第22卷 第6期 高能物理与核物理 Vol.22, No.6
1998 年6月 HIGH ENERGY PHYSICS AND NUCLEAR PHYSICS June, 1998

人工色动力学对 $W\bar{t}b$ 耦合的修正 *

岳崇兴[1] 杨正涛[2] 黄金书[1] 鲁公儒[1]

1(河南师范大学物理系 新乡 453002)

2(郑州大学物理系 郑州 450052)

摘要 考虑了一代人工色(OGTC)模型和topcolor援助的多标度人工色(TOPCMTC)模型中的规范玻色子对 $W\bar{t}b$ 耦合的贡献. 发现对角 ETC 玻色子的交换对 $W\bar{t}b$ 耦合没有直接贡献,运用 LEP 给出的 R_b 的数值,发现对于一定范围内的参数值来说,OGTC 模型中的 ETC 规范玻色子交换和 TOPCMTC 模型中的 ETC 规范玻色子交换和 colorn 交换对 CKM 矩阵元 V_{tb} 的贡献都是相当大的,δV_{tb} 可能被费米实验室 Tevatron Run 3 探测到.

关键词 人工色动力学 多标度人工色模型 $W\bar{t}b$ 耦合

1 引言

Tevatron 上发现 top 夸克的质量为 $m_t = 174.4 \pm 8.3\mathrm{GeV}$[1]. 它是迄今为止被发现的最重的粒子. 这意味着 top 夸克同弱电对称性破缺部分的耦合相当强. 同其它较轻的夸克相比,新物理的效果更容易在 top 夸克参与的过程中表现出来. 因此,它对于检验标准模型之外的新物理起着非常重要的作用[2]. 单 top 产生的散射截面与 CKM 矩阵元 V_{tb} 的平方成正比. 因此,对单 top 产生截面的测量可以间接的测量 CKM 矩阵元 V_{tb}. 高亮度的 Tevatron Run 3 对 $W\bar{t}b$ 耦合(即 $|V_{tb}|$)的测量精度可达 ±3%[3]. 因此,反常的 top 夸克耦合的 $W\bar{t}b$ 或者等同的 δV_{tb} 能够运用 Tevatron 的单 top 产生来探测[4],在非标准模型中对 $W\bar{t}b$ 耦合修正的计算是一个很有意义的课题.

人工色(TC)理论[5]是解决弱电对称性破缺问题的重要候选理论之一,它给出了弱玻色子的质量. 为了产生普通费米子的质量,OGTC 模型[6]被假定. 在这个模型中,相当大的 top 夸克质量($m_t \approx 175\mathrm{GeV}$)由旁路 ETC 规范玻色子交换产生. 通常认为,旁路 ETC 规范玻色子交换对 R_b 有负的修正[7],而对角 ETC 玻色子交换对 R_b 有正的修正[8]. 它们对 R_b 总的贡献的大小依赖于旁路和对角ETC 修正的相对大小. 因此,对于一些 TC 模型来说,它可能给出与实验结果吻合较好的 δR_b[9,10]. 根据下面的讨论,发现对角 ETC 玻色子的交换对 $W\bar{t}b$ 没有直接贡献.

1997-05-26收稿

* 国家自然科学基金和河南省教委自然科学基金资助

本文考虑了 OGTC 模型和 TOPCMTC 模型中新的规范玻色子对 $W\bar{t}b$ 耦合的修正. 在 OGTC 模型中,对 $W\bar{t}b$ 耦合的修正来自旁路 ETC 规范玻色子,而在 TOPCMTC 模型中,对 $W\bar{t}b$ 耦合的修正则来自于旁路 ETC 规范玻色子和 colorn B_μ^A. 运用 LEP 给出的 R_b的数值,给出对模型的参数的限制,并计算了对 CKM 矩阵元 V_{tb}的修正.

2 人工色动力学对 $W\bar{t}b$ 耦合的研究

在文献 [7] 中,唯象的假定左手 $SU(2)_L$二重态的旁路耦合为 $g_E\xi_L$, up 型费米子右手 $SU(2)$单态的旁路耦合为 $g_E\xi_U$, down 型费米子右手 $SU(2)$单态的为 $g_E\xi_D$, ξ之间满足 $\xi_L\xi_U^{-1}$, $\xi_D=\xi_L^{-1}(m_b/m_t)$[12].

通常认为,旁路 ETC 规范玻色子交换给出有效的四费米子算符为[8]:

$$-\frac{g_E^2}{m_S^2}\left[\xi_L^2(\bar{Q}_L\gamma_\mu q_L)(\bar{q}_L\gamma^\mu Q_L)+\xi_U^2(\bar{U}_R\gamma_\mu t_R)(\bar{t}_R\gamma^\mu U_R)+\xi_D^2(\bar{D}_R\gamma_\mu b_R)(\bar{b}_R\gamma^\mu D_R)\right], \quad (1)$$

$Q=(\mathrm{U},\mathrm{D})$是 TC 夸克二重态, $q=(\mathrm{t},\mathrm{b})$是普通夸克二重态. m_s表示旁路 ETC 规范玻色子的质量. 对(1)式运用傅里叶变换,得到:

$$-\frac{g_E^2}{2m_S^2}\frac{1}{N_C}\left[\xi_L^2(\bar{Q}_L\gamma_\mu\tau^\alpha q_L)+\xi_U^2(\bar{Q}_R\gamma_\mu\tau^3 Q_R)(\bar{t}_R\gamma^\mu t_R)-\right.$$

$$\left.\xi_D^2(\bar{Q}_R\gamma_\mu\tau^3 Q_R)(\bar{b}_R\gamma^\mu b_R)+\cdots\right], \quad (2)$$

上式已包含对色和人工色求和, $N_C=3$. $\tau^a(a=1,2,3)$是弱同位旋泡利矩阵. …代表与 $Z\bar{b}b$, $W\bar{t}b$ 和 $Z\bar{t}t$ 耦合无关的项.

在人工色手征对称性破缺下面,TC 费米子流可以被相应的Σ模型流替代[13]:

$$(\bar{Q}_L\gamma_\mu\tau^a Q_L)=\mathrm{i}\frac{N_C F^2}{2}\mathrm{Tr}(\Sigma^+\tau^a\mathrm{D}_{\mu L}\Sigma), \quad (3)$$

$$(\bar{Q}_R\gamma_\mu\tau^3 Q_R)=\mathrm{i}\frac{N_C F^2}{2}\mathrm{Tr}(\Sigma\tau^3\mathrm{D}_{\mu R}\Sigma^+), \quad (4)$$

这里, $\Sigma=\exp\left(\frac{2\mathrm{i}\psi}{F}\right)$在 $SU(2)_L\times SU(2)_R$下的变换为$\Sigma\to L\Sigma R^+$, ψ是 Nambu–Goldston 全玻色场. 协变导数 $\mathrm{D}_{\mu L}$, $\mathrm{D}_{\mu R}$ 分别是:

$$\mathrm{D}_{\mu L}\Sigma=\partial_\mu\Sigma+\mathrm{i}\frac{e}{\sqrt{2}S_\theta}(W_\mu^+\tau^++W_\mu^-\tau^-)\Sigma+$$

$$\mathrm{i}\frac{e}{S_\theta C_\theta}Z_\mu\left(\frac{1}{2}\tau_3\Sigma-S_\theta^2[Q,\Sigma]\right)+\mathrm{i}eA_\mu[Q,\Sigma], \quad (5)$$

$$\mathrm{D}_{\mu R}\Sigma=\partial_\mu\Sigma-\mathrm{i}\frac{e}{S_\theta C_\theta}Z_\mu\left(\frac{1}{2}\tau^3\Sigma+C_\theta^2\{Q,\Sigma\}\right)+\mathrm{i}eA_\mu[Q,\Sigma], \quad (6)$$

对于幺正规范$\Sigma = 1$，可以给出新的耦合：

$$\frac{g_E^2}{4m_S^2}\frac{F^2 e}{S_\theta C_\theta}\{Z_\mu[\xi_L^2(\bar{b}_L\gamma^\mu b_L - \bar{t}_L\gamma^\mu t_L) + \xi_U^2\bar{t}_R\gamma^\mu t_R - \xi_D^2\bar{b}_R\gamma^\mu b_R] + \sqrt{2}C_\theta\xi_L^2 W_\mu^+\bar{t}_L\gamma^\mu b_L\}, \tag{7}$$

$S_\theta = \sin\theta$，$C_\theta = \cos\theta$，θ是 Weinberg 角．从上式，可以给出对 $Z\bar{t}t$，$Z\bar{b}b$ 和 $W\bar{t}b$ 耦合的修正：

$$\delta g_{Ls}^{t} = -\frac{\xi_L^2}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}},\quad \delta g_{Rs}^{t} = \frac{\xi_U^2}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}, \tag{8}$$

$$\delta g_{Ls}^{b} = \frac{\xi_L^2}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}},\quad \delta g_{Rs}^{b} = -\frac{\xi_D^2}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}, \tag{9}$$

$$\delta g_{Ls}^{W\bar{t}b} = \frac{\xi_L^2}{2}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{\sqrt{2}S_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}},\quad \delta g_{Rs}^{W\bar{t}b} = 0, \tag{10}$$

在上面的方程中，运用了关系 $m_t = (g_E^2/m_S^2)4\pi F^3\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}$[8,12]．文献 [14]中，根据方程(8)讨论了旁路 ETC 玻色子交换能够对 $Z\bar{t}t$ 产生明显的修正．

TC 费米子间的对角耦合比旁路耦合多一个 $-1/\sqrt{N_{TC}/(N_{TC}+1)}$ 的相乘因子，普通费米子与 TC 费米子的对角耦合比旁路耦合多一个$\sqrt{N_{TC}/(N_{TC}+1)}$ 的相乘因子[8,11]．对角 ETC 玻色子交换对 $Z\bar{b}b$ 和 $W\bar{t}b$ 耦合的修正上面已经推导．可以发现对角 ETC 玻色子对 $W\bar{t}b$ 耦合没有直接贡献．因此，ETC 规范玻色子对这些耦合的贡献可以写为：

$$\delta g_{LE}^{b} = -\frac{1}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}\left[\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2\frac{2N_C}{N_{TC}+1}\xi_L(\xi_U+\xi_D) - \xi_L^2\right], \tag{11}$$

$$\delta g_{RE}^{b} = -\frac{1}{4}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{S_\theta C_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}\left[\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2\frac{2N_C}{N_{TC}+1}\xi_U\xi_D + \xi_D^2\right], \tag{12}$$

$$\delta g_{LE}^{W\bar{t}b} = \frac{\xi_L^2}{2}\frac{m_t}{4\pi F}\frac{e}{\sqrt{2}S_\theta}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}},\quad \delta g_{RE}^{W\bar{t}b} = 0, \tag{13}$$

m_D是对角 ETC 规范玻色子的质量．由$\xi_D = \xi_L^{-1}(m_b/m_t)$[12]．旁路和对角 ETC 规范玻色子交换对右手型 $Z\bar{b}b$ 耦合的贡献分别被$(m_b/m_t)^2$，m_b/m_t压低．因此，忽略δg_{RE}^{b}对 R_b 的贡献，即假定$\delta g_{RE}^{b} \approx 0$．

这里，m_t，m_b分别表示被 ETC 相互作用产生的 t，b 夸克的质量，而 F 表示与具体模型

有关的PG玻色子的衰变常数. 对于OGTC模型来说，m_t，m_b即表示t，b夸克的总质量，$F=140\mathrm{GeV}$. 对于TOPCMTC模型来说，m_t，m_b只相当于t，b夸克质量中被ETC相互作用产生的那一小部分m_t'，m_b'，$m_t'=\varepsilon m_t$，ε是TOPCMTC模型的自由参数. $m_b'\approx(m_s/m_c)m_t'\approx0.1m_t'$[12]，$(m_s, m_c)$分别表示s，c夸克的质量. 此模型中PG玻色子的衰变常数为$F=40\mathrm{GeV}$.

3 数值结果与讨论

首先来讨论OGTC模型对$W\bar{t}b$耦合的修正.

旁路ETC规范玻色子交换对$W\bar{t}b$耦合贡献的关系式为：

$$\delta V_{tb}=\frac{m_t}{8\pi F}\sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}}\,\xi_L^2\,. \tag{14}$$

对于分支比R_b，所有的间接修正和QCD修正相抵消. 因此，δR_b是对$Z\bar{b}b$耦合纯粹地nonlique修正[7]. 运用LEP给出的R_b的值，对δg_L加以约束. 从方程(9)，有：

$$\xi_L^2\approx2.0269\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2-63.5932\delta R_b\,, \tag{15}$$

在上面的方程中，取$\xi_L\xi_D=m_b/m_t\approx0.02696$，$R_b^{SM}=0.2158$[9]，$m_t=175\mathrm{GeV}$和$N_{TC}=2$，则对耦合$W\bar{t}b$的修正可以写为：

$$\delta V_{tb}\approx0.0824\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2-2.5838\delta R_b\,, \tag{16}$$

对于给定的δR_b，对δV_{tb}的贡献仅仅依靠参数m_S/m_D. 由于LEP给出的R_b的值是连续变化的，把R_b也作为一个自由参数. 最近实验测定的$R_b=0.2179\pm0.0012$，比标准模型预言的$R_b^{SM}=0.2158\pm0.0003$大1.8个标准偏差[8]，因此，取$\delta R_b=0.0016$，0.0026，0.0036. 在表1中，给出m_S/m_D和δR_b取不同值时的结果. 可以看出，δV_{tb}相当强烈地依靠参数m_S/m_D而对δR_b的变化不敏感. 对于$m_S/m_D=1$，ETC动力学对V_{tb}的修正大于0.073. V_{tb}随着δR_b的下降有轻微地增长. 如果假定R_b的测量值等于其标准模型的预言值R_b^{SM}. 即$\delta R_b=0$，对于$m_S/m_D=1$，则δV_{tb}大约是0.0844.

表1　OGTC模型中旁路ETC规范玻色子对V_{tb}的修正

$\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2$	δR_b	δV_{tb}	$\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2$	δR_b	δV_{tb}	$\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2$	δR_b	δV_{tb}
0.5	0.0016	0.0371	1.0	0.0016	0.0782	1.5	0.0016	0.1194
0.5	0.0026	0.0345	1.0	0.0026	0.0757	1.5	0.0026	0.1168
0.5	0.0036	0.0319	1.0	0.0036	0.0731	1.5	0.0036	0.1142

其中$N_{TC}=2$，$m_b/m_t=0.02696$，$F=140\mathrm{GeV}$.

下面讨论TOPCMTC模型对V_{tb}的贡献.

topcolor 援助的多标度人工色模型[15]，是把 topcolor 相互作用引入到多标度人工色(MTC)模型[16]中，这个模型保留一个色单态的 TC 费米子二重态，Ψ，它属于 $SU(N_{TC})$ 的一个高维数组表示，它对弱电对称性破缺起主要作用. 轻的 TC 费米子是 TC 夸克 Q 和 TC 轻子 L 的 $SU(2)_L$ 二重态. Q 和 L 属于 $SU(N_{TC})$ 的基础表示. 在下面的计算中，取 $F = F_Q \approx F_L = 40\text{GeV}$，$N_{TC} = 6$[16]. 在这个模型中，轻的夸克和轻子的质量由 ETC 相互作用产生. top 夸克和 bottom 夸克也从 ETC 相互作用获得部分质量，但 top 夸克的质量主要通过 topcolor 相互作用由 top 夸克凝聚产生. top 夸克质量中 ETC 相互作用产生的那一部分 m_t' 为：$m_t' = \varepsilon m_t$，$0.03 \le \varepsilon \le 0.1$[15].

在 1TeV 的能量标度上，TC 和其它一些动力学机制使 TC 夸克凝聚发生破缺，$SU(3)_1 \times SU(3)_2 \times U(1)_{Y1} \times U(1)_{Y2} \to SU(3)_{QCD} \times U(1)_Y$[15,17]. 而保持整体对称性为 $SU(3)' \times SU(1)'$，则产生了另外的有质量的色八重态 B_μ^A 和色单态 Z'_μ. B_μ^A 同普通费米子的耦合为[17]：

$$L_B = \sqrt{4\pi K}\ B^A \cdot J_B^A \ , \tag{17}$$

这里，$K = \dfrac{g_3^2 \cot^2\theta}{4\pi}$. 一般来说，流 J_B^A 作用于所有的三代费米子. 对于第三代费米子，它可以简写为：

$$J_{B,3}^{A,\mu} = \bar{t}\gamma^\mu \frac{\lambda^A}{2} t + \bar{b}\gamma^\mu \frac{\lambda^A}{2} b \ , \tag{18}$$

这里 λ^A 是充当色指标的 Gell-Man 矩阵. 因此，colorn 交换给出对 $Z\bar{b}b$ 和 $W\bar{t}b$ 耦合的修正. 对它们的计算类似于对非轻子弱电相互作用的企鹅算符的计算[18]. 通过 colorn 传播子收缩和运用重整化群的企鹅反常维数. 这些修正可以写为：

$$\delta g_B^b = \frac{K C_F m_Z^2}{6\pi M_B^2} \ln\left(\frac{M_B^2}{m_Z}\right) g_L^2 \tag{19}$$

$$\delta g_B^{W\bar{t}b} = \frac{e}{\sqrt{2}\, S_\theta} \frac{K C_F m_W^2}{M_B^2} \ln\left(\frac{M_B^2}{m_t^2}\right) [1 - \ln\beta_W^2] \ . \tag{20}$$

$\beta_W^2 = (1 - m_W^2 / m_t^2)^{1/2}$. 对于 $SU(3)$，色因子 $C_F = 4/3$. g_L^b 表示 $Z\bar{b}_L b_L$ 耦合的树图水平顶角.在上面的推导中，近似地取 $m_b' \approx 0$，$V_{tb} \approx 1$

文献 [19] 研究了色八重态 colorn B_μ^A 对 Tevatron 上 $\bar{t}t$ 散射截面的贡献. 发现，对于 $M_B = 400$—600GeV，colorn B_μ^A 对 $\sigma(\bar{t}t)$ 有明显的修正. 在下面的计算中，取 colorn 的质量为 500GeV.

综合 ETC 规范玻色子和 colorn 交换的修正. 得到：

$$\delta g_{Lt}^b = -\frac{1}{4} \frac{m_t'}{4\pi F} \frac{e}{S_\theta C_\theta} \sqrt{\frac{N_{TC}}{N_C}} \left[\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2 \frac{2N_C}{N_{TC}+1} \xi_L(\xi_U + \xi_D) - \xi_L^2 \right] +$$

$$\frac{KC_{\mathrm{F}}m_{\mathrm{Z}}^{2}}{6\pi M_{\mathrm{B}}^{2}}\ln\left(\frac{M_{\mathrm{B}}^{2}}{m_{\mathrm{Z}}}\right)g_{\mathrm{L}}^{\mathrm{b}}\ , \tag{21}$$

$$\delta g_{\mathrm{Lt}}^{\mathrm{W\bar{t}b}}=\frac{e}{\sqrt{2}\,S_{\theta}}\left[\frac{m_{\mathrm{t}}'}{8\pi F}\sqrt{\frac{N_{\mathrm{TC}}}{N_{\mathrm{C}}}}\,\xi_{\mathrm{L}}^{2}+\frac{KC_{\mathrm{F}}m_{\mathrm{W}}^{2}}{3\pi M_{\mathrm{B}}^{2}}\ln\left(\frac{M_{\mathrm{B}}^{2}}{m_{\mathrm{t}}^{2}}\right)(1-\ln\beta_{\mathrm{W}}^{2})\right]\ . \tag{22}$$

因此，TOPCMTC模型中 对CKM矩阵元的修正可以写为：

$$\delta V_{\mathrm{tb}}=\frac{m_{\mathrm{t}}'}{8\pi F}\sqrt{\frac{N_{\mathrm{TC}}}{N_{\mathrm{C}}}}\,\xi_{\mathrm{L}}^{2}+\frac{KC_{\mathrm{F}}m_{\mathrm{W}}^{2}}{3\pi M_{\mathrm{B}}^{2}}\ln\left(\frac{M_{\mathrm{B}}^{2}}{m_{\mathrm{t}}^{2}}\right)(1-\ln\beta_{\mathrm{W}}^{2})\ , \tag{23}$$

根据方程(21)，有：

$$\varepsilon\left[0.9429\left(\frac{m_{\mathrm{S}}}{m_{\mathrm{D}}}\right)^{2}-\xi_{\mathrm{L}}^{2}\right]=10.036\delta R_{\mathrm{b}}-0.02753\ . \tag{24}$$

在上面的运算中，运用了 $\xi_{\mathrm{L}}\xi_{\mathrm{D}}=m_{\mathrm{b}}'/m_{\mathrm{t}}'\approx 0.1$，同时假定 $K=1$，$m_{\mathrm{t}}=175\mathrm{GeV}$. 对CKM矩阵元 V_{tb} 的修正可以写为：

$$\delta V_{\mathrm{tb}}=1.69\times 10^{-2}+0.2322\varepsilon\left(\frac{m_{\mathrm{S}}}{m_{\mathrm{D}}}\right)^{2}-2.472\delta R_{\mathrm{b}}\ . \tag{25}$$

在TOPCMTC模型中，根据给定的δR_{b}的值，对δV_{tb}的贡献依靠TC部分的参数 $m_{\mathrm{S}}/m_{\mathrm{D}}$ 和topcolor部分的参数ε. 为简便起见，假定旁路ETC规范玻色子的质量等于对角ETC规范玻色子的质量[8]. 考虑到LEP给出的 R_{b}的值是连续变化的，把 R_{b}也作为一个自由参数. 在表2中，给出了 V_{tb}随ε和δR_{b}变化的结果. 可以看出，δV_{tb}的变化主要依赖于参数ε，而由δR_{b}的改变引起的变化则不明显. 对于 $0.08\leqslant\varepsilon\leqslant 0.1$，($14\mathrm{GeV}\leqslant m_{\mathrm{t}}'\leqslant 17.5\mathrm{GeV}$)，对于 V_{tb}的修正大于0.03. δV_{tb}随着δR_{b}的增长有轻微地下降. 如果我们假定 R_{b}的测量值等于其标准模型的预言值 R_{b}^{SM}. 即$\delta R_{\mathrm{b}}=0$，则对于$\varepsilon=0.1$，δV_{tb}近似地等于0.04.

表2 TOPCMTC 模型中旁路ETC规范玻色子和colorn交换对V_{tb}的修正

ε	δR_{b}	δV_{tb}	ε	δR_{b}	δV_{tb}	ε	δR_{b}	δV_{tb}
0.10	0.0016	0.0354	0.07	0.0016	0.0284	0.04	0.0016	0.0218
0.10	0.0026	0.0329	0.07	0.0026	0.0260	0.04	0.0026	0.0198
0.10	0.0036	0.0305	0.07	0.0036	0.0235	0.04	0.0036	0.0165

其中$m_{\mathrm{S}}=m_{\mathrm{D}}$，$m_{\mathrm{b}}'/m_{\mathrm{t}}'=0.1$，$F=40\mathrm{GeV}$.

旁路和对角ETC玻色子的质量是与具体模型的有关. 文献[14]认为，为了满足实验给出的参数 T的值[20]. 对于$0\leqslant\delta R_{\mathrm{b}}\leqslant 0.0044$，$(m_{\mathrm{S}}/m_{\mathrm{D}})^{2}$必须大于1. 为此，假定$(m_{\mathrm{S}}/m_{\mathrm{D}})^{2}=2$. 在这种情况下，对于$\varepsilon=0.1$，$\delta R_{\mathrm{b}}=0.0016$，则有$\delta V_{\mathrm{tb}}\approx 0.0587$.

高亮度的Tevatron Run 3对$|V_{\mathrm{tb}}|$的测量可达±3%的精度[3]. 因此，期望 对$\mathrm{W\bar{t}b}$耦合的修正，在将来的质子反质子碰撞实验上可以观察到.

单 top 产生过程 $q\bar{q}\to W^*\to b\bar{t}, t\bar{b}$的散射截面与$|V_{tb}|^2$成正比. 则 OGTC 模型中旁路 ETC 规范玻色子和 TOPCMTC 中旁路 ETC 玻色子和 colorn 交换对散射截面σ_t的修正可以写为：

$$\frac{\delta\sigma}{\sigma_t}\approx 2\delta V_{tb}\,, \tag{26}$$

因此，在 OGTC 模型中，对于 $m_S = m_D$，$\delta R_b = 0.0016$，有 $\delta\sigma/\sigma_t = 15.6\%$. 在 TOPCMTC 模型中，对于 $m_S = m_D, m_t = 175\text{GeV}$，$\varepsilon = 0.1$ 和$\delta R_b = 0.0016$，有 $\frac{\delta\sigma}{\sigma_t}\approx 7.1\%$. 而对于$\left(\frac{m_S}{m_D}\right)^2 = 2$，$m_t = 175\text{GeV}, \varepsilon = 0.1, \delta R_b = 0.0016, \frac{\delta\sigma}{\sigma_t}\approx 12\%$. 从对这两模型的计算结果看来，Tevatron Run 3 上有可能探测到人工色动力学对 CKM 矩阵元修正效应[4].

参　考　文　献

[1] Abe F et al, The CDF Collaboration. Phys. Rev. Lett., 1995, **74**:2626—2631;
Abachi S et al, The D0 Collaboration. Phys. Rev. Lett.,1995, **74**:2632—2637

[2] Peccei R D, Peris S, Zhang X. Nucl. Phys., 1991, **B349**:305—322;
Hill C T, Parke S. Phys. Rev., 1994, **D49**:4454—4462;
Atwood D, Kagan A, Rizzo T. Phys. Rev., 1995, **D52**:6264—6270;
Dawson S, Valencia G. Phys. Rev., 1996, **D53**:1721—1724

[3] Simith M. Willenbrock S. Phys. Rev., 1996, **D54**:6696—6700

[4] Yue Chongxing, Kuang Yuping, Lu Gongru. Phys. Rev., 1997, **D56**:291—294

[5] Weinberg S. Phys. Rev., 1976, **D13**:974—996;1979, **D19**:1277—1280;
Susskind L. Phys. Rev., 1979, **D20**:2619—2625

[6] Dimopolos S, Susskind L. Nucl. Phys., 1979, **B155**:237—252;
Eichten E, Lane K. Phys. Lett., 1980, **B90**:125—130

[7] Chivukula R S, Selipsky S B, Simmons E H. Phys. Rev. Lett., 1992, **69**:575—580;
Evans N. Phys. Lett., 1994, **B331**:378—382

[8] Wu Guohong. Phys. Rev. Lett., 1995, **74**:4137—4140;
Kitazawa N. Phys. Rev., 1995, **D52**:5374—5380;
Yue Chongxing, Kuang Yuping Gongru Lu et al. Phys. Rev., 1995, **D52**:5314—5320

[9] Blonded A. Phys. Rev., 1996, **D54**:5567—5574

[10] Yoshikawa T. Phys. Lett., 1996, **B386**:209—218

[11] Appelquist T, Evans N, Selipsky S B. Phys. Lett., 1996, **B374**:145—151

[12] Yue Chongxing, Kuang Yuping, Lu Gongru. J. Phys., 1997, **G23**:163—171

[13] Georgi H. Weak Interactions and Modern Particle Theory. Benjamin Cummings, Menlo Park, 1984, 77

[14] Mahanta U. Phys. Rev., 1996, **D54**:3377—3381

[15] Hill C T. Phys. Lett., 1995, **B345**:483—489;
Lane K, Eichten E. Phys. Lett., 1989, **B222**:274—280

[16] Eichten E, Lane K. Phys. Lett., 1994, **B327**:129—135;
Lane K, Ramana M V. Phys. Rev., 1991, **D44**:2678—2700

[17] Buchalla G et al. Phys. Rev., 1996, **D53**:5185—5200

[18] Hill C T, Zhang Xinmin. Phys. Rev., 1995, **D51**:3563—3568

[19] Lane K. Phys. Rev., 1995, D52:1546—1555
[20] Erler J, Langacker P. Phys. Rev., 1995, D52:441—452

Technicolor Dynamics Corrections to $W\bar{t}b$ Coupling*

Yue Chongxing[1] Yang Zhengtao[2] Huang Jinshu[1] Lu Gongru[1]
1(*Department of Physics, Henan Normal University, Xinxiang* 453002)
2(*Department of Physics, Zhengzhou University, Zhengzhou* 450052)

Abstract We consider the contributions of new gauge bosons to $W\bar{t}b$ cuopling in one generation technicolor (OGTC) model and topcolor assisted multiscale technicolor (TOPCMTC) model. We find that the exchange of diagonal extended technicolor (ETC) gauge boson has no contribution to $W\bar{t}b$ coupling. Using the LEP value of R_b, we calculate the corrections to the CKM matrix element V_{tb} which arise from the sideways ETC gauge boson in OGTC model and the sideways ETC gauge bosons and colorn exchange in TOPCMTC model. We find that the δV_{tb} is signficantly large for a certain set of the parameters of either OGTC model or TOPCMTC model which might be detected in the Fermilab Tevatron Run 3 experiments.

Key words technicolor dynamics, multiscale technicolor model, $W\bar{t}b$ coupling

Received 26 May 1997
* Supported by the National Natural Science Foundation of China and the Natural Foundation of Henan Scientific Committee.