

一种具有整数电荷的层子 $SU_4 \otimes SU_3$ 结构模型*

杜 东 生

(中国科学院高能物理研究所)

我们可以把最近实验上发现的新粒子^[1,2]大体上分为两组: $J(3.1)$, $\phi'(3.7)$, $\chi(3.41)$, $\chi(3.50)$, $\chi(3.55)$ 构成一组(其中, $J(3.1)$ 可能是一种新层子及其反粒子构成的束缚态, $\phi'(3.7)$ 是 $J(3.1)$ 的径向激发态, $\chi(3.41)$, $\chi(3.50)$, $\chi(3.55)$ 是 $J(3.1)$ 的 P 波激发态); $\phi''(4.1)$, $\phi'''(4.4)$ 等构成另一组. 值得注意的是, $\phi''(4.1)$ 比 $\phi'''(4.4)$ 要宽得多, 且 $\phi''(4.1)$ 共振看来是有结构的. 一种可能的解释是 $\phi''(4.1)$ 是由几个共振态迭加而成. 这种图象在 $SU_3 \otimes SU_3$ 结构模型下已讨论过^[3]. 本文将在层子具有整数电荷的 $SU_4 \otimes SU_3$ 结构模型下具体实现新粒子分两组的图象, 给出矢量介子质量谱, 并对构成 $SU_4 \otimes SU_3$ 模型的各种可能性作了简要讨论.

一、层子具有整数电荷的模型

假定所有强子都是由十二种层子构成的. 这十二种层子组成 $SU_4 \otimes SU_3$ 群的 $(4, 3^*)$ 表示的基. 如果我们称 SU_3 空间为抽象的颜色空间, 并以 R, B, G 分别表示红、蓝、绿三种颜色, 则十二种层子的电荷排列如下:

$$\begin{array}{ccccc}
 & p & n & \lambda & c \\
 R & z' & z' - 1 & z' - 1 & z' \\
 B & z'' & z'' - 1 & z'' - 1 & z'' \\
 G & z & z - 1 & z - 1 & z
 \end{array} \quad (1)$$

若取 $z'' = z = 1$, $z' = 0$, 则得到整数电荷的层子, 其电荷为

$$\begin{array}{ccccc}
 & p & n & \lambda & c \\
 R & 0 & -1 & -1 & 0 \\
 B & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 G & 1 & 0 & 0 & 1
 \end{array} \quad (2)$$

上式中, 如果将电荷对三种颜色平均, 则有 $\bar{Q}_p = \bar{Q}_c = 2/3$, $\bar{Q}_n = \bar{Q}_\lambda = -1/3$. 即三种颜色的平均电荷与分数电荷的 SU_4 模型一致. 因此, 对于 SU_3 空间是单态的强子, 其电荷值与通常的 SU_4 模型一致.

在(2)式电荷之下,

* 1976年2月26日收到; 1976年9月9日收到修改稿.

$$R = \frac{\sigma_{e^+e^- \rightarrow h}}{\sigma_{e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-}} = \sum_i Q_i^2 = 6. \quad (3)$$

目前 R 的最大实验值在 5—6 之间。很容易写下这种模型中的电荷算子:

$$Q = \begin{pmatrix} 2/3 & & & \\ & -1/3 & & \\ & & -1/3 & \\ & & & 2/3 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} -2/3 & & \\ & 1/3 & \\ & & 1/3 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

我们可以做如下的粒子填充:

$$\begin{aligned} (\rho, \omega'_1) &= \rho, \quad (K^*, \omega'_1) = K^*, \quad (\phi_c, \omega'_1) = J(3095), \\ (\omega, \phi'_8) &= \psi(3.95)^{[4]}, \quad (\phi_c, \phi'_8) = \psi(4.1), \\ (\phi, \phi'_8) &= \psi(4.4), \quad (\phi_c, \rho) = \psi(5.97). \end{aligned} \quad (5)$$

这里我们假定在 SU_3' 空间有强作用破坏。利用文献 [3] 中类似的方法可以给出 $SU_4 \otimes SU_3'$ 模型下矢量介子的质量公式。

假定

$$H = H_0 + H_1 + H_2 + H_3, \quad (6)$$

其中, H_0 在略去动能有关的项时满足 SU_4 不变性并与自旋无关。 H_0 还具有 SU_3' 不变性, 但与 SU_3' 的表示有关。

$$\begin{aligned} H_1 &= \sqrt{3} \lambda_8 \otimes A, \quad H_2 = \sqrt{6} \lambda_{15} \otimes B, \quad H_3 = C \otimes \sqrt{3} \lambda'_8, \\ \lambda_8 &= \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & -2 & \\ & & & 0 \end{pmatrix}, \quad \lambda_{15} = \frac{1}{\sqrt{16}} \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & 1 & & \\ & & 1 & \\ & & & -3 \end{pmatrix}, \quad \lambda'_8 = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & -2 \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (7)$$

其中, A, B, C 都是具有 SU_4 及 SU_3' 不变性且与自旋无关。如果在一级近似下取

$$C_0 = -\langle 1, 1 \| C \| 1, 8 \rangle \sim -\langle 15, 1 \| C \| 15, 8 \rangle \sim 0,$$

(这是合理的, 因 SU_3' 空间单态和 8 重态有相差很大的空间波函数, 而 C_0 正比于这两个空间波函数的积分。) 则质量矩阵可分解为下列一系列子矩阵:

$$\begin{pmatrix} (\omega_1, \omega'_1) & (\phi_8, \omega'_1) & (\phi_c^0, \omega'_1) \\ (\omega_1, \omega'_1) & \begin{pmatrix} m_1^2 & -\sqrt{6} A_1 & -\sqrt{12} B_1 \\ -\sqrt{6} A_1 & m_1^2 + 2A_1 - 2B_1 & -\sqrt{2} A_1 \\ -\sqrt{12} B_1 & -\sqrt{2} A_1 & m_1^2 + 4B_1 \end{pmatrix} & \\ (\phi_8, \omega'_1) & & \\ (\phi_c^0, \omega'_1) & & \end{pmatrix} \equiv M_8, \quad (8)$$

$$\begin{pmatrix} (\omega_1, \phi'_8) & (\phi_8, \phi'_8) & (\phi_c^0, \phi'_8) \\ (\omega_1, \phi'_8) & \begin{pmatrix} m_8^2 + 2C_8 & -\sqrt{6} A_8 & -\sqrt{12} B_8 \\ -\sqrt{6} A_8 & m_8^2 + 2A_8 - 2B_8 + 2C_8 & -\sqrt{2} A_8 \\ -\sqrt{12} B_8 & -\sqrt{2} A_8 & m_8^2 + 4B_8 + 2C_8 \end{pmatrix} & \\ (\phi_8, \phi'_8) & & \\ (\phi_c^0, \phi'_8) & & \end{pmatrix} \equiv M_9, \quad (9)$$

$$\begin{pmatrix} (\omega_1, \rho') & (\phi_8, \rho') & (\phi_c^0, \rho') \\ (\omega_1, \rho') & \begin{pmatrix} m_8^2 - 2C_8 & -\sqrt{6} A_8 & -\sqrt{12} B_8 \\ -\sqrt{6} A_8 & m_8^2 + 2A_8 - 2B_8 - 2C_8 & -\sqrt{2} A_8 \\ -\sqrt{12} B_8 & -\sqrt{2} A_8 & m_8^2 + 4B_8 - 2C_8 \end{pmatrix} & \\ (\phi_8, \rho') & & \\ (\phi_c^0, \rho') & & \end{pmatrix} \equiv M_{10}, \quad (10)$$

$$\begin{pmatrix} (\omega_1, K^{*'}) & (\phi_8, K^{*'}) & (\phi_8^0, K^{*'}) \\ (\omega_1, K^{*'}) & m_8^2 + C_8 & -\sqrt{6} A_8 & -\sqrt{12} B_8 \\ (\phi_8, K^{*'}) & -\sqrt{6} A_8 & m_8^2 + 2A_8 - 2B_8 + C_8 & -\sqrt{2} A_8 \\ (\phi_8^0, K^{*'}) & -\sqrt{12} B_8 & -\sqrt{2} A_8 & m_8^2 + 4B_8 + C_8 \end{pmatrix} \equiv M_{11}, \quad (11)$$

$$\begin{aligned} (\rho, \omega'_1) &= m_1^2 - 2A_1 - 2B_1, & (\rho, \rho') &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 - 2C_8, \\ (K^*, \omega'_1) &= m_1^2 + A_1 - 2B_1, & (K^*, \rho') &= m_8^2 + A_8 - 2B_8 - 2C_8, \\ (D^*, \omega'_1) &= m_1^2 - A_1 + 2B_1, & (D^*, \rho') &= m_8^2 - A_8 + 2B_8 - 2C_8, \\ (F^*, \omega'_1) &= m_1^2 + 2A_1 + 2B_1, & (F^*, \rho') &= m_8^2 + 2A_8 + 2B_8 - 2C_8, \\ (\rho, K^{*'}) &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + C_8, & (\rho, \phi'_8) &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + 2C_8, \\ (K^*, K^{*'}) &= m_8^2 + A_8 - 2B_8 + C_8, & (K^*, \phi'_8) &= m_8^2 + A_8 - 2B_8 + 2C_8, \\ (D^*, K^{*'}) &= m_8^2 - A_8 + 2B_8 + C_8, & (D^*, \phi'_8) &= m_8^2 - A_8 + 2B_8 + 2C_8, \\ (F^*, K^{*'}) &= m_8^2 + 2A_8 + 2B_8 + C_8, & (F^*, \phi'_8) &= m_8^2 + 2A_8 + 2B_8 + 2C_8. \end{aligned} \quad (12)$$

(8)–(12) 式中共有七个参数:

$$\begin{aligned} \langle 1, 1 | H_0 | 1, 1 \rangle &\sim \langle 15, 1 | H_0 | 15, 1 \rangle = m_1^2/2, \\ \langle 1, 8 | H_0 | 1, 8 \rangle &\sim \langle 15, 8 | H_0 | 15, 8 \rangle = m_8^2/2, \\ \langle 1, 1 | A | 15, 1 \rangle &\sim \langle 15, 1 | A | 15, 1 \rangle = -A_1, \\ \langle 1, 1 | B | 15, 1 \rangle &\sim \langle 15, 1 | B | 15, 1 \rangle = -B_1, \\ \langle 1, 8 | A | 15, 8 \rangle &\sim \langle 15, 8 | A | 15, 8 \rangle = -A_8, \\ \langle 1, 8 | B | 15, 8 \rangle &\sim \langle 15, 8 | B | 15, 8 \rangle = -B_8, \\ \langle 1, 8 | C | 1, 8 \rangle &\sim \langle 15, 8 | C | 15, 8 \rangle = -C_8. \end{aligned} \quad (13)$$

而(5)正式好七个方程,故完全可定出这七个参数,从而求出所有矢量介子的质量.

例如,由(12)及(5)式前两个方程可解出:

$$A_1 \sim 0.067667, \quad m_1^2 - 2B_1 = 0.72833.$$

将其代入(8)式,解本征方程, $\text{Det}(M_8 - \lambda) = 0$, 再利用(5)式第三个方程可求出 (ω, ω'_1) , (ϕ, ω'_1) 的质量及混合后的么旋波函数. 但我们可用更简单的方法. 实际上, (13) 式中已经近似地认为 SU_4 空间内 1 和 15 重态矢量介子有相同的空间波函数. 如果采用下面“理想混合”的直交基:

$$\begin{aligned} |\omega, \omega'_1\rangle &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 0 \end{pmatrix} \otimes \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix}, \\ |\phi, \omega'_1\rangle &= \begin{pmatrix} 0 & & \\ & 0 & \\ & & 1 \end{pmatrix} \otimes \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix}, \end{aligned} \quad (14)$$

$$|\phi_c, \omega'_1\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \otimes \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

则考虑到哈密顿量 (6) 的形式, M_8 可直接对角化为 M'_8 :

$$\begin{pmatrix} (\omega, \omega'_1) & (\phi, \omega'_1) & (\phi_c, \omega'_1) \\ (\omega, \omega'_1) & m_1^2 - 2A_1 - 2B_1 & 0 & 0 \\ (\phi, \omega'_1) & 0 & m_1^2 + 4A_1 - 2B_1 & 0 \\ (\phi_c, \omega'_1) & 0 & 0 & m_1^2 + 6B_1 \end{pmatrix} \equiv M'_8. \quad (15)$$

所以

$$\begin{aligned} m_{(\omega, \omega'_1)}^2 &= m_1^2 - 2A_1 - 2B_1, \\ m_{(\phi, \omega'_1)}^2 &= m_1^2 + 4A_1 - 2B_1, \\ m_{(\phi_c, \omega'_1)}^2 &= m_1^2 + 6B_1. \end{aligned} \quad (16)$$

将 $m_{(\phi_c, \omega'_1)}^2 = (3.095)^2$ 代入, 立刻得到

$$m_\omega \sim 0.770, \quad m_\phi \sim 1.00, \quad m_D^* \sim 2.24, \quad m_F^* \sim 2.28.$$

对于 SU_3' 单态的矢量介子的讨论与通常的 SU_4 一样, 这里不再赘述.

用同样的方法可将 M_9, M_{10}, M_{11} 在“理想混合”的直交基下对角化, 有

$$\begin{pmatrix} (\omega, \phi'_8) & (\phi, \phi'_8) & (\phi_c, \phi'_8) \\ (\omega, \phi'_8) & m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + 2C_8 & 0 & 0 \\ (\phi, \phi'_8) & 0 & m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 + 2C_8 & 0 \\ (\phi_c, \phi'_8) & 0 & 0 & m_8^2 + 6B_8 + 2C_8 \end{pmatrix} \equiv M'_9, \quad (17)$$

$$\begin{pmatrix} (\omega, \rho') & (\phi, \rho') & (\phi_c, \rho') \\ (\omega, \rho') & m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 - 2C_8 & 0 & 0 \\ (\phi, \rho') & 0 & m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 - 2C_8 & 0 \\ (\phi_c, \rho') & 0 & 0 & m_8^2 + 6B_8 - 2C_8 \end{pmatrix} \equiv M'_{10}, \quad (18)$$

$$\begin{pmatrix} (\omega, K^{*'}) & (\phi, K^{*'}) & (\phi_c, K^{*'}) \\ (\omega, K^{*'}) & m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + C_8 & 0 & 0 \\ (\phi, K^{*'}) & 0 & m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 + C_8 & 0 \\ (\phi_c, K^{*'}) & 0 & 0 & m_8^2 + 6B_8 + C_8 \end{pmatrix} \equiv M'_{11}. \quad (19)$$

因此有

$$\begin{aligned} m_{(\omega, \phi'_8)}^2 &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + 2C_8, & m_{(\phi, \phi'_8)}^2 &= m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 + 2C_8, \\ m_{(\phi_c, \phi'_8)}^2 &= m_8^2 + 6B_8 + 2C_8, & m_{(\omega, \rho')}^2 &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 - 2C_8, \\ m_{(\phi, \rho')}^2 &= m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 - 2C_8, & m_{(\phi_c, \rho')}^2 &= m_8^2 + 6B_8 - 2C_8, \\ m_{(\omega, K^{*'})}^2 &= m_8^2 - 2A_8 - 2B_8 + C_8, & m_{(\phi, K^{*'})}^2 &= m_8^2 + 4A_8 - 2B_8 + C_8, \\ m_{(\phi_c, K^{*'})}^2 &= m_8^2 + 6B_8 + C_8. \end{aligned} \quad (20)$$

由 (20) 式及 (5) 式后四个式子可以定出

$$m_8^2 = 26.259, \quad A_8 = 0.62625, \quad B_8 = -0.005625, \quad C_8 = -4.7077. \quad (21)$$

再由 (12), (20) 式可求出全部 SU_3 的 8 重态矢量介子质量:

$$\begin{aligned}
 (\rho, \rho') &= 5.87, \quad (\rho, \phi'_8) = 3.95, \quad (\rho, K^{*'}) = 4.51, \\
 (\omega, \rho') &= 5.87, \quad (\omega, \phi'_8) = 3.95 \text{ (输入)}, \quad (\omega, K^{*'}) = 4.51, \\
 (\phi, \rho') &= 6.18, \quad (\phi, \phi'_8) = 4.4 \text{ (输入)}, \quad (\phi, K^{*'}) = 4.91, \\
 (\phi_c, \rho') &= 5.97 \text{ (输入)}, \quad (\phi_c, \phi'_8) = 4.1 \text{ (输入)}, \quad (\phi_c, K^{*'}) = 4.64, \\
 (\Gamma^*, \rho') &= 6.02, \quad (K^*, \phi'_8) = 4.18, \quad (K^*, K^{*'}) = 4.71, \\
 (D^*, \rho') &= 5.92, \quad (D^*, \phi'_8) = 4.03, \quad (D^*, K^{*'}) = 4.57, \\
 (F^*, \rho') &= 6.08, \quad (F^*, \phi'_8) = 4.25, \quad (F^*, K^{*'}) = 4.77.
 \end{aligned} \quad (22)$$

由 (22) 式可见, 在 4.1 GeV 附近有两个宽共振 $(\omega, \phi'_8), (\phi_c, \phi'_8)$. 从实验上看^[4], 在 4.1 GeV 附近似乎有两个以上的共振峰. 如果在 SU_3 空间 ω'_1 与 ϕ'_8 有微小的混合, 则 (ρ, ϕ'_8) 也能在 e^+e^- 湮灭道中产生. 那么在 4.1 GeV 附近可能有三个宽共振. 当然, ω'_1 与 ϕ'_8 的混合不能太小, 太小则 $\Gamma_{(\rho, \phi'_8) \rightarrow e^+e^-}$ 将比 $\Gamma_{(\phi_c, \phi'_8) \rightarrow e^+e^-}$ 小很多, 以致于实验上不能发现. 不管混合大小, $\psi''(4.1) \rightarrow J(3.1) + \text{普通强子}$, 由于 Zweig 规则的禁戒将是很少的. 这点与目前的实验不矛盾.

我们还看到, 在 6 GeV 附近有三个窄共振 $(\omega, \rho'), (\phi, \rho'), (\phi_c, \rho')$. 这三个窄共振都可以在 e^+e^- 湮灭道中产生. (若相应的 0^- 介子质量与这三个相差很远, 则它们会通过强衰变衰变为 0^- 介子, 它们就不是窄共振了.) 但目前实验上只有 Lederman 小组宣称发现了 $J^{PC} = 1^{--}$ 的窄共振 $\psi(5.97)$ ^[5], 而 SLAC 小组^[6]则声称没有找到这个共振. 现在有两种可能:

(1) 在 $E_{c.m.} = 5-7$ GeV 之间可能有三个新的窄共振, 但实验作得不够精细, 还需进一步探讨.

(2) 上面预言在 6 GeV 附近有三个窄共振是基于 $\psi(5.97)$ 的存在. 如果 $\psi(5.97)$ 不存在, 而在更高的能区有新的窄共振, 则在 (5) 式中输入质量 $\psi(5.97)$ 应为更高质量的共振所取代, 从而各介子质量要改变. 但质量谱的总的不会改变, 即除填 (ϕ_c, ω'_1) 为 $J(3.1)$, (ϕ_c, ω'_1) 的径向激发态为 $\psi'(3.7)$ 外, 在 e^+e^- 湮灭道中还可容纳三个窄共振 $(\omega, \rho'), (\phi, \rho'), (\phi_c, \rho')$ 及四个宽共振 $(\rho, \phi'_8), (\omega, \phi'_8), (\phi, \phi'_8), (\phi_c, \phi'_8)$.

还应当指出的是, 最近在 DESY 的实验中, 在 e^+e^- 质心系总能量为 4.1 GeV 附近发现了较多的 eK 及 e 和多强子末态事例^[7]. 而其他能量如 $E_{c.m.} < 3.8$ GeV 及 $E_{c.m.} \sim 4.4$ GeV 均无此类事例的明显征兆. 这预示很可能在 4.1 GeV 处有隐藏粲数 (Hidden charm) 的新强子共振态. 这就是为什么我们把 (ϕ_c, ϕ'_8) 填为 $\psi''(4.1)$ 的理由. 当然 DESY 的这个实验还有待进一步检验.

下面简单讨论一下我们模型下的弱流.

按文献 [6], $SU_4 \otimes SU_3$ 下的弱流可以写为

$$\begin{aligned}
 J_\mu^+ &= \bar{\Psi} T^+ \gamma_\mu (1 + \gamma_5) \Psi, \\
 J_\mu^- &= \bar{\Psi} T^- \gamma_\mu (1 + \gamma_5) \Psi,
 \end{aligned} \quad (23)$$

其中,

$$T^+ = t^+ \otimes 1 + 1 \otimes t^+ \quad (24)$$

$$t^+ = \begin{pmatrix} 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \end{pmatrix}, \quad t^{+'} = \begin{pmatrix} 0 & \cos \theta' & \sin \theta' \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (25)$$

由这些表式显见, 在 SU_4 空间可以避免 $\Delta S \neq 0$ 的强子中性流, 但在 SU_3' 空间则存在 $\Delta S' \neq 0$ 的强子中性流。由于颜色空间弱衰变的规律目前实验上还没有研究过, 故 $\Delta S' \neq 0$ 的强子中性流是否存在有待实验的检验。 θ 即普通的 Cabibbo 角, θ' 应由未来的实验定出。

二、构造 $SU_4 \otimes SU_3'$ 模型的其它可能性

对 $SU_4 \otimes SU_3'$ 模型在普遍情形下电荷算子为

$$Q = \left(I_3 + \frac{Y}{2} + \frac{c}{2} \right) \otimes 1 + 1 \otimes \left(\alpha I_3' + \beta \frac{Y'}{2} \right), \quad (26)$$

或

$$Q = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & & & \\ & -1 & & \\ & & -1 & \\ & & & 2 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & & \\ & 1 & \\ & & 1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{6} & & \\ & -\frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{6} & \\ & & -\frac{\beta}{3} \end{pmatrix}. \quad (27)$$

其中, α, β 为任意常数。与 (1) 式对照有

$$z' = \frac{2}{3} + \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{6}, \quad z'' = \frac{2}{3} - \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{6}, \quad z = \frac{2}{3} - \frac{\beta}{3}, \quad (28)$$

$$R = \sum_i \theta_i^2 = \frac{10}{3} + 2\alpha^2 + \frac{2}{3}\beta^2. \quad (29)$$

如果要求所有介子电荷为整数, 则 $\alpha, \beta, \frac{\alpha+\beta}{2}$ 都分别为整数。如果再限定 $|\alpha| + |\beta| \leq 2$, 则只有下列几种模型:

(1) $\alpha = 0, \beta = 0$

此时 $R = 10/3$ 。电荷为

	p	n	λ	c
R	2/3	-1/3	-1/3	2/3
B	2/3	-1/3	-1/3	2/3
G	2/3	-1/3	-1/3	2/3

这就是分数电荷 SU_4 模型。

(2) $\alpha = \pm 1, \beta = -1$ 或 $\alpha = 0, \beta = 2$

此时给出本文第一部分讨论的整数电荷模型。

(3) $\alpha = \pm 1, \beta = 1$ 或 $\alpha = 0, \beta = -2$

此时 $R = 6$, 电荷为

	p	n	λ	c
R	4/3	1/3	1/3	4/3
B	1/3	-2/3	-2/3	1/3
G	1/3	-2/3	-2/3	1/3

层子构成 (4, 3) 表示的基.

(4) $\alpha = \pm 2, \beta = 0$

此时 $R = 34/3$, 其电荷为

	p	n	λ	c
R	5/3	2/3	2/3	5/3
B	-1/3	-4/3	-4/3	-1/3
G	2/3	-1/3	-1/3	2/3

参 考 文 献

- [1] R. Schwitters, Stanford Lepton-Photon Symposium (1975).
- [2] G. J. Feldman, *ibid.*
- [3] 李小源、杜东生、吴济民, 物理学报, **25** (1976), 541.
- [4] G. S. Abrams *et al.*, *P. R. L.*, **36** (1976), 700.
- [5] L. M. Lederman *et al.*, *P. R. L.*, **36** (1976), 1236.
- [6] B. Richter, "The Production of New Particles and Muon Electron Events", Review Paper Presented at the Discussion Meeting of Royal Society (1976), March.
- [7] Orinto, CERN Seminar, July (1976).

$SU_4 \otimes SU_3'$ STRUCTURAL MODEL OF STRATONS WITH INTEGRAL CHARGES

DU DONG-SHENG

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica)