* 强子量能器：强子在介质中会发生强子簇射，如图 2- 4所示，强子量能器主要功能是测量入射强子的能量。强子簇射是指高能强子与介质中原子核发生非弹性散射，产生次级强子，而高能次级强子又会引发更多非弹性散射，最终产生大量次级粒子。不同于电磁簇射，强子簇射产物要复杂得多，其簇射深度通常用平均核作用长度来描述，指的是强子发生一次与介质原子核作用的平均路径长度。由于强子簇射完全吸收的深度远大于电磁簇射，因此强子量能器体积也远大于电磁量能器，并且通常采用取样型结构，吸收体一般用铁、铜和铅板等，灵敏层一般用闪烁计数器、漂移室和阻性板室等。由于强子簇射作用复杂，一般还包含电磁簇射过程，因此强子量能器的分辨率普遍低于电磁量能器。

CMS实验上的电磁量能器属于层传统量能器，如图 2- 3（左）所示，使用PbWO4闪烁晶体作为吸收体，其辐射长度X0为0.89 cm，吸收体总长度为25X0。如图 2- 3（右）所示，该量能器具有相当高的能量分辨率，对于100GeV光子，分辨率达到了0.4%。

该量能器的基本结构与前文的电磁量能器相同，总共38层相同的层叠结构，每层结构如图 2- 20 所示，该结构主要由灵敏层和吸收层组成，灵敏层由塑料闪烁体阵列构成，单层灵敏层总面积1 m2 ，单元厚度0.5cm，灵敏层如图 2- 21所示，中间部分使用较小的塑料闪烁体（3×3 cm2），外围用较大闪烁体（从6×6 cm2 到12×12 cm2），使用钢作为吸收层，每层吸收层厚度2cm，吸收层总共76cm，等效于4.5个平均核作用长度。

1. Glashow S L. Partial-symmetries of weak interactions[J]. Nuclear Physics, 1961, 22(4): 579-588.
2. Higgs P W. Broken symmetries and the masses of gauge bosons[J]. Physical Review Letters, 1964, 13(16): 508.
3. Englert F, Brout R. Broken symmetry and the mass of gauge vector mesons[J]. Physical Review Letters, 1964, 13(9): 321.