

统一前子模型研究*

万陵德 鲁公儒

(河南师范大学物理系, 新乡 453002)

杜东生

(中国科学院高能物理研究所, 北京 100039)

摘 要

本文给出了两个具有轻的夸克和轻子的统一前子模型。在复合层次, 模型包含了自然的代结构, 其中一个模型可给出 10^4GeV 量级的低的超色能标。本文的讨论表明, 对于超色群最好的选择是 $SU(4)$, 统一群最好的选择是 $SU(9)$ 。

一、引 言

物质微观结构的研究一直是近代物理学最重要的前沿课题。强子夸克-部分子模型的成功, 证明了那些原来被称做基本粒子的质子、中子、 π 、 K 、 Σ 、 Δ 等等都不是基本的粒子。现在夸克和轻子的数目已近 50 个(计算到色、味自由度及反粒子), 而且夸克、轻子之间呈现出“代”对称性, 它们组成了三个家族。尽管现在还没有任何实验发现夸克、轻子具有结构, 但是很难令人相信这许多夸克、轻子会是物质的最终组元。为了对代结构给出令人信服的解释, 并试图对规范等级问题给出说明, 夸克、轻子具有结构的设想成了粒子物理的一个研究课题。

近年来在这个方向上进行了多方面的研究工作^[1-8]。如手征前子模型^[2], Moose 模型^[3], 半单复合模型^[4,5], 以及大统一前子模型^[6-8]。在前子模型构造中, 困难之一就是如何得到轻的夸克和轻子。就是说在 Λ_{MC} 高标度下如何保证夸克、轻子不获得 Λ_{MC} 阶的重质量^[9], 而在低能时, 如何打破整体手征对称, 而使夸克、轻子获得质量^[10]。另一个问题就是如何自然地得到三代夸克和轻子而尽量减少例外粒子。这些问题一直没能满意地解决。本文就试图讨论一下这些问题。

在一般的前子模型中存在几个能量标度^[11]: 超色禁闭标度 Λ_{MC} , 整体对称群破缺标度 Λ_F , 电弱标度 Λ_w 及大统一标度 Λ_U 。在所有的前子模型中, Λ_w 都不能由理论中导出, 而是输入的。在手征前子模型中 Λ_U 和 Λ_{MC} 也是不能由理论本身导出的。在某些手征三前子模型中还存在令人不满意的关系式:

$$\Lambda_{MC} > \Lambda_U.$$

本文 1990 年 10 月 18 日收到。

* 本项研究得到河南省教委基础研究基金及河南省基础与应用科学研究所的资助。

它使得这些模型远离了现实的物理^[2]。在大统一前子模型中^[6-8], Λ_U 和 Λ_{MC} 二者皆可从理论计算中给出。一般 $\Lambda_U \sim 10^{14} - 10^{15} \text{GeV}$, $\Lambda_{MC} \geq 10^6 \text{GeV}$ ^[6,7]。由于 $\Lambda_W \sim 10^2 \text{GeV}$, 因此较低的 Λ_{MC} 或许更容易给出轻的夸克和轻子质量。本文构造了两个大统一前子模型。通过细心选择统一群及前子的表示, 得到了低的 Λ_{MC} 标度。本文还提出了一种可能的方法, 在更低的标度 $\Lambda_F < \Lambda_{MC}$ 将整体超味对称打破, 从而为夸克、轻子获得轻的质量提供了一种可能的机制。

文献中已有的一般大统一前子模型中, 一部分家族的夸克、轻子是有结构的, 但某些家族或其成员仍是前子层次的^[6,12], 这是不能令人满意的。同时, 有些模型存在过多的例外粒子。本文用统一的方法自然地给出各家族的夸克和轻子, 而不包含或很少的例外粒子。

本文的安排是: 第二、三节给出了两个 $SU(9)$ 统一前子模型, 它们给出三代复合夸克、轻子, 具有低的超色标度。第四节中简短地讨论了超色群的选取并给出了本文简要的概括。

二、模型 A

大统一群取为 $SU(9)$, 前子填入下述反常相消的不可约表示:

$$5\Box_L + \bar{5}\Box_L = 5 \times 9_L + \bar{126}_L. \quad (1)$$

在大统一标度 Λ_U , 对称性破缺方案为^[6]:

$$SU(9) \xrightarrow{\Lambda_U} SU(4)_{MC} \times SU(5)_G. \quad (2)$$

其中

$$SU(5)_G = SU(3)_C \times SU(2) \times U(1). \quad (3)$$

$SU(4)_{MC}$ 是前子间的超色作用。根据(2)式的破缺方案, 前子表示的分解为

$$5\Box \longrightarrow 5(\Box, 1) + 5(1, \Box) \quad (4)$$

$$\bar{5}\Box \longrightarrow (1, 1) + (\Box, \bar{5}) + (\bar{5}, \Box) + (\bar{5}, 1) + (1, \Box), \quad (5)$$

因此模型中包含的前子在 $SU(4)_{MC} \times SU(5)_G$ 的表示为:

$$P_1 = (\Box, 1), P_2 = (\Box, \bar{5}), P_3 = (\bar{5}, \bar{5}), P_4 = (\bar{5}, \Box). \quad (6)$$

旁观费米子表示为: $s_1 = (1, \Box)$. (7)

方程(5)中的粒子(1,1)是 $SU(4)_{MC} \times SU(5)_G$ 的实表示, 因此它将得到 Λ_U 阶的重质量且退耦^[13]。

根据重正化方程计算, 在超色标度 Λ_{MC} ($\Lambda_W \ll \Lambda_{MC} \ll \Lambda_U$) 仅超色相互作用是强的, 而其它相互作用, 如色、电弱相互作用等, 都是非常弱的, 因此前子理论具有下述整体对称性:

$$G_{MF} = SU(5)_F \times SU(5)_G \times \prod_{i=1}^3 U_i(1). \quad (8)$$

为了满足 'tHooft 反常机制条件^[9], 我们需假定超味对称性部分破缺^[2,7],

$$G_{MF} \rightarrow G'_{MF} = SU(5)_G \times SU(5)_F. \quad (9)$$

诸 $U(1)$ 对称可假定是动力学方式被打破的, 例如通过非零的四体 Higgs 凝聚,

($p_{12}p_{12}p_{12}p_{12}$),就可起到这个作用^[2,6]。

我们进一步假定 G'_{MF} 部分破缺如下:

$$G'_{MF} \rightarrow G_{HF} = SU(5)_G \times SU(N)_F. \quad (10)$$

其中 $N = 3, 4$. 在这一步,前子的对称性是

$$SU(4)_{MC} \times SU(5)_G \times SU(N)_F. \quad (11)$$

而方程(6)中前子 p_1 的分解为:

$$p_1 \rightarrow p_{11} + p_{12} + \dots + p_{1j} \quad (j = 6 - N).$$

根据 CERN 最近对实验分析的结果^[4],非常倾向于 $N = 3$, 因此我们取 $N = 3$. 对于 $N = 4$ 的情形分析是类似的. 在此,我们仅讨论 $N = 3$ 的情形.

这样本模型中前子理论的对称性是

$$SU(4)_{MC} \times SU(5)_G \times SU(3)_F. \quad (12)$$

模型中的前子及复合费米子谱列于表 1 中.

表 1 前子、复合费米子的表示及相应的 'tHooft 指标 ($l_i l'_i$)

	$SU(4)_{MC}$	$SU(5)_G$	$SU(3)_F$	'tHooft indices
preons:				
p_{11}	\square	1	\square	
p_{12}	\square	1	1	
p_{13}	\square	1	1	
p_2	\square	$\bar{\square}$	1	
p_3	$\bar{\square}$	$\bar{\square}$	1	
p_4	$\bar{\square}$	$\bar{\square}$	1	
composites: ($p_{11}p_2p_3$)	1	$\bar{\square}$,	\square	l_1, l'_1
($\bar{p}_{11}\bar{p}_2p_3$)	1	\square ,	$\bar{\square}$	l_2, l'_2
($\bar{p}_{11}p_3p_4$)	1	1, ,	$\bar{\square}$	l_3, l'_3, l'_3
($\bar{p}_{12}\bar{p}_2p_3$)	1	$\bar{\square}$,	1	l_4, l'_4

由表 1, 得到 $SU(3)_F$ 和 $SU(5)_G$ 的 'tHooft 反常机制方程为:

$$4 = 10l_1 + 40l'_1 - 5l_2 - 45l'_2 - l_3 - 75l'_3 - 24l'_3, \quad (13a)$$

$$-6 = 3l_1 - 48l'_1 - 3l_2 + 18l'_2 - l_4 + 6l'_4. \quad (13b)$$

可能的解是:

$$l_1 = l_2 = l_3 = 1, \quad l_4 = 6, \quad (14)$$

$$l'_1 = l'_2 = l'_3 = l'_3 = l'_4 = 0.$$

相应的无质量复合费米子填充 $SU(5)_G \times SU(3)_F$ 的下列表示:

$$(\bar{\square}, \square)_C + (\bar{\square}, \bar{\square})_C + (1, \bar{\square})_C + 6(\bar{\square}, 1)_C, \quad (15)$$

下标 C 表示 composite. 由于 $SU(5)_G \times SU(3)_F$ 的手征对称保证上述复合费米子的无

质量性。另外模型中还包含旁观费米子,它们在 $SU(5)_G \times SU(3)_F$ 下的表示为:

$$(\square, \square)_s + 3(\square, 1)_s. \quad (16)$$

容易看出,复合费米子:

$$(\square, \square)_c + (\bar{\square}, \bar{\square})_c + (1, \bar{\square})_c,$$

包含了 $SU(5)_G$ 的表示 $3(\bar{5}_L + 10_L + 1_L)$, 刚好构成三代复合夸克和轻子。而粒子

$$6(\bar{\square}, 1)_c + (\square, \square)_s + 3(\square, 1)_s$$

形成 $SU(5)_G$ 的实表示,它们将形成 Higgs 凝聚,并获得 $0(\Lambda_F)$ 阶的质量,其中

$$(\bar{\square}, 1)_c + (\square, \square)_s \rightarrow (1, \square) \neq 0$$

将打破 $SU(3)_F$ 对称,从而使低能标时夸克、轻子获得 Λ_W 阶的质量成为可能^[10]。

下面我们应用重正化群方程计算 Λ_U , $\sin^2\theta_W(\Lambda_W)$ Λ_{MC} 及 Λ_F 的值。

重正化群方程为:

$$\frac{1}{\alpha_i(M)} - \frac{1}{\alpha_i(\mu)} = \frac{b_i}{6\pi} \ln \frac{M}{\mu}, \quad (17)$$

其中 $\alpha_i(\mu) \equiv g_i^2(\mu)/4\pi$, $g_i(\mu)$ 是 $SU(i)$ 群的流动耦合常数,

$$b_i = 11C_2(SU(i)) - 2 \sum_{R_i} T(R_i) \quad (18)$$

各能区 b_i 值如下:

$\Lambda_{MC} \leq \mu \leq \Lambda_U$:

$$b_4 = 4, b_c = -7, b_2 = -18, b_1 = -40. \quad (19)$$

$\Lambda_F \leq \mu \leq \Lambda_{MC}$,

$$b_c = 9, b_2 = -2, b_1 = -24. \quad (20)$$

$\mu < \Lambda_F$,

$$b_c = 21, b_2 = 10, b_1 = -12. \quad (21)$$

代入(17)式中,并令 $\alpha_c(\Lambda_W) = 0.11$, $\alpha_{em}(\Lambda_W) = \frac{1}{128.5}$ 得,

$$\Lambda_U = 2.1 \times 10^{15} \text{GeV},$$

$$\sin^2\theta_W(\Lambda_W) = 0.21,$$

$$\Lambda_{MC} = 7 \times 10^4 \text{GeV},$$

$$\Lambda_F = 8.9 \times 10^3 \text{GeV},$$

$$\alpha_c(\Lambda_{MC}) = 0.07.$$

计算还表明,在 $\mu = 10^{10}$ GeV 时,

$$\alpha_4(\mu)/\alpha_c(\mu) = 3.2,$$

在 $\mu = 10^9$ GeV 时, $\alpha_4(\mu)/\alpha_c(\mu) = 4.1$ 。

上述计算表明,在 Λ_{MC} - Λ_U 能区,超色作用是渐近自由的,而其余的力则不具有这个性质,这与低能 QCD 性质不同^[12]。在能量接近 Λ_U 时, $SU(4)_{MC}$, $SU(3)_C$, $SU(2)_L$, $U(1)_Y$ 相互作用近似相等,在 Λ_U 时统一于 $SU(9)$ 。当能量下降时,超色力变强,色力等减弱。在能标为 10^{10} GeV 时, $\alpha_{MC}(\mu) \sim 0.31$, $\alpha_c(\mu) \sim 0.09$ 。因此在 $10^{10} \sim 10^5$ GeV 能区,是前子动力学的范围。这时可认为仅超色力是强的,其余的力可忽略,即前子动力学具有上面所述

整体对称性。

在 $\mu < \Lambda_{MC}$ 的能区, $SU(3)_C$ 的性质与普通 QCD 性质相同, 即随着能量的降低, 作用强度变大。我们注意到, 本模型中 $\Lambda_{MC} \sim 10^4 \text{GeV}$ 量级, 比以往文献中的低许多^[6,7]。本模型给出了另一个能标, $\Lambda_F \sim 10^3 \text{GeV}$ 量级, 在这个能标处 $SU(5)_G$ 的实表示粒子可能形成 Higgs 凝聚, 并获得 Λ_F 阶的质量, 它将打破 $SU(3)_F$ 对称性, 并为下一步的电弱破缺提供了可能。

由于 $\Lambda_{MC} \sim 100 \Lambda_W$, 这使得较为容易找到一个产生弱电标度的机制, 以使夸克、轻子获得正确的质量。

三、模型 B

大统一群仍取 $SU(9)$, 前子填入 $SU(9)$ 的下述反常相消的表示:

$$4\bar{\psi}_L + \bar{\psi}_L + \psi_L \quad (22)$$

大统一群的破缺仍同于模型 A, 前子表示的分解为:

$$4\bar{\psi} \rightarrow 4(\bar{\psi}, 1) + 4(1, \bar{\psi}), \quad (23)$$

$$\bar{\psi} \rightarrow (\bar{\psi}, 1) + (\bar{\psi}, \bar{\psi}) + (1, \bar{\psi}),$$

$$\psi \rightarrow (\bar{\psi}, 1) + (\bar{\psi}, \square) + (\square, \bar{\psi}) + (1, \bar{\psi}).$$

因此, 模型中包含的前子为:

$$p_1 = 4(\bar{\psi}, 1), \quad p_2 = (\bar{\psi}, \bar{\psi}),$$

$$p_3 = (\bar{\psi}, 1), \quad p_4 = (\bar{\psi}, \square),$$

$$p_5 = (\square, \bar{\psi}), \quad p_6 = (\bar{\psi}, 1).$$

旁观费米子为:

$$s_1 = 4(1, \bar{\psi}), \quad s_2 = 2(1, \bar{\psi}).$$

由于 p_6 在 Λ_U 标度时, 构成 $SU(4)_{MC} \times SU(5)_G$ 的实表示, 因此将获得 Λ_U 阶的重质量并且退耦^[13]。

根据重正化群计算知, 在 $\mu \sim \Lambda_{MC}$ 能区, 仅超色力是强的, 因此强子理论具有下述整体对称性:

$$G_{MF} = SU(5)_G \times SU(4)_F \times \prod_{i=1}^4 U_i(1)$$

与模型 A 类似, 诸 $U_i(1)$ 对称性被下述四体 Higgs 凝聚所打破,

$$(p_{12}p_{12}p_{12}p_{12}) \neq 0,$$

并进一步假定 $SU(4)_F \rightarrow SU(3)_F$ 。因此, 前子层次的全部对称性为:

$$SU(4)_{MC} \times SU(5)_G \times SU(3)_F.$$

模型 B 中的前子及复合费米子列于表 2 中。




由 $SU(5)_G$ 和 $SU(3)_F$ 的 'tHooft 方程:

$$6 = -3l_2 + 3l_3 - 48l'_3 + l_4 + 9l'_4 + l_5 - 6l'_5, \quad (24a)$$

$$4 = -l_1 - 24l'_1 - 5l_2 + 10l_3 + 40l'_3. \quad (24b)$$

可能的解是:

表 2 前子、复合费米子的表示及 'tHooft 指标

	$SU(4)_{MC}$	$SU(5)_G$	$SU(3)_F$	
preons: p_{11}	$\bar{\square}$	1	\square	
p_{12}	$\bar{\square}$	1	1	
p_2	$\bar{\square}$	$\bar{\square}$	1	
p_3	$\bar{\square}$	1	1	
p_4	$\bar{\square}$	\square	1	
p_5	\square	$\bar{\square}$	1	
composites:				
$(\bar{p}_{11}\bar{p}_2p_4)$	1	1, 	$\bar{\square}$	l_1, l'_1
$(\bar{p}_{11}\bar{p}_3\bar{p}_4)$	1	$\bar{\square}$	$\bar{\square}$	l_2
$(p_{11}\bar{p}_3\bar{p}_5)$	1	$\bar{\square}$, 	\square	l_3, l'_3
$(\bar{p}_{12}\bar{p}_2p_4)$	1	$\bar{\square}$, \square	1	l_4, l'_4
$(\bar{p}_{12}\bar{p}_4p_5)$	1	\square , 	1	l_5, l'_5

$$l_1 = l_2 = l_3 = 1, l_4 = 2, l_5 = 4, \quad (25)$$

$$l'_1 = l'_3 = l'_4 = l'_5 = 0$$

因此在 Λ_{MC} 标度以下,粒子在 $SU(5)_G \times SU(3)_F$ 下的表示为:

$$(\bar{\square}, \square)_c + (\bar{\square}, \bar{\square})_c + (1, \bar{\square})_c + 2(\bar{\square}, 1)_c$$

$$+ 4(\square, 1)_c + 2(\bar{\square}, 1)_s + (\bar{\square}, \square)_s + (\bar{\square}, 1)_s,$$

其中 $[(\bar{\square}, \square)_c + (\bar{\square}, \bar{\square})_c + (1, \bar{\square})_c]$ 构成三代复合夸克和轻子,而 $2(\bar{\square}, 1)_c + 2(\bar{\square}, 1)_s$ 以及

$$4(\square, 1)_c + (\bar{\square}, \square)_s + (\bar{\square}, 1)_s$$

形成 Higgs 凝聚, 将获得 $0(\Lambda_F)$ 阶的质量。在低能区将不存在例外粒子。

类似于模型 A,应用重正化群得

$$\Lambda_U = 2.1 \times 10^{15} \text{GeV}, \sin^2\theta_W(\Lambda_W) = 0.21, \quad (26)$$

$$\Lambda_{MC} = 2.5 \times 10^5 \text{GeV}, \Lambda_F = 9.5 \times 10^3 \text{GeV}, \alpha_c(\Lambda_{MC}) = 0.07.$$

四、讨 论

我们在上述模型中取 $SU(4)_{MC}$ 为超色群,取 $SU(9)$ 为大统一群,下面应用重正化群计算,来说明这种选择的合理性。

假定大统一群是 $SU(N + 5)$ 。在大统一标度 Λ_U ,

$$SU(N + 5) \xrightarrow{\Lambda_U} SU(N)_{MC} \times SU(5)_G. \quad (27)$$

相应的重正化群方程为:

$$\frac{1}{\alpha_i(M)} - \frac{1}{\alpha_i(\mu)} = \frac{b_i}{6\pi} \ln \frac{M}{\mu}, \quad (28)$$

其中

$$b_i = 11i - F_i, \quad F_i = 2 \sum_{R_i} T(R_i)$$

在能标 $\Lambda_{MC} \leq \mu \leq \Lambda_U$,

$$F_{MC} = F_C = F_2 = F_1 = F. \quad (29)$$

在能标 $\Lambda_W \leq \mu \leq \Lambda_{MC}$,

$$F'_C = F'_2 = F'_1 = F'. \quad (30)$$

由(28)式得:

$$1 + \frac{11N - F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} = \frac{33 - F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} + \frac{33 - F'}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_{MC}}{\Lambda_W} + \frac{1}{\alpha_C(\Lambda_W)}, \quad (31)$$

$$1 + \frac{11N - F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} = \frac{22 - F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} + \frac{22 - F'}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_{MC}}{\Lambda_W} + \frac{1}{\alpha_2(\Lambda_W)}, \quad (32)$$

$$1 + \frac{11N - F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} = \frac{-F}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_U}{\Lambda_{MC}} + \frac{-F'}{6\pi} \ln \frac{\Lambda_{MC}}{\Lambda_W} + \frac{1}{\alpha_1(\Lambda_W)}. \quad (33)$$

仅当 $N > 3$ 时,才可由(31)–(33)得到 Λ_{MC} 。下面我们取不同的 N 和 F' , 计算 Λ_{MC} 。在此我们仅考虑存在三代或四代复合费米子, 而不考虑模型相关的例外粒子的存在。计算结果列于表 3 之中。

表 3 Λ_{MC} 对 N 与 F' 的依赖

F'	N	$\Lambda_{MC}(\text{GeV})$		
		4	5	6
12		3.2×10^4	1.9×10^7	8.2×10^8
16		7.4×10^4	6.6×10^7	2.9×10^9

表 3 告诉我们, 仅当 $N = 4$ 时, 我们可以得到低的超色标度 Λ_{MC} 。这意味着对于超色群最好的选择是 $SU(4)$, 而大统一群是 $SU(9)$ 。表 3 的计算中假定仅存在三代或四代复合夸克和轻子, 而无例外粒子。在具体的模型中往往存在一些例外粒子。但这个讨论是有意义的, 它给出了关于超色群与大统一群选择上的一个简单易行的思考方式。

总结本文, 我们构造了二个大统一前子模型, 大统一群为 $SU(9)$ 。模型都给出了三代复合夸克和轻子, 具有低的超色标度, 第一个模型中, $\Lambda_{MC} \sim 10^4 \text{GeV}$, 第二个模型中, $\Lambda_{MC} \sim 10^5 \text{GeV}$ 。模型中还予示存在一个整体超味 $SU(3)_F$ 破缺的标度 $\Lambda_F \sim 0(\text{TeV})$ 。这个破缺如果能够实现, 那么将为弱电标度破缺时, 复合夸克、轻子获得质量提供了一种可能的机制。

参 考 文 献

- [1] L. Lyons, *Progress in Particle and Nuclear Physics*, **10**(1983), 227;
W. Buchmuller, CERN preprint, CERN-TH 4189-85(1985).
- [2] J. M. Gipson, Y. Tosa, and R. E. Marshak, *Phys. Rev.*, **D32**(1985), 284.
V. Silverira and A. Zee, *Phys. Lett.*, **157B**(1985), 191;
C. Q. GENG and R. E. Marshak, *Phys. Rev.*, **D35**(1987), 2278;
Z. Phys., **C33**(1987), 513.
Y. Okamoto and R. E. Marshak, *Phys. Lett.*, **162B**(1985), 333.
- [3] H. Georgi, *Nucl. Phys.*, **B266**(1986), 274.
- [4] Gongru Lu, Bing-Lin Young, Xinmin Zhang and Lingde Wan, *Phys. Rev.*, **D40**(1989), 223.
- [5] Gongru Lu, Bing-Lin Young and Xinmin Zhang, *Mod. Phys. Lett. A*, Vol. 5(1990), 531.
- [6] D. Gonzales, *Phys. Lett.*, **129B**(1983), 213.
- [7] S. Fajfer and D. Tadic, *Phys. Rev.*, **D35**(1987), 361.
- [8] Du Dongsheng, Lu Gongru, Some Possible Grand Unified Preon Models with Light Quarks and Leptons.
- [9] G. 'tHooft, in *Recent Developments in Gauge Theories, Cargese 1979*, eds. by G. 'tHooft et. al., (Plenum, New York and London).
- [10] R. D. Peccei, The Mass Problem and the Issue of Compositeness, DESY 87-050, May 1987.
- [11] X. Li and R. E. Marshak, *Nucl. Phys.*, **B236**(1986), 383.
- [12] Y. P. Kuang and S.-H. H. Tye, *Phys. Rev.*, **D26**(1982), 1718.
- [13] H. Georgi, *Nucl. Phys.*, **B156**(1979), 126.
- [14] J. Steinberger, Talk given at the TeV Physics Workshop, Beijing, May 1990.
- [15] P. Q. Hung, Fermilab-PUB-87/156-T, Oct. 1987.

Study for Unified Preon Models

WAN LINGDE LU GONGRU

(Department of Physics, Henan Normal University, Xinxiang 453002)

DU DONGSHENG

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica, Beijing 100039)

ABSTRACT

Two grand unified preon models with light quarks and leptons are presented. All these models have natural family structure at the composite level. One of them can give very low metacolor scale, $\Lambda_{MC} \sim 10^4$ GeV. It is argued that the best choice for metacolor group is $SU(4)$ and for unification group is $SU(9)$.