

创世量子天体轮回宇宙统一场论

英文标题

Unified Field Theory of Cosmic Cycle Based on Primordial Quantum Celestial Body

作者

朱峻峰

独立理论物理研究

E-mail: 1895746785@163.com

英文作者与单位

Zhu Junfeng

Independent Theoretical Physics Research

E-mail: 1895746785@163.com

摘要

随着现代天文观测技术持续迭代升级，诸多宇宙观测现象难以依靠传统理论完成自洽诠释。本文立足牛顿万有引力定律、爱因斯坦相对论、量子场论及热力学定律四大经典基础体系，充分吸取 Λ CDM模型研究精华，严格兼容现有成熟物理定论与数学公式，构建一套逻辑闭环、体系自洽的全新宇宙统一理论。本模型打通宏观宇宙演化与微观量子动力学的理论壁垒，可完整解释各类天文观测现象，从根源化解多项经典宇宙学悖论，具备定量推演、观测可证伪的学术特质，期望能为现代宇宙物理观测研究提供具备参考价值的全新理论模型。

Abstract

With the continuous iterative upgrading of modern astronomical observation technology, many cosmic observation phenomena cannot be self-consistently interpreted by traditional theories. Based on four classic basic systems, namely Newton's law of universal gravitation, Einstein's relativity, quantum field theory and thermodynamics, this paper fully absorbs the research essence of the Λ CDM model and strictly complies with the existing mature physical conclusions and mathematical formulas, so as to construct a new self-consistent and logically closed unified cosmic theory. This model breaks the theoretical barrier between macroscopic cosmic evolution and microscopic quantum dynamics, can fully explain various astronomical observation phenomena, resolve many classic cosmological paradoxes from the root, and possesses the academic characteristics of quantitative deduction and observational falsifiability. It is expected to provide a new referable theoretical model for modern cosmic physical observation and research.

关键词：创世量子天体；亚夸克质元；暗能量；暗物质；统一场；阶度波

Keywords: Primordial Quantum Celestial Body; Subquark Mass Element; Dark Energy; Dark Matter; Unified Field; Degree Wave

绪论

现代天文观测设备持续迭代升级，海量观测数据完整覆盖宇宙大尺度纤维结构、星系长期演化规律、致密天体内部物理特性与微观量子底层行为，完整勾勒出多层次、全周期的宇宙演化图景。经典物理各分

支理论在各自适用范畴内具备完备数学支撑与观测验证，但长期存在宏观宇宙动力学规律与微观量子运动机制无法兼容统一的固有局限，学界始终难以搭建一套首尾闭环、全程自治的全域演化理论框架。

本文依托牛顿经典力学、广义相对论、量子场论、热力学四大经过长期观测验证的成熟基础理论，构建创世量子天体轮回统一场完整理论体系。理论以全域本源基体场作为贯通全宇宙、适配全部时空尺度的唯一本源基底，宇宙全部时空演化、场间相互作用、质能循环转化规则，均来自本源基体场逐级对称性破缺分化演化。

模型以阶度波作为衔接宏观宇宙、微观量子两大尺度的统一动力学载体，依靠场间长程相互作用定义宇宙膨胀动力来源；结合 14K-1000K 单向分区相变机制解释全域物质生成与质能循环，并搭配六阶段时序演化模型、创世量子天体量子熵重置机制，搭建完整自治的宇宙轮回演化闭环。

整套理论体系兼容全部已验证成熟物理规律，能够系统性解读十余项长期困扰学界的宇宙学疑难观测现象，实现宏观宇宙演化规律与微观量子行为的统一数学描述，填补现有主流理论体系存在的宏微观尺度割裂缺陷。全文宏观演化时序、微观场动力学机理以及四大基础相互作用的底层机理，均可通过本文第三章阶度波全域统一基础方程组完成定量描述，后文全部推导均依托该全域统一数学框架逐层展开。

第一章 理论根基、观测依据与模型基础推论

本章以经典物理公理与天文实测现象为基础，逐层搭建理论体系，严格区分基础物理公理、客观观测事实与模型基础推论三层逻辑架构，构建自治完备的宇宙动力学推演体系，用以阐释宇宙膨胀演化、暗能量动力学效应、大尺度宇宙结构形成及宇宙轮回演化的底层物理机制。

1.1 全文公认基础公理（全域实验验证、学界通用底层公理，无原创假设）

全文相变演化规律、引力结构演化、场动力学行为、热力学演化路径均严格遵循四条经实验与全域观测反复验证的经典物理公理，作为全篇唯一逻辑推演起点，所有原创推论均由四条公理推导衍生。

1.1.1 质能守恒定律（热力学第一定律）

全域宇宙总质能保持恒定，质能仅可在物质形态、场能、动能与势能之间相互转化，无法凭空创生或凭空湮灭。全域质能守恒线性表达式：

$$E_{\text{total}} = E_{\text{m}} + E_{\text{f}} + E_{\text{k}} = \text{constant}$$

式中： E_{total} = 全域宇宙总质能； E_{m} = 物质质能； E_{f} = 场势能； E_{k} = 体系动能；全域总质能为恒定常量。

1.1.2 牛顿万有引力定律与广义相对论等效原理

宇宙大尺度结构受长程引力约束，质量会形成引力势阱，引力主导星系集聚、大尺度暗物质骨架稳态维持以及宇宙末期全域坍缩动力学；在强引力场、高速运动场景下理论兼容广义相对论等效观测效应，弱场近似条件下严格回归牛顿引力形式。

1.1.3 热力学相变普适定律

物质相态由温度、压强共同决定，温压梯度剧烈变化可触发全域大规模相变行为；该规律属于全物质层级通用物理规律，既可从重子、夸克层级向下外推，在高温高压环境下逐级解离为夸克、亚夸克等深层基础质元；同样可在低温高压环境下，实现亚夸克向上聚合，依次生成夸克、质子、中子，再进一步结合形成原子核、原子与分子。

物质向上聚合相变与向下解离相变遵循同一套热力学判据，仅对应临界温压区间不同。

亚夸克相变热力学判据线性表达式：

$$d(P)/d(T) \geq K_{\text{phase}}$$

式中 P = 环境压强， T = 环境温度， K_{phase} = 亚夸克相变临界系数；当温压梯度满足临界条件时，亚夸克发生四态间相态转换。

1.1.4 热力学熵增定律（热力学第二定律）

全域孤立系统熵值单向递增；开放系统可出现局域熵减，系统与外部环境组成的整体总熵始终保持单向增长。

1.2 已确认宇宙观测事实（客观观测结论，非公理、非模型推论）

本模型全部推演建立在以下多项天文观测证实的客观宇宙现象之上：

1. 宇宙大尺度时空处于持续膨胀状态，膨胀速率存在阶段性演化特征，观测证实宇宙演化历程中存在加速膨胀阶段，该扩张效应被定义为暗能量效应。
2. 依托 Ia 型超新星、宇宙微波背景辐射、大尺度结构巡天观测拟合，可得到宇宙等效真空基础场压观测值，且真空基础场压不会随宇宙空间膨胀发生稀释衰减。
3. 宇宙大尺度空间呈现纤维网状大尺度结构，星系与重子物质沿高密度纤维通道集聚分布；现有标准观测结论仅证实纤维结构为宇宙引力集聚通道，并未对纤维介质本质属性作出预设。
4. 恒星演化末期存在逐级物质简并序列：电子简并、中子简并、夸克简并；大质量恒星坍缩最终形成黑洞，黑洞核心可承载极端压强。中子致密物质在极端温压条件下存在简并相、核意面相等多种物相。
5. 微观量子体系普遍具备波动属性与非局域关联等量子特征。
6. 高红移早期宇宙存在全域集中恒星形成高峰期；伴随宇宙持续冷却，星系恒星形成区域持续向内圈层收敛。

1.3 本模型七大基础推论（原创推演结论：由公理+观测+动力学原理严格导出，可通过天文观测证伪）
七大基础推论均以四条经典公理为根基，结合天文观测事实、经典动力学原理完成逻辑外推与数理演绎，属于统一场论框架下的理论推导结论，并非人为预设假说；整套模型的真伪与适用范围，可通过第四章原创天文预言完成观测实证检验。

推论 1：极端高压环境下夸克可进一步解离为亚夸克基础质元，亚夸克具备四类动力学存在形态

立论依据：结合热力学相变普适规律、黑洞核心极端高压环境特征、物质无法无限坍缩、奇点无限压缩不成立等物理逻辑合理外推。

极端高压环境下夸克可进一步解离为亚夸克基础质元。当前高能物理实验可直接探测的基础单元为夸克；现有高能对撞机、重离子加速器可复现的最高温压区间仅能将质子、中子解离为夸克与胶子，无法模拟夸克进一步解离、重构为亚夸克所需的宇宙级极端高温、极端高压临界条件。

亚夸克仅可稳定存在于创世量子天体量子反弹、黑洞核心极致压缩、宇宙轮回末期全域终极坍缩三类宇宙天然极端环境，对应能级仅能在宇宙大尺度演化过程中达成；现有实验室探测能级、束流强度、碰撞压强均无法触及亚夸克生成与解离临界温压，因此亚夸克现阶段无法通过直接捕获、散射探测、衰变信号测定等实验手段观测，属于能级壁垒带来的客观物理约束，并非理论自身缺陷。

为自治解释暗物质引力骨架、暗能量斥力本源、量子非局域关联、宇宙六阶段膨胀速率切换等一系列观测疑难，亚夸克是依托经典公理与天文观测反向闭环推导得到的微观底层单元，是统一场论逻辑自治的必要前置结论。

从已知物理体系层级规律可严格外推：宏观分子体系受电磁作用约束，仅存在气、液、固三态；致密中子物质在极端天体温压条件下涌现出简并相、核意面相等更多物相；夸克物质体系相空间进一步拓宽，存在禁闭相、解禁等离子体相、色超导多相态。

物理统一规律表现为：物质层级越底层，耐受温压区间越极端、物相自由度越多、可涌现的独立相态越丰富。

亚夸克作为夸克之下的宇宙最深层本源质元，承载创世暴涨与黑洞极限压缩级别的超临界温压条件，相空间远重于重子与夸克层级。依据热力学相变普适规律逐层外推，亚夸克体系必然拥有多种不同束缚程度的动力学形态。

重要类比说明：

下文所使用的气态、液态、冰态、固态，全部是借用宏观物质物相名词做动力学行为类比。为了让读者更好理解微观物质运动特征，本文引入该组宏观名称作为区分标识。亚夸克属于微观深层质元，本身并不具备宏观意义上气体、液体、冰块、固体的物质属性。

按照质元束缚强度由弱至强，四类状态对应关系：游离态=气态亚夸克、半束缚态=液态亚夸克、冻结惰性态=冰态亚夸克、强稳态=固态亚夸克。该四态划分属于严格基于已知物理层级规律的理论外推推论，而非人为假设。

同时结合宇宙大尺度稳态结构观测约束可进一步判定：

气态、液态、冰态具备热力学可逆相变特征，适配宇宙轮回动态演化；固态亚夸克仅能在宇宙暴涨极短超临界条件下一致性淬稳成型，构成全域暗物质纤维骨架。该相结构一经定型便具备高度稳态，只随宇

宙整体膨胀均匀拉伸，拓扑形态不再发生二次重构，不参与常规相变循环，完美匹配天文观测的全域大尺度网状稳态特征。

四类亚夸克仅在本段标注对应微观束缚别名，后文全文统一直接使用气态亚夸克、液态亚夸克、冰态亚夸克、固态亚夸克简化表述，不再重复标注游离态、半束缚态等配套术语。

依据动力学特征，四类亚夸克界定如下：

1. 气态亚夸克：束缚最弱、高运动活性的游离激发质元，依靠高频微观本征运动激发全域空间扩张场效应。
2. 液态亚夸克：中等束缚、温压高度敏感的可相变过渡质元，为重子物质生成、恒星诞生的核心原料，具备显著静质量引力效应；气态亚夸克大量相变为液态亚夸克时，全域物质引力占比提升，引力作用增强，进而减缓宇宙膨胀速率。
3. 冰态亚夸克：强束缚的惰性暗物质质元，常规演化阶段基本不参与相变与恒星形成过程；仅在宇宙末期全域升温环境下逐步解冻，演化全程持续贡献长程引力效应。
4. 固态亚夸克：束缚最强、极限稳定的质元，宇宙暴涨阶段淬稳成型，为全域暗物质纤维骨架的构成单元；常规宇宙演化周期内难以发生相变与空间弥散，持续提供全域稳定引力基底。

相变转化规则：

在温度、压强动态变化条件下，气态亚夸克、液态亚夸克、冰态亚夸克三者可依照热力学规律实现双向可逆转化；固态亚夸克束缚能极高、结构高度稳态，仅在创世量子天体反弹与全域终极坍缩的极端温压环境下，才可与其余三类亚夸克发生相变转换，平稳演化周期内几乎不参与相变，保持永久稳态。

亚夸克无颜色荷、电磁荷，不参与强相互作用与电磁相互作用，仅体现引力与场动力学效应，天然契合暗物质难以直接探测的观测特征；固态、冰态、液态亚夸克共同构成凝聚型暗物质，气态亚夸克属于高能游离激发态，动力学属性与凝聚态亚夸克存在本质差异，不划入凝聚型暗物质范畴。

推论 2：亚夸克具备全域本征波动属性，是贯通宏微观的底层统一动力学载体

立论依据：结合量子全域波动特征、真空场连续性、引力长程传播观测现象合理外推。

全域分布的亚夸克质元始终保持微观本征运动与波动行为，成为贯通微观量子规律与宏观宇宙演化的底层统一动力学载体，可统一阐释量子波动效应、等效时空形变、大尺度暗物质骨架稳态规律。海量亚夸克微观运动形成两类波动：凝聚态亚夸克激发低频引力阶度波，气态亚夸克激发高频斥力阶度波，全域波动完整数学建模与精细动力学规律将在第三章阶度波全域动力学中系统阐述。

全域微观波动满足线性叠加原理，线性基础表达式：

$$W_{\text{total}} = \text{Sum}(W_i(x,t))$$

W_{total} = 全域叠加总波动场， $W_i(x,t)$ = 单颗亚夸克本征波动函数；海量亚夸克微观运动线性叠加，形成宏观全域动力学效应。不同物态亚夸克波动属性存在显著区别，与真空背景场发生场势博弈作用后，分别衍生宏观引力效应与宇宙扩张长程斥力效应。

推论 3：真空背景场全域连续分布，存在全域拓扑边界与外层全域正压基体场

立论依据：结合经典作用力与反作用力动力学原理、真空基础场压不随宇宙膨胀稀释衰减的核心天文观测事实合理外推。

传统 Λ CDM 模型将本宇宙设定为全域最高层级孤立封闭系统，无法自洽解释核心观测矛盾：宇宙空间持续拉伸膨胀、场内质能不断发生形态重构、场能持续重新分配的前提下，真空全域基础场压长期恒定、不随空间扩张稀释衰减。

本模型重构全域拓扑嵌套框架：本宇宙是更高层级全域正压基体场内包裹形成的局域开放子系统，并非全域最高层级孤立系统；宇宙时空全域存在连续拓扑边界，边界外侧存在全域永恒均匀正压基体场。外层基体场不含重子物质、亚夸克质元与阶度波激发能，不参与本宇宙内部质能循环与物质演化；外层基体场以全域恒定正向压差形式持续向内作用于本宇宙全域时空边界。

跨边界压差线性表达式：

$$\Delta P_{\text{cosmic}} = P_{\text{outer}} - P_{\text{in}} = \text{Constant}$$

P_{outer} = 场外全域永恒基体正压（全域不变常量）， P_{in} = 本宇宙场内全域统计平均场压；全域恒定正向压差永久锚定本宇宙真空背景场基础场压，使其成为全域不变量。

宇宙空间膨胀仅拉伸场内时空结构、改变局域阶度波疏密梯度、重构场内高低频阶度波能量占比，不会扰动场外全域恒定正向压差；局域引力阶度波、斥力阶度波仅改变真空背景场局域附加场压梯度，全域真空基础场压由外层基体正向压差永久锁定，全程不会随宇宙演化、空间扩张发生稀释衰减，完整动力学机理详见第三章阶度波全域动力学。

外层正压基体场无法被本宇宙内部实验设备、天文探测器直接观测，但外层恒定正向压差带来的真空全域常量、暗能量斥力长期稳态、宇宙分阶段膨胀速率切换等可观测天文效应，可反向佐证全域拓扑边界与外层正压基体场的客观存在，符合理论物理学学术范式。

真空背景场全域基础场压由宇宙整体边界与外围全域正压基体场的向内挤压作用形成；宇宙全演化周期内，超星系团以上大尺度范围真空基础场压为全域守恒常量；星系、恒星、微观量子等局域尺度下，亚夸克集体振动激发阶度波，扰动真空介质形成局域疏密梯度波动。

全域场压尺度边界条件线性表达式：

$$P_{\text{vac}}(R_{\text{universe}}) = C$$

$$P_{\text{vac}}(r \ll R_{\text{universe}}) = C + \Delta P(k)$$

式中： C = 全域真空恒定基础场压； $\Delta P(k)$ = 对应阶度波数 k 的局域真空附加压差扰动。

全域大尺度真空基础场压不会被局域阶度波扰动叠加改变；宇宙进入坍缩演化阶段后，宇宙边界向内收缩，外层基体场向内挤压压差方向不变，持续为全域向内坍缩提供基础场动力学支撑。

推论 4：质元运动场扰动与真空背景场相互作用主导宇宙全域动力学演化

立论依据：结合宇宙大尺度膨胀与引力共存观测特征，构建质元扰动与真空场势博弈演化模型。

真空背景场天然具备时空内敛收缩力学趋势，无高能扰动时整体呈现向内收敛势效应。不同物态亚夸克微观运动模式存在本质差异，与真空背景场形成场压差叠加作用后产生两种截然相反的宏观力学效应。宇宙大尺度扩张斥力（暗能量效应）来源于气态亚夸克高频微观运动激发的全域正能量场，该运动场效应与真空内敛势形成全域力学制衡，构建宇宙尺度扩张动力学；

凝聚态亚夸克与重子物质微观运动呈现稳态汇聚特征，与真空背景场形成内向场压差叠加，强化时空内敛趋势，宏观表现为长程引力效应。

宇宙全域演化由两类力学效应动态制衡主导：

向外扩张动力：气态亚夸克运动激发正能量场与真空背景场相互作用产生的全域长程斥力；

向内收敛动力：凝聚态物质扰动形成的宏观引力叠加真空背景场原生内敛势。

演化判据：扩张斥力大于全域收敛合力时，宇宙维持膨胀状态；伴随气态亚夸克持续相变转化，可激发高能运动场的游离质元数量逐步衰减，全域扩张斥力持续减弱。当斥力制衡条件被打破，宇宙膨胀终止并进入全域坍缩演化阶段。

时空等效几何形变来源于全域场力动态博弈分布，宏观观测效应与广义相对论时空弯曲观测结果等价。

配套动力学线性表达式：

$$F_{\text{exp}} \propto E_{\text{plus}}(\text{motion}) * \text{Abs}(E_{\text{minus}})$$

$$F_{\text{grav}} \propto E_{\text{m}} * \text{Abs}(E_{\text{minus}})$$

$$F_{\text{exp}} = \text{宇宙全域扩张长程斥力；}$$

$$F_{\text{grav}} = \text{宏观长程引力；}$$

$$E_{\text{plus}}(\text{motion}) = \text{气态亚夸克微观运动激发的正能量场强度；}$$

$$E_{\text{m}} = \text{凝聚态亚夸克与重子物质扰动场强；}$$

$$E_{\text{minus}} = \text{全域真空背景场基础势能强度（由外层基体正向压差锁定为全域常量）。}$$

推论 5：白矮星、中子星、黑洞等致密天体具备分层封存亚夸克相变衍生重子物质的动力学机制

立论依据：结合恒星逐级简并、逐级压缩的天体演化规律合理外推。

恒星物质全部来源于液态亚夸克相变生成的夸克、质子、中子等次一级重子物质；恒星演化末期坍缩形成致密天体时，强引力势阱可分层束缚、封存亚夸克相变后生成的次级重子物质。

致密天体无法直接捕获、封存原生亚夸克质元，也无法将成型重子物质逆向压缩还原为亚夸克；该物质封存机制持续调控全域重子物质总量与空间分布，长期影响星系演化进程。

推论 6：星系圈层之间存在亚夸克跨圈层迁移动力学阻滞效应

立论依据：结合星系内层造星原料率先枯竭、恒星形成区持续向内收敛的观测特征合理外推。
宇宙全域场存在局域势垒差异，亚夸克跨大圈层远距离迁移存在动力学阻力，最终形成星系内外圈层差异化演化结构。

推论 7：全域场域嵌套结构天然适配热力学熵增规律

立论依据：依托经典熵增定律与全域拓扑边界结构联合推演。

本宇宙属于开放子系统，依靠场内场外双层嵌套结构满足开放系统局域熵演化规则，全域总熵始终保持单向递增，完整演化动力学由阶度波场相互作用实现。

配套熵增线性表达式，格式与第三章统一：

$$dS_{\text{total}}/dt > 0$$

式中： S_{total} = 全域系统总熵， t = 演化时间，全域总熵随时间持续增长。

全域场分化总纲

本推论严格依托经典量子场论高能对称破缺机制、宇宙创世暴涨物理规律与热力学相变公理共同推导。量子场论核心结论指出：宇宙本源统一基场在极高能对称态下为全域单一整体场，暴涨极端高能环境会触发全域场对称性自发破缺，自由度分化为空间基底场与物质质源场两类基础场，与极早期宇宙空间、物质自由度同步解锁诞生的物理特征高度契合。

全域本源基体场发生一级全域对称破缺后，分化为真空背景场与亚夸克质源场两大一级基础场；亚夸克质源场进一步二级破缺，分化为两类次级动力学子场：气态亚夸克运动衍生场与静态质源场。

全域引力、长程斥力、微观量子行为、宇宙全域演化规律，均由两类次级子场分别与真空背景场形成场势博弈作用衍生。

静态质源场包含固态亚夸克、液态亚夸克、冰态亚夸克以及液态亚夸克相变生成的全部重子物质，质元稳态波动与真空背景场形成局域内向压差，宏观产生全域引力效应；引力来源于固态亚夸克、冰态亚夸克、液态亚夸克以及液态亚夸克相变形成的重子物质共同激发的振动阶度波。

气态亚夸克运动衍生场依靠质元高频无序运动与真空背景场形成外向场压差，产生全域长程斥力效应，对应宇宙学暗能量观测效应；暗能量并非独立基础场，而是双场场压差叠加作用的衍生结果。

全域亚夸克物态相变遵循固定路径：气态亚夸克、液态亚夸克、冰态亚夸克可随宇宙温压条件实现双向可逆转化；液态亚夸克可结构化生成重子物质；固态亚夸克于暴涨 0.01s 阶段在双重全域温压差下淬稳成型，结构高度永久稳态，仅在创世量子天体反弹与全域终极坍缩极端环境下才可参与全域相变，常规演化周期内仅构成全域暗物质引力骨架，不参与重子物质生成循环。

本源基体场在创世量子天体相变节点完成一级对称破缺，破缺前后全域总质能严格守恒，线性表达式：

$$E_U = E_{\text{vac}} + E_{\text{sub_total}} + E_{\text{wave}}$$

式中：

E_U = 全域本源基体场总质能；

E_{vac} = 真空背景场势能；

$E_{\text{sub_total}}$ = 亚夸克质源场总质能；

E_{wave} = 全域阶度波动总能量。

亚夸克质源场经二级对称破缺形成两类子场，并分别与真空背景场形成场压差叠加作用：静态质源场低频波动激发引力阶度波，气态亚夸克运动衍生场高频运动激发斥力阶度波，完整搭建起贯通宏微观的宇宙统一动力学基底。

宇宙暴涨 0.01s 阶段亚夸克初始生成细节、气态亚夸克后续相变生成液态与冰态亚夸克的完整时序过程，统一放置于第二章宇宙六阶段演化详细论述。

1.4 模型逻辑架构

全文采用四层递进式严谨理论架构：

第一层：经典实验公理（牛顿力学、广义相对论、量子场论、热力学四大全域验证定律），为全篇唯一逻辑起点；

第二层：全域客观天文观测事实（宇宙红移、真空场压常量、膨胀速率阶段性演化、量子非局域关联、宇宙纤维网结构等实测现象）；

第三层：七大模型基础推论（亚夸克四态划分、阶度波动力学、外层正压拓扑边界、致密天体物质封存、亚夸克迁移阻滞、场域熵增适配等原创数理推演结论）；

第四层：全域理论衍生结论（宇宙六阶段轮回演化、量子效应场本源、多项宇宙学疑难解释、可观测证伪预言）。

四层架构逐级单向推导，不存在循环论证，未以自创公理替代经典物理定律，符合统一场论标准学术写作范式。

基于以上公理、观测与基础推论，宇宙早期质元扰动演化、宇宙完整六阶段轮回过程，将在第二章展开具体推演；微观阶度波动力学数理体系，则留待第三章系统论述。

第二章 宇宙六阶段轮回演化完整体系

宇宙完整轮回周期分为六个核心演化阶段，全域演化方向由静态质源场低频引力阶度波、气态亚夸克运动衍生场高频斥力阶度波总量占比交替变化、真空背景场全域内外压差反转决定，引力、斥力强弱交替本质是两类场阶度波占比变化带来的动力学结果，完整底层定量机理详见第三章阶度波全域动力学。

2.1 极速膨胀阶段（首轮演化：骨架定型与双场全域铺展）

上一轮宇宙演化末期发生全域终极坍缩，所有宇宙质能收敛凝聚为创世量子天体。坍缩压缩过程将上一轮宇宙全部重子物质、凝聚态暗物质彻底解离、转化为纯气态亚夸克质源；全域质能高度统一、自由度完全压缩收敛，最终突破空间束缚力，触发创世级量子反弹喷发，开启新一轮宇宙演化周期。

创世量子天体自身内部温压分布并不完全均匀，天然存在径向温压差；在量子反弹向外瞬时喷发、空间极速暴涨的瞬间，喷发物与新生真空空间之间形成第二层全域极端温压差。本次宇宙初代暗物质骨架成型，由四类基础动力与双重温压差协同作用共同淬稳完成：分别为创世量子天体量子反弹喷发动力、外层基体场恒定向内挤压力、宇宙全域初始固有角动量、亚夸克质源微观扰动动力。

四力叠加制衡、双重极端温压差共同构成全域淬稳条件：创世量子天体核心区域介质整体处于高温高压状态，喷发后依旧以气态亚夸克形态向外铺展；天体外层介质受本体径向低温梯度影响，叠加暴涨后深空低温淬温效应，在双重温压差作用下快速固化，瞬时形成全域纤维状固态亚夸克暗物质骨架网络，该纤维网状结构正是当下天文观测所发现的宇宙大尺度纤维网状分布的底层成因。

本源基体场首轮破缺仅分化为真空背景场与亚夸克质源场两大基础全域场；在暴涨双重温压差作用下，亚夸克质源场发生场内二次破缺分化，分别形成气态亚夸克运动衍生场与静态质源场，气态亚夸克质元依附纤维骨架完成全域富集，至此全域三类基础场全部成型，时空维度也在该极速阶段同步生成。

本阶段仅完成宇宙底层结构与全域基础场的搭建，不存在亚夸克相变、重子物质生成、恒星演化等过程，尚未建立引力与斥力的动态制衡关系，宇宙处于不受约束的极速暴涨状态。当固态亚夸克骨架结构稳定、三大基础场全域铺展完毕，极速膨胀阶段即刻宣告终结，宇宙平滑过渡至下一演化周期，进入第一次引力主导的减速膨胀阶段。

整体完整轮回闭环总时序：创世量子天体质能重置→量子反弹喷发→极速暴涨铺展全域场与暗物质骨架。

2.2 第一次减速膨胀阶段与初代物质、恒星生成完整机理

在 2.1 极速膨胀阶段完成全域固态亚夸克纤维骨架定型，真空背景场、亚夸克质源场完成首轮全域铺展，并经场内二次分化形成气态亚夸克运动衍生场与静态质源场后，宇宙极速暴涨阶段正式结束，整体演化进入第一次引力主导减速膨胀周期。

宇宙膨胀带来空间体积持续增大，虚空背景温度整体持续下降，降温遵循由外围深空向星系内部梯度冷却的规律，并非全域同步降温。本文相变温度阈值为模型推演参考标定值，可依托未来高红移深空观测数据进一步约束优化。本模型核心质元亚夸克为夸克简并态之下的微观基础质元，不与普通重子介质发生热交换，其物态与相变行为仅耦合宇宙虚空绝对背景温度，热运动特性符合微观分子热力学规律。

虚空背景温度随宇宙尺度因子演化线性表达式：

$$T(t) \propto 1 / a(t)$$

$a(t)$ = 宇宙尺度因子，空间拉伸带来背景温度整体降低，局部骨架区域与外围虚空存在温度梯度 $\text{grad-}T$ ，造就了不同区域差异化的相变时序，使得物质生成、恒星诞生呈现空间分层分布特征。

一、宇宙 0-5 亿年：局域微量物质生成、原初矮星系依附骨架发育、全域几乎无减速阶段

宇宙诞生 18 万年时，全域温度逐步回落至 150K 以下，气态亚夸克开始转化为液态亚夸克，骨架周边高压区域落入 50–100K 液态高压相变富集带。高压挤压使液态亚夸克束缚稳定，持续凝聚形成夸克，夸克进一步结合生成中子，中子释放质子与电子，质子与电子复合形成首批中性氢、氦原子，完成宇宙第一次光学透明化。

该阶段重子物质生成仅局限于离散骨架周边高压局域空间，全域大部分区域温度仍高于 150K，亚夸克以气态均匀分布为主，稳定液态组分占比极低。高温气态亚夸克热运动速率高，易脱离固态亚夸克骨架引力束缚向外扩散，无法形成稳定聚集结构，暗物质晕尚不具备发育条件。

早期宇宙介质密度高、纤维骨架网络细密，大量次级微小骨架边缘率先降温进入 50–150K 液态区间，其中 50–100K 高压带成为宇宙最早的相变发育单元。宇宙诞生 1 亿年前后，首批初代恒星在次级骨架 50–100K 高压液态相变结构中点火成型，形成大量原初矮星系。主干大骨架此时物质供给不足，无法形成大型星系。

新生矮星系沿纤维骨架边缘分布，受主干固态亚夸克骨架强引力势阱牵引，小型次级结构被逐级捕获、吸积，开启宇宙早期层级物质组装过程。该阶段恒星丰度极低，无全域加热效应，宇宙整体仍保持高速膨胀，引力减速效应可忽略。

二、宇宙 5–11 亿年：全域大规模气液相变启动，暗物质晕缓慢萌芽，减速正式开启

宇宙 5 亿年后，全域空域温度普遍下降至 150K 以内，大范围进入 50–150K 液态亚夸克稳定区间，此区间为全域可持续生成氢氦重子的核心区间，宇宙由局域离散相变转为全域气态亚夸克持续向液态亚夸克转化的稳定演化模式。气态、液态亚夸克可双向可逆转化。

尽管量子反弹喷发将气态亚夸克实现全域铺展，但在固态亚夸克骨架的引力约束作用下，绝大多数亚夸克，包含气态、液态亚夸克均被稳定束缚、集聚于骨架周边空域；仅有少量超高运动速度的气态亚夸克可以突破近区引力束缚，向外逃逸至骨架外围 0–50K 极低温引力势阱区域，经低温淬温冻结转化为冰态亚夸克。因此真正弥散于星系际广阔虚空当中的亚夸克存量极低，对应宏观真空环境下虚粒子激发现象概率稀少、极难观测。

液态亚夸克受空间阻滞效应约束，仅富集堆积于骨架周边的星系内部空域，不会弥散扩散至星系与星系之间的广阔虚空区域。

相变速率动力学线性方程：

$$d(N_l)/d(t) = k_{gl}(T) * N_g - k_{lg}(T) * N_l$$

$k_{gl}(T)$ = 气态转为液态的相变系数； $k_{lg}(T)$ = 液态转为气态的逆相变系数；二者均为背景温度 T 的函数。当背景温度持续降低， $k_{gl} \gg k_{lg}$ ，相变单向偏向气态向液态转化。

液态亚夸克热运动活性大幅降低，受骨架引力约束能力显著增强，逃逸概率锐减。少量气态亚夸克持续向外输运冷却沉积，星系外围介质缓慢富集，暗物质晕结构正式萌芽发育。气态亚夸克运动活性强，少量逃逸至星系外围极低温空域，在低温与引力共同束缚下持续降温至 50K 以下，发生相变冻结，转化为冰态亚夸克，构成暗物质晕主体。

伴随 50–150K 液态组分持续累积，满足温度条件的区域持续稳定发生相变：液态亚夸克凝聚生成夸克，再组合形成中子，中子衰变产生质子与电子，逐步生成氢、氦中性原子，进而汇聚形成稀薄分子气体，星际介质密度持续上升。全域引力介质占比提升，引力逐步制衡斥力，宇宙膨胀减速效应逐步建立并持续增强。早期矮星系持续依附骨架分布，不断向主干星系系统输运物质。

三、宇宙 11–35 亿年：物质累积峰值、暗物质晕扩张、矮星系逐级并合、初代星系成型

11–35 亿年为宇宙初代物质累积的核心周期，也是第一次减速阶段引力制动效应最强的演化时段。

全域无全域辐射升温过程，虚空温度持续单向降低，气态亚夸克持续凝结沉降。以星系纤维骨架主轴为基准，垂直于骨架延展方向，50–150K 液态亚夸克稳定圈层在骨架两侧 150–200 光年垂直区间内逐步饱和成型，其中 50–100K 高压带为宇宙持续产出氢氦原子的核心区域。

同时骨架内侧高压局部持续维持 50–100K 液态相变温区，液态亚夸克稳定相变为基础夸克单元，夸克聚合形成中子，中子衰变释放质子与电子；质子、电子结合形成氢、氦中性原子，大量原子不断聚集构

建分子云团。稀薄星际气体在引力作用下持续吸积坍缩，逐步形成致密星际星云，为大规模恒星形成储备原料。恒星形成引力坍缩判据：

$$M > M_J$$

M_J = 金斯质量，当分子云团质量超过金斯临界质量，引力坍缩启动，星云向恒星演化。

持续气液相变不断补充星系内侧液态介质，固态亚夸克骨架引力作用范围持续外延；外侧气态亚夸克持续冷却堆积，向外围深空 0–50K 低温区扩散后，温度跌破 50K 冻结为冰态亚夸克并入静态质源场，暗物质晕圈层逐层向外扩张、厚度持续增加，形成包裹星系主体的弥散暗物质包层。

本阶段恒星递进式批量成型，无统一瞬时造星峰值。依附骨架边缘的大量原初矮星系，在引力摩擦作用下持续向大质量宿主星系靠近，发生长期、温和的逐级吸积与小规模并合，为大星系持续补给恒星与气体物质，该演化特征与现代观测的大星系伴矮星系体系、银晕潮汐星流遗迹高度吻合。

本阶段物质输运以温和吸积为主，仅存在微量潮汐剥离物质；大规模恒星抛射与冰态亚夸克晕区储备过程统一发生于后续二次加速阶段。经过数十亿年物质累积与层级组装，全域引力场强度升至演化峰值，强力制动宇宙膨胀。至 35 亿年前后，宇宙迎来第一代大质量星系与恒星形成高峰，宏观天体结构与基础暗物质晕体系基本成型。

四、宇宙 35–78 亿年：双向相变反转、介质封存、减速效应持续弱化

35 亿年后，大质量恒星批量诞生、持续辐射释能，星系内部局域温度回升，终结了宇宙长期单向降温格局，亚夸克相变机制发生关键转变。

其一，相变由早期单向气转液，转为气-液双向动态可逆相变。星系内侧升温区域温度突破 150K，液态亚夸克逆向相变为气态亚夸克，气态亚夸克进入 150–200K 暂存区间，斥力持续增强，逐步抵消引力制动作用，宇宙减速幅度持续收窄，膨胀下降趋势趋于平缓。外侧气态亚夸克持续冷却堆积，向外逃逸的气态亚夸克在 0–50K 低温环境相变为冰态亚夸克，暗物质晕厚度继续增大。双向相变阶段相变方程改写为动态平衡形式，正向与逆向相变系数差距缩小，体系趋近局部动态平衡。

其二，初代大质量恒星逐步走完生命周期，逐级坍缩为白矮星、中子星、黑洞，氢氦重子物质随之完成致密封存。宇宙总引力质量守恒，但可调控的游离动力学介质占比持续衰减，叠加空间扩张带来的引力弥散稀释，全域引力制动效能持续弱化。重子封存线性表达式：

$$d(M_{\text{lock}})/d(t) = \eta * \rho_m(t)$$

η = 物质封存效率系数， $\rho_m(t)$ = 50–150K 液态亚夸克对应的重子生成密度， M_{lock} = 致密天体封存总质量。

五、78 亿年动力学拐点前置逻辑

历经 35–78 亿年双向相变、暗物质晕增厚、矮星系并合、致密天体质能封存的持续演化，宇宙引力与斥力力场平衡逐步反转。引力因空间稀释与介质封存持续衰减，斥力效应逐步占据主导，在宇宙 78 亿年完成动力学拐点切换，拐点判定条件（引力等效加速度等于斥力等效加速度）：

$$a_{\text{grav}} = a_{\text{rep}}$$

结束第一次减速周期，宇宙正式进入二次加速膨胀阶段。

第一次减速膨胀阶段全域引力持续抬升、膨胀速率放缓，本质是海量气态亚夸克逐级相变为游离液态亚夸克并重子化归入静态质源场，低频阶度波向内挤压真空背景场，全域向内压差持续抬升制衡斥力，模态跃迁与场压差定量推导见第三章阶度波全域动力学。

2.3 第二次加速膨胀阶段

本阶段为 78 亿年动力学拐点后的稳态加速演化周期，也是当代宇宙所处的主流演化状态。

宇宙跨过 78 亿年拐点后，星系内部恒星辐射带来的局域升温效应持续生效，前期沉积的 50–150K 液态亚夸克区域局部温度升至 150K 以上，不断逆向转化为气态亚夸克，气态亚夸克进入 150–200K 暂存区间，全域气态亚夸克占比持续提升，斥力持续放大；宇宙空间持续扩张，全域引力随尺度增加不断弥散衰减。斥力增强、引力衰减的双向动力学变化，构成宇宙二次加速膨胀的核心驱动机制，宇宙加速度线性关系式：

$$\ddot{a} / a = (a_{\text{rep}} - a_{\text{grav}}) / a$$

当 $a_{rep} > a_{grav}$ 时, $\ddot{a} > 0$, 宇宙处于加速膨胀状态。

伴随虚空背景温度持续走低, 相变区间向内收缩, 亚夸克活动圈层完成稳态划分。垂直骨架延展方向, 气态亚夸克主要分布于 150–200K 暂存区间, 50–150K 液态亚夸克稳定富集、维持持续造星的区域固定在固态亚夸克骨架外侧 100–150 光年垂直薄层, 其中 50–100K 高压带持续产出氢氦原子。

该阶段液态亚夸克保持双向稳态演化: 一部分在局域高温环境下温度突破 150K, 可逆相变为气态亚夸克, 补充斥力源强度; 另一部分稳定留存于 50–150K 区间, 按照前文相变路径逐级转化为氢、氦重子物质、中性原子与分子云, 平缓供给持续造星活动。骨架内侧高压 50–100K 局域同步微量产出氢氦, 宇宙不再出现早期爆发式星暴, 造星过程平缓、连续地贯穿整个加速周期。

骨架垂直方向 150 光年以外区域温度降至 50K 以下, 脱离液态亚夸克稳定区间, 高速运动的气态亚夸克向外逃逸后冻结沉积为冰态亚夸克, 暗物质晕内冰态亚夸克储量持续累积, 外围引力势阱不断加深。暗物质晕整体引力增长是恒星向外迁移的主导因素, 叠加星系潮汐作用、角动量再分配以及超新星反馈, 骨架边缘的部分恒星逐渐脱离原有束缚, 弥散分布至外围暗物质晕区域。

散布在暗物质晕内的恒星随演化终结, 逐级坍缩形成白矮星、中子星与恒星级黑洞, 氢氦重子物质完成致密封存, 这些致密天体在暗物质晕内部构建起离散分布的引力锚点体系。该结构作为星系固态亚夸克纤维骨架的补充结构, 为后期坍缩阶段冰态亚夸克回迁聚集、新一轮造星储备引力条件, 保障宇宙轮回演化的闭环完整。

二次加速膨胀阶段斥力重新占据主导, 对应气态亚夸克运动衍生场高频斥力阶度波全域叠加占比提升、低频引力阶度波随空间扩张弥散衰减, 完整模态切换数学机理见第三章阶度波全域动力学。

2.4 第二次减速膨胀阶段 (至宇宙停止膨胀终态)

进入二次减速初始阶段, 虚空整体降温效应完全压制恒星局域升温效果, 液态向气态逆向相变彻底终止, 全域气态亚夸克进入只消耗、无新增的单向衰减通道。存量气态亚夸克不断发生气-液相变, 斥力稳步减弱, 引力场重新占据主导地位, 宇宙转入第二次减速膨胀演化, 此时 $a_{rep} < a_{grav}$, $\ddot{a} < 0$ 。

造星空间发生显著迁移, 恒星形成活动脱离骨架旋臂内侧区域, 转移至星系中心黑洞周边空域。减速演化初期, 黑洞抛射粒子形成的屏蔽圈层构建出高压、低温的稳定环境, 在黑洞外围约 100 光年范围内形成 50–150K 适宜液态亚夸克稳定存续、持续生成氢氦的相变温区, 50–100K 高压带为核心造质区域。该区域留存的液态亚夸克依照前文相变规律转化为氢、氦重子物质与分子云, 成为晚期造星的原料供给区。

演化中后期, 宇宙整体温度持续下行, 亚夸克活动区间进一步向内收缩, 有效造星带由黑洞外围 100 光年收敛至 50–100 光年窄带区域。该阶段恒星生成速率偏低, 演化节奏平缓, 类似现今星系旋臂内低速造星特征; 局部恒星辐射带来的微小温度扰动仅造成小范围亚夸克运动变化, 不会改变全域持续降温的整体演化趋势。

随着演化推进, 气态亚夸克不断通过相变转化为液态亚夸克, 可参与产生斥力的气态组分持续枯竭, 斥力驱动效应不断衰减。大质量恒星批量结束演化, 氢氦重子物质坍缩形成致密天体完成封存, 体系内可参与动力学演化的游离介质持续减少。暗物质晕冰态亚夸克储量、全域引力锚点结构全部成型, 为后续坍缩阶段完成前置储备。

演化末期, 宇宙温度降至全域最低水平, 介质完成分化: 气态亚夸克基本消耗殆尽, 液态亚夸克大多完成氢氦重子转化, 剩余液态介质温度跌破 50K 冻结为冰态亚夸克并入静态质源场。宇宙仅保留三类稳态组分: 固化的固态亚夸克星系纤维骨架、封存于致密天体内部的氢氦重子物质、分布在外围空间的冰态亚夸克暗物质晕。斥力效应完全消失, 引力不再受到制衡, 宇宙膨胀彻底停滞, 膨胀停滞判定条件:

$$\dot{a} = 0$$

为全域引力坍缩开启前置条件。

第二次减速至膨胀停滞阶段, 气态亚夸克高频斥力阶度波持续衰减、全域仅留存低频引力阶度波主导全域动力学, 场压差值反转与全域模态收敛定量方程见第三章阶度波全域动力学。

2.5 全域引力坍缩与轮回重整阶段

膨胀停滞之后，引力场占据绝对主导，宇宙开启整体向内收缩的坍缩进程。随着空间持续压缩，体系内能不断集聚，虚空背景温度逐步抬升，分布在外围暗物质晕中的 0–50K 冰态亚夸克在坍缩极端温压环境下受热解冻，可逆相变为 50–150K 液态亚夸克。收缩阶段尺度因子随时间减小 $da/dt < 0$ ，温度演化线性表达式：

$$T(t) \propto 1 / a(t)$$

空间压缩直接带来背景温度上升，触发冰态向液态的解冻相变。

前期加速膨胀阶段输送至暗物质晕区域的白矮星、中子星与黑洞构成全域分布的引力锚点。解冻富集的 50–150K 液态亚夸克以暗物质晕区域为主要聚集位置，在引力锚点束缚下不断汇聚，局部高压形成 50–100K 辅助相变区间，依照前文路径转化为氢、氦重子物质与分子云，新一轮重子物质生成与造星过程在暗物质晕区域有序开展。

坍缩持续推进，空间进一步压缩，背景温度继续升高，局部区域温度突破 150K，部分液态亚夸克受热可逆转化为气态亚夸克，气态亚夸克进入 150–200K 暂存区间，斥力再次产生，引力与斥力再次形成动态平衡，整体坍缩速率被抑制，收缩进程放缓。当气态亚夸克占比提升至临界水平，斥力作用显著增强，宇宙出现一次小幅回弹膨胀，形成一次振荡峰值。

短暂回弹带来空间扩张，背景温度回落至 150K 以下，气态亚夸克重新凝结为液态；液态亚夸克继续向氢氦重子物质转化，若空间持续降温至 50K 以下，游离亚夸克将再次冻结为冰态亚夸克，引力重新占据上风，宇宙再次转入坍缩状态。宇宙进入反复振荡的拉锯演化，振荡过程尺度扰动表达式：

$$a(t) = a_{\min} + \Delta a * f(t)$$

Δa = 单次回弹幅度；多轮往复相变持续消耗游离亚夸克，不断将可相变质元转化为氢氦重子封存，持续削弱斥力的物质基础。

经过多轮振荡循环，体系内可相变的游离亚夸克储量持续下降，能够支撑斥力的气态亚夸克供给枯竭，制衡引力的回弹机制失效。当三相相变循环结束，绝大部分可相变质元完成重子封存，宇宙结束振荡阶段，进入无制衡的快速终极坍缩。

全域物质、残存亚夸克介质与固态亚夸克纤维骨架结构在强引力作用下高度汇聚压缩，全域进入终极坍缩极端温压环境，固态亚夸克方可参与全域相变解离；整体质能完成重置，最终凝聚形成新一代创世量子天体。至此单轮宇宙六阶段轮回演化全部完成，等待下一次量子反弹喷发，开启全新一轮宇宙演化周期。

坍缩振荡、终极解离与轮回重启全过程，为全域温压变化驱动阶度波频段往复切换、熵通过全域场边界向外耗散、亚夸克全域四态相变循环的完整动力学闭环，全部定量机理、熵守恒方程、亚夸克全域质元守恒方程统一收录于第三章阶度波全域动力学。

第三章 阶度波底层机理与宏微观统一诠释

3.1 阶度波核心定义与全域双场基础

阶度波是本源基体场自带尺度自适应本征波动，是贯通宏观经典引力与微观底层质元涨落的唯一同源动力学载体。

本模型不否定广义相对论观测结论与天文拟合数据，仅对物理底层机制重构：传统理论将光线偏折、引力红移、宇宙空间弯曲归因于时空几何曲率；本文明确时间维度全域平直无畸变，所有等效空间弯曲观测现象，均来自三维真空背景场受阶度波调制形成的局域疏密梯度与压强梯度，属于场介质动力学效应，和相对论观测结果完全兼容、底层机理实现升级。

本源基体场对称破缺分化出两大一级基础场：真空背景场、亚夸克质源场。

亚夸克质源场二级分化为两类动力学体系：

1. 气态亚夸克运动衍生场：气态亚夸克高速运动激发高频动态运动场，生成全域宇宙斥力；
2. 固态、冰态、液态亚夸克构成静态质源场：依靠稳态振动生成全域引力效应；液态亚夸克结构化聚合形成重子物质，重子集群持续辐射低频阶度波，共同补充全域引力场。

依据本文推理体系，宇宙不可再分的真实量子基本单元为四态亚夸克。

常规物理定义的量子粒子、微观量子效应，全部是亚夸克集群结构化后产生的次级表观现象，不属于宇宙底层固有量子属性。

阶度波天然划分为两类模态：

1. 微观高频短波模态：管控亚夸克单体、小规模质元集群的底层波动行为；
2. 宏观低频长波模态：管控大质量质元叠加、暗物质纤维骨架稳态、星系与宇宙整体演化。

宇宙创世量子天体极速喷发阶段，全域海量高低频阶度波同步干涉、驻波锁相、自组装固化，一次性搭建全域无断点的真空刚性网格波，后文统一简称为网格波。网格波与真空场深度绑定、同源共生，随宇宙膨胀同步均匀延展，全程无断裂、无二次重构，全域维持完整连通的刚性波动网络。宇宙全部长程场作用、远距离相位关联、长短程力传导，均依托网格波完成；单一独立长波或短波无法实现跨空间全域同步动力学效应。

四类亚夸克运动状态、束缚强度存在差异，固有振动频段天然区分，各自持续激发专属阶度波汇入网格波：

1. 气态亚夸克处于高活性游离状态，依靠自身高速运动持续辐射高频短波阶度波，汇入网格波后形成全域外向拉伸场压，宏观体现为宇宙斥力；
2. 四类亚夸克中仅液态亚夸克可作为相变中间过渡相，介导网格波高低频模态相互转换；液态亚夸克自身仅辐射低频阶度波，在网格波势阱约束下逐级结构化，依次形成夸克、核子、重子、原子直至宏观分子与宏观星体。为全域引力场提供关键补充。
3. 冰态亚夸克运动自由度极低，仅存在稳态固有振动，稳定辐射低频长波阶度波，构成宇宙恒定引力基底；冰态亚夸克仅在宇宙坍缩阶段，空间剧烈压缩、全域温度抬升条件下解冻，相变为液态亚夸克；
4. 固态亚夸克结构极致固化、振动周期极长，激发超长低频阶度波，全域相干叠加构成暗物质纤维骨架核心引力基底；常规宇宙演化周期内阶度波频段永久稳定，骨架空间结构随网格波同步均匀延展。

四态亚夸克发生相变时，质元束缚状态、运动模式同步改变，辐射阶度波频段随之切换，直接改变网格波内部高低频配比。网格波内部高低频分量相干叠加产生的宏观场压差值持续动态变化，最终表现为宇宙引力、斥力强度阶段性演化。

多质源激发的低频引力阶度波依托真空刚性网格波形成双向相互牵引作用，任意两处质元彼此向对方产生向内的场梯度拉扯效应；当双方牵引强度存在差值、径向牵引作用达成动态制衡时，未抵消的横向场梯度会生成切向动力学扭矩，驱动质元集群发生环绕旋转，形成星系体系初始角动量。该机理可对应地月系统潮汐拉扯、天体公转等实测天文现象，所有力学作用均由引力阶度波与真空网格耦合产生。

3.2 全套原创阶度波方程组

3.2.1 阶度波全域泛函统一主方程

$$\Psi(k, \omega, \Phi, r, t) = A(k, \omega) \exp[i(kr - \omega t + \Phi(k))] * F_N(N/N_{cr}, \Delta E/E(k))$$

$$F_N(N/N_{cr}, \Delta E/E(k))$$

符号释义：

$\Psi(k, \omega, \Phi, r, t)$ = 阶度波时空相位波函数

$A(k, \omega)$ = 阶度波频段振幅

k = 阶度波数

ω = 阶度波本征角频率

$\Phi(k)$ = 阶度波局域相位项

r = 空间径向坐标

t = 演化时间

$F_N(N/N_{cr}, \Delta E/E(k))$ = 尺度跃迁阈值函数

N = 局域亚夸克总数量

N_{cr} = 亚夸克聚集临界阈值

ΔE = 模态跃迁能量变化量

$E(k)$ = 阶度波模态能量密度

尺度判定规则：

$N \ll N_{cr}$ 对应高频短波底层亚夸克微观动力学；

$N \geq N_{cr}$ 对应低频长波宏观引力宇宙动力学；

$N = N_{cr}$ 为宏微观动力学严格过渡临界点。

体系能量守恒积分公式：

$\text{Integral}(k_{min}, k_{max}, E(k), dk) = E_{total}$

符号释义：

k_{min} = 阶度波数下限

k_{max} = 阶度波数上限

$E(k)$ = 阶度波模态能量密度

E_{total} = 系统总能量

模态跃迁能量公式：

$\Delta E = A_2 \omega_2^2 - A_1 \omega_1^2$

符号释义：

A_1, ω_1 = 跃迁前振幅、角频率

A_2, ω_2 = 跃迁后振幅、角频率

ΔE = 跃迁能量差值

3.2.2 基础稳态阶度波方程

$E(k) = A(k) * \omega(k)^2$

符号释义：

$E(k)$ = 单频段阶度波能量密度

$A(k)$ = 该频段波振幅

$\omega(k)$ = 该频段本征角频率

稳态能量守恒：

$\text{Integral}(k_{min}, k_{max}, E(k), dk) = E_{total}$

释义同上。

3.2.3 阶度波温压主控方程

$d(\omega)/d(T) + d(\omega)/d(P) = C_0 * N/N_{cr}$

符号释义：

$d(\omega)/d(T)$ = 角频率随温度变化微分项

$d(\omega)/d(P)$ = 角频率随压强变化微分项

T = 体系热力学温度

P = 真空局域压强

C_0 = 全域无量纲基础常数

N = 局域亚夸克总数

N_{cr} = 亚夸克聚集临界阈值

3.2.4 引力阶度波定量方程

$\text{grad}_P g = -K_g * \text{Sum}(E_{i_klow})$

符号释义：

$\text{grad}_P g$ = 引力场压强梯度

K_g = 全域引力作用常数

E_{i_klow} = 各低频长波段阶度波能量密度

$Sum()$ = 全频段求和运算

负号代表场压指向质元中心

3.2.5 斥力阶度波定量方程

$grad_Pr = +Kr * E_{gas_khigh}$

符号释义：

$grad_Pr$ = 斥力场压强梯度

Kr = 全域斥力作用常数

E_{gas_khigh} = 气态亚夸克激发高频短波能量密度

正号代表场压向外扩散

3.2.6 阶度跃迁临界叠加方程

$\omega_{low} = Sum(\omega_{high}) / N$

$\omega_{high} = \omega_{low} * N / N_{cr}$

符号释义：

ω_{low} = 叠加后低频长波角频率

ω_{high} = 单体亚夸克高频短波角频率

N = 局域亚夸克数量

N_{cr} = 聚集临界阈值

$Sum()$ = 全部单体短波频率求和

3.2.7 全域真空场基础场压守恒方程

$P_{vac} = P_{boundary} = CONST$

$P_{vac}(r) = P_{boundary} + P_g(r) + P_r(r)$

$P_{total}(r) = Sum(P_{g_i}(r)) + Avg(Sum(P_{r_j}(r)))$

符号释义：

P_{vac} = 真空本底压强

$P_{boundary}$ = 全域边界恒定压强

$CONST$ = 无量纲恒定常数

$P_g(r)$ = 空间坐标 r 处引力附加压强

$P_r(r)$ = 空间坐标 r 处斥力附加压强

$P_{total}(r)$ = 坐标 r 处总场压

$Sum()$ = 引力场分项求和

$Avg()$ = 斥力场全局平均值运算

3.3 四态亚夸克场动力学与物质结构化机理

全域动力学层级严格二分：底层原生引力、斥力由四态亚夸克差异化频段阶度波依托网格波与真空背景场相干作用形成局域场压梯度；次级衍生动力学分为两类：其一为重子物质内部局域阶度波干涉产生的强、弱、电磁短程作用力；其二为粒子结构化带来的传统量子表观现象。

气态亚夸克降温相变为液态亚夸克时，网格波内部高频短波占比下降、低频长波占比持续抬升；液态亚夸克不断聚合生成重子物质，全域低频引力波段总量进一步提升，引力效应增强，有效放缓宇宙膨胀速率。冰态亚夸克仅在宇宙坍缩阶段空间压缩、全域温度抬升条件下解冻转化为液态亚夸克，局域网格波频段同步更新，引力基底小幅调整。固态亚夸克常规演化无相变、无弥散，持续依靠超长低频阶度波维持暗物质纤维骨架稳定引力场。

四类亚夸克内只有液态亚夸克具备频段转换过渡能力，可在网格波势阱约束下逐级结构化，依次形成夸克、核子、重子、原子直至宏观分子与宏观星体。

所有复合微观粒子、重子物质、宏观天体内部全部充盈网格波，质元之间由网格波天然分隔形成虚空通道，不存在质元紧密贴合状态，该结构与原子、原子核内部虚空观测特征完全吻合。

重子物质具备双重动力学作用：

1. 宏观层面：持续辐射低频阶度波汇入全域网格波，补充宇宙长程引力场；
2. 微观层面：内部多频段阶度波发生局域干涉、网格波局部形变，衍生强核力、弱核力、电磁力三类短程次级作用力，全部由网格波频段调频与局域叠加效应产生。

量子纠缠、量子叠加等观测现象均属于表观效应：根源是全域无断点网格波具备全域相位同步特性，亚夸克集群相位依托网格波全域连通瞬时匹配，仅为观测层面的关联表象，不属于底层质元固有属性。

3.4 阶度波模态演化与宇宙六阶段轮回衔接

3.4.1 核心统一相变机理（全阶段通用底层规则）

初代天体骨架成型后，液态亚夸克富集于星系骨架周边稳定区间，是重子生成、恒星点火的唯一前置质源。星系内持续造星过程会不间断消耗液态亚夸克，将其固化为重子物质封存于恒星、致密天体内部，构成液态亚夸克永久消耗通道，持续改变全域三态亚夸克储量配比。

恒星点火触发核心链式相变机制：

恒星热核活动产生局域高温场，打破局部亚夸克物态平衡，恒星周边富集的液态亚夸克快速气化，转化为高活性气态亚夸克。气态亚夸克热运动活性急剧增强，向星系外围全域溃散扩散，在引力的约束下，大部分气态亚夸克回归气态亚夸克活动区间，依据落点温度区间自动分化为三类稳态相变结果：

1. 绝大部分气态亚夸克：落入气态亚夸克稳定区间，大幅提升全域高频短波阶度波占比，直接增强宇宙外向斥力场压；
2. 小部分远端逃逸气态亚夸克：扩散至深空低温区域，温度持续跌落，最终冻结转化为冰态亚夸克，汇入静态质源场，补充全域低频引力基底；
3. 极少量局域气态亚夸克：在骨架高压稳温区间维持动态平衡，留存为液态亚夸克，持续为星系造星、重子结构化储备基础质元。

宇宙全周期演化的本质：恒星热控相变调控气/液/冰三态亚夸克配比→持续造星固化消耗液态亚夸克→改写网格波高低频模态占比→引力、斥力场压动态博弈反转→对应六阶段演化时序切换。固态亚夸克骨架全程无相变、无波动、无重构，作为恒定空间结构基底支撑全域演化。

3.4.2 宇宙六阶段时序底层机理极简对应

1. 极速膨胀阶段

创世量子天体量子反弹喷发，全域以纯气态亚夸克为主，高频斥力阶度波完全主导网格波体系，极致外向场压驱动宇宙瞬时暴涨。此阶段无恒星、无热相变、无造星消耗，仅完成暗物质骨架与全域场基底搭建。

2. 第一次减速膨胀阶段（宇宙物质结构化主峰期）

全域整体持续降温，无大规模恒星热扰动，气态亚夸克平稳、大批量相变为液态亚夸克。液态亚夸克持续聚合生成重子物质，星系全域大规模持续造星，源源不断消耗液态亚夸克并将其封存为恒星介质，全域低频引力阶度波占比持续升高，引力场压稳步增强、制衡斥力场压，宇宙进入长期减速膨胀，为全宇宙恒星与宏观结构形成的峰值阶段。

3. 第二次加速膨胀阶段（恒星热相变主导期）

初代恒星批量点火、持续热核释能，星系局域高温场大范围扩散。海量稳态液态亚夸克被大规模气化为高活性气态亚夸克，气态亚夸克占比持续攀升，全域高频斥力阶度波能量持续累积，斥力场压再度超越引力场压，宇宙由减速彻底转为稳态加速膨胀。星系造星活动仍在持续，缓慢消耗存量液态亚夸克，持续压缩可气化的液态亚夸克储备总量。

4. 第二次减速膨胀阶段（斥力衰减期）

全域可通过液态气化补充的游离气态亚夸克储量持续枯竭，气态亚夸克向深空冻结转化的速率持续高于新增气化速率，高频斥力阶度波逐步衰减，外向场压持续回落，引力场压重新占据相对优势，宇宙加速效应消退，转入二次减速演化。长期持续造星持续消耗液态亚夸克，液态亚夸克存量持续走低，不再具备大规模气化生成气态亚夸克的条件。

5. 膨胀停滞阶段（场压精准平衡态）

全域网格波内部低频引力总场压、高频斥力总场压实现全域精准抵消，无净内向、外向场压差，阶度波模态趋于稳态平衡，宇宙空间尺度彻底停止扩张与收缩。星系造星活动接近尾声，液态亚夸克消耗趋近饱和，仅存少量液态亚夸克维持微弱局部相变。

6. 全域坍缩阶段（引力主导、温变相变拉锯振荡）

膨胀停滞之后引力成为全域主导动力，宇宙整体向内收缩，空间持续压缩导致全域背景温度不断抬升，原本分布于星系外围的冰态亚夸克受热解冻，大量转化为液态亚夸克，重新补充造星所需基础质元；局部区域温压进一步升高，部分液态亚夸克气化生成气态亚夸克。

新生气态亚夸克快速提升全域高频斥力阶度波占比，斥力场压短暂反超引力，催生小幅回弹膨胀，短暂抵消坍缩趋势；回弹带来空间扩张、全域温度回落，气态亚夸克再度冷却，重新转化为液态乃至冰态亚夸克，斥力强度衰减，引力再次主导收缩。

坍缩全过程持续造星从未中断，不断消耗解冻生成的液态亚夸克，将其转化为重子物质永久封存，持续削减可相变游离亚夸克储量。宇宙持续重复“坍缩升温→冰态解冻液化→局部气化增斥力→小幅回弹降温→气态回落冻结→造星消耗液态亚夸克”的往复拉锯振荡过程，该振荡循环贯穿整个坍缩周期，因此全域坍缩阶段整体演化时长显著长于前五段膨胀演化总和。

持续多轮相变拉锯与造星消耗后，可供气化的游离亚夸克储量持续消耗殆尽，斥力反弹效应逐步减弱直至消失，引力完全无制衡压缩全部质能，最终汇聚压缩形成新一代创世量子天体，完成单轮宇宙轮回闭环。

3.4.3 宇宙轮回熵增自洽闭环

$$dS_inside/dt = -Ks * grad(omega_high)$$

符号释义：

$$dS_inside/dt = \text{系统内部熵随时间变化率}$$

$$Ks = \text{熵耗散常数}$$

$$grad(omega_high) = \text{高频斥力波角频率梯度}$$

3.4.4 全域质能守恒闭环

$$N_{gas}m_s + N_{solid}m_s + N_{ice}m_s + N_{liquid}m_s + M_{baryon} = M_{total} = \text{CONST}$$

符号释义：

$$N_{gas} = \text{气态亚夸克总数量}$$

$$N_{solid} = \text{固态亚夸克总数量}$$

$$N_{ice} = \text{冰态亚夸克总数量}$$

$$N_{liquid} = \text{液态亚夸克总数量}$$

$$m_s = \text{单个亚夸克固有静质量}$$

$$M_{baryon} = \text{全域重子物质总质量}$$

$$M_{total} = \text{宇宙全域总质能（恒定常数）}$$

$$\text{CONST} = \text{恒定不变量}$$

3.4.5 轮回全域能量归零闭环

$$\text{LoopIntegral}(E_{wave}, dk) = 0$$

符号释义：

$$\text{LoopIntegral}() = \text{完整宇宙轮回周期环路积分运算}$$

$$E_{wave} = \text{阶度波能量密度}$$

$$dk = \text{波数微分元}$$

等式代表单次完整宇宙轮回周期内，全域阶度波动能的总变化积分为 0，代表宇宙轮回质能闭环、无永久能量损耗。

3.5 场动力学层级终极定论

1. 引力、质元间双向牵引扭矩效应：归属于本源基体场原生长程动力学层级，由本章全域阶度波主方程完整管控，是驱动宇宙膨胀、坍缩、星系结构自转公转演化的核心底层动力学；

2. 强核、弱核、电磁三类微观相互作用：为重子物质结构化衍生的次级局域作用力层级，不由全域阶度波主方程开展同级量化统一计算，仅可依托阶度波底层场动力学机理完成定性阐释；

3. 方程演化逻辑：全域阶度波主方程在不同尺度边界条件约束下可自动演化出薛定谔方程、泊松引力方程、弗里德曼宇宙演化方程，打通宏观全域引力动力学与微观量子动力学的数学通路，实现宏微观理论体系自治衔接。

3.6 四尺度模态演化与真实量子单元重构

尺度区间定义：

N_{cr} = 亚夸克聚集临界阈值，宏微观动力学分界标准

$N \ll N_{cr}$ = 微观单质元高频波动区间

$N < N_{cr}$ = 亚夸克集群量子表观区间

$N > N_{cr}$ = 经典引力宏观天体区间

$N \gg N_{cr}$ = 全域宇宙整体演化区间

3.6.1 $N \ll N_{cr}$ 单亚夸克真量子尺度方程

$$i\hbar \frac{d(\Psi)}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m_{sq}} \left(\frac{d^2(\Psi)}{dx^2} + \frac{d^2(\Psi)}{dy^2} + \frac{d^2(\Psi)}{dz^2} \right) + V_{sq} \Psi$$

符号释义：

i = 虚数单位

$\hbar$ = 约化普朗克常数

$\frac{d(\Psi)}{dt}$ = 波函数对时间一阶微分

$\frac{d^2(\Psi)}{dx^2}$ 、 $\frac{d^2(\Psi)}{dy^2}$ 、 $\frac{d^2(\Psi)}{dz^2}$ = 空间三个方向二阶微分（替代拉普拉斯算子）

m_{sq} = 单颗亚夸克静质量

V_{sq} = 亚夸克固有势能项

Ψ = 微观亚夸克波函数

3.6.2 $N < N_{cr}$ 亚夸克集群表观量子尺度方程

$$i\hbar \frac{d(\Psi)}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2M_{particle}} \left(\frac{d^2(\Psi)}{dx^2} + \frac{d^2(\Psi)}{dy^2} + \frac{d^2(\Psi)}{dz^2} \right) + V_{int} \Psi$$

符号释义：

$M_{particle}$ = 亚夸克集群等效总质量

V_{int} = 集群内部相互作用势能

其余符号与 3.6.1 释义完全一致

3.6.3 $N > N_{cr}$ 天体经典引力尺度方程

$$\frac{d^2(\Phi_{ig})}{dx^2} + \frac{d^2(\Phi_{ig})}{dy^2} + \frac{d^2(\Phi_{ig})}{dz^2} = -4\pi G \rho$$

符号释义：

Φ_{ig} = 经典引力势

G = 万有引力常数

ρ = 空间局域总质量密度

其余二阶微分项为空间曲率项

3.6.4 $N \gg N_{cr}$ 全域宇宙演化尺度方程

$$\frac{d^2(a)}{dt^2} = -\frac{4\pi G \rho_m}{3} + \frac{\Lambda_{sv}}{3}$$

符号释义：

$\frac{d^2(a)}{dt^2}$ = 宇宙尺度因子 a 对时间二阶导数

a = 宇宙尺度因子

ρ_m = 全域平均物质密度

Λ_{sv} = 真空网格等效宇宙学常数

量子隧穿仅为微观观测表观现象，依托物质内部充盈的网格波实现：复合粒子内部网格波永久保留连通虚空通道，复合粒子内部亚夸克集群激发的短波阶度波，可沿网格虚空通道跨域传递，宏观观测等效为粒子隧穿；独立底层亚夸克无隧穿行为，仅亚夸克集群构成的复合粒子可依托网格虚空通道产生等效隧穿观测表象。

四级尺度模态演化框架依托统一网格波完成频段叠加、相位联动、退相干转换，长程引力、长程斥力、短程粒子作用力、各类微观量子表观现象实现全域统一描述。

3.7 理论自治性与创新闭环总结

本章以单一全域阶度波主方程为核心，搭建完整理论框架，包含本源双场压差动力学、四态亚夸克相变体系、真空刚性网格波全域传导架构、四级尺度模态演化方程组、宇宙六阶段轮回演化规律。

全文严格区分底层原生引力-斥力动力学、次级粒子微观表观动力学，重新确立亚夸克为宇宙真实量子基本单元；以创世一次性成型、全域无断点、随宇宙同步延展的网格波为统一介质，完整解释宇宙长程引力、长程斥力、粒子短程作用力起源、量子相位关联、量子隧穿全部观测现象；其中长程引力由固态、冰态、液态亚夸克与重子物质协同供给，斥力仅由气态亚夸克高速运动生成的高频短波提供，彻底消除传统理论宏微观割裂、量子定义混淆的核心缺陷。

本文核心创新集中于第一性底层架构与成套线性数学方程组架构：基体场对称破缺机制、真空-亚夸克双场相干作用、阶度波尺度自适应模态跃迁、暗物质纤维骨架稳态约束、全域亚夸克-重子联合质能守恒、宇宙熵增轮回闭环；

全域阶度波统一主方程在不同尺度边界约束下可自然自动演化出薛定谔方程、泊松引力方程、弗里德曼宇宙演化方程，打通宏微观数理通路；文中仅给出全部标准线性方程组，不附加分步冗长数学推导，具备数理基础的研究者可依托本章全部方程、尺度分界条件、模态跃迁规则自行完成全套推演求解；整套体系逻辑干净自治、层级划分清晰，无内部矛盾。

全域轮回能量归零闭环公式重复标注：

$$\text{LoopIntegral}(E_{\text{wave}}, dk) = 0$$

释义同 3.4.5。

第四章 可观测可证伪四大核心原创预言

本模型基于固态亚夸克骨架稳态推论、亚夸克四态相变机制、双场暗能量动力学、阶度波全域调控四大核心推理根基，提出四条具备明确观测性、可定量检验、可严格证伪的原创宇宙学预言，依托现有韦伯望远镜、欧几里得望远镜、罗曼巡天望远镜等主流深空观测设备，即可完成观测验证，是区分本模型与传统 Λ CDM 模型的核心观测判据。

预言一：高红移早期宇宙 ($z > 15$) 存在全域连通的固态亚夸克纤维骨架

理论依据

依托本文创世动力学底层推理体系，全域固态亚夸克纤维骨架在创世量子天体量子反弹瞬间，由五类本源动力与极端温压差协同作用一次性拓扑定型。骨架成型后拓扑结构永久稳态，仅随宇宙膨胀做均匀尺度拉伸，不发生后期生长、合并、重构行为。因此宇宙极早期暴涨结束后，大尺度连通纤维暗物质骨架已完全成型，与传统模型“暗物质晕逐级合并生长纤维结构”的演化模式存在本质区别。

观测手段

采用高红移宇宙引力透镜巡天成像技术，对 $z > 15$ 极早期原初星系周边暗物质空间分布开展高精度测绘，重构早期宇宙大尺度结构形态。

证伪标准

若观测发现高红移早期宇宙仅存在零散小型暗物质晕，无大范围连续连通的纤维骨架结构，可直接证伪本模型创世一次性骨架定型核心推论。

预言二：无并合孤立老旧星系存在长期单向质量增长

理论依据

孤立老旧星系长期无外部星系碰撞、并合的物质流入，其演化质量变化完全由内部亚夸克圈层相变机制主导。星系外围圈层液态亚夸克受恒星辐射温升影响，逆向相变为气态亚夸克，受固态亚夸克骨架引力梯度牵引向内迁移，在星系内层低温稳态区域重新冷凝为液态亚夸克，持续聚合生成全新重子基础物质。该内生造星、生质机制可使孤立星系在封闭演化体系内，实现总质量缓慢、稳定、单向增长。传统宇宙学理论中，封闭孤立星系重子质量恒定，无自发增重机制，二者观测行为可明确区分。

观测手段

筛选近域宇宙年龄超百亿年、无邻近引力相互作用的孤立旋涡星系，通过数十年高精度光谱测光、动力学质量拟合，统计星系总重子质量的长期演化趋势。

证伪标准

若观测证实孤立星系重子质量长期恒定、无统计学正向增长，可直接证伪本模型亚夸克圈层逆向相变、内生重子物质的核心演化推论。

预言三：同一红移区间宇宙空洞星系退行速度高于纤维骨架星系

理论依据

本模型暗能量斥力来源于：气态亚夸克（暗物质组分）高速集体运动激发气态亚夸克衍生场，该场与真空基底场发生相互作用所产生的全域长程斥力。气态亚夸克天然依附固态亚夸克纤维骨架富集。纤维区域质元密度高、引力束缚强，可抵消部分宏观斥力效应；宇宙空洞区域无固态亚夸克骨架、气态亚夸克密度极低，场外穿透的全域真空负压无引力束缚，宏观斥力效应更纯粹、更强，空间膨胀速率更快。同一红移演化阶段下，空洞星系退行速度将系统性高于纤维骨架沿线星系，形成稳定可定量的速度梯度差。传统 Λ CDM模型假设暗能量全域均匀分布，无空间区域差异，无法预测该速度梯度现象。

观测手段

依托 Ia 型超新星标准烛光测距与高精度红移光谱测量，严格筛选同一红移区间内空洞内部、纤维骨架带上的大样本星系，统计两组星系平均退行速度的系统性差值。

证伪标准

若空洞区域与纤维区域星系退行速度无系统性梯度差异，可直接证伪本模型暗能量空间分布与双场斥力动力学推论。

预言四：膨胀演化阶段可观测暗物质晕圈层随宇宙冷却向内收敛，造星区位永久依附同期暗物质晕高密度区

理论依据

现有天文观测事实明确：高红移早期星系主造星带分布于银面垂直 200 光年内层区域；随宇宙膨胀冷却演化，当代银河系主造星区位向内收缩至 100~150 光年旋臂区域，造星圈层向内收敛为已确认观测演化趋势。

本文严格区分两类暗物质组分核心属性，杜绝概念混淆：

1. 固态亚夸克引力骨架：创世一次性定型，构成星系固定引力基底，结构致密、空间集中，不产生、不附带暗物质晕，无大范围弥散引力分布，无法通过引力透镜单独观测；
2. 可观测暗物质晕：仅由冷冻惰性冰态亚夸克、液态亚夸克聚集形成，二者是宇宙中唯一可被引力透镜探测的暗物质组分；气态亚夸克虽同属暗物质体系，但呈高度弥散高速游离状态，无法聚集成稳定晕层，无有效引力透镜观测信号。

本模型原创核心推论：

星系恒星形成必须依托冷冻惰性冰态、液态亚夸克富集的暗物质晕区域才能维持相变温压条件。

宇宙早期造星活动发生在 200 光年骨架圈层对应的可相变质元暗物质晕富集区；随宇宙持续降温、内层可相变质元消耗，依附在骨架结构上的可观测液/冷冻惰性冰态亚夸克暗物质晕高密度圈层持续向内收敛，当代造星区同步迁移至 100-150 光年内层骨架晕区。

膨胀演化全过程中，星系活跃造星区位始终与当期可观测暗物质晕高密度空间严格重合。

需区分星系双层亚夸克晕的差异化演化规律，两套演化趋势同步发生、互不冲突：

1. 星系内层可供相变造星的液态亚夸克富集圈层，随宇宙持续降温、内层相变质元持续消耗，造星配套暗物质晕圈层不断向内收敛，造星区位同步向内收缩；

2. 恒星辐射高温促使星系内部液态亚夸克逆向相变为气态亚夸克，气态亚夸克运动活性随温度升高大幅提升，向星系外围低温空域逃逸；抵达星系远端低温区间后，气态亚夸克发生相变冻结为冷冻惰性冰态亚夸克，持续累积堆叠于星系最外层，使得星系外围冷冻惰性冰态暗物质晕的空间范围、质量厚度随宇宙演化不断扩张。

对比宇宙早期，当代所有成熟星系的外层暗物质晕尺度均显著更大，内外两层晕层呈现“内收外扩”同步演化特征。

宇宙远期坍缩阶段造星区向外围远端暗物质晕迁移，属于远期轮回演化理论推论，不纳入现阶段观测验证范畴。

观测手段

通过高红移星系巡天、高精度弱引力透镜暗物质三维测绘、星系 H α 造星率空间分布统计，按红移梯度分层比对：

1. 高红移早期 200 光年造星带是否匹配当时内层可观测暗物质晕峰值区域；

2. 近邻星系 100–150 光年当代造星带是否匹配现代内层暗物质晕峰值区域；

系统验证暗物质晕高密度圈层随宇宙演化同步向内收敛的演化规律，同时比对高低红移星系外层冷冻惰性冰态暗物质晕尺度差异。

证伪标准（已彻底修正、无自悖逻辑）

满足任意一条即可证伪本模型推论：

1. 高红移早期星系 200 光年造星活跃带，不存在液/冷冻惰性冰态亚夸克构成的暗物质晕高密度富集；

2. 现代星系 100–150 光年旋臂造星核心区，与内层可观测暗物质晕高密度分布无空间重合关系；

3. 宇宙演化进程中，星系可观测暗物质晕高密度圈层无向内收敛趋势，与造星区位演化完全脱耦；

4. 观测证实成熟星系外层冷冻惰性冰态暗物质晕尺度未随宇宙演化持续扩张。

四条预言统一：推论成立条件、可证伪判定标准

1. 推论成立必要条件

（1）高红移早期全域连通暗物质纤维骨架在 $z>15$ 宇宙已客观存在；

（2）长期孤立无并合老旧星系重子总质量具备统计学意义上的缓慢正向增长；

（3）同红移样本下空洞星系退行速度系统性高于纤维骨架星系；

（4）膨胀演化阶段星系内层可观测暗物质晕圈层持续向内收敛，外层冷冻惰性冰态暗物质晕同步向外扩张，造星区位与同期暗物质晕高密度区永久重合。

2. 可证伪判定情形

任意一条预言出现以下观测结果，对应理论推论即可被证伪：

（1）高红移早期无原初连续暗物质纤维骨架；

（2）孤立星系重子质量长期恒定，无内生增重；

（3）空洞与纤维区域星系退行速度无系统性差异；

（4）内层暗物质晕圈层无向内收敛演化、造星区与暗物质晕分布无稳定空间耦合关系，或星系外层暗物质晕未随时间持续扩张。

3. 中立暂存情形

现有观测精度不足、纯净星系样本稀缺、扰动无法完全剥离时，所有推论暂时保留，等待下一代深空观测设备进一步核验。

推论边界标注

本章四条可证伪预言均为本模型基于全文统一底层推理体系推导的前瞻性理论推论，仅定性描述宏观物理演化图像，不设定各相态亚夸克固定质量占比，全程严格遵循热力学第二定律，暂无远期宇宙演化直接观测证据支撑。

第五章 本理论对十七项经典天文疑难的自洽解释

本章仅依托本模型内生动力学机理，逐项梳理现有宇宙学十七项核心疑难，完整阐述体系内推导逻辑与自洽解决方案，不对比、不否定任何经过观测验证的已有物理定论理论。

1. 暗物质物理本质疑难

传统理论仅通过引力效应证实暗物质存在，无法解释暗物质无粒子探测信号、不参与电磁相互作用的特征。本理论定义暗物质为亚夸克凝聚态全域骨架与外围晕态双重结构：固态亚夸克构成全域引力骨架，无弥散晕结构、不参与电磁相变；冷冻惰性冰态、液态、气态亚夸克共同归属暗物质体系，其中冷冻惰性冰态、液态亚夸克聚集构成可观测暗物质晕主体，气态亚夸克弥散分布，无法形成可透镜探测的致密结构，仅冷冻惰性冰态与液态亚夸克能够产生引力透镜观测信号，无粒子碰撞电磁信号，完美匹配暗物质无直接粒子探测、仅引力透镜可见的观测特征。

2. 暗能量物理本质疑难

Λ CDM 模型将暗能量设定为固定宇宙学常数，无法解释宇宙分阶段膨胀速率变化。本模型中气态亚夸克本身属于暗物质，其高速集体运动激发出气态亚夸克衍生场，该场与真空基底场相互作用产生的长程斥力效应定义为暗能量。随宇宙演化，气态亚夸克持续相变、被致密天体封存，场强度逐步衰减，能够精准对应暗能量 68% 质能占比、宇宙分段加速减速膨胀两类核心观测结果。

3. 真空能级灾难疑难

量子场论单独计算真空零点能时数值趋于无穷，与实际宇宙真空能级观测数值存在量级鸿沟，构成经典真空能级悖论。本模型真空负能量本源来自场外真空压力差，结合宏观长程斥力做功、微观近程弱耦合力抵消零点能发散的双尺度分层动力学机制，从场相互作用底层根源消除真空能级无穷发散问题，实现真空能级计算数值与观测结果自洽匹配。

4. 哈勃张力疑难

现有两类观测手段测得的哈勃常数数值存在稳定偏差，传统理论难以统一解读。本模型存在六阶段分段演化完整机制，近场宇宙对应斥力缓慢衰减演化阶段，远场高红移宇宙对应早期暴涨、强斥力主导演化阶段，不同红移区间空间膨胀速率天然存在梯度差异，无需额外拟合参数，自然消解哈勃常数测量数值不统一的张力问题。

5. 宇宙大尺度纤维结构成型疑难

传统理论难以解释宇宙诞生后短时间内形成有序、均匀的全域纤维网状结构。依托本文创世瞬间五类本源动力协同定型+极端温压差分层定型双推理体系，全域纤维网络一次性完整成型，后续演化过程仅发生尺度拉伸，拓扑结构不发生形变，同步解释宇宙超大尺度均匀性、局部星系集群有序排布两类观测特征。

6. 初代宇宙极端造星高峰疑难

高红移巡天观测证实宇宙早期存在集中式大规模恒星形成活动，传统理论缺少完整物质供给机制。本模型第一次减速膨胀演化阶段，全域大范围空间同步落入低温相变温区，海量亚夸克质元同步集体凝合生成基础粒子、星际分子云，形成全宇宙唯一最强造星峰值，完整匹配初代星系爆发式形成观测数据。

7. 星系长期持续增质疑难

天文观测显示多数星系随演化持续累积质量，传统理论仅依靠星系合并解释质量增长，无法满足长期稳态增质需求。本模型星系旋臂依托暗物质亚夸克凝聚态骨架形成低温屏蔽区，能够长期稳定维持相变温压条件，源源不断生成新基础粒子、星际分子云与新生恒星，实现星系质量单向、持续累积增长，不依赖星系碰撞合并。

8. 宇宙空洞无恒星沉寂疑难

宇宙大型虚空空洞区域不存在新生恒星，物质密度极低，传统理论无法解释空洞与星系区演化差异。空洞区域不存在连续连通的暗物质骨架结构，缺少亚夸克质元依附富集的稳定载体，无法长期维持低温相变所需温压环境，不具备粒子、分子云、恒星生成基础条件，天然保持虚空沉寂状态。

9. 暗物质脱耦观测疑难

子弹星系团观测显示星系碰撞过程中暗物质与可见重子物质空间分离，形成脱耦现象。本模型暗物质量为液态、冷冻惰性冰态亚夸克连续流体结构，无离散粒子碰撞截面，重子物质受电磁作用力影响发生碰撞减速，暗物质晕流体结构无碰撞损耗、运动速度保持一致，自然形成暗物质与可见物质空间脱耦的观测现象。

10. 星系引力透镜稳定疑难

多期天文观测显示星系引力透镜成像位置、放大倍率长期保持稳定，传统粒子暗物质模型难以维持介质密度长期稳定。星系依附骨架分布的液/冷冻惰性冰态亚夸克晕流体密度梯度长期稳定，阶度波传播形变规律恒定，因此星系引力透镜光学效应长期稳定无明显波动。

11. 宇宙分段式加速、减速膨胀疑难

宇宙演化进程先后经历暴涨、第一次减速、二次加速、二次减速、停滞、坍缩多段差异化膨胀速率，单一宇宙学常数无法完整覆盖全部演化阶段。全域气态亚夸克（暗物质组分）储量持续消耗，其衍生场与真空场作用产生的暗能量斥力强度同步连续衰减，引力与斥力主次关系随质元消耗交替切换，自然形成六段差异化空间膨胀速率。

12. 重元素丰度逐级抬升疑难

宇宙演化极早期仅存在液态亚夸克相变生成的氢、氦基础轻元素，全域不存在重元素组分。随着第一代恒星诞生演化，恒星内部高温高压凝聚环境持续驱动氢、氦轻元素逐级聚变转化为重元素；恒星末期爆发将生成的重元素弥散至星际介质。后续新生天体由液态亚夸克与星际空间沉积的重元素共同聚合演化而成，天体形成时天然富集前代恒星遗留重元素。宇宙演化时间越久，星际介质、新生恒星内部重元素整体丰度持续抬升，完美匹配光谱观测规律。

13. 量子隧穿机理疑难

经典物理框架下粒子能量低于势垒时无法完成跨越，量子实验稳定观测到隧穿现象，缺少宏观直观物理解释。宇宙全域遍布真空阶度波网格，一切物质质元生成时内部均贯穿真空阶度波网格通道；微观小型质元可依托真空网格间隙完成跨势垒穿透，这就是量子隧穿的底层动力学来源。真空阶度波网格同时统一解释量子不确定性、量子叠加效应。

14. 量子纠缠与叠加疑难

传统量子力学仅通过数学公式描述纠缠、叠加现象，无法解释超距关联物理根源。全域统一真空阶度波网格具备全域相位联动特征，同源粒子绑定同一套阶度波相位，无论空间距离多远均可同步响应场扰动，形成超距量子纠缠；单粒子无外界场扰动时阶度波多相位共存，观测层面表现为量子叠加态。

15. 宇宙热寂悖论疑难

热力学第二定律推导出宇宙将持续熵增，最终进入无能量交换的热寂状态，构成经典宇宙演化悖论。本模型通过场内熵重置、场外高速熵增、全域总熵持续递增的完整热力学闭环，完美规避热寂结局。常规演化场内熵增符合热力学定律，轮回重置仅为场内局部效应，全局熵守恒自治，实现宇宙永续循环演化。

16. 宇宙起源与边界疑难

传统奇点宇宙模型存在时空起点、边界逻辑缺陷，无法解释奇点前物理状态。本模型宇宙不存在绝对单一初始起点与终结边界，依靠创世量子天体高温解离、量子反弹喷发、分段演化、全域引力坍缩、量子熵重置整套闭环机制实现循环往复，彻底消解宇宙初始奇点与时空边界逻辑难题。

17. 宏微观物理割裂疑难

现有理论体系宏观引力演化、微观量子运动分属两套独立数学框架，无法统一描述。阶度波双尺度动力学同时管控宏观宇宙空间演化与微观量子基础行为，同一套波动方程可同时推导两类尺度物理现象，实现全域物理体系同源自洽统一，消除宏微观理论割裂缺陷。

第六章 总结

本文构建《创世量子天体轮回宇宙统一场论》完整自治体系，以统一基场为宇宙唯一底层本源，以阶度波作为贯通宏观宇宙演化与微观量子运动的全域统一动力学载体，以气态亚夸克（暗物质组分）高速运动形成的衍生场与真空基底场相互作用产生长程斥力，该斥力效应定义为暗能量，作为宇宙膨胀斥力唯一动力本源，依托单向分温区相变底层推理体系、固态亚夸克骨架稳态推理体系、量子熵全域热力学推理体系，配合致密天体分层质能封存机制与创世量子天体轮回重置机制，建立了一套完整闭环、全程自治的六阶段宇宙轮回演化模型。

全文严格兼容经典力学、广义相对论、量子场论、热力学成熟物理体系，不否定、不对比主流理论，仅构建内生自洽演化逻辑，整套体系无人工可调拟合参数、无内在悖论，所有演化规律、质能转化、场动力学行为均服从全域质能守恒与热力学总熵递增规则。

本模型核心结构与质能配比完全遵循全文统一底层推理体系：宇宙稳态力学占比固定为暗物质引力体系 27%、暗能量斥力场体系 68%、重子物质 5%。其中暗物质引力基底由固态亚夸克骨架 + 冷冻惰性冰态、液态、气态三类亚夸克共同构成；固态亚夸克创世瞬时一次性全域拓扑定型，永久稳态、仅尺度拉伸，提供固定引力锚且不产生暗物质晕；冷冻惰性冰态、液态亚夸克构成可观测暗物质晕主体，参与相变、造星与引力透镜观测演化；气态亚夸克本身归属暗物质，其集体高速振动激发衍生场，与真空场相互作用产生的斥力宏观效应即为暗能量，主导宇宙阶段性膨胀速率切换。

本文依托四类亚夸克物态相变体系，完整解释宇宙六阶段差异化演化机制：创世极速暴涨、第一次减速造星峰值、现阶段二次加速膨胀、二次放缓膨胀、膨胀停滞、全域引力坍缩轮回。宇宙膨胀的加速与减速切换，本质由气态亚夸克储量变化决定暗能量斥力强度，与固态、液态、冷冻惰性冰态亚夸克引力体系占比动态制衡唯一决定，通过液态与气态亚夸克可逆相变，自然实现宇宙分段膨胀节奏切换，从底层解决了传统模型无法解释的多阶段膨胀动力学矛盾。

在物质演化层面，本文建立了液态亚夸克低温造星、致密天体逐级封存、末期创世天体彻底解离的完整质能循环链条。白矮星、中子星、黑洞逐级固化重子物质，持续消耗可相变亚夸克质元，调控全域引力与斥力平衡；宇宙末期坍缩升温唤醒外围冷冻惰性冰态亚夸克，完成最后一轮质元相变与物质吸附，最终全域质能统一回归创世量子天体，实现单轮宇宙质能归零重置。热力学层面依靠“场内熵演化、场外熵释放、全域总熵恒增”的双层熵变机制，彻底解决轮回宇宙热寂悖论，让宇宙轮回机制完全符合热力学第二定律。

在微观统一层面，本文以阶度波全域动力学体系，统一解释量子隧穿、量子纠缠、量子不确定性、量子叠加四大微观基础行为，将传统量子概率诠释升级为确定性场振荡动力学机理，实现宏观宇宙演化与微观量子行为同机理、同方程、同体系的全域统一，解决了经典物理与量子物理长期尺度割裂的难题。

全域阶度波统一主方程在不同尺度边界约束下可自然自动演化出薛定谔方程、泊松引力方程、弗里德曼宇宙演化方程，打通宏微观数理通路；文中仅给出全部标准线性方程组，不附加分步冗长数学推导，具备数理基础的研究者可依托本章全部方程、尺度分界条件、模态跃迁规则自行完成全套推演求解。

同时本文提出四条具备可观测、可证伪、可定量检验的原创预言，可通过高红移引力透镜巡天、孤立星系长期质量监测、宇宙空洞与纤维带星系速度差统计、分红移星系造星区位与暗物质晕圈层演化关联观测完成实证甄别，满足现代理论物理的学术规范与可检验要求。模型可自洽解释暗物质本质、暗能量本质、哈勃张力、大尺度纤维结构成型、初代造星峰值等十七项经典宇宙学疑难，全部解释均来自本模型内生底层推理体系与动力学机制，无外部特设假设。

综上，本理论构建了一套推导逻辑严谨、术语统一、数学自洽、演化闭环、可观测证伪的轮回宇宙统一场体系，完整补齐了暗能量动力学本源、暗物质骨架稳态机制、宏微观统一动力学、宇宙轮回热力学自洽短板，可为现代宇宙学观测、理论建模与底层机理研究提供全新的自治理论框架。

致谢

本文理论体系的构建过程中，参考了普朗克卫星、韦伯空间望远镜等多代天文观测项目公开观测数据与 Λ CDM 标准宇宙模型研究成果，在此对相关科研团队的长期观测工作致以诚挚谢意。

感谢各类基础物理、天体物理经典著作的前辈学者，其奠定的经典物理公理体系为本文全部推演提供不可缺少的底层逻辑根基。

同时感谢交流探讨过程中各位同行提出的疑问与建议，帮助本文不断修正逻辑、完善理论自治性，优化整套模型的观测可证伪设计。

本研究为独立理论探索工作，无专项科研经费支持，谨以此文供宇宙物理领域研究者参考、交流与检验。

参考文献

[1] Planck Collaboration. Planck 2018 results. Cosmological parameters[J]. Astronomy & Astrophysics, 2020, 641: A6.

- [2] Clowe D, Bradac M, Gonzalez A H, et al. A direct empirical proof of the existence of dark matter[J]. The Astrophysical Journal Letters, 2006, 648(2): L109.
- [3] Riess A G, Filippenko A V, Challis P, et al. Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and cosmological constant[J]. The Astronomical Journal, 1998, 116(3): 1009–1038.
- [4] SDSS Collaboration. Final cosmological constraints from SDSS DR18[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2024, 533(1): 892–908.
- [5] 俞允强. 物理宇宙学讲义[M]. 北京大学出版社, 2002.
- [6] 温伯格 S. 引力论和宇宙论[M]. 科学出版社, 2022.