

中华人民共和国国家计量校准规范

地震数据采集器校准规范

(试验报告)

归口单位：全国地震专用计量测试技术委员会

主要起草单位：中国地震局第一监测中心

目 录

一、试验目的	2
二、试验对象、项目和条件	2
三、试验结果	3
(一) EDAS-24GN 型地震数据采集器试验结果	3
(二) HG-D6 型地震数据采集器试验结果	14
(三) TDE-324FI 型地震数据采集器试验结果	25
(四) SST-D6A 型地震数据采集器试验结果	36
四、试验结论	47

一、试验目的

依据本校准规范，对 4 套地震数据采集器在中国地震局第一监测中心数采实验室开展全项检查和校准项目试验，以验证本规范是否满足预期用途和校准方法的有效性。

二、试验对象、项目和条件

1. 试验对象和地点

本规范相关验证试验所用的样品为北京港震科技股份有限公司生产的 EDAS-24GN 型地震数据采集器，中震华创（深圳）技术有限公司生产的 HG-D6 型地震数据采集器，珠海市泰德企业有限公司生产的 TDE-324FI 型地震数据采集器以及四川赛思特科技有限责任公司生产的 SST-D6A 型地震数据采集器。试验是在中国地震局第一监测中心数采实验室完成的。

表 1 试验对象和地点

序号	型号	出厂编号	生产厂家	校准地点
1	EDAS-24GN	G255035CR6	北京港震科技股份有限公司	中国地震局第一监测中心数采实验室 203 室
2	HG-D6	SZHG-ZBS-2-62 4070221	中震华创（深圳）技术有限公司	
3	TDE-324FI	H6FA25050025	珠海市泰德企业有限公司	
4	SST-D6A	25043002375	四川赛思特科技有限责任公司	

2. 试验项目

根据本规范的规定，对地震数据采集器开展外观检查项目，零输入噪声、转换因子相对误差、线性度误差、幅频特性、总谐波失真度、时间同步和时间漂移率校准项目试验。

3. 试验条件和设备

3.1 试验条件

环境温度：（23±5）℃；

相对湿度：≤80%，无结露；

供电电源：（220±11）V，（50±1）Hz；

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，并具有良好的接地。

3.2 主要设备

3.2.1 低失真信号发生器 DS360

可输出双端平衡差分输出信号，

- a) 正弦频率范围：10 Hz~200 Hz；
- b) 正弦电压幅度： $\geq 40\text{ V}$ （峰-峰值，双端平衡差分输出）；
- c) 幅值平坦度：优于 $\pm 0.008\text{ dB}$ ；
- d) 总谐波失真度（10 Hz）： $\leq 0.001\%$ 。

3.2.2 GPS 铷原子钟恒温晶振频率标准 HJ5418A-H

- a) 具备 1PPM（分脉冲）、1PPS（秒脉冲）输出功能；
- b) 1PPS 时间偏差： $\leq 1 \times 10^{-6}\text{ s}$ ；
- c) 脉冲幅度： $\geq 2\text{ V}$ （峰-峰值）；
- d) 脉冲上升时间： $\leq 10\text{ ns}$ ；
- e) 相对频率偏差（平均时间为 1 天）： $\pm 1 \times 10^{-12}$ 。

3.2.3 多功能校准器 5730A

- a) 直流电压幅度： $\pm(1\text{ nV} \sim 22\text{ V})$ ；
- b) 直流电压最大允许误差： $\leq 0.001\%$ 。

三、试验结果

（一）EDAS-24GN 型地震数据采集器试验结果

1. 外观检查试验

采用目测和通电方法检查地震数据采集器外观及功能。地震数据采集器外观如图 1 所示，检查试验结果见表 2。

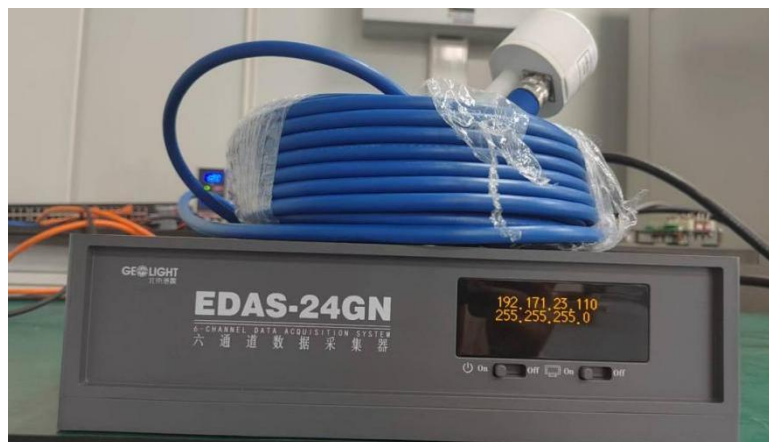


图 1 EDAS-24GN 型地震数据采集器

表 2 EDAS-24GN 型地震数据采集器外观及功能检查试验结果

检查项目	检查结果
外观检查	外观完好，无影响正常工作的机械损伤。仪器名称、型号、制造厂商或商标、出厂编号等信息齐全，并配有使用说明书、操作软件和及相关线缆。
功能检查	仪器具有六个双端平衡差分输入采集通道，量程、采样率、滤波器可选择设置，最大量程为 ± 20 V，采样率可设置为 50 sps、100 sps 或 200 sps，FIR 数字滤波器可设置为最小相移特性或线性相移特性。仪器具有卫星或网络时间同步、标定信号输出、地震事件触发、数据存储传输和地震计控制等功能。
	测量范围：用电压校准仪连接到数据采集通道输入端，给数采输入量程的 120%的校准信号，数采采集的数值与设定量程相匹配。
	授时功能：数据采集器可接入卫星信号，通过屏幕可看到仪器时间同步至北京时间。

2.零输入噪声（有效值）校准试验

依据规范规定的频域校准的方法，数据采集器采样率设置为 200 sps，量程设置为 ± 20 V，将输入端接地，连续记录不少于 20 min 的数据。对数据去均值加窗后计算功率谱密度，计算 0.01 Hz~40 Hz 频带范围内的噪声有效值作为校准结果。计算结果列在表 3 中。

表 3 EDAS-24GN 型地震数据采集器零输入噪声试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果 (μ V)	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6

3.转换因子相对误差和线性度误差校准试验

使用电压校准仪进行校准试验。依据规范规定的方法，数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器。按照规范中校准点的选取原则（21 个点），调节电压校准仪输出各点的直流电压值，数采采集并记录数据，截取各点 30 s 的数据求平均作为该校准点的结果，按照规范中最小二乘法计算转换因子相对误差和线性度误差。各个通道均进行计算，计算结果列在表 4 中。

表 4 EDAS-24GN 型地震数据采集器转换因子相对误差和线性度误差试验结果

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道正输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-63748101	518.238293	-63750989	620.451259	-63743335	452.169078
-9	-60392989	543.405829	-60395750	563.241704	-60388397	457.730314
-8	-53682986	371.549901	-53685349	370.405594	-53678656	334.784787
-7	-46973009	174.877973	-46974963	162.059484	-46968972	153.724260
-6	-40262969	39.718044	-40264508	23.715374	-40259266	5.091267
-5	-33552899	64.003884	-33554015	77.080736	-33549469	73.227794
-4	-26842857	196.754812	-26843547	202.645846	-26839724	192.574321
-3	-20132768	281.914740	-20133052	301.628956	-20129916	249.665848
-2	-13422676	364.048668	-13422531	374.973066	-13420113	311.011375
-1	-6712558	420.700596	-6711994	431.051176	-6710287	350.116902
0	-2339	375.902524	-1365	396.340286	-392	318.968429
1	6707797	414.113452	6709187	437.844396	6709443	348.909956
2	13417978	407.800380	13419779	440.002506	13419328	328.450483
3	20128171	388.707308	20130399	413.577615	20129220	301.906010
4	26838413	321.561236	26841060	346.676725	26839156	230.184536
5	33548737	171.286164	33551805	195.427835	33549135	115.982063
6	40259053	30.109092	40262545	49.550945	40259071	44.988590
7	46969409	151.323980	46973324	136.358945	46969135	154.841883
8	53679738	306.493052	53684126	343.690835	53679117	271.459356
9	60390191	584.334124	60394992	616.182725	60389175	465.095829
9.5	63745440	746.961660	63750503	830.694170	63744224	581.272065
测试计算结果						
	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
斜率 a(count)	6710174.3529		6710593.8191		6709864.7175	
截距 b(count)	-1962.9975		-968.6547		-72.5536	

线性度误差/%	0.0006%	0.0006%	0.0004%
标称转换因子(uv/count)	0.149	0.149	0.149
转换因子计算值(uv/count)	0.149027	0.149018	0.149034
转换因子相对误差/%	0.02%	0.02%	0.02%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道负输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD-）		采集通道 2（EW-）		采集通道 3（NS-）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-63746799	578.198003	-63753462	425.103010	-63743427	185.968759
-9	-60391724	433.435579	-60397945	246.826864	-60388484	117.540914
-8	-53681589	159.700732	-53687102	81.087573	-53678661	44.982225
-7	-46971592	23.736884	-46976351	6.840281	-46968855	11.401464
-6	-40261643	63.948963	-40265635	31.843011	-40259084	33.201152
-5	-33551701	145.386810	-33554904	86.048303	-33549323	44.627841
-4	-26841734	250.638658	-26844125	188.581595	-26839530	87.529530
-3	-20131837	287.047505	-20133423	213.494886	-20129772	96.034219
-2	-13421996	265.995353	-13422787	171.732178	-13420034	83.904908
-1	-6712176	225.660200	-6712148	134.710470	-6710297	71.474597
0	-2302	238.465048	-1450	155.024762	-553	65.832286
1	6707606	285.518895	6709282	210.255054	6709242	111.361975
2	13417427	244.883742	13419925	176.480346	13418972	91.289663
3	20127237	193.871590	20130539	113.815637	20128683	53.130352
4	26836987	82.885437	26841107	4.192929	26838388	7.959041
5	33546741	24.145715	33551715	64.652779	33548043	86.910270
6	40256534	92.615868	40262359	97.231487	40257742	136.770581
7	46966292	195.952020	46972961	172.262195	46967456	173.037892
8	53676041	307.702173	53683578	232.292904	53677201	177.017203
9	60385871	338.835325	60394275	212.118612	60387068	60.147514
9.5	63741011	129.979902	63749878	52.236534	63742228	224.628330
测试计算结果						

	采集通道 1 (UD-)	采集通道 2 (EW-)	采集通道 3 (NS-)
斜率 a(count)	6709861.147	6710676.97	6709749.678
截距 b(count)	-2540.189048	-1605.282762	-618.9152857
线性度误差/%	0.0004%	0.0003%	0.0002%
标称转换因子(uv/count)	0.149	0.149	0.149
转换因子计算值(uv/count)	0.149034	0.149016	0.149037
转换因子相对误差/%	0.02%	0.02%	0.02%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道正输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-63732349	612.925325	-63723961	614.975360	-63725561	638.626906
-9	-60377942	625.413403	-60370235	501.355557	-60371694	535.609037
-8	-53669440	338.482060	-53662773	285.589453	-53663957	333.787297
-7	-46960851	138.002216	-46955273	108.662849	-46956205	146.410058
-6	-40252243	43.164628	-40247742	39.068255	-40248441	28.295182
-5	-33543535	124.127972	-33540168	142.304860	-33540581	108.018922
-4	-26834857	235.613315	-26832596	247.980964	-26832729	194.939661
-3	-20126154	322.044159	-20124959	289.316068	-20124862	266.777401
-2	-13417401	357.948003	-13417276	283.582672	-13416973	317.021640
-1	-6708655	401.076847	-6709631	316.640777	-6709099	382.084880
0	171	364.308690	-1958	321.218881	-1157	378.631619
1	6708935	390.037534	6705672	368.960485	6706735	425.964859
2	13417710	404.014378	13413372	346.368089	13414673	427.028098
3	20126533	370.339222	20121112	284.259694	20122640	399.452838
4	26835413	279.062566	26828853	221.518798	26830644	334.185077
5	33544331	150.319409	33536636	116.590902	33538748	169.320317
6	40253236	34.349253	40244389	41.022507	40246803	53.895556
7	46962213	152.982403	46952226	117.816389	46954929	133.245704
8	53671163	314.107059	53660086	300.935785	53663078	343.344465

9	60380195	556.395716	60367949	485.155681	60371247	572.978725
9.5	63734771	738.097794	63721907	604.341879	63725425	781.613856
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
斜率 a(count)	6708789.1898		6707677.7836		6707939.0887	
截距 b(count)	535.4737		-1636.7076		-778.0279	
线性度误差/%	0.0005%		0.0005%		0.0006%	
标称转换因子(uv/count)	0.149		0.149		0.149	
转换因子计算值(uv/count)	0.149058		0.149083		0.149077	
转换因子相对误差/%	0.04%		0.06%		0.06%	

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道负输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-63717837	266.805092	-63708370	147.816612	-63717965	114.121608
-9	-60364167	173.024042	-60355328	64.560681	-60364411	38.136581
-8	-53656824	16.453058	-53649344	1.329680	-53657383	35.047973
-7	-46949626	61.143158	-46943377	51.040541	-46950426	35.629527
-6	-40242457	77.025258	-40237418	92.868403	-40243485	21.597581
-5	-33535286	95.020857	-33531512	81.003264	-33536506	44.527635
-4	-26828080	148.073957	-26825563	112.619126	-26829471	123.908689
-3	-20120926	148.249057	-20119688	69.825987	-20122547	92.753743
-2	-13413849	72.650157	-13413807	34.163849	-13415648	35.645797
-1	-6706746	22.642257	-6707901	22.206710	-6708749	21.260649
0	420	34.940357	-1999	7.440071	-1783	10.740595
1	6707608	69.940957	6703923	11.182933	6705213	30.272459
2	13414718	26.645057	13409797	31.862206	13412136	2.561987
3	20121848	3.279657	20115694	52.078344	20119065	28.992933
4	26828951	47.186243	26821604	59.838983	26825941	109.429879
5	33536049	102.344143	33527445	136.374621	33532863	142.918825

6	40243213	90.909043	40233338	160.982260	40239827	133.833771
7	46950312	145.063443	46939243	173.292899	46946762	155.264217
8	53657446	165.066343	53645217	117.081537	53653753	119.426664
9	60364719	45.299243	60351313	62.074824	60360841	12.849890
9.5	63718600	259.633806	63704608	398.132755	63714750	444.454417
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
斜率 a(count)	6707153.22		6705917.45		6706955.634	
截距 b(count)	384.9481429		-2005.946571		-1772.578405	
线性度误差/%	0.0002%		0.0003%		0.0003%	
标称转换因子(uv/count)	0.149		0.149		0.149	
转换因子计算值(uv/count)	0.149095		0.149122		0.149099	
转换因子相对误差/%	0.06%		0.08%		0.06%	

4.幅频特性校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，分别测线性相位滤波器、最小相位滤波器。低失真信号源分别输出 1Hz、5Hz、10Hz、15Hz、20Hz、25Hz、30Hz、35Hz、40Hz、45Hz、50Hz、55Hz、67Hz、72Hz、77Hz、85Hz 的正弦波，幅度为满量程 30%，每个频点测试 40s 数据。按照规范中幅值的计算方法，计算各频点的幅值并对 1Hz 做归一化，幅频特性校准试验结果如表 5 所示。

表 5 EDAS-24GN 型地震数据采集器幅频特性试验结果

幅频特性测试计算表（A 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）
1	80372106.34	0.000	80351259.67	0.000	80381794.10	0.000
5	80313432.89	-0.006	80292728.92	-0.006	80323097.67	-0.006
10	80607539.87	0.025	80589858.46	0.026	80617271.94	0.025
15	80611096.55	0.026	80593197.59	0.026	80620874.98	0.026
20	80592046.88	0.024	80574154.75	0.024	80601788.56	0.024
25	80408753.09	0.004	80390742.19	0.004	80418516.98	0.004
30	80049373.24	-0.035	80031392.72	-0.035	80059130.56	-0.035
35	80463034.16	0.010	80444884.97	0.010	80472915.89	0.010
40	80189800.21	-0.020	80171680.53	-0.019	80199695.43	-0.020
45	17387993.90	-13.297	17384027.23	-13.297	17390135.07	-13.297
50	65.53	-121.773	65.43	-121.784	65.53	-121.775
55	41.82	-125.674	42.09	-125.617	41.91	-125.656
67	14.59	-134.820	15.18	-134.475	15.55	-134.266
72	18.49	-132.765	18.23	-132.882	19.22	-132.426
77	23.61	-130.642	23.42	-130.707	24.89	-130.181
85	26.44	-129.657	26.15	-129.751	25.58	-129.944
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（A 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）
1	80373560.43	0.000	80354537.08	0.000	80383589.24	0.000
5	80314231.38	-0.006	80295293.36	-0.006	80324237.43	-0.006
10	80596731.90	0.024	80577684.48	0.024	80606846.46	0.024
15	80598198.63	0.024	80578917.23	0.024	80608345.25	0.024
20	80579474.83	0.022	80560250.15	0.022	80589643.92	0.022
25	80396128.84	0.002	80376911.45	0.002	80406312.29	0.002
30	80035725.41	-0.037	80016557.08	-0.037	80045839.89	-0.037

35	80449834.36	0.008	80430406.06	0.008	80460026.05	0.008
40	80177209.06	-0.021	80157801.57	-0.021	80187369.51	-0.021
45	17385292.40	-13.299	17381061.45	-13.299	17387493.16	-13.299
50	63.97	-121.983	63.88	-121.993	63.93	-121.990
55	10.74	-137.484	10.62	-137.575	10.99	-137.287
67	11.51	-136.883	10.88	-137.368	10.28	-137.860
72	10.47	-137.700	10.17	-137.955	10.51	-137.668
77	13.22	-135.679	13.08	-135.771	12.28	-136.317
85	21.57	-131.425	24.48	-130.323	24.81	-130.210
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	80387862.35	0.000	80380744.81	0.000	80386226.57	0.000
5	80328605.79	-0.006	80321537.29	-0.006	80326902.10	-0.006
10	80616552.04	0.025	80609644.73	0.025	80614467.66	0.025
15	80618191.30	0.025	80611200.21	0.025	80616112.35	0.025
20	80599174.28	0.023	80592178.45	0.023	80597078.70	0.023
25	80415813.45	0.003	80408825.16	0.003	80413712.64	0.003
30	80056346.13	-0.036	80049304.71	-0.036	80054183.96	-0.036
35	80470069.09	0.009	80462949.70	0.009	80467889.74	0.009
40	80196635.23	-0.021	80189251.59	-0.021	80194401.35	-0.021
45	17389544.27	-13.298	17387841.59	-13.298	17389064.54	-13.298
50	66.03	-121.709	66.03	-121.708	66.02	-121.710
55	41.84	-125.672	41.72	-125.695	41.96	-125.648
67	15.01	-134.578	14.92	-134.629	15.48	-134.306
72	18.69	-132.674	19.20	-132.437	19.78	-132.179
77	23.74	-130.595	23.43	-130.708	23.42	-130.710
85	24.63	-130.274	26.32	-129.696	25.78	-129.877
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	80380361.17	0.000	80373373.40	0.000	80378161.20	0.000
5	80321652.87	-0.006	80314679.38	-0.006	80319479.99	-0.006
10	80604546.23	0.024	80597523.19	0.024	80602367.50	0.024
15	80605854.78	0.024	80598804.79	0.024	80603640.78	0.024
20	80586740.36	0.022	80579697.39	0.022	80584572.43	0.022
25	80403303.28	0.002	80396246.74	0.002	80401115.70	0.002
30	80042831.76	-0.037	80035758.04	-0.037	80040637.45	-0.037

35	80456971.18	0.008	80449871.80	0.008	80454711.20	0.008
40	80184267.71	-0.021	80177214.06	-0.021	80182016.16	-0.021
45	17386876.91	-13.299	17385344.21	-13.299	17386389.24	-13.299
50	63.91	-121.992	63.95	-121.985	63.99	-121.981
55	11.65	-136.774	11.20	-137.120	11.32	-137.028
67	9.32	-138.715	10.10	-138.019	9.23	-138.801
72	8.71	-139.301	11.73	-136.719	9.46	-138.583
77	10.29	-137.857	10.83	-137.411	10.66	-137.544
85	21.49	-131.457	19.96	-132.098	20.96	-131.674
备注	对 1Hz 做归一化					

5.总谐波失真度校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，调节信号发生器输出频率为 1 Hz、幅值为量程的 30%（12Vpp）的低失真正弦信号，被校数据采集器记录不少于 2 min 的数据，按照附录 A.的方法计算采集数据序列的总谐波失真度作为校准结果。各采集通道的总谐波失真度校准结果列在表 6 中。

表 6 EDAS-24GN 型地震数据采集器总谐波失真度试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

6.时间同步特性校准试验

使用标准时钟进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器，给数采输入标准的分脉冲信号，占空比 50%。等待 GNSS 授时稳定后连续测量 20min 的数据。按照规范中给出的计算方法处理数据，校准结果列在表 7 中。（图 2、表 7）。

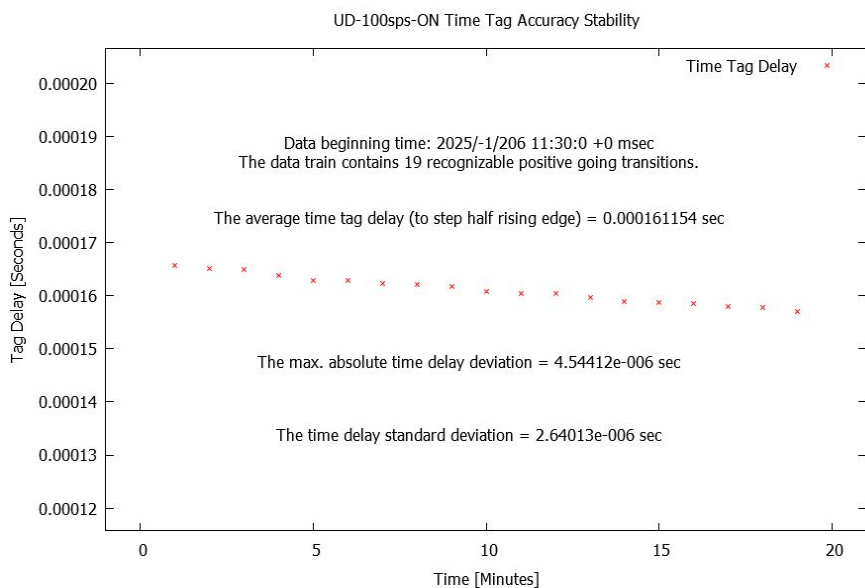


图 2 EDAS-24GN 型地震数据采集器时间同步计算结果图

表 7 EDAS-24GN 型地震数据采集器时间同步试验结果

时间同步参量	校准结果
时间偏差	161.2 us
时间标准偏差	4.6 us
最大时间间隔误差	2.6 us

7.时间漂移率校准试验

使用标准时钟进行校准试验。在试验 6 时间同步特性校准试验测试的基础上，切断 GNSS 授时，内部时钟自由运行 6 个小时之后，连续采集至少 20min 数据，然后分别取两次的时间偏差的差值与中断 GNSS 的时间的比值作为时间漂移率的试验结果，具体试验步骤见规范正文。结果列在表 8 中。

表 8 EDAS-24GN 型地震数据采集器时钟漂移率试验结果

时钟漂移率			
同步钟差/ms	GPS 失锁钟差/ms	失锁时间/h	始终漂移率/%
0.161154	0.236279	6	0.0000004

（二）HG-D6 型地震数据采集器试验结果

1.外观检查试验

采用目测和通电方法检查地震数据采集器外观及功能。地震数据采集器外观如图 3 所示，检查试验结果见表 9。

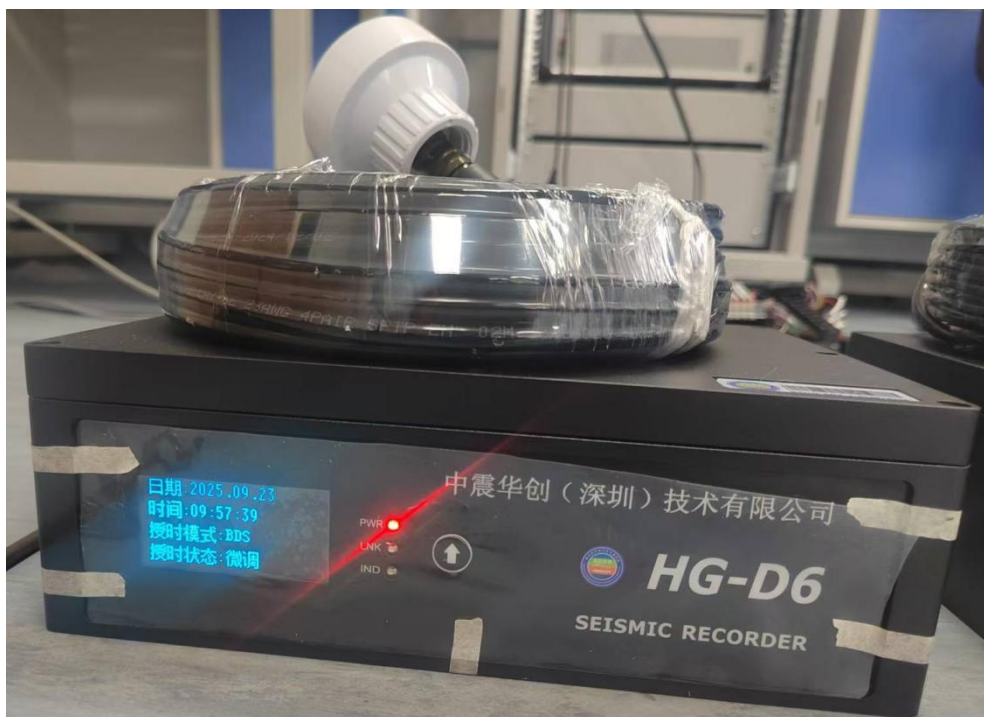


图 3 HG-D6 型地震数据采集器

表 9 HG-D6 型地震数据采集器外观及功能检查试验结果

检查项目	检查结果
外观检查	外观完好，无影响正常工作的机械损伤。仪器名称、型号、制造厂商或商标、出厂编号等信息齐全，并配有使用说明书、操作软件和及相关线缆。
功能检查	仪器具有六个双端平衡差分输入采集通道，量程、采样率、滤波器可选择设置，最大量程为 ± 20 V，采样率可设置为 50 sps、100 sps 或 200 sps，FIR 数字滤波器可设置为最小相移特性或线性相移特性。仪器具有卫星或网络时间同步、标定信号输出、地震事件触发、数据存储传输和地震计控制等功能。
	测量范围：用电压校准仪连接到数据采集通道输入端，给数采输入量程的 120% 的校准信号，数采采集的数值与设定量程相匹配。
	授时功能：数据采集器可接入卫星信号，通过屏幕可看到仪器时间同步至北京时间。

2.零输入噪声（有效值）校准试验

依据规范规定的频域校准的方法，数据采集器采样率设置为 200 sps，量程设置为 ± 20 V，将输入端接地，连续记录不少于 20 min 的数据。对数据去均值加窗后计算功率谱密度，计算 0.01 Hz~40 Hz 频带范围内的噪声有效值作为校准结果。计算结果列在表 10 中。

表 10 HG-D6 型地震数据采集器零输入噪声试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果 (μV)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

3.转换因子相对误差和线性度误差校准试验

使用电压校准仪进行校准试验。依据规范规定的方法，数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器。按照规范中校准点的选取原则（21 个点），调节电压校准仪输出各点的直流电压值，数采采集并记录数据，截取各点 30s 的数据求平均作为该校准点的结果，按照规范中最小二乘法计算转换因子相对误差和线性度误差。各个通道均进行计算，计算结果列在表 11 中。

表 11 HG-D6 型地震数据采集器转换因子相对误差和线性度误差试验结果

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道正输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-3986048	24.756681	-3986072	23.804870	-3989071	26.033391
-9	-3776243	9.651863	-3776264	8.140164	-3779106	10.011535
-8	-3356664	9.049727	-3356679	7.250752	-3359208	9.014822
-7	-2937077	1.578592	-2937090	2.898839	-2939303	1.725609
-6	-2517496	0.863544	-2517504	1.533427	-2519402	1.161104
-5	-2097916	2.065679	-2097917	1.152486	-2099504	2.328817
-4	-1678336	2.846815	-1678332	2.273898	-1679605	3.247030
-3	-1258757	2.912950	-1258747	2.795810	-1259707	3.137242
-2	-839165	16.169586	-839148	17.080723	-839797	16.357455
-1	-419590	11.992222	-419568	12.697635	-419903	12.039168
0	-7	15.786357	7	2.683048	-5	13.080881
1	419566	9.761993	419600	11.297960	419890	10.314594
2	839143	8.488628	839183	10.617872	839787	9.168807
3	1258723	9.598264	1258770	13.150285	1259686	11.267020
4	1678301	7.997899	1678354	12.125197	1679582	9.736732
5	2097876	4.406035	2097935	8.539610	2099476	5.940945
6	2517453	2.444671	2517518	6.810022	2519371	2.732158
7	2937028	1.896694	2937096	0.920934	2939265	0.768629
8	3356599	9.681558	3356668	12.004653	3359153	10.455416
9	3776170	17.609923	3776243	21.233741	3779042	18.891703
9.5	3985956	21.109605	3986031	25.279035	3988986	23.610847
测试计算结果						
	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
斜率 a(count)	419578.9384		419584.4636		419897.6203	
截距 b(count)	-23.0099		3.9430		-17.7664	

线性度误差/%	0.0003%	0.0003%	0.0003%
标称转换因子(uv/count)	2.384	2.384	2.384
转换因子计算值(uv/count)	2.383342	2.383310	2.381533
转换因子相对误差/%	-0.02%	-0.02%	-0.10%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道负输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD-）		采集通道 2（EW-）		采集通道 3（NS-）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-3988357	0.997401	-3987152	1.468021	-3987718	3.206126
-9	-3778446	1.224796	-3777302	0.112479	-3777841	0.100162
-8	-3358619	1.430189	-3357598	1.064521	-3358082	0.633736
-7	-2938787	4.433418	-2937892	4.195521	-2938317	3.773189
-6	-2518960	5.021525	-2518189	4.511522	-2518556	4.864114
-5	-2099133	4.864632	-2098485	5.504522	-2098796	4.219040
-4	-1679307	4.342739	-1678783	5.140522	-1679037	3.508965
-3	-1259483	2.334846	-1259082	3.187023	-1259278	1.574391
-2	-839666	7.375547	-839390	7.419977	-839528	8.436684
-1	-419842	10.431440	-419691	10.949477	-419771	11.661759
0	-8	3.270333	5	17.314976	-6	6.620333
1	419809	12.432226	419713	12.894976	419748	12.822408
2	839637	10.822119	839417	10.934476	839510	10.920983
3	1259480	5.308487	1259138	6.930025	1259288	6.565943
4	1679307	5.997594	1678842	8.332025	1679049	7.504368
5	2099133	5.299701	2098544	7.859525	2098809	6.603794
6	2518960	5.266808	2518248	8.904526	2518568	5.830219
7	2938788	6.575415	2937951	9.524026	2938331	8.141644
8	3358610	2.939522	3357646	1.449026	3358085	2.730070
9	3778436	2.072629	3777348	0.746027	3777845	1.770495
9.5	3988339	8.468068	3987189	9.190473	3987714	9.096292
测试计算结果						

	采集通道 1 (UD-)	采集通道 2 (EW-)	采集通道 3 (NS-)
斜率 a(count)	419826.5884	419702.714	419760.2326
截距 b(count)	-5.189166667	22.74947619	0.828333333
线性度误差/%	0.0001%	0.0002%	0.0002%
标称转换因子(uv/count)	2.384	2.384	2.384
转换因子计算值(uv/count)	2.381936	2.382639	2.382312
转换因子相对误差/%	-0.08%	-0.06%	-0.08%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道正输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-3989271	15.158180	-3989671	18.897419	-3989021	18.468400
-9	-3779309	13.266323	-3779684	14.387214	-3779068	13.133404
-8	-3359384	9.215610	-3359713	9.052804	-3359168	8.250912
-7	-2939456	1.776397	-2939741	2.150394	-2939264	0.637920
-6	-2519533	0.026684	-2519773	0.352516	-2519365	3.337572
-5	-2099610	2.363529	-2099804	4.234426	-2099467	5.640564
-4	-1679688	3.607742	-1679837	6.162336	-1679571	6.528056
-3	-1259767	3.826456	-1259871	6.598746	-1259675	6.607048
-2	-839834	16.439169	-839894	18.354156	-839771	15.474040
-1	-419918	11.899382	-419933	13.359566	-419880	10.202532
0	-2	6.696095	12	6.847024	4	1.234476
1	419922	9.718308	419995	10.826386	419907	6.538516
2	839841	7.930022	839958	9.007296	839801	5.151008
3	1259760	6.646735	1259924	9.690706	1259698	6.607500
4	1679680	6.028448	1679889	9.637616	1679593	6.279992
5	2099598	3.477161	2099852	6.908026	2099486	3.458984
6	2519518	2.396874	2519816	5.428437	2519380	1.663976
7	2939434	2.247412	2939776	0.268347	2939273	0.412532
8	3359348	9.325199	3359730	11.625743	3359160	9.442040

9	3779264	13.708986	3779689	17.227833	3779051	13.394548
9.5	3989222	16.305129	3989668	20.640128	3989000	12.515552
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
斜率 a(count)	419920.7503		419965.3326		419895.5330	
截距 b(count)	-8.8226		18.4800		4.9425	
线性度误差/%	0.0002%		0.0002%		0.0002%	
标称转换因子(uv/count)	2.384		2.384		2.384	
转换因子计算值(uv/count)	2.381402		2.381149		2.381545	
转换因子相对误差/%	-0.10%		-0.12%		-0.10%	

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道负输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-3987599	9.533219	-3989907	7.661374	-3988474	5.787441
-9	-3777727	6.554428	-3779910	6.331951	-3778553	5.833491
-8	-3357979	5.186846	-3359915	6.666105	-3358712	4.936589
-7	-2938226	8.563264	-2939917	9.468758	-2938866	8.228188
-6	-2518478	6.913682	-2519924	7.666412	-2519024	7.714787
-5	-2098730	5.200600	-2099929	6.629566	-2099184	5.547886
-4	-1678984	2.433518	-1679937	3.953719	-1679344	2.917985
-3	-1259237	0.594564	-1259945	0.848873	-1259504	0.333584
-2	-839500	12.488646	-839962	11.546474	-839673	10.843817
-1	-419753	15.788728	-419971	15.579320	-419834	14.541718
0	-2	13.600810	12	27.708667	4	18.441619
1	419743	18.031391	420016	18.844013	419848	17.117520
2	839493	17.581973	840013	17.596360	839692	15.336421
3	1259256	4.837555	1260023	2.738206	1259548	2.086322
4	1679007	3.193137	1680020	0.422552	1679392	0.072777
5	2098758	1.570219	2100016	0.717101	2099236	0.978876

6	2518511	2.010699	2520016	4.852755	2519081	3.574975
7	2938264	5.736617	2940015	8.741908	2938926	6.978573
8	3358014	6.240535	3360007	5.625562	3358765	3.370672
9	3777771	13.259953	3780010	13.642715	3778611	6.455771
9.5	3987648	16.053662	3990006	11.628792	3988541	15.635821
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
斜率 a(count)	419749.4816		419995.1678		419842.3949	
截距 b(count)	11.91580952		39.77766667		22.62311905	
线性度误差/%	0.0002%		0.0003%		0.0002%	
标称转换因子(uv/count)	2.384		2.384		2.384	
转换因子计算值(uv/count)	2.382373		2.380980		2.381846	
转换因子相对误差/%	-0.06%		-0.12%		-0.10%	

4.幅频特性校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，分别测线性相位滤波器、最小相位滤波器。低失真信号源分别输出 1Hz、5Hz、10Hz、15Hz、20Hz、25Hz、30Hz、35Hz、40Hz、45Hz、50Hz、55Hz、67Hz、72Hz、77Hz、85Hz 的正弦波，幅度为满量程 30%，每个频点测试 40s 数据。按照规范中幅值的计算方法，计算各频点的幅值并对 1Hz 做归一化，幅频特性校准试验结果如表 12 所示。

表 12 HG-D6 型地震数据采集器幅频特性试验结果

幅频特性测试计算表（A 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）
1	39944563.91	0.000	39945432.82	0.000	39942226.56	0.000
5	39937359.08	-0.002	39938253.82	-0.002	39933086.35	-0.002
10	40140133.99	0.042	40142144.71	0.043	40140537.77	0.043
15	40239126.12	0.064	40241242.23	0.064	40239550.89	0.064
20	40296118.16	0.076	40298054.63	0.076	40295821.88	0.077
25	40230111.33	0.062	40231454.66	0.062	40229713.70	0.062
30	39940034.05	-0.001	39942052.65	-0.001	39940051.47	0.000
35	39629141.35	-0.069	39631295.32	-0.069	39628536.26	-0.068
40	33127344.35	-1.625	33130206.28	-1.625	33127534.86	-1.625
45	2513549.92	-24.023	2513633.80	-24.023	2513117.32	-24.024
50	0.65	-155.641	0.67	-155.481	0.66	-155.511
55	0.81	-153.772	0.79	-153.981	0.84	-153.510
67	4.86	-138.389	6.43	-135.856	3.91	-140.165
72	6.37	-135.941	7.88	-134.090	6.27	-136.079
77	5.35	-137.448	6.68	-135.521	5.35	-137.453
85	5.61	-137.040	7.36	-134.681	4.78	-138.428
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（A 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）
1	39944886.03	0.000	39946138.91	0.000	39943573.84	0.000
5	39928060.11	-0.004	39938777.84	-0.002	39936013.09	-0.002
10	40129521.03	0.040	40140890.17	0.042	40137949.38	0.042
15	40234189.18	0.063	40238462.90	0.063	40235534.75	0.063
20	40293863.12	0.076	40295336.11	0.076	40292560.80	0.076
25	40227762.39	0.061	40229116.18	0.061	40226072.03	0.061
30	39934820.78	-0.002	39937229.99	-0.002	39933891.03	-0.002

35	39626950.62	-0.069	39628484.45	-0.069	39625313.98	-0.069
40	33127839.49	-1.625	33129074.50	-1.625	33126209.09	-1.626
45	2513387.11	-24.024	2513485.65	-24.024	2513260.33	-24.024
50	2.30	-144.778	2.28	-144.841	2.28	-144.854
55	0.72	-154.866	0.80	-153.961	0.75	-154.539
67	4.39	-139.185	6.37	-135.941	3.82	-140.384
72	5.93	-136.568	6.72	-135.482	5.18	-137.744
77	4.72	-138.543	6.15	-136.255	4.24	-139.474
85	4.41	-139.132	6.48	-135.798	4.76	-138.482
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	5025767.43	0.000	5027084.45	0.000	5025185.83	0.000
5	5022982.21	-0.005	5024298.04	-0.005	5022422.53	-0.005
10	5040306.87	0.025	5041638.10	0.025	5039794.72	0.025
15	5040973.24	0.026	5042328.56	0.026	5040539.03	0.026
20	5042926.50	0.030	5044319.42	0.030	5042595.40	0.030
25	5035953.42	0.018	5037394.54	0.018	5035756.09	0.018
30	5016110.61	-0.017	5017609.52	-0.016	5016074.22	-0.016
35	5049472.07	0.041	5051057.05	0.041	5049625.05	0.042
40	5040406.10	0.025	5042077.58	0.026	5040776.09	0.027
45	1094484.64	-13.240	1094869.63	-13.239	1094618.05	-13.238
50	4.06	-121.853	4.08	-121.815	4.11	-121.747
55	2.66	-125.513	2.61	-125.681	2.59	-125.755
67	1.15	-132.823	1.02	-133.822	1.02	-133.816
72	1.15	-132.796	1.20	-132.436	1.20	-132.430
77	1.67	-129.556	1.77	-129.067	1.76	-129.099
85	1.76	-129.124	1.72	-129.332	1.66	-129.632
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	5025481.31	0.000	5026797.91	0.000	5024891.22	0.000
5	5022153.99	-0.006	5023471.10	-0.006	5021587.64	-0.006
10	5041592.82	0.028	5042927.22	0.028	5041075.83	0.028
15	5044220.42	0.032	5045580.43	0.032	5043782.35	0.033
20	5046017.84	0.035	5047416.34	0.036	5045686.77	0.036
25	5038340.91	0.022	5039788.17	0.022	5038144.50	0.023
30	5021965.24	-0.006	5023471.78	-0.006	5021930.97	-0.005

35	5052965.81	0.047	5054558.41	0.048	5053121.76	0.049
40	5041723.27	0.028	5043401.48	0.029	5042096.64	0.030
45	1095144.30	-13.234	1095531.11	-13.233	1095278.63	-13.232
50	2.54	-125.928	2.54	-125.916	2.58	-125.797
55	0.79	-136.093	0.71	-136.958	0.72	-136.886
67	0.71	-137.026	0.82	-135.736	0.75	-136.479
72	0.68	-137.350	0.71	-136.989	0.92	-134.706
77	0.96	-134.390	0.98	-134.177	1.03	-133.724
85	1.64	-129.752	1.54	-130.283	1.63	-129.793
备注	对 1Hz 做归一化					

5.总谐波失真度校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，调节信号发生器输出频率为 1 Hz、幅值为量程的 30%（12Vpp）的低失真正弦信号，被校数据采集器记录不少于 2 min 的数据，按照附录 A.的方法计算采集数据序列的总谐波失真度作为校准结果。各采集通道的总谐波失真度校准结果列在表 13 中。

表 13 HG-D6 型地震数据采集器总谐波失真度试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

6.时间同步特性校准试验

使用标准时钟进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器，给数采输入标准的分脉冲信号，占空比 50%。等待 GNSS 授时稳定后连续测量 20min 的数据。按照规范中给出的计算方法处理数据，校准结果列在表 14 中。（图 4、表 14）。

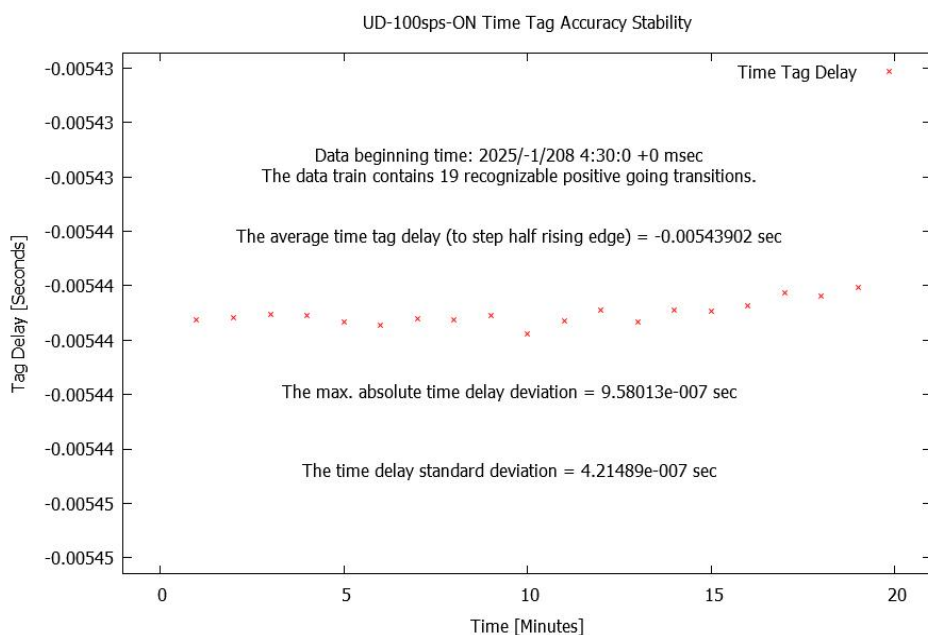


图 4 HG-D6 型地震数据采集器时间同步计算结果图

表 14 HG-D6 型地震数据采集器时间同步试验结果

时间同步参量	校准结果
时间偏差	-5439.0 us
时间标准偏差	0.4 us
最大时间间隔误差	1.0 us

7.时间漂移率校准试验

使用标准时钟进行校准试验。在试验 6 时间同步特性校准试验测试的基础上，切断 GNSS 授时，内部时钟自由运行 6 个小时之后，连续采集至少 20min 数据，然后分别取两次的时间偏差的差值与中断 GNSS 的时间的比值作为时间漂移率的试验结果，具体试验步骤见规范正文。结果列在表 15 中。

表 15 HG-D6 型地震数据采集器时钟漂移率试验结果

时钟漂移率			
同步钟差/ms	GPS 失锁钟差/ms	失锁时间/h	始终漂移率/%
-5.43902	-5.10384	6	0.000002

(三) TDE-324FI 型地震数据采集器试验结果

1.外观检查试验

采用目测和通电方法检查地震数据采集器外观及功能。地震数据采集器外观如图 5 所示，检查试验结果见表 16。



图 5 TDE-324FI 型地震数据采集器

表 16 TDE-324FI 型地震数据采集器外观及功能检查试验结果

检查项目	检查结果
外观检查	外观完好，无影响正常工作的机械损伤。仪器名称、型号、制造厂商或商标、出厂编号等信息齐全，并配有使用说明书、操作软件和及相关线缆。
功能检查	<p>仪器具有六个双端平衡差分输入采集通道，量程、采样率、滤波器可选择设置，最大量程为±20 V，采样率可设置为 50 sps、100 sps 或 200 sps，FIR 数字滤波器可设置为最小相移特性或线性相移特性。仪器具有卫星或网络时间同步、标定信号输出、地震事件触发、数据存储传输和地震计控制等功能。</p> <p>测量范围：用电压校准仪连接到数据采集通道输入端，给数采输入量程的 120%的校准信号，数采采集的数值与设定量程相匹配。</p> <p>授时功能：数据采集器可接入卫星信号，通过屏幕可看到仪器时间同步至北京时间。</p>

2.零输入噪声（有效值）校准试验

依据规范规定的频域校准的方法，数据采集器采样率设置为 200 sps，量程

设置为 $\pm 20\text{ V}$ ，将输入端接地，连续记录不少于 20 min 的数据。对数据去均值加窗后计算功率谱密度，计算 0.01 Hz~40 Hz 频带范围内的噪声有效值作为校准结果。计算结果列在表 17 中。

表 17 TDE-324FI 型地震数据采集器零输入噪声试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果 (μV)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

3.转换因子相对误差和线性度误差校准试验

使用电压校准仪进行校准试验。依据规范规定的方法，数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 $\pm 20\text{ V}$ ，滤波器设置为线性相移滤波器。按照规范中校准点的选取原则（21 个点），调节电压校准仪输出各点的直流电压值，数采采集并记录数据，截取各点 30s 的数据求平均作为该校准点的结果，按照规范中最小二乘法计算转换因子相对误差和线性度误差。各个通道均进行计算，计算结果列在表 18 中。

表 18 TDE-324FI 型地震数据采集器转换因子相对误差和线性度误差试验结果

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道正输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-12743723	20.146651	-12743217	11.836322	-12740939	16.062119
-9	-12072993	15.719710	-12072510	12.394011	-12070352	15.719648
-8	-10731529	10.449827	-10731101	8.870388	-10729181	10.311206
-7	-9390061	8.999443	-9389687	9.726265	-9388005	10.356763
-6	-8048592	8.490560	-8048274	9.440142	-8046832	7.423821
-5	-6707138	6.522823	-6706875	4.995481	-6705669	5.742121
-4	-5365668	5.778206	-5365459	1.362604	-5364490	2.902064
-3	-4024211	18.043089	-4024062	18.196226	-4023330	19.149006
-2	-2682741	17.167472	-2682647	16.067349	-2682152	16.886949
-1	-1341267	12.653355	-1341226	7.974472	-1340969	9.510391
0	200	14.953738	183	12.135595	201	15.492333
1	1341677	7.350621	1341605	2.959718	1341387	5.925276
2	2683145	8.268004	2683015	6.320841	2682562	6.817718
3	4024606	16.305387	4024418	15.759964	4023726	18.497660
4	5366089	2.857770	5365846	0.832587	5364919	1.681103
5	6707551	9.794153	6707251	9.614710	6706088	9.202045
6	8049023	7.775037	8048664	9.252333	8047264	9.192988
7	9390510	9.967580	9390094	7.734044	9388457	8.616570
8	10731980	11.177697	10731508	8.505421	10729634	8.969128
9	12073458	19.396814	12072930	17.998799	12070821	20.419685
9.5	12744196	23.121373	12743638	18.966487	12741412	23.120714
测试计算结果						
	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
斜率 a(count)	1341469.2689		1341413.0476		1341176.0069	
截距 b(count)	214.7002		194.9551		216.7013	

线性度误差/%	0.0001%	0.0001%	0.0001%
标称转换因子(uv/count)	0.7451	0.7451	0.7451
转换因子计算值(uv/count)	0.745451	0.745483	0.745614
转换因子相对误差/%	0.04%	0.06%	0.06%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道负输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD-）		采集通道 2（EW-）		采集通道 3（NS-）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-12744508	27.427016	-12739394	74.392403	-12742141	29.840792
-9	-12073752	27.292115	-12068905	68.117639	-12071508	27.958392
-8	-10732227	13.678814	-10727921	62.262610	-10730230	12.209592
-7	-9390710	7.813513	-9386950	43.401581	-9388961	5.499291
-6	-8049188	2.582288	-8045968	36.034053	-8047693	0.162509
-5	-6707678	1.330090	-6704997	16.949024	-6706429	2.175309
-4	-5366160	7.416891	-5364021	2.657996	-5365158	10.589609
-3	-4024641	14.954692	-4023041	6.943033	-4023892	14.110409
-2	-2683128	16.405493	-2682067	23.085062	-2682622	22.158709
-1	-1341618	15.413294	-1341096	41.998090	-1341363	19.074509
0	-104	18.105095	-120	56.118119	-103	17.208310
1	1341414	24.251396	1340855	70.131148	1341165	22.936110
2	2682923	22.261198	2681826	89.545176	2682422	17.804910
3	4024432	18.939499	4022798	107.517205	4023679	12.723210
4	5365934	9.588300	5363769	126.714234	5364938	9.208510
5	6707444	8.100601	6704748	136.723262	6706194	2.608810
6	8048947	0.021902	8045735	139.704291	8047451	2.000890
7	9390448	10.482297	9386744	120.989820	9388708	7.772590
8	10731957	13.059496	10727838	16.990348	10729964	13.303789
9	12073453	28.455195	12069050	205.032623	12071219	21.132989
9.5	12744206	31.162294	12739767	427.611859	12741840	31.042589
测试计算结果						

	采集通道 1 (UD-)	采集通道 2 (EW-)	采集通道 3 (NS-)
斜率 a(count)	1341511.442	1340989.894	1341262.183
截距 b(count)	-121.6990952	-64.35738095	-119.9628095
线性度误差/%	0.0001%	0.0016%	0.0001%
标称转换因子(uv/count)	0.7451	0.7451	0.7451
转换因子计算值(uv/count)	0.745428	0.745718	0.745566
转换因子相对误差/%	0.04%	0.08%	0.06%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道正输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-12733210	24.739031	-12731425	27.244785	-12732504	20.610867
-9	-12063013	19.654630	-12061321	22.349409	-12062343	17.399682
-8	-10722612	16.160827	-10721108	18.365158	-10722017	15.839813
-7	-9382212	12.250024	-9380898	11.354406	-9381695	11.346443
-6	-8041807	13.195222	-8040681	10.865654	-8041366	13.126074
-5	-6701422	6.390081	-6700484	8.643598	-6701057	5.776296
-4	-5361016	3.903384	-5360267	8.733350	-5360729	4.585665
-3	-4020630	22.083687	-4020066	24.751102	-4020419	21.955535
-2	-2680224	20.543490	-2679847	22.893853	-2680088	18.581904
-1	-1339815	15.552792	-1339624	17.000605	-1339757	14.839773
0	582	22.458595	588	21.626857	565	19.585143
1	1340997	11.396398	1340816	10.531609	1340904	8.540512
2	2681400	12.597701	2681032	11.932361	2681230	9.964382
3	4021788	28.345504	4021234	26.119613	4021544	23.163251
4	5362210	11.002806	5361469	8.037364	5361885	9.248121
5	6702605	19.335609	6701680	14.195616	6702205	16.645490
6	8043019	10.285912	8041905	6.632368	8042538	10.204859
7	9383445	11.594785	9382142	13.181380	9382884	7.793771
8	10723854	16.591482	10722362	16.116628	10723217	13.512902

9	12064274	32.882180	12062592	29.101876	12063558	27.857032
9.5	12734480	36.827778	12732703	32.519000	12733730	35.604348
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
斜率 a(count)	1340404.0728		1340216.9828		1340327.2784	
截距 b(count)	604.4481		609.5844		584.9411	
线性度误差/%	0.0001%		0.0001%		0.0001%	
标称转换因子(uv/count)	0.7451		0.7451		0.7451	
转换因子计算值(uv/count)	0.746044		0.746148		0.746086	
转换因子相对误差/%	0.12%		0.14%		0.14%	

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道负输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-12741761	35.918894	-12739115	16.085159	-12741111	30.813843
-9	-12071185	5.788082	-12068688	6.667476	-12070573	2.820600
-8	-10730097	8.998960	-10727886	0.822746	-10729556	5.751616
-7	-9389008	11.402837	-9387104	24.721484	-9388547	16.261131
-6	-8047904	1.053786	-8046268	4.322786	-8047506	4.761354
-5	-6706793	20.703909	-6705451	13.739556	-6706472	18.660339
-4	-5365709	13.974532	-5364657	0.194825	-5365461	9.351823
-3	-4024615	16.368155	-4023835	14.542595	-4024433	16.879308
-2	-2683540	0.396778	-2683055	13.033635	-2683435	5.499707
-1	-1342450	1.007099	-1342248	13.794365	-1342415	4.898723
0	-1335	22.956024	-1399	27.660405	-1364	25.785262
1	1339750	15.785647	1339388	6.785675	1339643	13.003747
2	2680842	17.375270	2680206	17.042944	2680669	18.819231
3	4021911	5.735107	4020996	0.060786	4021669	1.589784
4	5363027	19.144015	5361813	8.866484	5362704	13.192701
5	6704083	15.784862	6702603	8.405246	6703696	14.378315

6	8045184	6.105739	8043416	3.071976	8044724	6.699830
7	9386283	1.242884	9384222	4.714206	9385748	3.011345
8	10727355	17.916993	10725025	9.120937	10726757	13.831361
9	12068458	6.076370	12065836	5.475667	12067786	5.525376
9.5	12738995	14.266058	12736244	2.162032	12738292	9.372134
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
斜率 a(count)	1341091.278		1340807.593		1341020.106	
截距 b(count)	-1357.543524		-1426.422905		-1389.666262	
线性度误差/%	0.0001%		0.0001%		0.0001%	
标称转换因子(uv/count)	0.7451		0.7451		0.7451	
转换因子计算值(uv/count)	0.745661		0.745819		0.745701	
转换因子相对误差/%	0.08%		0.10%		0.08%	

4.幅频特性校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，分别测线性相位滤波器、最小相位滤波器。低失真信号源分别输出 1Hz、5Hz、10Hz、15Hz、20Hz、25Hz、30Hz、35Hz、40Hz、45Hz、50Hz、55Hz、67Hz、72Hz、77Hz、85Hz 的正弦波，幅度为满量程 30%，每个频点测试 40s 数据。按照规范中幅值的计算方法，计算各频点的幅值并对 1Hz 做归一化，幅频特性校准试验结果如表 19 所示。

表 19 TDE-324FI 型地震数据采集器幅频特性试验结果

幅频特性测试计算表（A 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）
1	16012290.70	0.000	16010997.16	0.000	16009159.46	0.000
5	16034812.84	0.012	16033616.79	0.012	16031676.09	0.012
10	16073556.21	0.033	16072355.98	0.033	16070411.38	0.033
15	16092467.44	0.043	16091261.45	0.043	16089314.48	0.043
20	16151448.38	0.075	16150234.33	0.075	16148283.35	0.075
25	16146054.65	0.072	16144840.64	0.072	16142890.64	0.072
30	16030040.13	0.010	16028833.90	0.010	16026897.86	0.010
35	16134488.46	0.066	16133276.00	0.066	16131326.26	0.066
40	16118441.68	0.057	16117228.01	0.057	16115282.21	0.057
45	2489989.93	-16.165	2489802.52	-16.165	2489501.68	-16.165
50	2.54	-155.641	2.68	-155.481	2.63	-155.511
55	0.85	-153.772	0.90	-153.981	0.89	-153.510
67	1.64	-138.389	1.78	-135.856	1.63	-139.845
72	2.16	-135.941	2.28	-134.090	2.28	-136.942
77	1.61	-137.448	1.70	-135.521	2.00	-138.067
85	1.17	-137.040	1.46	-134.681	1.13	-143.008
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（A 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）
1	15996188.82	0.000	15994504.35	0.000	15993080.16	0.000
2	15931961.83	-0.035	15930283.38	-0.035	15928865.17	-0.035
5	16005730.10	0.005	16004041.98	0.005	16002619.82	0.005
7	16019384.56	0.013	16017694.20	0.013	16016271.65	0.013
10	16033288.51	0.020	16031595.46	0.020	16030172.46	0.020
15	16105694.26	0.059	16103991.29	0.059	16102564.11	0.059
20	16171925.28	0.095	16170214.04	0.095	16168782.70	0.095

25	16115203.10	0.064	16113497.10	0.064	16112071.48	0.064
30	15988382.50	-0.004	15986688.96	-0.004	15985275.09	-0.004
35	16128164.16	0.071	16126455.36	0.071	16125029.64	0.071
40	16092912.24	0.052	16091206.07	0.052	16089783.29	0.052
45	2317605.27	-16.780	2317359.59	-16.780	2317154.67	-16.780
50	4.70	-130.647	4.71	-130.628	4.80	-130.459
55	2.77	-135.223	2.75	-135.293	2.70	-135.453
67	2.84	-135.015	2.24	-137.089	2.70	-135.467
72	1.29	-141.892	1.27	-141.982	1.58	-140.132
77	1.76	-139.175	1.88	-138.600	2.07	-137.743
85	1.69	-139.516	1.76	-139.145	1.83	-138.853
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	16015295.98	0.000	16012558.30	0.000	16014201.42	0.000
5	16035805.56	0.011	16033092.30	0.011	16034709.13	0.011
10	16074525.01	0.032	16071806.51	0.032	16073424.11	0.032
15	16093261.33	0.042	16090537.36	0.042	16092158.93	0.042
20	16152449.08	0.074	16149714.06	0.074	16151342.35	0.074
25	16146435.08	0.071	16143699.46	0.071	16145327.38	0.071
30	16031020.70	0.009	16028271.36	0.009	16029919.53	0.009
35	16135387.56	0.065	16132597.84	0.065	16134277.75	0.065
40	16119559.44	0.056	16116762.15	0.056	16118449.83	0.056
45	2490166.74	-16.166	2489741.10	-16.166	2489994.98	-16.166
50	2.59	-135.811	2.64	-135.671	2.53	-136.022
55	0.80	-146.040	1.01	-144.043	1.11	-143.180
67	1.63	-139.862	1.61	-139.930	1.70	-139.484
72	2.62	-135.711	2.75	-135.301	2.17	-137.371
77	1.65	-139.764	1.92	-138.433	1.42	-141.066
85	1.07	-143.539	1.39	-141.223	1.21	-142.470
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	15996169.90	0.000	15993801.27	0.000	15994799.86	0.000
5	16005641.31	0.005	16003278.59	0.005	16004273.16	0.005
10	16033251.83	0.020	16030883.18	0.020	16031881.51	0.020
15	16105795.85	0.059	16103414.06	0.059	16104419.15	0.059
20	16172077.20	0.095	16169683.56	0.095	16170694.96	0.095

25	16115395.20	0.064	16113007.75	0.064	16114018.54	0.065
30	15988742.57	-0.004	15986370.56	-0.004	15987375.78	-0.004
35	16128528.13	0.072	16126131.08	0.072	16127149.18	0.072
40	16093405.94	0.053	16091011.36	0.053	16092029.04	0.053
45	2317678.98	-16.779	2317333.53	-16.779	2317480.63	-16.779
50	4.98	-130.134	4.97	-130.152	5.00	-130.108
55	2.86	-134.968	2.90	-134.818	2.84	-135.020
67	2.71	-135.413	2.46	-136.272	2.59	-135.812
72	1.35	-141.476	1.38	-141.277	1.42	-141.056
77	2.23	-137.114	1.98	-138.126	2.34	-136.693
85	1.67	-139.635	1.78	-139.080	1.66	-139.699
备注	对 1Hz 做归一化					

5.总谐波失真度校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，调节信号发生器输出频率为 1 Hz、幅值为量程的 30%（12Vpp）的低失真正弦信号，被校数据采集器记录不少于 2 min 的数据，按照附录 A.的方法计算采集数据序列的总谐波失真度作为校准结果。各采集通道的总谐波失真度校准结果列在表 20 中。

表 20 TDE-324FI 型地震数据采集器总谐波失真度试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

6.时间同步特性校准试验

使用标准时钟进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器，给数采输入标准的分脉冲信号，占空比 50%。等待 GNSS 授时稳定后连续测量 20min 的数据。按照规范中给出的计算方法处理数据，校准结果列在表 21 中。（图 6、表 21）。

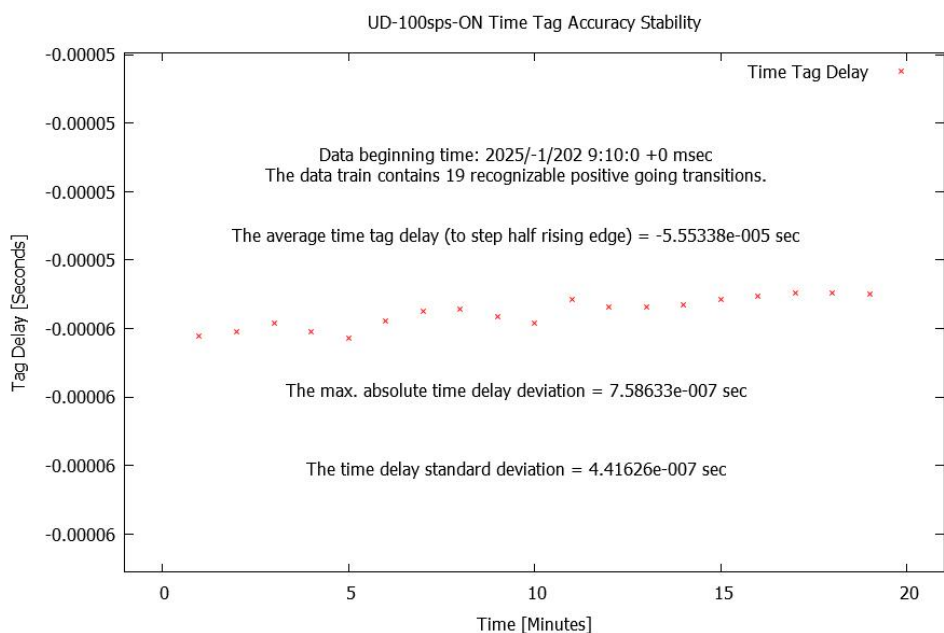


图 6 TDE-324FI 型地震数据采集器时间同步计算结果图

表 21 TDE-324FI 型地震数据采集器时间同步试验结果

时间同步参量	校准结果
时间偏差	-55.5 us
时间标准偏差	0.4 us
最大时间间隔误差	0.8 us

7.时间漂移率校准试验

使用标准时钟进行校准试验。在试验 6 时间同步特性校准试验测试的基础上，切断 GNSS 授时，内部时钟自由运行 6.5 个小时之后，连续采集至少 20min 数据，然后分别取两次的时间偏差的差值与中断 GNSS 的时间的比值作为时间漂移率的试验结果，具体试验步骤见规范正文。结果列在表 22 中。

表 22 TDE-324FI 型地震数据采集器时钟漂移率试验结果

时钟漂移率			
同步钟差/ms	GPS 失锁钟差/ms	失锁时间/h	始终漂移率/%
-0.0555338	0.0336294	6.5	0.0000004

(四) SST-D6A 型地震数据采集器试验结果

1.外观检查试验

采用目测和通电方法检查地震数据采集器外观及功能。地震数据采集器外观如图 7 所示，检查试验结果见表 23。

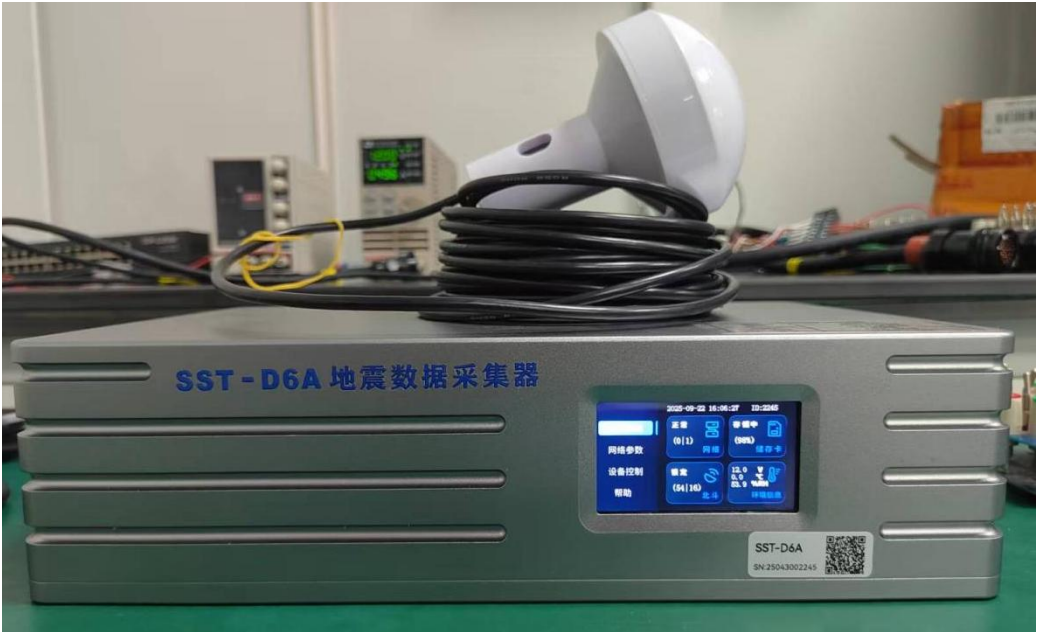


图 7 SST-D6A 型地震数据采集器

表 23 SST-D6A 型地震数据采集器外观及功能检查试验结果

检查项目	检查结果
外观检查	外观完好，无影响正常工作的机械损伤。仪器名称、型号、制造厂商或商标、出厂编号等信息齐全，并配有使用说明书、操作软件和及相关线缆。
功能检查	仪器具有六个双端平衡差分输入采集通道，量程、采样率、滤波器可选择设置，最大量程为 $\pm 20\text{ V}$ ，采样率可设置为 50 sps、100 sps 或 200 sps，FIR 数字滤波器可设置为最小相移特性或线性相移特性。仪器具有卫星或网络时间同步、标定信号输出、地震事件触发、数据存储传输和地震计控制等功能。
	测量范围：用电压校准仪连接到数据采集通道输入端，给数采输入量程的 120%的校准信号，数采采集的数值与设定量程相匹配。
	授时功能：数据采集器可接入卫星信号，通过屏幕可看到仪器时间同步至北京时间。

2.零输入噪声（有效值）校准试验

依据规范规定的频域校准的方法，数据采集器采样率设置为 200 sps，量程

设置为 $\pm 20\text{ V}$ ，将输入端接地，连续记录不少于 20 min 的数据。对数据去均值加窗后计算功率谱密度，计算 0.01 Hz~40 Hz 频带范围内的噪声有效值作为校准结果。计算结果列在表 24 中。

表 24 SST-D6A 型地震数据采集器零输入噪声试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果 (μV)	1.4	1.4	1.2	1.8	1.4	1.2

3.转换因子相对误差和线性度误差校准试验

使用电压校准仪进行校准试验。依据规范规定的方法，数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 $\pm 20\text{ V}$ ，滤波器设置为线性相移滤波器。按照规范中校准点的选取原则（21 个点），调节电压校准仪输出各点的直流电压值，数采采集并记录数据，截取各点 30s 的数据求平均作为该校准点的结果，按照规范中最小二乘法计算转换因子相对误差和线性度误差。各个通道均进行计算，计算结果列在表 25 中。

表 25 SST-D6A 型地震数据采集器转换因子相对误差和线性度误差试验结果

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道正输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-31659295	433.564920	-31658826	427.470760	-31659047	390.932918
-9	-29993199	232.015064	-29992729	252.468835	-29992955	201.005617
-8	-26660858	22.166646	-26660431	6.130986	-26660634	42.674986
-7	-23328594	352.946357	-23328216	323.182863	-23328397	369.655589
-6	-19996011	365.446068	-19995690	341.066713	-19995842	378.794192
-5	-16663390	339.254779	-16663062	257.307562	-16663264	365.571295
-4	-13330707	251.686490	-13330542	282.385412	-13330651	317.237398
-3	-9998198	337.148701	-9998249	532.951261	-9998014	244.921001
-2	-6665722	456.602412	-6665693	521.400611	-6665362	157.041104
-1	-3332635	36.205378	-3332520	107.088540	-3332572	68.450293
0	93	169.140667	127	210.381190	117	192.818190
1	3332843	324.199956	3332712	251.128341	3332767	278.655088
2	6665685	570.991245	6665526	520.562992	6665565	512.365985
3	9998326	617.024034	9998219	669.363142	9998085	467.271382
4	13330697	392.879823	13330517	423.857793	13330586	404.069779
5	16663204	304.793612	16662936	298.555943	16663076	329.427176
6	19995713	218.839402	19995432	250.111094	19995522	211.666573
7	23328188	99.024691	23327847	120.797244	23327969	93.660970
8	26660526	158.200020	26660120	150.583605	26660280	159.994633
9	29992847	432.422731	29992377	437.298454	29992570	433.587236
9.5	31658894	682.804587	31658395	691.740379	31658605	680.846537
测试计算结果						
	采集通道 1（UD+）		采集通道 2（EW+）		采集通道 3（NS+）	
斜率 a(count)	3332594.9917		3332544.1838		3332564.4466	
截距 b(count)	-75.7697		-83.3422		-76.0762	

线性度误差/%	0.001%	0.001%	0.001%
标称转换因子(uv/count)	0.3	0.3	0.3
转换因子计算值(uv/count)	0.300069	0.300069	0.300079
转换因子相对误差/%	0.02%	0.02%	0.02%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表（A 通道负输入端）						
输入电压（V）	采集通道 1（UD-）		采集通道 2（EW-）		采集通道 3（NS-）	
	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）	记录数据（c）	线性偏差（c）
-9.5	-31651369	103.151105	-31651085	59.395437	-31649581	140.941090
-9	-29985648	29.598540	-29985362	54.547970	-29983944	11.166079
-8	-26654105	192.421832	-26653837	203.276786	-26652581	159.591943
-7	-23322470	262.849124	-23322224	264.169601	-23321125	237.317965
-6	-19990783	282.070416	-19990563	276.910417	-19989621	267.663987
-5	-16659043	247.806208	-16658877	264.174232	-16658074	254.516509
-4	-13327307	218.071499	-13327189	250.342548	-13326533	248.217031
-3	-9995582	198.494791	-9995419	153.367363	-9994940	188.619053
-2	-6664014	336.879583	-6663607	15.373679	-6663329	112.094575
-1	-3331829	141.826125	-3331782	136.326006	-3331585	97.869903
0	47	312.375333	53	296.953690	84	233.501881
1	3331944	503.366042	3331874	445.133375	3331759	373.949859
2	6664192	1045.362250	6663923	820.205560	6663614	695.416837
3	9995349	496.094458	9995234	456.866744	9995042	588.917315
4	13326932	373.617666	13326888	437.864929	13326353	366.068793
5	16658585	320.483874	16658478	354.090613	16657757	236.356771
6	19990228	257.740082	19990046	248.713798	19989258	203.207749
7	23321748	71.460791	23321541	70.237982	23320637	47.630727
8	26653058	324.783501	26652824	321.330833	26651836	287.596295
9	29984420	668.364793	29984158	660.272649	29983092	565.537317
9.5	31650077	864.137439	31649793	862.022056	31648750	673.872328
测试计算结果						

	采集通道 1 (UD-)	采集通道 2 (EW-)	采集通道 3 (NS-)
斜率 a(count)	3331705.963	3331673.651	3331534.034
截距 b(count)	-265.1638333	-244.3066905	-149.105881
线性度误差/%	0.002%	0.002%	0.002%
标称转换因子(uv/count)	0.3	0.3	0.3
转换因子计算值(uv/count)	0.300147	0.300149	0.300162
转换因子相对误差/%	0.04%	0.06%	0.06%

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道正输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-31659066	403.028293	-31659093	406.738608	-31657952	445.098803
-9	-29992956	231.598802	-29992999	215.705376	-29991922	245.402056
-8	-26660671	46.008178	-26660712	66.107089	-26659758	48.945437
-7	-23328424	361.523159	-23328458	381.021554	-23327623	373.214930
-6	-19995860	360.968140	-19995886	377.516019	-19995171	379.964423
-5	-16663275	338.220620	-16663316	375.885484	-16662703	370.682916
-4	-13330660	286.253601	-13330706	335.081949	-13330204	330.668909
-3	-9998143	331.109082	-9998055	252.799914	-9997695	279.816402
-2	-6665635	386.202562	-6665300	66.421879	-6665108	151.335895
-1	-3332617	69.133957	-3332606	58.740656	-3332450	47.706112
0	52	175.563476	82	177.438690	113	152.043619
1	3332765	325.466996	3332732	259.375225	3332659	239.343626
2	6665747	745.274515	6665584	541.931760	6665289	410.604633
3	9998036	472.007034	9998035	424.289295	9997943	606.266140
4	13330495	367.631053	13330588	409.183330	13330195	399.089647
5	16662993	302.875073	16663064	316.246365	16662520	265.570154
6	19995475	223.092092	19995516	199.516400	19994929	215.751661
7	23327915	100.391111	23327975	88.891935	23327276	103.821168
8	26660218	159.594869	26660297	157.310530	26659488	142.527325

9	29992494	446.336850	29992597	426.498995	29991676	413.480818
9.5	31658522	699.845340	31658648	659.414227	31657679	640.060564
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD+)		采集通道 2 (EW+)		采集通道 3 (NS+)	
斜率 a(count)	3332562.6430		3332568.7865		3332458.7055	
截距 b(count)	-123.5640		-95.8412		-38.9526	
线性度误差/%	0.001%		0.001%		0.001%	
标称转换因子(uv/count)	0.3		0.3		0.3	
转换因子计算值(uv/count)	0.300069		0.300069		0.300079	
转换因子相对误差/%	0.02%		0.02%		0.02%	

线性度误差——采集通道正输入端测试记录表 (B 通道负输入端)						
输入电压 (V)	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)	记录数据 (c)	线性偏差 (c)
-9.5	-63732349	612.925325	-63723961	614.975360	-63725561	638.626906
-9	-60377942	625.413403	-60370235	501.355557	-60371694	535.609037
-8	-53669440	338.482060	-53662773	285.589453	-53663957	333.787297
-7	-46960851	138.002216	-46955273	108.662849	-46956205	146.410058
-6	-40252243	43.164628	-40247742	39.068255	-40248441	28.295182
-5	-33543535	124.127972	-33540168	142.304860	-33540581	108.018922
-4	-26834857	235.613315	-26832596	247.980964	-26832729	194.939661
-3	-20126154	322.044159	-20124959	289.316068	-20124862	266.777401
-2	-13417401	357.948003	-13417276	283.582672	-13416973	317.021640
-1	-6708655	401.076847	-6709631	316.640777	-6709099	382.084880
0	171	364.308690	-1958	321.218881	-1157	378.631619
1	6708935	390.037534	6705672	368.960485	6706735	425.964859
2	13417710	404.014378	13413372	346.368089	13414673	427.028098
3	20126533	370.339222	20121112	284.259694	20122640	399.452838
4	26835413	279.062566	26828853	221.518798	26830644	334.185077
5	33544331	150.319409	33536636	116.590902	33538748	169.320317

6	40253236	34.349253	40244389	41.022507	40246803	53.895556
7	46962213	152.982403	46952226	117.816389	46954929	133.245704
8	53671163	314.107059	53660086	300.935785	53663078	343.344465
9	60380195	556.395716	60367949	485.155681	60371247	572.978725
9.5	63734771	738.097794	63721907	604.341879	63725425	781.613856
测试计算结果						
	采集通道 1 (UD-)		采集通道 2 (EW-)		采集通道 3 (NS-)	
斜率 a(count)	6708789.1898		6707677.7836		6707939.0887	
截距 b(count)	535.4737		-1636.7076		-778.0279	
线性度误差/%	0.0005%		0.0005%		0.0006%	
标称转换因子(uv/count)	0.3		0.3		0.3	
转换因子计算值(uv/count)	0.149058		0.149083		0.149077	
转换因子相对误差/%	0.04%		0.06%		0.06%	

4.幅频特性校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，分别测线性相位滤波器、最小相位滤波器。低失真信号源分别输出 1Hz、5Hz、10Hz、15Hz、20Hz、25Hz、30Hz、35Hz、40Hz、45Hz、50Hz、55Hz、67Hz、72Hz、77Hz、85Hz 的正弦波，幅度为满量程 30%，每个频点测试 40s 数据。按照规范中幅值的计算方法，计算各频点的幅值并对 1Hz 做归一化，幅频特性校准试验结果如表 26 所示。

表 26 SST-D6A 型地震数据采集器幅频特性试验结果

幅频特性测试计算表（A 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）	采集值(c)	波动（dB）
1	39944563.91	0.000	39945432.82	0.000	39942226.56	0.000
5	39937359.08	-0.002	39938253.82	-0.002	39933086.35	-0.002
10	40140133.99	0.042	40142144.71	0.043	40140537.77	0.043
15	40239126.12	0.064	40241242.23	0.064	40239550.89	0.064
20	40296118.16	0.076	40298054.63	0.076	40295821.88	0.077
25	40230111.33	0.062	40231454.66	0.062	40229713.70	0.062
30	39940034.05	-0.001	39942052.65	-0.001	39940051.47	0.000
35	39629141.35	-0.069	39631295.32	-0.069	39628536.26	-0.068
40	33127344.35	-1.625	33130206.28	-1.625	33127534.86	-1.625
45	2513549.93	-24.023	2513633.81	-24.023	2513117.32	-24.023
50	0.66	-144.778	0.68	-144.841	0.68	-144.854
55	0.72	-154.866	0.80	-153.961	0.75	-154.539
67	4.39	-139.185	6.37	-135.941	3.82	-140.384
72	5.93	-136.568	6.72	-135.482	5.18	-137.744
77	4.72	-138.543	6.15	-136.255	4.24	-139.474
85	4.41	-139.132	6.48	-135.798	4.76	-138.482
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（A 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）	采集值(μ V)	波动（dB）
1	39944886.03	0.000	39946138.91	0.000	39943573.84	0.000
5	39928060.11	-0.004	39938777.84	-0.002	39936013.09	-0.002
10	40129521.03	0.040	40140890.17	0.042	40137949.38	0.042
15	40234189.18	0.063	40238462.90	0.063	40235534.75	0.063
20	40293863.12	0.076	40295336.11	0.076	40292560.80	0.076
25	40227762.39	0.061	40229116.18	0.061	40226072.03	0.061
30	39934820.78	-0.002	39937229.99	-0.002	39933891.03	-0.002

35	39626950.62	-0.069	39628484.45	-0.069	39625313.98	-0.069
40	33127839.49	-1.625	33129074.50	-1.625	33126209.09	-1.626
45	2513549.93	-24.024	2513633.81	-24.024	2513117.32	-24.024
50	0.66	-144.778	0.68	-144.841	0.68	-144.854
55	0.72	-154.866	0.80	-153.961	0.75	-154.539
67	4.39	-139.185	6.37	-135.941	3.82	-140.384
72	5.93	-136.568	6.72	-135.482	5.18	-137.744
77	4.72	-138.543	6.15	-136.255	4.24	-139.474
85	4.41	-139.132	6.48	-135.798	4.76	-138.482
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——线性相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	39929303.33	0.000	39929164.14	0.000	39927040.21	0.000
5	39921998.20	-0.002	39921862.84	-0.002	39920038.66	-0.002
10	40118688.94	0.041	40118561.30	0.041	40116634.72	0.041
15	40210997.99	0.061	40210876.87	0.061	40208885.58	0.061
20	40266498.29	0.073	40266377.68	0.073	40264335.36	0.073
25	40200050.68	0.059	40199932.15	0.059	40197833.98	0.059
30	39898865.29	-0.007	39898748.91	-0.007	39896774.30	-0.007
35	39595602.80	-0.073	39595492.38	-0.073	39593472.12	-0.073
40	33105341.57	-1.628	33105252.86	-1.628	33103277.84	-1.628
45	2511303.13	-24.028	2511296.53	-24.028	2511157.47	-24.028
50	0.31	-162.221	0.29	-162.822	0.32	-161.898
55	0.69	-155.272	0.69	-155.289	0.73	-154.775
67	5.67	-136.960	5.74	-136.852	5.47	-137.259
72	4.38	-139.203	4.45	-139.065	4.76	-138.481
77	5.00	-138.052	5.04	-137.985	5.44	-137.312
85	4.96	-138.118	4.97	-138.104	6.51	-135.755
备注	对 1Hz 做归一化					

幅频特性测试计算表（B 通道）——最小相位						
信号频率	采集通道 1（UD）		采集通道 2（EW）		采集通道 3（NS）	
频率(Hz)	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）	采集值(μV)	波动（dB）
1	39930083.55	0.000	39929923.09	0.000	39928195.48	0.000
5	39922203.39	-0.002	39922052.84	-0.002	39920260.00	-0.002
10	40118935.73	0.041	40118791.98	0.041	40116872.29	0.041
15	40211299.87	0.061	40211160.41	0.061	40209129.78	0.061
20	40266939.12	0.073	40266806.19	0.073	40264601.27	0.073
25	40200527.41	0.059	40200394.62	0.059	40198278.22	0.059
30	39899896.96	-0.007	39899770.43	-0.007	39897568.05	-0.007

35	39596351.17	-0.073	39596228.88	-0.073	39593871.14	-0.073
40	33105325.27	-1.628	33105226.53	-1.628	33103187.97	-1.628
45	2511368.14	-24.028	2511360.97	-24.028	2511195.32	-24.028
50	0.81	-153.883	0.82	-153.762	0.80	-153.981
55	0.80	-153.935	0.75	-154.473	0.75	-154.540
67	4.43	-139.102	4.89	-138.244	4.66	-138.653
72	5.47	-137.265	5.43	-137.329	6.12	-136.294
77	6.83	-135.336	6.18	-136.203	7.29	-134.773
85	4.82	-138.371	4.50	-138.967	5.22	-137.677
备注	对 1Hz 做归一化					

5.总谐波失真度校准试验

使用低失真信号源进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，调节信号发生器输出频率为 1 Hz、幅值为量程的 30%（12Vpp）的低失真正弦信号，被校数据采集器记录不少于 2 min 的数据，按照附录 A.的方法计算采集数据序列的总谐波失真度作为校准结果。各采集通道的总谐波失真度校准结果列在表 27 中。

表 27 SST-D6A 型地震数据采集器总谐波失真度试验结果

采集通道	A 通道			B 通道		
	UD	EW	NS	UD	EW	NS
校准结果	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%	0.002%

6.时间同步特性校准试验

使用标准时钟进行校准试验。数据采集器采样率设置为 100 sps，量程设置为 ± 20 V，滤波器设置为线性相移滤波器，给数采输入标准的分脉冲信号，占空比 50%。等待 GNSS 授时稳定后连续测量 20min 的数据。按照规范中给出的计算方法处理数据，校准结果列在表 28 中。（图 8、表 28）。

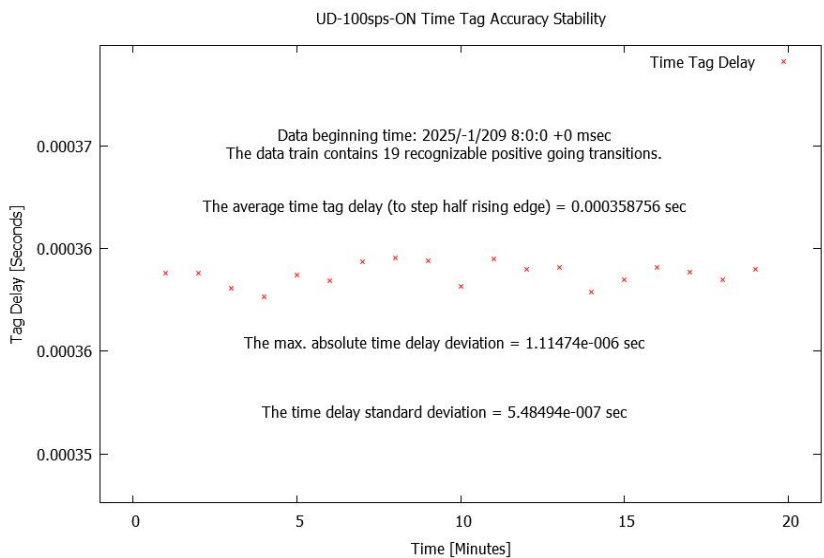


图 8 SST-D6A 型地震数据采集器时间同步计算结果图

表 28 SST-D6A 型地震数据采集器时间同步试验结果

时间同步参量	校准结果
时间偏差	358.8 us
时间标准偏差	0.6 us
最大时间间隔误差	1.2 us

7.时间漂移率校准试验

使用标准时钟进行校准试验。在试验 6 时间同步特性校准试验测试的基础上，切断 GNSS 授时，内部时钟自由运行 6 个小时之后，连续采集至少 20min 数据，然后分别取两次的时间偏差的差值与中断 GNSS 的时间的比值作为时间漂移率的试验结果，具体试验步骤见规范正文。结果列在表 29 中。

表 29 SST-D6A 型地震数据采集器时钟漂移率试验结果

时钟漂移率			
同步钟差/ms	GPS 失锁钟差/ms	失锁时间/h	始终漂移率/%
0.358756	0.143835	6	0.000001

四、试验结论

通过对 4 种型号地震数据采集器开展的全部检查和校准项目试验，证明了《地震数据采集器校准规范》中所提出的检查、校准项目和方法是科学、合理的，适用于预期用途，可验证地震数据采集器的性能，进而保障地震监测仪器测量数据的准确可靠性。