反物质产生的场组合机制：基于ABC理论的高能对撞与电荷共轭对称性研究

作者： 李志军，赵光耀

摘要：  
本文基于李志军ABC理论，提出了高能对撞中反物质产生的完整场组合动力学模型。核心论点为：反物质的产生是普通物质场组合在电荷共轭（C）变换下的本征态，其本质是高能环境下，宇宙能量子与色荷涡旋场（或）的耦合模式发生量子隧穿或重组。我们严格遵循下夸克（d）耦合于反色荷场的一个分支（获得 ），上夸克（u）耦合于正色荷场的两个分支（获得 ） 的基本设定，构建了描述对撞过程的含时场组合薛定谔方程。通过引入色荷场分支的Bogoliubov变换，我们证明了当对撞质心系能量 时，味真空 失稳，导致正反粒子对 的相干产生。进一步，我们推导了胶子融合过程 的截面 ，并详细描述了从部分子级反夸克到复合反强子（如反质子）的级联重组过程。该模型将反物质产生完全纳入以色荷场分支耦合为核心的场组合框架，为在实验室创造与探测反物质提供了深刻而自洽的理论基础。

关键词： ABC理论；反物质产生；场组合；色荷场分支；下夸克；上夸克；胶子融合；Bogoliubov变换；强子化

1. 引言：反物质问题的场组合视角  
   粒子物理标准模型成功地预言了反物质的存在。本文基于李志军ABC理论，从场组合的视角提供一个更基本的物理图像：反物质的产生是宇宙能量子与色荷涡旋场（或）的耦合模式在极高能量下发生量子隧穿或重组的物理过程。其核心是色荷场分支占据数的改变。
2. 理论框架：夸克的场组合与电荷共轭变换

2.1 夸克的场组合与电荷起源  
根据ABC理论：  
\* 上夸克 (）： 耦合于正色荷场的两个分支（例如 和 ）。  
\* 场组合：   
\* 电荷计算：   
\* 色荷： 处于色三重态（红-绿）。  
\* 下夸克 (）： 耦合于反色荷场的一个分支（例如 ）。  
\* 场组合：   
\* 电荷计算：   
\* 色荷： 处于反色三重态（反蓝）。

2.2 反夸克的场组合与C变换  
电荷共轭算符 作用在夸克场上，会翻转其所耦合的色荷场类型 () 并改变分支指标（色反色）。  
\* 反上夸克 ：

\* 电荷：   
\* 色荷： 处于反色三重态（反红-反绿）。  
\* 反下夸克 ：

\* 电荷：   
\* 色荷： 处于色三重态（蓝）。

1. 高能对撞中反物质产生的动力学

3.1 相互作用哈密顿量  
高能对撞中，反物质产生的主要过程是胶子融合 ，其由QCD的相互作用哈密顿量主导：

其中胶子场 是色荷场B的激发量子，其场组合为 。胶子交换过程直接重排夸克的色荷场分支耦合状态。

3.2 味真空失稳与Bogoliubov变换  
在极高能量密度下，手征对称性可能暂时恢复，导致“粒子”与“反粒子”的定义变得模糊。系统的演化由含时薛定谔方程描述：

初始态 。当 时，味真空 对于产生正反粒子对 是不稳定的。可以通过Bogoliubov变换将产生算符和湮灭算符混合。对于夸克场，该变换作用于其色荷场分支部分：

其中 是正粒子（耦合分支）的产生算符， 是反粒子（耦合分支）的产生算符。out 态的粒子数算符期望值不为零：

这表示从初始的质子态中，通过胶子场介导的色荷分支重组，产生了新的正反夸克对，其场组合态为 。

1. 从部分子到复合反物质：级联重组过程  
   高能对撞产生的是高能正反夸克对 。它们需要经过强子化，才能形成复合的反物质，如反质子 。

4.1 反质子的场组合重组  
一个反质子 由两个反上夸克和一个反下夸克构成：。  
\* 反上夸克 ： ，色荷为反色。  
\* 反下夸克 ： ，色荷为正色。

它们需要通过胶子交换（色荷场B的激发）重组为整体色单态。其场组合重组过程可表示为：

该过程的概率 由非微扰QCD的碎裂函数描述。

1. 截面计算与实验验证

5.1 部分子层面主导过程：胶子融合  
由于反物质产生核心是色荷场分支的翻转与重组，其主要过程是胶子融合 。其截面主要依赖于强耦合常数 ：

该过程由胶子场强 驱动，直接改变了夸克的色荷场耦合状态。

1. 结论  
   本文基于修订后的ABC理论，构建了反物质产生的场组合动力学模型：
2. 电荷起源： 上夸克耦合于的两个分支获得 电荷；下夸克耦合于的一个分支获得 电荷。

2. 反物质本质： 是普通物质场组合的电荷共轭态，其产生是色荷场B分支耦合模式发生反转 () 的结果。

3. 产生机制： 高能对撞导致味真空失稳，通过胶子场介导的Bogoliubov变换实现正反粒子对的相干产生。

4. 重组路径： 产生的反夸克通过胶子场媒介的强子化，重组为复合反物质（如反质子）。  
该模型将反物质研究从现象学提升至色荷场分支操作的层面，为反物质化学、反物质引力等前沿研究提供了坚实的理论基础。

参考文献  
[1] Li, Z. J. (2023). The ABC Mechanism in the Universe.  
[2] ’t Hooft, G. (1971). Renormalization of Massless Yang-Mills Fields. Nuclear Physics B.  
[3] Schwinger, J. (1951). On Gauge Invariance and Vacuum Polarization. Physical Review.  
[4] ALPHA Collaboration. (2016). Observation of the 1S–2S Transition in Trapped Antihydrogen. Nature.