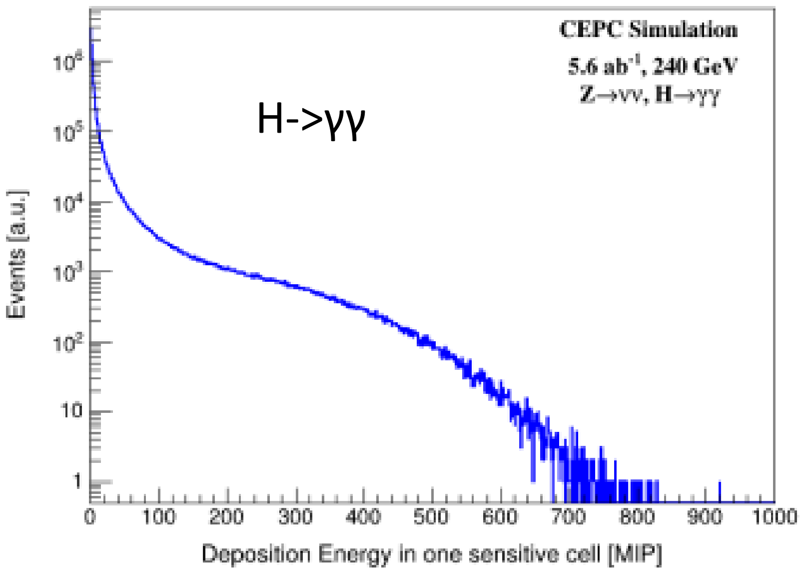
Plastic scintillator ECAL and HCAL

Yunlong Zhang

University of Science and Technology of China

ScECAL



800 MIPs

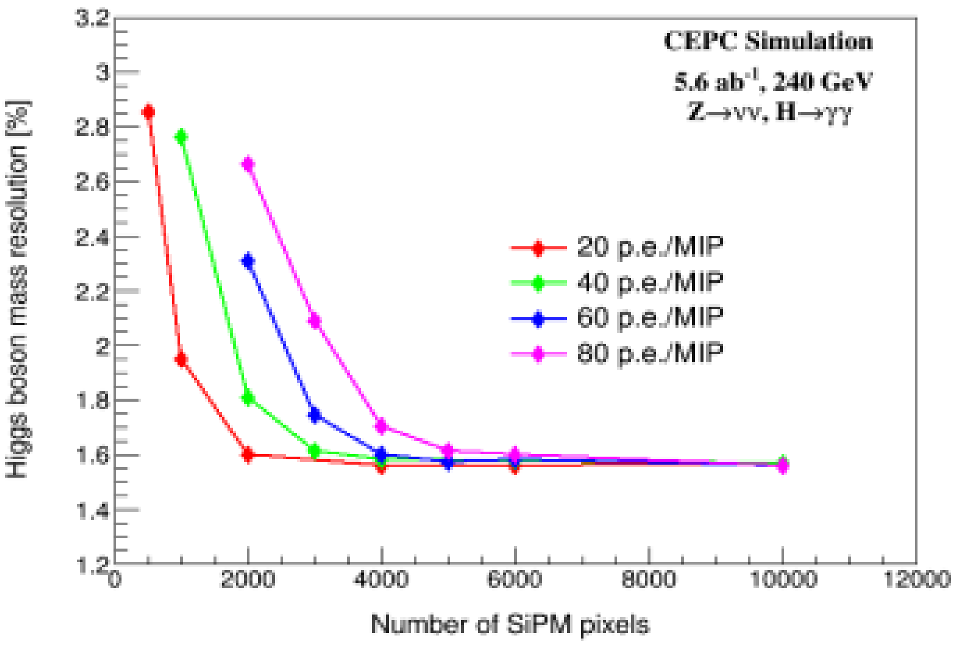
关键参数	S12571-010P	S12571-015P	S14160-1315
灵敏面积	$1\ mm \times 1\ mm$	$1\ mm \times 1\ mm$	1.3mm×1.3mm
封装尺寸	$1.9\ mm \times 2.4\ mm$	$1.9\ mm \times 2.4\ mm$	2.63mm×2.1mm
像素数量	10000	4489	7248
像素尺寸	$10\ um$	$15\ um$	15 um
增益	1.35×10^5	2.3×10^5	3.6×10^5
最灵敏波长	$470\ nm$	$460\ nm$	450 nm
光探测效率	10 %	25 %	32%
暗计数	$100\ kHz$	$100\ kHz$	200
串扰率	~ 7%	~ 13%	<1%
推荐电压	击穿电压 +4.5 V	击穿电压 +4 V	+4

Parameters	Value	Remarks
Light yield	20 pe/MIPs	
Dynamic range	1- 16000 pe ?	高颗粒度探测器，每个单元上的能量沉积占比不大，少数通道饱和对总能量影响不大

ScECAL

- 考虑SiPM的“饱和”效应 $N_{fired} = N_{pixel} \cdot (1 - e^{-\frac{N_{seed}}{N_{pixel}}})$
  - Npixel = 7248
  - Nseed = 16000
- 计算得到Nfired = 6451
  - 说明饱和效应还没有达到极端情况（指数项还不能忽略）
  - 仍然可以根据“饱和公式”进行有效修正

Parameters	Value	Remarks
Light yield	20 pe/MIPs	
Dynamic range	1- 6451 pe	48 fC – 310 pC
Electronics noise	< 0.2 pe	< 9.6 fC



结论：当LY=20 pe/MeV，SiPM像素数不要小于2000

Note：虽然Npixel=2000时，该单元SiPM已进入极端饱和状态（e指数可以忽略），但考虑到该单元对总能量的占比不大，所以对最终的结果影响不大

AHCAL

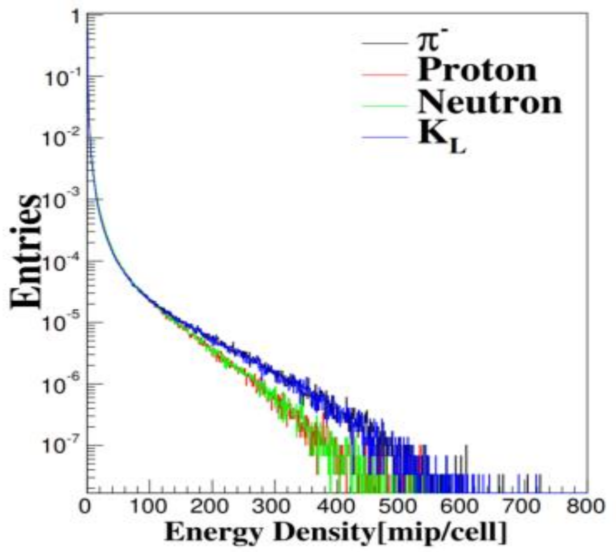


图 4.12 100 GeV 的强子在单个 AHCAL 单元中的沉积能量[122]

600 MIPs

关键参数	S12571-010P	S12571-015P	S14160-1315
灵敏面积	$1\ mm \times 1\ mm$	$1\ mm \times 1\ mm$	1.3mm×1.3mm
封装尺寸	$1.9\ mm \times 2.4\ mm$	$1.9\ mm \times 2.4\ mm$	2.63mm×2.1mm
像素数量	10000	4489	7248
像素尺寸	$10\ um$	$15\ um$	15 um
增益	1.35×10^5	2.3×10^5	3.6×10^5
最灵敏波长	$470\ nm$	$460\ nm$	450 nm
光探测效率	10 %	25 %	32%
暗计数	$100\ kHz$	$100\ kHz$	200
串扰率	~ 7%	~ 13%	<1%
推荐电压	击穿电压 +4.5 V	击穿电压 +4 V	+4

Parameters	Value	Remarks
Light yield	20 pe/MIPs	
Dynamic range	1- 12000 pe（不考虑饱和效应） 1-5864 pe （考虑饱和效应）	48 fC – 281 pC, 与ScECAL基本一致
Electronics noise	< 0.2 pe	< 9.6 fC

ECAL和AHCAL的读出可以采用同种设计

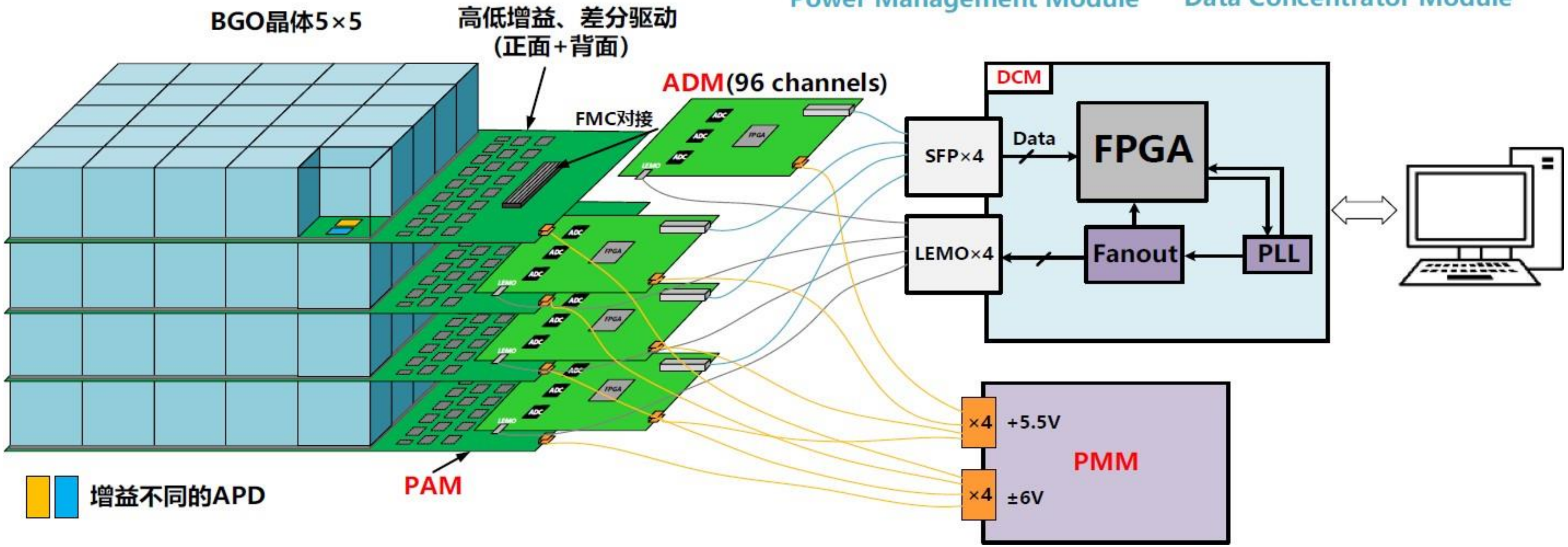
Cubic Crystal Calorimeter

PAM（前放）
Pre-Amplifier Module

ADM（数字化）
Analog-to-Digital Module

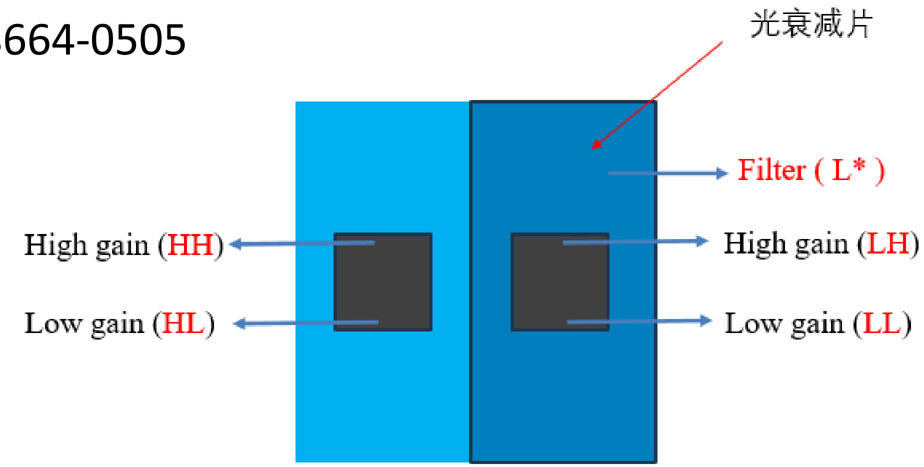
PMM（电源管理）
Power Management Module

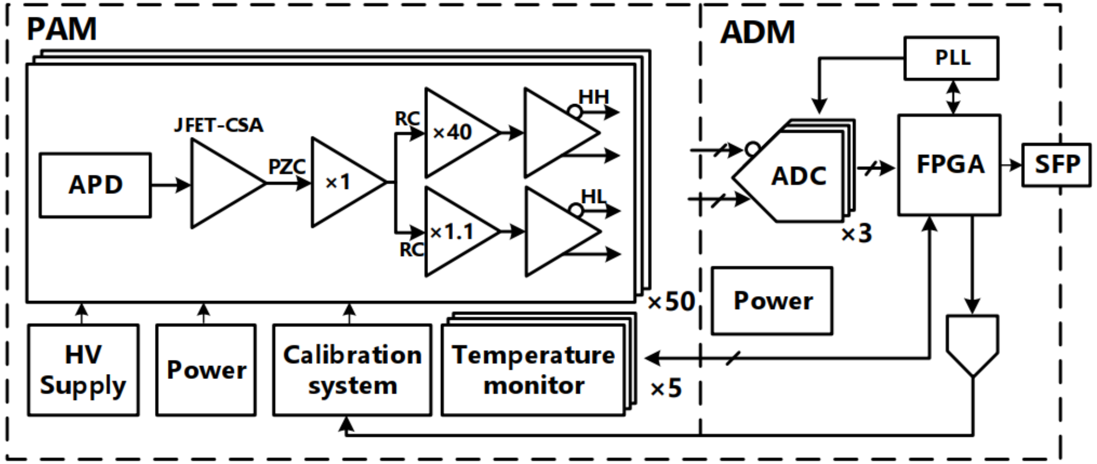
DCM（数据汇总）
Data Concentrator Module

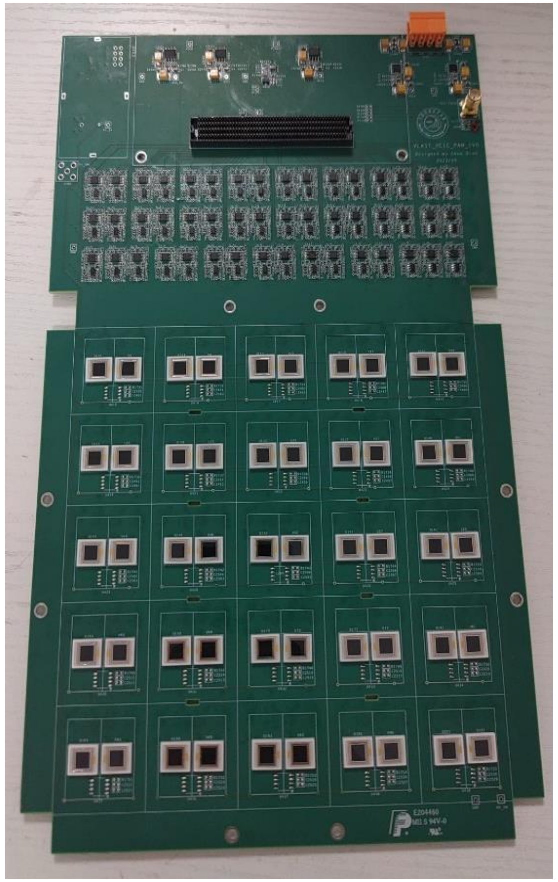


Cubic Crystal Calorimeter

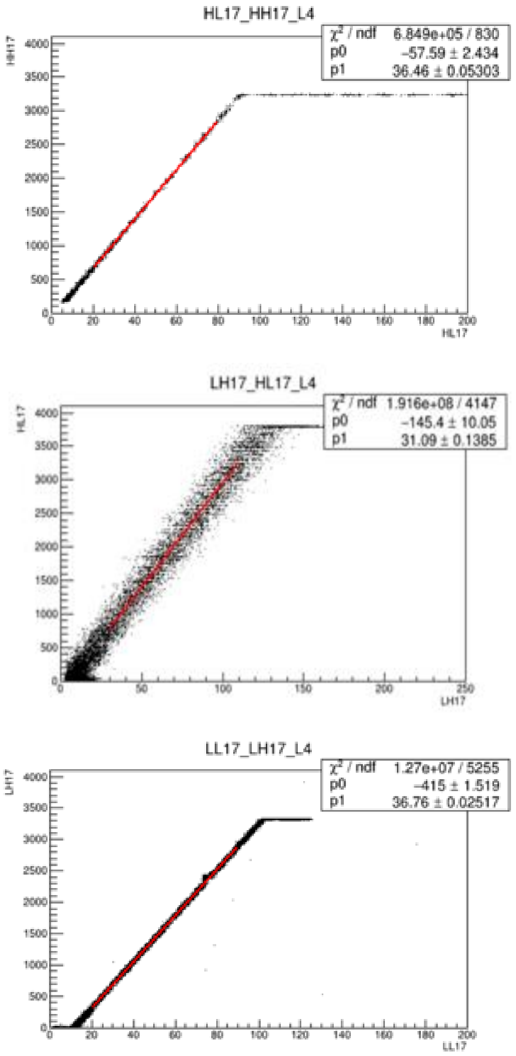
S8664-0505







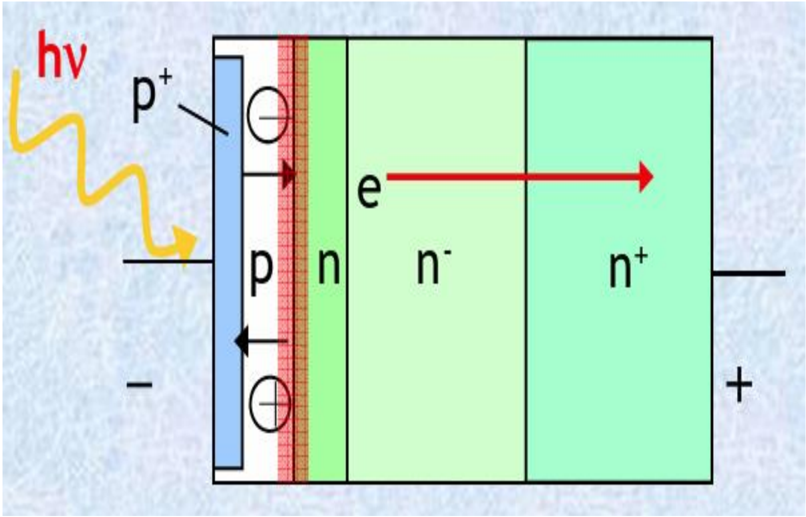
前端电子学的APD面

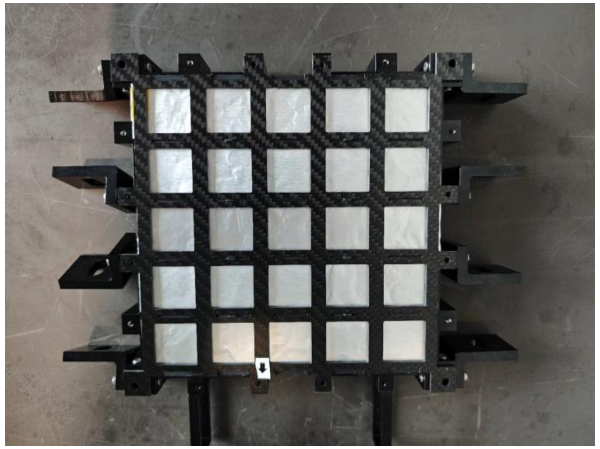


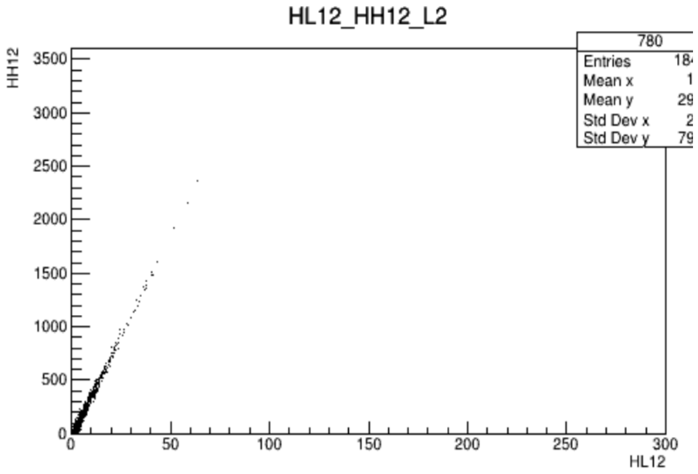
线性

Cubic Crystal Calorimeter

- S8664-0505
  - P-on-N结构
  - 专门用于光收集设计
  - pn结区（雪崩区）很薄~10 um，光子在pn结区基本全部转换
  - 带电粒子在该区直接电离信号很小
  - 带电粒子在n-，n+区电离产生的hole对雪崩信号没贡献





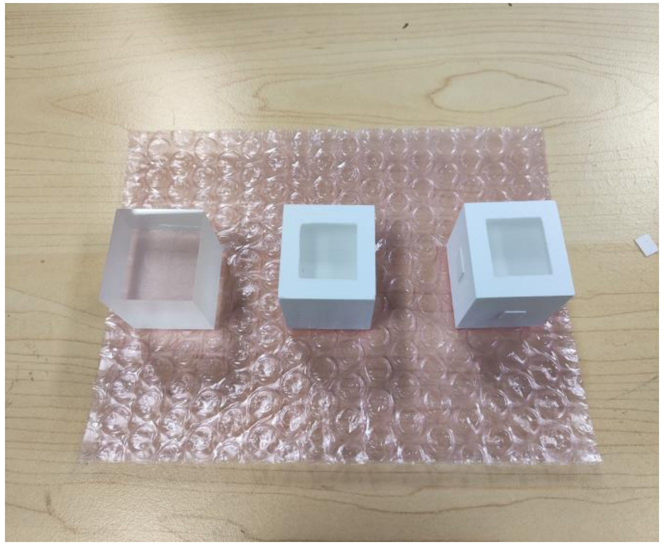


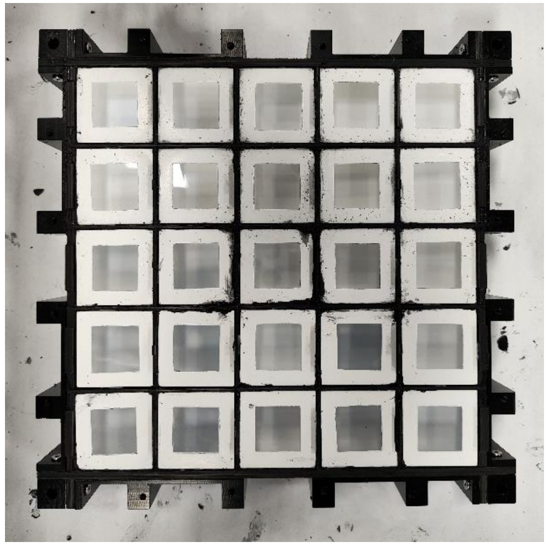
带电粒子直接电离的信号

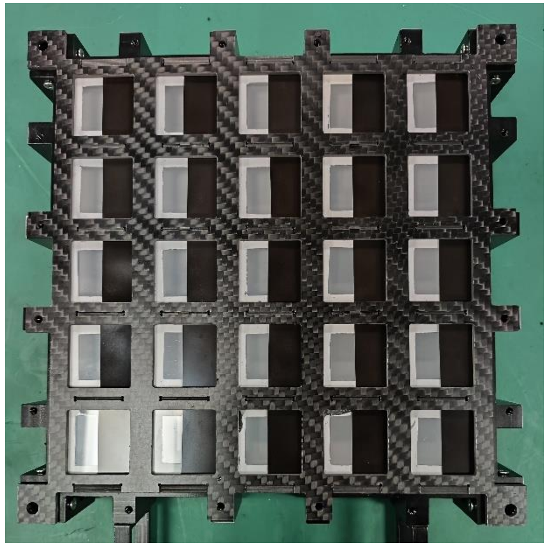
测试过程中，对APD进行遮光处理。结果显示5 GeV带电粒子在showermax位置直接电离的信号幅度，与不遮光情况相比小于1%

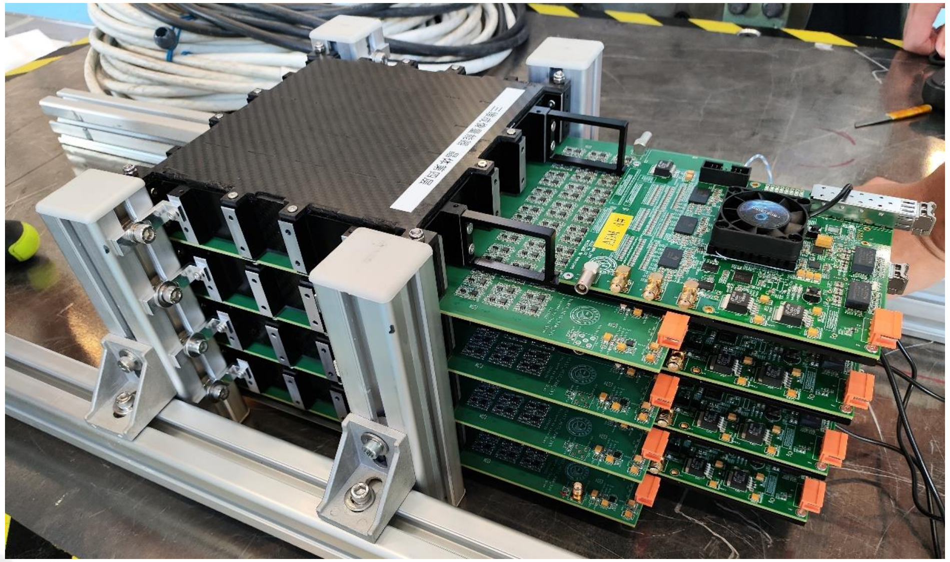
但对于遮光的APD，该电离信号不能忽略
解决办法：采用小面积APD，比如研发新型的P-on-N LGAD？

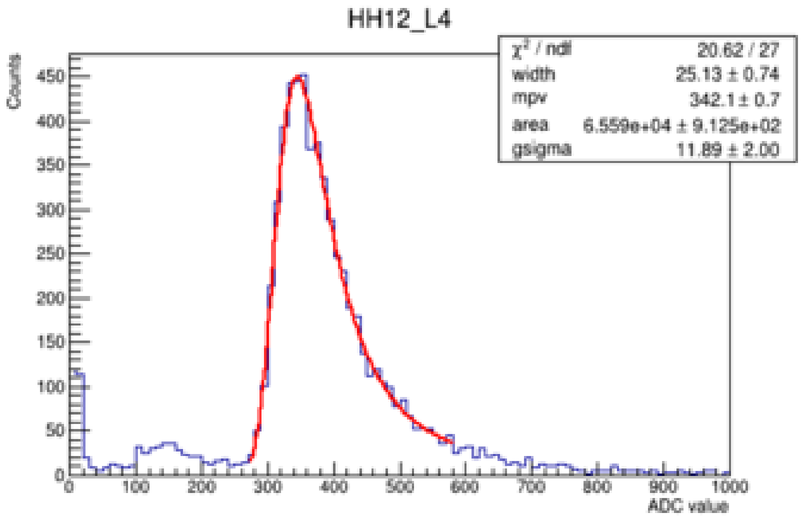
Cubic Crystal Calorimeter



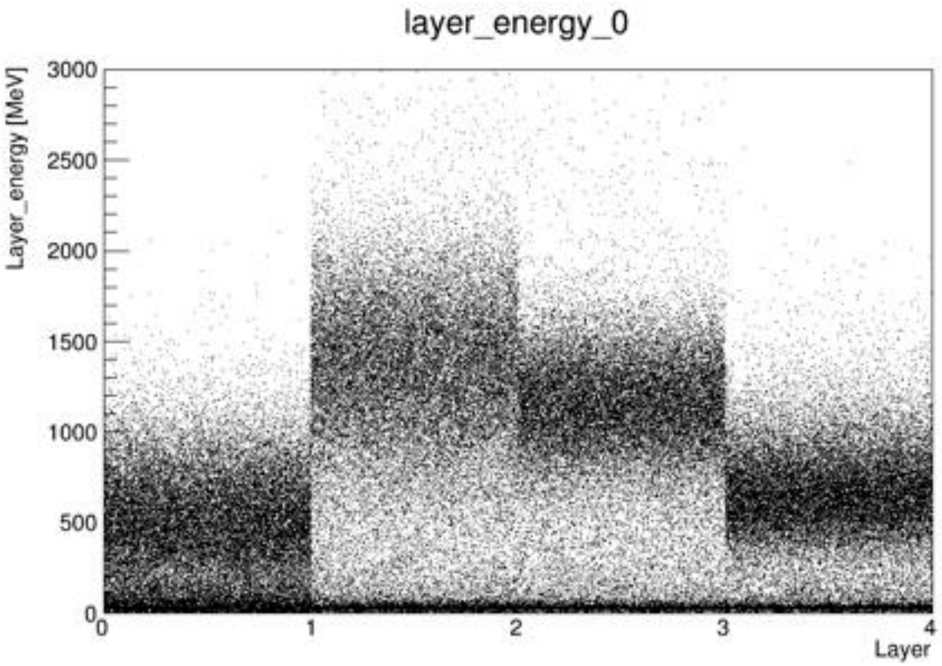


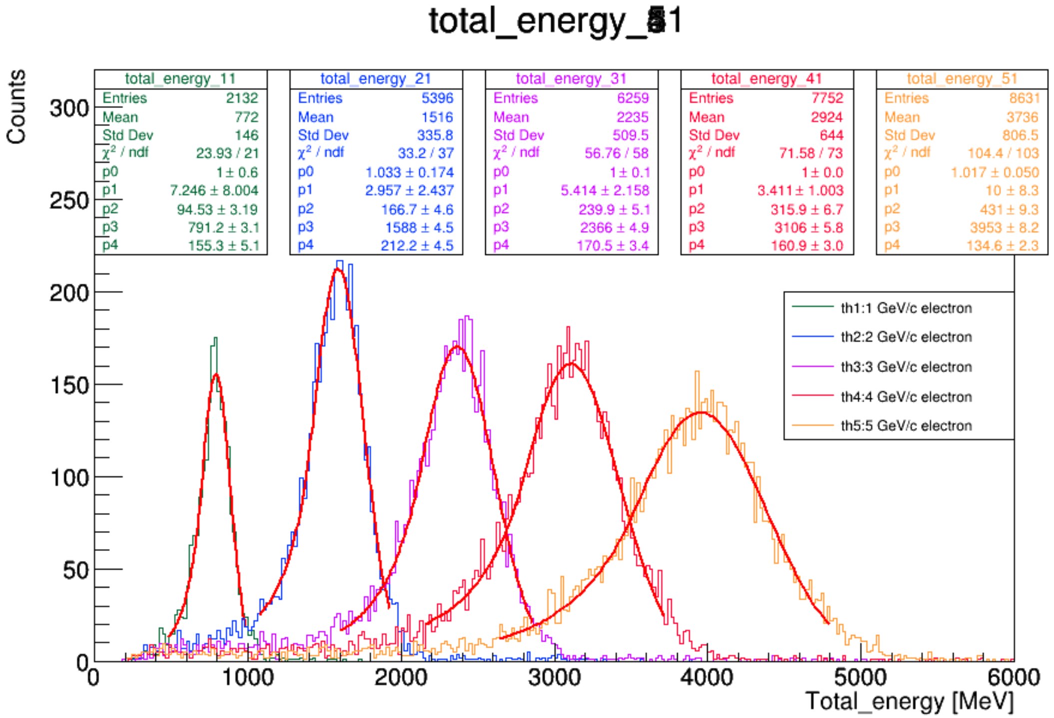






Cubic Crystal Calorimeter



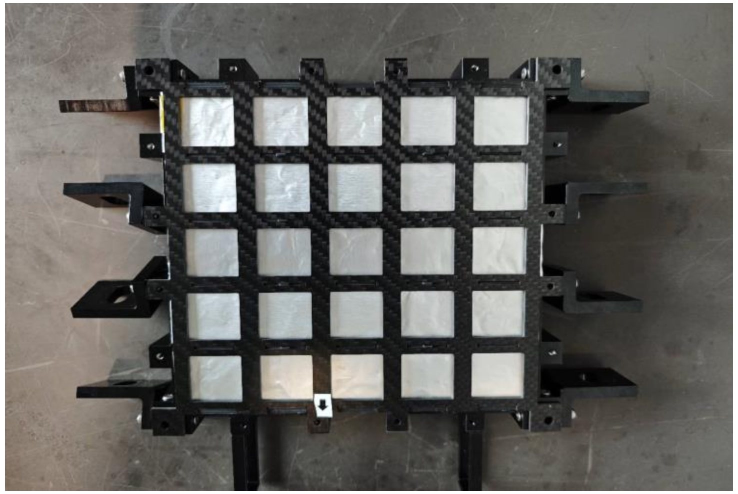


Cubic Crystal Calorimeter

- 直接在APD的电离信号

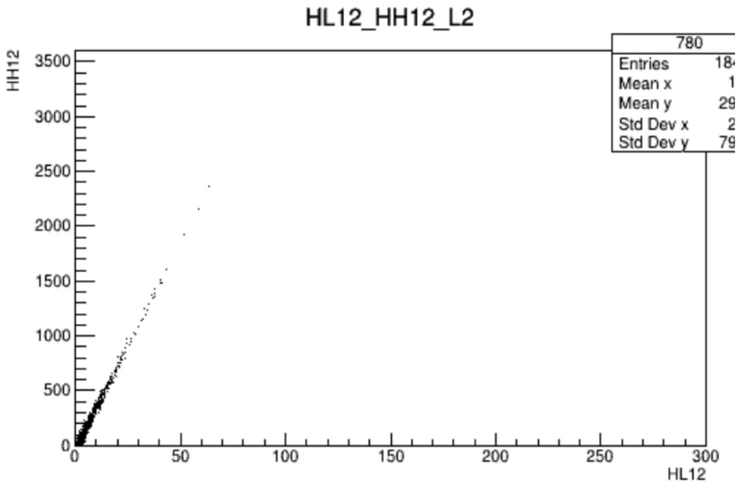
测试过程中，对APD进行遮光处理。

结果显示5 GeV带电粒子在showermax位置直接电离的信号幅度，与不遮光情况相比小于1%



但对于遮光的APD，由于光信号小了，该电离信号不能忽略

解决办法：采用小面积APD替代遮光方案，比如研发新型的小面积P-on-N LGAD?



带电粒子直接电离的信号