

中期考核报告： $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的研究 及BESIII上XYZ数据的积分亮度测量

报告人：杨翊凡
导师：苑长征

中科院高能物理研究所

2018年11月27日

目录

- ▶ $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的研究
- ▶ BESIII上XYZ数据的积分亮度测量
- ▶ 总结

$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的研究

选题意义

- ▶ 利用2009年的 $\psi(2S)$ 数据，BESIII首次观测到了M1电磁跃迁过程 $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 。
- ▶ $\eta_c(2S)$ 与 $\psi(2S)$ 质量相近，辐射光子的能量很低，因而为相关实验提供了挑战。受限于此，现有的相关测量结果精度不高。
- ▶ 本工作的目标是结合2012年的 $\psi(2S)$ 数据，实现对这一过程的更精确测量，并研究 $\eta_c(2S)$ 的性质。

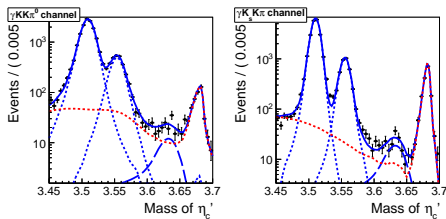
研究方法

- ▶ 对 $\eta_c(2S)$ 衰变到 $K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ 和 $K^+ K^- \pi^0$ 两种强子末态的事例进行筛选。
- ▶ 对两者的质量谱进行联合拟合，测量 $\eta_c(2S)$ 谱形参数。

$\psi(2S) \rightarrow \gamma \eta_c(2S)$ 的研究

研究进展

- ▶ 挑选出了 $\gamma K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ 和 $\gamma K^+ K^- \pi^0$ 事例。
- ▶ 排除和压低了本底，并研究了剩余本底的谱形。
- ▶ 固定了 $\eta_c(2S)$ 的宽度，通过拟合测量了 $\eta_c(2S)$ 的质量和观测事例数。
- ▶ 研究了系统误差。
- ▶ 在今年的BESIII冬季年会上进行报告。



Fitting Result	09 data	12 data
$n(\text{Events})$ in $\gamma K^+ K^- \pi^0$	40 ± 8	172 ± 18
$n(\text{Events})$ in $\gamma K_s^0 K^\pm \pi^\mp$	76 ± 10	160 ± 20
Fitted Mass(MeV)	3634.1 ± 2.2	3638.5 ± 1.5

$\psi(2S) \rightarrow \gamma \eta_c(2S)$ 的研究

面临的问题

- ▶ 拟合的系统误差较大，12年数据的结果并不优于09年数据的结果。
- ▶ 主要的误差项是damping function的形式。其形式的选取缺乏有力依据，难以优化。

Table: The Systematic Uncertainty of Fitting

09 Data	Fitted Mass(MeV)	$\gamma K^+ K^- \pi^0$ Events(%)	$\gamma K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ Events(%)
$\eta_c(2S)$ width	0.9	11.9	10.5
Fitting range	0.0	3.8	1.2
Damping function	2.0	20.5	20.5
Background line shape	0.2	2.0	7.0
Combined	2.2	23.8	23.9

12 Data	Fitted Mass(MeV)	$\gamma K^+ K^- \pi^0$ Events(%)	$\gamma K_s^0 K^\pm \pi^\mp$ Events(%)
$\eta_c(2S)$ width	1.3	14.5	15.0
Fitting range	0.1	5.7	4.9
Damping function	2.0	23.8	27.5
Background line shape	0.3	1.5	8.0
Combined	2.4	28.5	32.7

$\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的研究

下一步计划

- ▶ 利用关联两个道的信号事例数等方法，改善拟合效果；尝试拟合质量宽度。
- ▶ 研究事例筛选效率的误差。
- ▶ 希望在春节前进入Memo阶段。

BESIII上XYZ数据的积分亮度测量

研究意义

- ▶ 通过研究Bhabha散射过程，高精度测量了BESIII上2016-2017年度所取的XYZ数据的积分亮度。
- ▶ 研究了一个BESIII量能器的故障问题对亮度测量结果的影响，修正了2011-2014年度的XYZ数据的积分亮度。

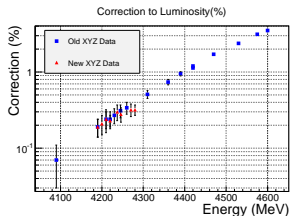
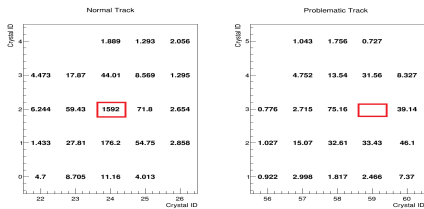
Energy Point(MeV)	Run Number	Result(pb^{-1})
4190	47543-48170	$524.6 \pm 0.1 \pm 2.2$
4200	48172-48713	$526.0 \pm 0.1 \pm 2.1$
4210	48714-49239	$518.0 \pm 0.1 \pm 1.8$
4220	49270-49787	$514.6 \pm 0.1 \pm 1.8$
4237	49788-50254	$530.3 \pm 0.1 \pm 2.7$
4246	50255-50793	$538.1 \pm 0.1 \pm 2.6$
4270	50796-51302	$531.1 \pm 0.1 \pm 3.1$
4280	51305-51498	$175.7 \pm 0.1 \pm 1.0$

Energy Point(MeV)	Run Number	Result BOSS v7.0.3(pb^{-1})	Result BOSS v6.6.x(pb^{-1})
4009	23463-24141	$482.0 \pm 0.1 \pm 4.7$	-
4190	30372-30437	$43.33 \pm 0.03 \pm 0.29$	-
4230 ₁	30438-30491	$44.54 \pm 0.03 \pm 0.29$	-
4310	30492-30557	$45.08 \pm 0.03 \pm 0.30$	-
4360	30616-31279	$543.9 \pm 0.1 \pm 3.6$	-
4390	31281-31325	$55.57 \pm 0.03 \pm 0.37$	-
4420 ₁	31327-31390	$46.80 \pm 0.03 \pm 0.31$	$45.37 \pm 0.03 \pm 0.30$
4260 _{1,2}	29677-30367, 31561-31981	$828.4 \pm 0.1 \pm 5.5$	-
4210	31983-32045	$54.95 \pm 0.03 \pm 0.36$	-
4220	32046-32140	$54.60 \pm 0.03 \pm 0.36$	-
4245	32141-32226	$55.88 \pm 0.03 \pm 0.37$	-
4230 ₂	32239-33484	$1056.4 \pm 0.1 \pm 7.0$	$1053.9 \pm 0.1 \pm 7.0$
3810	33490-33556	$50.54 \pm 0.03 \pm 0.49$	-
3900	33572-33657	$52.61 \pm 0.03 \pm 0.51$	-
4090	33659-33719	$52.86 \pm 0.03 \pm 0.35$	-
4420 ₂	36773-38140	$1043.9 \pm 0.1 \pm 6.9$	$1041.3 \pm 0.1 \pm 6.9$
4470	36245-36393	$111.09 \pm 0.04 \pm 0.73$	-
4530	36398-36588	$112.12 \pm 0.04 \pm 0.74$	-
4575	36603-36699	$48.93 \pm 0.03 \pm 0.32$	-
4600	35227-36213	$586.9 \pm 0.1 \pm 3.9$	$585.4 \pm 0.1 \pm 3.9$

BESIII上XYZ数据的积分亮度测量

EMC读数故障问题

- ▶ 在4.0 GeV以上的Bhabha事例中，部分高能量径迹会丢失EMC读数，使亮度被低估。
- ▶ 通过检查MDC与EMC的不匹配信息，找回了这部分事例，修正了亮度。
- ▶ 该现象对亮度的影响幅度随能量变化，在4.6 GeV处可达3.6%。



BESIII上XYZ数据的积分亮度测量

研究进展

- ▶ 高精度测量了亮度，误差在0.7%左右。
- ▶ 目前处于RC阶段，已经回答了Referee的问题。
- ▶ 因为要与束流能量测量的分析进行合并，所以需要等待该分析的审核。

下一步计划

- ▶ 继续推进这一项工作。

总结

- ▶ 在研究生阶段主要进行了 $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的研究和BESIII上XYZ数据的积分亮度测量两项工作。
- ▶ $\psi(2S) \rightarrow \gamma\eta_c(2S)$ 的分析的拟合还需要进行一些改进，准备尽快进入Memo阶段。
- ▶ XYZ数据的积分亮度测量的Memo正处于Referee审核阶段，基本回答完了问题，但是需要等待能量测量的分析。
- ▶ 预计答辩时间2019年5月。