

STCF MC production for physics simulation

报告人：兰强

2025年超级陶粲装置研讨会，湘潭， July 4, 2025

目录

- OSCAR产生子
- OSCAR版本
- 全模拟MC样本产生计划
- 全模拟MC样本产生详情与进展
 - Ditu MC样本
 - Photon-photon MC样本
 - Hadronic MC样本
- 总结与展望

OSCAR产生子

目前产生子绝大部分移植自BESIII

Babayaga

QED: $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ 或 $\mu^+\mu^-$ 或 $\gamma\gamma$ 或 $\pi^+\pi^-$

DIAG36

最终态含4个轻子的Photon-photon散射事例

KKMC

$$e^+e^- \rightarrow f\bar{f} + n\gamma$$

$$f = \mu, \tau, \nu, u, d, s, c, b, \quad n = 0, 1, 2, \dots, \infty.$$

Phokhara

$e^+e^- \rightarrow$ 强子和缪子的NLO精度

StcfEvtGen

移植于BesEvtGen

BBRem

方竹君等人开发，用于研究亮度本底

OSCAR产生子接口

- 工作原理:
 - 通过计算, 获得反应顶点、粒子等信息, 封装到HepMC::GenEvent
 - 将HepMC::GenEvent存入OSCAR内存区域
 - Geant4读取GenEvent, 转换为G4Event, 进行探测器模拟
- OSCAR产生子以SNiPER算法(AlgBase)形式开发
 - 派生于AlgBase
 - initialize(): run初始化动作
 - execute(): 生成HepMC::GenEvent, 并传入OSCAR内存
 - finalize(): run结束前清理

OSCAR版本

OSCAR 2.6.2_pre1

- 模拟重建使用 ITKW+DTOF 作为目前探测器默认配置

OSCAR 2.6.2_pre2

- 完善BTOF重建算法，使用 ITKM+BTOF 作为目前探测器默认配置
- 更新ECAL重建算法以改进 π^0 重建性能
- 其它更新，包括统一随机数、GlobalWLPID、GlobalPID和HepEvtReader等

OSCAR 2.6.2

- 更新Tracker重建算法，优化长寿命粒子重建
- 更新ECAL重建算法，利用时间信息重建，优化光子/ π^0 重建
- 加入对撞点位置模拟
- 解决track fit偶然卡死的问题

OSCAR2.6.2相对于OSCAR2.6.2_pre2数据模型没有改变，数据可以兼容

全模拟MC样本产生计划

能量点和物理样本：按反应截面计算需要公共产生的样本量(截面单位nb)

Ecm	Physics goal	Bhabha	Dimu	Digam	Ditau	Two-photon	Hadronic
2.125	Two-photon, light meson	1602	20.0	78.8	-	>20	44.15
3.097	Hyperon, new physics	887	9.0	37.4	-	>20	~4500
3.770	$D, \pi\pi$	511	6.6	25.3	2.6	>30	24.4
4.03	D^*, D_s	448	5.8	22.1	3.3	>30	26.6
4.26	$Y(4260),$ τ physics	401	5.2	19.8	3.5	>30	15.3
4.682	Λ_c	332	4.3	16.5	3.4	>30	15.0
6.0	Doubly charmonium	203	2.6	10.0	2.4	>30	8.4
7.0	Fragmentation	150	1.9	7.4	1.9	>30	6.2

全模拟MC样本产生计划

根据STCF一年的亮度 1ab^{-1} 所估计事例数:

Ecm	Physics goal	Bhabha	Dimu	Digam	Ditau	Two-photon	Hadronic
2.125	Two-photon, light meson	1.6×10^{12}	2×10^{10}	7.9×10^{10}	-	$>2 \times 10^{10}$	4.4×10^{10}
3.097	Hyperon, new physics	8.9×10^{11}	9×10^9	3.7×10^{10}	-	$>2 \times 10^{10}$	4.5×10^{12}
3.770	$D, \pi\pi$	5.1×10^{11}	6.6×10^9	2.5×10^{10}	2.6×10^9	$>3 \times 10^{10}$	2.4×10^{10}
4.03	D^*, D_s	4.5×10^{11}	5.8×10^9	2.2×10^{10}	3.3×10^9	$>3 \times 10^{10}$	2.6×10^{10}
4.26	$Y(4260), \tau$ physics	4.0×10^{11}	5.2×10^9	1.9×10^{10}	3.5×10^9	$>3 \times 10^{10}$	1.5×10^{10}
4.682	Λ_c	3.3×10^{11}	4.3×10^9	1.6×10^{10}	3.4×10^9	$>3 \times 10^{10}$	1.5×10^{10}
6.0	Doubly charmonium	2.0×10^{11}	2.6×10^9	1.0×10^{10}	2.4×10^9	$>3 \times 10^{10}$	8.4×10^9
7.0	Fragmentation	1.5×10^{11}	1.9×10^9	7.4×10^9	1.9×10^9	$>3 \times 10^{10}$	6.2×10^9
Scaling factor		1×10^{-4}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	3×10^{-1}	$<1 \times 10^{-3}$	1×10^{-3} at J/ψ , 1×10^{-2} for others
大小合计		$\sim 8.4\text{T}$	$\sim 1.3\text{T}$	$\sim 4.0\text{T}$	$\sim 10\text{T}$	$\sim 4.0\text{T}$	109T

根据事例大小 20kb/evt 估计, 事例数估计:

全模拟Photon-photon MC样本产生

2.125GeV~7.0GeV Photon-photon inclusive MC:

OSCAR 2.6.2_pre2(ITKM+BTOF)

产生子: **DIAG36 & Gluga & Ekhara**

其中Ekhara产生子移植于/workfs2/bes/zhangbx/boss713/Generator/Ekhara/Ekhara-00-01-01

过程	产生子	Ecm	已产生模拟事例数	已产生重建事例数
$eeee/ee\mu\mu$	DIAG36	2.125~7.0 GeV	1.5×10^7	1.5×10^7
$ee\eta/ee\eta'$	Ekhara	2.125~7.0 GeV	1.5×10^7	1.5×10^7
$eeKK/ee\pi\pi$	Gluga	2.125~7.0 GeV	–	–

样本路径: /lzuufs/user/STCF/OSCAR_DATA/Two-photon/

负责人: 王杰

全模拟Ditau MC样本产生

产生子: MadGraph5 + Pythia8

τ 的产生	模拟			
	$e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$	τ 衰变	初态/末态辐射与强子化	数字化与重建
τ 的单举衰变样本	MadGraph5	Pythia8		Oscar基于 Pythia8 输出: 采用 “hepmc” 格式
τ 主要衰变 (如 $\pi\pi$, $\pi\rho$, $\rho\rho$, 等) 考虑自旋关联	MadGraph5	MadGraph5 (“taudecay_UFO”)	Pythia8	

- τ 的单举衰变样本与大多数分析相关，目前正在产生中：4.26 GeV 能量点已重建完成 7×10^7 事例
- 自旋关联样本与特定分析相关，例如量子电动力学（QE）、电偶极矩（EDM）分析，目前尚未开始

负责人： 刘明依，鲍晨涛

全模拟Hadronic BKG样本产生

6.0GeV&7.0GeV Hadronic BKG MC样本:
产生子: **MadGraph5 + Pythia8**

	模拟		
Hadronic BKG	$e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$	初态/末态辐射与强子化	数字化与重建
Inclusive hadronic 产生	MadGraph5	Pythia8	Oscar基于 Pythia8 输出: 采用 “hepmc” 格式

Ecm	Sim.root	Rec.root	Rec_info.root	已产生模拟事例数	已产生重建事例数
6.0GeV	199kb/事例	42kb/事例	54kb/事例	1.0×10^8	1.0×10^8
7.0GeV	230kb/事例	43kb/事例	80kb/事例	1.0×10^8	1.0×10^8

6.0GeV路径: /lzuufs/user/STCF/OSCAR_DATA/Hadronic/6.0

7.0GeV路径: /lzuufs/user/STCF/OSCAR_DATA/Hadronic/7.0

负责人: 刘明依, 董焯娟

全模拟Hadronic MC样本产生

2.125~4.682 GeV **Hadronic** inclusive MC:

OSCAR 2.6.2_pre2(**ITKM+BTOF**)

产生子: **Lundarlw** , 产生子移植于/workfs2/bes/tianjiyuan/workarea/703/Generator/BesEvtGen/BesEvtGen-00-03-90

Ecm	Sim.root	Rec.root	Rec_info.root	已产生模拟事例数	已产生重建事例数
4.26GeV	15kb/事例	6kb/事例	5kb/事例	1.5×10^8	1.5×10^8

样本路径: /lzufs/user/STCF/OSCAR_DATA/Hadronic/4.26/LUARLW

Λ_c inclusive MC:

产生子: **KKMC+EvtGen** 移植于BESIII下BOSS7.1.2

Ecm	Sim.root	Rec.root	Rec_info.root	已产生模拟事例数	已产生重建事例数
4.682GeV	252kb/事例	26kb/事例	29kb/事例	2.0×10^7	2.0×10^7

样本路径: /lzufs/user/STCF/OSCAR_DATA/Hadronic/4.682/Lambdac/

负责人: 兰强, 韩许

全模拟Hadronic MC样本产生

OSCAR 2.6.2_pre2(ITKM+BTOF)

J/ψ inclusive MC:

产生子: KKMC + EvtGen 移植于BESIII下BOSS7.1.2

Ecm	Sim.root	Rec.root	Rec_info.root	已产生模拟事例数	已产生重建事例数
3.097GeV	113kb/事例	9.5kb/事例	10.5kb/事例	1.2×10^9	1.2×10^9

样本路径: /lzuifs/user/STCF/OSCAR_DATA/Hadronic/3.097/JpsiIncMCGen/

负责人: 兰强, 韩许

总结与展望

总结:

- 根据不同能量点和物理样本的截面信息以及STCF一年的亮度估计了所需要事例数
- 按需求对相应产生子进行了测试，对部分物理样本完成了模拟，数字化，重建

展望:

- 对已经产生样本进行检查
- 继续进行剩余目标样本的测试与产生

谢谢！