

课题 4（之二） 一级触发升级测试报告

2021 年 7 月 13 日在中国科学院高能物理研究所主楼 B310 触发实验室对“科技部重点研发项目《大型强子对撞机（LHC）实验探测器升级》课题 4《高粒度量能器和一级触发升级》中的一级触发升级电子学样机”进行了现场检查 and 性能测试。该项目研究 CMS 实验中触发电子学关键技术，建立了基于 ATCA / xTCA 的开发环境，独立完成新型 iRPC 探测器触发电子学的触发、DAQ、快控制、慢控制等功能的技术设计，开发了基于 GBT 的综合数据处理软件。项目采用了高能所触发实验室共同发起并制定的 xTCA 国际新标准，研制完成了国际领先的触发电子学样机。

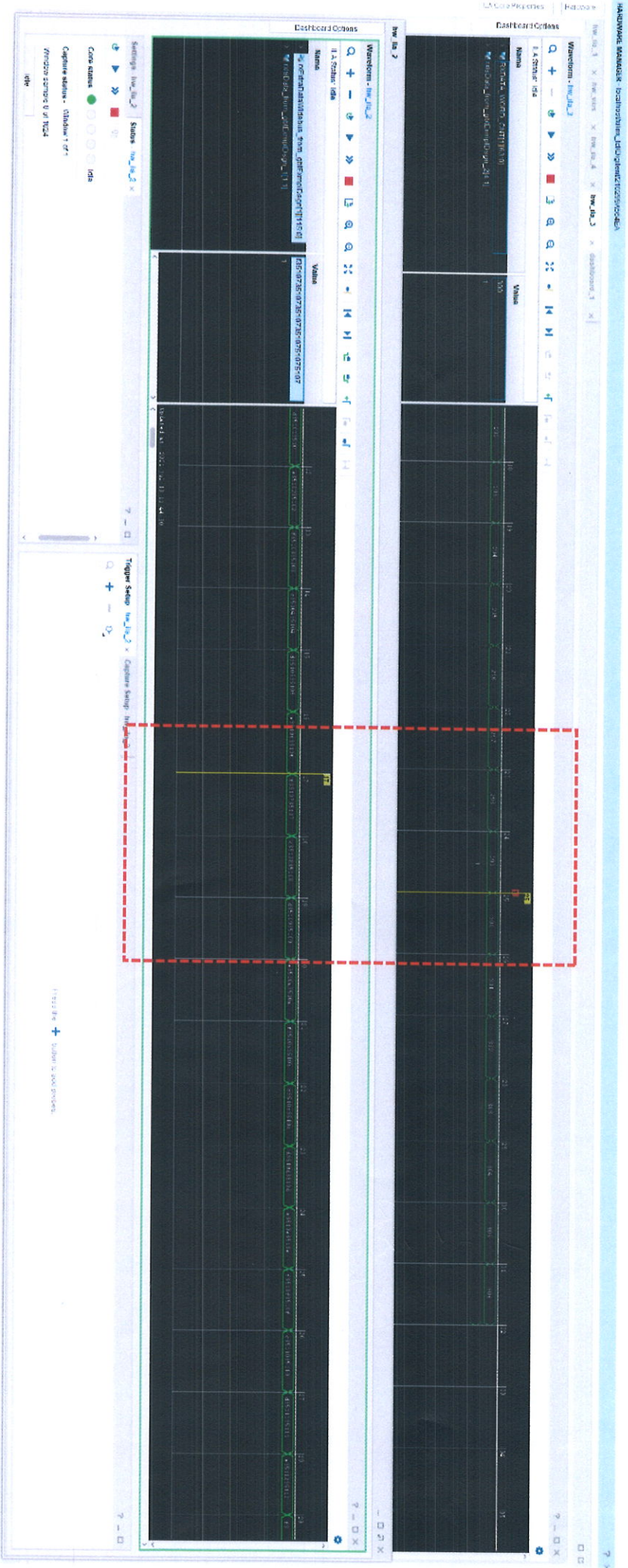
测试组对其关键性能进行了现场测试，结果如下：

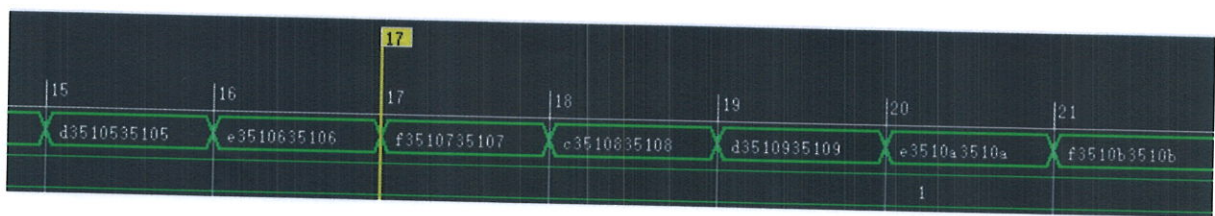
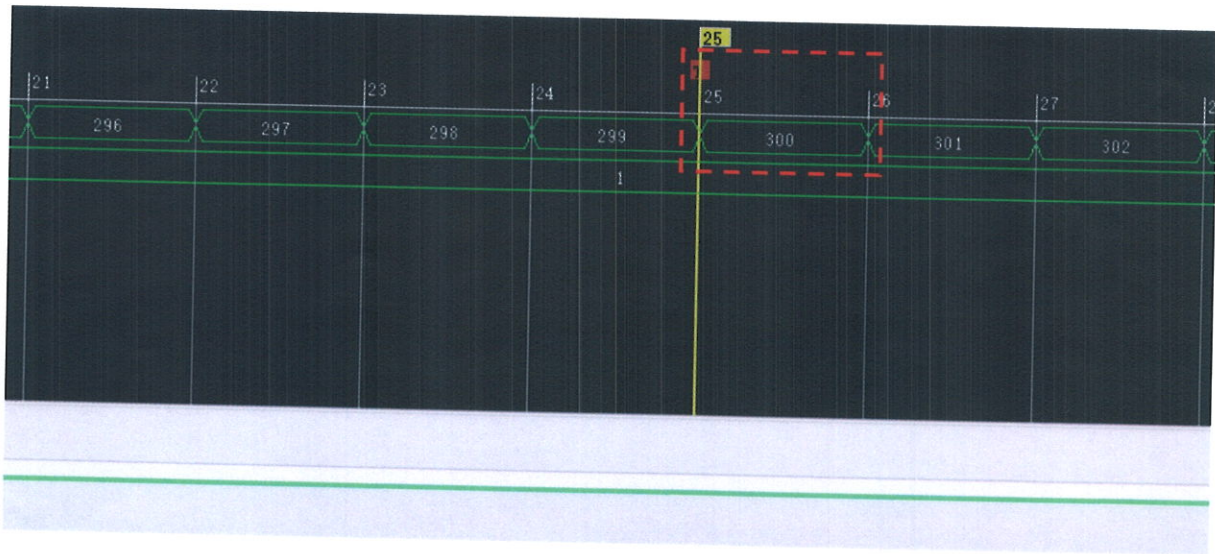
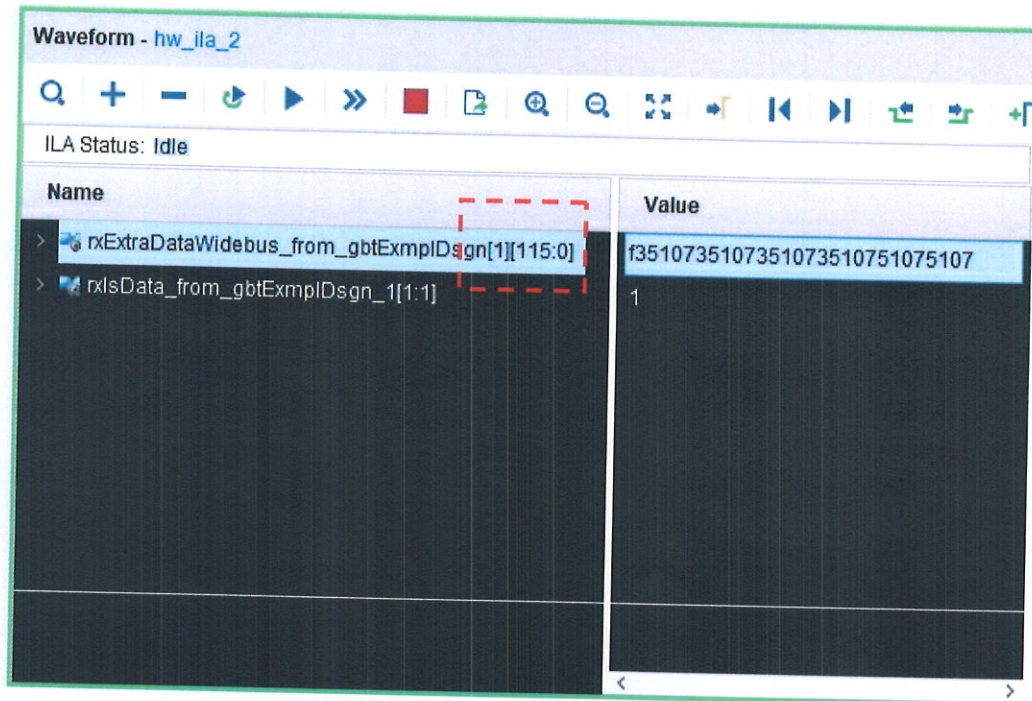
1. 海量数据高速数据传输与预处理样机板存储能力为 34k，满足课题 32k 参数存储的要求(详见附件一)。
2. 单路速率为 11.3Gbps，误码率好于 3.99×10^{-16} ，满足课题 >10Gbps 的要求（详见附件二）。
3. 单板速率为 406.8Gbps，误码率好于 3.99×10^{-16} ，满足课题 >400Gbps 的要求（详见附件二）。

测试组： 刘以农教授（组长），清华大学
段成华教授，中国科学院大学
房宗良教授，陆军防化学院



存储 ≥ 32K/单板测试指标数据





采用 GBT 协议，使用 116 bit 位宽循环递增数据，单板收发。接收后将数据存储到板上 FPGA，测试中存储深度超过 300，存储数据量为 116 bit*300 即 34.8K，满足 32K 的验收指标。

操作人员：赵京周，宋嘉宁，侯庆峰
 测试专家：清华大学 刘以农教授（组长），
 中国科学院大学 段成华教授，
 陆军防化学院 房宗良教授
 测试地点：高能物理研究所主楼 B310
 测试时间：2021 年 7 月 13 日

刘以农
 段成华
 侯庆峰

附件 2

单路速率 >= 10Gbps, 单板 >= 400Gbps 指标测试数据

Name	TX	RX	Status	Bit/s	Errors	BER	Loopback Mode	BERT Reset	Rx PLL Status	Tx PLL Status	Rx Pattern	Tx Pattern	Tx Pre-Cursor	Tx Post-Cursor	Tx DR Swing	DFE Enabled	Injct Error	Tx Reset	Rx Reset
Link 0	MGT_X0V28RTX	MGT_X0V28RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 1	MGT_X0V30RTX	MGT_X0V30RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 2	MGT_X0V31RTX	MGT_X0V31RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 3	MGT_X0V32RTX	MGT_X0V32RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 4	MGT_X0V33RTX	MGT_X0V33RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 5	MGT_X0V34RTX	MGT_X0V34RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 6	MGT_X0V35RTX	MGT_X0V35RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 7	MGT_X0V36RTX	MGT_X0V36RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 8	MGT_X0V37RTX	MGT_X0V37RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 9	MGT_X0V38RTX	MGT_X0V38RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 10	MGT_X0V39RTX	MGT_X0V39RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 11	MGT_X0V40RTX	MGT_X0V40RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 12	MGT_X0V41RTX	MGT_X0V41RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 13	MGT_X0V42RTX	MGT_X0V42RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 14	MGT_X0V43RTX	MGT_X0V43RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 15	MGT_X0V44RTX	MGT_X0V44RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 16	MGT_X0V45RTX	MGT_X0V45RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 17	MGT_X0V46RTX	MGT_X0V46RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 18	MGT_X0V47RTX	MGT_X0V47RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 19	MGT_X0V48RTX	MGT_X0V48RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 20	MGT_X0V49RTX	MGT_X0V49RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 21	MGT_X0V50RTX	MGT_X0V50RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 22	MGT_X0V51RTX	MGT_X0V51RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 23	MGT_X0V52RTX	MGT_X0V52RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 24	MGT_X0V53RTX	MGT_X0V53RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 25	MGT_X0V54RTX	MGT_X0V54RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 26	MGT_X0V55RTX	MGT_X0V55RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 27	MGT_X0V56RTX	MGT_X0V56RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 28	MGT_X0V57RTX	MGT_X0V57RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 29	MGT_X0V58RTX	MGT_X0V58RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 30	MGT_X0V59RTX	MGT_X0V59RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 31	MGT_X0V60RTX	MGT_X0V60RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 32	MGT_X0V61RTX	MGT_X0V61RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 33	MGT_X0V62RTX	MGT_X0V62RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 34	MGT_X0V63RTX	MGT_X0V63RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset
Link 35	MGT_X0V64RTX	MGT_X0V64RFX	11,300 Gbps	2,503E15	0E0	3.999E-16	None	Reset	Locked	Locked	PRBS 31-bit	PRBS 31-bit	0.00 dB (00000)	0.00 dB (00000)	289 mV (0000)	✓	Injct	Reset	Reset

单路速率达到: 11.3Gbps;
单板速率达到: 406.8Gbps (36 路速率总和)

操作人员: 赵京周, 宋嘉宁, 侯庆峰

测试专家: 清华大学 刘以农教授 (组长), 中国科学院大学 段成华教授, 陆军防化学院 房宗良教授

测试地点: 高能物理研究所主楼 B310

测试时间: 2021 年 7 月 13 日