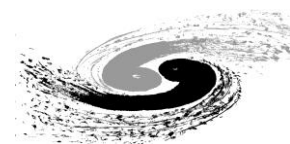


Analog front-end design

Ying ZHANG

2018-12-7



噪声仿真

■ 电路参数

Table 2. Transistor size and contribution to charge threshold mismatch.

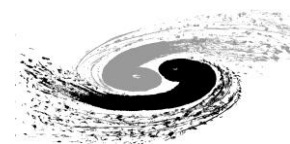
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	Cs
rms [e]	2.70	0.06	0.03	0.22	4.63	0.92	0.17	0.34	0.58	0.04	0.91
W/L [$\mu\text{m}/\mu\text{m}$]	1.8/8.5	0.92/0.18	0.22/0.18	0.5/5	2/8.4	0.5/10	0.5/3	0.42/7	0.22/4	0.42/0.2	Cap. : 344 fF
Area [μm^2]	15.3	0.16	0.04	2.5	16.8	5	1.5	2.94	0.88	0.08	43.09
rms [e]	0.69	0.14	0.14	0.14	1.13	0.41	0.14	0.20	0.62	0.14	0.14

Ref: D. Kim <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/11/02/C02042>

■ 仿真设置

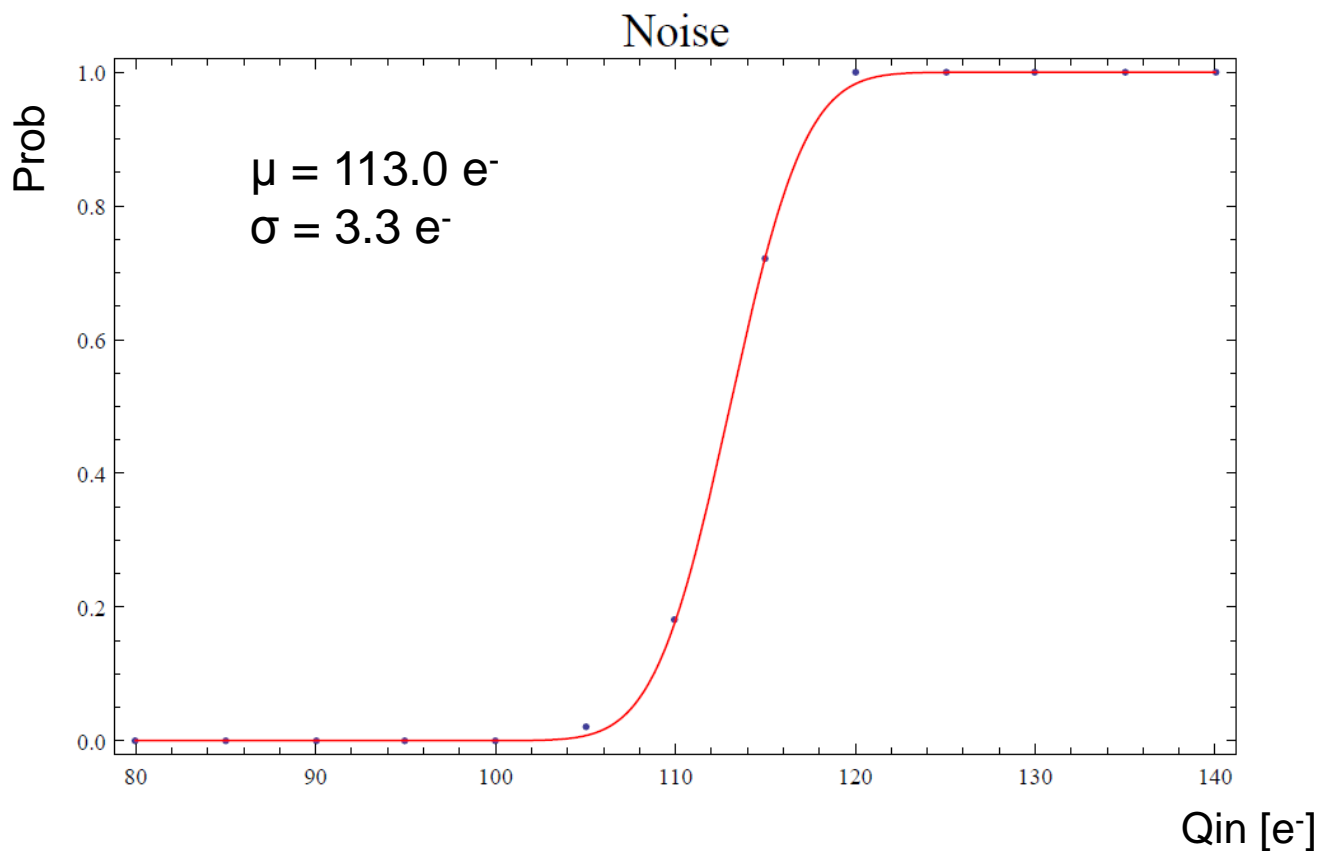
- I_{bias} = 20 nA, I_{DB} = **4.5 nA**
- I_{THR} = 0.5 nA, C_d = **2.5 fF**, Q_{in} = 300 e
- I_{leak} = 400 fF, V_{reset} = **1.4 V**
- V_{CASP} = 600 mV, V_{CASN} = 400 mV, V_{CASN2} = 500 mV
- C_{out_A} = **2 fF**, C_{out_D} = **6 fF**
- V_{clip} = 0, V_{sub} = 0 V
- M1 bulk tie to source

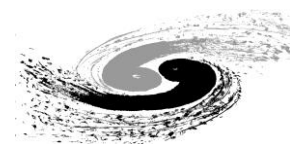
Ref: C. Gao Doctoral dissertation



瞬态噪声仿真

- 仿真方法：在瞬态仿真中加入瞬态噪声，仿真次数50，输入电荷 Q_{in} 为80 ~ 150 e^- ，记录不同输入电荷下输出OUT_D的翻转次数，拟合出S曲线





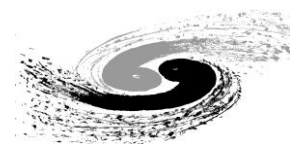
Monte Carlo仿真

- 仿真方法1：在蒙卡仿真**Statistical Variation**中选择**Mismatch**，仿真次数**100**，输入电荷 Q_{in} 为**80 – 150 e⁻**，记录不同输入电荷下输出**OUT_D**的翻转次数，拟合出**S**曲线
- 仿真方法2：在蒙卡仿真**Statistical Variation**中选择**All (Process & Mismatch)**
- 仿真方法3：在蒙卡仿真中加入瞬态噪声

	方法1	方法2	方法3
平均阈值 μ	111.8 e ⁻	112.3 e ⁻	?
阈值失配 σ	2.7 e ⁻	3.0 e ⁻	?

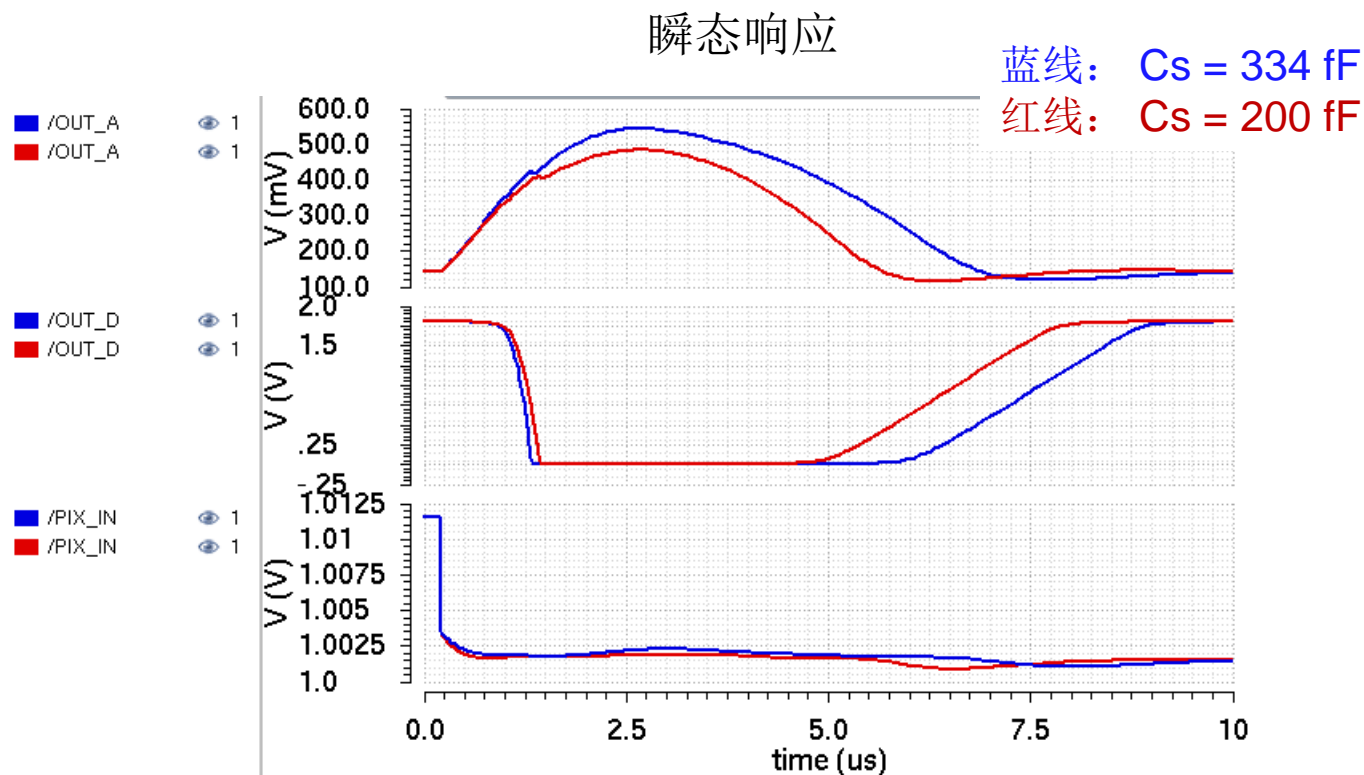
mismatch仿真值和其他设计的仿真值相近，但是各设计的测试值都远大于仿真值。

仿真模型问题？方法问题？

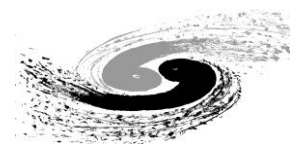


减小电路面积

- 降低 C_s → 减小面积；降低增益 → 增大mismatch



C_s 降低40%，增益降低15% @ 200 e-



减小电路面积

■ 噪声性能对比

Cs	阈值	瞬态噪声	阈值失配 *
334 fF	111.8 e ⁻	3.3 e ⁻	2.7 e ⁻
200 fF	138.1 e ⁻	3.2 e ⁻	3.1 e ⁻
240 fF (MIC4)	142.1 e ⁻	4.0 e ⁻	2.9 e ⁻

*方法1

- Cs减小后，噪声仿真结果差别不大，是否可信？
- 阈值升高，可以通过其他方式降低

■ 下一步工作：

- 确认仿真方法，重新验证噪声性能以及工艺角仿真
- 评估版图面积