

B 介子稀有衰变与荷电 PG 玻色子 企鹅图贡献*

肖振军 张晋宇 吕林霞 鲁公儒

(河南师范大学物理系 新乡 453002)

摘要 计算了荷电 PG 玻色子 P^\pm 和 P_8^\pm 对 B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-$ ($l = e, \mu, \tau$) 的企鹅图和箱图贡献. 计算表明: (a) 荷电 PG 玻色子可以对 B 介子稀有衰变分枝比 $Br(B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-)$ 给出 3~5 倍的增强; (b) 在大部分参数空间内, 色八重态 PG 玻色子 P_8^\pm 起主要作用.

关键词 B 介子稀有衰变 荷电 PG 玻色子 分枝比

1 引言

在标准模型理论中, B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-$ 是由 Z^0 企鹅图和 W 箱图引起的 FCNC (flavour-changing neutral current) 过程. 该过程在理论上非常干净. Top 夸克内线交换贡献起主要作用, c 夸克贡献可以忽略, 由重整化标度 $\mu_{t,c}$ 的不确定性引起的误差也可以忽略^[1,2].

在人工色 (Technicolor) 模型中^[3,4], 荷电 PG 玻色子 P^\pm 和 P_8^\pm 可以通过 Z^0 企鹅图和箱图对上述 B 介子稀有衰变过程给出一个较大的贡献, 改变相关分枝比的标准模型理论预言. 因此, 关于 B 介子稀有衰变过程的理论研究和实验测量对发现新物理存在的证据有重要意义.

采用 PBE (Penguin-Box expansion) 方法^[5], B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-$ 由两个基本函数 $X(x_t)$ 和 $Y(x_t)$ 确定. 为了研究新的荷电 PG 玻色子对 B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-$ 的贡献, 我们将对新的 Z^0 企鹅图和箱图进行解析计算, 抽出表示新物理贡献的基本函数 C_0^{new} , 与标准模型中相应的 C_0 函数相加, 然后计算相应衰变过程的分枝比, 并和已有实验数据比较.

本文发现: (a) 色八重态 PG 玻色子 P_8^\pm 的贡献起主要作用; (b) 荷电 PG 玻色子 P^\pm 和 P_8^\pm 可以对 B 介子稀有衰变过程分枝比 $Br(B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B_{s,d} \rightarrow 1^+ 1^-)$ 给出 3~5 倍的增

1998-05-04收稿

* 国家自然科学基金资助 (19575015)

强; (c) 虽然目前的实验数据还达不到所需精度, 但下一轮 B 物理实验数据将能够对荷电 PG 玻色子质量谱给出限制.

第二部分将计算新的单圈费曼图, 导出函数 C_0^{New} . 第三、四部分, 分别计算 B 介子稀有衰变过程分枝比 $Br(B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-)$, 给出解析表达式和数值计算结果. 最后将给出结论并进行简短的讨论.

2 $\bar{b}sZ$ 有效顶角与函数 C_0^{New}

在标准模型理论框架下, 人们已对 B 介子稀有衰变过程进行了仔细的研究, 文献 [1] 给出了 NLO(next-to-leading order) 水平的分枝比表达式. 超对称粒子和其它一些可能的物理贡献已在文献 [6] 中进行了计算和讨论. 本文将在人工色 (Technicolor) 理论框架下计算荷电 PG 玻色子 P^\pm 和 P_8^\pm 对 B 介子稀有衰变过程的贡献.

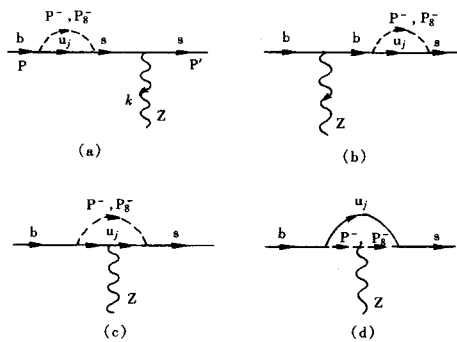


图 1 由荷电 PG 玻色子 P^- 和 P_8^- 内线交换所产生的 Z^0 企鹅图

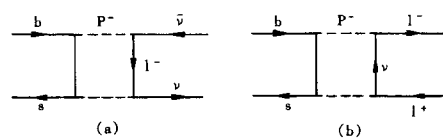


图 2 由荷电 PG 玻色子 P^- 内线交换所产生的单圈箱图

图 1 表示由 P^\pm 和 P_8^\pm 内线交换所产生的新 Z^0 企鹅图, 图 2 表示由 P^\pm 内线交换所产生的新箱图. 色八重态的 P_8^\pm 不参与箱图过程, 人们非常熟悉的标准模型 Z^0 企鹅图和 W 箱图没有画出. 色单态的 P^\pm 与双 Higgs 二重态模型中的 H^\pm 非常类似^[7], 由 LEP 实验给出的质量限制 $M(H^\pm) \geq 44\text{GeV}$ 对 P^\pm 也适用. 与 H^\pm 不同, 色八重态的 P_8^\pm 参与 $SU(3)_c$ 强相互作用. 与标准模型 Higgs 相类似, 荷电 PG 玻色子有效 Yukawa 耦合的大小将依赖于费米子质量, 可以写为^[8]

$$\left(\frac{-i}{F_\pi}\right) P^+ \left\{ V_{KM} \left(m_d \bar{u}_L d_R - m_u \bar{u}_R d_L \right) \sqrt{2/3} - \sqrt{6} m_c \bar{\nu}_{eL} e_R \right\} + \text{H.C.}, \quad (1)$$

$$\left(\frac{-i}{F_\pi}\right) P_{8\alpha}^+ \left\{ V_{KM} \left(m_d \bar{u}_L \lambda^\alpha d_R - m_u \bar{u}_R \lambda^\alpha d_L \right) \right\} 2 + \text{H.C.}, \quad (2)$$

其中 $L, R = (1 \mp \gamma_5)/2$, u 和 d 分别表示 (u, c, t) 夸克和 (d, s, b) 夸克, e 表示轻子 (e, μ, τ) , λ^α ($\alpha = 1, \dots, 8$) 是 Gell-Mann $SU(3)_c$ 矩阵, V_{KM} 为 CKM 矩阵的矩阵元, $F_\pi = 123\text{GeV}$ 是

PG 玻色子衰变常数. Z^0 玻色子和荷电 PG 玻色子对的规范耦合可以写为

$$ZP^+P^-: \quad -ig \frac{1-2S_W}{2C_W} (p^+ - p^-) \cdot \varepsilon, \quad (3)$$

$$ZP_{8a}^+P_{8b}^-: \quad -ig \frac{1-2S_W}{2C_W} (p^+ - p^-) \delta_{\alpha\beta} \cdot \varepsilon, \quad (4)$$

其中 p^+ 和 p^- 表示 PG 玻色子动量, S_W 是 Weinberg 角, ε 是 Z^0 玻色子的极化矢量.

首先考虑色单态 PG 玻色子 P^\pm 的贡献. 对图 1 所示的 Feynman 图进行解析计算, 得到由 P^\pm 引起的 $b\bar{s}Z$ 有效顶角函数为

$$\Gamma_{Z_\mu}^I = \frac{1}{16\pi^2} \frac{g^3}{C_W} \sum_j \lambda_j \bar{s}_L \gamma_\mu b_L C_0^{\text{New}}(y_j), \quad (5)$$

其中

$$C_0^{\text{New}}(y_j) = \eta_{\text{TC}}^a \left[\frac{y_j(-1 + 2S_W^2 - 3y_j + 2S_W^2 y_j)}{8(1-y_j)} - \frac{C_W^2 y_j^2}{2(1-y_j)^2} \ln[y_j] \right], \quad (6)$$

$$\eta_{\text{TC}}^a = \frac{m_{P_1}^2}{24\sqrt{2} F_\pi^2 G_F M_W^2}, \quad (7)$$

其中 $\lambda_j = V_{js}^* V_{jb}$, $y_j = m_j^2/m_{P_1}^2$, $G_F = 1.16639(2) \cdot 10^{-5} (\text{GeV}^{-2})$ 是费米耦合常数.

对色八重态 PG 玻色子 P_8^\pm , 经过类似的解析计算, 可以得到由 P_8^\pm 引起的 $b\bar{s}Z$ 有效顶角函数为

$$\Gamma_{Z_\mu}^{II} = \frac{1}{16\pi^2} \frac{g^3}{C_W} \sum_j \lambda_j \bar{s}_L \gamma_\mu b_L C_0^{\text{New}}(z_j), \quad (8)$$

其中

$$C_0^{\text{New}}(z_j) = \eta_{\text{TC}}^b \left[\frac{z_j(-1 + 2S_W^2 - 3z_j + 2S_W^2 z_j)}{8(1-z_j)} - \frac{C_W^2 z_j^2}{2(1-z_j)^2} \ln[z_j] \right], \quad (9)$$

$$\eta_{\text{TC}}^b = \frac{m_{P_8}^2}{3\sqrt{2} F_\pi^2 G_F M_W^2}, \quad (10)$$

其中 $z_j = m_j^2/m_{P_8}^2$.

色八重态的 P_8^\pm 不参与图 2 所示箱图过程, 色单态的 P^\pm 虽然参与箱图过程, 但由于 P^\pm 与 Yukawa 耦合太弱, 与 Z^0 企鹅图贡献相比箱图贡献完全可以忽略.

如果忽略 Feynman 图费米子外线质量, 那么 $b\bar{s}Z$ 有效顶角和 $d\bar{s}Z$ 有效顶角具有相同的结构. 与文献 [9] 中的 (2.6) 式比较, 方程 (5) 中的函数 $C_0^{\text{New}}(y_j)$ 和方程 (8) 中的函数 $C_0^{\text{New}}(z_j)$ 与文献 [9, 1] 中的 $C_0(x_i)$ 函数具有类似的性质. 函数 $C_0^{\text{New}}(y_j)$ 和 $C_0^{\text{New}}(z_j)$ 分别表示用荷电 PG 玻色子内线代替 W 规范玻色子内线时由 (u, c, t) 夸克内线交换所产生的新

贡献. 在解析计算中, 我们使用了 CKM 矩阵的幺正性关系. 在积分时使用了 $(B_0, B_\mu, C_0, C_\mu, C_{\mu\nu})$ 函数以及它们的近似表达式^[10].

在考虑了荷电 PG 玻色子贡献以后, 函数 $X(x_i)$ 和 $Y(x_i)$ 可以写为

$$X(x_i, y_i, z_i) = C_0(x_i) - 4B_0(x_i) + \frac{\alpha_s}{4\pi} X_1(x_i) + C_0^{\text{New}}(y_i) + C_0^{\text{New}}(z_i), \quad (11)$$

$$Y(x_i, y_i, z_i) = C_0(x_i) - B_0(x_i) + \frac{\alpha_s}{4\pi} Y_1(x_i) + C_0^{\text{New}}(y_i) + C_0^{\text{New}}(z_i), \quad (12)$$

其中 $x_i = m_i^2/m_w^2$, $y_i = m_i^2/m_{P_1}^2$, $z_i = m_i^2/m_{P_8}^2$, m_{P_1} 和 m_{P_8} 分别为 P^\pm 和 P_8^\pm 的质量. 函数 $C_0(x_i)$ 和 $B_0(x_i)$ 分别表示标准模型中由 Top 夸克内线交换引起的 Z^0 企鹅图和箱图的领头阶贡献, 函数 $X_1(x_i)$ 和 $Y_1(x_i)$ 分别表示标准模型的次领头阶贡献. 上述函数的表达式可以在文献 [1, 11] 中找到.

在数值计算中, 取下列参数作为标准输入参数,

$$M_w = 80.2 \text{ GeV}, \quad G_F = 1.16639 \cdot 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}, \quad \alpha = 1/129, \quad \sin^2 \theta_w = 0.23,$$

$$m_t = \bar{m}_t(m_t) = 170 \text{ GeV}, \quad \mu_t = 170 \text{ GeV}, \quad F_\pi = 123 \text{ GeV}, \quad \tau(B_s) = 1.6 \text{ ps},$$

$$\Lambda_{\overline{\text{MS}}}^{(5)} = 0.225 \text{ GeV}, \quad F_{B_s} = 0.210 \text{ GeV}, \quad m_{B_s} = 5.38 \text{ GeV}, \quad (13)$$

对 $\alpha_s(\mu)$ 我们使用文献 [2] 给出的双圈表达式.

3 B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$

在标准模型框架下, $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 是最干净的 B 介子稀有衰变过程. Charm 夸克的贡献很小, 可以忽略. 由 μ_t 和 μ_c 的不确定性带来的影响也可以忽略. 因此该衰变道是检测新物理影响的极好衰变道. 人们已对 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 稀有衰变过程进行了详细的分析计算, 已在 NLO 水平给出了相关的分枝比表达式^[1, 2]:

$$Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) = Br(B \rightarrow X_c e \bar{\nu}) \frac{3\alpha^2}{4\pi^2 \sin^4 \theta_w} \frac{|V_{ts}|^2}{|V_{cb}|^2} \frac{X(x_t)^2}{f(z)} \frac{\bar{\eta}}{\kappa(z)}, \quad (14)$$

其中 $f(z)$, $\kappa(z)$ 和 $\bar{\eta} = \kappa(0)$ 表示对 $B \rightarrow X_c e \bar{\nu}$ 衰变的相空间因子和 QCD 修正等,

$$f(z) = 1 - 8z^2 + 8z^6 - z^8 - 24z^4 \ln[z] \quad (15)$$

$$\kappa(z) = 1 - \frac{2\alpha_s(m_b)}{3\pi} \left[\left(\pi^2 - \frac{31}{4} \right) (1-z)^2 + \frac{3}{2} \right], \quad (16)$$

其中 $\bar{\eta} = \kappa(0)$, 在数值计算中取 $z = 0.29$. 把式 (14) 中的 s 换成 d, 即得到关于 $Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu})$ 表达式. 如果取 $\alpha = 1/129$, $\sin^2 \theta_w = 0.23$, $|V_{ub}/V_{cb}| = 0.95$, $z = 0.29$, $Br(B \rightarrow X_c e \bar{\nu}) = 10.4\%$, 那么在标准模型下有

$$Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) = 3.52 \cdot 10^{-5}, \quad Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}) = 2.03 \cdot 10^{-6} \quad (17)$$

TC 模型所预言的色单态的 P^\pm 和色八重态的 P_8^\pm 可以对 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 衰变过程给出一个较大的贡献. 如果只考虑 P^\pm 的新贡献, 并取 $250\text{GeV} \geq m_{P_1} \geq 50\text{GeV}$, $600\text{GeV} \geq m_{P_2} \geq 100\text{GeV}$, 相应的分枝比为,

$$3.79 \cdot 10^{-5} \leq Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) \leq 4.45 \cdot 10^{-5}, \quad (18)$$

$$2.18 \cdot 10^{-6} \leq Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}) \leq 2.56 \cdot 10^{-6}, \quad (19)$$

如果只考虑 P_8^\pm 的新贡献, 相应的分枝比为,

$$3.28 \cdot 10^{-5} \leq Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) \leq 10.69 \cdot 10^{-5}, \quad (20)$$

$$1.89 \cdot 10^{-6} \leq Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}) \leq 6.19 \cdot 10^{-6}. \quad (21)$$

如果同时考虑 P^\pm 和 P_8^\pm 的新贡献, 相应的分枝比为,

$$4.18 \cdot 10^{-5} \leq Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) \leq 12.27 \cdot 10^{-5}, \quad (22)$$

$$2.49 \cdot 10^{-6} \leq Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}) \leq 7.06 \cdot 10^{-6}. \quad (23)$$

当取 $m_{P_1} = 50\text{GeV}$, $m_{P_2} = 100\text{GeV}$ 时, 分枝比 $Br(B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu})$ 增加为原来的 3.5 倍.

对 $B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}$ 衰变, 现有的实验数据为^[12]

$$Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}) < 7.7 \cdot 10^{-4}. \quad (24)$$

该实验值比标准模型理论预言值高大约 20 倍, 比包含了新贡献以后的理论预言值也高大约 7 倍. 但下一轮的实验观测将达到理论预言区域, 进而对新物理影响做出检验. 对 $B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}$ 衰变, 目前还没有实验观测数据.

图 3(a)、(b) 表示分枝比 $Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu})$ 的 m_{P_i} 质量依赖关系. 在图 3(a)、(b) 中, 短划线表示标准模型理论预言值, 点划线表示只考虑色单态 PG 玻色子 P^\pm 贡献时的理论预言值, 长划线表示只考虑色八重态 PG 玻色子 P_8^\pm 贡献时的理论预言值, 实线表示同时考虑 P^\pm 和 P_8^\pm 贡献时的理论预言值. 当取 $m_{P_1} = 50\text{GeV}$ 和 $m_{P_2} = 100\text{GeV}$ 时, 分枝比 $Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu})$ 增加为原来的 3.5 倍.

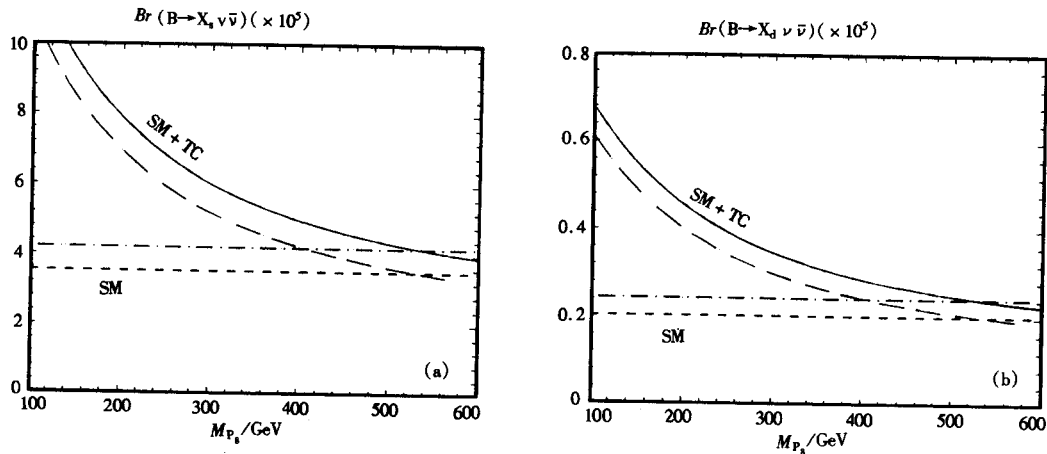


图 3 B 介子稀有衰变分枝比 $Br(B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu})$ 和 $Br(B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu})$ 的 m_{P_i} 依赖关系

4 B 介子稀有衰变过程 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$

$B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ 衰变过程也是一个非常干净的稀有衰变. 在标准模型下, 在 NLO 水平的分枝比表达式为:

$$Br(B_s \rightarrow l^+ l^-) = \tau(B_s) \frac{G_F^2}{\pi} \left(\frac{\alpha}{4\pi \sin^2 \theta_w} \right)^2 F_{B_s}^2 m_l^2 m_{B_s} \sqrt{1 - 4 \frac{m_l^2}{m_{B_s}^2}} |V_{cb}^* V_{cs}|^2 Y(x_l)^2, \quad (25)$$

把上式中的 s 换成 d 即得到 $Br(B_d \rightarrow l^+ l^-)$ 的表达式.

如前所述, 新粒子的贡献可以归结为对函数 $Y(x_l)$ 的贡献^[2,11]. 在考虑了新粒子的贡献以后, 相应的分枝比可以有较大的增强. 详细数值结果如表 1 所示. 在数值计算中已取 $250 \text{ GeV} \geq m_{P_1} \geq 50 \text{ GeV}$, $600 \text{ GeV} \geq m_{P_2} \geq 100 \text{ GeV}$. 当取 $m_{P_1} = 50 \text{ GeV}$, $m_{P_2} = 100 \text{ GeV}$ 时, 相应分枝比可以增加为原来的 5 倍.

对 B 介子稀有衰变过程 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$, 目前的实验数据为^[13]:

$$Br(B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-) \leq 1.8 \times 10^{-6}, \quad Br(B_d \rightarrow \mu^+ \mu^-) \leq 6.1 \times 10^{-7} \quad (26)$$

显然, 目前的实验数据比理论预言值高大约 3 个量级. 对 B 介子稀有衰变过程 $B_d \rightarrow \mu^+ \mu^-$ 和 $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$, 在 RUN-II 阶段 CDF 实验组将能够达到 $1 \cdot 10^{-8}$ 的精度, 接近检验新物理所需精度. 由表 1 可以看出, 对 B 介子稀有衰变过程 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$, 色八重态 P_8^\pm 的贡献起主要作用.

表 1 稀有衰变 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ ($l = e, \mu, \tau$) 的分枝比

分枝比	SM	plus P^\pm	plus P_8^\pm	Total
$Br(B_s \rightarrow e^+ e^-) \cdot 10^{13}$	0.73	1.02—0.81	3.16—0.66	3.73—0.94
$Br(B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-) \cdot 10^9$	3.13	4.36—3.47	13.49—2.82	15.94—3.99
$Br(B_s \rightarrow \tau^+ \tau^-) \cdot 10^6$	0.67	0.93—0.74	2.87—0.69	3.39—0.85
$Br(B_d \rightarrow e^+ e^-) \cdot 10^{14}$	0.45	0.63—0.50	1.95—0.41	2.31—0.58
$Br(B_d \rightarrow \mu^+ \mu^-) \cdot 10^{10}$	1.94	2.70—2.15	8.35—1.75	9.87—2.47
$Br(B_d \rightarrow \tau^+ \tau^-) \cdot 10^7$	0.41	0.57—0.46	1.77—0.37	2.10—0.53

5 结论与讨论

在标准模型框架下, $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ 是非常干净的 B 介子稀有衰变过程. Charm 夸克的贡献很小, 可以忽略. 由 μ_l 和 μ_e 的不确定性带来的影响也可以忽略. 因此本文所研究的 B 介子稀有衰变道是检测新物理影响的极好衰变道.

文中, 我们在人工色理论框架下计算了荷电 PG 玻色子 P^\pm 和 P_8^\pm 对 B 介子稀有衰变过程 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 和 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ 分枝比的贡献. 首先对相关的单圈 Feynman 图进行解析计算, 抽出表示新粒子贡献的函数 $C_0^{\text{New}}(y_i)$ 和 $C_0^{\text{New}}(z_j)$, 进而计算对相应分枝比的贡献.

新粒子贡献的大小依赖于新粒子的质量. 对所考虑的 B 介子稀有衰变道, 色八重态

的 PG 玻色子 P_8^+ 起主要作用. 对 $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ 稀有衰变过程, 当取 $m_{P_1} = 50\text{GeV}$, $m_{P_8} = 100\text{GeV}$ 时, 相应分枝比增加为原来的 3.5 倍. 对 $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ 稀有衰变过程, 当取 $m_{P_1} = 50\text{GeV}$, $m_{P_8} = 100\text{GeV}$ 时, 相应分枝比增加为原来的 5 倍.

对 $B \rightarrow X_s \nu \bar{\nu}$ 衰变过程, 现有的实验数据比标准模型理论预言值高大约 20 倍, 比包含了新贡献以后的理论预言值高大约 7 倍. 但下一轮的实验观测将达到理论预言区域, 进而对新物理影响做出检验. 对 $B \rightarrow X_d \nu \bar{\nu}$ 衰变, 目前还没有实验观测数据. 对 $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ 和 $B_d \rightarrow \mu^+ \mu^-$ 衰变过程, 目前的实验数据比理论预言值高大约 3 个量级, 但在 RUN-II 阶段 CDF 实验组的分枝比实验测量将达到 $1 \cdot 10^{-8}$, 达到检验新物理所需精度.

作者肖振军感谢 R.G. Roberts 教授和英国卢瑟福国家实验室理论部所提供的帮助, 本文的部分工作是该作者在卢瑟福实验室访问期间完成的.

参 考 文 献

- 1 Buras A J, Fleischer R. In: Buras A J, Lindner M ed. hep-ph/9704376, to Appear in Heavy Flavours II, World Scientific, 1997
- 2 Buchalla G, Buras A J, Lautenbacher M E. Rev. Mod. Phys., 1996, **68**:1125
- 3 Farhi E, Susskind L. Phys. Rev. 1979, **D20**:3404
- 4 Eichten E, Hinchliffe I, Lane K et al. Rev. Mod. Phys., 1984, **56**:579; Phys. Rev. 1986, **D34**:1547
- 5 Buchalla G, Buras A J, Harlander M K. Nucl. Phys. 1991, **B349**:1
- 6 Burdman G. hep-ph/9802232;
Lu Gongru, Cao Yigang, Xiong Zhaohua, et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys. (in Chinese), 1997, **21**:1005;
(鲁公儒, 曹义刚, 熊兆华等. 高能物理与核物理, 1997, **21**:1005);
Lu Gongru, Xiong Zhaohua, Cao Yigang, et al. High Energy Phys. and Nucl. Phys. (in Chinese), 1997, **21**:897;
(鲁公儒, 熊兆华, 曹义刚等. 高能物理与核物理, 1997, **21**:897);
Lü Caidian, Xiao Zhenjun. Phys. Rev. 1996, **D53**:2529;
Lu Gongru, Xiong Zhaohua, Cao Yigang. Nucl. Phys. 1997, **B487**:43; Misiak M, Pokorski S, Rosiek J. Hep-ph/9703442
- 7 Glashow S, Weinberg S. Phys. Rev., 1977, **D15**:1958
- 8 Ellis J, Gaillard M K, Nanopoulos D V et al. Nucl. Phys., 1981, **B182**:505
- 9 Inami T, Lim C S. Prog. Theor. Phys., 1981, **65**:297
- 10 Cho P, Greistein B. Nucl. Phys., 1991, **B365**:279
- 11 Xiao Zhenjun, Lü Linxia, Guo Hongkai et al., Eur. Phys. J., 1999, **C7**:487
- 12 ALEPH Collaboration. Contribution (PA10-019) to the 28th IHEP, July 1996, Warsaw, Poland
- 13 Carol Anway-Wiese (CDF Collab.). FERMILAB-CONF-95-201-E, 1995; Speer T et al (CDF Collab.). FERMILAB-CONF-96-320-E, 1996

Rare B-Decays and Z^0 -Penguin Contributions From the Charged Pseudo-Goldstone Bosons *

Xiao Zhenjun Zhang Jinyu Lü Linxia Lu Gongru

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

Abstract In this paper, the one-loop contributions to the rare B-decays $B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu}$ and $B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-$ ($l = e, \mu, \tau$) from the charged pseudo-Goldstone bosons P^\pm and P_8^\pm are calculated. Within the parameter space, we find that: (a) the P^\pm and P_8^\pm can provide rather large enhancements to the branching ratios of the rare B-decays in question, the maximum increase is about a factor of 3 to $Br(B \rightarrow X_{s,d} \nu \bar{\nu})$, and a factor of 5 to $Br(B_{s,d} \rightarrow l^+ l^-)$; (b) the color-octet pseudo-Goldstone boson P_8^\pm dominates the contributions to all rare B-decays under consideration; (c) no limit on the masses of charged pseudo-Goldstone bosons can be achieved from the current experimental data, but the forthcoming data may reach the sensitivity to find the signals of new physics beyond the Standard Model.

Key words Rare B-decays, charged Pseudo-Goldstone boson, branching ratio

Received 4 May 1998

* Supported by the National Natural Science Foundation of China (19575015)