第 9 卷 第 6 期 高能物理与核物理 Vol. 9, No. 6
1985 年 11 月 PHYSICA ENERGIAE FORTIS ET PHYSICA NUCLEARIS Nov., 1985

两类复合模型中夸克和轻子的家族问题

杨 新 娥
(天 津 大 学)

摘 要

为了解决夸克和轻子的家族问题,本文提出两类 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 复合模型(模型 A 和 B). 基本组元 preon 是两种无质量自旋 1/2 的费米子. 应用费米原理于三个 preon 超色单态复合体系,得到了符合模型要求(同一代来自 $SU(N)$ 的相同表示并按水平规范群的相同表示变换)的各种 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 模型包含的夸克和轻子家族数. 其中,模型 A 的 $SU(3)_{sc}\times SU(6)$ 和 $SU(3)_{sc}\times SU(5)$ 分别预言了三代和五代轻的夸克和轻子家族.

一、引 言

近几年来,夸克和轻子可能有结构的想法已经引起了人们普遍的关注. 尽管目前仍未发现夸克和轻子结构的直接的实验迹象,但是,由于观察到的轻子和夸克数目增多,描写它们的各种理论引进了过多的自由参数以及夸克和轻子在 $[SU(2)\times U(1)]_{ws}$ 理论中对称性的发现,使得人们对探讨夸克和轻子的结构产生了兴趣. 自 1974 年 Pati-Salam 的夸克和轻子复合模型[1] 提出后,出现了各种复合模型和理论[2]. 这些模型在组成夸克和轻子以及解释复合体系的动力学如夸克的强作用、轻子的弱作用方面有其成功之处,但是,各种理论也存在一些共同的困难,其中重要的一个是如何产生夸克和轻子至少三代的问题. 早些时候的模型把第二第三代费米子看作是第一代的径向或轨道激发,这将会产生 Λ_{sc}(亚层次的高能标)量级的质量差,与实际不符. 另外一些理论认为高代比低代费米子要多一对到几对 preon 或超色胶子. 这种办法也不能从理论上预言夸克和轻子的家族数. 看来用群论的方法去解决"代"的问题可能更有希望,关于这方面的工作已有不少的尝试[3]. Casalbuoni 和 Gatto 等人在文献[3]中讨论了一种 $SU(N)\times SU(3)_{sc}$ 复合模型. 其中, $SU(N)$ 是超味群. 他们考察了 N 取各种可能值的时候模型包括的 $(5+10^*)_L$ 数目. 类似地,我们也倾向采用群论 preon 模型的方法,设想夸克和轻子的"代"来源于亚层次,由模型的群结构和 preon 的性质预言复合夸克和轻子的家族数.

本文对两类 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 夸克和轻子复合模型(A 和 B)可能产生的家族数作了比较系统的考察. 模型 A 中基本理论的规范群是 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$, 其中, $SU(3)_{sc}$ 是超色群, $SU(N)$ 是超味群. 两种无质量的 preon 费米子分别按它们的 $(3,N)$ 和 $(3,$

本文 1984 年 3 月 28 日收到.

N^*) 表示变换．该模型的低能弱作用来自超色剩余作用，在 preon 层次不出现弱同位旋对称性．复合夸克、轻子是由超色力束缚成的三个 preon 超色单态．弱玻色子不是基本粒子，它们也是由同一组 preon 组成的复合粒子．我们采用了一个较强的限制条件，要求复合费米子服从 canonical ground-state criterion[4]：由三个 preon 组成的复合费米子的自旋是 1/2；费米原理要求任何全同 preon 体系对超色、超味和洛仑兹自由度是全反对称的(其空间部分取对称波函数)．利用该限制条件可以减少复合费米子的数目．

为了求出模型可能包含的夸克和轻子数目，我们按 $SU(N)\to SU(3)_c\times SU(N-3)_H\times U(1)$ 的方式分解符合上面的限制条件的所有三个 preon 的超色单态．并且要求①同一代费米子来自 $SU(N)$ 的同一个表示；②同一代按照水平规范群 $SU(N-3)_H$ 的相同表示变换．可以预言当 N 取某些可能值时，模型 A 产生的夸克和轻子的“代”的数目，由实验上已发现的三代以及大爆炸理论的预言，可以对模型的构造作出限制和选择．结果是 $N=6$ 的模型 A 产生三代轻的夸克和轻子．同时，我们对 $N=5$ 的模型的五代也作了讨论．

模型 B 的基本理论规范群形式上也是 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$，但 $SU(N)$ 包括 $SU(5)$ 大统一群和 $SU(N-5)_H$ 水平规范群．采用与 A 相同的方法可以预言该模型的家族数．

最后一节讨论只考虑 $SU(N)$ 前两个低维表示以及放宽要求①时，模型预言的家族数，并且对复合费米子的无质量性作一简单讨论．

二、模　型　A

本模型引进两类自旋 1/2 的手征粒子 T，V，它们分别按 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 的 $(3,N)$ 和 $(3,N^*)$ 变换．$SU(3)_{sc}$ 是渐近自由的．理论的反常为零 (preon 量子数见附录)．基本理论没有同位旋弱对称性，$SU(N-3)_H$ 也不包括这一对称群．

由 T、V 的量子数可知，三个 preon 组成的超色单态复合费米子是

$$\mathrm{TTT}\quad \bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\quad \bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})\quad \mathrm{V}(\mathrm{TT})$$

它们在 $SU(N)$ 中的表示分别为

$$N\times N\times N\quad N\times N\times N\quad N^*\times N\times N\quad N^*\times N\times N$$

费米原理要求全同 preon 体系具有全反对称波函数，这就可以减少以上四类复合费米子的数目．

对于 TTT 和 $\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$，其空间部分取对称波函数，因此，考虑其超色单态时，剩下的 $SU(N)\times SL(2,c)$ (洛仑兹群 $SL(2,c)$ 表示自旋自由度)必为对称的，可用杨图 $\square\!\square\!\square$ 表示．为了求得 TTT 在 $SU(N)$ 中的量子数，将 $\square\!\square\!\square$ 按 $SU(N)\times SU(2)-L\times SU(2)-R(SU(2)-L\times SU(2)-R$ 代表洛仑兹群) 作分解．因为夸克和轻子必须按照洛仑兹群 $SU(2)-L\times SU(2)-R$ 的 $(\square,\cdot)$ 和 $(\cdot,\square)$ 变换，所以，剩下费米子态

$$2\left(\begin{array}{|c|c|}\hline & \\ \hline & \multicolumn{1}{c}{} \\ \cline{1-1}\end{array},\ \cdot\ ,\square\right)\oplus 2\left(\begin{array}{|c|c|}\hline & \\ \hline & \multicolumn{1}{c}{} \\ \cline{1-1}\end{array},\ \square,\ \cdot\right)$$

$$\oplus\left(\ydiagram{1,1,1},\ \cdot,\ \square\right)\oplus\left(\ydiagram{1,1,1},\ \square,\ \cdot\right) \tag{1}$$

其左手部分是

$$\ytableaushort{LL,L}\qquad \ytableaushort{RL,R}\qquad \ytableaushort{R,R,L} \tag{2}$$

我们这样安排 TTT 和 $\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$ 的量子数[5]：规定 TTT，$\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$ 及其共轭态的 $U(1)_Y$ 量子数 Y 只取 ± 1（在 $N=3$ 时，本模可还原为 Harari-Seiberg 模型）。这种规定排除了 $\mathrm{T}_L\mathrm{T}_L\mathrm{T}_L$ $\bar{\mathrm{V}}_L\bar{\mathrm{V}}_L\bar{\mathrm{V}}_L$ 及其共轭态。所以，(2) 中只选取 $\ytableaushort{RL,R}$ 和 $\ytableaushort{R,R,L}$. 考虑到 TTT 和 $\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$ 的贡献，它们都是二重态。

我们注意到，在 $\mathrm{T}_L(\mathrm{T}_R\mathrm{T}_R)$ 和 $\bar{\mathrm{V}}_L(\bar{\mathrm{V}}_R\bar{\mathrm{V}}_R)$ 及其共轭态中出现一种洛仑兹标量的 "dipreon" (TT)，$(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$，我们把 $\bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$ 和 V(TT) 中出现的 (TT) 和 $(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$ 对也看作是这类洛仑兹标量的 dipreon. 当超色群是 $SU(3)_{sc}$ 时，dipreon 的超色、洛仑兹群自由度和 $SU(N)$ 都取反对称态。这样，$\bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$ 和 V(TT) 在 $SU(N)$ 中的表示是

$$\square^{*}\times\ydiagram{1,1}=\square+N-1\left\{\begin{array}{l}\ydiagram{2,1}\\ \vdots\\ \ydiagram{1}\end{array}\right.$$

其于同样的理由，我们也规定 $\bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$ 和 (VTT) 的 Y 值为 ± 1. 因此，它们的左手态是 $\bar{\mathrm{T}}_L(\bar{\mathrm{V}}_L\bar{\mathrm{V}}_L)$ 和 $\mathrm{V}_L(\mathrm{T}_L\mathrm{T}_L)$.

综上讨论，得到满足费米原理的三个 preon 超色单态费米子

$$\square\qquad \ydiagram{1,1,1}\qquad \ydiagram{2,1}\qquad N-1\left\{\begin{array}{l}\ydiagram{2,1}\\ \vdots\\ \ydiagram{1}\end{array}\right. \tag{3}$$

它们的维数分别是

$$N\qquad \frac{1}{6}N(N-1)(N-2)\qquad \frac{1}{3}N(N^2-1)\qquad \frac{1}{2}N(N+1)(N-2)$$

下面，我们将这四个表示按 $SU(N)\to SU(3)_c\times SU(N-3)_H\times U(1)$ 分解。为此，对模型提出两个要求：①同一代夸克和轻子来自 $SU(N)$ 的同一个表示。②同一代夸克和轻子按 $SU(N-3)_H$ 的相同表示变换。

基础表示分解为

$$N\to(3,1)+(1,N-3)$$

根据要求，可有 $1=N-3\to N=4$，考虑到表示为二重态，可知由该表示在 $N=4$ 时得到完整的一代夸克和轻子。由 (1) 得左手态粒子

$$2(3)_L+2(1)+2(3^*)_L+2(1)$$

反对称表示的分解

$$\frac{1}{6}N(N-1)(N-2)\to(1,1)+\left(1,\frac{1}{6}(N-3)(N-4)(N-5)\right)$$
$$+(3^*,N-3)+\left(3,\frac{1}{2}(N-3)(N-4)\right)$$

由要求①和②，当N取以下各值时，相应的理论出现一代以上的夸克和轻子：

当

$$1=N-3\to N=4$$
$$1=\frac{1}{2}(N-3)(N-4)\to N=5$$
$$\frac{1}{6}(N-3)(N-4)(N-5)=N-3\to N=7$$
$$\frac{1}{6}(N-3)(N-4)(N-5)=\frac{1}{2}(N-3)(N-4)\to N=8$$

对于 $SU(4)$ 理论，反对称表示产生一代完整的夸克和轻子．理论的左手态是

$$2(3)_L+2(1)+2(3^*)_L+2(1)$$

$SU(5)$ 由$(1,1)$和$(3,1)$作出贡献，左手态为

$$2[(3,1)_L+(1,1)+(3^*,1)+(1,1)+(3+3^*,2)_L]$$

包含了一代轻的夸克和轻子．

$SU(7)$ 按 $SU(3)_c\times SU(4)_H$ 的分解，得到左手态

$$2[(3,4^*)_L+(1,4^*)_L+(3^*,4)_L+(1,4)_L+2(1,1)+(3,6)_L+(3^*,6^*)_L]$$

可预言四代按 $SU(4)_H$ 的四重态表示变换的家族．

$SU(8)$ 产生十代，破坏了渐近自由．

混合对称表示的分解

$$\frac{1}{3}N(N^2-1)\to(8,1)+\left(1,\frac{1}{3}(N-2)(N-3)(N-4)\right)$$
$$+(3^*,N-3)+\left(3,\frac{1}{2}(N-3)(N-4)\right)$$
$$+(6,N-3)+\left(3,\frac{1}{2}(N-2)(N-3)\right)$$

只有 $\frac{1}{3}(N-2)(N-3)(N-4)=N-3\to N=5$ 时，理论可产生两代轻的夸克和轻子家族．N取其它值，该混合表示没有完整的家族数．由(1)可知理论所有的左手态

$$2[(3,2)_L+(1,2)_L+(3^*,2)_L+(1,2)_L+(3+3^*,1)_L+(6+6^*,2)_L$$
$$+(8+8^*,1)_L+(3,3)_L+(3^*,3^*)_L]$$

对于最高维表示，我们只讨论 $N=4,5,6,7,8$ 五个值的解

$N=4$ 没有完整的家族．

$N=5$

$$45\to(3^*,2)+(3,3)+(6^*,1)+(3,1)+(8,2)+(1,2)+(3^*,1)$$

左手态是

$$2[(3,2)_L+(1,2)_L+(3^*,2)_L+(1,2)_L+(3,3)_L+(3^*,3^*)_L$$
$$+(3+3^*,1)_L+(6+6^*,1)_L+2(8,2)_L]$$

包含了两代家族.

$N=6$, $SU(6)$ 按 $SU(3)_c\times SU(3)_H$ 分解

$$84\rightarrow(3^*,3^*)+(3^*,3^*)+(8,3)+(3,8)+(1,3)+(3,1)$$
$$+(1,6^*)+(6^*,1)$$

由 (1) 得到该理论的全部左手态是

$$2[(1,3)_L+(3,3)_L+(1,3^*)_L+(3^*,3^*)_L+(3,3)_L+(3^*,3^*)_L+(8,3)_L+(8,3^*)_L$$
$$+(3+3^*,8)_L+(3+3^*,1)_L+(1,6)_L+(1,6^*)_L+(6+6^*,1)_L]$$

可预言三代轻的夸克和轻子.

$N=7$

$$140\rightarrow(3^*,6)+(8,4)+(1,20)+(3^*,4^*)+(1,4)+(6,1)$$
$$+(3,15)+(3,1)$$

包含了四代轻子的家族.

$N=8$ 产生五代.

综上所述，可得以下家族数

$SU(3)_{sc}\times SU(4)$	$2=1+1+0+0$
$SU(3)_{sc}\times SU(5)$	$5=0+1+2+2$
$SU(3)_{sc}\times SU(6)$	$3=0+0+0+3$
$SU(3)_{sc}\times SU(7)$	$8=0+4+0+4$
$SU(3)_{sc}\times SU(8)$	$15=0+10+0+5$

以上各式中第 1、2，3，4 项分别代表(3)中四个表示对家族数的贡献.

显然，我们感兴趣的是 $N=6$ 和 $N=5$ 的模型. 在 $SU(3)_{sc}\times SU(6)$ 模型中，由 $SU(6)$ 的最高维表示 $\underline{84}$ 产生三代轻的夸克、轻子. 它们的 preon 组成是 TVV, $\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{T}}\bar{\mathrm{T}}$ 和 $\bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})$, V(TT). 三代按照 $SU(3)_H$ 的三重态表示变换.

$SU(3)_{sc}\times SU(5)$ 模型预言五代，其中第一代来自反对称表示 $\underline{10}^*$，是 $SU(2)_H$ 单态. 第二、三代由混合对称态 $\underline{40}$ 分解而得到. 按 $SU(2)_H$ 的二重态变换. 前三代的组成是 TTT 和 $\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$. 第四、五代如果存在的话，将来自最高维表示 $\underline{45}$. 其组成是 $\bar{\mathrm{T}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}$ 和 V(TT)，也在 $SU(2)_H$ 二重态. 本模型五代费米子来源于 $SU(5)$ 的不同表示，在 $SU(2)_H$ 中的量子数也不全同. 可以猜测各代夸克、轻子产生质量差的机制与它们在 $SU(5)$ 和 $SU(2)_H$ 中的表示有关. 定性看来，填在低维表示的粒子能量较低.

N 取其它值的模型，家族数小于 3 或太大，我们不讨论这些模型.

三、模 型 B

该模型的 preon 也是两类无质量自旋 1/2 的费米子 T、V，它们分别按照规范群 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 的 $(3,N)$ 和 $(3,N^*)$ 变换. 与模型 A 不同之处是 T 和 V 具有 $SU(2)$ 同位旋对称性. 为了找出模型包含的夸克和轻子家族 $(5+10^*)_L$ 数，可按

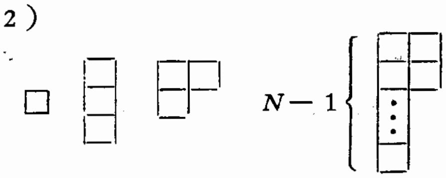
$$SU(N)\to SU(5)\times SU(N-5)_H\times U(1)$$

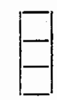
分解．

模型所有的超色单态费米子是

$$\mathrm{TTT}\quad \bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}}\quad \bar{\mathrm{T}}(\bar{\mathrm{V}}\bar{\mathrm{V}})\quad \mathrm{V}(\mathrm{TT})$$

运用费米原理于全同 preon 体系上，同样可以得到按以下 $SU(N)$ 表示变换的复合费米态(自旋 1 / 2)



本模型对三个 preon 超色单态的 Y 值不作限制，因此，在以上四个杨图中，是二重态，其余为四重．

依次将四个表示按 $SU(5)\times SU(N-5)_H\times U(1)$ 分解

基础表示：$N\to(5,1)+(1,N-5)$ 没有 $(5+10^*)_L$．

反对称表示

$$\frac{1}{6}N(N-1)(N-2)\to(10^*,1)$$
$$+\left(1,\frac{1}{6}(N-5)(N-6)(N-7)\right)+(10,N-5)$$
$$+\left(5,\frac{1}{2}(N-5)(N-6)\right)$$

按要求①和②，

$$1=\frac{1}{2}(N-5)(N-6)\to N=7$$

该表示有以下左手粒子

$$2[(5+10^*,1)_L+(5^*+10,1)_L+(10+10^*,2)_L]$$

预言了两代夸克和轻子．

当

$$N-5=\frac{1}{2}(N-5)(N-6)\to N=8$$

$SU(8)$ 产生六代．理论的左手态是

$$2[(5+10^*,3^*)_L+(5^*+10,3)_L+2(1,1)+(10+10^*,1)_L]$$

混合对称

$$\frac{1}{3}N(N^2-1)\to(40,1)+\left(1,\frac{1}{3}(N-4)(N-5)(N-6)\right)$$
$$+(10,N-5)+\left(5,\frac{1}{2}(N-5)(N-6)\right)$$
$$+(15,N-5)+\left(5,\frac{1}{2}(N-4)(N-5)\right)$$

当

$$N-5=\frac{1}{2}(N-4)(N-5)\rightarrow N=6$$

时，左手态为

$$4[(5+10^*)_L+(5^*+10)_L+(15)_L+(15^*)_L+(40)_L+(40^*)_L]$$

包含了四代完整的夸克和轻子．

$N=8$ 则产生十二代，破坏了渐近自由．

最高维表示的维数是 $\frac{1}{2}N(N+1)(N-2)$，讨论 $N=6,7,8$ 三种模型．

$N=6$，$SU(6)$ 按 $SU(5)\times U(1)$ 分解可得

$$84\longrightarrow(10)+(45)+(24)+(5)$$

其中，由(5)和(10)贡献一代．此外，将(45)和(24)按 $SU(3)_c\times SU(2)\times U(1)$ 分解，又产生两代夸克和轻子，所以 $SU(6)$ 的最高维表示一共产生十二代家族．

$N=7$ 没有完整的 $(5+10^*)_L$．

$N=8$ 预言了十二代按 $SU(3)_H$ 的三重态表示变换的夸克和轻子 $4(5+10^*,3)_L$．

综上讨论，可见当模型 B 的 N 取 6,7,8 值时，预言的代数过大或小于三代

$$N=6\qquad 16=0+0+4+12$$
$$N=7\qquad 2=0+2+0+0$$
$$N=8\qquad 30=0+6+12+12$$

我们不讨论这类模型．

四、结论和讨论

本文考察了两类 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 复合模型可能预言的夸克和轻子家族数．preon T、V 是按 $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ 的 $(3,N)$ 和 $(3,N^*)$ 表示变换的手征费米子．我们要求三 preon 超色单态复合费米子服从 canonical ground-state criterion．最后，将 $SU(N)$ 按 $SU(3)_c\times SU(N-3)_H$（模型 A）或 $SU(5)\times SU(N-5)_H$（模型 B）分解，得到 N 取各种可能值的符合要求①和②的家族数．其中，以模型 A 的 $SU(3)_{sc}\times SU(6)$ 为最好的候选者，该理论中 preon T、V 在规范群的(3,6)和(3,6*)表示．复合夸克和轻子是 $\mathrm{T(VV)}$ 和 $\bar{\mathrm{V}}(\bar{\mathrm{T}}\bar{\mathrm{T}})$．运用费米原理到亚层次，得到模型的夸克和轻子家族数为三．此外，我们对 $SU(3)_{sc}\times SU(5)$ 模型给出的五代也作了讨论．

如果认为在 $SU(N)$ 表示中，维数较低的粒子能量要低一些，那么，普通夸克和轻子只填在低维表示．这样，当 $N\geqslant 5$ 时，两个混合对称的维数要比基础表示和反对称表示的高得多，因此，我们如果只考虑两个低维表示的话，较好的选择是模型 A 的 $SU(3)_{sc}\times SU(7)$，预言了四代的夸克和轻子．模型 B 的结果仍不理想．

要是我们再放宽条件①，不要求同一代费米子一定来自 $SU(N)$ 的同一个表示，那么，在只考虑两个低维态时，由 $N=5$ 的模型 A 可以预言三代轻的家族．$N=7$ 则产生四代．模型 B 除了在 $N=8$ 产生八代 $(5+10^*)_L$ 外，$N=6$、7 的代数都是 2，因此，我们

不考虑模型 B。

'tHooft 自洽条件[6] 要求从 preon 层次到复合层次的反常守恒，这是为了防止夸克和轻子获得 Λ_{sc} 量级的大质量。这个条件很严格，但它只是充分条件。还存在其它办法保证夸克和轻子不获得大质量。模型 A 中，基本理论有手征群 $U(1)_Y$ 和分立手征群 $'Z$[3,5]，这就保证了复合夸克和轻子在 Λ_{sc} 标度的无质量性。

作者感谢杜东生教授有益的讨论。

附　　录

模型 A preon 的量子数

preon	$SU(3)_{sc}$	$SU(N)$	$U(1)_p$	$U(1)_D$	$U(1)_Y$	$U(1)_X$
T_L	3	N	1/3	1/3	1	1
V_L	3	N^*	1/3	−1/3	−1	1
T_R	3	N	1/3	1/3	−1	−1
V_R	3	N^*	1/3	−1/3	1	−1
$\bar{T}_L$	3*	N^*	−1/3	−1/3	1	1
$\bar{V}_L$	3*	N	−1/3	1/3	−1	1
$\bar{T}_R$	3*	N^*	−1/3	−1/3	−1	−1
$\bar{V}_R$	3*	N	−1/3	1/3	1	−1

表中 T_L、V_L、$\bar{T}_L$、$\bar{V}_L$ 及相应的右手粒子分别按洛仑兹群的(□，·)和(·，□)表示变换。

与 $U(1)_p$，$U(1)_D$，$U(1)_Y$ 和 $U(1)_X$ 对应的流：

$$J_{\mu p}=\frac{1}{3}(\bar{T}\gamma_\mu T+\bar{V}\gamma_\mu V),\qquad J_{\mu D}=\frac{1}{3}(\bar{T}\gamma_\mu T-\bar{V}\gamma_\mu V)$$

$$J^A_{\mu Y}=\bar{T}\gamma_\mu\gamma_5 T-\bar{V}\gamma_\mu\gamma_5 V,\qquad J^A_{\mu X}=\bar{T}\gamma_\mu\gamma_5 T+\bar{V}\gamma_\mu\gamma_5 V$$

其中，$J^A_{\mu X}$ 守恒被瞬子效应破坏，退化为分立对称 Z[4,5]。

参　考　文　献

[1] J. C. Pati and A. Salam, *Phys. Rev.*, **D10** (1974), 275.
[2] H. Harari, *Phys. Lett.*, **86B** (1979), 83; H. Terazawa, *Phys. Rev.*, **D22** (1980), 184; O. W. Greenberg and Joseph Sucher, *Phys. Lett.*, **99B** (1981), 339; H. Fritzsch and G. Mandelbaum, *Phys. Lett.*, **102B** (1981), 319; R. Barieri and R. N. Mohapatra and A. Masiero, *Phys. Lett.*, **105B** (1981), 369.
[3] R. Casalbuoni and R. Gatto, *Phys. Lett.*, **93B** (1980), 47; F-X. Dong, T-S. Tu, P-Y. Xue, *Phys. Lett.*, **101B** (1981), 67; Y. Tosa and R. E. Marshak, *Phys. Lett.*, **D27** (1983), 616.
[4] R. Casalbuoni and R. Gatto, 3; C. H. Albright, *Phys. Rev.*, **D24** (1981), 1969; C. H. Albright, B. Schrempp, and F. Schrempp, *Phys. Lett.*, **108B** (1982), 291.
[5] H. Harari and N. Seiberg, WIS-81/38.
[6] G'tHooft, Lecture given at the Cargèse Summer Institute (August 1979).

THE FAMILY PROBLEM OF QUARKS AND LEPTONS IN TWO KINDS OF COMPOSITE MODELS

YANG XIN--E

(Department of Physics, Tianjin University)

ABSTRACT

Two kinds of $SU(3)_{sc}\times SU(N)$ composite models (the model A and model B) of quarks and leptons are suggested to solve the family problem. The constituents (pre--ons) of the models are two types of massless spin-1/2 fermions which belong to (3, N) and (3, N^*) representations of the gauged symmetry group $SU(3)_{sc}\times SU(N)$. Applying the Fermi principle to three-preons supercolor-singlet composite fermions and according to the models' requires ments (the fermions in one family originates from the same representation of $SU(N)$ and belong to the same representation of the horizontal gauge group), one obtains the family-number of $SU(3)_{sc}\times SU(N)$, where $SU(3)_{sc}\times SU(6)$ and $SU(3)_{sc}\times SU(5)$ of the model A predict three and five generations respectively.