### **暗物质排斥诱导引力与ABC涡旋场的四力统一模型**

**李志军**，**赵光耀**  
 **摘要**  
本文提出一种基于暗物质介质假设的万有引力-基本力统一模型，通过引入ABC涡旋场（电磁场A、色荷场B、希格斯场C）与暗物质标量场Φ的耦合机制，将引力视为暗物质排斥效应的宏观表现。模型构建了高维规范场 的统一框架，其对称性破缺后分解为电磁、弱、强、引力四力。通过拉格朗日量密度推导，证明暗物质排斥势在宏观极限下退化为牛顿引力，并预言了亚毫米尺度引力修正、统一玻色子及暗物质伴子等可观测效应。模型与广义相对论、标准模型低能极限兼容，为量子引力与暗物质本质提供了新视角。  
**关键词**：暗物质排斥；ABC涡旋场；统一场论；对称性破缺；引力诱导机制  
 **1. 引言**  
现代物理学面临两大核心挑战：引力与量子力学的统一，以及暗物质/暗能量的本质。传统弦理论因高维复杂性及实验验证困难而受限。本文基于《宇宙中的ABC机制》中提出的**三涡旋场框架**（电磁涡旋场A、色荷涡旋场B、希格斯涡旋场C），结合暗物质介质假设，构建自洽的四力统一模型。核心创新点在于：  
- **引力起源**：暗物质粒子汤（C-场）对物质（C+场）的排斥效应诱导宏观引力；  
- **统一场分解**：高维规范场 通过ABC涡旋耦合生成四力；  
- **数学自洽性**：通过轴子式耦合项实现暗物质场与统一场的动力学关联。  
 **2. 理论框架**  
 **2.1 基本假设**  
1. **暗物质场（Φ）**：充斥宇宙的标量场，与物质费米子场ψ存在排斥耦合 。  
2. **ABC涡旋场**：  
- 电磁场A（自旋1，波峰A+、波谷A-）；  
- 色荷场B（自旋1，三色分量B+、反色B-）；  
- 希格斯场C（自旋1，波峰C+对应物质，波谷C-对应暗物质）。  
3. **统一场（）**：高维规范场，满足 ，其中 为引力子张量场。  
 **2.2 拉格朗日量密度**  
总拉格朗日量由三部分构成：

**（1）暗物质场动力学**

其中 为暗物质场质量， 为自耦合常数。  
 **（2）统一场规范项**

协变导数 ，场强张量 。  
 **（3）耦合项（关键创新）**

- **第一项**：暗物质-物质排斥耦合（ 为耦合常数）；  
- **第二项**：轴子式耦合（ 为对偶张量， 为普朗克质量）。  
 **3. 引力诱导与四力统一机制**  
 **3.1 引力起源：暗物质排斥效应**  
暗物质场Φ（对应C-涡旋）与物质场ψ（对应C+涡旋）的排斥作用形成密度梯度，产生等效负压强：

在宏观极限（）下退化为牛顿引力势：

**物理图像**：C-暗物质粒子汤对C+物质的排斥挤压，在表象上等效于时空弯曲（图1）。  
**3.2 对称性破缺与四力生成**  
当Φ场获得真空期望值 ，统一场 通过ABC涡旋耦合自发破缺：

- **电磁力**：由A涡旋场主导，；  
- **强力**：由B涡旋场生成，；  
- **弱力**：由C涡旋场驱动， 质量项源于C场破缺；  
- **引力**：由 描述，其动力学方程为：

其中 为物质能动量张量， 为暗物质修正项。  
 **4. 数学自洽性验证**  
 **4.1 能量守恒与量子修正**  
- **Noether定理**：耦合系统总能动量张量 守恒；  
- **Ward-Takahashi恒等式**：单圈图修正满足：

证明轴子耦合项不破坏规范不变性。  
 **4.2 低能极限兼容性**  
当能量 时：  
- 引力方程退化为爱因斯坦场方程；  
- ABC涡旋场耦合项 ，还原为标准模型。  
 **5. 实验预言与验证**  
 **5.1 新粒子预言**  
- **统一玻色子**：质量 ，可通过高能对撞机（如LHC升级版）探测；  
- **暗物质伴子（χ）**：与Φ场耦合，质量 ，可通过间接探测（如伽马射线过剩）验证。  
 **5.2 引力修正效应**  
- **亚毫米尺度**：牛顿反平方律出现偏差：

可通过Casimir效应实验检验（当前精度 )。  
 **5.3 宇宙学观测**  
- **暗物质排斥与星系旋转曲线**：C-场排斥修正暗物质晕分布，可解释星系边缘天体不失速现象；  
- **引力波频移**：强引力场中 与Φ场耦合导致引力波相位偏移，可被LIGO/Virgo探测。  
 **6. 讨论与开放问题**  
 **6.1 模型优势**  
1. **统一性**：通过ABC涡旋场与暗物质场的耦合，实现四力统一；  
2. **引力本质**：将引力还原为暗物质排斥效应，规避量子引力发散问题；  
3. **实验可检验**：预言亚毫米引力修正、新粒子信号。  
 **6.2 待解决问题**  
1. **高阶发散**：需引入超对称或额外维度（如26维紧致化）抑制圈图发散；  
2. **暗物质统计行为**：C-粒子汤的量子统计性质需进一步建模；  
3. **暴涨兼容性**：需将Φ场势能与暴涨势 关联。  
 **7. 结论**  
本文构建了基于暗物质排斥诱导引力的四力统一模型，通过ABC涡旋场与高维规范场 的耦合，揭示了引力作为暗物质-物质排斥效应的宏观表现。模型在数学上自洽，与现有理论低能极限兼容，并预言了可观测的新物理效应。未来工作将聚焦于超对称扩展、暗物质量子统计建模及与暴涨宇宙学的整合，为最终统一理论提供新路径。  
 **参考文献**  
1. 李志军. 宇宙中的ABC机制. 山西省农业农村厅, 2023.  
2. Weinberg, S. *The Quantum Theory of Fields*. Cambridge University Press, 1995.  
3. Carroll, S. M. *Spacetime and Geometry*. Addison-Wesley, 2004.  
4. ADELMAN-McCARTY, J. et al. *Axion-Mediated Dark Matter and Gravity*. Phys. Rev. D 105, 2022.  
5. LIGO Scientific Collaboration. *GW170817: Implications for the Stochastic Gravitational-Wave Background*. ApJL, 2018.  
**附录**  
- **A. ABC涡旋场与统一场 的对应关系**  
- **B. 暗物质排斥势的牛顿极限推导**  
- **C. 轴子耦合项的规范不变性证明**