电子-正电子湮灭的场组合模型：能级分配体系与守恒律验证  
**作者**：李志军，赵光耀  
 摘要  
本文基于标准量子场论框架，提出电子-正电子湮灭过程的场组合模型。通过引入色荷涡旋场（SU(3)单态）与希格斯场激发态的耦合机制，构建了量子态张量积表征体系。模型揭示了湮灭过程中色荷场瞬时坍缩（∼10⁻²² s）与希格斯场残余态（ε∼10⁻⁵）的动力学演化，建立了能量重分配方程与动态耦合张量𝒢μν。严格验证了电荷、能动量及宇称守恒律，并证明在ε→0极限下与标准模型预测（Eγ=mₑc²）渐进一致。该模型为高能粒子湮灭过程的量子场论描述提供了新范式。  
 1. 场组合的量子态表征  
 1.1 电子态  
电子量子态由基态电磁场、负色荷涡旋场及希格斯场激发态构成：

其中：  
- ：基态电磁场（U(1)规范场）  
- ：负色荷涡旋场（SU(3)单态，满足坍缩条件）  
- ：希格斯场激发态（，为希格斯场真空期望值）  
 1.2 正电子态  
正电子态通过CPT变换与电子态共轭：

满足：  
- （电荷共轭对称性）  
- （希格斯场相位反转）  
 2. 湮灭过程的场算符演化  
湮灭算符作用产生双光子态与残余场：

其中：  
- ：色荷场完全坍缩态（）  
- ：希格斯场残余态

为希格斯真空态，为基态激发，表征非完全相变程度。  
 3. 能量重分配方程  
初始总能量（为动能），湮灭后满足：

其中为原始希格斯场结合能，典型值。  
 4. 动态耦合系数  
引入场耦合张量描述演化时标：

关键参数：  
- ：色荷场坍缩时标（强相互作用特征时间）  
- 非对角元：保证电磁场与残余希格斯场解耦  
 5. 守恒律验证  
 5.1 电荷守恒

5.2 能动量守恒  
四维动量严格守恒：

5.3 宇称转换  
希格斯场组合态满足：

为角动量量子数，宇称守恒要求为偶数。  
 6. 与标准模型的渐进一致性  
模型通过三重机制实现与标准模型兼容：  
1. **色荷场瞬时退激发**：极限下  
2. **希格斯场非完全相变**：但时  
3. **光子-残余场弱耦合**：确保无能量泄漏  
当时，光子能量恢复标准模型预测：

结论  
本文建立的场组合模型首次将色荷涡旋场与希格斯场激发态纳入电子-正电子湮灭过程，通过动态耦合张量精确描述了能级分配机制。模型严格满足所有守恒律，并在极限下与标准模型渐进一致。残余希格斯场能量的预测（）为高能物理实验提供了可检验的新物理信号，未来可通过精密测量湮灭光子能谱进行验证。  
 参考文献  
1. Weinberg, S. *The Quantum Theory of Fields* (Cambridge, 1995)  
2. Peskin, M.E. & Schroeder, D.V. *An Introduction to Quantum Field Theory* (Westview, 1995)  
3. ATLAS Collab. *Nature Phys.* **18**, 452 (2022)  
4. 李志军等. *物理学报* **72**, 030301 (2023)