

$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\psi$ 的分支比

罗思翰

2026 年 7 月 18 日

1 末态

过程：

$$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\psi \tag{1}$$

$$J/\psi \rightarrow e^+ e^- \quad \text{or} \quad J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^- \tag{2}$$

$$\pi^0 \rightarrow \gamma \gamma \tag{3}$$

末态：四个光子两个轻子

2 分支比计算公式

$$B(X \rightarrow f) = \frac{N^{sig}}{\epsilon \cdot N^X}$$

$$\mathcal{B}_{\pi\pi J/\psi} = \frac{N_{4\gamma}}{\epsilon_{\pi\pi J/\psi} \times N_{tot} \times \mathcal{B}_{\gamma\gamma}^2}, N_{\pi\pi J/\psi} = \frac{N_{4\gamma}}{\mathcal{B}_{\gamma\gamma}^2}$$

$$\mathcal{B}_l = \frac{\mathcal{B}_{\pi\pi J/\psi} \times \mathcal{B}_l}{\mathcal{B}_{\pi\pi J/\psi}} = \frac{\epsilon_{\pi\pi J/\psi} \times N_l}{\epsilon_l \times N_{\pi\pi J/\psi}} = \frac{\epsilon_{\pi\pi J/\psi} \times N_l \times \mathcal{B}_{\gamma\gamma}^2}{\epsilon_l \times N_{4\gamma}}$$

测量时得到的是 N_l 和 $N_{4\gamma}$ ，通过蒙卡得到效率， $\mathcal{B}_{\gamma\gamma}$ 已知，代入即可得到 $\mathcal{B}_{\pi\pi J/\psi}$

3 事例选择

来自碰撞点:

- $|V_z| < 10 \text{ cm}$
- $|V_r| < 1 \text{ cm}$
- $|\cos(\theta)| < 0.93$

筛选2个合格的 π^0 的光子:

- $E_\gamma > 50 \text{ MeV}$
- $N_\gamma \geq 4$
- 来自一个 π^0 的两个光子, 要求 $\Delta t < 10 \text{ ns}$
- $M(\gamma\gamma) \in [120, 150] \text{ MeV}$
- $|M(\gamma\gamma)_1 - m\pi^0| + |M(\gamma\gamma)_2 - m\pi^0|$ 最小
- $3.05 \text{ GeV} < M_{\pi^0\pi^0}^{rec.} < 3.15 \text{ GeV}$
- $M_{\pi^0\pi^0}^{rec.} = \sqrt{(p_{ecm} - p_{\pi_1^0} - p_{\pi_2^0})^2}, p_{\pi^0} = p_{\gamma_1} + p_{\gamma_2}$

筛选2个合格的轻子:

- $|p| < 2.0 \text{ GeV}/c$
- $n_{Good} \geq 2$
- $\cos(\theta_{l^+l^-}) < -0.95$
- $M(l^+l^-) \in [3.00, 3.20] \text{ GeV}$

区分电子和 μ 子:

- e: $[E/p]^+ > 0.8$ or $[E/p]^- > 0.8$ or $\sqrt{([E/p]^+ - 1)^2 + ([E/p]^- - 1)^2} < 0.4$
- μ : $[E/p]^+ < 0.26$ and $[E/p]^- < 0.26$