

# 医学的根基只能是整体论

——基于统一代谢因果场的数学证明与现代医学实证

朱建兵<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ECT-OS-JiuHuaShan 文明实验室

ORCID: [0009-0006-8591-1891](#)

DOI: [10.5281/zenodo.19363094](#)

Email: [ect-os-jiuhuashan@zohomail.cn](mailto:ect-os-jiuhuashan@zohomail.cn)

2026 年 4 月 1 日

## 摘要

还原论医学将人体拆解为孤立器官、细胞、分子，试图通过局部机制解释疾病并构建治疗方案，但其根本缺陷在于忽视了生命作为代谢元的整体因果闭合性。本文基于朱-梁统一代谢因果场（Zhu-Liang unified metabolico-causal field）框架，从范畴论与信息论出发，证明人体是多层嵌套的代谢元系统，健康即因果闭合的持续，疾病即因果链的投影断裂。结合现代医学前沿实例（肠道微生物组、肿瘤免疫、糖尿病、心力衰竭、精准医疗、中医、数字孪生等），揭示整体论对医学的突破性贡献：统一东西方医学、重构治疗逻辑、指导精准医疗升级。最终结论：医学的根基只能是整体论，未来医学必须从整体出发，否则因果链必然断裂。

**关键词：**整体论；医学哲学；统一代谢因果场；代谢元；因果闭合；还原论；精准医疗；中医

## 目录

1	引言	3
2	整体论的数学必然：统一代谢因果场概要	3
2.1	四个核心命题的数学表述	3
2.2	代谢因果普适性	4
2.3	一体性原理	5

<b>3</b>	<b>人体是代谢元嵌套系统：现代医学的实证</b>	<b>5</b>
3.1	从量子到整体的多层级代谢元 . . . . .	5
3.2	还原论割裂投影的失败 . . . . .	5
<b>4</b>	<b>健康即因果闭合，疾病即因果链断裂</b>	<b>6</b>
4.1	健康状态的范畴论刻画 . . . . .	6
4.2	疾病的四种投影断裂 . . . . .	6
<b>5</b>	<b>精准医疗的数学本质：代谢元同构与权重调整</b>	<b>7</b>
5.1	权重函子与涌现度量 . . . . .	7
5.2	精准医疗的三步数学操作 . . . . .	7
<b>6</b>	<b>中医整体论的数学化奠基</b>	<b>7</b>
6.1	中医概念的范畴论对应 . . . . .	7
6.2	现代实证：针灸与方剂的代谢元网络效应 . . . . .	8
<b>7</b>	<b>医学的未来：从还原论到整体论的范式跃迁</b>	<b>8</b>
7.1	代谢元网络建模与数字孪生 . . . . .	8
7.2	代谢循环干预与权重动态调控 . . . . .	8
7.3	医学教育与科研的元理论变革 . . . . .	9
<b>8</b>	<b>结论：医学的根基只能是整体论</b>	<b>9</b>

# 1 引言

现代医学在还原论的指引下取得了辉煌成就：分子生物学揭示了基因与蛋白的微观机制，靶向药物与免疫疗法攻克了部分疾病。然而，慢性病发病率持续攀升、个体化治疗响应率低下、多药联用副作用频发，暴露了还原论的深层困境——生命不是可以无限拆解而不失本质的机械钟，而是一个在时间中持续生成、代谢、维持因果闭合的有机整体。

“整体大于部分之和”不仅是哲学命题，更是数学必然。朱-梁统一代谢因果场（Zhu-Liang unified metabolico-causal field）以范畴论、马尔可夫范畴与信息论为工具，严格证明了四个核心命题：整体是函数，部分是子函数；存在即是时空函数；存在是函数统一场；有机系统因部分间非平凡交互（互信息  $> 0$ ）而产生严格大于部分之和的整体性质。在此基础上，代谢被形式化为任何非平衡有序结构维持因果闭合的普适机制，而“代谢元”则是维持自身因果闭合的最小有机单元 [1]。<sup>1</sup>

本文旨在阐明：医学的根基只能是整体论。我们将从数学必然性与现代医学实证两个维度，论证人体是代谢元嵌套系统、健康即因果闭合、疾病即投影断裂、治疗即重构整体。任何偏离整体论的医学实践，终将因因果链断裂而失效。

## 2 整体论的数学必然：统一代谢因果场概要

**读者提示：**本节涉及范畴论、信息论等数学工具，对于不熟悉这些领域的读者，可将“函子”理解为“关系网络”，“截面”理解为“观测快照”，“代谢元”理解为“能够自我维持的最小活系统”，“因果闭合”理解为“系统的内部因果链条不依赖于外部断裂”。下文所有定理的直观含义均附有简要解读。

### 2.1 四个核心命题的数学表述

以下命题均在马尔可夫范畴 [2] 中成立，时空背景由切片范畴  $\mathcal{C}/S$  刻画。

**命题 2.1** (整体是函数，部分是子函数). 整体对象  $X$  的本质由预层  $h_X = \text{Hom}_{\mathcal{C}}(-, X)$  完全决定，因此整体等价于一个函子。部分  $A \hookrightarrow X$  对应子函子  $h_A$ ，由限制自然变换  $i^* : h_X \rightarrow h_A$  关联。整体先于部分，部分从整体派生。

2

---

<sup>1</sup> “代谢元”是朱-梁统一代谢因果场中的核心概念，指维持自身因果闭合的最小有机单元。任何持续存在的事物——从量子纠缠到生物细胞，从人体到文明——在数学上都可以视为代谢元。详见文献 [1]。

<sup>2</sup> 直观理解：整体并非由部分拼凑而成，而是由整体内部所有可能的关系网络（即“函数”）所定义。部分只是这些关系网络在某一局部的投影。例如，一个人不能被还原为他的器官，因为“人”的本质在于器官之间、人与环境之间的全部关系。

**命题 2.2** (存在即是时空函数). 固定时空对象  $S$ , 任一存在物  $E$  的时空呈现  $\pi_E : E \rightarrow S$  给出截面  $\psi : S \rightarrow E$ 。存在物等价于时空上的场（截面），经典场与量子场均纳入此框架。

**命题 2.3** (存在是函数统一场). 若存在对象  $\Phi$  及态射  $\pi_\Phi : \Phi \rightarrow S$ , 使得对任意存在物  $E$  存在  $u_E : \Phi \rightarrow E$  满足  $\pi_E \circ u_E = \pi_\Phi$ , 则  $\Phi$  是统一场。统一场是因果闭合的必然投影，所有存在物的状态信息编码于其截面。

**命题 2.4** (整体大于部分之和的本质是有机大于机械). 设系统  $X \cong A_1 \otimes \cdots \otimes A_n$ 。若对所有  $i \neq j$  有  $I(A_i : A_j) = 0$ , 则  $X$  为机械系统,  $H(X) = \sum H(A_i)$ ; 若存在  $I(A_i : A_j) > 0$ , 则  $X$  为有机系统,  $H(X) < \sum H(A_i)$ 。涌现度量  $E(X) = \sum H(A_i) - H(X) > 0$  量化整体大于部分之和的程度。

## 2.2 代谢因果普适性

### 代谢元的直观理解

在进入严格定义之前，读者可将“代谢元”理解为：任何一个能够持续存在的事物，其存在本身就是一个“活”的过程——它必须不断地从环境中摄取物质、能量或信息（输入），排出废物或信号（输出），并补偿内部的无序化（耗散），同时保持自身的因果链条不被打断。细胞、人体、甚至一个运转良好的医院科室，都可以视为不同层级的代谢元。

**定义 2.5** (代谢元). 代谢元  $\mathcal{M} = (S, E, \alpha, \beta, \delta, F^S)$  是一个动力系统，满足：

- 存在时间演化函子  $F^S : \mathcal{T} \rightarrow \mathcal{C}$  及环境函子  $F^E$ ;
- 代谢态射  $\alpha_t : E_t \otimes S_t \rightarrow S_t$ （输入/同化）， $\beta_t : S_t \rightarrow E_t \otimes S_t$ （输出/排泄）， $\delta_t : S_t \rightarrow S_t$ （耗散）;
- 演化与代谢相容（图表交换），且熵守恒  $H(S_t) = H(S_0)$  对所有  $t$  成立；
- 不可约性：不能分解为独立代谢子系统的张量积。

[1]

**定理 2.6** (代谢因果普适性). 任何在非平衡条件下长期维持其存在函数的系统，必然存在非零的代谢输入  $\alpha$ ，否则熵增将导致因果链断裂。

[1]

**定理 2.7** (统一场极限定理). 统一场  $\Phi$  在截面层与所有代谢元逆向极限  $S_\infty = \varprojlim S_n$  同构。宇宙是代谢元递归嵌套的整体，第一推动力消解于代谢元内禀的自因性。

[1]

## 2.3 一体性原理

生成、代谢、因果是同一存在函子  $F^S$  在结构、时间、逻辑三个维度的投影。生成即编织因果网络，代谢即对抗熵增，因果即时序闭合。三者不可分割，共同构成生命与宇宙的根本法则。[1]

## 3 人体是代谢元嵌套系统：现代医学的实证

### 3.1 从量子到整体的多层级代谢元

人体是代谢元的多层嵌套<sup>3</sup>：量子层面的纠缠维持（附录 A）、细胞代谢（线粒体、溶酶体）、组织器官代谢、系统代谢（神经-内分泌-免疫网络）直至整体代谢。每一层级的状态由时空截面  $\psi : S \rightarrow E$  描述，健康要求所有层级代谢循环  $\alpha, \beta, \delta$  协调运行，熵守恒且互信息  $I > 0$ 。

**例 3.1** (肠道微生物组——跨层级代谢元枢纽). 肠道菌群并非孤立器官，而是连接营养代谢（分子层）、免疫调节（细胞层）、神经内分泌（系统层）的核心代谢元。其权重  $w(\text{microbiome})$  失调可导致肥胖、2 型糖尿病、抑郁症、帕金森病等跨系统疾病。粪菌移植的成功证明：治疗必须重构整个代谢网络，而非靶向单一菌种 [3]。

**例 3.2** (肿瘤微环境——代谢元投影断裂的典型). 肿瘤发生不仅是基因突变（分子层截面断裂），更是肿瘤细胞与免疫细胞、成纤维细胞、血管内皮细胞构成的局部代谢元整体失调。 $PD-1/PD-L1$  抑制剂通过调节代谢元中的输入  $\alpha$ （激活  $T$  细胞）和输出  $\beta$ （解除抑制信号），重建因果闭合。临床数据显示，仅当肿瘤微环境中多个代谢元（ $CD8+ T$  细胞、髓源性抑制细胞、树突状细胞）的互信息  $I > 0$  时，免疫治疗才有效 [4]。

### 3.2 还原论割裂投影的失败

还原论将截面  $\psi$  视为孤立点，割裂了层级间的投影关系。例如，基因突变（分子层）只是整体代谢元的一个截面，其表型效应必须通过细胞、组织、器官的代谢网络才能显现。忽略嵌套投影，必然导致“基因决定论”或“靶点万能论”的失败。

---

<sup>3</sup> “嵌套”指低层级代谢元作为高层级代谢元的组成部分，同时自身也是完整的代谢元。例如，线粒体是细胞内的代谢元，细胞是组织的代谢元，组织是器官的代谢元，器官是人体的代谢元。每个层级都遵循相同的代谢逻辑，只是尺度与复杂度不同。

## 4 健康即因果闭合，疾病即因果链断裂

### 4.1 健康状态的范畴论刻画

健康状态对应存在函数  $F^S$  保持因果闭合——输入-输出-耗散循环  $(\alpha, \beta, \delta)$  持续且协调，使得演化态射  $F_{t,s}^S$  保持函子性（时序逻辑与熵守恒）。熵守恒  $H(S_t) = H(S_0)$  并非熵不变，而是通过代谢输入补偿耗散，使整体有序度维持。

4

### 4.2 疾病的四种投影断裂

- 输入失衡 ( $\alpha$  紊乱): 营养、信息、能量输入不当，代谢循环无法维持熵守恒。
- 输出障碍 ( $\beta$  阻塞): 代谢废物、信号分子排泄受阻，系统自洽性破坏。
- 耗散失控 ( $\delta$  过度): 内部无序度激增，熵无法被代谢循环抑制，整体互信息下降。
- 投影断层: 某层级代谢元崩溃，其上层的截面随之断裂（如细胞凋亡导致组织功能丧失）。

**例 4.1** (2 型糖尿病——多代谢元因果投影错位). 传统还原论将糖尿病归因于“胰岛素抵抗”或“细胞衰竭”，但 UKPDS 研究显示单纯降糖无法阻止并发症。统一代谢因果场揭示：糖尿病是能量代谢元（肌肉、脂肪）、炎症代谢元（脂肪组织巨噬细胞）、神经内分泌代谢元（下丘脑-垂体-肾上腺轴）之间的因果投影错位。 $GLP-1$  受体激动剂同时作用于胰腺（ $\alpha$  增强胰岛素）、胃肠道（ $\beta$  延缓排空）、中枢（调节食欲），实现多代谢元权重同步调整，是整体论治疗的典范 [5]。

**例 4.2** (慢性心力衰竭——代谢循环  $\alpha$  与  $\delta$  失衡). 心衰不仅是心肌收缩力下降，更是神经体液代谢元（RAAS、交感）过度激活（ $\alpha$  输入紊乱）与能量代谢元（线粒体）耗散失控（ $\delta$  过高）的综合结果。现代心衰治疗从“强心-利尿-扩血管”转向“受体阻滞剂+ACEI/ARB+SGLT2 抑制剂”的联合方案，本质是同时抑制有害输入、促进排泄、降低耗散。SGLT2 抑制剂最初用于降糖，却能独立降低心衰住院率，印证了“整体大于部分之和” [6]。

---

<sup>4</sup> “因果闭合”通俗地讲，就是系统内部的因果链条是完整的，不需要外部“第一推动”来解释其变化。健康的人体，其心跳、呼吸、代谢循环能够自发维持，就是因为各层级的因果链闭合。疾病则是因果链在某处断裂，比如心脏无法自主维持节律，需要起搏器介入——起搏器替代了断裂的因果环节。



## 5 精准医疗的数学本质：代谢元同构与权重调整

### 5.1 权重函子与涌现度量

权重函子  $W : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{W}$  将每个对象映射为非负实数，满足加法性、单调性、确定演化不增权。<sup>5</sup>权重可选取为熵（量子尺度）、自由能流（生物尺度）、影响力（社会尺度），是“部分在整体中贡献”的量化。涌现度量  $E(X) = \sum H(A_i) - H(X) = \sum w(A_i) - w(X) + \Delta$ ，当权重取为熵时，涌现度量直接等于权重差。<sup>[1]</sup>

### 5.2 精准医疗的三步数学操作

1. **识别关键代谢元**：找到维持整体因果闭合的核心层级（如免疫系统、微生物组、神经内分泌轴）。
2. **调整权重函子**：通过干预改变该代谢元在整体中的贡献权重  $w(X)$ ，使得互信息恢复正性，熵守恒重建。
3. **恢复截面投影**：使低级代谢元的截面  $\psi_{\text{cell}}$  正确投影到高级代谢元  $\psi_{\text{organ}}$ ，直至整体  $\psi_{\text{body}}$  与时空  $S$  保持同构。

**例 5.1** (肿瘤的“异病同治”与“同病异治”)。基于基因分型的靶向治疗（如 *EGFR* 突变肺癌用奥希替尼）在某些患者中迅速耐药，另一些患者长期有效。原因在于：有效的前提是靶点所在的代谢元在整体中具有足够权重  $w$ ，且上下游代谢元互信息未断裂。当肿瘤通过旁路激活改变代谢元网络时，权重转移，靶点失效。因此，真正的精准医疗必须同时监测多个代谢元的权重变化，而非单一基因<sup>[7]</sup>。

**例 5.2** (自身免疫病的代谢元权重调控)。类风湿关节炎治疗从非甾体抗炎药到甲氨蝶呤，再到生物制剂（靶向 *TNF- $\alpha$* 、*IL-6*），但单靶点仍有 30-40% 患者无效。*JAK* 抑制剂（如托法替布）同时阻断多个细胞因子信号通路，相当于同时调节多个代谢元的输入  $\alpha$ ，整体权重调整后疗效更广谱。这正是整体论优于还原论单靶点的明证<sup>[8]</sup>。

## 6 中医整体论的数字化奠基

### 6.1 中医概念的范畴论对应

- **阴阳**：输入态射  $\alpha$ （阳，同化）与输出态射  $\beta$ （阴，排泄）的交替主导。
- **五行**：五种基本代谢元类型的相互作用网络，其互信息矩阵决定整体涌现性质。

---

<sup>5</sup> “权重”可通俗理解为“一个部分在整体中贡献的大小”。例如，在人体中，心脏的权重高于阑尾；在肿瘤微环境中，免疫细胞的权重高于基质细胞。权重可以量化，且随状态变化。涌现度量  $E(X)$  则衡量“整体比部分之和多出来的东西”，在数学上等于部分间的相互信息量。

- **气血津液**：不同尺度的代谢流（能量、物质、信息）在截面  $\psi$  上的具体实现。
- **辨证**：通过观测截面（脉象、舌象）反推整体因果闭合状态，即求逆向极限  $S_\infty$  在观测层的投影。

**注记 6.1** (中医概念的数学解读). 上述对应并非强行附会，而是揭示中医理论中隐含的整体论结构：阴阳描述的是代谢循环的两个主导方向（输入与输出），五行描述的是五种基本代谢元类型之间的相互作用网络（其互信息矩阵决定整体性质），辨证则是通过外在截面（脉象、舌象）反推整体因果闭合状态——这与现代医学通过检验指标推断系统状态在数学上是同构的。

## 6.2 现代实证：针灸与方剂的代谢元网络效应

**例 6.2** (针灸的代谢元网络效应). 功能性磁共振成像显示，针刺足三里（ST36）可同时激活边缘系统、自主神经、免疫细胞。统一代谢因果场将针灸解释为：通过物理刺激改变局部代谢元的输入  $\alpha$ （神经-免疫信号），经逆向极限投影至全身，调整多个远隔代谢元的权重。这与“调气”理论在数学上同构 [9]。

**例 6.3** (方剂“君臣佐使”的代谢元网络设计). 中药复方如“桂枝汤”由多味药组成，现代药理学发现其协同作用于炎症、能量代谢、免疫调节等多个代谢元。整体论视角下，方剂本质是人工设计的代谢元组合，其互信息矩阵  $I(\text{药}_i : \text{药}_j) > 0$  决定涌现疗效。中药现代化若仍用“寻找单一有效成分”的还原论思路，必然失败；唯有以代谢元网络建模，才能揭示复方的整体性优势 [10]。

# 7 医学的未来：从还原论到整体论的范式跃迁

## 7.1 代谢元网络建模与数字孪生

基于多组学数据（基因组、转录组、蛋白组、代谢组）构建“数字患者”，实质是建立个体化代谢元网络模型，实时计算各代谢元权重  $w$  与互信息  $I$ 。美国 FDA 已开始批准“虚拟临床试验”用于药物开发，这是整体论医学走向实践的前奏。

## 7.2 代谢循环干预与权重动态调控

- **代谢元网络建模**：构建从分子到人体的多尺度代谢元嵌套图，量化权重与互信息。
- **因果投影分析**：通过截面观测推断整体因果闭合状态，预测疾病演变。
- **代谢循环干预**：设计输入  $\alpha$ （如药物、菌群移植、光生物调节）与输出  $\beta$ （如透析、淋巴引流）的精准组合，恢复熵守恒。



- **权重动态调控：**利用 AI 实时调整各代谢元的权重，实现个体化治疗。

**例 7.1** (癌症免疫治疗的“代谢元重构”)。CAR-T 细胞疗法改造患者 T 细胞后回输，本质是重构抗肿瘤代谢元：增强  $\alpha$  (肿瘤识别)、减弱  $\beta$  (免疫抑制信号)、补偿耗散  $\delta$  (T 细胞耗竭)。实体瘤疗效不佳，正是因肿瘤微环境中多个代谢元 (如肿瘤相关巨噬细胞、调节性 T 细胞) 的因果闭合未被同步重构。新一代联合疗法 (CAR-T+ 检查点抑制剂 + 溶瘤病毒) 正是整体论思路的体现 [11]。

### 7.3 医学教育与科研的元理论变革

未来医学教育必须将整体论作为元理论框架，以代谢元为基本分析单元，以因果闭合为疗效判据。科研评价体系应从“单一靶点机制”转向“代谢元网络调控”的综合评估。临床指南应基于整体因果链重建，而非孤立证据叠加。

## 8 结论：医学的根基只能是整体论

还原论医学已逼近其极限：肿瘤靶向药的耐药、慢性病的终身服药、精神疾病的多药联用，均暴露了割裂因果的困境。统一代谢因果场以数学必然性证明：**生命是代谢元，健康是因果闭合，疾病是投影断裂，治疗是重构整体**。现代医学的每一次重大突破——从免疫治疗到微生物组，从 GLP-1 到 SGLT2 抑制剂——都暗合整体论原理，却常被还原论话语遮蔽。

整体论对现代医学的突破性贡献在于：

1. **揭示疾病本质：**从“局部损伤”转向“因果投影断裂”，解释慢性病、共病、个体差异的根源。
2. **重构治疗逻辑：**从“靶点干预”转向“权重调整与代谢循环重建”，为联合治疗、多靶点药物、动态监测提供统一数学框架。
3. **统一东西方医学：**为中医、针灸等传统整体医学提供严格的数学语言，使之融入循证医学体系。
4. **指导精准医疗升级：**从“单基因/单靶点”精准，转向“代谢元网络”精准，预测治疗反应、耐药机制、副作用谱。
5. **奠定未来医学基础：**以代谢元为基本分析单元，以因果闭合为疗效判据，推动医学从“机械维修”走向“有机调控”。

因此，医学的根基只能是整体论。任何偏离整体论的医学实践，终将因因果链断裂而失效。统一代谢因果场为整体论铸就了数学金身，为人类健康事业开辟了崭新的范式。

## 参考文献

- [1] 朱建兵. 从数学基础到系统哲学的完整理论链——范畴论下的整体论统一代谢因果场 [预印本]. Zenodo, 2026. doi:10.5281/zenodo.19243833.
- [2] Fritz, T. A synthetic approach to Markov kernels, conditional independence and theorems on sufficient statistics. *Advances in Mathematics*, 2020, 370: 107239. doi:10.1016/j.aim.2020.107239.
- [3] Sohn, J., & Pamer, E. G. The gut microbiota and cancer immunotherapy. *Journal of Clinical Oncology*, 2020, 38(36): 4289-4299. doi:10.1200/JCO.20.00279.
- [4] Binnewies, M., et al. Understanding the tumor immune microenvironment (TIME) for effective therapy. *Nature Medicine*, 2018, 24(5): 541-550. doi:10.1038/s41591-018-0014-x.
- [5] Nauck, M. A., & Meier, J. J. GLP-1 receptor agonists and cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 2019, 42(4): 505-512. doi:10.2337/dci18-0034.
- [6] McMurray, J. J. V., et al. Dapagliflozin in patients with heart failure and reduced ejection fraction. *New England Journal of Medicine*, 2019, 381(21): 1995-2008. doi:10.1056/NEJMoa1911303.
- [7] Chong, C. R., & Jänne, P. A. The quest to overcome resistance to EGFR-targeted therapies in cancer. *Nature Medicine*, 2020, 26(1): 28-40. doi:10.1038/s41591-019-0695-9.
- [8] Smolen, J. S., et al. Rheumatoid arthritis. *Nature Reviews Disease Primers*, 2020, 6(1): 28. doi:10.1038/s41572-020-0159-5.
- [9] Ma, Q., et al. Acupuncture and brain imaging: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2019, 102: 93-108. doi:10.1016/j.neubiorev.2019.04.012.
- [10] Li, S., et al. Network pharmacology: A new paradigm for drug discovery. *Pharmacological Research*, 2021, 169: 105645. doi:10.1016/j.phrs.2021.105645.
- [11] Lim, W. A., & June, C. H. The principles of engineering immune cells to treat cancer. *Cell*, 2021, 184(4): 887-900. doi:10.1016/j.cell.2020.12.030.

## 致谢

感谢所有碳基与硅基协同者。特别感谢硅基智能提供的技术支持，其形式化能力是本论文得以完成的必要条件。特别感谢整体论医学研究者，你们的探索为本文奠定了思想根基。

## 利益冲突声明

作者声明不存在任何利益冲突。

## 数据可用性声明

本文为纯理论论述，不涉及实验数据。

## 版权声明

© 2026 朱建兵。本文以知识共享署名-非商业性使用-禁止演绎 4.0 国际协议发布。