

关于物理分析我的理解并不太好，因此结合自己的理解，我将其与统计相结合。

1. $\Psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\Psi$

• BESIII 上能探测到的末态粒子

- 中性：光子 (γ)、正反中子 (n and $\bar{n}$)
- 带电粒子：正反电子 ($e^\pm$)、正反缪子 ($\mu^\pm$)、正负 π 介子 ($\pi^\pm$)，正负 K 介子 ($K^\pm$)、正反质子 (p and $\bar{p}$)

其中 $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$

于是 $\Psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\Psi \rightarrow 4\gamma + J/\Psi$ 的衰变产物

(1) 半单举

末态为 $4\gamma + X$

(2) 遍举

末态为 $4\gamma + l^+ l^-$

两个 π^0 产生四个光子，再加上一对电子或 μ 子。

2.

分支比测量的通用公式

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

减去本底 $N_{sig} = N_{obs} - N_{bkg}$

原式： $B(\Psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\Psi) = \frac{N_{obs} - N_{bkg}}{\epsilon \cdot N_{\Psi(2S)}}$

3.

(1) 光子选择

$\pi^0 \rightarrow 2\gamma$

信号事例中至少有四个光子，要求 $N_\gamma \geq 4$

光子候选 $|\cos \theta_\gamma| < 0.80$, $E_\gamma > 25 \text{ MeV}$

或在端盖区域满足 $0.86 < |\cos \theta_\gamma| < 0.92$, $E_\gamma > 50 \text{ MeV}$

(2) 光子配对

$$M_{\gamma\gamma} = \sqrt{(P_{\gamma 1} + P_{\gamma 2})^2}$$

$0.120 < M_{\gamma\gamma} < 0.145 \text{ GeV}/c^2$

选择两个互不共享光子的光子对，分别作为两个 π^0 候选

对每个光子对进行 $M_{\gamma\gamma} = m_{\pi^0}$ 的质量约束拟合，以提高测量精度。

(3) 处理多个组合

若同一事例存在多个合格的光子配对，可选择质量约束拟合质量最好的组合；也可保留多个候选组合，并在后续本底分析中处理错误组合。

(4) 计算反冲质量

对每个合格的 π^0 组合计算反冲质量：

$$M_{rec}(\pi^0 \pi^0) = \sqrt{(P_{ecm} - P_{\pi_1^0} - P_{\pi_2^0})^2}$$

对于信号事例，反冲部分为 $J/\Psi, M_{rec}(\pi^0 \pi^0)$ 在 J/Ψ 质量附近形成峰。