Minute: CEPC Calorimeter Weekly Meeting on TDR, March 15, 2024

Indico: <https://indico.ihep.ac.cn/event/21886/>

Participate: Jianbei Liu, Yong Liu, Haijun Yang, Jinfan Chang, Huaqiao Zhang, Hengne Li, Jiyuan Chen, Jiaxuan Wang, Dejing Du, Quan Ji, Miao He, Mingshui Chen, Peng Hu, Shaojing Hou, Wei Wei, Shengsen Sun, Weizheng Song, Yang Zhang, Yukun Shi, Yunlong Zhang, Zhiyu Zhao, Baohua Qi, Fangyi Guo

**电子学(Jinfan Chang)：讨论长条晶体电子学**

动态范围1~10^5 pe 在电子学层面挑战很大，很难实现。大信号不怕，pe level小信号由于信噪比很难探测。

Jianbei and Yong: 1 pe是为了单光电子刻度和饱和区间修正，是否应该考虑用其他方法？

读出器件：是否确定要用SiPM？Yong：没有和其他方案如APD具体比较过。

Haijun：双端读出能否选择不一样的SiPM做到大动态范围？

Jinfan, Yong, Jianbei: 双端读出可以做到信号冗余备份。时间性能对定位的贡献有限。选择不同SiPM相当于单端读出。

单SiPM计数率：前端不做触发，后端数据汇时做总触发，因此所有信号都会贡献到计数率（暗计数+束流本底+物理事例）

Jianbei：为什么这么考虑？Jinfan：触发方式没有完全确定，参考CMS初步设计。数据读出量可以接受。

Jianbei：只在calibration run降低阈值进行读出，physics run可以采用1MIP (~200 pe)读出。

散热：需要仿真，需要协调找人@机械组。散热材料尺寸目前没有考虑到机械中，电子学同。

Jianbei: 电源->SiPM需要滤波？Jinfan: PCB不做复杂电源管理。

Jianbei: Ecal, Hcal样机经验可以参考 @Zhongtao Shen

Wei Wei: 梯形模块的固定会对读出方案提出一定限制要求。

散热设计由机械组完成（@Quan, Shaojing），电子学提出功耗要求。

间隙对性能的影响：目前看会到~15 mm（单侧，包括机械）。Shengsen: 模拟中目前还没考虑。

模块汇总：放在模块外侧，电源分发（60V）+数据汇总传输（光线，10Gbps），板厚~1cm。

是否有物质量均匀的要求？目前中间物质量少，边缘大。

Shaojing: 重量？Jinfan: 目前没有估计。

Jianbei: 总厚度需要加入这1cm厚的电子学。探测器边界包括所有物质+电子学+散热。需确定下ECAL, HCAL包络，ECAL和HCAL间隙由机械组按安装精度确定。

功耗&造价估算：20~25 mW / ch, 15 CNY / ch.

仅考虑原材料价格。R&D、人力等费用不包括。购买商用ASIC的话价格会增加。

**总结：**

基于SiPM的电子学造价可以统一到15 CNY / channel.

模块间缝隙：机械+电子学厚度，单侧～15mm。

完成功耗估计，提供给机械组，机械组协调进行散热仿真。可联系Zhongtao Shen @ USTC参考样机经验。

所有电子学器件应包括在ECAL包络范围内(内半径1900mm，外半径2200mm)。

**ECAL桶部几何软件(Weizheng Song, Shengsen Sun)**

Carbon fiber+electronics厚度：17 mm（两侧总计），受影响范围～1 deg，有能量完全丢失。正反梯形交错排列，避免直通缝，能量损失～10%。

Yong: CALICE结果：AHCAL, K-long研究，受影响范围~1 deg，但不会完全损失。ECAL探测光子会完全损失。

Jianbei: 软件已经完成？Weizheng：只做了模拟，不包括重建。

晶体条长度：随层数改变。机械设计中4层为1组改变晶体长度。

Jianbei: 4层一组会增加死区面积，@shaojing可能需要优化。

Shaojing：正反梯形，安装和固定会比同方向困难。

Quan: 我们的ECAL半径很大，所以没有本质性困难。可以作为一个方案进行讨论。

Jianbei: 内切圆半径1.9m，不规则多边形会导致一定空隙，需要考虑。

Haijun: 数据读出？外端引出。

Z向排布15层

径向：目前28块。可以调整到32块，晶体条长度会略短。

根据最新电子学估算：死区3cm.

**总结：**

正反梯形设计可以作为晶体ECAL的一个方案进行讨论，机械没有明显困难。

软件组与机械组协调，画出设计图。

根据最新电子学组给出的死区厚度3cm(两侧)更新结果。

估计整体电磁能量分辨，应保证<3~5%。

**机械（Quan Ji, Shaojing）**

HCAL：电子学对z向模块长度的要求：PCB可以串联；压降影响不大；光纤数据传输。

Jianbei: 电子学板超过半米就比较困难了。从数据量角度考虑z向分段。

优化后ECAL：

1）4种模块，厚度不一致。优点：直角方便安装，机械厚度更小。厚度不一致的地方可以放电子学？Jinfan：取决于最远一块侧板的数据率，传输时间是否满足要求

2）16边形整体旋转~9.5 deg.

与正反梯形相比？

Shengsen: 2）考虑过。多次讨论迭代后收敛到正反梯形方案。

物理角度：正反梯形更具有优势，机械方面可以实现。

机械上ECAL、HCAL的厚度分配有一定自由度。

**总结：**

ECAL总厚度固定300 mm，各方案按照要求调整灵敏层、机械、电子学厚度和几何排布。内半径1900，外径2200.

HCAL总厚度1470 mm。

端盖厚度与桶部厚度相同（HCAL 1470 mm），间隙待定

讨论时固定内外边界。方案收敛后再统一到机械制图标准。

各方案情况介绍：

**Plastic scintillator（Yunlong Zhang）**

Performance: 空白项需要组织人力，或者给出解释。参数需要给出参考文档/报告。

ScECAL：厚度240 mm，需考虑多边形分区决定内外边界。

HCAL：铁吸收体有抗磁要求，需要参考CMS或轭铁的价格。

**SiW ECAL and SDHCAL (Haijun)**

每层厚度讨论：

Huaqiao: 每层厚度7mm，加工精度、公差控制、散热、Silicon保护建议检查。HGCal 26层30 cm，铅+铜合金吸收和散热。

Haijun: Tungsten 3.3 mm, Silicon 0.3 mm, 剩余电子学。

Yunlong: 样机 吸收体3.2mm，其他6.5mm，总计9.7mm/层，0.8X0/层

Jianbei：按HGCal的经验scale各方案厚度和层数。请@Huaqiao 提供最新HGCal尺寸breakdown

造价讨论：估算方法没有变，需要根据尺寸、边数和厚度重新考虑。电子学造价与SiPM不同

**晶体（Yong）：**

初步端盖设计概念。下一步进行细致考虑。

**Stereo ECAL (Huaqiao)**

机械厚度：10mm electronics + 10 mm + 10 mm contingency。整体可以放在300mm区间以内。

Jianbei：机械固定需要仔细考虑。

**Glass:**

需要合理的玻璃价格估计@Sen Qian, Peng Hu.

**总结：**

元素单价汇总表：[量能器单价表 (qq.com)](https://docs.qq.com/sheet/DUFlVU21jSWlPemt2?u=24ba199c5794473b950bc33265b546de&tab=BB08J2)

各方案协调补充，确定后采用统一单价进行总价估算。

请@Mingshui, @Huaqiao调研CMS HGCal的SiPM、吸收体造价做参考。