

登記字號/Registration Number：局版臺省業字第 928 號





總校閱序

運動生物力學是探討運動技術因果關係之一門科學，其主要目的是改進運動表現、避免運動傷害及增進運動復健。力量作用之後會產生加速度，而造成運動速度之改變。亦即力量之作用是造成運動速度改變之原因，而運動速度之改變是力量作用之後所產生之結果。

將科學知識和研究成果應用在運動訓練上稱為運動訓練科學化。而運動生物力學是運動訓練科學化中相當重要之一環，它是將數學及力學之原理應用在對人體運動之分析及預測上，以解決技術上之問題。

運動生物力學之架構分為靜力學和動力學。靜力學之特色是符合牛頓第一運動定律（慣性定律，平衡狀態），動力學之特色是符合牛頓第二運動定律（加速度定律，非平衡狀態）。其又分別分為運動學和動因學，其中運動學又分為線運動學和角運動學，動因學又分為線動因學和角動因學。另外，流體力學分為流體靜力學和流體動力學，其分別含於前述靜力學和動力學之中。

本書係集合國內多位具有豐富經驗之運動生物力學專家學者之智慧而完成。本書之目的在於使讀者瞭解與運動有關之力學理論，並舉實際應用之範例加以解說，藉以增進讀者對運動技術之分析能力。本書之內容包括運動生物力學簡介及發展趨勢、運動之形式和種類、線運動學、角運動學、線動因學、角動因學、流體力學、骨骼肌肉系統之生物力學以及運動生物力學在健身運動訓練之應用。

人體或其所操作物體之運動是服膺於力學之原理在進行。假若讀者能夠瞭解運動生物力學之基本理論，即能有助於對運動技術做合乎力學原理之分析和解釋。因此，對於未來有志於從事運動教練、體育教師、運動指導員、運動保健及運動科學研究工作者，若能瞭解本書之內容，對其學生或選手改進運動技術及避免運動傷害、增進運動復健必將有所助益。

總校閱

茅得明 謹識



總校閱簡介

洪得明

美國南伊利諾大學體育學系哲學博士

曾任 中國文化大學體育學系助教、講師

美國北德州立大學、南伊利諾大學教學助教

中國文化大學體育系國術組副教授兼主任

國立體育學院國術研究中心副主任

國立體育學院運動技術學系主任

國立體育學院學務長、總務長、教務長、副校長

國立體育大學副校長

大專體總國術、跆拳道、柔道、棒球、射箭委員會主任委員

全國體總競技運動強化委員會委員

現任 國立體育大學體育推廣學系、競技與教練科學研究所教授



作者簡介

黃紹仁

國立臺灣師範大學體育研究所碩士

曾任 文化大學體育學系兼任講師

臺北市立體專兼任副教授

國立體育大學運動科學研究所兼任副教授

現任 臺北市立教育大學體育學系副教授

陳帝佑

國立臺灣師範大學體育研究所博士

曾任 國立彰化師範大學運動學系主任、應用運動科學研究所所長、運動健康研究所所長

現任 國立彰化師範大學應用運動科學研究所副教授、體育室主任

涂瑞洪

國立臺灣師範大學體育博士

曾任 新北市五股成州國小教師

屏東教育大學體育學系講師、助理教授、副教授

現任 屏東教育大學體育學系專任教授

屏東教育大學進修暨研究學院學位學程主任

彭賢德

臺灣師範大學體育研究所博士

曾任 運動生物力學學會研發快訊編輯

開南商工體育室兼任教師

中國科技大學體育室兼任講師

臺灣戲曲學院民俗技藝學系兼任助理教授

現任 中國文化大學體育學系專任副教授

卓世鏞

國立體育學院運動科學研究所碩士

曾任 吳鳳科技大學課外活動組長

現任 吳鳳科技大學運動健康與休閒系助理教授

陳重佑

國立臺灣師範大學體育研究所博士

曾任 2008 行政院體育委員會運動科學委員

中華民國運動生物力學學會監事

臺灣適應體育運動與健康學會理事

亞洲龍獅運動聯合會裁判主任

亞洲適應體育學會理事

現任 國立臺灣體育運動大學體育學系暨體育研究所助理教授

中華民國大專體育總會國術委員會委員

林槐庭

國立成功大學醫學工程博士

曾任 國立臺南大學體育系兼任助理教授

正修科技大學運動健康與休閒系兼任助理教授

中國醫藥大學運動醫學系兼任講師

現任 高雄醫學大學運動醫學系助理教授

林威秀

國立臺灣體育大學體育研究所博士

曾任 國立嘉義大學體育與健康休閒學系（所）副教授

美國印第安那大學訪問研究學者

現任 美國維吉尼亞大學訪問研究學者

吳鴻文

國立成功大學醫學工程博士

曾任 美國 Mayo Clinic 生物力學研究室博士研究

中國醫藥大學物理治療學系／運動醫學系助理教授

美國 YMCA 體適能認證課程授課教官

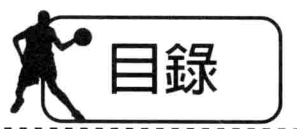
現任 國立臺灣體育運動大學體育學系暨體育研究所助理教授

國立臺灣體育運動大學進修教育中心教務組長

臺灣生物力學學會理事

臺灣運動生物力學學會監事

（依章節次序排列）



第一章 運動生物力學之基礎及發展趨勢 黃紹仁

第一節	運動生物力學簡介	1-4
第二節	運動生物力學簡史	1-5
第三節	運動生物力學之目的	1-7
第四節	運動生物力學之內容	1-8
第五節	運動生物力學之基本器材	1-9
第六節	運動生物力學之測量方法	1-10
第七節	運動生物力學之分析方法	1-11
第八節	運動生物力學對提升運動技術之貢獻	1-13
第九節	運動生物力學之發展趨勢	1-14

第二章 運動之形式 陳帝佑

第一節	線運動	2-4
第二節	角運動	2-5
第三節	綜合性運動	2-6
第四節	人體運動之解剖參考面與參考軸	2-6

第三章 線運動學 涂瑞洪

第一節	線運動學之定義	3-4
第二節	向量和純量	3-7
第三節	距離與位移	3-10
第四節	速度與速率	3-12
第五節	加速度	3-14

第四章 角運動學

彭賢德

第一節 角運動學之定義 4-4

第二節 角度之單位與測量 4-5

第三節 角距離與角位移 4-8

第四節 角速率與角速度 4-11

第五節 角加速度 4-13

第六節 線運動與角運動之關係 4-14

第七節 切線加速度與向心加速度 4-18

第五章 線動因學

卓世鏞、洪得明

第一節 線動因學之定義 5-4

第二節 慣性及質量 5-4

第三節 力之定義及種類 5-5

第四節 人體運動之產生及現象 5-10

第五節 牛頓萬有引力定律 5-11

第六節 牛頓運動三定律 5-13

第七節 向心力與離心力 5-17

第八節 動量及動量不滅定律 5-18

第九節 衝量及衝量－動量關係之應用 5-19

第十節 碰撞 5-22

第十一節 牛頓碰撞定律 5-22

第十二節 正轉球與地面之碰撞及反彈 5-28

第十三節 反轉球與地面之碰撞及反彈 5-30

第十四節 二運動物體之斜碰撞 5-32

第十五節 壓力、功、功率 5-34

第十六節 能量及機械能不滅定律 5-36

第六章 角動因學

陳重佑

第一節	角動因學之定義	6-4
第二節	偏心力與力偶	6-4
第三節	力矩	6-6
第四節	槓桿原理	6-8
第五節	平衡之條件	6-11
第六節	測量重心之方法	6-12
第七節	從人體運動影片求身體重心	6-13
第八節	轉動慣量	6-15
第九節	牛頓三運動定律在角動因學中之意義	6-16
第十節	角衝量與角動量	6-17
第十一節	角衝量—角動量關係及其應用	6-20
第十二節	線運動、角運動及綜合性運動之動能	6-21

第七章 流體力學

林槐庭

第一節	流體之基本性質	7-4
第二節	流體力學	7-7
第三節	空氣流體力學在運動中之應用	7-14
第四節	液體流體力學在運動中之應用	7-23

第八章 骨骼肌肉系統之生物力學

林槐庭[▲]、林威秀^{*}

第一節	骨骼之力學特性 [▲]	8-4
第二節	關節之力學特性 [▲]	8-16
第三節	肌肉之力學特性 [▲]	8-25
第四節	肌腱與韌帶之力學特性 [*]	8-37

第九章 運動生物力學在健身運動訓練之應用

吳鴻文

第一節	運動生物力學在健身運動訓練動作上之應用	9-4
第二節	健身運動傷害之生物力學機轉	9-10
第三節	健身運動之生物力學研究	9-14

運動生物力學之 基礎及發展趨勢

Fundations and Trends in
Sports Biomechanics

第 1 章

- 第一節 運動生物力學簡介
- 第二節 運動生物力學簡史
- 第三節 運動生物力學之目的
- 第四節 運動生物力學之內容
- 第五節 運動生物力學之基本器材
- 第六節 運動生物力學之測量方法
- 第七節 運動生物力學之研究方法
- 第八節 運動生物力學對提升運動
技術之貢獻
- 第九節 運動生物力學之發展趨勢

黃紹仁 編著

學習目標



研讀完本章，可使讀者了解或認識：

1. 介紹運動生物力學發展歷史、目的，了解運動生物力學在體育運動中之定位。
2. 學習運動生物力學內容，了解所有運動相關定律、定理、原理等理論。
3. 介紹運動生物力學所使用基本器材、研究方法學與實例，使讀者能清楚如何透過儀器及科學方法分析運動技術。
4. 說明運動生物力學未來發展走向，幫助學習者找到研究目標與方法。

前言

運動生物力學對於初涉體育運動專業理論者而言，實是是一門嶄新的學科。教育的目的是讓人類能熟知歷史、適應現在與創造未來。本章將以運動生物力學之簡介、簡史、研究目的、研究內容，說明運動生物力學的基礎；其次，針對運動生物力學研究所需之基本器材、測量方法、研究方法簡易介紹；最後，以運動生物力學對提升運動技術之貢獻及未來運動生物力學之發展趨勢做為本章結尾，冀望讀者能從前人的經驗中學習目前茁壯的運動生物力學理論。



第一節

運動生物力學簡介

Introduction of Sports Biomechanics

人類自從電子計算機（電腦）發明後，各類學科快速發展並增加許多新興學科，增加的主要原因是由於不同領域理論的整合，創造出許多不同的新興學科，例如：運動生物力學是以生物學架構與力學理論結合，是一門研究人體運動的新興學科，它結合運動、生物學與力學。早期人體運動力學(kinesiology)是指人體運動學或運動機能學以解剖學觀點加入力學與數學運算，觀察人體運動中肌肉、骨骼、關節的槓桿效率，較常用在復健醫學中，而國外有一些體育相關系所以“Kinesiology”為體育系所名稱。

生物力學(biomechanics)是由“bio”與“mechanics”所構成，生物學的英文“biology”源於拉丁文，“bio”意為生命，“-logy”意為學問，合併為「研究生命的學問」，又稱生命科學或生物科學，它由經驗主義出發，廣泛研究生命的所有面向，包括：生命起源、進化、構造、發育、功能、行為與環境的互動關係等；“mechanics”代表機械學、技巧、力學。而“biomechanics”即指研究地球上所有生物體結構力學的學科（維基百科全書）。目前，生物力學應用在醫學、體育運動、機械工程、自動控制、人體工學、機器人、電影動畫等領域上。

運動生物力學(sports biomechanics)則是由人體運動、生物學與古典牛頓力學三個領域所構成的一個新興學科。運動生物力學主要是藉由生物學的架構觀點，與古典牛頓力學（以下簡稱力學，內容包含運動學、動力學、靜力學與流體力學）的理論，應用在人體的各種運動中。運動生物力學在尋找、探討與人體運動相關事物（包含人體結構、機能、各種運動技術、裝備器材的改良與設計、運動傷害預防與復健、運動員選才等）之力量作用的特徵。力量作用的改善藉力學理論探討人體在運動中發出的內力與外在器材、裝備與環境加諸人體身上的外力作用關係，冀望能有效利用外力與內力，讓人體運動更有效率、安全的學習與增進表現。