

# 生物能： 生命动力学的引擎

聂凡 聂棱 编著  
卢洪洲 聂广 主审

Dixie W Publishing Corporation U.S.A.  
美国南方出版社

生物能：生命动力学的引擎  
编著：聂凡 聂棱  
主审：卢洪洲 聂广

版面设计：张晓道

© 2026 by Fan Nie and Guang Nie

Published by  
Dixie W Publishing Corporation  
Montgomery, Alabama, U.S.A.  
<http://www.dixiewpublishing.com>

All rights reserved.

No part of this book may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means including information storage and retrieval systems, without permission in writing from the publisher. The only exception is by a reviewer, who may quote short excerpts in a review.

本书由美国南方出版社出版  
▪ 版权所有 侵权必究 ▪  
2026年4月DWPC第一版

开本：240mm x 170mm  
字数：195千字

Library of Congress Control Number  
美国国会图书馆编目号码：2026933932

ISBN-13: 978-1-68372-820-7

## 目 录

卢序：追寻生命的动力之源·····	3
聂序：幸运的是，我们生活在 AI 时代·····	7
导论：从物质 + 能量 + 信息三大方面认识生命·····	15
<b>第一章 直觉：生命动力观的前科学时代·····</b>	<b>30</b>
第一节 古老谜题：自然哲学的“生命原理”·····	31
一、古希腊的普纽玛：作为宇宙逻各斯的生命气息···	31
二、普拉纳：古代印度哲学与实践中的生命动力学···	37
三、生物能视角：“精气学说”所搭建的生命过程模型···	42
四、比较与综观：一曲东西方生命动力的四重奏·····	48
第二节 活力论兴起：与机械论、化学学派的博弈·····	53
一、机械论的崛起：近代活力论的催生者·····	53
二、医学化学学派的崛起：新盟友还是新对手？·····	55
三、维勒合成尿素：争议与边界重构·····	57
四、代谢、发酵与呼吸：化学解释的节节胜利·····	58
五、新活力论的崛起：杜里舒与胚胎学的挑战·····	59
六、世纪之争的反思：超越“胜利”与“失败”·····	61
七、结语：生命解释的多元维度·····	62
第三节 范式转换：热力学与化学的冲击·····	65
一、物理学的礼物：热力学定律引入生命科学·····	65
二、化学革命：瓦解生命物质的特殊性·····	74
<b>第二章 奠基：生物能核心理论大厦的构建·····</b>	<b>85</b>
第四节 通用货币：ATP 的发现与中心地位·····	87

一、ATP 发现史：从肌肉提取物到能量通货·····	87
二、ATP-ADP 循环：生命能量流通的基本原理·····	93
三、不仅仅是 ATP：其他高能化合物与能量载体·····	100
第五节 能量转换的两大枢纽：呼吸与光合·····	110
一、细胞呼吸：将食物化为通用能量的精密流水线···	110
二、光合作用：捕获光能，缔造地球生机·····	116
第六节 统一的理论：化学渗透学说的革命·····	124
一、米切尔的洞察：一个被嘲笑的伟大思想·····	124
二、从质疑到证实：实验证据如何赢得胜利·····	131
三、理论的普适性：线粒体、叶绿体与细菌的能量统一图景·····	141
<b>第三章 网络：生物能代谢的系统集成与调控·····</b>	<b>149</b>
第七节 代谢网络的动态平衡·····	151
一、燃料的选择与整合：糖、脂肪、蛋白质的代谢交汇点·····	151
二、精确的调控艺术：酶活性如何响应细胞能量状态···	158
第八节 线粒体：超越能量工厂的细胞中枢·····	168
一、结构与功能的统一：嵴膜如何放大产能效率·····	168
二、线粒体的多重角色：超越能量工厂的细胞中枢···	174
三、线粒体与细胞的共生起源：一个能量驱动的进化故事·····	180
第九节 肠道菌群：与机体代谢、能量分布的关系·····	188
一、能量摄取、储存与消耗·····	188
二、能量调控与失衡代价·····	192
三、研究趋势与临床转化·····	194
四、与微生物共舞的能量秩序·····	196

<b>第四章 前沿：生物能研究在医学与生态学中的延伸</b> .....	198
第十节 生物能与人类健康：从分子机制到疾病.....	200
一、代谢疾病的能量视角：肥胖、糖尿病与胰岛素抵抗	200
二、神经退行性疾病：阿尔茨海默病与帕金森病中的线粒体功能障碍	207
三、癌症的沃伯格效应：癌细胞为何重塑其能量代谢？	215
四、衰老的线粒体理论：能量产生与氧化损伤的累积	221
五、感染性疾病的能量战场：病原体入侵与宿主防御的生命博弈	227
第十一节 超越个体：生态系统中的能量流.....	239
一、从光合作用到食物链：能量在生物圈中的传递与耗散	239
二、热力学定律下的生态学：生态金字塔与 10% 定律的根源	245
<b>第五章 未来：生物能学的挑战与新边疆</b> .....	253
第十二节 未解之谜与新兴领域.....	255
一、系统生物能学：整合基因组、蛋白质组与代谢通量数据	255
二、合成生物能：设计人工光合系统与工程化能量代谢	262
三、极端环境下的生物能：深海、地下的生命能量策略	268
四、量子生物学中的能量转移：相干性能量传输的争议与证据	273
第十三节 哲学反思：生命是什么？.....	279
一、活力论的终结与科学解释的胜利	279
二、还原论的成就与限度：生物能理论是否完全解释了“生命”？	284
三、从“灵气”到质子梯度：人类理解生命驱动力的认知飞跃	288

<b>附录与工具</b> .....	295
附录 A 生物能学重大发现年表.....	295
附录 B：关键代谢通路全景图示.....	298
附录 C：生物能学核心概念与术语详解.....	301
附录 D 延伸阅读与经典文献推荐.....	306

## 内容提要

本书旨在构建一座横跨思想史、基础科学与前沿应用的宏伟桥梁，为读者提供一个关于“生命能量”的完整知识体系。

我们始于一场跨越千年的对话。从亚里士多德的“隐德莱希”、盖伦医学的“普纽玛”，到东方哲学的“精气学说”，本书将追溯人类如何用哲学的思辨与直觉，构想生命的“动力之源”。通过对“活力论”与“机械论”早期交锋的剖析，我们将揭示现代科学问题意识的起源——生命能否被还原为物理化学？

本书的核心是清晰、系统地展现科学如何回答了上述问题，并构建《生物能学》的概念体系、科学原理、应用领域以及未来展望。

(1) 核心货币：阐述 ATP 作为通用能量货币的发现及其循环原理。

(2) 动力引擎：详解细胞呼吸（糖酵解、三羧酸循环、氧化磷酸化）与光合作用（光反应、卡尔文循环）这两大将食物营养与光能转化为生物能量的“精密流水线”。

(3) 统一理论：聚焦化学渗透理论这一革命性范式，揭示质子梯度作为能量转换中间态的普适性，并展现线粒体、叶绿体与细菌在能量原理上的深刻统一。

(4) 调控艺术：阐明细胞如何通过变构调节、激素信号（胰岛素 / 胰高血糖素）及能量感受器（AMPK/mTOR）构成的复杂网络，实现能量代谢的动态平衡与精准响应。

(5) 系统之网：超越孤立通路，本书将引导读者以系统视角理解生命。从细胞内代谢网络的整合（糖、脂、蛋白质代谢的交汇），到线粒体作为细胞中枢的多重角色（能量生产、信号整合、程序性

死亡调控），再到生态系统能量流的热力学法则，揭示能量在不同尺度上组织的逻辑。

(6) 应用之疆：我们将探讨这一知识体系如何深刻解释并干预人类健康与疾病。从代谢性疾病（肥胖、糖尿病）、神经退行性疾病（阿尔茨海默病、帕金森病）的“能量衰竭”模型，癌症的“代谢重编程”（沃伯格效应），到衰老的线粒体理论，以及感染性疾病的能量战场。同时，本书将展望合成生物能与系统生物能学等前沿如何引领未来医学与生物技术。

(7) 未来之思：本书以哲学反思作结。在确证还原论对“生命机器”工作原理的辉煌胜利之余，我们将坦诚探讨其解释限度——特别是面对“意识”与“整体涌现性”时。最终，我们邀请读者共同思考：当“灵气”的古老想象被“质子梯度”的精确方程所取代，我们是否在消解神秘的同时，于自然定律中发现了更深刻的庄严？

(8) 目标读者：本书面向生命科学领域的学生、研究者，为他们提供一份脉络清晰、融会贯通的学科地图与思想指南；同时也为一切对生命本质抱有深度好奇与哲学关怀的学者与读者，开启一扇理解生命奥秘的理性之门，展示科学如何将最宏大的生命之谜，转化为可探究、可验证的壮美图景。

## 卢序：追寻生命的动力之源

从何时起，人类开始凝视一片颤动的树叶、一只搏动的、或是一缕自身体散发的温热，并追问：是什么让生命区别于顽石，是什么在驱动生长、感觉与思想？这追问，古老如人类意识本身，深邃如宇宙的沉默。当原始人第一次目睹同伴从温热变为冰冷，从灵动变为僵直，那种最直接的震撼必然催生了最初的生命之思——在可见的形态变化背后，必定有什么不可见的东西离去或熄灭了。

在科学的曙光降临之前，答案包裹在诗与神话之中。古埃及人相信“卡”与“巴”，一种维持生命的力量与灵魂的化身；苏美尔史诗中，英雄恩基杜的患病被描述为“他的命运之火即将熄灭”。而在更为系统化的哲思中，古希腊的哲人称之为“普纽玛”（*pneuma*）——一种精微的灵气，如风般流贯血脉与神经，赋予肉体以运动与知觉。亚里士多德以其四因说构建了宏大的自然哲学体系，将生命的内在目的与形式因归结为“隐德莱希”（*entelecheia*），一种使潜能转化为现实的圆满性原则。东方的智者则体悟到“气”的运行，视其为贯通天地、维系宇宙与身心和谐的生命能量与信息载体。《黄帝内经》开篇即论“真气从之，精神内守”，构建了一个以精气循环为核心、天人相应的生命动力学模型。在古印度，奥义书哲人沉思“普拉纳”（*Prāna*）——那维持身体、驱动感官的生命之风，是意识与物质世界的桥梁。这些思想，是人类理性对生命奥秘最早的、充满敬畏的致敬，它们试图用直觉与思辨捕捉那飘忽不定的生命之焰。

然而，无论东西方，这些古老范式都面临一个根本困境：它们能够诗意地描述甚至部分指导实践，却无法进行精确的预测、检验

与干预。真正的革命始于我们放下隐喻，拿起量筒与电极的那一刻。文艺复兴的号角唤醒了实验精神，威廉·哈维通过计算与实验证明了血液的循环，将其描述为由心脏泵驱动的机械过程，首次将生命的一部分功能纳入力学框架。但决定性的转折发生在化学实验室里。1828年，弗里德里希·维勒在烧瓶中用无机物氰酸铵加热合成了有机物尿素，这一平静的实验如惊雷般动摇了“生命力”创造生命物质的特权壁垒。它证明，生命产物的合成无需生命本身的参与，有机化学的法则与无机世界并无本质鸿沟。

随后，十九世纪中叶，热力学定律的恢宏框架被建立。迈尔、焦耳、亥姆霍兹等人确立的能量守恒与转化定律，以及克劳修斯提出的熵增原理，冷酷而普遍地宣告：生命，也必须服从宇宙最基本的物理法则。它不是一个封闭的、自足的奇迹，而必须是一个开放的、持续从环境汲取高质量能量以对抗内部无序（熵增）、维持其高度有序状态的“耗散结构”。生命现象从此被置于一个严酷而清晰的物理约束之中：它必须持续地“付费”以维持其秩序。这一认识，将生命动力之源的追寻，从质料因和形式因的哲学思辨，彻底转向了动力因和能量流的实证追踪。

追寻的路径从此变得清晰而坚定：我们必须找到那具体的、可测量的“动力之源”。它不再是玄思的对象，而是实证的靶标。二十世纪，这条路径迎来了辉煌的丰收。1929年，洛曼等人从肌肉提取物中分离出ATP（三磷酸腺苷），随后卡尔·洛曼与弗里茨·李普曼等人逐步阐明其作为“高能磷酸键”载体的核心地位——ATP被识别为生命的通用能量货币，它的循环就像细胞经济的核心引擎，为几乎所有耗能过程直接“付款”。与此同时，汉斯·克雷布斯描绘出三羧酸循环的宏伟蓝图，揭示了食物氧化分解的中央代谢通路。

然而，一个更根本的问题仍未解决：氧化释放的能量，是如何被神奇地“封装”进ATP这个分子货币中的？传统的“化学中间物”假说陷入困境。直到1961年，一个当时被视为异端的理论划破迷雾。彼得·米切尔提出了革命性的化学渗透理论：生命最精巧的动力装置，

并非直接燃烧分子，而是利用电子传递链的能量，像泵一样将质子（氢离子）驱赶过线粒体内膜（或叶绿体类囊体膜），从而建造一座“质子梯度”的静电与化学势能大坝。随后，质子顺梯度回流，驱动ATP合酶这个无比精巧的分子旋转马达，将势能转化为ATP中的化学能。从线粒体到叶绿体，再到细菌的质膜，这套基于物理电势的精密原理竟是如此统一。米切尔的学说起初备受嘲讽，但最终被贾根道夫等人巧妙的实验所证实，并于1978年荣获诺贝尔奖。这场胜利，标志着生物能学作为一门成熟学科的诞生，也完成了人类认知从“灵气”到“质子梯度”的史诗性飞跃——生命的终极驱动力之一，竟可归结为一种跨膜的离子浓度差。

今天，我们称之为生物能学。它不再追问神秘的“活力”，而是精确地描绘：光子如何被叶绿素捕获，电子如何在光系统间传递并泵送质子；葡萄糖分子如何被逐步拆解，电子流如何沿呼吸链蜿蜒而下，推动同样的质子泵；ATP合酶的 $\gamma$ 亚基如何在质子流的推动下每秒旋转数百次，像一台纳米发电机般合成ATP。它揭示了癌细胞如何为满足其疯狂增殖的贪婪需求，即便在有氧环境下也反常地依赖低效的糖酵解（沃伯格效应），重写能量经济；也解释了在阿尔茨海默病与帕金森病中，神经元如何因线粒体功能障碍导致“能量破产”而逐渐衰亡。在生态学尺度，它追踪太阳能如何经由光合作用固定，沿食物链逐级传递与耗散，支撑起整个生物圈的繁茂与运转。

这便是本书将要展开的旅程——一场跨越千年的认知长征。我们从“灵气”的模糊猜想出发，穿越机械论与活力论的激烈论战，见证热力学定律带来的范式革命，最终抵达“质子梯度”与“分子马达”的清晰方程与原子结构图。我们将看到，人类如何将古老的生命之问——“是什么让我们活着？”——逐步转化、分解为一系列可验证的具体问题：能量从哪里来？如何被转化？以什么形式存储？又如何被精确、定向地使用？这场旅程不仅是一部生物化学的进步史，它更是一部波澜壮阔的思想史诗，讲述人类如何凭借观察、

实验与逻辑，一步步将生命那令人敬畏的、似乎超然的“活力”，还原为自然物理化学定律最动人、最复杂的表达形式之一。生命并未因这种还原而失色，相反，在理解了其基于普遍定律的运作机制后，其精巧、高效与坚韧，更显出一种深邃的庄严。

当你翻开下一页，你即将踏入的，正是这个从神秘走向机理、从哲学走向科学、最终在分子与量子的图景中重新发现生命庄严的非凡世界。在这里，曾被视为神圣之火的生命动力之源，第一次被理性之光清晰地照亮。让我们开始这段旅程，追溯这束光如何穿透迷雾，照亮生命最核心的奥秘。

卢洪洲

于深圳市第三人民医院 / 国家感染性疾病临床医学研究中心

2026年3月1日

## 聂序：幸运的是，我们生活在 AI 时代

这是一部跨专业的学术专著，也是科学史、科学哲学的普及读物，是我们与 AI 合作的尝试。

这本著作的最初构思，来自一个聊天群。那是多年前，远在卑尔根（挪威第二大城市、最大港口）的老班长，向我推荐了一位热爱中医的 chemist——李明远教授。李教授在挪威取得博士学位时，与老班长过从甚密，他对中医的基础理论很感兴趣。于是，我们建了一个“发展中医”的聊天群，拉来一些老中医以及热爱中医的理工科学者，希望碰撞出一些思想的火花。

在群里，李教授发了好几篇关于“气”的理论探讨文章，如“能量与人体健康（2018-04-21）”“能量与气（2018-05-05）”“气、经络与腧穴之再探讨（2019-08-15）”，直至后来的“人体生命能（2022-03-16）”，已经到了“生命动力学”“生物能”的境界。但在交流过程中，由于各自的知识背景、固有观念、认知层次差异较大，尽管开始比较心平气和，后来却常常意气用事，甚至因为身份认同方面发生误解，出现冲突。正如李教授所言：

不同专业对“气”或“气血”的理解有所不同，我非常理解这种认识上的差别。即便在中医内部也有不同的认识和理解。如果希望从科学角度去理解中医，或使中医能利用现代科学技术，这个“坎”必须过。这也是一个最难的问题，这几年我已深有体会。一方面，搞科学的对中医的认识、理解有限；另一方面，大部分中医几乎不了解“现代科学”。不理解，就无法沟通，这是中医界与科学界共同遇到的最大障碍之一。

直到不久前，李教授的执念以及在探讨过程中形成的观点逐渐清晰起来：

人体生命能的“演变”（确切地讲，是能量的转换，物质的转化）规律，中医有很精辟的论述“人之生死，全赖乎气。气聚则生，气壮则康，气衰则弱，气散则死”（《医权初编》）。也就是说，人出生之后，在任何时间，人的生、死、康、弱皆取决于“气”。这是一个基本规律。在这方面，按照我的理解，现代医学并没有认识得如此清楚。现代医学对“能量”影响人体健康、疾病的认识、理解还很肤浅，远不如中医深刻，甚至没有意识到能量对人体的重要性，更没有形成一个人体的“能量系统”（能量的转换、运移、调控的系统）。而中医形成了“气”的系统理论，并成为中医（或医学）的一块基石。

遗憾的是，当我意识到这一点，想跟李教授合作时，他的热情已经退化：

我主要学的基础科学是物理化学，三十多年来主要研究原油开采技术。对中医的研究只是希望能在科学上对中医学有所理解。在这个过程中不得不有选择地读一点儿生理学、生物学，很零乱，远远不够去系统地研究、写作。真的没有这方面的知识储备和能力。

另外，中海油正在将我们研发的采油技术申请国际标准。我的学生们也希望将过去三十年积累的东西再整理、编辑形成专著。由于我的眼睛开始有问题，每天要控制阅读、写作时间。大部分的工作只好由我的学生来完成。现在不服老是真的不行了。

不过，李教授早年的探索颇具深度，且极有远见。

作为一个“理工男”，即便将“气”视为“能量”，我觉得中医讲的有点简单，并与人体解剖有一定的差距。当我读了人体解剖学、生理学，再结合物理化学、胶体化学、界面化学、热力学、化学、物理学、生物化学的相关理论、知识。逐渐认

识到，能量在人体中时时刻刻都在流动，并在不断地转换成各个器官的能量（或者说，心气、肝气、脏腑之气等）。同时，不断地将产生的“废物”排出体外，保持人体与环境的能量平衡和物质的质量平衡（或许是中医讲的阴平阳秘）。依此，保证人体健康。

八、九年前，与林兄（肇昆）讨论过，如果对于气进行科学的研究，科学地证明气与能量的关系，将来就可以对人体的生命能进行测量、计算，并用人体生命能对人体的健康进行定量表征，不仅仅是某些健康指标（参数）的参考。当然，也可以对人体或某一器官的健康、疾病状况进行评估。“人体生命能”是我潜水前的最后一篇，也算是对人体生命能进行系统探讨构建的初步框架。

根据人体各个器官的基本生理功能，他设想将人体中对生命影响较重要的器官划分为三个系统。

(1) 物质转化、能量转换系统（简称转化系统）。其主要器官包括口、鼻、胃、肠、肝、胆、脾、胰、心、肺等，其中肺与心为关键器官。其功能是将摄入的食物、空气、水转化为“营养物质”（构建人体所需的一切物质）；将食物、空气与水的化学能、太阳或环境的辐射能转换为人体的生命能。此系统具有的能量用  $E_{\text{转化}}$  表示。

(2) 物质与能量输送系统（简称输送系统）。其主要器官包括心、血管、淋巴管、组织间隙、细胞膜孔隙、肾、膀胱、尿道等，其中心为关键器官。其功能是将“营养物质”以血液、组织液、淋巴液和细胞液为载体从心脏输送至每一个细胞，并将人体所产生的废物以汗、尿等液体为载体排出体外。此系统所具有的能量用  $E_{\text{输送}}$  表示。

(3) 物质转化、能量转换及其输送调控系统（简称调控系统）。其主要器官包括脑、神经、淋巴、内分泌等器官、系统，其中脑为关键器官。其功能是调控物质的转化、能量的转

换及其物质与能量的输送。另外，调控系统还对人体从自然环境获得的能量与在人体内部、外部能量消耗的调控。此系统所具有的能量用  $E_{\text{调控}}$  表示。

难能可贵的是，他在此基础上提出了六大公式：

$$(1) \text{ 人体生命能可表示为: } E_{\text{生命}} = E_{\text{输送}}/6 \cdot E_{\text{转化}}/6 \cdot E_{\text{调控}}/6$$

式中， $E_{\text{生命}} \geq 0$ ， $E_{\text{输送}} \geq 0$ ， $E_{\text{转化}} \geq 0$ ， $E_{\text{调控}} \geq 0$ 。量纲为 J（焦耳）。人体自出生始，赋予生命，而具有生命能， $E_{\text{生命}} > 0$ 。当  $E_{\text{生命}} = 0$  时，其生理学意义为生命终止或死亡。式（1）表明， $E_{\text{输送}}$ 、 $E_{\text{转化}}$  或  $E_{\text{调控}}$  均为指数变化，互为相乘关系，生命与之为乘积关系。

此处三个指数的数值只是大致设定，其准确值可根据现代医学建立相应的评价方法和标准，科学确定。任何时候，自然环境、社会环境和人体内部环境都在变化。因此，在任意时刻， $E_{\text{输送}}$ 、 $E_{\text{转化}}$  或  $E_{\text{调控}}$  都在变化；同时，三个系统的指数也在改变。于是， $E_{\text{生命}}$  在任意时刻都在变化之中。

$$(2) \text{ 物质与能量输送系统可表示为: } E_{\text{输送}} = E_{\text{心}} \cdot E_{\text{血管}} \cdot E_{\text{淋巴管}} \cdot E_{\text{肾}} \cdot E_{\text{膀胱}}$$

式中表达类似于以上。物质与能量输送系统的能量主要包括心、血管、淋巴管、肾、膀胱等器官的能量，分别用  $E_{\text{心}}$ 、 $E_{\text{血管}}$ 、 $E_{\text{淋巴管}}$ 、 $E_{\text{肾}}$ 、 $E_{\text{膀胱}}$  表示，并且  $\geq 0$ 。

$$(3) \text{ 物质转化、能量转换系统的能量可表示为: } E_{\text{转化}} = E_{\text{胃}} \cdot E_{\text{肠}} \cdot E_{\text{肝}} \cdot E_{\text{脾}} \cdot E_{\text{心}} \cdot E_{\text{肺}}$$

式中表达类似于以上。胃、肠、肝、脾、心、肺等器官的能量，分别用  $E_{\text{胃}}$ 、 $E_{\text{肠}}$ 、 $E_{\text{肝}}$ 、 $E_{\text{脾}}$ 、 $E_{\text{心}}$ 、 $E_{\text{肺}}$  表示，并且  $\geq 0$ 。

$$(4) \text{ 物质转化、能量转换及其输送调控系统的能量可表示为: } E_{\text{调控}} = E_{\text{脑}} \cdot E_{\text{神经}} \cdot E_{\text{淋巴}} \cdot E_{\text{内分泌}}$$

式中表达类似于以上。物质转化、能量转换及其输送调控系统的能量，分别用  $E_{\text{脑}}$ 、 $E_{\text{神经}}$ 、 $E_{\text{淋巴}}$ 、 $E_{\text{内分泌}}$  表示，并且

$\geq 0$ 。

(5) 人体生命能与人体从自然环境获得的能量 ( $E_{\text{获得}}$ )、人体在自然环境消耗的能量 ( $E_{\text{外耗}}$ ) 和人体自身消耗的能量 ( $E_{\text{内耗}}$ ) 的关系可用下式表示:  $E_{\text{生命}} = E_{\text{获得}} - E_{\text{外耗}} - E_{\text{内耗}}$

式中,  $E_{\text{获得}}$  为人体从自然环境获得的能量, 主要包括食物、水、空气、矿物质的化学能, 热能, 太阳能等;  $E_{\text{外耗}}$  为人体在自然环境中消耗的能量, 主要包括人体运动、劳动消耗的能量, 以各种方式向自然环境转换的热能和排出体外物质的化学能等。  $E_{\text{内耗}}$  为人体自身消耗的能量, 主要包括各个器官、组织、细胞为了维持人体生命消耗的能量及其脑力劳动消耗的能量等。

根据公式 (5), 当人体从自然环境获得的能量低于消耗的能量时, 输送系统、转化系统和调控系统的能量降低, 导致人体生理功能和生命力下降; 对疾病的治疗, 都是为了尽可能地增加  $E_{\text{获得}}$ 、 $E_{\text{输送}}$ 、 $E_{\text{转化}}$  和  $E_{\text{调控}}$ , 降低由于疾病引起的  $E_{\text{内耗}}$ , 减少  $E_{\text{外耗}}$ , 而增加  $E_{\text{生命}}$ , 增强人体的生理功能, 延长人体生命。

当人体从自然环境获得的能量多于所消耗的能量时,  $E_{\text{获得}} > (E_{\text{外耗}} + E_{\text{内耗}})$ 。  $E_{\text{生命}}$  增加, 有利于人体发育、生长; 但如果人体从自然环境获得了过多的能量, 而会以脂肪、水或其他形式储存于人体内, 会对人体生理功能和生命力产生明显的负面影响, 使其减弱。

当人体从自然环境获得的能量与对自然环境和自身消耗的能量相等时, 对于成年人,  $E_{\text{生命}}$  保持不变, 生命力旺盛, 处于最佳健康状态。但随着时间的延长, 即便是在没有任何疾病和意外的情况下,  $E_{\text{输送}}$ 、 $E_{\text{转化}}$  和  $E_{\text{调控}}$  也会逐渐降低, 导致  $E_{\text{生命}}$  逐渐降低, 直至为零, 生命走到尽头。实际生活中, 对于成年人和老年人, 要能维持  $E_{\text{获得}} \approx (E_{\text{外耗}} + E_{\text{内耗}})$ , 保持获得的能量与消耗的能量处于小幅的动态平衡, 就可处于较佳的

健康状态, 保持较强的生理功能和生命力。

(6) 社会环境因素对人情感的影响, 可转化为人情感对人体生命能的调控, 可用下式表示:  $E_{\text{生命}} = E_{\text{获得}} - E_{\text{外耗}} - E_{\text{内耗}} - E_{\text{情感}}$

式中,  $E_{\text{情感}}$  为情感能。由于喜、乐、愉快等情绪可促进  $E_{\text{调控}}$  升高, 导致  $E_{\text{生命}}$  升高, 人体生理功能和生命力增强。  $E_{\text{情感}} > 0$ , 可将之称为正能量。同理, 由于怒、哀、悲伤等可使  $E_{\text{调控}}$  降低, 导致  $E_{\text{生命}}$  降低, 人体生理功能和生命力减弱。因此,  $E_{\text{情感}} < 0$ , 可将之称为负能量。

另外, 自然环境因素也会影响人的情感。并且, 在社会环境和自然环境因素左右人情感的同时, 人在情感的支配下, 亦会对自然和社会环境产生积极或消极的作用, 改变自然和社会环境。这也进一步说明, 情感可转化为能量。情感不仅可以调控人体生理功能和生命力, 而且可以左右、改变甚至重塑自然和社会环境。

他认为, 在公式 (5) 和公式 (6) 中, 通过进一步的研究, 对  $E_{\text{生命}}$ 、 $E_{\text{输送}}$ 、 $E_{\text{转化}}$ 、 $E_{\text{获得}}$ 、 $E_{\text{外耗}}$  和  $E_{\text{内耗}}$  的数值都有可能通过现代医学和现代科学技术进行测量或计算, 并以 J (焦耳) 为量纲。但对  $E_{\text{调控}}$  和  $E_{\text{情感}}$  如何测量或计算其数值尚需进一步探讨和更深入的研究。

以上, 之所以要不厌其烦地引用李明远教授的研究成果, 一方面是珍视他在本领域中的耕耘往事, 另一方面也为后来研究者留下一些思路和借鉴, 因为它毕竟是一项可能影响医学叙事观念变革。

下面就是感谢 AI 时代的到来, 让我们做了一件看起来力所不能及的事情。本书之所以能够较快完稿, 完全得益于 AI 的助力, 它为克服跨学科研究的核心障碍——术语壁垒、方法论隔阂与整合性思维——提供了前所未有的强大工具集。当然, 我们在与 AI 的磨合过程中, 也有了一些粗浅的体会: