CEPC Study Groups

Report on General Status

娄辛丑

中科院高能物理研究所

CEPC+SPPC Study Group Kick-off Meeting, Beijing

September13， 2013

Outline

- Options under study in China
- Higgs factory and high energy options on the table
- Opportunity at the high energy frontier for China

（see Yifang ’s talk)

A Circular e^+e^- Higgs Factory + pp Collider

- Get organized to study the feasibility for CEPC+SPPC
- Current status (see next 3 reports)
- Summary

HEP colliders: options for China

BEPC-BESIII后加速器高能物理研讨

积极寻找BEPC-BESIII后中国加速器上的高能物理机遇

学术研讨围绕三个方向：

- 集中物理研究主题
- 加速器设计以及关键技术
- 探测器技术，等

主持人为中国高能物理协会会长赵光达院士　（+ 邹冰松， 乔从丰）
具体工作由多个同事承担:

- Super Tau-Charm Factory
- Giga Z Factory
- Circular e^+e^- Higgs Factory + pp Collider

赵正国教授 （科大）
张肇西院士（理论所）
金山研究员（高能所）
娄辛丑研究员（高能所）

A circular e^+e^- Higgs factory + pp collider

- The idea of a circular e^+e^- collider as a Circular Electron Positron Collider (CEPC)as a Higgs Factory had been proposed for China at several of the "中国高能加速器物理发展战略研讨会" 2011-2012

- At the September 13, 2012 workshop, an idea to upgrade CEPC to a 50-70 TeV pp collider adds life and physics potentials to the project

- On October 8th, 2012, a meeting was called by Prof. Yifang Wang to discuss the CEPC + SPPC option. The effort intensified significantly since.

- 香山科学会议

  Gave clear guidance on the importance of Higgs physics
  CEPC-SPPC研究项目筹备会议确定Kick-off meeting 为2013.9.13-14
  组成Kick-off meeting筹备委员会 **（~20 人， 主席为王贻芳）**
  考虑了CEPC-SPPC研究合作组组织结构
  （IR committee， EB ， Advsiory Committees,
  Director，Conveners for study groups)

A circular e^+e^- Higgs factory + pp collider

Informal Higgs Factory 讨论会记要
2012 年 10 月 8 日（星期一）

地点：高能所 B410 会议室
主持人：王贻芳
出席：陈和生，高杰，秦庆，郑阳恒，何红建，李卫国，沈肖雁，高原宁，邢志忠，娄辛丑

鉴于国外流传关于中国 Higgs 工厂+pp 对撞机的信息，与会者讨论了对策，下一步的工作安排，以及沈肖雁在 2012 年 10 月 11-13 日的 DPF Community Planning Meeting (CPM2012) – Fermilab 时是否提到该项目设想。

娄辛丑介绍了 Alian Blondel 上周在 Atlas 季会上有关 LEP3 和 TLEP 的报告。LEP3 即用现在的 LHC 隧道采用 B-factory 设计和运行（very low vertical emittance 和 top off injection）方式提高亮度，在 240GeV 附近研究 Higgs 的衰变和耦合。TLEP（Triple LEP）是一个长期的设想，在 CERN 的附近挖一个 80 公里（周）长的隧道（不碰及 Jura 和 Saleve 山脉）。TLEP 第一步是一个 350 GeV e^+e^- 对撞机；之后可以换成 pp 对撞，质心能量达到 80-100 TeV， 类似王贻芳提出的中国 Higgs Factory + pp 方案（Blondel 称中国方案为 BLEP）。

何红建回顾总结了 TeV 物理，特别是 VLHC 的科学目标，e^+e^- + pp 的物理潜力， 并回答了与会实验同事的问题。

秦庆介绍了 2 个可能的环形 e^+e^- + pp 机器。第一个考虑是一个 54.3 公里周长的环，作为低造价的样本；第二个是 72.0 公里的环，作为稍高造价的情形。他给出了两种情况下的参数估计。

高杰介绍了他和同事对环形 e^+e^- + pp 机器的初步估算。假设 50 公里周长，250 质心能量，高杰比较了这些估算和 LEP3 参数。

与会同事讨论了机器功耗，亮度要求，加速器参数优化，探测器辐照等技术问题。大家觉得很多加速器的工作要做。

有关中国 Higgs Factory + pp 方案和 LHC，ILC 的关系，和我们的提法，王贻芳指出应该支持人家的实验，定位我们的实验和 ILC，LHC 是 complimentary，而不是竞争。和国外实验室要保持良好的同行关系，坚持学习合作，得到有益的国际支持。

陈和生指出从 e^+e^-到 pp 很自然，提醒大家多加考虑周到，不要急； 肖雁的发言要概括国内的所有的几个考虑，其中包括中国 Higgs Factory + pp 方案。需要和各经费资助单位沟通。

与会同事认为这样做好。大家也认为不要给出任何机器参数，隧道的周长，等细节。

王贻芳提出应开始经常性的讨论，非正式的。可以分成加速器（秦庆），物理理论（？），实验（金山）3 个部分， 由娄辛丑协调组织这些讨论会。希望明年 ICFA 会（2013 年 2 月）之前中国 Higgs Factory + pp 方案能够成形，能够包括了对主要问题的回答或是提出解决的方法。

娄辛丑介绍了 Alian Blondel 上周在 Atlas 季会上有关 LEP3 和 TLEP 的报告。

TLEP 第一步是一个 350 GeV e^+e^- 对撞机；之后可以换成 pp 对撞，质心能量达到 80-100 TeV， 类似王贻芳提出的中国 Higgs Factory + pp 方案（Blondel 称中国方案为 BLEP）。

何红建回顾总结了 TeV 物理，特别是 VLHC 的科学目标，e^+e^- + pp 的物理潜力， 并回答了与会实验同事的问题。

秦庆介绍了 2 个可能的环形 e^+e^- + pp 机器。第一个考虑是一个 54.3 公里周长的环，作为低造价的样本；第二个是 72.0 公里的环，作为稍高造价的情形。他给出了两种情况下的参数估计。

高杰介绍了他和同事对环形 e^+e^- + pp 机器的初步估算。假设 50 公里周长，250 质心能量，高杰比较了这些估算和 LEP3 参数。

有关中国 Higgs Factory + pp 方案和 LHC，ILC 的关系，和我们的提法，王贻芳指出应该支持人家的实验，定位我们的实验和 ILC，LHC 是 complimentary，而不是竞争。和国外实验室要保持良好的同行关系，坚持学习合作，得到有益的国际支持。

王贻芳提出应开始经常性的讨论，非正式的。可以分成加速器（秦庆），物理理论（？），实验（金山）3 个部分

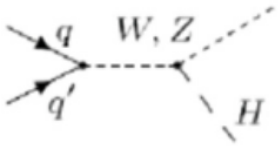
Conceptual study only

A circular e^+e^- Higgs factory + pp collider

BEPC-BESIII后加速器高能物理研讨

Circular e^+e^- Higgs Factory + pp Collider　金山研究员（高能所）
娄辛丑研究员（高能所）

Circular e+e- collider at ~250 GeV，　$e^+e^- \to ZH$; later on pp collider at 50 TeV



Circular e+e- colliders are all alike.

The only difference is their size:

- 16 km (Fermilab site-filler)
- 27 km (LEP3)
- 40 km (SuperTRISTAN-40)
- 50 km (CHF-1)
- 70 km (CHF-2)
- 80 km (TLEP, SuperTRISTAN-80)
- 233 km (VLLC)

two ring sizes considered

理论：　物理研究主题　　（何红健，　朱守华）

加速器：　设计以及关键技术　　（张闯，　秦庆）　　**CDR，　TDR**

探测器技术　　（高原宁，　金山，　+李卫国 ）

Several combined meeting since 香山会议

Other Higgs Factory or High Energy options

- A Very Large pp Collider E_{cm}~100 TeV or more with a circumference ~100 km

  Just prohibitively expensive

- A gamma-gamma collider to study the Higgs boson

  CEPC-SPPC study groups have looked into this

Photon collider based Higgs Factory

Manqi RUAN, Chun DU, HongJian HE

IHEP & Tsinghua

Chen Ning

- Pro & Con, current designs
- Higgs measurement at Photon collider
  - Productivity
  - Main observables, bkgrds, expected accuracy

Motivation

- Photon collider, has been discussed since the beginning of TESLA
- Recent progress in laser (high density, frequency & short pulse):

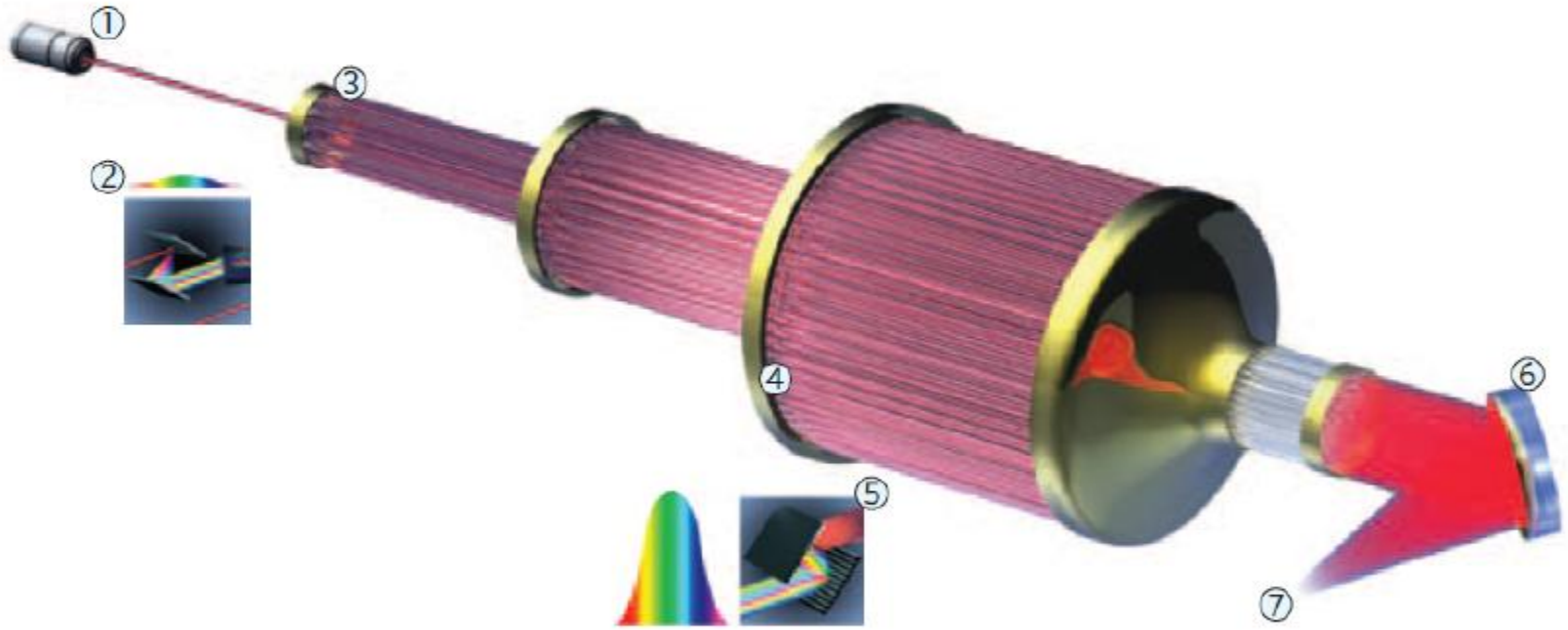
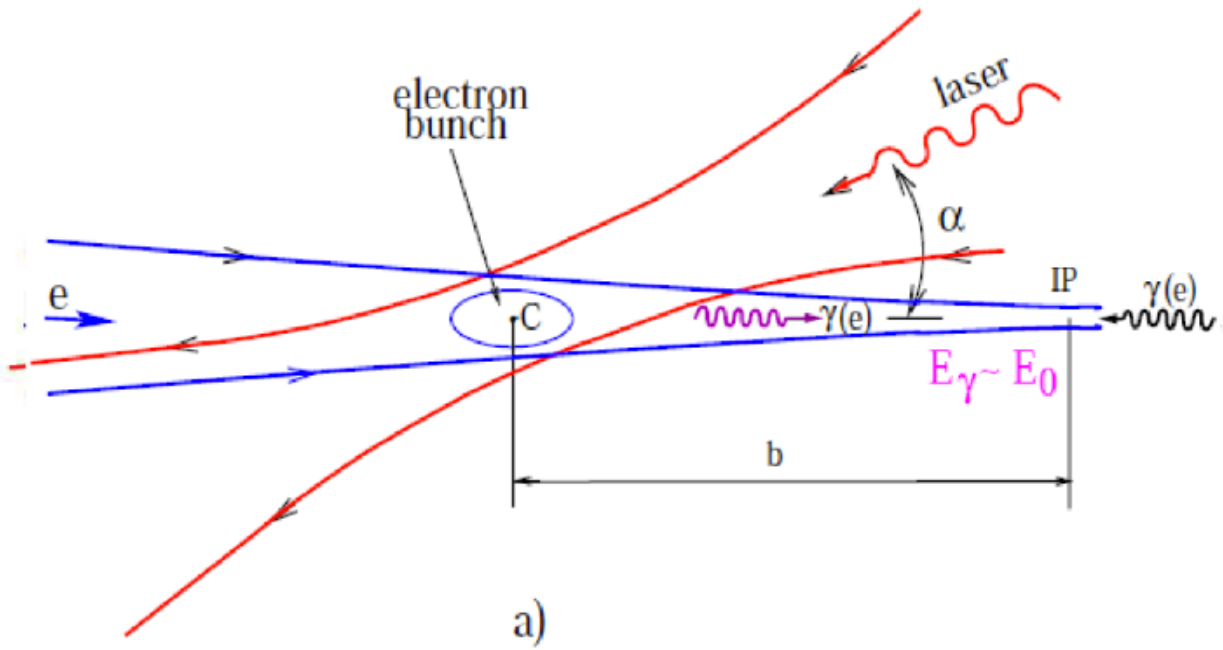


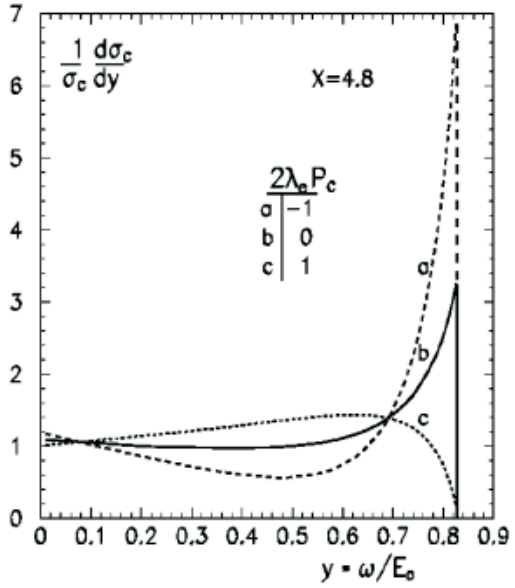
Figure 1 | Principle of a coherent amplifier network. An initial pulse from a seed laser (1) is stretched (2), and split into many fibre channels (3). Each channel is amplified in several stages, with the final stages producing pulses of ~1 mJ at a high repetition rate (4). All the channels are combined coherently, compressed (5) and focused (6) to produce a pulse with an energy of >10 J at a repetition rate of ~10 kHz (7).

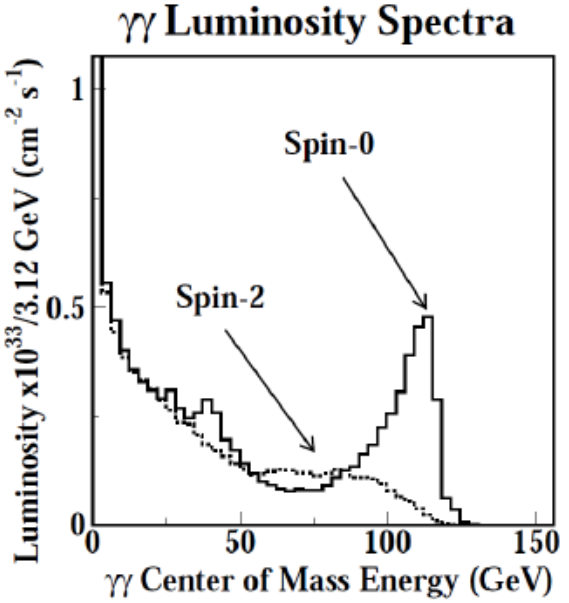
- Study initialized at early CEPC discussing (2013 - 07 - 03)

- Parallel studies
  - Theory, Detector & Physics: Hongjian HE, Manqi RUAN & Chun DU
    - CEPC General Meeting: 2013-07-30
    - See “Physics performance at different Higgs factories: e+e- Vs photon collider”, CEPC_Note (to be put on CEPC documentation repositories)
  - Machine: H.P. Geng, Y.Y. Guo, etc
    - CEPC General Meeting: 2013-08-09 http://indico.ihep.ac.cn/conferenceDisplay.py?confId=3181

Photon collider: lay out near IP







Laser photons converted into highly aligned high-energy photons though Compton scattering with smooth energy distribution

General pattern

- Pro:
  - Higgs generated as resonance: single beam energy ~ 80 GeV, might be hosted in small tunnel
  - Highly polarized photon (inherit from polarized electron & laser)
  - No positron source
- Con:
  - No tagging signal
  - Wide photon energy spectrum: no precise information on sqrt(s)
  - Mixed electron/photon beam (LHC-like: QED background instead of QCD)
- Pattern: electron beam CANNOT been recycled (Linear Collider like)

Comparison of performance

	e^+e^- collider	photon collider
c.m.s	240 GeV	160 GeV
N_{Higgs}	100k	50k
$\delta M_H/MeV$	26	60
Spin/Parity	Yes	Yes
$\sigma(HZ)$	2.3%	
$\sigma(HZ)Br(H \to bb)$	1%	
$\sigma(HZ)Br(H \to WW^*)$	5.5%	
$\sigma(HZ)Br(H \to gg)$	6.1%	
$\sigma(HZ)Br(H \to \tau\tau)$	3.6%	
$\sigma(HZ)Br(H \to cc)$	7.2%	
$\sigma(HZ)Br(H \to ZZ^*)$	16%	
$\sigma(HZ)Br(H \to \gamma\gamma)$	26%	
$\sigma(HZ)Br(H \to \mu\mu)$	29%	
$\sigma(HZ)Br(H \to invisible)$	0.5%	
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to bb)$		1%
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to WW^*)$		3%
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to \gamma\gamma)$		12%
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to ZZ^*)$		6%
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to Z\gamma)$		20%
$\Gamma(H \to \gamma\gamma)Br(H \to \mu\mu)$		38%

Photon Collider: complementary machine

Γ(H→γγ) can not be disentangled from photon collider measurements (Narrow Higgs boson width & Wide di-photon c.o.m Spectrum):

Given the absolute value of Br(H→X) measurement (eg, X = bb), Γ(H→γγ) can be measured to a High precision

e+e- machine: self-supporting machine

Access to total cross section, absolute branching ratios, relative/absolute couplings

Summary

- CEPC + SPPC can offer outstanding physics program for China at the energy frontier – we are at the stage of the conceptual study
- Lots of homework to do & questions to answer
- Chinese HEP community needs to significantly enhance the effort to develop physics case, come up with cost effective collider design, detector design.
- Chinese HEP community needs to get organized; develop strong international collaboration on CEPC
- We need to recruit experts, develop critical technologies and start pre-construction R&D （预研）
- Let’s do serious work for science and for China.