

ZTE 中兴

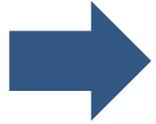
112G Serdes高速数据链路性能评估方法

黄健, 中兴通讯 朱代山, 中兴通讯 杨智伟, 中兴通讯



MATLAB EXPO

目录



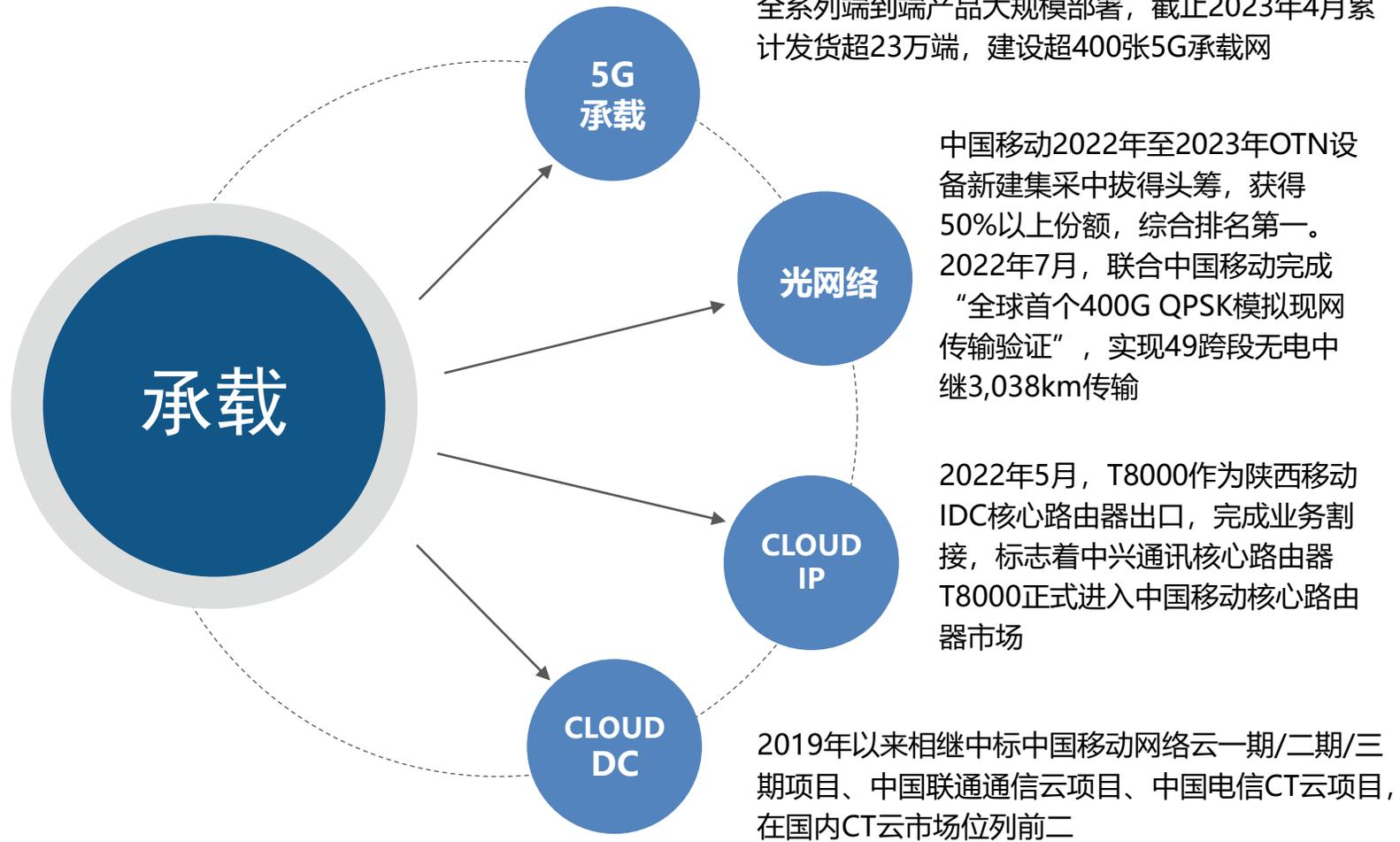
- 1 中兴通讯承载网介绍
- 2 高速通道架构和系统设计
- 3 112G 链路误码率仿真及验证
- 4 112G 链路误码分布仿真及验证
- 5 总结

中兴通讯

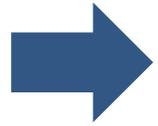


- 全球领先的综合通信与信息技术解决方案提供商
- 用创新的技术与产品解决方案，服务于全球电信运营商、政企客户和消费者
- 公司业务覆盖160多个国家和地区，服务全球1/4以上人口，致力于实现“让沟通与信任无处不在”的美好未来

中兴通讯承载网



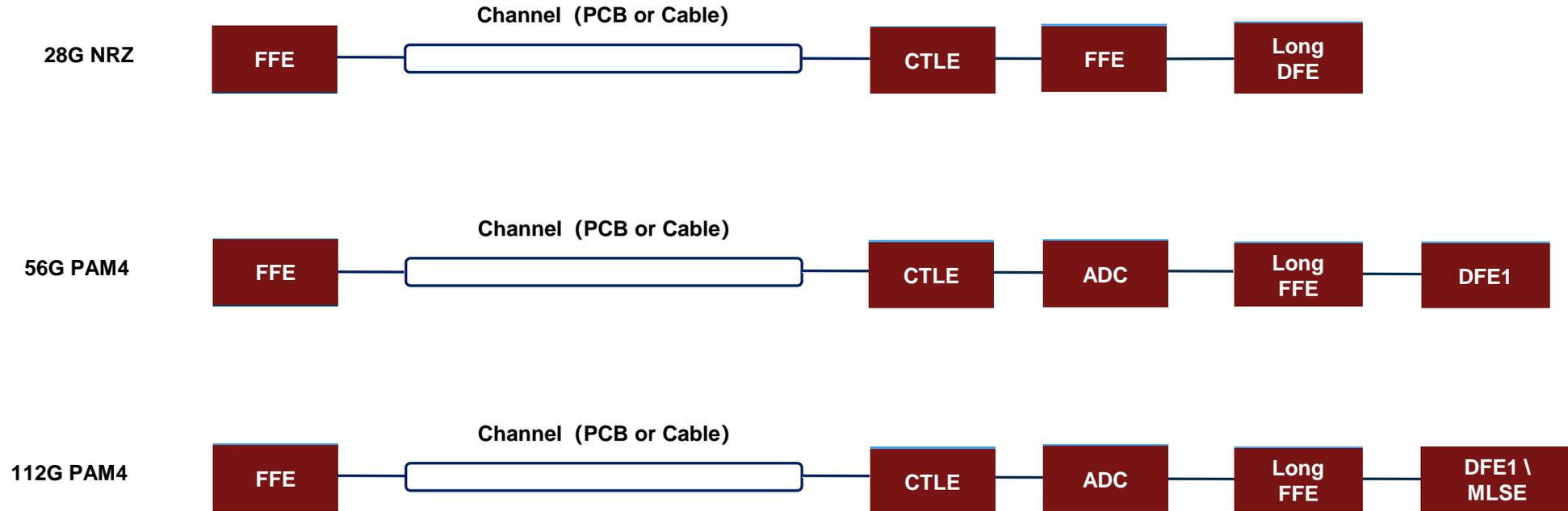
目录



- 1 中兴通讯承载网介绍
- 2 高速通道架构和系统设计
- 3 112G 链路误码率仿真及验证
- 4 112G 链路误码分布仿真验证
- 5 总结

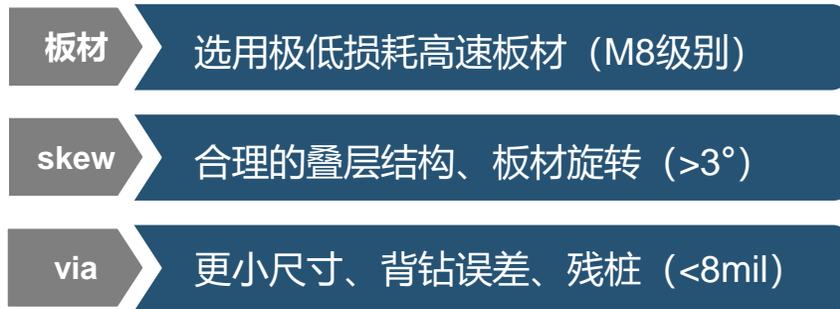
高速通道架构

典型架构



112G系统设计技术

- 无源设计



- 有源设计

- ✓ Serdes架构
- ✓ FEC编码采用 RS (544, 514) / RS (544, 514) - int



目录

1

中兴通讯承载网介绍

2

高速通道架构和系统设计



3

112G 链路误码率仿真及验证

4

112G 链路误码分布仿真及验证

5

总结

112G 通道无源仿真(无串扰)

112G C2M

ASIC

Channel

THRU

Module

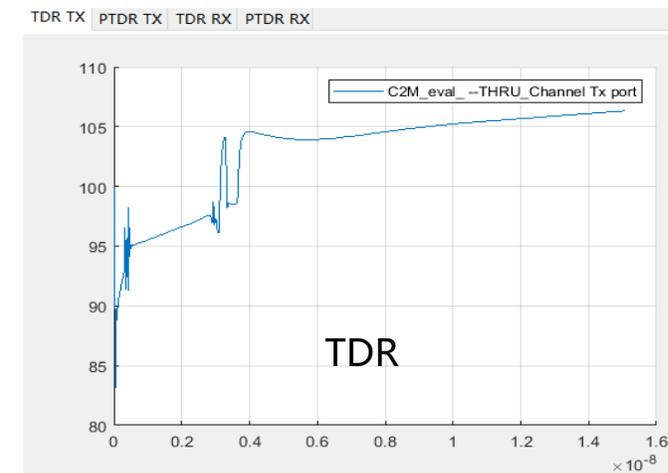
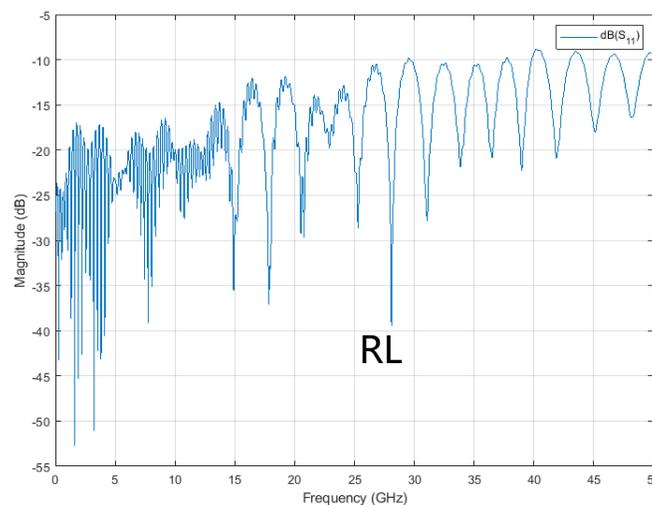
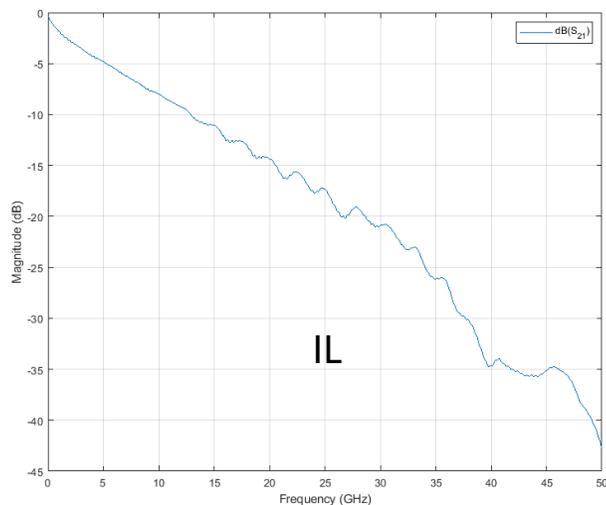
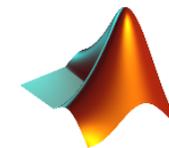
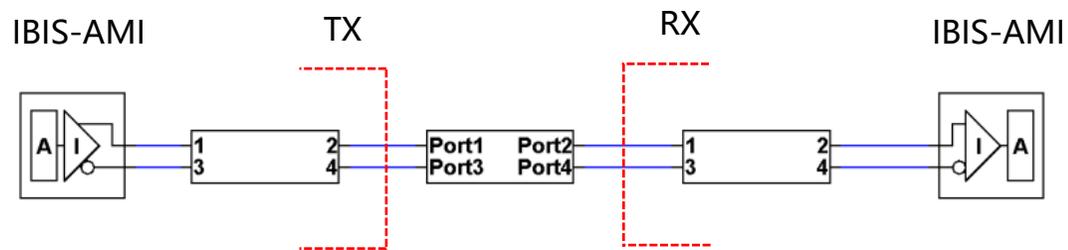


Table 93A-1 parameters			
Parameter	Setting	Units	Information
f_b	53.125	GBd	
f_min	0.05	GHz	
Delta_f	0.01	GHz	
C_d	[0 0]	nF	[TX RX]
L_s	[0 0]	nH	[TX RX]
C_b	[0 0]	nF	[TX RX]
z_p_select	[1 2]		[test cases to run]
z_p (TX)	[0 0; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (NEXT)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (FEXT)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (RX)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
C_p	[0 0]	nF	[TX RX]
R_0	50	Ohm	
R_d	[50 50]	Ohm	[TX RX]
A_v	0.415	V	vp/vf=.694
A_fe	0.415	V	vp/vf=.694
A_ne	0.608	V	

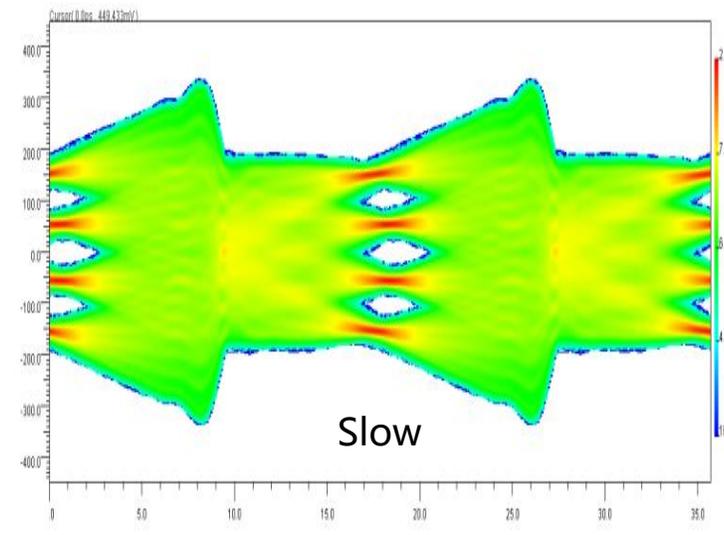
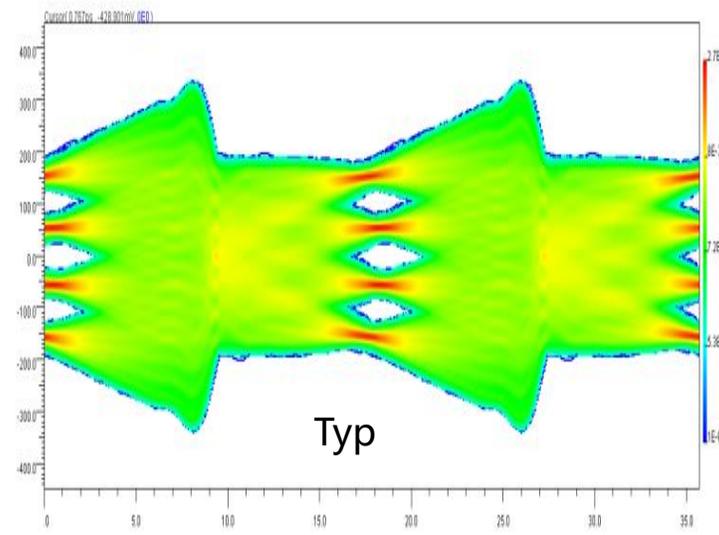
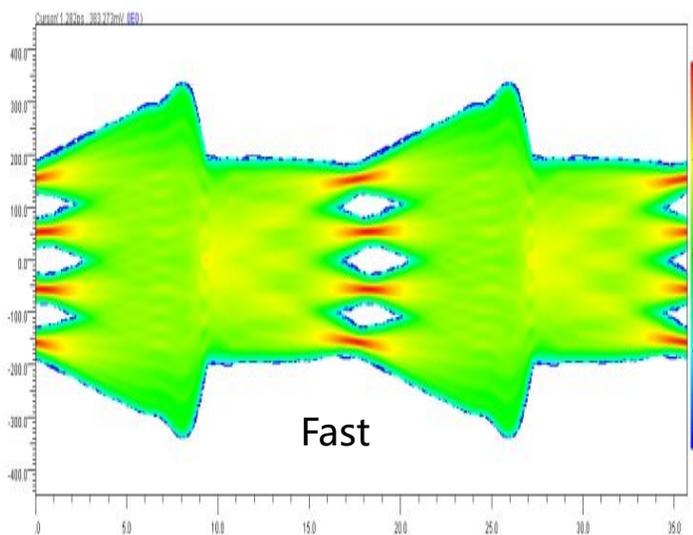
COM	ERL	ICN(mV)	FOM _{ILD} (dB)	VEC
3.8291	8.3791	0	0.2396	8.959

- COM = channel operating margin
- ERL = effective return loss
- ICN = integrated crosstalk noise
- FOM_{ILD} = RMS value of the insertion loss deviation
- VEC = vertical eye closure

112G 通道有源仿真(无串扰)



Corner	BER	SNR (dB)	EH (mV)	EW (UI)
Fast	1.25E-17	25.5105	25.42	0.1382
			26.44	0.1757
			25.42	0.1382
Typ	9.23E-16	24.9593	22.37	0.1307
			24.41	0.1726
			23.39	0.1351
Slow	1.89E-14	24.5264	20.08	0.1023
			23.39	0.1632
			21.35	0.1215



112G 通道无源仿真(有串扰)

112G C2M

ASIC

Channel

THRU+4*FEXT

Module

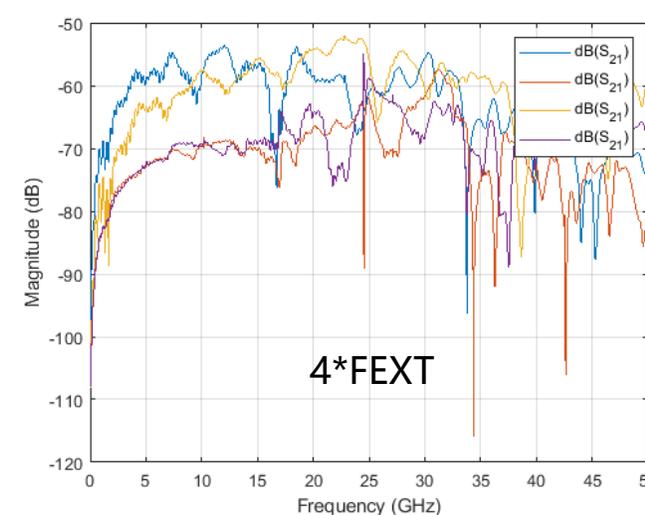
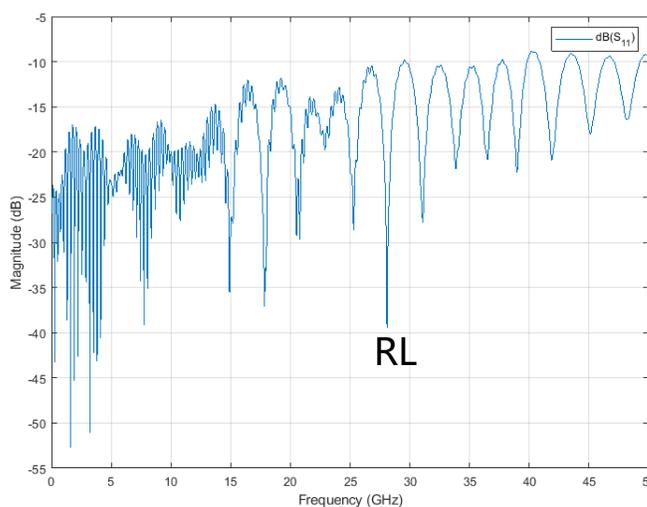
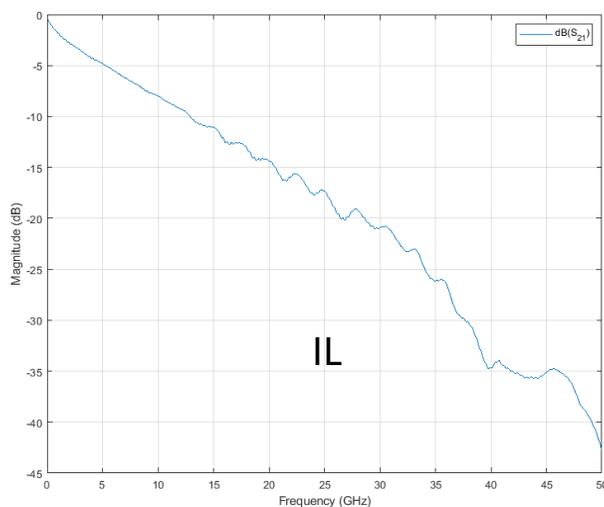
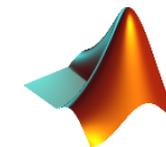
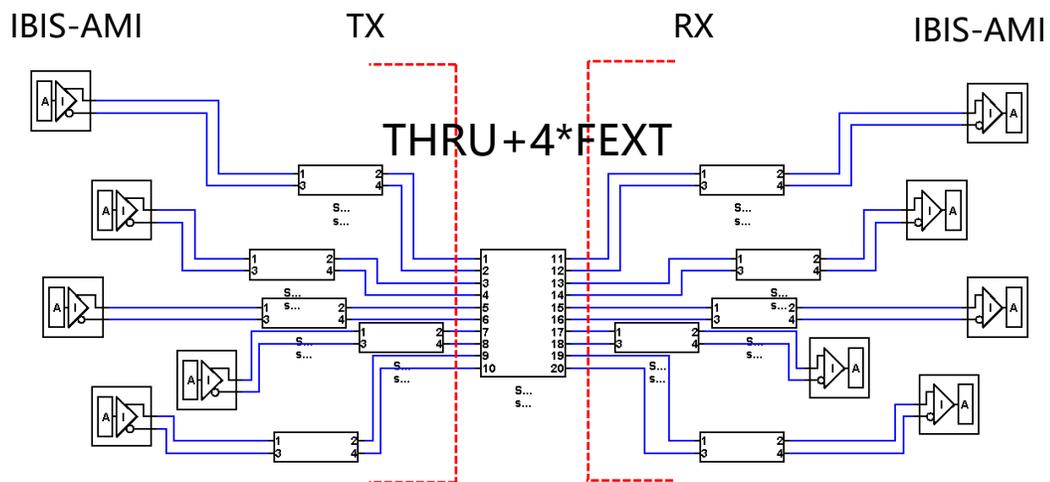


Table 93A-1 parameters			
Parameter	Setting	Units	Information
f_b	53.125	GBd	
f_min	0.05	GHz	
Delta_f	0.01	GHz	
C_d	[0 0]	nF	[TX RX]
L_s	[0 0]	nH	[TX RX]
C_b	[0 0]	nF	[TX RX]
z_p_select	[1 2]		[test cases to run]
z_p (TX)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (NEXT)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (FEXT)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
z_p (RX)	[0 0 ; 0 0]	mm	[test cases]
C_p	[0 0]	nF	[TX RX]
R_0	50	Ohm	
R_d	[50 50]	Ohm	[TX RX]
A_v	0.415	V	vp/vf=.694
A_fe	0.415	V	vp/vf=.694
A_ne	0.608	V	

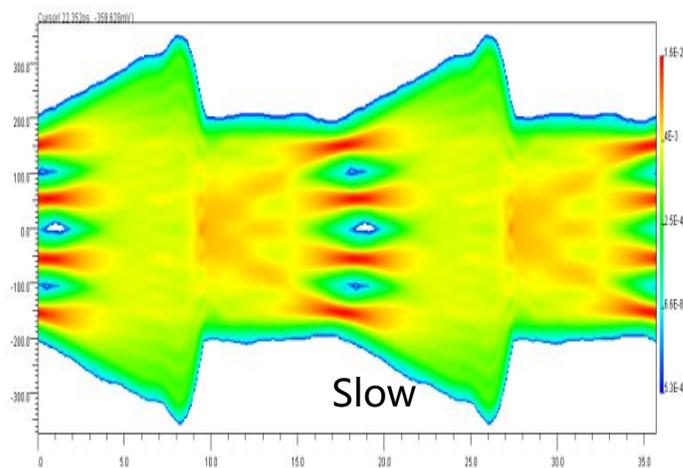
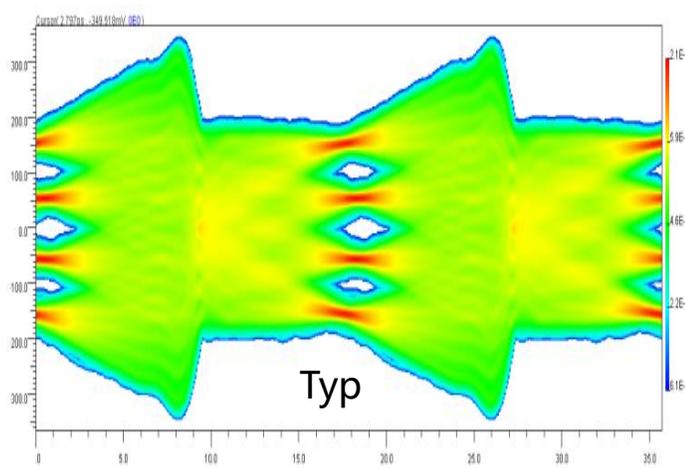
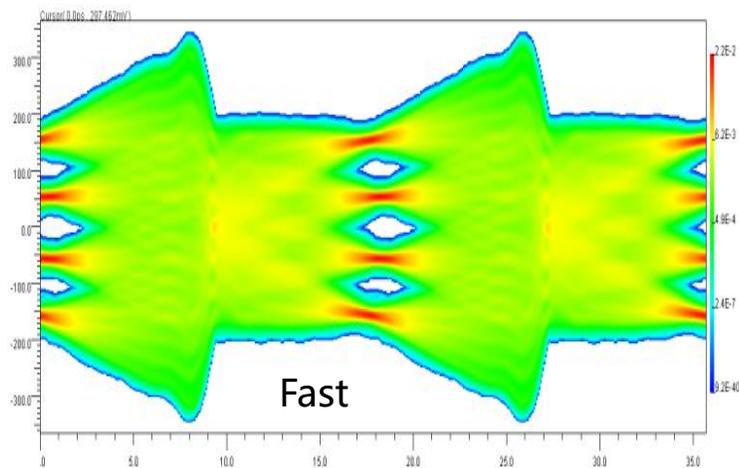
COM	ERL	ICN(mV)	FOM _{ILD} (dB)	VEC
3.7726	8.3791	1.0721	0.2396	9.0551

COM = channel operating margin
 ERL = effective return loss
 ICN = integrated crosstalk noise
 FOM_{ILD} = RMS value of the insertion loss deviation
 VEC = vertical eye closure

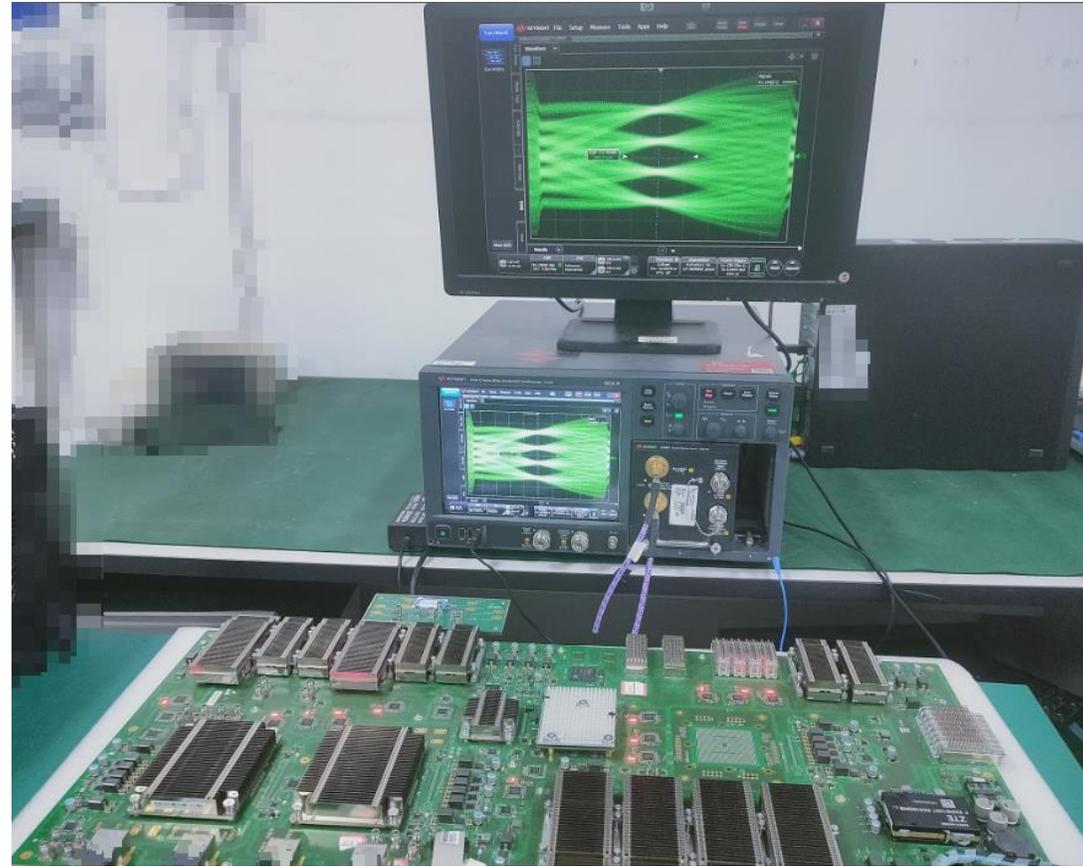
112G 通道有源仿真(有串扰)



Corner	BER	SNR (dB)	EH (mV)	EW (UI)
Fast	1.52E-17	25.4863	17.31	0.1195
			20.55	0.1428
			15.59	0.1163
Typ	1.03E-15	24.9434	13.48	0.1056
			18.86	0.1372
			12.35	0.1046
Slow	3.09E-09	22.2029	4.27	0.0212
			8.55	0.0596
			3.37	0.0123



112G 通道（带串扰）有源验证



Typ	Simulation	Test
EH(mV)	13.48	22.45
	18.86	23.00
	12.35	20.80
EW(UI)	0.1056	0.2479
	0.1372	0.2677
	0.1046	0.2337

- 仿真结果相对测试结果更加恶劣，仿真结果可以覆盖测试结果，满足产品应用要求

目录

1

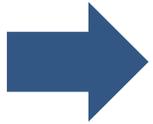
中兴通讯承载网介绍

2

高速通道架构和系统设计

3

112G 链路误码率仿真及验证



4

112G 链路误码分布仿真及验证

5

总结

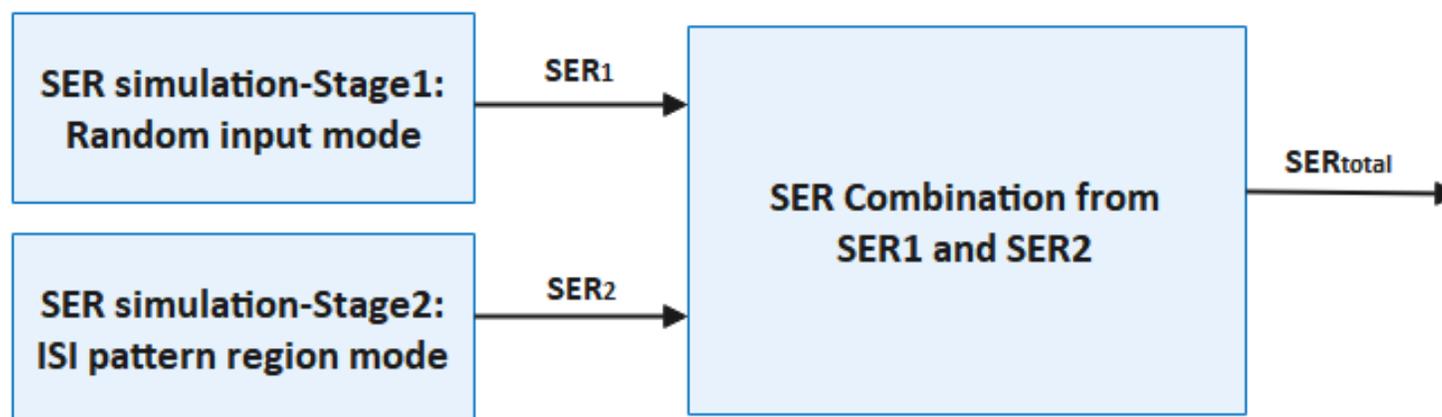
112G 链路误码分布仿真

在Serdes设计及验证阶段，为保障在特定误码率下，采用固定的FEC方式，实现误码可纠，需要针对误码分布进行探究。目前112G Serdes IP 厂家大部分均支持误码分布直方图的测试，通过测试可以得到误码是否可纠，但这种测试往往经过较长时间的验证，为了更加方便快捷的得到结果，这里通过仿真来实现。



随机误码

一般情况，理想信道只考虑高斯噪声的影响，而高速传输信道往往不是理想信道，需要考虑其他因素，这里一般多数考虑ISI通道的影响。

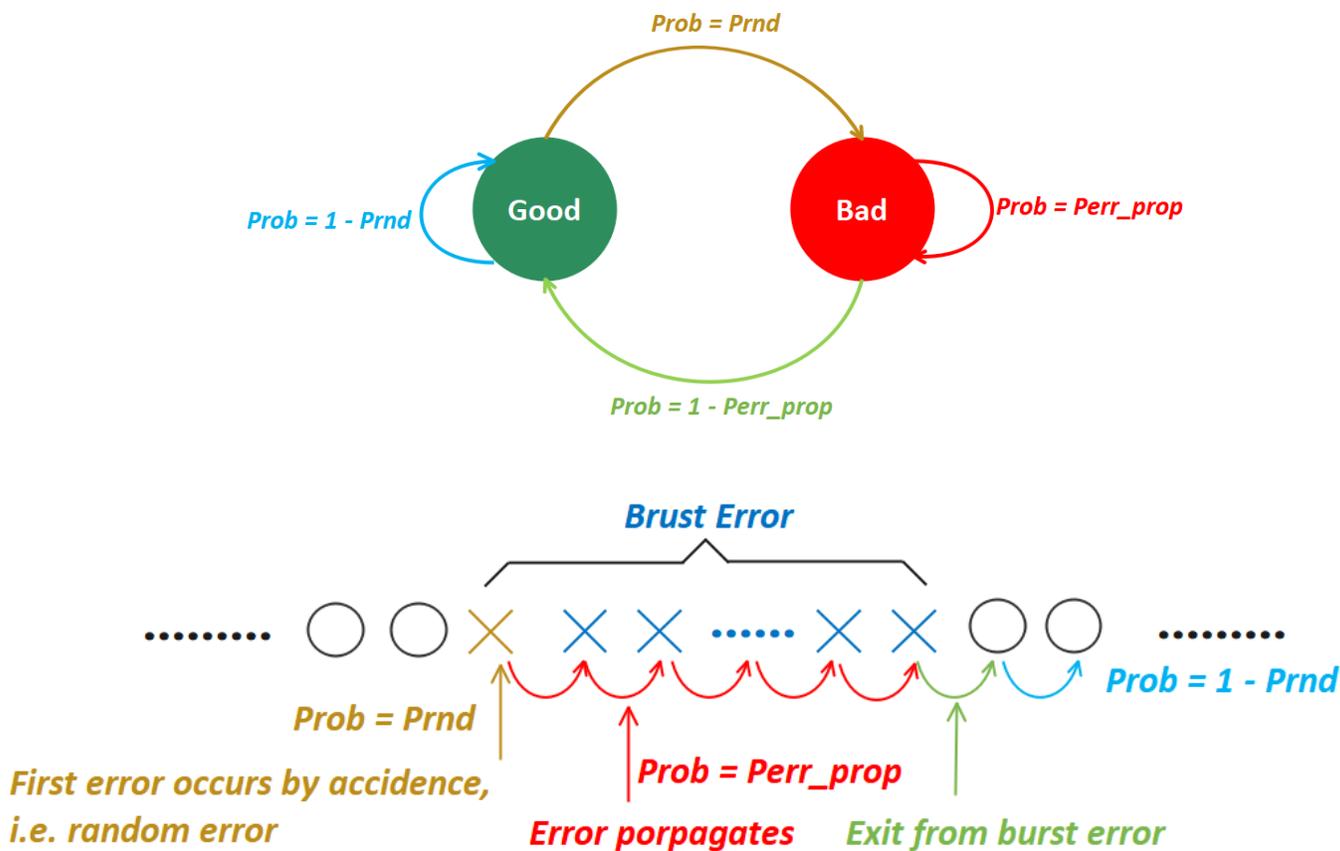


$$SER_{total}(i) = \sum_{j=0}^i SER_1(j) \cdot SER_2(i-j)$$

备注：此处为引用

传播误码

针对误码传递，业界普遍应用的模型如下图。造成传播误码有很多因素，其中很重要的影响因素是DFE传播误码，这也是目前广泛研究的模型。DFE传播误码会引起突发误码，对于突发误码而言，如果在FEC的可纠范围内则可以纠错。可以根据突发误码的误码传播长度，推导仿真得出误码分布的情况。

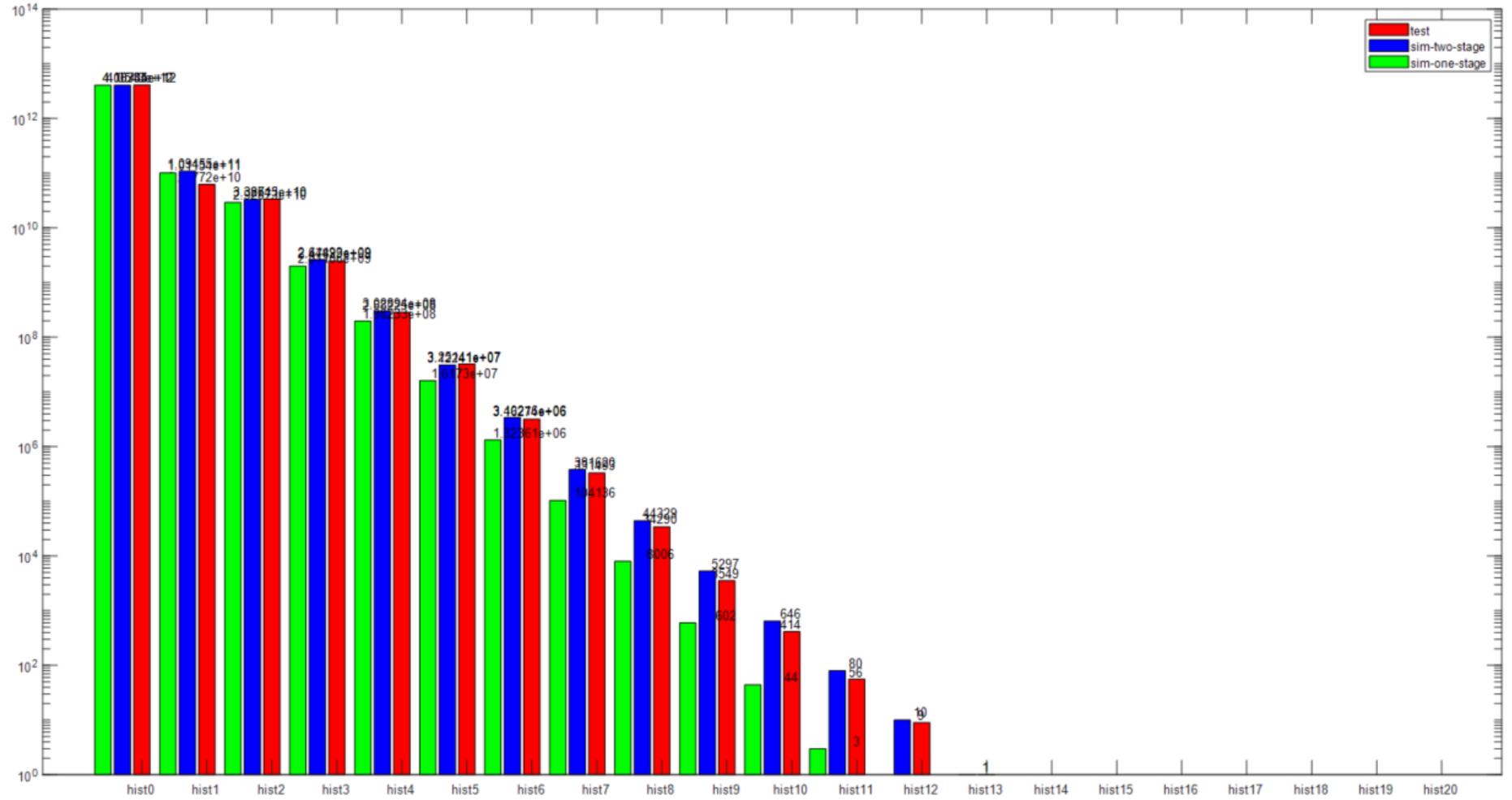


备注：此图为引用

误码分布直方图仿测研究

仿真输入	
速率	106.25Gbps
码流时长	58h
目标误码率	1E-5
模拟FEC	RS(544,514)

仿真输出	
蓝色曲线	非理想信道+DFE传播误码的误码分布直方图仿真结果
绿色曲线	理想信道+DFE传播误码的误码分布直方图仿真结果



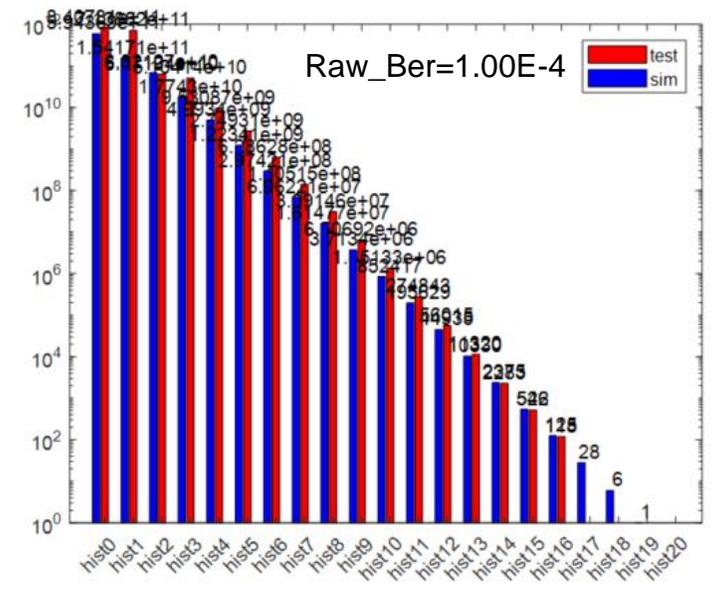
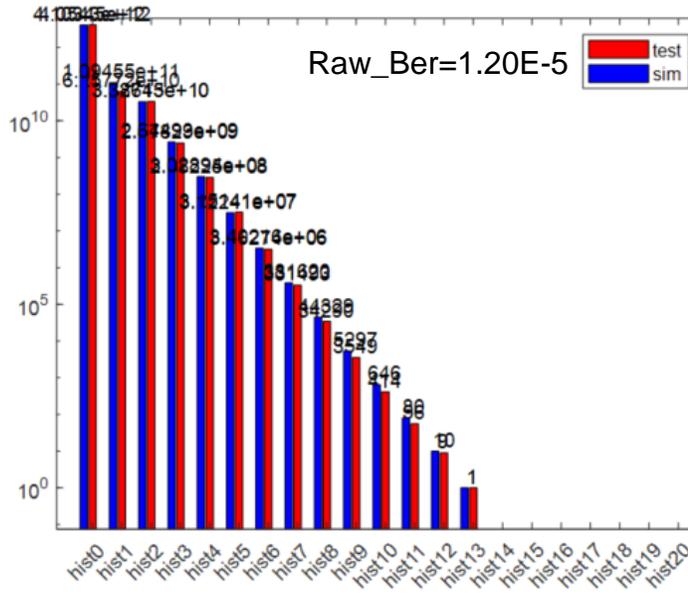
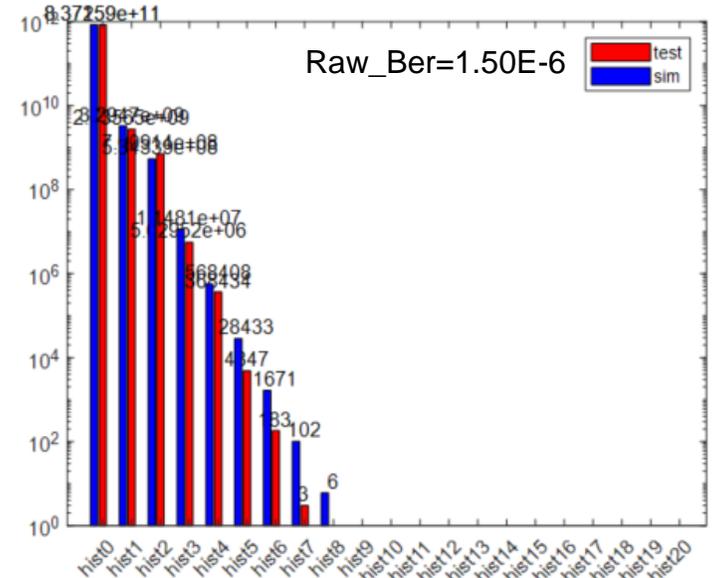
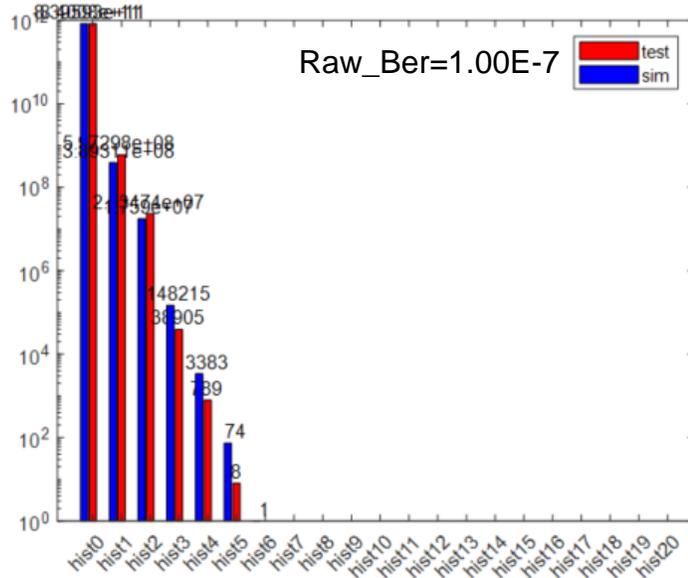
备注：红色曲线为实际测试的误码分布直方图的结果

不同误码率下误码分布直方图仿测对比

仿真条件:

- ✓ 速率: 106.25Gbps
- ✓ 码流时长: 12h
- ✓ 模拟FEC: RS(544,514)
- ✓ 可纠错BIN值边界: $BIN \leq 15$

仿测结果对比			
通道	Raw_Ber	仿真BIN值	测试BIN值
36.8dB\0.45mV	1.00E-7	5	5
38.3dB\0.45mV	1.50E-6	8	7
41.3dB\0.45mV	1.20E-5	13	13
43.5dB\0.45mV	1.00E-4	>15	19



结论: 仿真和测试结果基本一致, 仿真符合要求

目录

1

中兴通讯承载网介绍

2

高速通道架构和系统设计

3

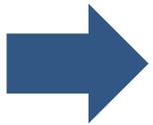
112G 链路误码率仿真及验证

4

112G 链路误码分布仿真验证

5

总结



总结

- 基于MathWorks软件工具建立了 Serdes高速数据链路性能评估方法，支撑了 ZTE 112G Serdes 开发和验证
- 实现了112G Serdes高速数据链路仿测验证，评估了BER性能和误码分布
- 助力产品化落地

MATLAB EXPO

谢谢



© 2022 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [mathworks.com/trademarks](https://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.