生物控制论与气功

黄秉宪 编著



中国气功丛书 中国气功丛书

华夏出版社

生物控制论与气功

黄秉宪　编著

责任编辑：李　敏　　封面设计：碧　磊　王大有

中国气功丛书

生物控制论与气功

黄秉宪 编著

华夏出版社出版发行

（北京东直门外香河园北里4号）

新华书店经销

文字六〇三厂印刷

850×1168毫米 32开本　8印张　194千字　插页2

1990年12月北京第1版　1990年12月北京第1次印刷

印数1—1500册

ISBN 7—80053—806—0/G·154

定价：4.60元

武汉理工大学 图书馆

编委会名单

主　编：张震寰

编　委：（按姓氏笔划排列）

王　波　　史　平　　毕晓峰

刘幼樵　　黄俊杰

前　言

气功是中华民族数千年来历史长河中宝贵而丰富的文化遗产。为了造福炎黄子孙，振兴东方文明，经过三年的努力，“中国气功丛书”终于同读者见面了。

气功目前在我国，以至在世界各地正在蓬勃发展。作为一种身心科学，它在医疗康复、强身健体、延年益寿、陶冶性情、开发智力，以及激发人体潜能等许多方面都有着不可估量的作用。社会上投身气功的人们，从年老体衰的同志逐步发展到社会各阶层人士，特别是近几年来，学术界的专家也越来越多地投身于这一领域的学术研究中，从而更有力地推动了气功事业的发展。

气功，以及由此激发的人体潜能，实际上普遍存在于人类社会中，采取盲目否定的和过于迷信的态度都是不可取的，我们坚持客观的、分析的态度，实事求是地去探索研究。

气功是东方文明的重要组成部分。纵观当代全球科学与文化的潮流，东、西方文化的交流日益发展，正在形成一种互相启发、互相吸收的趋势。气功作为东方文化的结晶，在这相互交融的潮流中占有十分重要的位置。为此，有系统、有计划地整理、出版一套具有较大权威性和传播性的中国气功丛书，对于继承和发扬祖国宝贵的文化遗产，推动东、西方文化交流，具有重要的意义。

这套丛书主要包括：气功科学研究；古代气功典籍的点校、注释；气功医疗临床效果与研究总结；气功史及气功文献研究；各种适于传播的优秀气功功理与功法；国外气功和超心理学的介绍和研究等内容。本丛书坚持百花齐放、百家争鸣的编辑方针，力求摒

序

气功是我国的宝贵文化财富，阐明气功的原理，是我国科学工作者的一项重要任务。气功有极其丰富的内涵，对气功原理的研究，目前还处于探索的初始阶段。为了阐明气功原理，需要多学科的协作和共同努力。气功是人体的复杂的调节控制过程，生物控制论是研究生物系统的调节控制与信息处理过程规律的科学。因此，控制论的概念和方法，生物控制论的研究成果，都将会在气功原理探索中起重要作用。本书论述控制论的基本概念和方法，生物控制论在人体调节控制系统研究中的应用，并探讨控制论在气功原理研究中的作用等。本书对气功原理的探讨仅是初步的，但我们相信：控制论将是探索气功原理的不可缺少的方法之一。

本书共分为十章，除介绍控制论的一般原理外，还分别讲述了控制论对神经系统、呼吸系统、循环系统、体温调节系统、内分泌系统和免疫系统等人体主要调节控制系统的研究。这些系统与气功调控过程有密切关系，书中还讨论了这些系统在气功调控过程中的作用；以及气功对上述系统的影响等问题。对与气功有密切关联的生物反馈技术也作了介绍，并与气功作了比较。这些内容不仅对探讨气功原理有重要意义，而且对广大读者了解气功的作用，提高练功的效益等方面也有所裨益。控制论是从定量、动态和系统的角度研究问题，这种观点对研究和了解气功也很有必要。为了定量、动态研究问题，在本书一些段落中，不能不引用一些数学工具。对不熟悉这些数学公式的读者，即使跳过这些公式，也可领会本书的主要内容。本书为了应用控制论探讨气功原

理，对控制论在生物医学中的应用作了较多的讨论，对于关心和学习生物控制论及其应用的读者和学生，也是一本有价值的参考书。

本书是用控制论探索气功的一种尝试。因此，难免存在一些失误和不足之处。请读者批评指正。

黄秉宪

目　录

第一章　生物控制论与气功 ……（1）
一、气功状态 ……（1）
二、生物控制论的特点及其在生物医学中的应用 ……（3）
三、气功唯象模型的建立 ……（10）
四、生物控制论与气功 ……（11）
第二章　神经系统与气功 ……（14）
一、脑的基本功能系统 ……（14）
二、中枢神经系统的结构及其信息处理功能 ……（18）
三、神经系统与内环境的控制 ……（25）
四、感觉信息的加工 ……（31）
五、情绪、乐观中心与应激反应 ……（35）
六、条件反射 ……（38）
七、神经网络模型 ……（42）
八、神经系统与气功 ……（51）
第三章　控制论的基本概念和方法 ……（55）
一、系统 ……（55）
二、控制与控制系统 ……（59）
三、信息与信息量 ……（63）
四、黑箱与数学模型 ……（70）
五、传递函数与频率特性 ……（74）
六、状态方程与现代控制理论 ……（81）
七、反馈与动态系统 ……（84）

八、系统稳定性 …… (89)
九、计算机模拟(仿真) …… (95)
十、系统辨识 …… (100)
十一、最优控制 …… (106)
十二、自适应控制 …… (110)
十三、自组织系统 …… (113)
十四、控制论与突变理论、耗散结构理论和协同学 …… (116)
第四章 呼吸系统与气功 …… (121)
一、呼吸系统的基本结构与功能 …… (121)
二、呼吸运动的调节 …… (124)
三、呼吸系统调控的数学模型 …… (127)
1.通气量的化学感受器反馈控制模型 …… (127)
2.通气量控制的模拟研究 …… (131)
3.呼吸系统的自适应控制 …… (134)
四、气功状态下呼吸系统的变化 …… (139)
第五章 循环系统与气功 …… (144)
一、循环系统的主要功能 …… (144)
二、心血管系统的调节控制 …… (149)
三、心血管系统调控的模型 …… (154)
1.压力感受器反馈系统的模型 …… (155)
2.针刺对血压调节系统影响的研究 …… (157)
3.整个循环系统的模型与模拟 …… (161)
四、气功对循环系统的影响 …… (163)
第六章 体温调节与气功 …… (168)
一、体温的调节 …… (168)
二、体温调节的数学模型 …… (175)
三、气功状态下体温调节系统的变化 …… (178)
第七章 免疫系统的调控与气功 …… (181)

一、免疫系统的结构和功能……（181）
二、免疫系统的调节控制……（185）
三、免疫调控的数学模型……（190）
1.抗体的调节过程……（190）
2.乙型肝炎临床过程的模型……（194）
四、气功对免疫调控的影响……（198）
第八章　内分泌系统与气功……（201）
一、内分泌系统的功能和激素的作用原理……（201）
二、内分泌系统的调节控制……（206）
三、内分泌系统的数学模型……（210）
1.血糖调节系统的模型……（210）
2.甲状腺素的动态模型……（216）
3.卵巢活动的反馈控制模型……（218）
四、气功对内分泌系统的影响……（221）
第九章　生物反馈……（223）
一、生物反馈的原理……（223）
二、生物反馈装置……（225）
1.生物信号检测……（225）
2.生物信号处理……（226）
3.反馈信号输出……（227）
三、生物反馈的临床应用……（229）
四、气功与生物反馈的异同……（232）
第十章　控制论是研究气功的重要方法……（235）
一、气功现象千姿百态……（235）
二、气功是复杂的人体调节控制过程……（237）
三、神经系统是气功作用的关键……（239）
四、控制论是气功研究的有用工具……（242）
主要参考资料……（246）

第一章　生物控制论与气功

我们经常可以看到：一些长期练气功的老年人，童颜鹤发、精力充沛为一般人所不可企及。有些被临床宣判为“绝症”的人，通过气功锻炼，收到了意想不到的疗效。这些现象提示气功可以通过自我控制，使人体处于与一般情况不同的状态。这种新的状态有利于机体的活动和疾病的治疗。如何能够达到这种有利状态？这些有利状态包含哪些实际内容？这是人们关心的问题。由于现代科学对人体这一极为复杂的系统了解得很不充分，还不能很好地回答这些问题。本书试图从控制论观点，运用现代科学中的生理、生化、心理学和系统科学的知识，探讨实现这种有利状态的可能途径，希望对气功的了解和深入研究有所帮助。

一、气功状态

气功是我国悠久的文化遗产，早在两三千年前，就有了有关气功的论述。长期以来，我们的祖先运用气功达到强身、防病、治病的目的。我国的气功源远流长，功法派别甚多，具体的表现形式千差万别，但也有共同点。如英国科学史家李约瑟博士认为：气功即生理炼丹学，是想用人体本来就有的各种体液、器官和身体产生出东西来，炼就长生不老丹。虽然这种说法不全面，然而大致可把握气功的主要共同点。从控制论或系统科学的观点看，概括地说气功是通过自我的意识活动和训练，充分调动了机体内部的积极因素，挖掘出内在的潜力，使机体处于有利于本身生存和发展的状态，或者

说是处于某种最优状态。从而增强了机体对外环境的适应能力，提高了防病、治病的能力，发挥了人体认识世界和改造世界的能力。不同功法及训练所达到的深度不同，所造成的有利状态的程度及其侧重面亦有所不同。这种由练功造成的某种情况下某一方面的最优状态，我们统称为气功状态。因此，气功锻炼的目的，就是要使机体中形成气功状态。各种不同的行之有效的功法，就是通过自我控制，实现机体向着气功状态转变的经验的总结。而气功疗法则是中医学的组成部分，它与中医学理论一致。都是把人体看作是一个内部相互联系的整体，即是一个系统。气功疗法强调自我调节，它通过自我控制使机体向有利于疾病防治的状态变化，即形成气功状态，达到防病、治病的目的。

气功状态的具体表现，或者练功能使机体发生哪些具体的变化，这个问题现在还不很清楚。显然这些变化是多方面的，因为人体是相互联系的整体，机体各部分之间有较强的相互影响。我们已观察到许多生理系统在练功过程中发生变化。这些变化还有待于进一步观察和累积，并去伪存真地系统的归纳和总结。应该能在这些客观事实基础上，建立能反映这一过程的模型。这些问题在下面各章中将进一步加以论述。这里可以指出，由亿万年进化过程中发展的人体系统，已为机体进行自我控制准备了必要的条件。从脊椎动物开始，生物机体的神经系统已有了高度发展，人类已具备较充分的自我意识的能力，神经系统已成为整个机体的控制中心，机体的全部主要活动都受神经系统的支配。意识发生在神经系统的高级部位。一般说，神经系统的较高级部位对下一级功能有一定的支配能力。因此，通过适当的途径，意识可能支配全身的活动。所以，通过自我意识的控制，改变机体状态的条件已经具备。问题是如何打通和搜索到这些适当的途径，使机体向着气功状态变化。人类与低等动物不同，生存与发展的主要能力，不是靠先天的本能，大部分是通过后天的学习和训练而获得的。人们可以通过训练成

为一个出色的足球运动员，也可以成为一个体操明星。一个人可以成为杰出的艺术家，而另一个人可以成为有创造性的科学家。这些具有常人不具备的特殊能力的人，都是后天努力所造成的。他们经常调控自己处于适于发挥其专长的状态。人类功能的巨大可塑性，预示绝大多数人可以通过气功锻炼，使自身处于气功状态。

长期以来，气功在我国人民群众的防病、治病等的实践中，发挥了积极的作用，但我们对气功的认识还偏重在经验方面，还未形成一个完整的理论体系。因此，应用现代科学技术研究气功，使气功建立在科学基础上，从而提高气功在医疗及其他方面的作用，是我国科学技术工作者的任务。

二、生物控制论的特点及其在生物医学中的应用

生物控制论是研究生物系统的调节控制和信息处理规律的科学。气功状态是人体系统在意识的控制下实现的，是一个复杂的人体调控过程。因而也是生物控制论研究的课题。

生物控制论就是控制论或系统科学在生物中的应用。它将生物体看作是一个整体，或者是由许多部件组成的系统。在这方面与中医学理论相吻合。生物控制论作为现代科学，它看重从系统、动态与定量的观点研究生物体，不仅研究各部件的相互作用及其对整个系统的影响，而且要研究由相互作用引起的动态过程，还要得到上述问题的定量结果。这对深入研究生物系统有重要意义，同样对气功过程的研究也有重要意义。

本世纪 40 年代，由于自动控制技术、通讯技术、神经生理学和生理学的发展，促成了一门横跨多个学科的边缘学科——控制论的诞生。控制论是研究机器与动物中的控制与信息处理问题的科学，在控制论创立过程中，曾参与防空大炮自动控制系统研究的数

学家维纳和生理学家罗森勃吕特的合作，起了重要的作用。生物体中的调节控制规律一开始就是控制论研究的重要内容，由于控制论的建立，沟通了控制工程与生物医学，使得两个领域的知识可以相互利用。控制论研究的机器与动物都可作为系统来看待，这也是人们注意的最重要的系统。控制论与研究一般系统规律的科学——系统科学有很大程度的吻合，在气功研究中可被应用的概念、原理与方法在这两门学科中有许多方面是一致的。因此，本书不加区别地将控制论与系统科学视为统一的学科。生物控制论是控制论的重要分支，控制论的奠基人维纳，在发展生物控制论方面起了重要作用。他在1948年的经典著作《控制论》一书中，论述了人体内环境的稳定问题，提出了神经病理学及器官代偿中的控制论问题等。这些问题至今仍是生物控制论研究的重要内容。50年代末到60年代初，应用控制论解决生理病理学方面的问题取得了较快的进展，出版了一些有关的专著。对神经系统中信息处理问题的研究，成为当时仿生学研究的主流。60年代中期，维纳与斯查得合编了《生物控制论进展》共三卷，汇集了控制论在生物医学中的不同分支中的应用实例。从而确立了生物控制论作为控制论的独立的分支的地位。

控制论从整体、动态和定量的观点深入研究系统。从相互联系、相互制约中去把握被研究的对象：为了揭示事物的本质，抓住共同规律，控制论常常忽略系统及其部件的物质结构的差别，主要关注其功能之间的联系。另一方面控制论忽略能量的大小，而强调信息在相互联系中的作用。生物系统具有两个显著的特征，其一是以结构复杂的大分子（蛋白质和核酸）为其主要组成成分。其二是有高度的组织性，在不同的结构层次中，各部分紧密联系组成一个整体。各部分间相互联系的解体，将立即导致生物体的死亡。而且生物体各种正常功能都依赖各部分间正确的联系才能达到。生物体是迄今所知的最复杂的物质形态，其物质结构，能量转换和相互

联系等方面都具有高级的形式。而作为物质相互联系的高级形式——信息的联系在生物体中显得更为重要。因此，如果说分子生物学能在物质结构方面，从生物大分子的特点，从分析的角度去推动生物医学的发展。那么，生物控制论将在相互联系方面，从综合、动态和定量的角度去推动生物医学的进展。

在定量研究方面，生物学科已有了重要的进步。马克思曾经指出：一门科学，只有在其中能成功地用了数学，才是真正发展了的。数学的应用推动了生物学的发展。在马克思时代，数学在生物学中的应用还等于零，这在《自然辩证法》一书中恩格斯已经明确指出。现在情况已改变。生物学科已成为应用数学的重要领域。最早成功地应用于生物医学的数学分支是生物医学统计方法。它在基础、临床与预防医学方面，在调查研究、实验设计和结果处理、疗效分析等工作中起着重要的作用。近年来，多元分析方法，如多元回归、判别分析、聚类分析等统计方法，在生物医学许多方面得到广泛应用。不过统计方法主要适合于研究大量事件或群体活动的规律。在排除随机因素，确定在个体差别掩盖下的一些规律方面是很有效的。然而当我们要进一步了解事物，研究个体差异（如果因人施治、对症下药）时，要揭示系统各部分的相互联系，寻求支配事物的发展的机制和动态过程时，统计方法就不很合适了。虽然，统计方法也能从相关的角度去研究事物的联系，但相关事件并不一定有因果关系。当观察数据不多时，由相关引出的结论可能是错误的。而在这些方面，控制论可以发挥它的作用。控制论常用数学模型来描述系统，数学模型一般是反映了系统及其内部部件间的因果联系。通过数学模型的建立，对模型进行系统辨识，进一步分析或用计算机模拟研究数学模型，这就把许多数学内容引进到生物医学中，从而深入地定量地解决生物医学发展中遭到的许多问题。

在基础医学研究领域中，在生理、病理、药理机制的研究中，控制论显示了广阔的应用前景。因为生物机体内存在着各种调节控

制过程，并借此维持机体的正常生命活动。如人体的内环境，包括体温、血压、呼吸频率及通气量，血液中各种电解质及激素等成份的含量等都由反馈控制保持相对的稳定，神经和运动系统则由于反馈作用保证了活动的精确性。细胞内各种生物活性物质也因有终产物的反馈抑制而维持近似的恒定。因此，反馈是生物体调节控制的重要方式。生物控制论已应用了工程技术中发展起来的方法。研究各种生物反馈系统，加深了人们对人体生理和病理机制的了解。例如，上世纪曾发现脑瘤病人可以出现全身的血压波动（三级波），虽然对此有过一些解释，但都不能令人满意。60 年代，对脑缺血回路做开环频率特性实验，证明当脑缺血相当于 血压为 30～40 毫米汞柱水平时，这一回路增益加大，因而产生自持振荡。即在此时，血管心脏的控制中枢对缺血的反应加强。人为地在动物身上造成相应的条件，也能复制出相应的血压波动，因此，对此现象发生的原因作出了合理的解释。应用频率特性测试方法研究呼吸、运动、瞳孔及颈动脉窦血压反馈回路等控制系统，增进了对这些生理调节系统的生理、病理机制的了解。在建立生物系统的数学模型后，可以用分析方法研究这些生物系统，从而获得对某些系统的定性与定量的新的认识。如对肌张力调节系统的数学模型进行分析，应用控制论中稳定性判断数据，即可得到“键器官在以肌梭反馈的张力调节回路中，有增加系统的稳定性作用的结论，这是传统的生理学方法不能得到的。由于生物系统是比较复杂的，能直接用解析方法解决的问题比较少。随着电子计算机的迅速发展和广泛应用，在数学模型基础上，应用数学模拟（仿真）方法，即将数学模型设置到电子计算机中，由此可以研究在不同情况下系统的动态反应。例如，对整个血液循环系统，目前已明确有九套反馈系统与血压调节有关。各套反馈系统有各自的工作范围和不同的反应速度，相互配合以实现在各种情况下的血压的相对稳定。对如此大规模的系统已作电子计算机的模拟研究。模型包括 354 个方框，每一方框对

应于一个生理过程，共400多个方程式。模拟中改变模型中的参数，对应于不同的工作状态，如模拟了突然失血，肾功能降低下大量饮水等引起的血压及有关状态的动态过程，得到了过去不清楚的定量结果。又如，对呼吸系统中通气量的血气控制回路的模拟研究；对潮式呼吸（一种病态呼吸）产生条件的研究（已找到产生这种呼吸的主要条件，包括系统增益太大相应于呼吸中枢对缺氧的敏感性增加），以及血液由肺到脑输送过程的时间滞后，这都可以说明，为何心脏病人容易产生这种病态呼吸。基础医学的许多领域都可用控制论加以研究，如癌的发生，不管原因为何，均表现为细胞群体生长调节的失常。由此可以建立相应癌发生的模型。在此基础上应用数学模拟方法，研究了皮肤癌的发生的动态过程，其所得结果与以鼠做的动物试验结果一致。在免疫系统的研究中，生物控制论把免疫反应看作是一个复杂的特殊的反馈过程，已建立了不同假设条件下的多种数学模型，用分析和数学模拟方法研究模型反映的免疫特异细胞的分化及抗体分子产生的动态过程，并用于探索免疫治疗的最优方案和异体移植的免疫容限等问题。在应用最优控制研究免疫系统的调控过程中，发现免疫细胞分泌IgG与IgM的转换是按最优控制中的Bang-Bang（开关）控制方式进行。

在临床医学方面，控制论为疾病的诊断和治疗提供了新的方法和手段。在诊断方面，控制论可以充分利用生物体提供的动态信息，以获得较精确、可靠的诊断。如应用频率特性测试方法于帕金森氏病病人，让病人操纵手柄跟踪正弦运动目标，可发现在其频率特性中，幅值的衰减和相位滞后随病症加重而增加。由此可用这方法对病情的轻重作出较好的判断，并可用于判定有关药物的疗效。对反映系统动态的数学模型作参数估计，用所得参数解决医学中的问题，这方面有广阔的应用前景。例如，已应用呼吸气体成份测量去估计气体交换过程的参数，而心输出量为其中一个参数，从而获得心输出量的无损伤测量。还可用脑电图的参数估计去确定