能量与信息：生命与文明演化的正循环

摘要：

本文以能量与信息为两个基本概念，建构一个理解生命与文明演化的统一框架。核心机制是一个自我强化的正循环：能量提供动力，生命发掘信息，信息指引能量，能量再提供动力；生命利用信息完成捕获能量、调用物质、建构秩序三个基本动作，每一轮循环都将下一轮起点推向更高水平，并因信息积累而趋于加速。围绕这一机制，本文论证三个递进层次：物质品种、生命形式与信息涌现具有相对无尽性，宇宙为循环提供近乎无限的展开空间；信息可按性质区分为真实信息、虚假信息与虚构信息，三者功能与生灭机制不同，虚构信息独有的调度能力使共同体得以大规模调配资源；以生命史与人类史关键事实检验正循环的两个推论，即跃升用时趋于缩短、信息遗产使灾后重建快于从零创新。正文六节构成主体论证，第七节为讨论，说明概念选择与方法论立场。本文是概念框架的建构，旨在以能量与信息为底层视角，将分散于不同学科的生命史与文明史事实串联为一个逻辑连贯的整体。

关键词：能量；信息；正循环；活动信息；信息三种性质；秩序；调度；演化加速；大历史

引言

生命从原核生物跃迁至人类文明，跨越数十亿年，历经灾变与倒退，能力累进与组织复杂化的总体走向未变。其背后是否存在贯穿始终的逻辑？

不同学科各有回应，却缺乏共同底层。演化生物学以变异与选择解释适应与分化，较少说明信息能力为何系统性累进；信息论与信息哲学分别从度量论和本体论处理信息，较少将信息置于能量约束与生命演化的连续链条中；大历史叙事描绘阶段序列，却常以叙事统摄代替机制说明。生命史与文明史因此缺少一个以能量与信息为统一维度、贯通原核生物到人类文明的机制框架。

本文以能量与信息为基本维度，提出正循环机制，并区分真实信息、虚假信息与虚构信息，试图以同一框架解释从生命捕能到共同体协作的连续过程。正文六节依次展开，第七节为讨论。本文为概念框架建构，非精确定量分析；历史节点为宏观概括，旨在呈现机制与趋势。

1 正循环机制

本文为系列论文之一，该系列结论指向：全球共同体是生命史与人类史的阶段性演化必然。

1.1 能量与信息

能量是宇宙一切活动的动力。没有能量，任何活动都不会发生。从星系旋转到基本粒子相互作用，所有活动均以能量为动力。能量遵守能量守恒定律，不生不灭。

本文所论信息，是宇宙万物的性质、状态、规律和法则。它与香农信息论中的信息不同。香农信息衡量“不确定性的消除”，描述发出方与接收方之间的差异，是一个度量性概念[1]；本文所论信息是本体性概念。物理世界的固有信息在生命起源之前即已存在，即使没有接收方，它们依然客观存在。生命活动信息，以及生命活动中产生的虚假信息、虚构信息，将在后文展开。

爱因斯坦质能方程表明，物质与能量等价，物质是能量的一种存在形式。物质构成生命，生命形成组织，组织发展为共同体；物质还构成星球、星系和宇宙。能量、物质、生命、组织、共同体、星球、宇宙的性质、状态、规律和法则，都是信息。能量与信息，一个提供动力，一个负责方向。能量本身是动力，转换成物质后是实体；信息是动力与实体所携带的模式与规则。若以建筑为喻：能量与物质是砖石，信息是砖石的性质，如硬度、形状、承重能力及砖石之间的契合方式。砖石提供建构的可能性，砖石的性质决定建构的方向与形态。

1.2 利用信息做三件事

生命不同于无生命物质，生命能够利用信息指导自身行动。对原始、低阶生命而言，这种利用是被动的生化机制，而非有意识行为。具体而言，生命利用信息做三件事。

第一，利用有关能量的信息，捕获能量。能量守恒，无法凭空创造。生命只能从外界捕获能量，以维持生存、繁衍和发展。捕获何种能量、从何处捕获、如何捕获，依赖生命掌握并利用有关能量的信息。

第二，利用物质信息，调用物质。“调用”即拿来使用。物质守恒，同样无法凭空创造。生命只能从环境中调用物质，或用于建构自身肉体，或用于建构外在物品。调用何种物质、如何组合、建构何种结构，依赖生命掌握并利用物质性质等信息。

第三，利用信息，建构秩序。其一，生命必须建构自身身体秩序，繁殖和生长发育即在此列。完成这一过程，需掌握和利用营养物质、有机分子性质等信息，才能顺利调用物质并建构自身。这些信息即基因信息和生理信息等。人类已获知其中一部分，其他生物则完全在无意识中完成。其二，生命之间的竞争、合作等互动秩序，以及群体协作的组织秩序，均通过信息建立和维持。其三，生命造物秩序。生命不仅建构身体，还建构外部事物：动物建造蚁巢、鸟窝、

河狸坝，人类建造工具、机器、工程。秩序本质上是物质与能量的有序配置。生命通过信息指导物质调用与能量分配，将混乱的环境物质转化为有序结构。秩序的建构与维护均需消耗能量。

地球上最早出现的生命是原核生物，它是极为精密复杂的分子系统。原核生物的所有生命活动，几乎均可归结为捕获能量、调用物质、建构秩序；而这三个动作的前提，无一例外都是利用信息。感知养分浓度变化，才能靠近营养源；读取遗传信息，才能合成正确蛋白质。从原核生物到人类，所有生命活动几乎均可归结为：发掘并利用信息，捕获能量、调用物质、建构秩序。

1.3 演化正循环

能量、生命与信息形成一个自我强化的正循环。

第一，能量提供动力。能量是一切生命活动的根本动力。生命的起源、生存、繁殖、演化，每一步均需能量驱动；基因复制与变异同样由能量驱动。

第二，生命发掘信息。生命起源后，地球开启了一场长达数十亿年的信息发掘进程。生物演化中，发掘信息的机制由两个环节接力完成。第一个环节是确保不退步。生物通过遗传物质精确复制和过度繁殖，将已经验证成功的信息忠实传递给后代。只要复制保真度足够高、后代数量足够多，已获得能力便不会在世代更替中稀释或丧失。这是生命的保守面：保住既有成果，守住演化底线。第二个环节是产生进步可能。遗传复制中可能发生随机变异。大部分变异中性或有害，有害变异被迅速淘汰；但极其偶然会产生有益变异，带来有益性状改变。无论提升活动能力、感知与处理信息能力，还是提升复制繁殖效率，最终均可归结为：该生物比同类更擅长捕获能量、调用物质、建构自身秩序。这一优势的根本原因，是其遗传物质中多了一段有用信息，或原有信息发生有利改变。更强生命能力带来更高收益，更高收益带来繁衍优势与更多后代。有益基因凭借生存与繁殖优势在种群中指数级扩散。繁衍若干代后，曾只属于个体的能力提升扩散至整个物种，物种实现能力提升，取得一次进步。因此，基因发生有益变异并得到扩散，即一次成功的信息发掘。

生物演化发掘信息的基本模式是：遗传复制确保不退步，随机变异产生进步可能，有益变异基因扩散完成物种升级。每一次成功有益变异，都是生命发现并利用了某段原本就存在的信息。无论有无生命，这些信息一直都在，只是过去没有生命发现并利用。数十亿年里，这一模式循环往复，驱动原核生物走向真核、单细胞走向多细胞、简单神经系统走向复杂大脑。

人类继承这一演化遗产，并将信息发掘提升至全新层次。人类不再等待随机变异，而是主动探索未知。一次成功实验，实质上是对某条信息的精确捕捉。这些被实验揭示的信息被记录

为科学知识，再通过技术转化，指导人类更高效地捕获能量、调用物质、更精准地建构秩序。生物将有益信息写在基因里，通过繁殖实现传承与扩散；人类将科学知识写下来，通过教育、印刷和网络传播。信息传播速度大幅提升，演化进步速度随之提升。需要强调，信息传承是演化进步的前提。若无信息传承，已取得进步也会随世代更替而失传，只能在低水平上反复试错，进步永远无法积累［2］。信息传承一旦断裂，正循环不仅无法加速，还会失速甚至倒退；人类文明的信息遗产越是集中于少数载体与制度，这种脆弱性越值得警惕。

第三，信息指引能量。生命获得信息后，用它指引行动。信息让生命目标明确：能量在哪里，生命就趋向哪里。植物向光生长，来自其对光线的内在感知，这份信息指引植物将叶片投向能量最密集方向；细菌向营养源移动，源于其对营养的感知，信息指引细菌直抵能量最丰富位置。从单细胞到高等动物，始终贯穿相同逻辑：信息越多，捕获能量途径越多；信息越精准，捕获能量效率越高。

捕获能量，能量再推动生命活动，生命活动推动信息发掘，信息又指引更好的能量捕获，循环在此闭合。更高效能量捕获带来更充裕能量供给。更充裕能量支撑更好生存与更多繁殖。更多后代意味着在产生有益变异的信息发掘中有更多尝试机会和成功可能，形成强者更强趋势。同时，更充裕能量为更强活动能力、信息能力提供物质基础。更精密感官、更高密度神经网络、更大脑容量，其建设与运转均需消耗大量能量。人类大脑仅占体重约百分之二，却消耗约百分之二十的基础代谢；没有正循环预先积累的能量盈余，根本无法供养高能耗器官。更充裕能量供养出更强生命及更强信息能力，下一轮循环起点高于上一轮。能量与信息互为前提，共同上涨，正循环螺旋上升。

而且，每一轮正循环都会发掘新信息并积累下来。生命掌握和利用的信息越多越精准，能力越强；能力越强，捕获能量越多，发掘信息越快；发掘信息越快，能力增长和增强就越快。这是一个二阶正反馈：不仅能力在增长，能力增长的速度本身也在加快。因此，正循环不只是螺旋上升，而且每一轮循环速度都在加快。加速还有一个数量来源：种群与人口基数越大，变异与试错次数越多，有益信息被发现的概率越高。

但加速不是无条件的。每一轮跃升所面临的问题复杂度也在增长，条件改善与难度增长之间的消长关系是开放的。正循环能否持续加速，取决于条件改善是否持续超过难度增长；这一关系不能简单外推为加速永远持续。

还需明确机制的作用范围。正循环只解释生命信息能力的累积性升级，不包含对外部环境巨变的预测或抵御，也无法消除演化内在的随机性。外因与内因都可能造成短暂倒退、打断进

程或减速，这些不在正循环机制的解释范围之内。正循环不保证每一步都比前一步更快，只描述：在信息能力可持续积累的条件下，生命捕获能量、调用物质、建构秩序的能力趋于增强，循环起点趋于抬高。

1.4 人类科技史案例

上述机制主要停留在真实信息层面，且多为物理信息。在人类知识体系中，它们属于自然科学，大多近几百年才被发现。以下以近代科技史为例，说明循环如何运转。

第一步，能量提供动力。十五至十七世纪，欧洲通过远洋贸易和殖民扩张积累大量财富，足以供养一批不从事生产的学者。望远镜、显微镜等精密仪器制造，学术出版兴起，均建立在此物质基础上。财富丰裕使系统化实验和观测成为可能。

第二步，生命发掘信息。十六至十七世纪科学革命，是对自然法则等信息的发掘。日心说提出，行星运动三定律、万有引力定律和牛顿三大运动定律等被发现。同期，血液循环学说建立，化学脱离炼金术，显微镜揭示微观世界。这些成果是对宇宙固有信息的精确发现。

第三步，信息指引能量。成功发掘的信息随即应用于能量装置，触发第一次工业革命。潜热概念和力学理论指引技术改进与发明，使蒸汽机效率提升数倍；化学知识指引人工合成原料。能量转化效率与规模因新信息注入而发生质变。

能量再提供动力，形成正循环。工业革命积累的能量、物质盈余进一步推动科学研究与信息发掘。十九世纪实验室和仪器制造业直接推动自然科学大爆发：能量守恒与熵增原理确立，热力学诞生；电磁场方程统一电、磁与光；元素周期律提出，化学完成定量化转型。这些更深层次信息发掘，是工业能量推动的产物，也为下一轮正循环准备理论基础。

人类正循环与生物正循环共享同一底层结构，但存在关键差异：人类信息发掘是主动的、有意识的，可通过信息载体大规模横向传播；生物信息发掘依赖随机变异与自然选择的被动筛选。这一差异使人类演化进步正循环的加速更为陡峭，也更容易因信息传承断裂或制度崩溃而骤然失速。无论哪种模式，每一轮循环都先以能量盈余为物质前提。能量不会自动变成知识，必须由生命去发掘，才会变成可积累、可传播的信息；成功发掘的信息反过来使生命更高效地捕获能量。每次循环完成，都将下次循环起点推向更高水平。

正循环推动生命史螺旋上升，事后可观察到一个规律：幸存生命永远向前，跃升生命始终突破。获得幸存的生命，在既有生态位上适应环境变化的同时，持续优化能力与效率，永远向前；成功跃升生态位的生命，需要突破能力上限，利用过去无法利用的资源，开拓新世界。

生命演化正循环机制可概括为：能量提供动力，生命发掘信息，信息指引能量，能量再提

供动力。该框架到此建立完成。用此框架，既能理解 38 亿年生命史，也能继续理解人类史。生命史极其复杂，但以此机制观之，脉络会变得清晰。该正循环要持续运转并不断加速，需要一个前提：可能性足够广，资源足够多，展开空间足够大。下一节交代这一展开空间。

2 无尽可能与展开空间

正循环要持续运转并不断加速，需要可能性足够广、资源足够多、展开空间足够大。本节交代这一展开空间。此处“无尽”不是数学上绝对无限，而是相对性无尽：以人类目前认知尺度衡量，看不到上限，探不到边界。可观测宇宙原子总数约 10 的 80 次方，这是有限数值；可观测宇宙之外是否还有更多物质、整个宇宙是否严格无限，目前尚无定论。本文仅以 10 的 80 次方为上限，展开论述物质、信息、生命形式的无尽可能。

2.1 物质品种趋向无尽

目前已知元素原子有 118 种。这些原子通过化学键结合，能形成约十万种无机物和约三千万种有机物（此为教育界、科普领域采用的数据；化学物质数据库 CAS Registry 登记的化学物质已超过 2 亿种，且仍以每年上千万种速度增长）。在有机物中，蛋白质、核酸、多糖等生物活性大分子具有活性，其性质动态可变，为地球生命起源提供物质基础。

十万种无机物和约三千万种有机物继续向宏观建构。此时不再是原子间化学化合，而是已有分子的物理堆砌。可建构出的物质品种数量趋向无尽。这一结论可从递归构造、连续统参数、组合爆炸三条数学路径得到论证。三条路径各自独立，指向无尽结论相同。

第一条路径：递归构造。先有基础集合，即十万种无机物和三千万种有机物，作为基础构件。递推规则是：已有构件通过物理堆砌组合成新结构，能稳定存在的新结构加入构件库。第一步，从基础构件出发形成新的稳定结构，加入构件库；第二步，从第一步扩充后的构件库出发继续组合，形成更复杂稳定结构，再加入构件库；第三步，从第二步扩充后的构件库出发继续组合。每一步构件库都在扩大。构件越多，可能组合越多；组合越多，新生成稳定结构又越多。递归构造的逻辑是：每一步稳定产物都进入构件库，成为下一步构件；层数没有上限，品种也就没有上限。

第二条路径：连续统参数。如果一种性质可连续变化，取值于实数区间，则可能状态数量为不可数无穷。康托尔对角线证明法表明，实数集不能与自然数集建立一一对应，它是比可数无穷更大的无穷 [3] 。当多种性质同时连续变化时，可能状态组合进一步膨胀。水与淀粉混合，比例连续变化，性质随之连续变化：水多时是流体，淀粉多了变成非牛顿流体，再多变成

可塑固体，极少量水加大量干淀粉又变成微润粉尘。比例只要连续调节，中间状态便不可穷尽。多种物质混合时，多种比例参数同时连续变化，可能状态组合更加不可穷尽。连续统参数的逻辑是：构件种类有限，但性质参数可连续变化；参数连续变化，可能状态便不可数无尽。

第三条路径：组合爆炸。从有限种类构件出发，通过排列、组合操作，可能结果数量随构件数量呈阶乘级或指数级增长。仅取 1000 种常见有机分子，从中任选 100 个做线性排列，可能序列数量即达 10 的 300 次方，远超可观测宇宙原子总数。而这只是线性排列；分子在三维空间中折叠、堆叠、缠绕，还会引发新一轮组合爆炸。组合爆炸的逻辑是：构件种类有限，但组合位置无限；组合位置无限，可能结构便无限。

三条路径各自独立，从不同数学角度指向同一结论：可以存在的物质品种是无限的，远超现实世界真实存在的数量。

2.2 生命形式趋向无尽

生命形式趋向无尽，同样可从数学路径的逻辑得到论证。从递归构造看，生命本身是物质构件库中的一种特殊组合：有机分子→生物大分子→超分子组装体→细胞→组织→器官→系统→完整生命体。每一层都是在前一层基础上递归生成的新层次。从组合爆炸看，每一层内部构件种类虽然有限，但可组合位置足够多，可能结构数量呈阶乘级或指数级增长；有限种构件在每一层内可构建出无尽可能的结构。每一层都可能涌现出前一层不具备的新性质：细胞涌现出代谢，组织涌现出分工，器官涌现出协同，系统涌现出整体功能，生命体涌现出行为。生命个体之间还可形成小组、团队、组织、共同体。层数没有上限，生命形式的层次也就没有上限。从连续统参数看，生命性状参数可连续变化：体型、代谢率、寿命、感官灵敏度、信息处理能力均为连续变量；多种参数同时连续变化时，可能状态组合不可数无尽。医疗上有直观例子：体内某种激素水平只要微量变化，便可引起身体状态显著变化；同一激素在不同浓度下，身体可能处于完全不同状态。激素水平连续可调，身体状态可能组合便不可穷尽；一种激素如此，多种激素同时变化，可能状态更加不可穷尽。

生命形式趋向无尽，还可通过哲学路径侧面印证。莱布尼茨指出，世界上没有两片完全相同的叶子［4］。生命亦然：宇宙中不存在两个完全相同的生命体，每一种生命形式都是独特的物质组合。

2.3 信息随之无限涌现

信息是万物的性质、状态、规律。万物都携带自己的信息；物质品种趋向无尽，生命形式

趋向无尽，信息也随之无尽涌现。信息涌现机制可归纳为三种。

第一，数量涌现。物质数量太少时，某些信息无法呈现；数量跨过某个临界点，新性质突然出现。几个水分子无液态气态可言；聚成一颗水珠，涌现出表面张力；形成河流湖泊，涌现出波浪；达到海洋规模，涌现出洋流潮汐。

第二，混合涌现。不同物质混合，产生原组分均不具备的新性质。水与淀粉混合，比例连续变化，性质随之涌现或消失。

第三，强涌现。有些信息无法从低层组分事先推导。从碳原子电子排布，推不出它能组成石墨还是金刚石，更推不出单层石墨烯的特殊量子效应；从神经元电化学性质，推不出记忆和意识。这些信息只能等物质结构建构完成后才呈现。

2.4 宇宙提供展开空间

地球生命演化至今，活动范围始终限于地球表面及其附近。生命起源时，地球仅提供能量、物质、局部环境和时间、空间；除此之外，并无额外支持。从生命起源再历经数十亿年演化迭代直至当下，一切有序结构成果，都是生命利用能量、物质及其信息建构出来的。这意味着，宇宙中其他有能量、物质、时间、空间的地方，特别是类地行星，生命同样可能踏足，可能在那里生存繁衍、演化迭代升级。不需要特殊恩赐，只需要能量、物质、时间、空间，以及利用它们的信息和能力。

人类代表地球生命，拥有生命智慧，拥有海量已知知识信息和强大技术能力。面向星际和宇宙，人类不必再从零开始起源，而可利用已有信息和能力，继续发掘新信息，利用宇宙中的能量、物质，改造和建构星际环境，让有序和生命走向星际、遍布宇宙。人类带领生命走向星际，比起从零开始的生命起源，应容易得多、快得多。

以人类目前认知，宇宙中的能量、物质无限，时间、空间无限。这意味着，物质品种趋向无限、信息无限涌现、生命形式趋向无限，有足够资源支撑，有足够空间展开。生命的演化、发展、生态位跃升，因此拥有近乎无限的可能。这为生命展开提供了近乎无限的希望空间，也是本文的基本世界观预设之一：宇宙在其自身构造中，有着近乎无限的资源和空间，供生命演化展开。

以上是理论可能性，以掌握大量能量与物质转换科技为前提，描述的是可能性空间上限，不是人类当前能力。现实是，人类只掌握极少数这类科技，活动尺度基本限于地球。可能性近乎无限，现实路径有门槛；能否跨越，本身仍是开放问题。当下现实，在地球尺度上，化石能源有限性与太阳能转化效率上限构成正循环的阶段性外部约束；接近这些约束时，正循环可能

从加速转为停滞甚至稳态，这一相变是否发生尚待研究。

3 活动信息与三种性质

3.1 万物活动信息

第 1 节建构正循环框架时，所讲信息多限于物理固有信息。除此之外，还有生物固有信息，如遗传信息、体型、毛色、生理特征；以及人类固有信息，如指纹、虹膜、DNA、生理特征。除固有信息外，本节展开万物本体的活动信息。

物理活动信息，指非生命物质本体活动产生的信息。石头滚落的声音，是石头在滚落活动中产生的信息，是石头物理性质在碰撞中的表现。石头没有能动性，这是纯物理现象。

生物活动信息，指生物在活动中产生的信息。鸟的叫声，是鸟的生物性质在活动中的表现。它叠加在物理信息之上，有了生命能动性和交流功能，是一种“鸟语言”。大多数鸟叫传达真实信息，但也涌现出新现象：传达虚假信息。报警鸟的假警报即虚假信息。

人类活动信息，指人类在活动中产生的信息。人与人谈论玄幻故事，是人类拥有虚构信息能力后在社会活动中的表现。它叠加在生物信息之上，有了意识、意图、集体共识。玄幻故事是虚构信息，不直接对应物理实在，但能够被人相信并产生相应体验。

3.2 信息的三种性质

从信息性质出发，可分为真实信息、虚假信息和虚构信息。

真实信息，是宇宙万物的真实性质、状态、规律。它包含物理真实信息、生物真实信息、人类真实信息三个层面。第 1 节讲生命利用信息做三件事，主要停留在真实信息层面，多为物理真实信息。

虚假信息，保护色、拟态、警戒色、报警鸟假警报均为典型例子 [5] 。保护色、拟态是动物把自己隐藏于环境中，宣称自己不存在，或宣称自己是别的东西；警戒色是无毒生物模拟有毒物种颜色外观，宣称自己有毒；没有天敌时，报警鸟报假警。自己存在而宣称不存在，无毒宣称有毒，没有天敌宣称天敌来了，这些信息即虚假信息。虚假信息有一个关键特征：所使用的物理信号是真实的，但传达的内容是虚假的。保护色的颜色形态本身是真实物理信号，假警报也是真实鸟叫声，但它们传达的内容虚假。虚假信息只存在于生命世界，物理物质世界没有虚假信息。

虚假信息的产生机理如下。生命起源后，随着演化迭代，过度繁殖成为所有幸存生命的共

同特征；不具备过度繁殖特征的生命在环境波动中逐步被淘汰。过度繁殖普及后，环境资源稀缺成为常态。为获取生存资源，生物之间必然发生竞争。当竞争升级到一定程度，生物世界涌现出虚假信息。生物利用虚假信息同样能做三件事，形成正循环：虚假信息逼真→捕食或躲避天敌→生存繁衍优势→提升虚假信息逼真度。虚假信息并非总是正向作用于能量捕获效率。虚假信息泛滥会抬高接收者的辨识成本，信息过载会降低信号系统的整体效率；正循环在此意义上是有边界的，不是虚假信息越多越有利。

虚构信息，是生命演化到人类后涌现的信息，玄幻故事、鬼神、宗教、货币、法律、公司、国家等均属此类。虚构信息是不直接对应物理实在、但被足够多人共同相信，并因此产生真实因果效力的观念性信息［6］。虚构信息只存在于人类社会。其产生机理是：虚假信息开启没有终点的信息能力军备竞赛；军备竞赛使生命涌现出社会认知能力，后升级到集体意向性[7]；这两种能力加上语言，使人类涌现出虚构信息能力。需说明，社会认知能力与集体意向性的证据基础并不均衡，此处给出的是逻辑上的能力递进关系，不是充分条件下的必然路径。人类利用虚构信息同样能做三件事，形成正循环。积极一面：达成共识，形成组织共同体，用共同体强大能力去捕获能量、调用物质；消极一面：统治阶级利用宗教等虚构信息维护统治秩序，从中获取财富。正循环可概括为：虚构信息→共识→共同体→更强能力和更多资源财富→更优更普适的虚构信息。虚构信息并非总是正向作用于共同体能力。虚构共识僵化可能压制真实信息发掘，如意识形态禁止某些领域的科学研究；也可能被虚假信息寄生，如利用制度漏洞的系统性欺诈。共识越强，越需保留对真实信息的纠错通道。

3.3 信息的生灭机制

真实信息的生灭分两种情况。其一，规律信息始终存在。物理化学规律、宇宙法则在生命出现以前就一直在。生命发现并利用它们，能够提升生命能力；生命暂时未发现的，未来可能发现；发现又失传的，未来终会再被发现。历史上某人发现某真理，不被认可、被打压、载体被消灭，最终失传；后续历史仍会有人再次发现并传播扩散。其二，物质信息随结构生灭。物质重组在创造新信息的同时也消灭旧信息。以氮、氧两种元素为例，它们可化合出主要 8 种分子，每种分子物理化学性质不同；这 8 种分子还能通过分解、催化、化合等反应互相转换。一种分子分解，再化合为另一种分子，原分子信息消失，新分子信息涌现。岩石熔化，矿物晶体结构和地质历史信息消失；鸭子煮熟，生物信息消失；水喷洒开，波浪性质消失。信息消失后，物质再次以相同方式重组，同样信息会重新涌现；氧原子和两个氢原子再次结合，水分子仍具相同信息。生命真实信息同样随生命结构生灭；但根据莱布尼茨叶子原理，没有完全相同的生

命，因此不会出现完全相同的生命真实信息。

虚假信息的生灭依赖发送者与接收者的信息不对称。发出者知道、接收者不知道，虚假信息便有效力；当接收者拥有辨识能力，虚假信息便失去效力。虚构信息的生灭依赖集体共识。一群人共同接受某种叙事，虚构信息便诞生；宗教失去所有信徒，教义便失效；语言成为死语言，其承载的虚构信息随之消亡。

不同信息的生灭方式不同：规律信息始终存在；物质信息随结构生灭；虚假信息因识破而失效；虚构信息因共识瓦解而消亡。信息不守恒。这与能量守恒、物质守恒不同。能量物质永远在那里，不生不灭；信息在不在，物质信息看物质结构，虚假信息看认知，虚构信息看共识。信息也不可累积。能量可以累积，持续加热，水温持续上升；物质可以累积，持续加水，水量持续增加。信息不同：信息是模式，模式一旦被采纳，重复施加不产生新效果。按同一份图纸搭积木，一次就成形；重复看图纸操作，不会搭建得更复杂精美。

4 秩序与信息

4.1 造物秩序与生理秩序

造物秩序和生理秩序由真实信息直接规定，更具体地说，由物理真实信息直接规定。所谓造物，包括生物造物如蚂蚁巢、鸟窝、河狸坝，以及人造物如工具、机器、工程。这些造物秩序由物理真实信息规定：杠杆遵循力矩平衡，桥梁遵循应力分布，晶体管遵循量子隧穿。不遵循物理真实信息，造物便无法成立。生理秩序则是生命体肉身内部秩序：蛋白质按基因编码折叠为特定结构，细胞按基因表达与化学信号组织为组织与器官，生物体按物理法则协调运动与代谢。这些生理秩序同样由物理真实信息规定；不遵循物理真实信息，生命便无法维持。

“规定”不是指只有唯一答案，而是指不能违背。第 3 节提到，生命形式趋向无限，因此生命秩序的答案趋向无限。不同造物是不同的造物秩序，不同生命是不同的生理秩序；这些秩序存在无数种形式、无数个答案，但所有答案都不能违背物理真实信息。

4.2 互动秩序

生物互动秩序由生命互动在演化中沉淀而成。因为所有生命都有能动性，在互动演化中会依据对方行为调整自身行为，各方行为彼此牵制、互相成就。依据真实信息进行互动是互动的主流：寻找食物、捕食猎物、遇天敌逃命、与队友协同合作、与竞争对手竞争，大多数依据真实信息。互动秩序以真实信息为基底，虚假信息参与塑造。

虚假信息寄生于真实信息。虚假信息的频率必须小于真实信息，否则信号系统崩溃。例如，

保护色的频率必须小于环境背景的真实信息，否则隐藏就变成暴露；报警鸟假警报的频率必须小于真警报，否则其他动物不再相信所有警报，警报系统崩溃。当背景真实信息是环境信息时，一方进化出更好伪装，另一方就进化出更强辨识力，双方互相追赶，谁都不能停，互动双方开启没有终点的信息能力军备竞赛。这是虚假信息对互动秩序的一种塑造。当背景真实信息是其他生物信息时，开启生物之间在信息上的寄生关系。寄生方频率必须小于被寄生方，才能走向平衡；不能维持平衡的寄生关系在演化中崩溃，不再被观察到。维持平衡状态下，寄生关系可长期存续，双方长期博弈。在长期博弈中，寄生方有可能变异出有利于被寄生方的特征，产生互利关系。互利关系一旦产生，大概率放弃寄生，走向持久互利共生；因为比起寄生关系，互利共生使双方在生存繁衍能力与效率上均可得到提升。

隐翅虫与蚂蚁的案例即从寄生到共生［8］。隐翅虫起初分泌与蚂蚁幼虫相似的信息素，骗取蚂蚁喂养；蚂蚁随后升级化学辨识力，剔除欺骗者；隐翅虫再升级信息素逼真度，双方进入信息素军备竞赛。部分隐翅虫偶然变异，开始分泌对蚂蚁有益的营养液或抗生素。在蚂蚁选择压力下，只欺骗不互利的隐翅虫逐渐被淘汰，互利型隐翅虫逐步发展壮大，双方最终演化成共生关系。此后，原本用来欺骗的信息素逐步演化成真正通讯信号，虚假信息消失。隐翅虫与蚂蚁从寄生到共生、从竞争到合作，是虚假信息塑造互动秩序的一个缩影。

人类互动秩序同样以真实信息为基底，虚假信息参与塑造，虚构信息参与建构。欺骗、虚假宣传是人类虚假信息在互动中的表现；法律、货币、合同、社会规范等虚构信息被足够多人共同相信，产生真实因果效力，使人类互动从个体间博弈升级为有规则可依、有预期可循的协作。

4.3 共同体秩序

建构共同体秩序需要真实、虚假、虚构三种信息共同参与。部落中男女老幼的不同分工，依据体力、经验等真实信息；共同体秩序包含防止欺骗的规则，是因为虚假信息存在；仅有这些仍不够，要形成共同体，还需通过虚构信息达成群体共识。

虚假信息的效力依靠信息不对称。虚构信息不同，其效力建立在信息对称的共识之上：我们共同相信，并且彼此知道对方也相信。虚假信息的发出者是个体，虚构信息的发出者是整个共同体。“我骗你”变成“我们都同意相信它”。最早虚构共识，如图腾与始祖神话，是反复讲述、文化传播中自发凝结而成。共识一旦形成，基于共识可能形成某些共同规则，涌现出共同体秩序；此后，秩序运作和传承进入有意识建构阶段。文明成熟后，法律、货币、制度等虚构秩序，即这种建构的产物。

互动秩序只在个体之间有效；共同体秩序不同，它有共享的群体共识，能够协调共享同一共识的陌生人。造物秩序和生理秩序由真实信息直接规定；互动秩序由互动演化沉淀而成；共同体秩序则靠信息对称的集体共识，先涌现，再建构。

4.4 共同体秩序的演化

生理秩序演化体现在生命体由简单到复杂、由低阶到高阶。互动秩序演化包括信息能力军备竞赛，从寄生到共生、从竞争到合作；合作又从双方扩展到多方，出现社会性生物。社会性生物是共同体出现的基础之一；共同体也是多方合作、社会性生物出现后，合作规模的延续、升级和扩展。共同体秩序涌现后，随即进入持续演化进程，合作规模持续接力扩展。其演化在两个尺度上展开。

微观尺度上，共同体秩序把虚假信息、欺骗行为等各种违规行为纳入自身框架加以约束。虚构共识划定信任底线，把违规控制在制度秩序之内。个体在规则边缘试探、偶尔突破，暴露出秩序漏洞；每一次都驱动修补或创建新制度，完善共同体秩序。各种违规行为在受限范围内持续变异，成为共同体秩序升级的驱动力。

宏观尺度上，虚构信息在历史中持续演化。当旧共识无法回应新现实，替代性叙事在边缘积累到一定程度，就触发主动跃迁。以近代史为例，自由与平等价值观在等级秩序裂缝中生长数百年，启蒙运动把它推向共识中心；此后的选举权扩展、平等理念深化，都是这一跃迁的延续。

更宏观地看，虚构信息的自我强化还体现在“规模—秩序”正循环中。共同体规模越大，财富总量越大，能支付更昂贵秩序成本，同时人均秩序成本更低。规模越大，演化量越大，秩序越可能精细，机会越平等。对个体而言，秩序精细、机会平等，收益高、成本低，即收益最大化。机会平等使每个成员才能得到更充分发挥，带来更高效率、更快进步。效率高、进步快，整体收益大，直接推动共同体秩序迭代升级，也间接推动虚构信息加速演化。虚构信息演化加速，又孕育出更普适共识，带来更普适秩序，进而支撑更大规模共同体；规模再扩大，回到起点，启动新一轮升级。从图腾到宗教，从禁忌到法律，从物物交换到货币，都是虚构信息与共同体秩序演化迭代升级的结果。

造物秩序和生理秩序由物理真实信息直接规定，是自然科学的研究对象；互动秩序由生命能动性在演化中沉淀而成，介于自然科学与社会科学之间，博弈论研究它；共同体秩序由集体共识建构，多是社会科学研究对象。三类秩序被划分给不同学科，但演化现场不分学科，而是有连续叙事，也有相通逻辑。用同一套机制理解这一连续过程，比用割裂的学科视角更贴近事

实。这既是在描述不同秩序的演化，也是在贯通自然科学与社会科学。

5 共同体的能力与增益

5.1 调度能力

虚构信息有一种核心能力：调度。这是真实信息和虚假信息均不具备的。真实信息指引个体获取资源，虚假信息操纵现有资源分配；虚构信息则能把信息功能从指引、操纵升级为调度，在共同体范围内调配资源。调度，即根据环境变化和群体需要，把人力、物力、知识调到最需要的地方。

调度在人类历史中反复出现，形式不同，逻辑一样。灾害时，调储备粮赈灾，迁人口避灾，集中工具和人力修复设施；战争时，把物资、兵员集中到前线，后方转为战时生产；大型工程中，调用数万劳力和大量石材，持续数十年；科技开拓中，把分散研究者整合成团队，在天文、航海、医学等领域实现系统性探索。从这些案例可见，有无调度能力差别直接：没有调度能力，随机意外、自然灾害、突发事件随时可能危及生命，需要建设重大工程、突破重大科技时也只能放弃；有了调度能力，这些均可应对。个人无法承受的灾害，共同体可调动资源抵御；重大工程和科技，共同体可组织大规模协作建设和攻关。

调度的前提是虚构信息。粮食调配、战争动员、大型工程、科技开拓等大规模调度，均需成员之间信任和协调；而信任和协调靠共同相信并执行的虚构信息，如储备制度、国家认同、统一规划、学术共识。这些虚构信息不直接对应物理实在，但被足够多人共同相信，因此产生真实效力。没有它们提供的信任基础和协调依据，大规模调度无法进行。

5.2 四大增益

调度带来的收益至少有四个方面。

第一，抢占高阶生态位。个人无法猎杀猛犸象，一百个共享图腾的猎人就能把巨兽变成部落食物。协作规模每扩大一倍，能捕获的猎物尺寸就上一个台阶。人类由此站上顶级生态位；每一次生态位跃升，都意味着新的能量来源。

第二，拓宽生态位宽度。食物、衣物、住所每一类都有多种来源：食物可采集、狩猎、种植；衣物可来自兽皮、纤维；住所可用洞穴、木料、茅草。分工让多种生产可同时进行。人类由此能同时利用多种资源，并实现跨地区、跨季节利用。生态位越宽，抗风险能力越强。

第三，提升捕能效率。分工让人专注一件事，技艺越来越精。追踪者熟悉动物习性，制矛者反复试验石料打制角度，采集者记住上百种植物的辨识特征。技艺越精，产出越高。农业革

命后效率进一步提升；冶铁、纺织等技术在专业化中不断突破，贸易把不同地区产出连成互补系统，进一步放大效率优势。

第四，系统化发掘信息。有人追踪兽迹，有人制作矛尖，有人记住可食植物分布和季节。每个人在自己领域发现新信息，分散信息通过语言共享，使群体信息发掘速度和总量远超任何个人。信息发掘从个人偶然变成群体专门化，传承从家族记忆变成共同体的代际积累。进步由此实现质的飞跃。

6 史实检验

前文建立了正循环机制，展开了无限可能、三种信息、三种秩序、调度能力。如果这套框架成立，它应在生命史和人类史上留下可检验印记。以下用演化史事实检验。

6.1 生命跃迁加速

第 1.3 节论证了正循环不仅螺旋上升，而且循环在加速。由此可推出：生命实现能力跃升所需时间应越来越短。以下为生命史与人类史重大跃升节点的时间数据，用以检验这一推论。

表一：生命与文明演化跃升时间表

序号	起始节点	到达节点	到达节点时间（约）	跃升用时（约）
1	地球形成	最早生命（原核生物）	38 亿年前	7.4 亿年
2	最早生命(原核生物)	真核生物	21 亿年前	17 亿年
3	真核生物	多细胞生物	10 亿年前	11 亿年
4	多细胞生物	埃迪卡拉生物群	5.75 亿年前	4.25 亿年
5	埃迪卡拉生物群	寒武纪生命大爆发	5.4 亿年前	3500 万年
6	寒武纪生命大爆发	硬骨鱼类	4.2 亿年前	1 亿年
7	硬骨鱼类	肉鳍鱼类（登陆先驱）	3.75 亿年前	4500 万年
8	肉鳍鱼类	羊膜动物	3.1 亿年前	6500 万年
9	羊膜动物	哺乳动物（出现）	2.3 亿年前	8000 万年
10	哺乳动物（出现）	灵长类动物	6600 万年前	1.64 亿年
11	灵长类动物	南方古猿（直立行走）	400 万年前	6200 万年
12	南方古猿	能人（制造工具）	240 万年前	160 万年
13	能人	直立人（用火）	180 万年前	60 万年
14	直立人	智人（现代人类）	30 万年前	150 万年
15	智人出现	行为现代性（认知革命）	7 万年前	23 万年
16	行为现代性	最早洞穴艺术（原始文化）	4 万年前	3 万年
17	最早洞穴艺术	农业革命（驯化动植物）	1 万年前	3 万年
18	农业革命	最早文明与成熟书写系统	5400 年前	4600 年

19	最早文明与成熟书写系统	铁器时代	3200 年前	2200 年
20	铁器时代	造纸术（中国西汉）	2200 年前	1000 年
21	造纸术	印刷术（中国雕版印刷）	1400 年前	800 年
22	印刷术	古腾堡活字印刷	1440 年	约 600 年
23	古腾堡活字印刷	工业革命	1760 年	320 年
24	工业革命	电报（电信开端）	1837 年	77 年
25	电报	电子计算机	1945 年	108 年
26	电子计算机	互联网	1969 年	24 年
27	互联网	智能手机普及	2007 年	38 年
28	智能手机普及	生成式 AI 大模型	2022 年	15 年

说明：表中时间为约数，综合自古生物学、人类学与科技史通行的宏观年代框架，取学界较常引用的中间值。不同文献对部分节点的定年存在差异，本表用于呈现宏观趋势，不作精确定年依据。

下面对表格中跃升用时数据作归纳。生命演化史的跃升用时：从生命起源到埃迪卡拉生物群，跃升用时在十几亿年到几亿年之间；从寒武纪大爆发到南方古猿出现，在 1.6 亿年到几千万年之间；从南方古猿到现代行为，在 160 万年到 23 万年之间。人类史的跃升用时：从智人出现到农业革命，在 23 万年到 3 万年之间；从农业革命到发明造纸术，在 4600 年到 1000 年之间；从造纸术到工业革命，在 800 年到 320 年之间；从工业革命到电报 77 年，电报到电子计算机 108 年；电子计算机到生成式 AI 大模型，跃升用时在几十年里波动。

跃升用时呈现越来越短的趋势，与第 1.3 节提出的正循环螺旋上升并加速的推论一致。正循环机制得到事实支持。若将地球 46 亿年换算为一年，1 分钟约等于 8750 年，1 秒约等于 146 年；农业革命不过一分多钟，人类开启文明不到一分钟，开启工业革命不到两秒。

跃升用时也有剧烈波动。小行星撞击、火山爆发、地球环境剧变是环境外因，不在正循环机制之内；外因可能带来倒退、打断进程、减速。生命演化中的创新进步，是在能力有限条件下开拓进取，依靠随机变异、盲目试错实现突破；随机变异、盲目试错本身存在巨大不确定性，这是演化自身的内因。外因、内因都会造成跃升用时巨大波动，显著波动也就自然存在。正循环不保证每一步都比前一步更快，但在足够长宏观尺度上，趋势朝向越来越快方向。

这一趋势并非完美数学函数，而是统计意义上的底层节律。加速趋势表明，正循环提供的条件改善至少在大时间尺度上超过了难度增长；但每一步跃升的绝对难度不可通约，条件改善与难度增长的消长关系、加速是否存在上限，仍是开放问题，不能由表一简单外推。

6.2 灾后重建更快

正循环如果成立，还可推出另一推论：生命的信息遗产越丰富，完成相同演化成果所需时

间越短。无信息遗产的演化必须从零发明；有信息遗产的演化只需在已有基础上重新组装。以下用一次正常演化和五次灾后重建检验这一推论。从多细胞生物初现到埃迪卡拉生物群的正常演化，是无信息遗产的从零创新；公认的五次生物大灭绝后的恢复性演化，属于有信息遗产的灾后重建[9]。考察起点均为物种数量处于极低水平，考察终点均为较高多样性水平，在相近演化成果基础上对比所用时间。

表二：早期演化与灾后重建对比

序号	事件	考察起点	考察终点	用时（约）
1	多细胞生物到埃迪卡拉生物群	多细胞生物初现，物种数量极少	埃迪卡拉生物群，大型复杂多细胞生物首次繁荣	4.25 亿年
2	奥陶纪末大灭绝	约 85%海洋物种消失	志留纪至泥盆纪鱼类多样化达到新高峰	2000 万至 3000 万年
3	泥盆纪后期大灭绝	约 75%海洋物种消失	石炭纪两栖类繁荣，陆生生态系统重建	1500 万至 3000 万年
4	二叠纪末大灭绝	约 96%海洋物种消失	三叠纪中晚期生态多样性恢复到较高水平	800 万至 1000 万年
5	三叠纪末大灭绝	约 80%物种消失	侏罗纪恐龙辐射达到新高峰	500 万至 1000 万年
6	白垩纪末大灭绝	约四分之三物种消失	新生代哺乳动物辐射，生态多样性超过灭绝前	300 万至 500 万年

上述用时均为学术界的近似范围，不同研究存在差异，但数量级一致，不影响对宏观趋势的判断。

多细胞生物到埃迪卡拉生物群用了 4.25 亿年；五次大灭绝恢复用时集中在数千万年到数百万年。同样是物种数量从极低水平恢复到较高多样性水平，没有信息遗产时耗时以亿年计，有信息遗产时耗时以百万到千万年计。灾后恢复远快于从零创新，这一事实支持信息遗产加速重建的推论。

6.3 次级推论与反例

从核心推论可延伸出两个次级推论。五次大灭绝恢复时间均为近似范围，样本有限，古生物学证据仍在不断更新。在这些局限前提下，以下次级推论效力有限，仅供参考。

次级推论一：越往后的灾后重建，恢复时间越短。原因是越晚的演化时代，信息遗产越多，恢复越快。表格数据大致支持这一规律：奥陶纪末恢复用时 2000 万至 3000 万年，是五次恢复中最长的；此后泥盆纪后期、二叠纪末、三叠纪末、白垩纪末恢复用时整体趋势持续缩短。但受限于数据范围重叠与样本有限，这一次级推论的效力弱于 6.2 节的核心推论，只宜视为趋势性支持。

次级推论二：灾难越惨烈，幸存物种越少，信息遗产越少，恢复越慢。这一推论与数据不符。第三次大灭绝即二叠纪末大灭绝最严重，约 96%海洋物种消失［10］，但其恢复时间远短于第一次奥陶纪末大灭绝。推论失败的原因，可能是默认幸存物种数量等价于信息遗产多少。信息遗产的衡量不只看幸存物种数量，还要看物种复杂度与相对高阶程度。若以此为修正标准，则又与次级推论一一致：时代越晚，可能演化出的物种数量越多、复杂度越高。此外，也可能存在目前未知的环境外因或生物演化自身内因。检验至此完毕，以下进入讨论。

7 讨论：概念选择与方法论说明

本节为讨论性说明，旨在交代概念选择与方法论立场，不构成与前述机制建构、史实检验并列的独立论证环节。

7.1 为什么选择能量与信息

本文选择能量与信息作为观察生命世界的基本入口，理由有五。其一，在经典物理学中，构成宇宙的基本要素是能量、物质、时间和空间；在前沿物理学探索中，赛斯·劳埃德在《编程宇宙》中提出，能量与信息是宇宙的两大主角［11］。这是一个颇具争议的观点。其二，在系统科学中，物质、能量和信息被视为构成任何系统的三大基本要素［12］。其三，在生命科学中，生命三大要素是物质、能量和自我复制；自我复制对应信息传承，因此三大要素也就是物质、能量和信息。其四，爱因斯坦质能方程已揭示物质与能量可相互转换；物质与能量选择其一便可满足需要。其五，物质对生命个体固然重要，如缺乏微量元素足以危及生命；但在地球生态系统尺度上，物质近乎完全循环利用，能量则截然不同：无论对生命个体还是生态系统，能量都只单向流经一次。这使得能量成为生命更刚性的约束。基于以上五因，本文选择能量与信息作为基本入口。

7.2 为什么采用信息而非知识

非生命物质的物理化学性质和规律，这些信息在生命起源之前就已在发挥作用。遵循这些信息，是生命系统实现自组织、自维持的基础，是生命起源的基础；发现并利用这些信息，是生命做三件事的基础，是生存繁衍、演化进步的基础。生命利用这些信息，起初是被动生化机制；在生物演化过程中，发掘积累信息则是“随机变异+自然选择”的被动筛选，这些都在无意识中完成。随着生命演化迭代，人类拥有认知能力、意识、想象力、逻辑能力等高阶智慧能力；在这些能力加持下，发掘并利用万物信息进入主动、有意识阶段。在语言、书写系统等信

息载体辅助下，信息实现横向传播。在此过程中，人类把这些信息称为“知识”。

“知识”这一称呼在人类文明阶段出现。在漫长演化史中，人类对信息的掌握经历了从无知到有知的过程。在文明史阶段，一份知识在历史演进中大致呈现五个阶段：无知—神秘—知识—普及—机器化。人们对待知识的态度也随之呈现：恐惧—神圣—敬畏—尊重—客观认知。对于同一份知识，恐惧是因为无知；神圣是因为极少数人掌握并由此拥有特权；敬畏是因为有扩散但未普及，掌握知识者具有明显优势；尊重是因为比较普及，仅有较小竞争优势，掌握知识便能从事相应工作、产生收益；客观认知是因为知识被编码赋予机器，机器代为工作并普及后，人不再需要亲自掌握，它也不再构成获取竞争优势的条件，尊重消退，转为客观认知。到了客观认知阶段，知识褪去神圣性，回归为信息。因此，知识只是信息被人类发现并珍视的一个阶段。选择用信息，是为了把视野从人类扩展到生命，从生命扩展到宇宙。生命利用信息，不是利用知识；生命发掘信息，不是发明知识；人类发现新知识，是有意识发掘、利用信息的一个阶段。选择采用信息而非知识来概括宇宙万物的性质、状态、规律、法则，是因为信息比知识更基本、更客观、更普适。

7.3 能量与信息框架的解释力

能量是一切活动的根本动力；信息是宇宙万物的性质、状态、规律和法则。有了能量，就有了一切活动的动力；有了信息，就有了一切活动的规则、模式和方向。因此，用能量与信息，几乎可以解释宇宙中的一切活动。本文以二者为底层视角，旨在将分散于不同学科的生命史与文明史发现串联为逻辑连贯的整体。

7.4 有关信息的定义

信息一词在不同学科中含义不同。本文所用信息，与信息论、物理学及周理乾讨论的信息有交集也有区别。以下以一滴水为例说明各层面信息。

一滴水的例子。肉眼看，一滴水干净、透明、无杂质。当今科技条件下，能观察到其中有固体颗粒杂质、微生物；通过化学检测，还有其他化学杂质、离子；通过当今科学知识，知道其中有水分子、氢原子、氧原子等。在古代认知里，它只是一滴水，不存在分子、原子、微生物概念。

信息论里的信息。香农信息论中的信息更多属于认知论层面，是度量性概念。在古人眼里，这滴水有“是否干净”的不确定性，没有分子、微生物等概念。古人甲视力极好，在光照射下偶然看到其中有杂质，甲就多得到一些信息；古人乙视力不够好，没看见。乙要确定水是否有

杂质，需要甲给他传达信息。传达的信息差可用香农信息量度量。它衡量不确定性的消除，依赖接收者知识状态。

物理学里的信息。物理学中的信息很大程度上受香农信息论影响。对于一滴水，已确知部分为已获得信息，未确知部分用熵衡量不确定性大小。这是物理学处理信息问题的主要方式。物理学内部对信息的理解并不统一：有的物理学家从本体出发，把信息理解为物理系统固有结构；有的从认知出发，把信息理解为对系统状态的认知。不统一的核心问题是：信息到底是本体论层面还是认知论层面。这一问题在信息论、哲学中同样存在。

本体论立场认为，信息是万物固有的性质、状态、规律和法则。水里的离子、原子、分子的性质、状态、规律，不管是否被认知，都客观存在；信息不依赖认知主体。认知论立场认为，信息是对万物性质、状态、规律和法则的认知；主体认知到了，信息就存在；没有认知到，就不存在信息，只存在万物的性质、状态、规律和法则；信息是认知活动的结果。

本文选择本体论［13］。在本文框架里，生命利用信息做三件事，从原核生物到人类都是相同逻辑。认知论使信息范围受限于认知能力；但在生命史上，认知能力是逐步涌现的，没有清晰分界线。若采用认知论，就必须在某处切开：有认知能力叫信息，缺乏认知能力就不叫信息，只叫万物性质、状态、规律。不论切在哪里，都会使本文统一表述断裂，不能实现用同一框架贯通整个生命史。因此，本文采用本体论的信息。在一滴水例子里，就是水里的所有能量、物质、微生物，包括超出当今人类认知能力的能量或物质，它们的性质、状态、规律、法则，都是信息。古人不知道水里有分子、微生物等，但它们的性质、状态、规律和法则一直在那里。这些信息不依赖认知主体而客观存在。

需澄清的是，本文的虚假信息、虚构信息不属于认知论信息。认知论信息以认知主体的认知状态为本体，未被认知便不存在；虚假信息与虚构信息则不取决于某个主体是否认知到它们，而取决于生命能力、信号系统与集体共识。它们的本体是相应的生命能力与生命活动，不是认知状态。若换回“信息是万物性质、状态、规律、法则”这一定义，它们就是生命的性质、状态、规律在生命活动中的表现。

本文信息与周理乾的信息。本文信息从下往上，基于能量、物质及生命演化：能量物质演化对应物理真实信息；生物演化有生物真实信息，也涌现虚假信息；人类演化有真实信息、虚假信息，还涌现虚构信息。本文沿演化史，看信息如何从物理层面逐步长出意义和规范。周理乾的信息从上往下，基于哲学分析，从概念出发将信息区分为结构信息、指称信息和规范信息三个层次，指出后者依赖前者［14］。两条路径方向不同、出发点不同，但初步判断指向的东

西也有接近之处：真实信息与结构信息，生物虚假信息与指称信息，人类虚构信息与规范信息，各自有所对应。此处只是初步判断、大致对应；两个框架分类标准和理论目标不同，不能简单等同。

参考文献

[1] Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423; 27(4), 623–656.

[2] Mesoudi, A. (2011). *Cultural Evolution: How Darwinian Theory Can Explain Human Culture and Synthesize It with the Social Sciences*. University of Chicago Press.

[3] Cantor, G. (1891). Über eine elementare Frage der Mannigfaltigkeitslehre. *Jahresbericht der Deutschen Mathematiker-Vereinigung*, 1, 75–78.

[4] 莱布尼茨. (1982). 《人类理解新论》（陈修斋译）. 商务印书馆.（原版 1765 年）

[5] Ruxton, G. D., Sherratt, T. N., & Speed, M. P. (2004). *Avoiding Attack: The Evolutionary Ecology of Crypsis, Warning Signals and Mimicry*. Oxford University Press.

[6] Searle, J. R. (1995). *The Construction of Social Reality*. Free Press.（中译本：塞尔，《社会实在的建构》，上海人民出版社，2015 年）

[7]Tomasello, M. (2014). *A Natural History of Human Thinking*. Harvard University Press.（中译本：托马塞洛，《人类思维的自然史》，北京师范大学出版社，2017 年）

[8] Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The Ants*. Harvard University Press.

[9] Raup, D. M., & Sepkoski, J. J. (1982). Mass Extinctions in the Marine Fossil Record. *Science*, 215(4539), 1501–1503.

[10] Benton, M. J. (2003). *When Life Nearly Died: The Greatest Mass Extinction of All Time*. Thames & Hudson.

[11] Lloyd, S. (2006). *Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos*. Alfred A. Knopf.

[12] 苗东升. (2010). 《系统科学精要》（第 3 版）. 中国人民大学出版社.

[13] Floridi, L. (2010). *Information: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.

[14] 周理乾. (2021). 论信息的统一理论. 《自然辩证法研究》, 37(3), 33–39.