能量，演化的动力源

前三期建立了正循环框架、合作构造力、幸存者偏差，第四期交代了之一论、概率思维、无尽切换视角三个方法。本期在之一论框架下展开能量维度。

能量是生命与文明演化的动力源。在“提供动力”这个功能上，它是唯一的、根本的。但在“成为幸存者”的全部要素中，能量只是基础之一、必要条件之一。

1. 能量驱动生命

能量是宇宙一切活动的根本动力。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，所有活动都以能量为动力。生命同样以能量为根本动力，体现在三方面。

第一，生命活动。生命的生存、繁殖等所有生命活动，都以能量为动力。没有能量的持续输入，新陈代谢、生长修复、运动感知，一切机能立刻停摆。

第二，生物变异。基因突变、染色体重组这些变异，发生时要靠能量推动其物理化学过程。环境里的高能辐射、化学物质是外因，体内的代谢副产物是内因，都可能诱发变异。外因与随机性最终可追溯至能量的表达；内因可追溯至物种的生命史、生活史与环境史，背后仍是能量的表达。外因和内因全都以能量为动力。

第三，生命起源。从无机物到有机小分子，从有机小分子到生物大分子，从生物大分子到原始生命，每一步合成都需要能量。原始汤里的闪电、深海热泉口的化学梯度，不管哪种假说，生命起源都是能量驱动的。

从生命起源到生存繁衍、变异创新、演化进步，再到环境变迁，全都以能量为动力。但它不是唯一原因，动力只是基础之一。

2. 生命捕能

能量守恒，不生不灭，无法被凭空创造。一切生命活动又都必须以能量为动

本文为系列论文第 5 篇，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。

力。因此，生命只能从外界捕获能量。在能量传播、扩散、转换、转移的途中，生命将其捕获，为己所用，以维持生存、繁殖和发展。薛定谔的“生命以负熵为生”，在此可简化为：生命以捕能为生。

生态系统中的生物可分为生产者、消费者、分解者。生产者捕获环境中固有的能量。植物捕获太阳光能，某些细菌催化并捕获环境中的化学能。消费者通过掠夺其他物种获取能量。鸟吃虫，虫吃草。分解者催化分解有机质，获取能量用于自身代谢，同时将无机物返还环境，完成物质循环。

生命获取和利用能量，无非两条路径：开源与节流。开源是发掘新的能量来源。宇宙广阔，能量近乎无限，生态位跃升暂无上限，生命的发展与跃升主要靠开源。节流是节能，提高能量利用效率。存在物理上限，即热力学与工程学中的能效上限，例如热机受卡诺效率限制。

3. 生命趋能性

生命必须捕获外界能量以维持生存、繁衍与发展。为了更高效地捕获能量，生命演化出趋能性，即趋向更多能量、更容易获取之处的特性。经过数十亿年的演化筛选，不具备趋能性的生物被淘汰。现今幸存的生命，都具有趋能性。例如，植物向光生长，大肠杆菌向营养浓度高处移动，以及“鸟为食亡，人为财死”，这些现象背后的共同原因，正是生命的趋能性。

自发过程中，能量从高势能位流向低势能位。这是能量的性质，是热力学第二定律，也叫熵增定律。水往低处流，是能量自发流动方向。生命趋能性的方向与这个自发方向相反，趋向高处。演化到人类，出现“人往高处走”。

生物的趋能性，与社会科学中的经典观察相通。司马迁言“天下熙熙，皆为利来；天下攘攘，皆为利往”。《国富论》中的“经济人”假设也是同样的逻辑。

趋能是趋利的一个方面。“利”不止包含能量，还包含了维持生命生存繁衍的所有环境资源要素。

趋利加避害便是趋利避害，这是所有生物的本能。人类在理性和计算能力加持下，出现“理性经济人假设”。由一群理性经济人，可自发形成市场。自发的市场有平衡供求、配置资源的功能。从物理到生物再到社会经济，贯穿着一条逻辑线：能量是一切活动的动力→生命必须捕能→生命具有趋能性→趋利避害→理性经济人→市场。

这条逻辑线呈现出置信度梯度。越靠近前端，要素越单一、能量性质越固定、越可预期，规律知识的置信度越高。越往后端，要素越多越复杂、要素之间的关联越复杂、要素的紧急程度与重要程度越复杂多变、复杂度与变量急剧增加，未解之谜越多、越深，知识规律的置信度越低。

4. 七个细分维度

生命可控可用的能量，影响生命的能力大小、收益大小。它是决定能力与收益的重要因素。在能量这个大维度上，可以存在非常多的细分维度。按第四期讲的之一论方法，不追求完整答案，而是采用分工，每个要素只给出它自身范围内的解答，只宣称它能起的作用程度。这里从已有知识当中，挑选七个有代表性的细分维度，作为示例分析。

表 1 能量七个细分维度

序号	细分维度	定义与说明
1	能量总量	可控可用能量越多，能做的事越多。
2	能量获取效率	单位成本或单位时间获取可用能量的效率。本文除非特别说明，均指单位成本效率，即收益成本比。
3	能量密度	单位体积或单位质量蕴含的可用能量越高，能实现的功率越大、设备越精巧。
4	能量势能位	可用能量所处的势场位置越高（如温度、电压、压力），能驱动的物理或化学过程越高级。
5	掌控精度	对能量释放、转化、控制的空间或时间分辨率越高，能实现的工

		艺越精密，如激光加工、芯片光刻。
6	掌控时长	能够持续掌控能量的时间越长，能完成的复杂过程越多，如冶炼、航天供电。
7	能量利用效率	利用能量的效率越高，成本越低，收益越大。

人类在可控可用能量上，上述七个细分维度的指标越高，发掘信息、创新突破的能力就越强。能开展更多、更深入的实验，观测更微小的结构，验证更精准的理论，从而获得更精准的知识信息。同理，利用能量改造环境与制造人造物时，能力越强，越能创造更多物质财富，所建构的造物秩序也越精密，收益越大。

5. 可比性前提

在将七个细分维度应用到生命演化之前，需要先交代前提：任意要素的对比，都只有在可比条件下才有效力。不同生态位的物种，在不同维度上，无法直接比较优劣。老虎和猎豹，都是掠食动物，但一个在森林独居伏击，一个在草原奔跑追逐。能量来源不同，利用方式不同，约束不同。说老虎获取能量的效率比猎豹高，没有意义。以下是三种具有可比性的条件。

第一，相同物种不同个体，状态相近时可比。

同一物种，生态位相同，可控可用能量相同，在状态相近的条件下，不同个体之间具有可比性。状态不同时，不能直接比较。比如，某个个体刚吃饱，放下食物去找水喝，另一个饥肠辘辘急切需要食物。此时，不能说刚吃饱的没有趋能性，扑向食物的有趋能性。状态不同，行为差异不反映能力差异。

第二，生态位高度重叠的不同物种，在直接竞争的维度上可比。

两个物种争夺同一资源，比如两种食草动物竞争同一片草场。在它们直接竞争的维度上，具有可比性。竞争越直接，可比性越强。

第三，不同物种在某个共同维度上形成竞争时，在该维度上可比。

掠食动物与食草动物，生态位不重叠，但在奔跑速度上形成竞争。猎豹跑得

慢就捕不到猎物，羚羊跑得慢就被捕食。在奔跑速度这个维度上，两者可比。但这种可比性仅限于该维度，不能扩展到其他维度。不能说猎豹在奔跑速度上优于羚羊，就在其他维度上也优于羚羊。

三种条件有一个共同点：可比性总是相对于某个维度、某个条件而言的。离开维度和条件，泛泛地说“谁更优”，没有意义。这一“可比性前提”是全文的方法论原则。

6. 收益成本比

在第 4 节七个维度中，对生命演化中的“适应度”而言，获取能量的收益成本比，可能是最重要的细分要素之一。

生命从无到有、从低阶到高阶，生命能力由无到有、由弱到强。相对于每个当下要解决的问题，生命能力始终很有限。而且，演化在绝大多数时候是平衡渐进的，优胜劣汰的压力始终都在。这意味着生命在每个当下都必须做取舍：有限的能量和资源，究竟该投到哪里去。取舍的标准，是净收益。没有净收益，当即出局；净收益太少，可能下一步就出局。在能量细分维度里，获取能量的收益成本比，同时衡量收益和成本，直接关联净收益。所以，获取能量的收益成本比成为最直接的筛选基准之一。

能量在每个生命体中只单向流经一次，是生命的刚性约束。以尽量少的成本捕获尽量多能量，维持每个当下的生存繁衍，是生命体在能量维度上最重要的筛选基准之一。

简单低阶生物不会评估计算收益成本比，但自然选择会筛选出恰好更优的个体。植物将根系伸向更深处，需要平衡生长根系的成本与获取水分养分的收益。捕食者追击猎物，需要权衡追击消耗的能量与捕获后获得的能量。不计成本的个

体，会因整体效率低下而在长期竞争中被淘汰。

收益成本比高的个体，可以用更少投入获得更多能量，在生存竞争中逐步胜出。从个体自身角度出发，只考量自身收益成本比，这与“理性经济人假设”的道理相通：在有限条件下追求自身收益最大化。

7. 细分维度与演化筛选

捕获利用能量是生命获得幸存的前提之一。人类科学革命之前，对能量的各个细分维度，并没有清晰认知。科学革命至今约四百年，这在数十亿年的生命史里不过一瞬间。但就是这“一瞬间”，人类极大地提高并拓宽了自身的生态位。在科学革命之前，生命史与人类史的演化进步速度很慢，七个维度的规律特征并不明显，但它们确实存在。在可比条件下，在能量的七个细分维度上，指标更优的个体，往往更容易获得生存繁衍。

表 2 细分维度与演化筛选

细分维度	在演化筛选中的表现（同一物种不同个体的竞争）
能量总量	获得能量多的个体有优势，更容易成为幸存者。同物种内，获得能量总量多的个体往往体型更大，生存繁衍也更强大。
能量获取效率	单位成本或单位时间获取可用能量的效率。效率高的更可能成为幸存者，上一节已详细展开。
能量密度	脂肪是能量密度最高的生物组织。在食物短缺的季节，脂肪储备比例高的个体能更长时间存活。
能量势能位	电鳗利用高电压势能击晕猎物，若某条电鳗电压太低或电量太小，相对于其他电鳗便缺乏生存优势。游隼高空俯冲加速捕猎，若某只游隼经常飞行高度不足，重力势能不够，加速不够，捕猎时即处劣势，长此以往容易被淘汰。
掌控精度	动物的动作精度、把握时机的准确度、种子休眠的时间精度，比如胡兀鹫高空抛骨摔碎的精度，都属于这一维度。精度高的个体更易获得食物或避开危险。
掌控时长	休眠、冬眠等技能使生物能够更长时间地低能耗生存，从而度过资源匮乏期。能够更长时间更精准调控能量消耗的个体更具生存优势。
能量利用效率	在一定时空范围内，可用能量总是有限的，要提高生命力就必须提高能量利用效率。利用效率高的个体可以用同样能量做更多事，从而在竞争中胜出。能量利用效率存在物理上限，即热力学定律规定的能效极限。

从单细胞生物到狮子、大象等复杂高阶生物，在可比条件下，如果其他方面都相同，只在某个细分维度上存在差异，指标更优者，往往更容易获得生存繁衍。

但并不保证指标优者一定能胜出，因为还存在大量“环境随机匹配”的运气。

8. 生命造物的能量逻辑

对于生物造物和人造物，能量同样是它们获得存续的筛选标准之一。鸟巢要求保温节能。黑猩猩修整树枝钓白蚁，提高食物获取效率。

人类制造工具和机器，核心逻辑是为了更高效、更低成本地获取收益。从石器刀具到当今刀具，从算盘到计算芯片，从蒸汽机到电动机，显示出清晰的规律：越来越高效、越来越节能。“高效”指功能更强大，单位时间或单位投入获取更多收益，即提高收益。“节能”指完成同样功能消耗更少能量，即降低成本。

不同生态位的生物无法直接比较各细分维度上的优劣。同样原理，在人造物世界中，使用场景决定人造物的各项前提基础和功能要求。一辆汽车与一艘轮船处于不同使用场景，两者无法直接对比。在相同使用场景中，各细分维度才成为衡量人造物竞争力的有效标尺。以一辆小汽车为例：

表 3 小汽车中的能量细分维度

维度	在小汽车中的体现
能量总量	油箱大小或储电量，影响续航和提速性能
能量获取效率	单位成本（油价/电价）及加能便捷程度
能量密度	单位质量储能（影响续航和车重）
能量势能位	电力优于燃油（更高势能位，可做更多事，如可放电）
掌控精度	操控精度、智能化程度
掌控时长	续航里程，停车时空调续航等
能量利用效率	单位里程能耗

人们在购买汽车时，上述细分维度往往是考量因素。因此，在既定使用场景中，各细分维度上更具优势的人造物，更有可能被持续制造、使用、传承和研发升级，从而在技术史中幸存下来。反之，低效、耗能、不经济的人造物则容易被淘汰，退出历史舞台。

生命造物的演化与生物演化遵循相同的能量逻辑：各细分维度上的优劣对比，

必须在相同使用场景下，在可比条件下，进行比较才有意义。这是我们能看到形形色色人造物的原因，它们各自面对不同的使用场景，在各自的维度组合上达到局部最优。

9. 能量与文明等级

人类社会的组织、国家、文明体，能量同样是它们成为幸存者的衡量标准之一，是它们演化的方向之一。人类掌控能量的水平，影响科技水平、武器水平以及文明等级。1964 年的“卡尔达肖夫指数”核心逻辑是：一个文明的先进程度，取决于它能够掌控和利用多少能量。

能量势能位越高，能够突破的物理世界固有壁垒越多，能够驱动物质重组与结构改造的程度越深，技术可能性的空间越大。能量势能位达不到燃点，就无法生火。达不到冶炼青铜的温度，就不会有青铜器。达不到冶炼铁器的温度，就不会有铁器。人类能够掌控的能量势能位越高，科技水平越高，武器威力越大。

表 4 能量细分维度与文明军事意义

阶段	总量	密度	势能位	精度	时长	文明与军事意义
用火	低	低（生物质）	260~300℃	粗放	小时级	脱离动物界，防御野兽
冶炼青铜	中	木炭，提升	800~1000℃	粗放	小时级	青铜工具与武器，文明诞生
冶炼铁器	中高	木炭+鼓风	1100~1500℃	粗放	小时级	铁兵器普及，农耕生产力飞跃
蒸汽机	中高	煤，高密度	压力势能	机械控制	持续运转	工业革命，蒸汽战舰与火车
内燃机/电	高	油/气，极高	高温高压/电磁	毫秒级	持续	汽车、飞机、电网，现代战争
核能（裂变）	极高	核燃料，极高	原子核内核力势能	中子通量精密调控	数十年（燃料周期）	原子弹、核潜艇、核电站
核聚变（未来）	近乎无限	氢同位素	1 亿℃以上等离子体约束	极高精度磁约束	秒~分钟级（攻关中）	无限清洁能源，星际航行

表格挑选列举了五个能量细分维度，文明的每一次重大跃升，都伴随着至少一个细分维度上的显著突破。但能量不是唯一因素。信息、合作、秩序，同样是

文明兴衰的基础之一。

能量势能、能量密度、能量总量，这三个维度与发展水平的关系，可以简化理解为：能量势能是“1”，能量总量是“0”。没有“1”，再多的“0”也无法赢得竞争。只有“1”没有“0”，则无法壮大。能量密度介于两者之间：总量大可形成高密度，如煤炭集中燃烧；高密度可转化为高势能，如高温蒸汽推动涡轮。当势能位差距不大时，能量总量仍可发挥作用。

10. 币往高处走

第 3 节讲了生命都具有趋能性，第 6 节讲了获取能量的收益成本比是筛选基准之一。这些特性随着演化迭代，从生物层面延伸到人类社会经济层面，便呈现为“币往高处走，货往低处流”。

所谓“高处”，是指能够以更低成本生产出更高价值货品的地方，即技术含量高、效率高的生产端。市场上的每个买家，面对同类型货品时，总是优先选择性价比更高的，同等质量价格最低，同等价格质量最优。买家计算的是“货品价值÷钱币”。买家手中的钱币流向性价比更高的商家，这就是币往高处走。

所谓“低处”，是指能够带来更高价值回报的货品使用场景。同一货品在不同场景中回报不同，回报越大的场景，其“势能位”越低，势差越大。卖家计算的是“钱币收益÷货品”。同样的货品，卖家总是优先卖给出价更高的买家，追求收益成本比最大化。买家愿意且能够出高价，是因为在他的使用场景中，使用货品的价值回报高。同样的采矿机器，在富矿的使用场景中“势能位”更低、回报更高。货品流向使用回报高的地方，这就是货往低处流。

买卖双方的行为遵循同一个逻辑：双方都在追求自身收益成本比的最大化，只是计算的具体内容不同。他们共同促成：币往高处走，货往低处流。

在资本市场里，上述逻辑同样成立，而且表现得更纯粹。资本市场中，钱币用于购买资产，如股票、债券、房产、衍生品。无论哪种形式，资本家控制下的资本钱币，受趋利避害、理性经济人的本性驱动，基于已有认知和展望未来，始终倾向于往高处走，寻找回报更高的地方。

“币往高处走”的七个理论依据。⑴马克思资本总公式（G—W—G’）。资本本性是价值增殖，必然流向能带来更高回报的地方。⑵理性经济人假设。微观个体趋利避害，以最小代价求最大收益，构成资本流动的微观动力。⑶费雪国际资本流动理论。利差驱动资本从低利率国家流向高利率国家。⑷托宾资产选择理论。资本在风险与收益间权衡，流向能优化整体资产组合之处。⑸马科维茨资产组合理论。追求风险调整后的收益最大化，引导资本流向更优资产。⑹麦克杜格尔模型。资本从边际产出率低处流向高处，直至两地收益率趋同。⑺信息经济学。市场机制借由信号传递引导资本流向高回报项目，但会因信息摩擦而扭曲。

11. 破坏容易建构难

自发过程中，能量从高势能位流向低势能位。这是能量的性质，是热力学第二定律，也叫熵增定律。熵增定律不可违背，无法被阻止。但能量耗散的速率，有序结构的耗损与建构，可以被改变。

从熵增定律出发，可以推导出一个判断：破坏容易，建构难。破坏秩序是顺应能量快速耗散、顺应有序结构耗损，容易实现。建构秩序是有序结构耗损的反方向，不容易实现。

统计力学有更基本的解释。玻尔兹曼将熵与概率联系：微观状态越多，熵越高，概率越大。无序状态远多于有序。散乱珠子有无数种排法，整齐的只有极少数。微小扰动就破坏整齐，但散乱不会自动排整齐。通向无序的路径远多于有序。

破坏容易，因为它顺应这个趋势。这个趋势在物理世界就成立，是“破坏容易，建构难”的基础。

顺应能量快速耗散、顺应有序结构耗损、破坏秩序，难度小、成功概率大、成本低，但长期收益小。阻碍能量快速耗散、阻碍有序结构耗损、建构秩序，难度大、成功概率小、成本高，但长期收益大。下面通过几个例子，说明这个不对称。

核聚变。同样是核聚变原理，人类第一颗氢弹爆炸已过去七十多年，普遍实用的可控核聚变技术至今未能实现。氢弹爆炸，是核能在极短时间内从高势能位猛烈耗散，顺应能量快速耗散，容易实现。可控核聚变技术，需要分步捕获利用能量，减缓能量耗散速率，至今未能实现。

水力发电。任由河水一泄而下，能量快速耗散，容易、代价小。拦截水流设置水力发电，减缓能量耗散速率，捕获水流势能转换为电能并利用，困难、成本高。

拆建。拆毁一座楼，顺应有序结构的耗损，相对容易、代价小，所需的知识和财富都少。建成一座楼，需要把材料组织成有序结构，是有序结构耗损的反方向，则不容易、代价大，所需的知识信息和财富力量都多。

武器。矛与盾也有这种规律。矛是进攻、破坏，偏向顺应有序结构耗损，相对容易、代价小。盾是防御、防止破坏，偏向减缓有序结构耗损，相对困难、代价大。进攻成本低与防守代价高的不对称，在导弹与导弹防御系统中尤为突出：不仅是造价差距，更关键的是研发难度，是“有”与“无”的问题。

组织共同体系统。系统内的破坏行动，单个成员即可发起，如破坏规则、挑起内部冲突、退出合作，是一票否决制。系统内的建设行动，通常需要所有成员

达成共识，如形成规则、制定制度、建立信任，需要全票通过。单方触发与多方共识之间的难度差距，是“破坏容易建构难”在人类社会秩序层面的具体表现。

阻碍能量快速耗散、建构秩序的生命活动，需要补充说明一点。生命演化有信息与秩序的传承。所有已经过演化验证的秩序，在复制建构时，成功概率并不小，甚至可以极高。生命繁殖，工业批量生产产品，良品率可以接近 100%。相对于顺应能量快速耗散、破坏秩序，复制建构秩序的难度和成本仍然更高。但相对于从零创新，复制建构的成功概率极大提高，难度和成本大幅下降。

破坏秩序的收益，是争夺存量的收益。秩序被破坏后，相应的功能或能力降低甚至丧失，功能或能力所创造的收益与财富增量随之减少，甚至归零，所以长期收益小。建构秩序的收益，是建构具有某种功能的有序结构、或建构具有某种能力的系统。其功能或能力在运行中创造收益与财富增量，长期运行便带来长期收益。

生命起源，是从无生命环境中涌现出生命。无生命世界提供了能量、物质和物理环境。除了这些资源，所有被生命世界识别为“收益”“财富”“增量”的东西，本质都是某种低熵有序结构。造物秩序、生理秩序、互动秩序、组织共同体秩序，具体如生物量、生物造物、人造物、无形财富，都是有序结构、有序系统。有序结构通过功能、有序系统通过系统能力，在长期运行中持续创造收益。

生命体和组织共同体，都是有序的生命系统，具有生命系统能力。生命造物，是具有某种功能的有序结构。它们相对于非生命的自然物品，都是有序的、不容易实现的小概率幸存者。

12. 光脚相关规律与文明趋势

第 11 节从能量性质推出一条规律：破坏容易，建构难。第 6 节从能量约束

推出一条规律：每个生命都只追求自身利益最大化。这两条规律的起点都是能量。

把这两条规律放在一起，作为前提条件。当存量多、收益大的强者，与存量少、收益小的弱者竞争时，便出现一种不对称。强者潜在损失大、风险大、收益低；弱者潜在损失小、风险小、收益高。于是出现“光脚不怕穿鞋的”。相关学术理论，已有如下表所列。

表 5 光脚相关规律

理论	创建人	核心内容
相对剥夺	斯托弗（默顿发展）	弱者因与参照群体比较而产生不公平感，获得打破现状的动机。
损失厌恶	卡尼曼、特沃斯基	损失的心理效用大于等量获益，强者保守，弱者敢冒险。
弱者的武器	斯科特	弱者以低成本日常反抗，持续消耗强者。
不合作/消耗战	博弈论研究	弱者拒绝合作、抬高对抗成本，使强者得不偿失。

这四个理论支撑同一个判断：强弱不对称时，弱者的破坏威胁是真实且低成本的。另外有“边际人/边缘人”“破坏性创新”“不对称创新”等，这里不展开。把上述所有相关理论统称为“光脚相关规律”。

光脚相关规律是社会秩序走向公平的驱动力之一。逻辑是：破坏容易，建构难，弱者的破坏威胁真实且低成本。如果社会持续不公，弱者的破坏优势持续积累，系统可能在“破坏容易建构难”的不对称下走向崩溃。在系统存续的压力下，秩序必须向更公平的方向调整。

文明趋势。

人类史上，特别是有记录的文明史阶段，呈现出一个趋势：社会秩序、共同体秩序越来越公平、普适、机会平等。“光脚相关规律”和收益成本比，都是这个趋势的驱动力之一。

时间越往前推，科技水平越低下，社会秩序在获取财富上的作用越小。以暴

力手段掠夺时，收益成本比越高，发生的可能性越大。于是越往前推，残酷、野蛮、战争越常见，灭族事件概率越高。当然，灭绝事件也有其他原因，如知识匮乏、信息传播不畅造成猜疑链。

随着科技和社会秩序提升，建构秩序的收益成本比越来越高，破坏秩序的收益成本比越来越低。一边是，知识积累让建构成本下降，制度完善降低互动成本、保护合作收益，分工协作持续创造增量收益。这与第二期《合作，生命系统秩序的构造力》的论证一致。一边是，武器更昂贵，战争破坏力更大，制度约束更强，破坏代价持续增大。财富形态也在变化，越来越依赖知识、协作、制度这些秩序本身。秩序被破坏，财富随之消失，财富不再是土地和资源的直接占有，破坏行动的收益持续减少。一边收益成本比上升，一边收益成本比下降，两边夹击，建构秩序相对于破坏秩序的优势不断扩大。这是人类越来越文明的驱动力之一。

除了收益成本比的变化，互动的结构本身也在变化。单次博弈中，破坏行动占优；无限次重复博弈中，合作建构是更优选择。人类早期社会互动稀疏，很多互动是一次性的，近似单次博弈。随着历史演进，互动越来越频繁，逐步进入无限次重复博弈。到了近现代，人类活动能力和信息技术提升，横向演化的规模和密度大幅提升，合作建构的收益更是远大于竞争破坏行动。

顺应能量耗散方向的破坏永远比阻碍耗散的建构更容易，但建构秩序的长期收益远大于破坏。随着人类在造物秩序、互动秩序、社会共同体秩序上的持续进步，建构相对于破坏的不对称还将继续加深。它是人类未来越来越文明的驱动力之一。但这个趋势不保证每一步都向前，局部倒退、短期反复都可能发生。

13. 总结与启发

13.1 全文回顾

第 1 节，能量是一切生命活动的动力源。第 2 节，生命只能从外界捕获能量、为己所用，以维持生存、繁衍和发展。第 3 节，为了捕能，生命演化出趋能性，延伸到生命趋利避害的本能，在人类社会则是“人往高处走”。第 4 节，挑选列举能量的七个细分维度，展开分析。第 5 节，给出具有可比性的前提：同一生态位或使用场景，相同状态下。第 6 节，获取能量的收益成本比，是最直接的筛选基准之一。第 7 节，分析七个细分维度与生命演化筛选。第 8 节，人造物在各细分维度上的演化逻辑。第 9 节，能量逻辑放大到文明体：能量势能位决定技术可能性，文明跃升伴随至少一个细分维度的显著突破。第 10 节，趋能性表现为“币往高处走”，已有七个学术理论支撑。第 11 节，从熵增定律推导出“破坏容易、建构难”。第 12 节，光脚相关规律是推动秩序走向公平的驱动力之一；建构与破坏在收益成本比上的不对称，是推动人类社会越来越文明的驱动力之一。

13.2 贯通与示例

能量细分维度，是同一套工具在三个层面上的贯通使用。造物秩序、生理秩序、文明体，分属工业技术、生命演化、社会科学三个领域，学科语言不同，研究方法不同。但能量细分维度提供了一套可以横跨三者的通用指标。第四期已论证要素维度趋向无尽，细分维度只是挑选的代表性示例。各维度还可以进一步细分，各学科、各行业也各自发展出大量专门的量化指标，这些都需要更多的研究探索。

造物秩序：已经在用。掌握相关科技才能制造人造物，所有人造物都是已掌握其秩序信息后才制造出来的。相关的秩序信息可以转换成可量化的指标，指标之间可以精确对比。

这不是设想，是正在发生的事。芯片行业用单位功耗算力作为研发方向和竞

争力的公开标尺，数据中心用算力能效，光伏组件看转换效率，电池看能量密度，汽车看每百公里电耗。当其他条件相近，单一细分维度指标更优的造物，更可能被持续使用和替代。这套逻辑已经在工业领域运转，这里只是把它放回能量细分维度的框架中重新表述。

生理秩序：已有定量研究。细分维度在生理秩序上的应用谨慎得多。能量细分维度与适合度的关系，在演化生物学和生理生态学中已有定量工作。标准代谢率、静息代谢率等指标，已被用于与适合度组分的相关性分析。这些研究给出的结论不是“能量维度单独决定适合度”，而是：在控制其他变量之后、在可比条件下，细分维度上的差异与适合度存在可测量的关联，但关联的方向和强度取决于环境和物种，不是固定的。这与第四期《试谈方法》中概率思维的判断一致：能做概率判断，不能做个体保证。

文明体：已有学科框架。

社会科学领域同样有积累。社会代谢研究用物质与能量流核算分析经济系统，卡尔达肖夫等级及其多维修正用能量、信息、熵等维度划分文明发展水平。这些是成熟的定量框架。

本文与它们的区别在于视角。已有的定量框架专注于核算和度量本身。本文把能量维度嵌入“秩序建构与文明趋势”的演化逻辑中：能量势能位如何决定技术可能性，建构秩序与破坏秩序的收益成本比如何变化。已有的定量工具，可以作为检验这一演化逻辑的素材。

三个层面，同一套能量维度，同一套“可比条件下指标更优者更可能幸存”的筛选逻辑。从造物到生命到文明，学科在变，方法在变，能量维度的底层逻辑不变。这是这套文章试图贯通的东西。

13.3 提问

能量在生态系统和每个生命体里，都只单向流经一次。食物链有十分之一定律，能量逐级递减。每一级大约有十分之一传递到下一级，其余通过生命体代谢，以热的形式耗散。到了食物链顶端，能量已所剩无几。

物质在生态系统内是循环。对每个生命体，则是逐级传递和返回到环境。植物能量密度低，从植物到食草动物，物质传递的少，返回到环境的多。食草动物之后，能量密度大致相当，物质沿着食物链逐级传递，大致符合食物链上的十分之一定律。大约十分之一传递到下一级，其余通过消化排泄，返回到环境。

在自然生态系统中，能量单向流经一次，物质循环，系统维持动态平衡和可持续发展。

表 6 两种系统中的流

系统	单向流经一次	循环/返回
自然生态系统	能量	物质循环：每级都是大部分返回到环境，约十分之一传到下一级，到了食物链顶端，全部返回。物质再从环境进入生命系统，逐级向上传递
社会经济系统	商品	钱币：七个学术理论共同表明，始终倾向“币往高处走”，向少数高处聚集，缺乏返回到消费端的机制。循环不闭合，难以开启新一轮逐级向上传递。

完成工业化之前，每个人的生产能力差距相对小，钱币向少数高处的聚集效应很低。完成工业化后，机器的生产能力可以趋向无限，钱币向少数高处的聚集效应得以展现。

社会经济生态系统中，商品单向流经一次，但钱币并没有像物质一样循环，而始终倾向“币往高处走”，持续向少数高处聚集。当返回通道不足，同时缺乏再分配返回机制时，循环难以闭合，社会经济系统因此容易失衡？

启发性思考。生态系统中，生产者植物生产有机物，并非为了给消费者动物

消费。社会经济系统中，生产者的生产却是为了让消费者消费，得到消费者的价值认可。当钱币汇集到高处少数人手里，少数人的的消费通道口太小，钱币便流向资本市场，再也难以返回到消费端。消费端缺少钱币，消费需求无法释放，生产随之萎缩。生产萎缩，产业资本回报下降，资本市场里的资本钱币同样缺乏回报。于是，出现：资本分配占比越高，钱币聚集越快；劳动分配占比越低，消费端越缺少钱币；消费萎靡，生产收缩，实体经济走弱，产业资本回报越少。这是经济系统里的一个负反馈机制。“币往高处走”产生的聚集效应超出了系统可承受的上限，负反馈由此启动。

术语表

术语	定义
之一论	面对要素无法穷尽的问题，不追求完整答案，每个要素只宣称它在自身范围内能起的作用程度。
捕能	生命从外界捕获能量，维持生存、繁殖和发展。
趋能性	生命趋向更多能量、更容易获取之处的特性，与能量自发流向相反。
收益成本比	获取能量的收益与成本之比，直接关联净收益，是能量维度最直接的筛选基准之一。详见第 6 节。
可比性前提	任意维度的对比，只在同一生态位、同一使用场景、相近状态下才有效力。
净收益	收益减成本；第 6 节筛选基准直接关联净收益。
经济势能位	某使用场景中单位货品可获得的收益回报水平；回报越高，经济势能位越低、势差越大。
币往高处走	钱币流向回报更高之处。交易中流向高性价比生产端，投资中流向高预期回报资产。
光脚相关规律	文中已列出的几个相关学术理论。强弱不对称时，弱者潜在损失小、风险小、收益高，竞争中具有不对称优势，强者则相反。

FAQ

问：能量篇说能量是“唯一的、根本的动力源”，又说能量只是“基础之一”，这两句话矛盾吗？

不矛盾。两句话说的是不同层面。“唯一的动力源”是在“提供动力”这个功能上说的。在动力这个功能上，能量是唯一的。“基础之一”是在“适应度”的全部要素中说的。除了能量，适应度还可以有无数个要素，如信息、合作、运气、生态位结构等等。一个是功能定位，一个是要素定位，不冲突。

问：能量七维度为什么是七个？为什么不是五个或二十个？

七个是从已有知识中挑选出来的代表性示例，不是穷尽的清单。按之一论，要素维度趋向无尽，每个维度之下还可以细分出无数子维度。列七个，是为了让读者看到能量这个维度可以被拆成多个可比较的指标，不是宣称能量维度只有这七个。更多维度，需要更多科学研究去探索。

问：可比性前提为什么这么重要？

因为没有这个前提，“谁的能量效率更高”这类比较就是无意义的。猎豹和红杉，一个在草原追逐猎物，一个在森林光合作用，能量来源不同、利用方式不同、约束不同。跨生态位直接比高低，就像拿游泳速度和飞行速度比谁更快。可比性前提把比较限定在同一生态位、同一使用场景、相近状态下，比较才有意义。

问：收益成本比和能量获取效率是什么关系？

能量获取效率，本文默认指单位成本效率，也就是收益成本比。两者在本文里基本是同义词。但收益成本比比“效率”更宽，它不只用于获取环节，也用于利用环节。获取环节看以尽量少的成本捕获尽量多的能量，利用环节看以同样的能量完成尽量多的生命活动。本文第 6 节主要讲获取环节的收益成本比。

问：光脚相关规律和币往高处走是什么关系？

两者都是能量逻辑在社会系统中的延伸，但方向不同。币往高处走，是趋能性在社会经济中的表现，钱币流向高回报处，讲的是资本聚集。光脚相关规律，由破坏容易建构难与每个生命追求自身利益最大化结合推出，讲的是强弱不对称下弱者的破坏威胁。一个讲资本怎么流，一个讲秩序为什么趋向公平。两者共同构成第 12 节“光脚相关规律与文明趋势”的两条线索。