

动作学习与控制

MOTOR LEARNING AND CONTROL

张英波　夏忠梁　编著



北京科学技术出版社

动作学习与控制

张英波　夏忠梁　编著

学院图书馆
藏书专用章

北京科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

动作学习与控制 / 张英波, 夏忠梁编著. — 北京 : 北京科学技术出版社, 2019.1
ISBN 978-7-5304-9757-9

Ⅰ. ①动… Ⅱ. ①张… ②夏… Ⅲ. ①体育运动—人体生理学 Ⅳ. ①G804.21

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第167349号

动作学习与控制

作　　者：张英波　夏忠梁
策划编辑：王　晖
责任编辑：刘瑞敏
责任校对：贾　荣
责任印制：吕　越
出 版 人：曾庆宇
出版发行：北京科学技术出版社
社　　址：北京西直门南大街16号
邮政编码：100035
电话传真：0086-10-66135495（总编室）
　　0086-10-66113227（发行部）
　　0086-10-66161952（发行部传真）
电子信箱：bjkj@bjkjpress.com
网　　址：www.bkydw.cn
经　　销：新华书店
印　　刷：三河市国新印刷有限公司
开　　本：787 mm × 1092 mm　1/16
字　　数：484千字
印　　张：24.25
版　　次：2019年1月第1版
印　　次：2019年1月第1次印刷
ISBN 978-7-5304-9757-9 / G · 2789

定　　价：69.00元

京科版图书，版权所有，侵权必究。
京科版图书，印装差错，负责退换。

Preface 前言

早在2400多年前，古希腊名医希波克拉底（公元前460—前370年）有一句名言“动作即生命”。而当今“生命在于运动”也已经成为大家的共识。美国动作科学家、著名整形外科医生、力量和身体训练持证专家格雷·库克说过：“首先要动作好，然后再经常运动。”这也非常贴切地指出了动作对提高人们生命质量的重要作用。《动作学习与控制》更是我国当今“健康中国”建设和全民健身的重要科学依据和实用练习方法指南。在当今国际竞技体育前沿领域，许多成功实践者则更加形象地验证了动作质量对于运动成绩的决定作用：“竞技就是动作！”

从人体早期的生长发育，直至生命结束的全过程，动作一直是我们关注的一个核心主题。目前世界上最优秀的健康专家、物理治疗师和运动训练专家，以及体育教师、教练员和运动员们，已经开始密切关注各种完整动作模式。他们在工作中也是先考虑基本动作模式，再考虑专门动作模式，他们共同的理念是：动作是人类行为的基本要素，而基本要素又是第一要素，因此，优化动作模式应该成为体育教育、运动训练和康复的首要切入点！

《动作学习与控制》的内容基于现代电子科学，主要研究人体动作学习与控制问题，其是人类动作行为科学的重要组成部分。其中“动作学习”的主要研究对象是人类动作的学习过程和影响这些学习过程的各种变量，而“动作控制”的主要研究对象则是动作产生、执行和控制的过程，以及影响这些过程的各种变量。所以，我们说“动作技能学”研究的客体是人的动作行为，“动作学习”和“动作控制”在某些理论内容上是相互交织的，而在研究方向上各有侧重，两者既相互独立、各有侧重，又相互依存、相辅相成。“动作学习”和“动作控制”是20世纪70年代以来在美国等西方发达国家发展起来的新兴学科。2003年，我国在北京体育大学的本科和研究生教学中开设了“动作学习与控制”课程，十多年来我国已经有越来越多的体育高等院校逐步开展该学科的教学、研究和活动，并且受到了广大师生的欢迎。自2016年开始，“动作学习与控制”相关课程，已经被国家教育部规定为我国体育专业本科生最核心的课程之一。我们将“动作学习”和“动作控制”这两部分知识有机整合，结合近年来学科的最新发展以及编者多年来的教学、研究、实践经验和参与我国几十支国家队备战奥运会及世界大赛的经历，并融入赴美国、加拿大、牙买加等国家体

育高等院校学习和交流所得，向大家提供这本针对我国高等体育教育、全民健身、运动训练和康复、部队和警察训练等领域实际需要而编写的适用教材——《动作学习与控制》。

《动作学习与控制》在体育教育、教练员培训、运动训练和运动康复、部队和警察训练等诸多领域有着广泛的应用价值。首先，运动动作和技能的学习与控制历来是国内外各级学校中对学生进行体育教育的重要内容。《动作学习与控制》不但丰富了体育教育中的教学、训练和科研知识体系，而且对提高学生的学习运动动作的效率和掌握正确的学习方法也具有积极的指导作用，它无疑是现代体育教育内容中不可分割的重要部分。其次，适于任何运动项目和与人体动作行为相关的行业，教练员和训练师的重要任务之一就是向学生传授正确的运动技术和技能，优化动作模式和动作表现，并保证动作模式的安全性、耐用性和优质动作表现的可持续性。《动作学习与控制》可以从原理和方法应用等多方面为各个行业的教练员、培训师、康复师们提供科学的借鉴和参考。特别是在全球范围内动作科学、人体工程学、人工智能等前沿领域理论和实践飞速发展的今天，而我国这门学科仍然不十分普及的情况下，在我国体育教师、教练员、军队及警察培训课程中引入“动作学习与控制”，具有更加迫切和现实的意义。再次，在竞技体育领域，运动员攀登运动技术水平的高峰，更需要正确的方法性指导。让动作执行者系统地了解必要的“动作学习”与“动作控制”学科知识，会帮助他们更加有效地组织练习、控制动作和提高动作表现的质量。最后，运动康复的主要任务包括尽快协助受伤的运动员重返运动场和比赛，或者协助有运动障碍的患者逐步形成正确的动作模式，并且进入正常人的活动方式，正确运用“动作学习”与“动作控制”的原理和练习方法组织康复练习，可以在很大程度上帮助动作执行者尽快实现恢复动作技能和运动能力的目标。

目前，在美国等发达国家的许多高等院校中，“动作学习与控制”是体育系博士、硕士研究生和本科高年级学生的必修课，已经成为服务于体育教学和运动训练的运动技术学习领域，以及人工操作系统工业设计领域的相对成熟的应用性学科。在我国，有关动作学习与控制知识体系的教学、科研及其相关原理和方法的实际应用虽然近年来有所发展和进步，但总体上在科研投入、教学和教材体系开发，以及实际应用水平，与世界发达国家同

类学科的发展现状相比，还存在一定的距离。自我国提倡“健康中国”“体医结合”“以人为本”“科学发展观”以来，以及竞技体育加大反兴奋剂力度，人们更加注重全面培养和实现人的价值，以及运动技术训练方法的科学性，教学内容更加强调与国际先进水平接轨，尽快在我国体育高等院校中普及“动作学习与控制”知识和结合我国实际进行深入研究的紧迫性更加突出。

《动作学习与控制》在编写过程中，我们以现代动作科学理论、实践规律及经验为基础，进一步综合分析，并结合了近年来我国体育高校教学改革、全民健身、运动训练、军队和警察训练等特种行业的实际需要、知识结构特点和实际教学经验，力求突出知识体系的先进性和专业性、内容陈述的可读性和能力培养的可操作性，以及与体育教育、运动训练、运动康复实际需要相结合的实用性等现代优秀教材的特点。

在本教材内容的确定方面，参考了欧美发达国家大量的动作科学研究前沿信息和最新成果，紧密结合了我国与优化动作模式相关的各个领域动作表现训练和体育院校动作技能教学实践的特点。教材结构和层次清晰、难度循序渐进、图文并茂，所引用资料的来源力求准确翔实。教材结构循序渐进地分为“动作科学基础知识”“动作控制基本原理”“动作学习基本原理”和“动作表现训练实践”四篇，共十五章，内容组织和撰写注重适宜性、系统性和读者亲切性，包括篇章引言、主要内容、学习目的、正文等。为了便于我国广大读者和高等院校体育专业学生独立学习和掌握“动作学习与控制”知识体系的重要概念和关键术语，以及阅读外文文献，本教材在每一章的最后一节，专门设计了精致的“自学进阶与突破”版块，结合各个层次的教学过程，分别设计了“认识基本概念”“掌握关键术语”“巩固学习要点”“强化知识练习”“推荐阅读文献”的内容。在教材的最后，附有主要汉英词汇对照和英汉词汇对照。本教材力图把国际上本领域先进和新颖的知识体系与我国体育教育的实际情况有机结合，相对完整地奉献给我国广大读者和体育高等院校的师生，服务于我国高等体育教育的教学、科研，以及各级运动队、部队和警察等特种行业相关领域的训练实践。

编 者

Contents 目 录

第一篇 动作科学基础知识

第一章 动作学习与控制概述……3
第一节 动作科学发展概况及其应用……3
一、动作科学发展进程及其代表人物……3
二、动作学习、动作控制和动作发展……6
三、动作科学的研究方法和应用领域……6
四、当代动作科学实践中的典型案例……8
第二节 动作及动作技能的定义、层次与影响因素……14
一、动作、动作技能与人类行为……14
二、运动、动作、行动与动作技能的定义……14
三、动作技能层次分析……16
四、动作表现影响因素……16
第三节 动作技能分类与动作表现特征……18
一、动作技能的分类……18
二、动作学习的一般性动作表现特征……25
三、动作学习的高水平动作表现特征……25
第四节 动作学习与动作表现……26
一、动作学习与动作表现的区别……26
二、动作学习与动作表现的阶段……27
三、动作的外显学习与内隐学习……29
第五节 动作学习与表现中针对实际问题的解决方案……30
一、谁——人……31
二、做什么——动作任务……32
三、在哪里——目标情景……32
第六节 自学进阶与突破……33
一、认识基本概念……33
二、掌握关键术语……35
三、巩固学习要点……36

四、强化知识练习……36
五、推荐阅读文献……37

第二章　先天能力与动作表现……39
第一节　身体素养、个体差异与能力……39
一、身体素养与个体差异……39
二、先天能力与后天能力……42
第二节　对体育教师、教练员和物理治疗师的提示……44
一、体育教师、教练员和物理治疗师如何理解先天能力概念……44
二、体育教师、教练员和物理治疗师需要牢记人体先天能力……48
三、体育教师、教练员和物理治疗师如何运用先天能力概念……50
第三节　自学进阶与突破……53
一、认识基本概念……53
二、掌握关键术语……53
三、巩固学习要点……54
四、强化知识练习……55
五、推荐阅读文献……60

第三章　动作信息处理与动作决定……61
第一节　动作信息处理……61
一、输入信息来源……62
二、动作信息处理阶段……62
三、输出动作信息……64
四、人体动作控制与动作表现信息处理……64
第二节　动作反应时与动作决定……65
一、影响动作反应时和动作决定的因素……66
二、动作决定延迟的处理……68
三、环境赋予理论……70
第三节　唤醒和焦虑状态动作决定和表现……72
一、唤醒状态的“倒U”原理……72
二、焦虑状态下的信息处理……74
第四节　动作信息处理能力的局限……76
一、注意的有限容量……76
二、动作任务相互间的竞争……77

三、双手执行动作任务的竞争……84
第五节 3个记忆系统……86
一、短时感觉储备……86
二、短时记忆……87
三、长时记忆……87
第六节 自学进阶与突破……88
一、认识基本概念……88
二、掌握关键术语……89
三、巩固学习要点……90
四、强化知识练习……91
五、推荐阅读文献……98

第四章 动作表现训练前沿发展……100
第一节 动作表现训练发展新趋势与前沿特征……100
一、身体运动功能训练概念的产生背景……100
二、动作表现训练的学科交叉与技术整合……102
三、当今动作表现训练实践发展的新趋势……105
四、高水平动作表现训练系统的前沿特征……105
第二节 高水平动作表现训练控制……105
一、人体动作表现金字塔……105
二、动作表现训练实施结构……108
三、高水平动作表现训练控制要诀和标志……109
第三节 自学进阶与突破……110
一、认识基本概念……110
二、掌握关键术语……110
三、巩固学习要点……111
四、强化知识练习……112
五、推荐阅读文献……112

第二篇 动作控制基本原理

第五章 感觉信息与动作表现……115
第一节 感觉信息的来源……115
一、外源信息与内源信息……115

二、本体感受与动觉信息 …… 116
第二节 闭环控制系统 …… 117
一、人体动作表现的闭环控制 …… 118
二、动作表现与长时间动作技能 …… 119
三、闭环控制系统的效能局限性 …… 120
四、闭环控制系统的优势与劣势 …… 121
第三节 动作表现的反射调节 …… 121
一、反射的概念 …… 122
二、反射活动的中枢控制 …… 122
三、代偿性反射调节的种类 …… 122
四、意外负荷的协调性代偿 …… 125
五、动作表现的反射性反应 …… 125
第四节 自学进阶与突破 …… 128
一、认识基本概念 …… 128
二、掌握关键术语 …… 128
三、巩固学习要点 …… 129
四、强化知识练习 …… 129
五、推荐阅读文献 …… 134

第六章 动作的视觉控制 …… 135
第一节 中央视觉与周围视觉 …… 135
一、视觉器官的构造 …… 135
二、中央视觉 …… 135
三、周围视觉 …… 136
第二节 视觉在人体动作控制中的作用 …… 136
一、中央视觉与动作控制 …… 137
二、周围视觉与动作控制 …… 137
三、动作控制信息处理流程模型的视觉因素 …… 139
四、视觉主导与视觉捕获 …… 139
第三节 自学进阶与突破 …… 140
一、认识基本概念 …… 140
二、掌握关键术语 …… 141
三、巩固学习要点 …… 141
四、强化知识练习 …… 141

五、推荐阅读文献……144

第七章 动作产生与动作程序……145

第一节 动作程序理论……145

一、开环控制……146

二、开环控制系统的动作程序……146

三、动作程序控制的客观证明……147

四、开环控制系统的优势与劣势……147

第二节 动作信息处理的开环控制……147

一、动作程序决定动作模式和动作时机……148

二、动作产生前的姿势调整……149

三、动作程序与动作控制信息处理流程模型……149

四、自组织动态系统理论……149

五、动作表现的协调阈……150

第三节 一般动作程序……150

一、新颖动作的产生……151

二、动作程序输出的修正……151

三、动作程序输出在不同身体部位难度分级……152

四、确认动作参量……153

五、动作表现训练与康复提示……154

第四节 动作表现限制因素……155

一、动作模式发展与动作表现目标……155

二、动作模式发展主导要素……156

三、动作程序的调节与设定……156

四、人体动作矩阵要义……156

第五节 自学进阶与突破……157

一、认识基本概念……157

二、掌握关键术语……158

三、巩固学习要点……158

四、强化知识练习……160

五、推荐阅读文献……167

第八章 动作控制与准确性原理……168

第一节 动作的相对时间……168

一、把动作看作一套时间比例进行比较……168
二、动作模式及其固定相对时间……170
第二节　快速动作准确性的决定因素……170
一、连续快速动作中动作速度－准确性权衡……170
二、分立快速动作中动作速度－准确性权衡……171
三、快速动作中动作错误的来源……172
四、动作速度－准确性权衡的例外情况……173
第三节　自学进阶与突破……175
一、认识基本概念……175
二、掌握关键术语……176
三、巩固学习要点……176
四、强化知识练习……177
五、推荐阅读文献……186

第三篇　动作学习基本原理

第九章　动作学习准备……189
第一节　确立目标……189
一、确立目标的标准……190
二、确立目标的种类……190
三、目标技能、目标行为和目标情景……191
第二节　学习迁移……192
一、正迁移和负迁移……192
二、近迁移和远迁移……192
三、双侧迁移……192
第三节　影响动作执行者学习的因素……193
一、学习动机……193
二、以往经历……194
三、先天能力……195
四、学习类型……195
五、动作学习阶段……196
第四节　自学进阶与突破……197
一、认识基本概念……197
二、掌握关键术语……198

三、巩固学习要点……199
四、强化知识练习……200
五、推荐阅读文献……208

第十章 动作学习过程……209
第一节 创设动作学习适宜氛围……209
一、熟悉动作执行者和开放交流……210
二、引导注意焦点……210
三、控制唤醒水平……211
四、均衡练习和休息时间……211
第二节 动作指导技术……212
一、讲解技术……212
二、示范技术……213
三、引导技术……214
第三节 动作演练技术……216
一、身体动作演练技术……216
二、心理动作演练技术……220
第四节 自学进阶与突破……222
一、认识基本概念……222
二、掌握关键术语……223
三、巩固学习要点……224
四、强化知识练习……225
五、推荐阅读文献……233

第十一章 动作练习结构……234
第一节 开式技能适宜练习结构……234
一、群组练习与随机练习……234
二、随机练习更加有效的原因……236
三、群组练习和随机练习应用提示……238
第二节 闭式技能适宜练习结构……241
一、固定练习与变化练习……241
二、动作程序与参量的动作图示……242
三、变化练习促进动作图示形成……244
第三节 动作练习结构优势整合……245

一、群组、随机练习与固定、变化练习的区别……245
二、随机练习与变化练习的结合……245
三、固定与变化的刺激——反应模式练习……246
第四节　自学进阶与突破……248
一、认识基本概念……248
二、掌握关键术语……249
三、巩固学习要点……249
四、强化知识练习……250
五、推荐阅读文献……259

第十二章　动作模式与动作表现优化体系……260
第一节　动作模式要素分析……260
一、动作模式的稳定性和灵活性……260
二、动作程序的决定性和终身性……262
三、人体动作行为递进层次结构……262
第二节　动作模式发展层次及其属性……262
一、基础姿势和环节定位……262
二、自然基本动作模式……263
三、专门熟练动作模式……264
四、高级表现动作模式……266
五、动作模式层次属性……266
第三节　动作表现整合优化训练体系……267
一、动作模式层次规范动作表现训练内容结构……267
二、动作模式质量决定动作表现训练效能水平……268
第四节　自学进阶与突破……269
一、认识基本概念……269
二、掌握关键术语……270
三、巩固学习要点……270
四、强化知识练习……271
五、推荐阅读文献……271

第四篇　动作表现训练实践

第十三章　动作学习反馈……275
第一节　反馈分类……275

一、固有反馈……275
二、外来反馈……276
第二节 外来反馈特性……278
一、激发动机……279
二、强化学习……280
三、提供信息……281
四、诱发依赖……282
第三节 反馈技术运用……282
一、提供反馈的取舍……282
二、提供反馈的内容……283
三、提供反馈的量度……284
四、提供反馈的精度……287
五、提供反馈的频度……289
第四节 自学进阶与突破……291
一、认识基本概念……291
二、掌握关键术语……292
三、巩固学习要点……293
四、强化知识练习……295
五、推荐阅读文献……305

第十四章 动作学习计划与实践……307
第一节 动作学习实践指导计划……307
一、指导计划与动作控制信息处理流程模型……308
二、动作学习经验状态诊断……308
三、制订动作学习指导计划……309
第二节 动作学习实践指导过程……310
一、创设动作学习场景……310
二、诊断动作学习经历……310
三、设计动作学习计划……311
四、评价动作学习过程……311
五、提出动作学习科学根据……312
六、动作学习实践案例……312
第三节 自学进阶与突破……320
一、认识基本概念……320
二、掌握关键术语……320

三、巩固学习要点……320
四、强化知识练习……322
五、推荐阅读文献……322

第十五章　动作表现评价……323
第一节　动作表现特征评价……323
一、动作表现实用测量方法……323
二、改善动作表现内在过程……324
三、动作表现外在特征评价……324
第二节　动作学习进展评价……326
一、动作学习进展评价的目的和过程……327
二、动作学习进展评价的环境和状态……328
三、动作学习进展评价种类和方式……329
四、动作学习进展评价的线索和途径……331
第三节　动作表现评价方法……332
一、功能动作筛查……332
二、下肢 Y- 平衡测验……340
三、上肢 Y- 平衡测验……341
四、戴维斯测验……342
五、八级腹桥测验……342
六、星形漂移测验……343
第四节　自学进阶与突破……344
一、认识基本概念……344
二、掌握关键术语……345
三、巩固学习要点……345
四、强化知识练习……346
五、推荐阅读文献……346

参考文献……347
“动作学习与控制”课程相关汉英词汇对照……351
“动作学习与控制”课程相关英汉词汇对照……362

第一篇
动作科学基础知识



在这个星球上，无论是万物之灵的人类，还是其他多彩多姿的动物，其生命活动的展现方式都是以各种动作模式为基础的。自我们来到这个世上，就开始了各种动作行为的学习和控制过程，并且伴随我们终生。现代人通过学习各种动作技能，执行优质和安全的多种动作模式，以此增强体质、愉悦身心，使参与运动成为高品质生活的基本方式，同样也是我国各族人民践行和实现“健康中国”的重要组成部分。动作是我们生命活动的起始点和载体，正如美国动作科学家格雷·库克（Gray Cook）所说：“我们的身体本身就是奇迹，具有令人难以置信的耐用性和坚韧性，能够创造惊人的动作表现和身体能力。我们生来就被创造成能够生长而变得强壮的人，并且优雅地变老；而‘开垦’真实动作却是起始点。我们不能简单地获取更好的体适能、身体素质和动作表现；我们必须培养它。”

在我国各级学校的体育教育课程中，动作技能学习和掌握也是教学过程中最为重要的内容之一。在体育科技迅猛发展的今天，动作学习与控制的专门知识和方法，更是对高水平运动员攀登运动技术水平高峰提供了有力的支持。本篇的目的是初步引导大家熟悉动作学习与控制的基本知识，为进一步学习系统内容打下良好的基础。

第一章：动作学习与控制概述。主要介绍动作学习与控制研究的发展概况，具有里程碑性质的各个代表人物和事件，常用的研究方法及其应用领域，动作技能的定义、分类与高水平动作技能的特征，动作学习与动作表现的区别和阶段，以及动作学习与表现过程中所涉及的典型问题和针对这些实际问题的解决方案。