



CEPC 探测器模拟 MOST 项目申 请：物理模拟、软件系统、探测器 优化

Gang Li, Yaquan Fang, Qiang Li & Manqi Ruan

2015.12.28

物理分析

- 内容：研究在不同的亮度和探测器设计下关键物理测量可达的精度。
 - Higgs 物理
 - Non-Higgs Physics: EW 物理及味物理的高精度测量、新物理、**350GeV 对撞下顶夸克测量**
- 2 年期目标
 - 在全模拟水平下完成 CEPC Higgs 物理分析。
 - 同现象学及理论组讨论，给出电弱、新物理的标志性可观测道。预估其在 CEPC 上可达到的精度，并对 1 – 2 个标志性测量进行全模拟分析。
- 5 年期目标
 - 结合 CEPC 探测器优化研究进展，在 CEPC 基准探测器几何下给出上述所有可观测量的预期测量精度。
 - 完成 CEPC 预期精度同其他实验结果 / 预期结果的比较和互补性分析。

Remark: **蓝色字体**标示 *conditional* 目标 2

软件系统

- 内容：开发、优化及维护 **CEPC** 所需的**核心**软件工具
 - 模拟 - 刻度 - 重建 - 分析链条（**SCRAC**， **Simulation-Calibration-Reconstruction-Analysis-Chain**）：涵盖产生子、**Geant4** 全模拟、径迹重建、粒子流算法、喷注重建及味道鉴别、快速模拟、分析框架、统计工具等内容。
 - 软件框架及计算工具。
- 2年期目标
 - 发展 **CEPC** 专属的 **SCRAC** 工具
 - 吃透目前基于 **ILCSOFT** 的 **SCRAC**
 - 针对探测器优化研究，完成相关软件工具的优化
 - 展开 **CEPC** 计算架构和软件框架的前瞻性研究、完成需求分析
- 5年期目标
 - 吸收其他实验中的成熟算法，提高 **SCRAC** 性能（特别是 **Jet Clustering**, **Flavor Tagging** 等方面）
 - 完成计算架构原型机研究
 - 基于目前的主流软件框架技术完成 **CEPC** 原型软件框架的开发和测试。

探测器设计和优化

- 内容：统筹考虑 **CEPC** 的物理目标、探测器硬件设计以及对撞环境，比较不同的子探测器设计和探测器整体参数，为 **CEPC** 提出整体优化的探测器设计方案。
- 2 年期目标
 - 选定标志性物理学道；研究不同探测器设计下下述测量预期精度
 - Higgs
 - $\sigma(\text{ZH})$
 - $\text{Br}(\text{H} \rightarrow \text{bb}, \text{cc}, \text{gg})$
 - $\text{Br}(\text{H} \rightarrow \text{di muon}, \text{di photon})$
 - $\text{Br}(\text{H} \rightarrow \text{di tau})$
 - $\text{Br}(\text{H} \rightarrow \text{WW/ZZ})$
 - *Non Higgs Physics*
 - *ISR/Isolated Photon*
 - *Afb(b)*

探测器设计和优化

- 2 年期目标
 - 探索、并回答下述关键问题，给出 **CEPC** 基准探测器几何（可能需要 3 年时间）
 - 线圈磁场选择
 - 量能器设计
 - 是否需要主动冷却
 - 优化读出单元的大小，层数
 - 评估不同 **Sensor** 技术选择
 - **Muon** 子系统评估：在不同量能器设计下对 **Muon** 子鉴别和喷注能量分辨的贡献
 - 径迹系统的尺寸及技术选择
 - 顶点探测器几何设计及其同喷注味道鉴别性能间的关系
 - 回答 **SPPC** 探测器设计中的概念问题

探测器设计和优化

- 5 年期目标
 - 深入、完善探测器全模拟工具
 - 针对具体子探测器设计：
 - 完成数字化算法的开发、调试，以及同束流测试实验的比较
 - 完成子探测器的定标及准直算法开发。
 - 完善 MDI 设计，根据加速器设计进行必要调整。
 - 完成整体探测器整合研究（ Integration ）
 - 考虑力学性质、热学性质、整体冷却系统、伺服系统、安装细节。

人力 - 资源需求

- 人力

- 需求： 12 名 FTE 、 9 名博士后、 30 名学生
 - 物理分析： 2 名 FTE 、 2 名博士后、 15 名学生
 - 软件系统
 - SCRAC： 5 名 FTE 、 3 名博士后、 5 名学生
 - 计算： 1 名 FTE 、 1 名博士后、 2 名学生
 - 框架： 2 名 FTE 、 2 名博士后、 4 名学生
 - 探测器优化设计： 2 名 FTE 、 1 名博士后、 4 名学生
- 费用： $270 + 75 + 112.5 = 457.5$ 万元
 - 9 名博士后：
 - $5000 \text{ (元 / 人月)} * 12 \text{ (月 / 年)} * 5 \text{ (年)} * 9 \text{ (人)} = 270 \text{ 万元}$
 - 30 名学生考虑到博士和硕士各一半，每年 10 个月津贴：
 - $1000 \text{ (元 / 人月)} * 10 \text{ (月 / 年)} * 5 \text{ (年)} * 15 \text{ (人)} = 75 \text{ 万元}$
 - $1500 \text{ (元 / 人月)} * 10 \text{ (月 / 年)} * 5 \text{ (年)} * 15 \text{ (人)} = 112.5 \text{ 万元}$

人力 - 资源需求

- 计算资源：605 万人民币（1P 存储（~50% 冗余）、1000 CPU）
- 会议费： $35 \times 5 + 60 = 235$ 万人民币
 - 每年三次物理软件研讨 - 培训会；其中国内会议二次、国际会议一次。
 - 国内会议预算每次 10 万元；国际会议每次 15 万，每年 35 万
 - 探测器优化、Integration 相关 workshop：15（万 / 次）* 4（次）= 60 万
- 差旅费：331.5 万
 - 12 名 FTE：每人每年一次国际会议（2 万 / 次），两次国内会议（4 千 / 次），共计： $12 \times 5 \times 2.8 = 168$ 万元
 - 9 名博士后：每人每两年一次国际会议（2 万 / 次）、每年一次国内会议（3 千 / 次），共计： $9 \times 5 \times 1.3 = 58.5$ 万元
 - 30 学生：共计 150 人年，平均每 5 人年参加一次国际会议（2 万 / 次）、每人年一次国内会议（3 千 / 次），共计：105 万元
- 总经费：**1629.0 万元**
 - 457.5 万人员费 + 235 万会议费 + 331.5 万元差旅费 + 605 万计算资源

研究队伍：Staff/FTE

单位	姓名	职称	LHC 申请	已参加 973	子课题 负责人	工作方向	工作量 m/y
401(CIAE)	胡守扬	副研				分析	6
	周静	副研				分析	6
北大	李强	副教授	Y		Y	优化, 分析	3
南开	徐音	高工				模拟 & Service	9
上海交大	杨海军	教授	Y		Y		1
	李亮	副教授	Y		Y		3
	郭军	副教授	Y				2
清华	周宁	助理教授	Y			分析	2
	陈新	助理教授				矩阵元分析	2
地质大学	李迪开	讲师				分析	7
	陈刚*	教授					2
卫星环境工程研究所	韩然	副教授				分析, 优化	6
	夏彦	工程师					
高能所	张晓梅	副研				计算	4
	伍灵慧	副研				重建	4
	付成栋	副研				模拟-重建	8
	方亚泉	正研	Y		Y	Combination	3
	李刚	副研			Y		9
	阮曼奇	副研			Y		9
	陈明水	副研	Y				2
	张华桥	副研	Y				2
	王亮亮	副研					?
	张瑶	副研					?
东南大学	白羽	讲师					7
武大	贾俊基	副教授					3
	蔡浩	副教授					?
北航	沈成平	教授					2
	袁丽	副教授					2
山大	黄性涛	教授				软件、框架	3
	马连良	教授				分析	2
中山	尤郑昀	教授				软件、分析	4

总共： 113(人 * 月) + Undefined ， 仍可扩充

研究队伍：博士后、学生

401(CIAE)	梁浩	直博生	分析	3
	苗耀元	直博生	分析	?
北大	王磊	硕士生	分析	10
	崔震崧	硕士生	分析	10
南开	金艳丽	硕士生	模拟	10
	李秋洋	联培硕士	模拟+分析	10
上海交大	代建平	博后	分析+优化	3
	刘冰	硕士生(转博)		3
清华	李博洋	大四 - 直博生	分析	10
山大	Remi Zaidan	博士后	分析 & 重建	3
	宋维民	博士后	分析&重建	2
	杜东升	博士生	分析	10
	李直	硕士生(转博)	分析	10
华北电力	颜俊尧	硕士生	分析+优化	10
	朱倩雯	硕士生	分析+优化	10
高能所-LLR	于丹	博士生	分析+重建	10
高能所	颜田	博后	计算	2
	马滨松	博后	重建	10
	莫欣	博后	产生子, 唯象	10
	王峰	博后	重建, 分析	?
	成曙光	博后	重建	2
	陈振兴	博士生	分析	6
	魏晓霖	硕士生	分析+service	10
	赵航	博士生	分析+优化+硬件	3
	夏清	直博生	分析+ 优化	4
	廖立波	联培硕士	分析	10
	韩爽	直博生	分析	3
	王树正	工程硕士	分析+优化	10
	朱学正	工程硕士	分析+优化	10
	张冰洋	工程硕士		10
国科大	陈石	直博	分析+优化	
武大	于淼	本科毕设	分析	4
	刘刚			
	庞先训			
东南大学	庞通	本科毕设	分析	4
芝加哥大学	姜建淮	硕士	分析	8?
香港	王嘉伟	硕士		?
西交		硕士	优化	

37 names...

国际合作方式

- 物理分析
 - 鼓励国际同行使用 **CEPC** 软件、样本进行分析，提供技术支持
 - 积极参与 **Linear Collider**, **FCC** 相关会议
- 软件工具
 - 积极参与 **FCC**、**Linear Collider** 相关研究（目前 **FCC**、**LC** 正就未来软件框架、模拟工具等展开研究）。
- 探测器优化
 - 同 **LC** 以及各相关探测器组（如 **CALICE**，**LCTPC** 等）开展深入合作，积极参加相关会议。
 - 积极参与 **Calo**、**TPC**、**Silicon** 等国际会议
- 每年召开一次国际性的 **CEPC** 软件 - 分析会议；
- 就探测器设计的专题召开相关 **workshop**

小结

- CEPC 探测器模拟：物理分析、探测器优化和软件系统
 - 战略目标：训练出一只能够完成 **CEPC** 实验探测器设计、软件开发的高水平团队，在未来竞争性中的国际合作中立于不败。
 - 2 年期目标：瞄准 **CDR** 阶段的关键物理问题，给出探测器的基准设计，完成 **CEPC SCRAC** 的整合和初步优化
 - 5 年期目标：侧重 **CEPC SCRAC** 的深化、软件框架、计算架构研究。
- 资源需求：总预算 1629.0 万
 - 457.5 万人员费 + 235 万会议费 + 331.5 万元差旅费 + 605 万计算资源
- 人员队伍：12 FTE + 9 博士后 + 30 名学生；
 - 目前 FTE level 的人数基本满足需求，有 30 多名学生、博后直接参与工作；
 - 参与度及专长配置并不匹配。需积极展开相关培训和调整。
 - 探测器优化方面人力配置较为紧张，需稍许扩充队伍及/或子探测组积极支持。
- 国际合作：
 - 积极同 LC、FCCee、ILD 等合作组展开合作；
 - 在国内召开相关会议和 workshop

Backup

	设备/数 量		设备费用		电费		服务费		维修费	
	型号	数量	单价	总价	电费/ 年	5年 电 费	服务 费/年	5年服 务费	硬件维 修/年	5年维 修费
计 算	DELL 730刀 片服务器	3箱, 共1152cpu核	75	225	6.5	32.5	16	80	0.3	1.5
存 储 阵 列	Dell MF3860阵 列	6台, 共1440TB	25	150	2.85	14.25	10.5	52.5	0.6	3
存 储 服 务 器	Dell PowerEdeg 780	6台	5	30	0.9	4.5	2.1	10.5	0.25	1.25
小 计				405		51.25		143		5.75
总 计	605									