

## 用反应 $\bar{N}N \rightarrow \bar{B}B$ 检验么正对称和 $G_2$ 对称\*

夏 上 达

(四川师范学院物理系)

么正对称和  $G_2$  对称在解释近年来发现的大量新共振粒子方面获得了相当大的成功。因而,多方面地检验这些对称、并对它们的各种模型进行选择就成了当前十分热衷和迫切的问题。本文指出了它们对十个  $\bar{p}p \rightarrow \bar{B}B$  反应<sup>1)</sup>和六个  $\bar{p}n \rightarrow \bar{B}B$  反应(近年来才开始能实现)所预言的新关系,并通过和实验的比较,提出了一个检验八重模型的途径,揭示出了其他模型在这里所面临的困难。

(一)对于么正对称的坂田模型:唯一的新关系就是熟知的

$$\langle \bar{n}n | \bar{p}p \rangle = \langle \bar{\Lambda}\Lambda | \bar{p}p \rangle. \quad (1)$$

对于么正对称的八重模型,(八重+ $R$ )对称及  $G_2$  对称,因为介子族  $M$  和反重子族  $\bar{B}$  在羣表示方面是同构的,所以作代换  $M \rightarrow \bar{B}$  后,即可把文献[1]在讨论  $MB \rightarrow MB$  时所用的方法应用于  $\bar{B}B \rightarrow \bar{B}B$ 。但有一点不同:对于八重模型,如文献[1]所述,在  $MB \rightarrow MB$  一般振幅展式的九个  $a_i$  中,因存在一个不独立的关系,且时间反演不变,使  $a_8 = a_9$ , 故仅  $a_i$  中的七个是独立的。但我们发现:在  $\bar{B}B \rightarrow \bar{B}B$  中还有  $a_5 = a_6$ , 故仅有六个独立的  $a_i$ 。这是因为任何一个  $\bar{B}B \rightarrow \bar{B}B$  反应在“正反共轭变换  $C$ ”之下仍变为一个  $\bar{B}B \rightarrow \bar{B}B$  反应,故其九项迹之和仍变到自身。而进一步细察其中各项则知:除第五项和第六项是互换外,其余各项迹均变到其自身。所以,“ $C$  不变”使  $a_5 = a_6$ (对  $MB \rightarrow MB$  则不然:因为在  $C$  变换下,描述  $MB \rightarrow MB$  的九项迹变为描述  $M\bar{B} \rightarrow M\bar{B}$  的新表式。故“ $C$  不变”不能给出原表式内各项迹的系数之间的关系)。

作上述代换,考虑到这点不同,并进行一些补充计算后即得下述结果:

对于八重模型:在十六个  $\bar{N}\bar{N} \rightarrow B\bar{B}$  反应间有十个独立关系,其中有八个是在“同位旋守恒”和“ $C$  不变”下即有了的<sup>[2]</sup>,余下的两个新关系是

$$\langle \bar{E}^0 E^0 | \bar{p}p \rangle = \langle \bar{\Sigma}^- \Sigma^- | \bar{p}p \rangle, \quad (2)$$

$$\langle \bar{n}n | \bar{p}p \rangle + \langle \bar{E}^0 E^0 | \bar{p}p \rangle + \sqrt{3} \langle \bar{\Sigma}^0 \Lambda | \bar{p}p \rangle = \frac{1}{2} \langle \bar{\Sigma}^0 \Sigma^0 | \bar{p}p \rangle + \frac{3}{2} \langle \bar{\Lambda}\Lambda | \bar{p}p \rangle. \quad (3)$$

对于(八重+ $R$ )对称:新关系除(2),(3)外,还有

$$\langle \bar{\Lambda}\Lambda | \bar{p}p \rangle - \langle \bar{\Sigma}^0 \Sigma^0 | \bar{p}p \rangle - \frac{2\sqrt{3}}{3} \langle \bar{\Sigma}^0 \Lambda | \bar{p}p \rangle = 0, \quad (4)$$

$$\langle \bar{\Sigma}^+ \Sigma^+ | \bar{p}p \rangle = \langle \bar{n}n | \bar{p}p \rangle. \quad (5)$$

对于  $G_2$  对称:除不涉及  $\Lambda$  的五个同位旋关系外,还有两个新关系(2)和(5)。

(二)为了比较,我们列出下列初步实验资料:

\* 1963 年 11 月 15 日收到; 1964 年 6 月 20 日收到修改稿。  
1) 本文用  $B, \bar{B}, M$  代表重子,反重子,(标)介子。

在  $\bar{p}$  动能为 0.5 和 1.0 Bev<sup>[3]</sup> 或动量为 1.61 Bev/c<sup>[4]</sup> 时,  $\sigma(\bar{p}p \rightarrow \bar{n}n) \approx 6\text{mb}$ .

在  $\bar{p}$  动量为 1.61 和 1.99<sup>[5]</sup>, 3.25<sup>[6]</sup>, 3.0, 3.6, 4.0 Bev/c<sup>[7]</sup> 时,  $\sigma(\bar{p}p \rightarrow \bar{\Lambda}\Lambda) = 55 \sim 95\mu\text{b}$ .

其他, 文献[5—7]都观察到  $\bar{\Sigma}^0\Lambda$  或  $\Sigma^0\bar{\Lambda}$ ,  $\Sigma^+\bar{\Sigma}^+$ ,  $\bar{\Sigma}^-\bar{\Sigma}^-$  产生的事件. 并且文献[7]还估计出:

$$\text{在 } \bar{p} \text{ 动量为 } 3.0 \text{ Bev/c 时, } \begin{cases} \sigma(\bar{\Lambda}\Sigma^0 + \bar{\Sigma}^0\Lambda) = 91 \pm 25\mu\text{b}, & \sigma(\bar{\Sigma}^+\Sigma^+) = 38 \pm 7\mu\text{b}, \\ \sigma(\bar{\Sigma}^-\bar{\Sigma}^-) = 4 \pm 2.5\mu\text{b}, & \sigma(\bar{\Sigma}^-\Sigma^-) = 8 \pm 3\mu\text{b}. \end{cases}$$

由此可见,  $\sigma(\bar{N}N \rightarrow \bar{N}N)$  的数量级为 mb, 而  $\sigma(\bar{N}N \rightarrow \bar{Y}Y)$  为  $\mu\text{b}$ . 尤其是文献[4]和文献[5], 在同一装置、同一动量 1.61 Bev/c 时测得  $\sigma(\bar{n}n)$  为 6.8 mb, 而  $\sigma(\bar{\Lambda}\Lambda)$  为 57  $\mu\text{b}$ . 所以, (1) 和 (5) 看来是很难满足的.

这样, 我们最少可得到以下两点结论:

1) 尽管前述模型都有过成功之处, 特别是最近<sup>[8]</sup>还强调了  $G_2$  对称有希望, 但在我们这里, 坂田模型, (八重+R) 对称,  $G_2$  对称均遇到了很大的困难. 唯八重模型比较有希望, 这和一般的观点是一致的. 当然, 只有在更高的、足以忽视多重态内质量分裂的能量下, 并在更充分的实验资料下, 才能对此作十分肯定的判断.

2) 对于八重模型, 我们得到(2)和(3). 由于(3)导致截面的五角形不等式, 易于被满足, 限制较弱, 故不能作为有力的判据. 对于(2), 则目前尚看不出显著的困难. 当然, 检验它, 尤其是观测  $\bar{p}p \rightarrow \bar{\Sigma}^0\Sigma^0$  比较困难, 但原则上还是可能的<sup>[9]</sup>. 而且, 假若将(2)代入已有的同位旋关系中, 则有

$$\langle \bar{\Sigma}^-\bar{\Sigma}^0 | n\bar{p} \rangle - \langle \bar{\Sigma}^-\bar{\Sigma}^- | \bar{p}p \rangle + \langle \Sigma^-\bar{\Sigma}^- | \bar{p}p \rangle = 0. \quad (2')$$

因为  $\bar{p}p \rightarrow \bar{\Sigma}^-\bar{\Sigma}^-$  和  $\bar{p}p \rightarrow \bar{\Sigma}^-\Sigma^-$  都已观测到, 并已估计出了截面值<sup>[7]</sup>, 而  $\bar{p}n \rightarrow \Sigma^-\bar{\Sigma}^0$  亦可通过  $\bar{p}$  在氘上的湮没作测量(和最近观测到的  $\bar{p}p \rightarrow \bar{\Sigma}^0\Sigma^-\pi^+$ <sup>[9]</sup> 的观测相类似), 所以它可用作对八重模型的检验.

作者对于四川大学王珮同志的热情帮助深表谢忱.

**校后注** 本文寄出后, 见到 A. E. Evevett<sup>[10]</sup> 亦在八重模型下讨论到了这组反应, 但结论是这组反应不能提供有用的判据. 这和我们的讨论有两点差别:

1) 文献[10]未得到(2)式, 原因是没利用“时间反演不变性”: 因为对于  $A\bar{B}$  视为“重子-反重子对”的情形,  $N\bar{N} \rightarrow A\bar{B}$  的初末态均是么正群的“重子-反重子对”这种表示, 以致振幅  $A_{B_a \rightarrow B_s}$  即为  $A_{B_s \rightarrow B_a}$  的时间反演, 所以它们相等(对于该文中视  $A\bar{B}$  为“介子对”等情形则不然). 这样, 我们就比文献[10]所考虑的多出一条件而有(2)和(2').

2) 文献[10]得到的唯一结果

$$\langle n\bar{n} | p\bar{p} \rangle + \langle \bar{\Sigma}^0\bar{\Sigma}^0 | \bar{p}p \rangle + \sqrt{3} \langle \bar{\Sigma}^0\Lambda | p\bar{p} \rangle = \frac{3}{2} \langle \bar{\Sigma}^0\Sigma^0 | p\bar{p} \rangle + \frac{1}{2} \langle \Lambda\bar{\Lambda} | p\bar{p} \rangle$$

有疏误. 原因是误将  $\frac{1}{2}(\sqrt{3}\Sigma^0 - \Lambda)$  视为  $\begin{cases} U = 1 \\ U_z = 0 \end{cases}$  的态, 而后者应是  $\frac{1}{2}(\Sigma^0 + \sqrt{3}\Lambda)$ <sup>[11]</sup>.

改正后, 则用文献[10]法可得

$$\langle n\bar{n} | p\bar{p} \rangle + \langle \bar{\Sigma}^0\bar{\Sigma}^0 | \bar{p}p \rangle + \sqrt{3} \langle \bar{\Sigma}^0\Lambda | p\bar{p} \rangle = -\frac{1}{2} \langle \bar{\Sigma}^0\Sigma^0 | p\bar{p} \rangle - \frac{3}{2} \langle \Lambda\bar{\Lambda} | p\bar{p} \rangle,$$

这和我們的(3)相比,除去不重要的正負号外,二者是一致的。

以后,作者又注意到一篇文献<sup>[12]</sup>,該文也用与本文类同的方法討論了八重模型下的十个  $\bar{p}p \rightarrow \bar{B}B$  反应而得到了相同的(2)和(3)。他們并指出了实验和这理論預言間的一些出入,不过,这尙不十分肯定。

### 参 考 文 献

- [1] Friend, P. G. O., et al., *Nuo. Cim.*, **25** (1962), 307.
- [2] Rafeal, E. D. E., *Nuo. Cim.*, **25** (1962), 320.
- [3] Tommy elioff., et al., *Phys. Rev.*, **128** (1962), 869.
- [4] Keith, C., Button, J., et al., *Phys. Rev.*, **127** (1962), 617.
- [5] Button, J., et al., *Phys. Rev.*, **121** (1961), 1788.
- [6] Baltay, C., et al., Proc. Intern. Conf. High-Energy Phys. Cern. Geneva 1962, 233—236.
- [7] Armenteros, R., et al., Proc. Intern. Conf. High-Energy Phys. Cern. Geneva 1962, 236—239.
- [8] Behrends, R. E., et al., *Phys. Rev. Lett.*, **11** (1963), 296.
- [9] Baltay, C., et al., *Phys. Rev. Lett.*, **11** (1963), 165.
- [10] Evevertt, A. E., *Phys. Rev.*, **132** (1963), 2278.
- [11] Meshkov, S., et al., *Phys. Rev. Lett.*, **10** (1963), 361.
- [12] Konuma, M., et al., *Phys. Rev. Lett.*, **12** (1964), 425.