

# 水管倾斜仪校准试验报告

## 1. 试验目的

在《水管倾斜仪校准规范》（以下简称“校准规范”）制定过程中，为了合理的确定各校准项目的技术要求及方法，我们选取台网中主要应用的DSQ型倾斜仪作为校准对象，按照校准规范制定的校准方法对各项目进行测试，验证该校准规范的正确性、可行性和可操作性。

## 2. 试验情况

### 2.1 基本情况

被校设备：DSQ型水管倾斜仪（基线长20m）

校准地点：武汉地震台九峰山洞（温度19.5℃，湿度70.2%）

校准设备：（1）激光干涉仪  
（2）数据采集器

### 2.2 校准项目

校准现场见图1所示。



图1 DSQ型水管倾斜仪校准

(1) 灵敏度

校准结果:

分量: 北南向

序号	输入		仪器输出	灵敏度
	干涉仪	倾角		
	$\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	$x$ (")	$y$ (V)	$n$ (V/")
1	51.131	2.109307	1.01127	0.48
2	51.115	2.108647	1.00952	
3	51.138	2.109596	1.01235	

4	51.141	2.109720	1.01239	
5	51.201	2.112195	1.02568	
6	51.152	2.110173	1.01765	
7	51.144	2.109843	1.01346	
8	51.125	2.109060	1.0111	
9	51.165	2.110710	1.01347	
10	51.133	2.109390	1.01157	
平均值	51.1445	2.109864	1.013846	

分量：东西向

	输入		仪器输出	灵敏度
	干涉仪	倾角		
序号	$\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	$x$ (")	$y$ (V)	$n$ (V/")
1	51.381	2.119620	1.05137	0.5
2	51.405	2.120610	1.05538	
3	51.338	2.117847	1.05235	
4	51.541	2.126221	1.06439	
5	51.326	2.117351	1.05583	
6	51.452	2.122549	1.06632	
7	51.344	2.118094	1.01552	
8	51.421	2.121271	1.05345	
9	51.452	2.122549	1.05937	
10	51.466	2.123127	1.06133	
平均值	51.4126	2.120924	1.053531	

(2) 分辨力

校准结果：

固体潮推算倾斜仪分辨力计算表

分量：北南向

$i$	日期和时间	理论值 $d_i$ (0.001")	时间间隔 $T_i$ (min)	观测值 $d'_i$ (0.001")	归一化 $d''_i$ (0.001")	拟合值 $\bar{d}''_i$ (0.001")	差值 $\Delta d''_i$ (0.001")
-7	15:45	-1.701	45	-58.426	-88.5242		
-6	15:48	-1.6146	42	-58.343	-88.3985	-88.3059	0.09
-5	15:52	-1.5083	38	-58.276	-88.297	-88.2059	0.09
-4	15:56	-1.4121	34	-58.232	-88.2303	-88.1059	0.12
-3	16:00	-1.3262	30	-58.155	-88.1136	-88.0059	0.11
-2	16:06	-1.2167	24	-58.044	-87.9455	-87.9059	0.04
-1	16:13	-1.1187	17	-57.977	-87.8439	-87.8059	0.04

0	16:30	-1.0163	0	-57.883	-87.7015	-87.7059	0.00
1	16:48	-1.1187	18	-57.94	-87.7879	-87.8059	0.02
2	16:55	-1.2168	25	-57.987	-87.8591	-87.9059	0.05
3	17:00	-1.3066	30	-58.018	-87.9061	-88.0059	0.10
4	17:05	-1.4127	35	-58.086	-88.0091	-88.1059	0.10
5	17:09	-1.5091	39	-58.142	-88.0939	-88.2059	0.11
6	17:13	-1.6158	43	-58.216	-88.2061	-88.3059	0.10
7	17:16	-1.7024	46	-58.265	-88.2803		
$K=1.515152$				分辨力 $\Delta d_{i \max}'' = 0.00012''$			

分量：东西向

$i$	日期和时间	理论值 $d_i$ (0.001'')	时间间隔 $T_i$ (min)	观测值 $d_i'$ (0.001'')	归一化 $d_i''$ (0.001'')	拟合值 $\bar{d}_i''$ (0.001'')	差值 $\Delta d_i''$ (0.001'')
-7	06:50	14.171	37	30.848	48.3511		
-6	06:53	14.281	34	30.92	48.46395	48.40721	0.06
-5	06:56	14.3822	31	30.988	48.57053	48.50721	0.06
-4	06:59	14.4743	28	31.055	48.67555	48.60721	0.07
-3	07:03	14.5829	24	31.097	48.74138	48.70721	0.03
-2	07:07	14.6752	20	31.119	48.77586	48.80721	0.03
-1	07:13	14.783	14	31.156	48.83386	48.90721	0.07
0	07:27	14.8896	0	31.235	48.95768	49.00721	0.05
1	07:42	14.7781	15	31.192	48.89028	48.90721	0.02
2	07:47	14.6892	20	31.144	48.81505	48.80721	0.01
3	07:52	14.5747	25	31.066	48.69279	48.70721	0.01
4	07:55	14.4939	28	30.994	48.57994	48.60721	0.03
5	07:59	14.3719	32	30.898	48.42947	48.50721	0.08
6	08:02	14.2699	35	30.833	48.32759	48.40721	0.08
7	08:05	14.159	38	30.777	48.23981		
$K=1.567398$				分辨力 $\Delta d_{i \max}'' = 0.00008$			

经计算北南向NS分辨力为0.00012''，东西向EW分辨力0.00008''，满足规范要求。

(3) 量程  
校准结果:

量程测试数据表格

分量: 北南向

序号	干涉仪读数 $\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	平台倾斜量 $x_i$ ( $''$ )
1	6.316	0.260554
2	12.651	0.521892
3	19.061	0.786323
4	25.471	1.050755
5	31.861	1.314362
6	38.241	1.577556
7	44.681	1.843225
8	51.131	2.109307
9	57.521	2.372914
10	63.921	2.636933

分量: 东西向

序号	干涉仪读数 $\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	平台倾斜量 $x_i$ ( $''$ )
1	6.198	0.255686
2	12.57	0.51855
3	19.05	0.78587
4	25.53	1.053189
5	31.95	1.318033
6	38.43	1.585353
7	44.88	1.851435
8	51.38	2.119579
9	57.85	2.386486
10	64.3	2.652568

量程由以上可得出北南向: 2.64'', 东西向: 2.65'', 满足规范要求。

(3) 线性度误差

校准结果:

线性度误差数据表格

分量: 北南向

序号	干涉仪读数 $\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	平台倾斜量 $x_i$ ( $''$ )	倾斜仪输出 $y_i$ (mV)	直线拟合值 $Y_i$ (mV)	线性偏差 $\Delta y_i$ (mV)
1	6.316	0.260554	126.57	127.1932	0.623171
2	12.651	0.521892	252.34	252.307	0.032957
3	19.061	0.786323	378.15	378.9021	0.752138
4	25.471	1.050755	505.32	505.4972	0.177233
5	31.861	1.314362	633.42	631.6973	1.722665
6	38.241	1.577556	759.25	757.6999	1.550059
7	44.681	1.843225	885.15	884.8875	0.262476
8	51.131	2.109307	1011.27	1012.273	1.002604
9	57.521	2.372914	1136.52	1138.473	1.952706
10	63.921	2.636933	1265.81	1264.87	0.939695
		$x = \frac{\Delta H}{L} \rho$	$\Delta y_{FS} = 1265.81$	$d = 0.15\%$	

分量: 东西向

序号	干涉仪读数 $\Delta H$ ( $\mu\text{m}$ )	平台倾斜量 $x_i$ ( $''$ )	倾斜仪输出 $y_i$ (mV)	直线拟合值 $Y_i$ (mV)	线性偏差 $\Delta y_i$ (mV)
1	6.198	0.255686	131.34	132.8368	1.496843
2	12.571	0.51855	262.84	262.2329	0.607106
3	19.052	0.78587	394.25	393.8221	0.4279
4	25.531	1.053189	525.66	525.4113	0.248695
5	31.952	1.318033	656.32	655.7821	0.537909
6	38.431	1.585353	787.35	787.3713	0.021297
7	44.88	1.851435	918.54	918.3513	0.188708
8	51.381	2.119579	1051.37	1050.347	1.023363
9	57.852	2.386486	1180.62	1181.733	1.112773
10	64.311	2.652568	1312.31	1312.713	0.402769
		$x = \frac{\Delta H}{L} \rho$	$\Delta y_{FS} = 1312.31$	$d = 0.11\%$	

线性度误差校准结果北南向: 0.15%, 东西向0.11%, 满足规范要求。