万有引力的起源：基于负质量暗物质汤排斥机制与引力子交换的统一模型

作者： 李志军 赵光耀

摘要： 本文旨在揭示万有引力的本质起源。基于前期建立的宇宙ABC机制模型，我们提出一种革命性的引力理论：经典意义上的牛顿万有引力并非一种直接的吸引力，而是由遍布宇宙的负质量暗物质粒子汤（Negative-Mass Dark Matter Soup, NMDMS） 对普通物质粒子产生的间接排斥效应所呈现出的宏观现象。本文将从ABC场论导出负质量暗物质的必然存在，并通过严格的流体动力学推导，证明NMDMS的排斥压力如何精确地再现牛顿万有引力定律。同时，该模型在量子层面引入了引力子作为相互作用的媒介子，从而将引力纳入量子场论的框架，实现了引力描述的宏观与微观统一。该模型为理解从量子到宇宙尺度的引力行为提供了一个自洽且可计算的全新解释。

关键词： 万有引力；引力起源；负质量暗物质；ABC机制；流体动力学；引力子；等效原理

1. 引言

牛顿的万有引力定律和爱因斯坦的广义相对论成功描述了引力的宏观行为，但引力的本质来源至今仍是物理学最大的谜题。为何所有物质都具有引力？引力为何如此微弱且不可屏蔽？如何将引力与量子力学相统一？

本文认为，解决这些问题的关键在于重新审视“引力”的定义。我们提出，引力并非物质固有的“吸引”属性，而是一种涌现的（Emergent）、间接的几何效应。该思想源于前期研究的宇宙ABC模型，其中宇宙由电磁涡旋场（A场）、色荷涡旋场（B场）和希格斯涡旋场（C场）构成。本文将从该模型出发，论证负质量暗物质的存在，并详细阐述其如何通过排斥普通物质，模拟出牛顿万有引力定律。

1. 负质量暗物质粒子汤的起源与性质

2.1 从ABC场论导出负质量解

在ABC理论的场方程求解过程中，希格斯涡旋场C的势能项 存在多个真空解。除了通常的正质量真空期望值 （对应正质量粒子），理论还允许一个负质量真空期望值 。

在宇宙极早期，部分区域由于特定的场涨落，跌入了这个负质量真空。在此真空下激发的粒子，其质量由质量算符 给出：

这些粒子构成了充斥宇宙的真性暗物质，即负质量暗物质粒子汤（NMDMS）。由于其质量项符号与普通物质相反，它们与希格斯场的耦合行为也完全相反。

2.2 负质量暗物质的性质

1. 不可见性： 其场组合中不包含电磁涡旋场A的分量，因此不参与电磁相互作用，是“黑暗”的。
2. 均匀分布性： 由于不与普通物质聚集，它们在宇宙中大尺度上呈高度均匀分布。
3. 负能动量： 根据相对论能量-动量关系 ，负质量的平方导致其能动张量与普通物质相反。
4. 引力的宏观机制：负质量暗物质汤的流体动力学排斥模型

本节将详细阐述负质量暗物质汤（NMDMS）如何通过其流体动力学行为，产生等效于万有引力的排斥压力。整个推导过程基于几个核心假设：(1) NMDMS可被视为一种理想流体；(2) 其状态方程由负质量特性决定；(3) 普通物质与NMDMS的相互作用是局域的。

3.1 负质量流体的状态方程与压力

考虑NMDMS由无相互作用的负质量粒子构成，其单个粒子质量为 ，平均数密度为 。根据维里定理和理想气体定律，此类流体的压强（P） 与密度（ ）的关系呈现出非凡的特性：

P =

由于 ，其动量 与速度 的方向相反（由 定义）。这意味着一个运动的负质量粒子携带的动量与其运动方向相反。统计平均后，这导致负质量流体的压强 P 为正值：

P > 0

这是一个关键结论：充斥宇宙的负质量暗物质汤具有正压强。

3.2 普通物质导致的NMDMS密度扰动与“引力势阱”

当一个质量为 M ( M>0 ) 的普通天体浸入NMDMS中时，由于其正质量属性，它会排斥周围的负质量粒子。这导致该天体周围形成一个NMDMS的低密度区，或称“亏空区”（Void）。

为描述这一现象，我们引入NMDMS的密度扰动场 ，其中 是未受扰动的均匀背景密度。天体对NMDMS的排斥作用，可以等效为一个施加在负质量流体上的正势能场 ，其大小与距离天体的距离 r 成反比。在稳态下，流体的欧拉方程给出：

这是一个至关重要的方程。由于 ，压强梯度 与势能梯度 的方向相同。这意味着，在正质量天体附近（ ），NMDMS的压强 P 会增大以抵抗排斥，从而导致该区域的NMDMS密度降低（ ）。一个正质量天体周围实际上形成了一个NMDMS的“低密度势阱”。

3.3 两个普通天体间的有效相互作用：推导牛顿定律

现在考虑两个质量分别为 和 的普通天体，相距为 r ，浸没在NMDMS中。

1. 叠加的密度扰动： 每个天体都会在周围产生一个NMDMS的密度亏损区 和 。根据线性微扰理论，当两天体相距较远时，总密度扰动近似为 。在两个天体之间的区域，它们的低密度区发生重叠，导致该区域的NMDMS密度高于背景值（即 为正且更大）。
2. 压力差与有效力： 现在分析作用在天体 上的力。天体 的存在，使得 所处位置的NMDMS背景发生了变化。 不仅感受到均匀背景压强 ，更感受到由 引起的压强梯度 。根据流体力学，作用在 上的净力是由于其自身的存在而导致的压力不平衡：

这里 是由 引起的压强扰动。利用高斯定理并代入状态方程 （ 为声速），我们得到：

dV = - dV

将欧拉方程 代入上式（ 是 产生的势）：

dV = dV

这个体积分可以等效为 所受的力。对于点质量 ，其势场为 是一个待定常数)。经过一番运算（详见附录），可以发现：

F dV

其中的体积分项与天体的质量 成正比。令 dV ，我们最终得到：

1. 牛顿常数的涌现： 令 G ，我们赫然得到了牛顿万有引力定律：

引力常数 G 由此涌现！ 它并非基本常数，而是由负质量暗物质汤的本征属性决定： G = 。其中 是NMDMS的数密度， 是单个负质量粒子的质量。这解释了为什么 G 的数值如此微小，因为它正比于宇宙中负质量密度的绝对值。

3.4 等效原理的解释

惯性质量 和引力质量 的等效性在此模型中有了自然解释。一个物体所受的NMDMS排斥力（等效引力）既正比于其引力质量 （决定它排斥NMDMS、制造“亏空区”的能力），也正比于其惯性质量 （决定它在压力梯度下产生加速度的能力）。在ABC理论中， 和 都源于物体与希格斯场C的耦合强度 ，因此它们必然相等 ( 。等效原理是这种共同起源的必然结果。

1. 引力的量子机制：引力子的交换

宏观排斥机制是等效的图像，但相互作用的微观传递仍需媒介子。ABC理论将量子力学自然地融入其中。

4.1 引力子的场组合

在ABC理论中，引力子（Graviton）并非基本粒子，而是一种希格斯涡旋场C的特定激发态。其场组合形式为：

该态是自旋为2、质量为零的张量玻色子。引力子是C场量子化的必然产物。

4.2 引力子的交换过程

1. 一个普通物质粒子（例如一个质子 ）通过其C场分量扰动背景希格斯场，激发出引力子 。
2. 这个引力子被传播出去。
3. 另一个物质粒子（ ）接收到这个引力子。由于引力子代表了C场的振动，其能量-动量会作用于接收粒子。
4. 在低能近似下，交换虚引力子的过程所产生的相互作用势，正好是吸引势 V(r) = -G 。

重要的是，此处的引力子交换产生的是“有效吸引力”，但其根源是负质量背景的排斥效应所决定的耦合常数G。 微观的量子过程与宏观的流体动力学图像在此完美统一、相互印证。量子引力在此模型中不再是难题，而是理论自洽性要求的必然组成部分。

1. 结论与展望

本文提出了一个关于万有引力起源的全新统一模型：

1. 引力不是吸引力： 经典万有引力是均匀分布的负质量暗物质汤对普通物质产生排斥作用后，所涌现出的等效几何效应。
2. 引力常数G的起源： G由宇宙中负质量暗物质的密度 ( 和单个负质量 ( 决定，不是一个基本常数。
3. 量子引力实现： 在微观层面，引力通过交换希格斯涡旋场C的激发态——引力子来实现，且相互作用形式与宏观图像自洽。

该模型自然解释了引力的普适性、微弱性和不可屏蔽性。它预言了负质量暗物质的存在，并可通过其分布来解释宇宙学观测中的“暗能量”现象（负质量具有固有的排斥效应）。

未来工作将集中于：

1. 精确计算： 计算NMDMS的属性（ ）与观测的引力常数G和哈勃常数的关系，并与宇宙学数据比对。
2. 实验验证： 探索在实验室中探测负质量暗物质存在的间接证据，例如分析不同密度区域引力常数G可能存在的微小变化。
3. 理论深化： 进一步研究引力子与ABC场其他激发态的相互作用，完善在强场和极高能标下的理论形式，并探索与广义相对论时空几何的更深层次联系。

本理论将为最终构建包含引力的万物理论开辟一条新的道路，实现从量子到宇宙尺度的力的大统一。

附录：推导细节概要

详细的推导需求解在点源扰动下负质量流体的泊松方程：

结合边界条件，可解得 的具体形式，进而通过计算压力梯度积分精确得到力的大小与距离的平方反比关系。最终积分结果中的比例常数即定义了 ，与 结合后涌现出牛顿常数 G 。