

NDL SiPM 测试报告

NDL SiPM

北师大寄来两片 SiPM，型号为 11-1010C-S，如图 1 所示。其参数如表 1 所示。从双方给出的产品手册上看，除了暗计数率 NDL 型号比滨松产品高以外，其余参数都有着不小的优势。NDL 产品的工作电压低，只有滨松对应型号的一半左右；其光子探测效率（PDE）约为滨松的 3 倍，这样同样条件下，NDL SiPM 可以收集到的光（电）数更多；另外 NDL 的增益温度系数较小，其截断电压（ V_b ）的温度系数为 25 mV/°C，只相当于滨松的一半；其时间分辨为 70 ps (@ $V_b + 8$ V)，而滨松为 300 ps (@ $V_b + 4.5$ V)。



图 1. NDL SiPM

表 1. NDL 11-1010C-S SiPM 和 HAMAMATSU 对应型号（S12571-010P）的参数

Parameter	NDL	HAMAMATSU
Effective area (mm ²)	1 × 1	1 × 1
Pitch size (μm)	10	10
Pixel No.	10000	10000
Break down voltage (V)	27.5±0.4	65 ± 10
PDE (%)	31	10
Dark Count rate (kHz)	500	100
Temperature Coefficient for V_b (mV/°C)	25	60
Gain	2.0*10 ⁵	1.3 × 10 ⁵
SPE Time resolution* (ps)	70	300

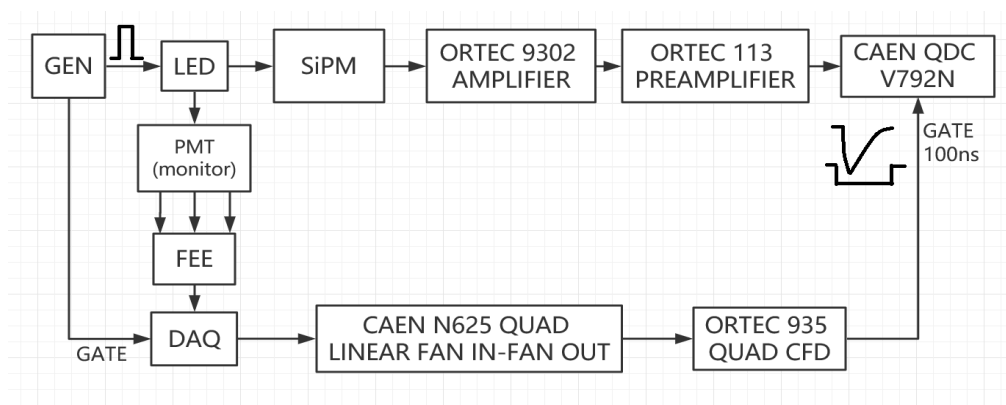
*NDL SiPM，工作电压为 $V_{op} + 8$ V；HAMAMATSU SiPM，工作电压为 $V_{op} + 4.5$ V

测试系统

利用实验室的一套LED光源系统对NDL SiPM进行测试。如图2所示为实物图，图2(b)所示为结构框图。利用脉冲发生器产生电压脉冲激发LED发光，同时一路同步触发作为数据采集系统的门信号；LED发光，光子通过多路光纤传输到SiPM和用于监视光强的光电倍增管（Monitor）；SiPM信号进入QDC进行测试，Monitor的信号被另外一套数据采集系统进行采集（这套Monitor是采用我国暗物质粒子探测卫星量能器的读出设计，动态范围可以达到 10^5 ）。



(a)



(b)

图2. LED测试平台 (a) 和逻辑框图 (b)

测试结果

（1）单光电子谱

图3所示为11-1010C-S型号的SiPM工作在35 V电压下测量得到的光电子谱。测试过程中，利用图2所示的光源系统，控制LED光源的发光强度，设置在一个较弱的状态下进行测试，测试结果中单光电子清晰可见，拟合得到道数为18.5道。对整个电路系统进行刻度，换算得到增益为为 1.2×10^5 。

（2）SiPM 线性

设置脉冲发生器的脉冲宽度为5ns，通过调节脉冲发生器的驱动电压，逐渐改变LED光源的发光强度，得到SiPM的信号输出线性分别如图4所示。横轴为光强监测的PMT输出的幅度，纵轴为SiPM的信号幅度。该响应曲线是一个典型的SiPM信号输出曲线，在像素数量前1/3的位置，SiPM线性较好，然后非线性逐渐现象，这是由于光子击中SiPM像素的随机性导致的，通过对该非线性的分析，利用曲线进行拟合，研究非线性的修正方法，可以用于以后数据的修正。

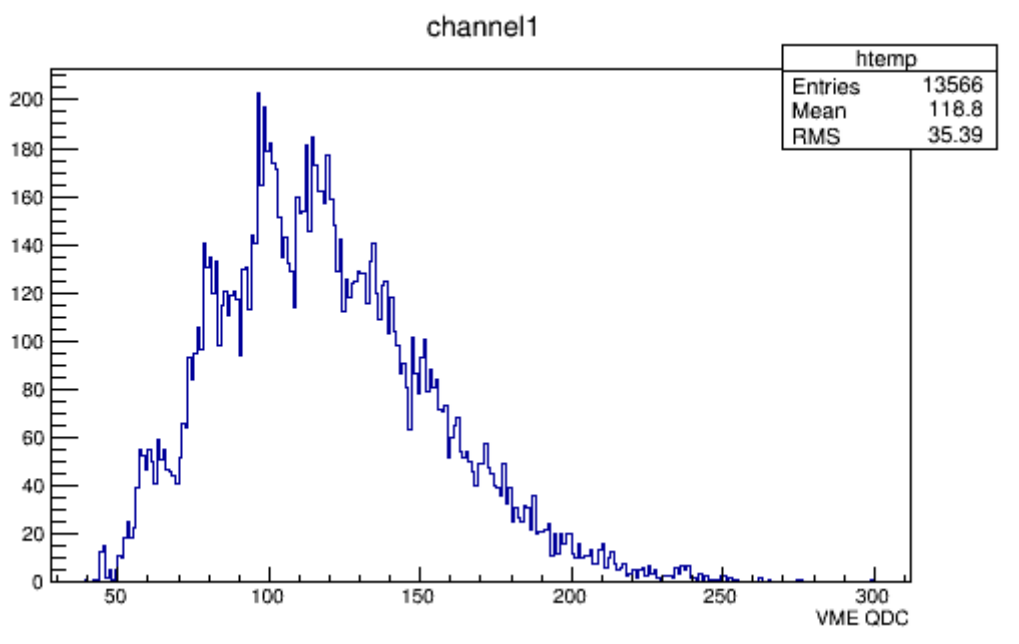


图3. SiPM光电子谱

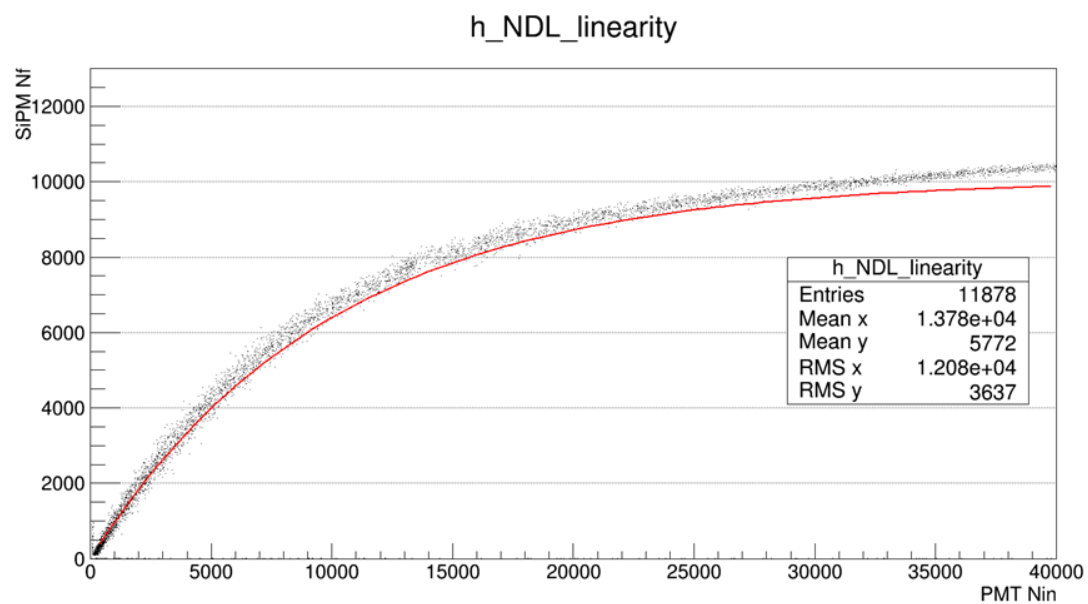


图4. NDL SiPM的非线性响应

总结

在实验室针对NDL 11-1010C-S型号的SiPM进行了初步测试，测试显示器增益可以实现 10^5 倍，单光电子谱清晰可见。其动态范围响应曲线可以很好的利用SiPM响应虚线描述。