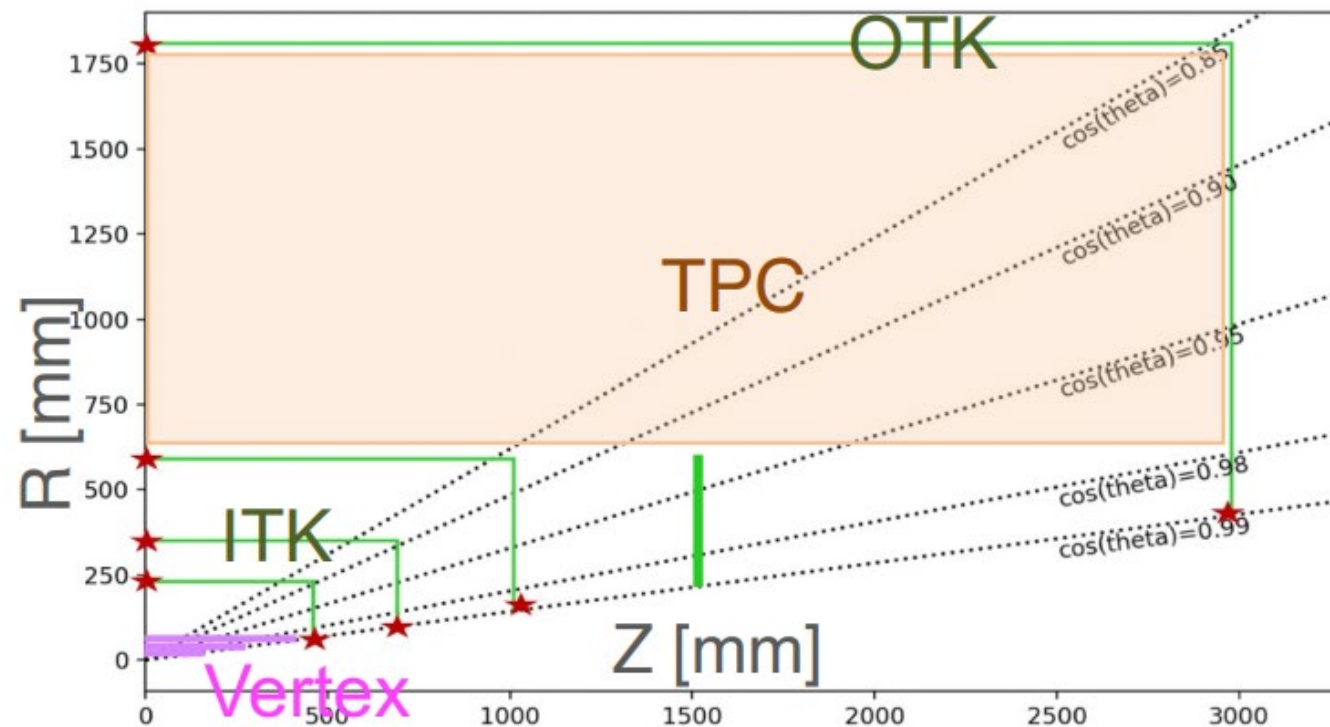


dE/dx performance of multilayer silicon at CEPC endcap ITK

汪恒宇

2024.9.13

Endcap ITK dE/dX 性能

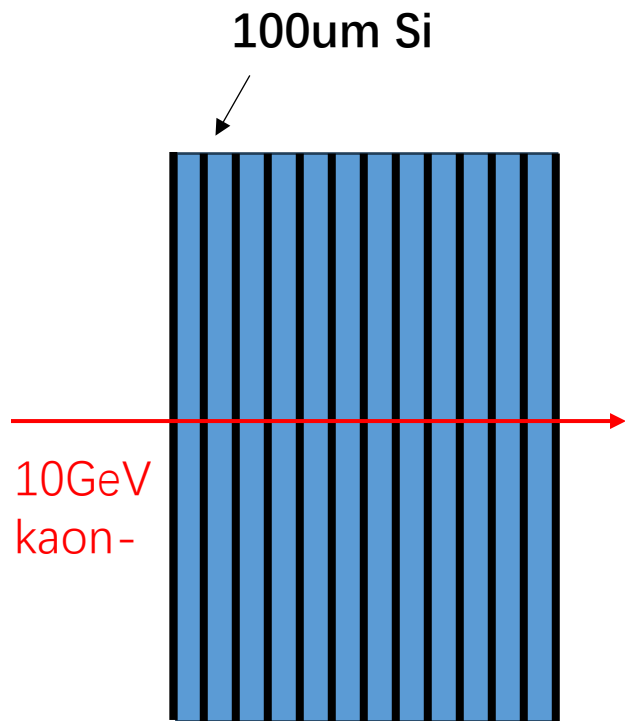


Endcap ITK 四层双层结构硅微条，共八层硅。
CEPC Silicon Tracker dE/dx的测量可用于加强PID，尤其是端盖区域弥补TPC空白以及对低能带电粒子的鉴别。

截断平均法测量多层si的dEdX (layers>20)

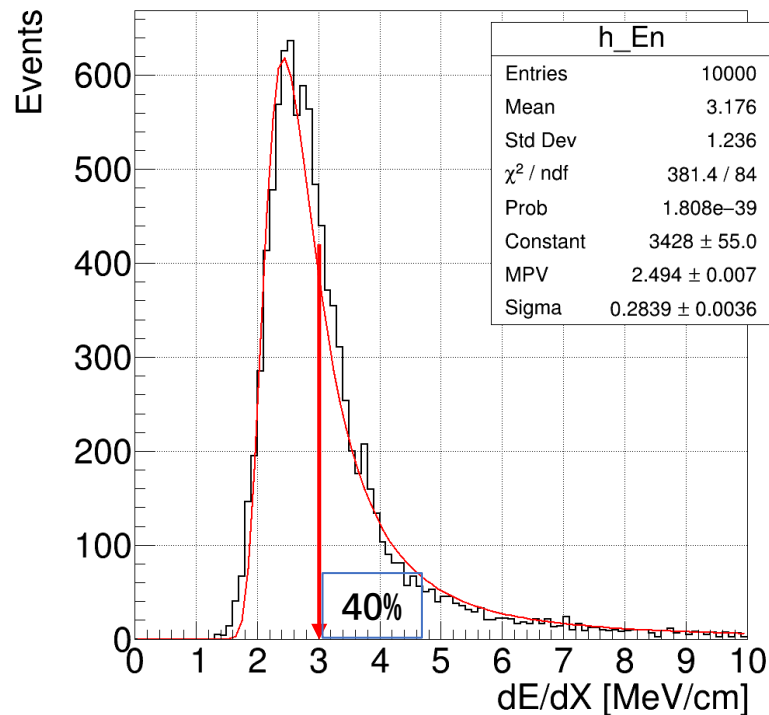
Stand alone

➤ 截断平均法测量dE/dX, 截断点取能量的60%可以获得最佳dE/dX分辨。

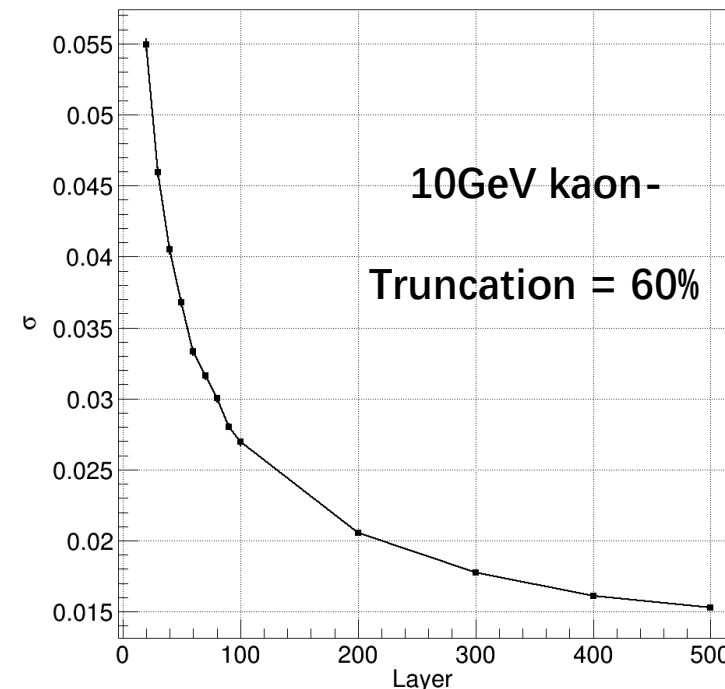


多层硅dEdx测量理想模型。
Si沉积能量为MCTruth Energy。

Si探测效率100%;



10000 events 穿过100um Si 能量损失分布



10GeV kaon- 在100umSi 中dE/dX分辨率随放置层数的分布

截断平均法测量8层si的dEdX

截断平均方法：去掉能量沉积最高的几层。

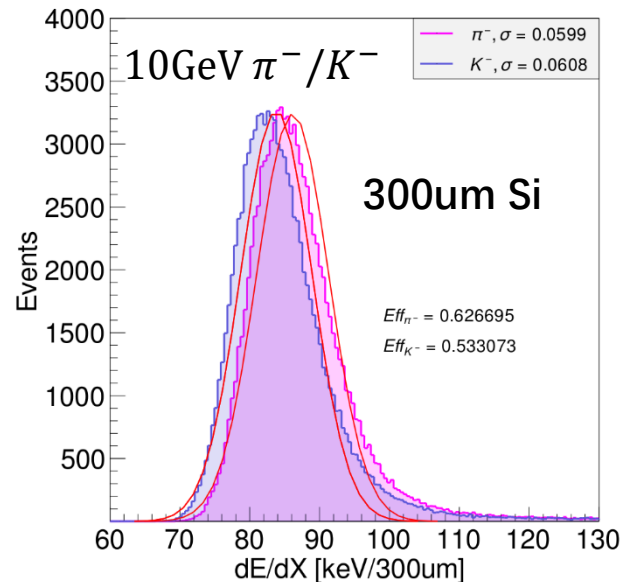
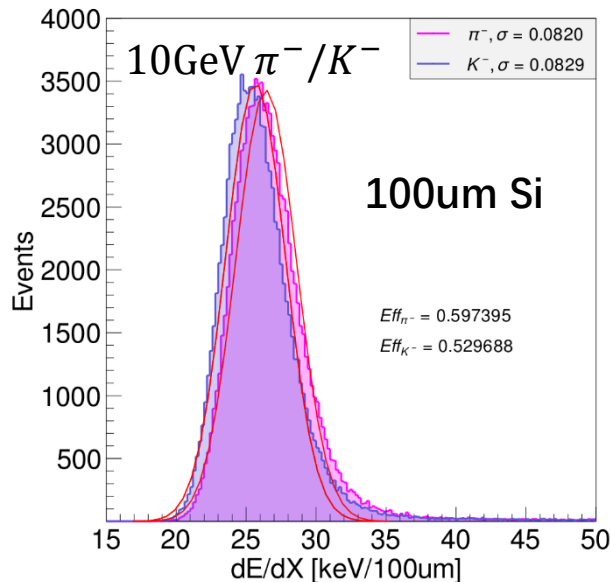
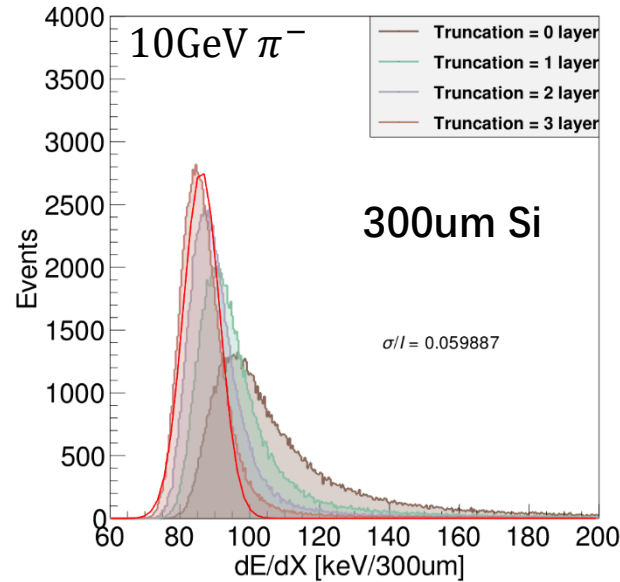
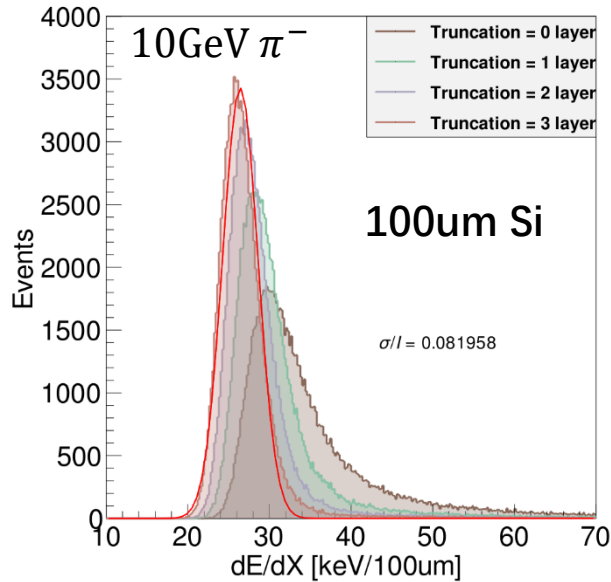
$$\frac{dE}{dX} = \frac{\Sigma E - \Sigma E_i^{max}}{8 - Truncation}$$

- dE/dX截断平均值分布不对称，随着截断层数增加，dE/dX分布变窄，峰位左移。
- 10GeV π^- 在截断层数取3层时(5个数据点), $\sigma_{100um} = 8.2\%$, $\sigma_{300um} = 6.0\%$ 。

取直方图相交位置作Cut, 左边是 π^- , 右边是 K^-

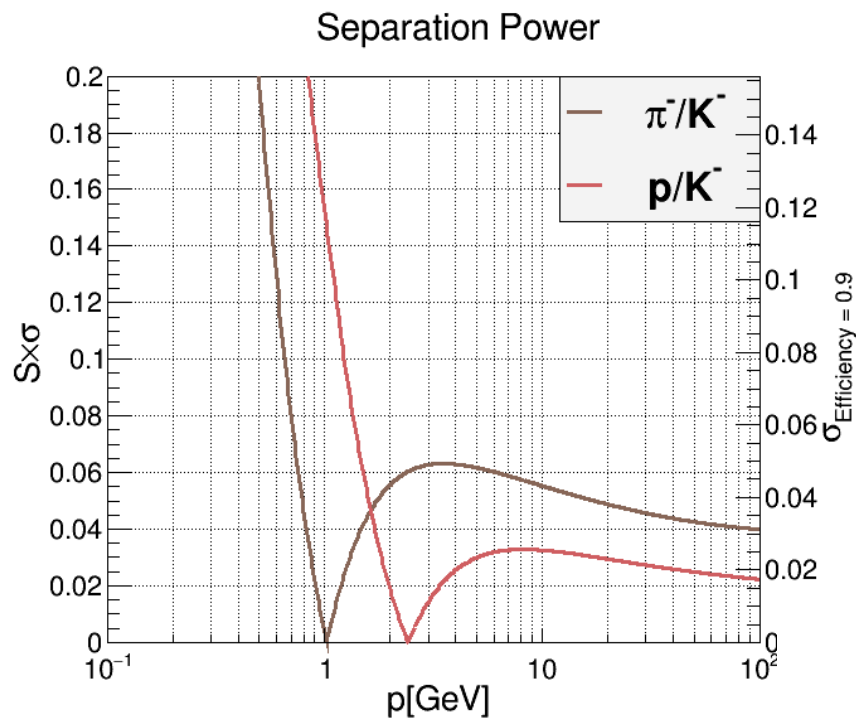
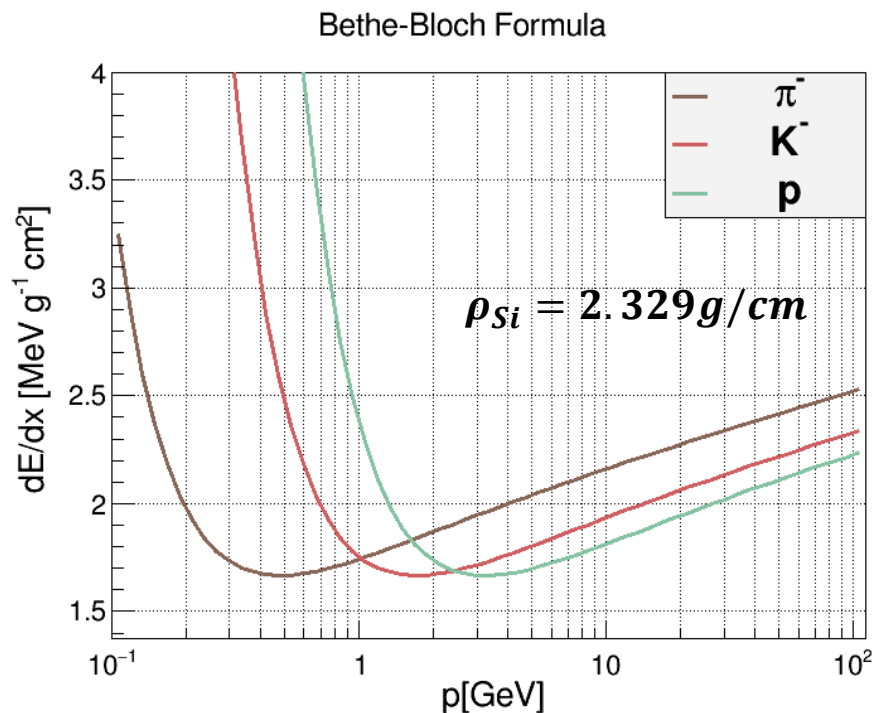
$$Efficiency_{\pi} = \frac{\pi_{Select}}{\pi_{All}}$$

- 10GeV π^-/K^- dE/dX分布堆叠在一起。
- **100um Si** dE/dX 中心值分别为25.97keV和25.24keV, σ/l 分别为8.20%和8.28%, π^-/K^- 鉴别效率分别为**59.74%**和**52.97%**。
- **300um Si** dE/dX 中心值分别为84.75keV和82.42keV, σ/l 分别为5.99%和6.08%, π^-/K^- 鉴别效率分别为**62.67%**和**53.30%**。



8层硅的dE/dX的分布和 π^-/K^- 鉴别能力。

带电粒子在Si中的电离能损理论描述



标准高斯分布累积分布函数

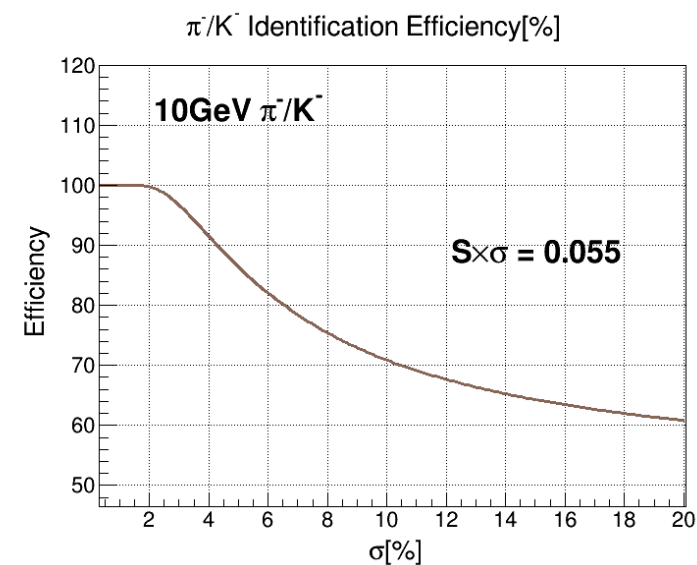
$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

$$S = \frac{|\Delta I|}{\sigma_{I_A} + \sigma_{I_B}}$$

$$= \frac{|\Delta I|}{\sigma(I_A + I_B)}$$

对于10GeV π^-/K^- , $S \times \sigma = 0.055$, 不同 σ 对应鉴别效率如下表

σ	$S[\sigma]$	Efficiency= $\Phi(S)$
0.082	0.671	75.14%
0.060	0.916	82.02%
0.055	1.000	84.13%
0.043	1.270	90.00%



10GeV π^-/K^- 鉴别效率和dE/dX关系

总结:

- 10GeV π^- 在截断层数取3层时(5个数据点), $\sigma_{100\mu m} = 8.2\%$, $\sigma_{300\mu m} = 6.0\%$ 。对应的 π^-/K^- 鉴别效率分别为**59.74%**和**62.67%**。
- 用Bethe-bloch 公式描述带电粒子在Si中的电离能损, 结果显示对于10GeV π^-/K^- , 要达到90%的鉴别效率, σ 需要好于4.3%。
- $\sigma_{100\mu m} = 8.2\%$, $\sigma_{300\mu m} = 6.0\%$, 对应鉴别效率理论值为**75.14%**和**82.02%**, 好于模拟测量值。
 - 模拟和理论差异原因可能来自两个方面, 第一是模拟结果和公式并非完美贴合, 需要验证。
 - 第二是截断平均后, dE/dX 分布峰位左移, 造成模拟值偏离理论值。
- 下一步工作: 使用似然函数值代替截断平均法, 预计会在性能表现上有一定提高, 具体效果需要量化。