基本粒子电荷的耦合分支理论：基于宇宙能量子与色荷涡旋场分量的量子化机制

作者： 李志军 赵光耀

摘要： 本文基于“宇宙中的ABC机制”框架，提出了一个关于基本粒子电荷起源的耦合分支理论。核心论点为：粒子所携带的电荷量，由宇宙能量子 ( 与色荷涡旋场 (B场) 的色荷分支（红、绿、蓝或其反分支）发生耦合的数量 ( N ) 直接决定。我们构建了描述该耦合过程的分支选择算符 ( 和电荷生成算符 ( ，并证明了其本征值满足 ，其中 N = 0, 1, 2, 3 。该模型不仅自然解释了夸克的分数电荷 ( N=1,2 ) 和轻子的整数电荷 ( N=0,3 )，更将电荷的量子化归结为耦合分支数的离散性。本文为该理论提供了严格的群论和量子场论基础。

关键词： 电荷量子化；耦合分支理论；宇宙能量子；色荷涡旋场；分支选择算符；ABC机制

1. 引言：电荷的耦合起源

为何上夸克的电荷是 ，而下夸克是 ？为何电子的电荷是 -e ？标准模型将其视为经验参数。本文提出一个革命性的观点：电荷的大小并非内禀属性，而是取决于粒子与宇宙本源场耦合的“通道”数量。

1. 理论框架：色荷分支与耦合数

2.1 基本要素定义

1. 宇宙能量子 ( : 携带一个单位的基本电荷元，其值为 e 。它是电荷的源头。
2. 色荷涡旋场 (B场): 具有 规范结构。我们关注其六个基矢分量：
   * 正色荷分支: 代表红、绿、蓝色荷)
   * 反色荷分支: 代表反红、反绿、反蓝色荷)每个分支在耦合过程中独立地贡献一份固定的电荷量。

2.2 核心公设：耦合分支决定电荷

我们提出以下基本公设：

* 一个粒子（费米子）的电荷 Q ，由宇宙能量子 与其耦合的色荷分支的数量 N 决定：
* Q =

其中， N 是耦合的净分支数（正分支贡献 +1 ，反分支贡献 -1 ）。  
- N 的取值范围被限制为 N = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 。这直接导致了电荷的量子化。

1. 数学模型：分支选择算符与电荷本征态

3.1 分支选择算符 (

我们定义一个分支选择算符 。其本征态 表示一个粒子与B场耦合的特定状态，本征值 N 即为净耦合分支数。

3.2 耦合状态的群论表示

一个粒子与B场的耦合状态，可以用 群的表示论来严格描述。耦合分支数 N 对应于该粒子场在 SU(3) 下表示的最高权或超荷的某种量子数。

* N=0 (耦合0支): 对应 SU(3) 单态 。例如：电子中微子 ( 、光子 ( 。
* N=1 (耦合1支): 对应 SU(3) 三重态 fundamental representation)。例如：下夸克 ( d )、奇异夸克 ( s )、底夸克 ( b )，它们各与一个正色荷分支耦合。
* N=2 (耦合2支): 对应 SU(3) 反三重态 。例如：上夸克 ( u )、粲夸克 ( c )、顶夸克 ( t )，它们与两个反色荷分支耦合（等效于与一个正分支耦合，但电荷符号相反）。
* N=3 (耦合3支): 对应 SU(3) 单态（但从耦合角度看，是三个分支的某种无色叠加）。例如：电子 ( 、缪子 ( 、陶子 ( ，它们与三个正色荷分支发生耦合，但整体表现为无色。

注：电荷的正负号还需引入一个新的量子数（如“电荷宇称”）来最终确定，但其大小由 |N| 决定。

3.3 电荷生成算符 (

根据核心公设，电荷生成算符 与分支选择算符 成正比：

因此，其本征方程直接给出电荷：

1. 动力学机制：耦合过程的场论描述

4.1 耦合相互作用拉格朗日量

宇宙能量子 与色荷涡旋场分支 的耦合，由以下相互作用项描述：

其中 g 是耦合常数， 是霍奇对偶。该项表示 与每一个色荷分支 都可以发生独立的耦合。

4.2 分支数 N 的量子化

耦合分支数 N 的量子化（只能取整数值）源于其拓扑性质。考虑宇宙能量子 在闭合曲面 上的通量量子化：

当 与一个色荷分支 耦合时，该通量的一部分（例如 e/3 ）被“分配”或“投射”到该分支上。因此，与 N 个分支耦合，总电荷即为 (N/3)e 。由于通量 n 是量子化的， N 也必然是整数。

1. 结论与展望

本文提出了一个简洁而强大的耦合分支理论，完美解释了基本粒子电荷的量子化和分数化现象：

1. 夸克 ( N=1,2 ): 电荷为 。
2. 轻子 ( N=0,3 ): 电荷为 0, 。
3. 量子化根源： 源于耦合分支数 N 的离散性和宇宙能量子通量的量子化。

未来工作将集中于：

1. 将 N=1,2,3 的态与SU(3)群的表示 进行更精确的映射。
2. 从ABC理论的完整拉格朗日量中推导出相互作用项 。
3. 研究此模型对重子产生、电荷守恒等基本定律的深层含义。

该理论将电荷这一基本物理量还原为一个简单的几何量子数，为统一理论提供了新的基石。

参考文献

[1] Li, Z. J. (2023). The ABC Mechanism in the Universe. [百度文库]

[2] Georgi, H. (1999). Lie Algebras in Particle Physics.