

芯片功耗的测试

张颖, 卢云鹏

2021/4/2



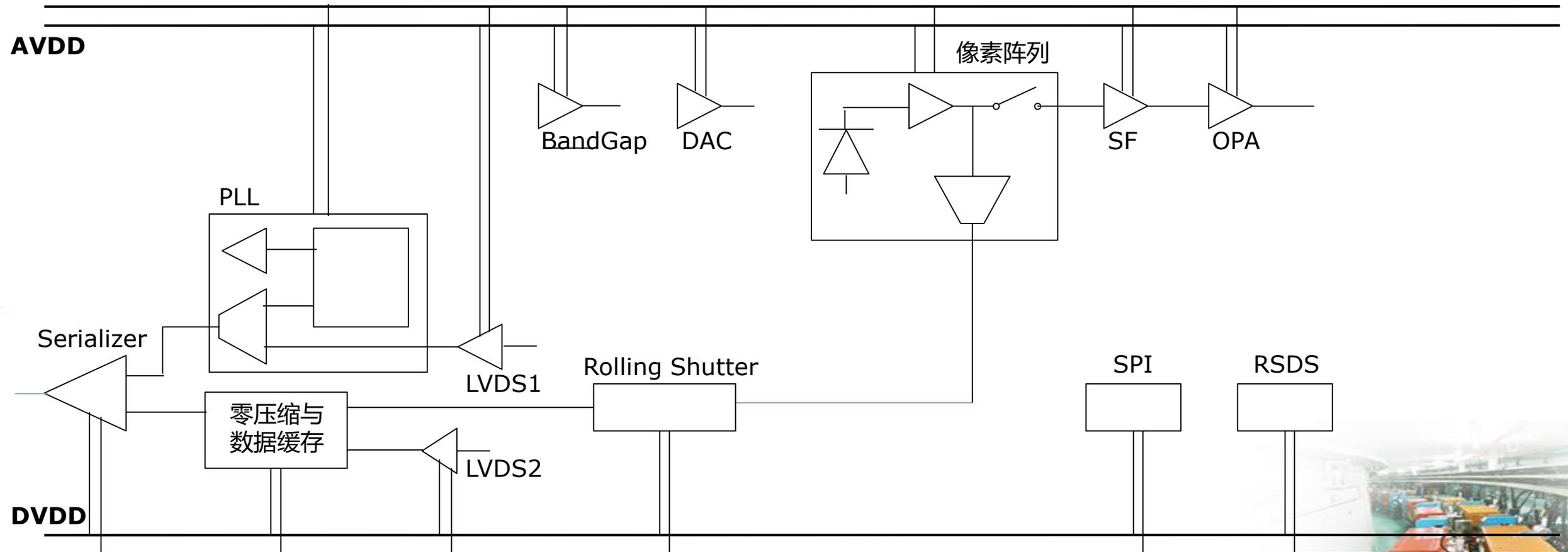
各模块的供电方式

■ 挂载在AVDD上的模块

- 像素阵列, SF缓冲器, OPA缓冲器, DAC, BandGap, LVDS接收器1, PLL

■ 挂载在DVDD上的模块

- RollingShutter控制, LVDS接收器2, 零压缩与数据缓存, Serializer, SPI, RSDS

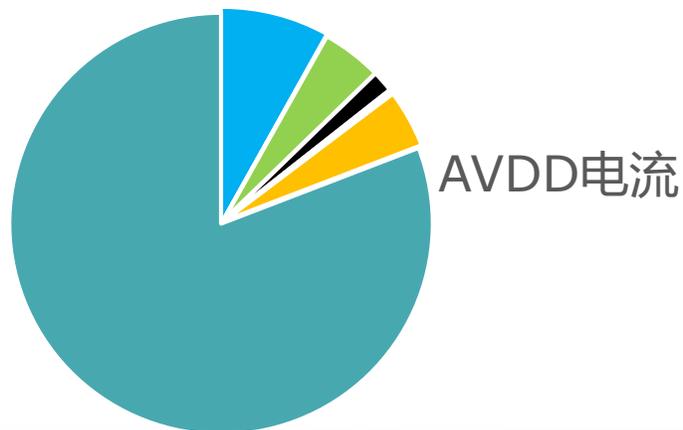


各模块消耗的电流汇总（仿真值）

■ 模拟电源AVDD总电流39.02mA

AVDD合计	39.02 mA
像素阵列	3.15 mA
SF缓冲器	0.02 mA
OPA缓冲器	1.79 mA
DAC	0.64 mA
BandGap	0.13 mA
LVDS接收器1	1.74 mA
PLL	<u>31.54 mA</u>

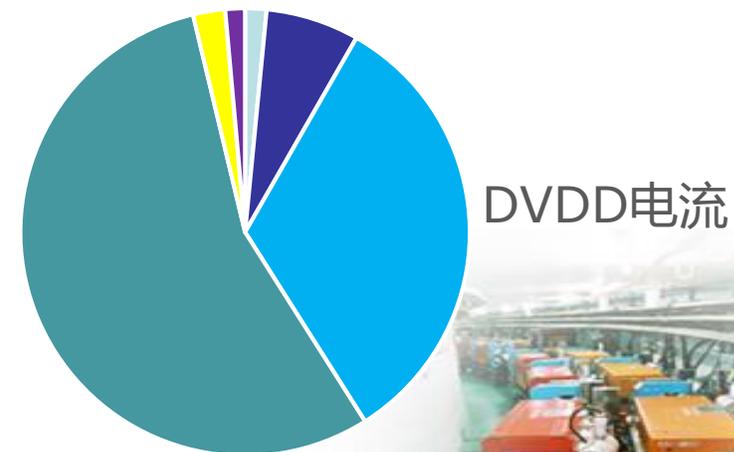
- 像素阵列
- SF缓冲器
- OPA缓冲器
- DAC
- BandGap
- LVDS接收器1
- PLL



■ 数字电源DVDD总电流25.56mA

DVDD合计	25.56 mA
RS控制	0.4 mA
LVDS接收器2	1.75 mA
零压缩与数据缓存	<u>8.53 mA</u>
Serializer	<u>14.38 mA</u>
SPI	0.6 mA
RSDS	0.37 mA

- RS控制
- LVDS接收器2
- 零压缩与数据缓存
- Serializer
- SPI
- RSDS



测量方法与结果

■ 精密测量直流电源

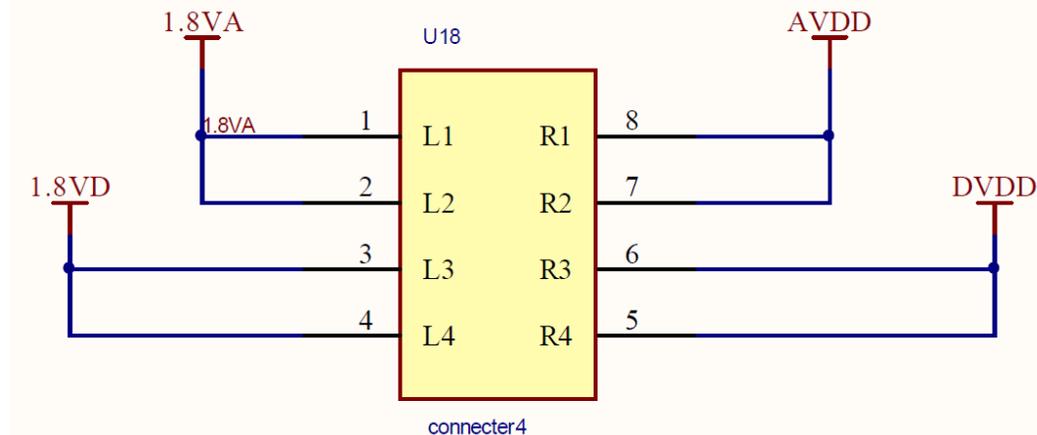
- 0.05% 电流测量精度
- 10nA 分辨率

■ 对AVDD和DVDD供电端子直接测试

- 模拟电源比仿真值小6mA
- 数字电源比仿真值大3.8mA



电路板上的芯片电源测试点



	AVDD总电流	DVDD总电流
测量值	33.09	29.35
仿真值	39.02	25.56

单个模块的功耗测试

- 零压缩与数据缓存在两种工作状态下的AVDD电流差12.47mA
 - 工况1: 80M系统时钟
 - 工况2: 无系统时钟
 - 大于预期值8.53mA, **取12.47mA作为该模块消耗的电流**
- PLL在两种工作状态下的AVDD电流差8.73mA
 - 工况1: 40M参考时钟
 - 工况2: 无参考时钟, 固定低电平
 - 符合预期值8.44mA
- Serializer在两种工作状态下的DVDD电流差2.7mA
 - 工况1: 500M时钟输入
 - 工作2: 无时钟输入, 固定高电平
 - 接近预期值3.28mA

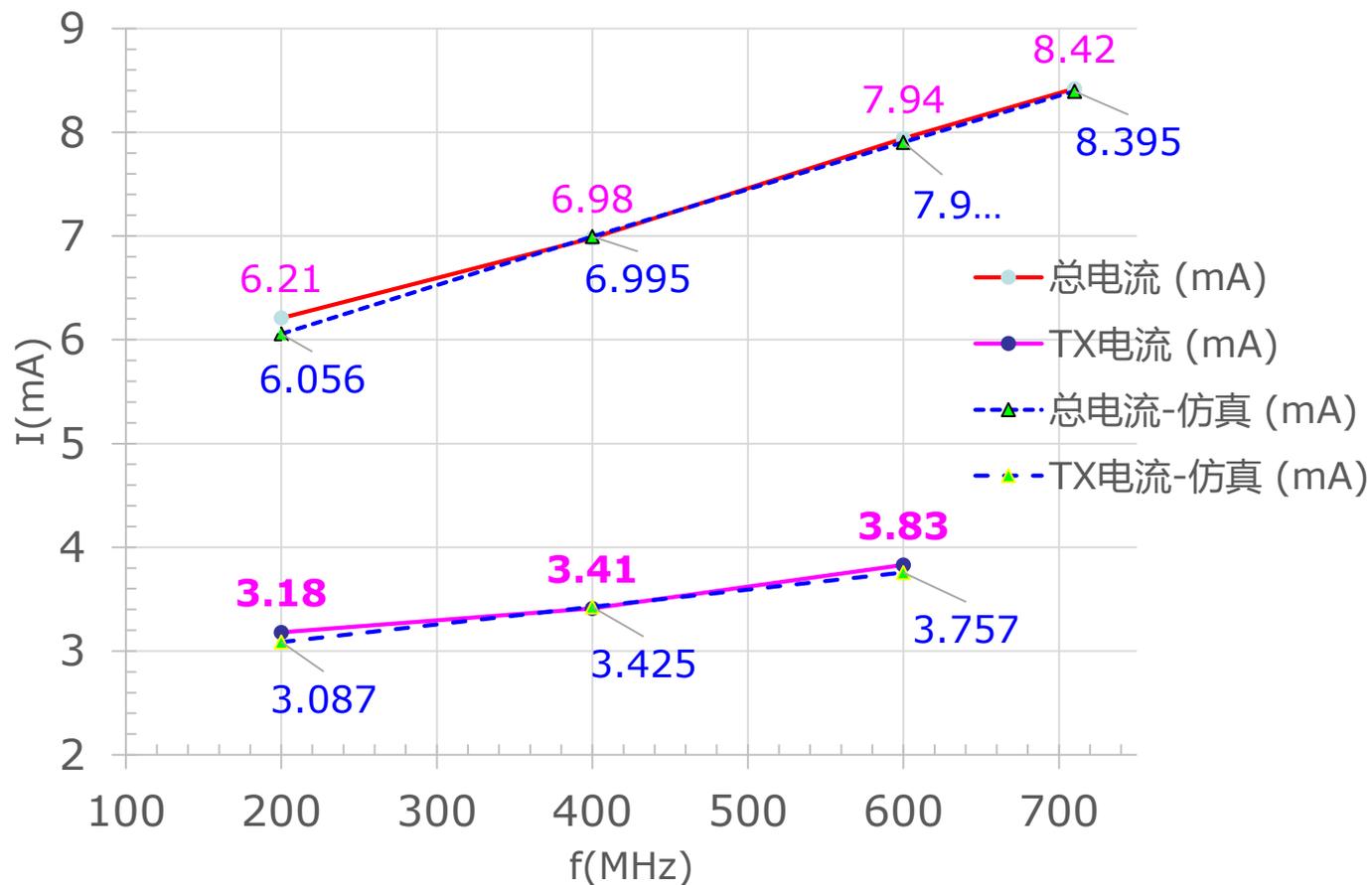


单个模块的功耗测试

■ RSDS模块的发送和接收可单独关闭，测量开/关状态下的DVDD电流即可

施展

● 测试值与仿真值符合较好



平均功耗的计算

- 按照实用芯片 1cm*2.56cm 的面积折算
91.44mW/cm²

- 像素阵列和零压缩按比例增加
- 其他模块不变
- 灵敏面积 0.819cm*2.56cm

	512*192	512*1024
像素阵列	3.15 mA	16.79 mA
零压缩与数据缓存	12.47 mA	66.47 mA
其它公用模块	46.82 mA	46.82 mA
合计	62.44 mA	130.08 mA

- 其中，测试专用模块消耗的电流 > 15mA

- 模拟buffer(1.8mA)
- LVDS接收器1(1.74mA)
- PLL测试输出 (11.5mA)
- 高功耗版本?

- 平均功耗 (仿真值) 是ALPIDE的**2.35**倍

- Analog约2.2倍: 像素小, 且有高功耗版本
- Digital约**2.7**倍: 需进一步理解
- DTU约**2.03**倍: 扣除PLL输出和LVDS接收器1 (合计9.31mW/cm²) 后为1.47倍

	JadePix3折算后	ALPIDE
模拟BF	1.28mW/cm ²	-
Analog	12.26mW/cm ² (含高功耗版本)	5.64mW/cm ²
Digital	33.5mW/cm ²	12.1mW/cm ²
DTU	33.51mW/cm ²	16.5mW/cm ²
Total	80mW/cm²	34mW/cm²



平均功耗的计算

■ 按照本芯片的面积计算平均功耗

- 不含PLL和Serializer, $(62.44-14.38-31.54)*1.8V/(1.04cm*0.61cm)=46.9mW/cm^2$
- 含PLL和Serializer, $62.44mA*1.8V/(1.04cm*0.61cm)=177.2mW/cm^2$



结论

- 测试结果满足 $< 100\text{mW}/\text{cm}^2$ 的指标要求
 - 按照实用芯片 $1\text{cm} \times 2.56\text{cm}$ 的面积折算, **含所有模块**, $91.44\text{mW}/\text{cm}^2$
 - 按照本芯片的面积计算平均功耗, **不含PLL和Serializer**, $46.9\text{mW}/\text{cm}^2$
- 可进一步降低功耗的途径:
 - **明确可以减少的**: 测试专用模块的电流 $> 15\text{mA}$
 - 需要进一步设计优化的: Digital和DTU

