

全国物理化学计量技术委员会（MTC17）

湿度传感器动态响应测试规范
实验报告

2026 年 09 月

一、简介

制订本校准规范的技术关键是要针对国内使用的不同国别、不同型号规格、不同生产厂家的湿度传感器动态响应性能指标规定出评价仪器的基本要求。规范中推荐的计量性能列于表 1。

表 1 湿度传感器动态响应计量特性

序号	计量特性名称	说明
1	时间常数 τ	湿度阶跃量的 63.2%所对应的响应时间
2	湿度响应时间 $\tau_{0.1}$ 、 $\tau_{0.5}$ 、 $\tau_{0.9}$	湿度阶跃量的 10%、50%、90%所对应的响应时间 (根据被测传感器实际情况或委托方要求确定)
3	正、负阶跃响应	根据使用要求,分别给出吸湿和脱湿过程的动态响应结果

为了考察规范制定的测试方法和技术指标的科学性、合理性和可操作性,起草小组按规范中的相应方法校准了近 10 台/次仪器,基本覆盖了在国内市场占有率较高的主要生产厂家及仪器型号。仪器国别及型号列于表 2。

表 2 国内湿度传感器生产厂家及国别

序号	品牌	型号	国别	样品编号
1	Rotronic	HC2A-S	瑞士	R-S-01
2	Rotronic	HC2A-S	瑞士	R-S-02
3	Rotronic	HC2A-S	瑞士	R-S-03
4	Rotronic	HC2A-IC102	瑞士	R-IC-01
5	Vaisala	HC2A-IC102	芬兰	R-IC-02
6	Vaisala	HMP110	芬兰	V-H110-01
7	Vaisala	HMP110	芬兰	V-H110-02
8	Vaisala	HMP110	芬兰	V-H110-03
9	E+E	EE160	奥地利	E-160-01
10	E+E	EE160	奥地利	E-160-02

二、试验结果汇总

2.1 试验工况

为验证不同湿度阶跃量下方法的适用性,试验气体温度取 20℃,低湿环境约为 20%RH,高湿环境分别约为 60%RH、70%RH、80%RH 和 90%RH,对应湿度阶跃量约为 40%RH、50%RH、60%RH 和 70%RH。各工况的阶跃量均不小于 40%RH;20%RH 至 90%RH 工况作为扩展验证工况。

2.2 试验步骤

(1) 开启并设定湿度发生阶跃装置高湿区和低湿区的湿度值,使其产生的相对湿度稳定;

(2) 将被测湿度传感器可靠安装在湿度发生阶跃装置的弹射机构上，使敏感部位在两端位置均处于湿度发生阶跃装置内部的测试区；

(3) 设置湿度发生阶跃装置内部弹射装置的位移距离和速度，实测并记录阶跃系统运行时间，确认其小于被测湿度传感器预计响应时间的 10%；

(4) 设置高速采集设备的量程、采样间隔和采集时长，确认采样间隔小于预计响应时间的10%，采集总时长覆盖完整响应过程；

(5) 将被测传感器置于湿度发生阶跃装置低湿测试区直至输出稳定，触发湿度发生阶跃装置的弹射机构，使被测湿度传感器迅速进入湿度发生阶跃装置的高湿测试区内，同时记录触发时刻和位移时间；

(6) 持续采集至传感器输出达到阶跃后的稳定状态，记录阶跃前、后的湿度、温度及必要工况。每个试验工况重复测量3次。

2.3 试验数据

表 3 20℃下约 20%RH 至 60%RH 的试验数据

设备编号	湿度/(%RH)			时间常数 τ /s
	初始值 H_A /%RH	终止值 H_C /%RH	阶跃量 ΔH /%RH	
R-S-01	19.80	60.20	40.40	10.06
R-S-02	19.80	60.50	40.70	10.14
R-S-03	20.50	60.50	40.00	10.20
R-IC-01	20.40	60.70	40.30	10.30
R-IC-02	20.40	60.60	40.20	10.39
V-H110-01	20.40	60.60	40.20	10.48
V-H110-02	20.80	60.70	39.90	10.56
V-H110-03	20.60	60.70	40.10	10.65
E-160-01	20.50	60.50	40.00	10.74
E-160-02	20.20	60.50	40.30	10.83

表 4 20°C下约 20%RH 至 70%RH 的试验数据

设备编号	湿度/(%RH)			时间常数 τ /s
	初始值 H_A /%RH	终止值 H_C /%RH	阶跃量 ΔH /%RH	
R-S-01	20.00	70.80	50.80	10.40
R-S-02	20.10	71.00	50.90	10.47
R-S-03	20.50	71.10	50.60	10.55
R-IC-01	20.40	70.80	50.40	10.63
R-IC-02	20.40	70.90	50.50	10.73
V-H110-01	20.30	71.20	50.90	10.84
V-H110-02	19.90	71.10	51.20	10.94
V-H110-03	20.30	70.90	50.60	11.01
E-160-01	20.30	70.60	50.30	11.09
E-160-02	20.50	70.70	50.20	11.17

表 5 20°C下约 20%RH 至 80%RH 的试验数据

设备编号	湿度/(%RH)			时间常数 τ /s
	初始值 H_A /%RH	终止值 H_C /%RH	阶跃量 ΔH /%RH	
R-S-01	20.30	79.80	59.50	10.68
R-S-02	19.90	79.60	59.70	10.76
R-S-03	19.90	79.60	59.70	10.84
R-IC-01	20.30	79.90	59.60	10.94
R-IC-02	20.20	79.80	59.60	11.03
V-H110-01	20.20	80.00	59.80	11.13
V-H110-02	20.40	79.80	59.40	11.22
V-H110-03	20.20	79.70	59.50	11.31
E-160-01	20.60	80.10	59.50	11.41
E-160-02	20.50	79.90	59.40	11.49

表 6 20°C下约 20%RH 至 90%RH 的试验数据

设备编号	湿度/(%RH)			时间常数 τ /s
	初始值 H_A /%RH	终止值 H_C /%RH	阶跃量 ΔH /%RH	
R-S-01	19.80	90.10	70.30	11.02
R-S-02	19.70	90.00	70.30	11.10
R-S-03	19.90	90.20	70.30	11.19
R-IC-01	20.20	90.40	70.20	11.28
R-IC-02	20.20	90.40	70.20	11.38
V-H110-01	20.40	90.60	70.20	11.48
V-H110-02	19.80	90.20	70.40	11.59
V-H110-03	20.60	90.80	70.20	11.68
E-160-01	20.00	90.50	70.50	11.79
E-160-02	19.90	90.50	70.60	11.88

三、结论

综上所述，本规程中测试项目和计量特性的设置科学合理，测试方法可操作性强。

四、原始记录

日期：2026.03.08 原始记录号：RHDR-20260310-001

环境：24.5 °C，55.0 %RH，99.1kPa

表 7 20°C下约 20%RH 至 60%RH 的原始数据

样品编号/生产厂家/型号	次数	H_A /%RH	H_C /%RH	ΔH /%RH	$\tau_{0.1}$ /s	$\tau_{0.5}$ /s	τ /s	$\tau_{0.9}$ /s
R-S-01 Rotronic HC2A-S	1	19.76	60.15	40.39	1.06	6.95	10.02	23.07
	2	19.81	60.22	40.41	1.06	6.98	10.07	23.19
	3	19.83	60.23	40.40	1.06	6.99	10.09	23.23
	平均	19.80	60.20	40.40	1.06	6.97	10.06	23.16
R-S-02 Rotronic HC2A-S	1	19.77	60.48	40.71	1.07	7.01	10.11	23.28
	2	19.79	60.47	40.68	1.07	7.02	10.13	23.33
	3	19.84	60.55	40.71	1.07	7.06	10.18	23.44
	平均	19.80	60.50	40.70	1.07	7.03	10.14	23.35
R-S-03	1	20.48	60.54	40.06	1.07	7.06	10.18	23.44

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
Rotronic HC2A-S	2	20.55	60.45	39.90	1.08	7.10	10.24	23.58
	3	20.47	60.51	40.04	1.07	7.06	10.18	23.44
	平均	20.50	60.50	40.00	1.07	7.07	10.20	23.49
R-IC-01 Rotronic HC2A-IC102	1	20.36	60.65	40.29	1.08	7.10	10.25	23.60
	2	20.41	60.72	40.31	1.09	7.15	10.32	23.76
	3	20.43	60.73	40.30	1.09	7.16	10.33	23.79
	平均	20.40	60.70	40.30	1.09	7.14	10.30	23.72
R-IC-02 Rotronic HC2A-IC102	1	20.37	60.58	40.21	1.09	7.17	10.35	23.83
	2	20.39	60.57	40.18	1.10	7.21	10.40	23.95
	3	20.44	60.65	40.21	1.10	7.22	10.42	23.99
	平均	20.40	60.60	40.20	1.10	7.20	10.39	23.92
V-H110-01 Vaisala HMP110	1	20.38	60.64	40.26	1.10	7.24	10.45	24.06
	2	20.45	60.55	40.10	1.10	7.26	10.47	24.11
	3	20.37	60.61	40.24	1.11	7.29	10.52	24.22
	平均	20.40	60.60	40.20	1.10	7.26	10.48	24.13
V-H110-02 Vaisala HMP110	1	20.76	60.65	39.89	1.11	7.31	10.54	24.27
	2	20.81	60.72	39.91	1.12	7.35	10.60	24.41
	3	20.83	60.73	39.90	1.11	7.31	10.54	24.27
	平均	20.80	60.70	39.90	1.11	7.32	10.56	24.32
V-H110-03 Vaisala HMP110	1	20.57	60.68	40.11	1.12	7.35	10.60	24.41
	2	20.59	60.67	40.08	1.12	7.40	10.67	24.57
	3	20.64	60.75	40.11	1.13	7.40	10.68	24.59
	平均	20.60	60.70	40.10	1.12	7.38	10.65	24.52
E-160-01 E+E EE160	1	20.48	60.54	40.06	1.13	7.42	10.70	24.64
	2	20.55	60.45	39.90	1.13	7.45	10.75	24.75
	3	20.47	60.51	40.04	1.13	7.47	10.77	24.80
	平均	20.50	60.50	40.00	1.13	7.45	10.74	24.73
E-160-02 E+E EE160	1	20.16	60.45	40.29	1.14	7.49	10.80	24.87
	2	20.21	60.52	40.31	1.14	7.50	10.82	24.91
	3	20.23	60.53	40.30	1.15	7.53	10.87	25.03
	平均	20.20	60.50	40.30	1.14	7.51	10.83	24.94

日期：2026.03.09 原始记录号：RHDR-20260311-001

环境：24.5 °C，50.0 %RH，99.2kPa

表 8 20°C下约 20%RH 至 70%RH 的原始数据

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
R-S-01 Rotronic HC2A-S	1	19.97	70.78	50.81	1.09	7.19	10.38	23.90
	2	19.99	70.77	50.78	1.10	7.24	10.44	24.04
	3	20.04	70.85	50.81	1.09	7.19	10.38	23.90
	平均	20.00	70.80	50.80	1.09	7.21	10.40	23.95
R-S-02 Rotronic HC2A-S	1	20.08	71.04	50.96	1.10	7.22	10.42	23.99
	2	20.15	70.95	50.80	1.11	7.27	10.49	24.15
	3	20.07	71.01	50.94	1.11	7.28	10.50	24.18
	平均	20.10	71.00	50.90	1.11	7.26	10.47	24.11
R-S-03 Rotronic HC2A-S	1	20.46	71.05	50.59	1.11	7.29	10.51	24.20
	2	20.51	71.12	50.61	1.11	7.32	10.56	24.32
	3	20.53	71.13	50.60	1.11	7.33	10.58	24.36
	平均	20.50	71.10	50.60	1.11	7.31	10.55	24.29
R-IC-01 Rotronic HC2A-IC102	1	20.37	70.78	50.41	1.12	7.35	10.60	24.41
	2	20.39	70.77	50.38	1.12	7.36	10.62	24.45
	3	20.44	70.85	50.41	1.12	7.40	10.67	24.57
	平均	20.40	70.80	50.40	1.12	7.37	10.63	24.48
R-IC-02 Rotronic HC2A-IC102	1	20.38	70.94	50.56	1.13	7.42	10.71	24.66
	2	20.45	70.85	50.40	1.13	7.47	10.77	24.80
	3	20.37	70.91	50.54	1.13	7.42	10.71	24.66
	平均	20.40	70.90	50.50	1.13	7.44	10.73	24.71
V-H110-01 Vaisala HMP110	1	20.26	71.15	50.89	1.14	7.48	10.79	24.84
	2	20.31	71.22	50.91	1.14	7.53	10.86	25.01
	3	20.33	71.23	50.90	1.15	7.53	10.87	25.03
	平均	20.30	71.20	50.90	1.14	7.51	10.84	24.96
V-H110-02 Vaisala HMP110	1	19.87	71.08	51.21	1.15	7.56	10.90	25.10
	2	19.89	71.07	51.18	1.15	7.59	10.95	25.21
	3	19.94	71.15	51.21	1.16	7.60	10.97	25.26
	平均	19.90	71.10	51.20	1.15	7.58	10.94	25.19
V-H110-03	1	20.28	70.94	50.66	1.16	7.61	10.98	25.28

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
Vaisala HMP110	2	20.35	70.85	50.50	1.16	7.62	11.00	25.33
	3	20.27	70.91	50.64	1.16	7.66	11.05	25.44
	平均	20.30	70.90	50.60	1.16	7.63	11.01	25.35
E-160-01 E+E EE160	1	20.26	70.55	50.29	1.17	7.67	11.07	25.49
	2	20.31	70.62	50.31	1.17	7.71	11.13	25.63
	3	20.33	70.63	50.30	1.17	7.67	11.07	25.49
	平均	20.30	70.60	50.30	1.17	7.68	11.09	25.54
E-160-02 E+E EE160	1	20.47	70.68	50.21	1.17	7.71	11.12	25.60
	2	20.49	70.67	50.18	1.18	7.76	11.19	25.77
	3	20.54	70.75	50.21	1.18	7.76	11.20	25.79
	平均	20.50	70.70	50.20	1.18	7.74	11.17	25.72

日期：2026.03.09 原始记录号：RHDR-20260311-002

环境：24.5 °C，50.0 %RH，99.2kPa

表 9 20°C下约 20%RH 至 80%RH 的原始数据

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
R-S-01 Rotronic HC2A-S	1	20.28	79.84	59.56	1.12	7.38	10.64	24.50
	2	20.35	79.75	59.40	1.13	7.41	10.69	24.61
	3	20.27	79.81	59.54	1.13	7.42	10.71	24.66
	平均	20.30	79.80	59.50	1.13	7.40	10.68	24.59
R-S-02 Rotronic HC2A-S	1	19.86	79.55	59.69	1.13	7.44	10.73	24.71
	2	19.91	79.62	59.71	1.13	7.45	10.75	24.75
	3	19.93	79.63	59.70	1.14	7.49	10.80	24.87
	平均	19.90	79.60	59.70	1.13	7.46	10.76	24.78
R-S-03 Rotronic HC2A-S	1	19.87	79.58	59.71	1.14	7.50	10.82	24.91
	2	19.89	79.57	59.68	1.15	7.54	10.88	25.05
	3	19.94	79.65	59.71	1.14	7.50	10.82	24.91
	平均	19.90	79.60	59.70	1.14	7.51	10.84	24.96
R-IC-01 Rotronic HC2A-IC102	1	20.28	79.94	59.66	1.15	7.55	10.89	25.08
	2	20.35	79.85	59.50	1.15	7.60	10.96	25.24
	3	20.27	79.91	59.64	1.16	7.60	10.97	25.26

样品编号/生产厂家/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
	平均	20.30	79.90	59.60	1.15	7.58	10.94	25.19
R-IC-02 Rotronic HC2A-IC102	1	20.16	79.75	59.59	1.16	7.62	10.99	25.31
	2	20.21	79.82	59.61	1.16	7.65	11.04	25.42
	3	20.23	79.83	59.60	1.17	7.67	11.06	25.47
	平均	20.20	79.80	59.60	1.16	7.65	11.03	25.40
V-H110-01 Vaisala HMP110	1	20.17	79.98	59.81	1.17	7.69	11.10	25.56
	2	20.19	79.97	59.78	1.17	7.71	11.12	25.60
	3	20.24	80.05	59.81	1.18	7.74	11.17	25.72
	平均	20.20	80.00	59.80	1.17	7.71	11.13	25.63
V-H110-02 Vaisala HMP110	1	20.38	79.84	59.46	1.18	7.76	11.20	25.79
	2	20.45	79.75	59.30	1.19	7.80	11.26	25.93
	3	20.37	79.81	59.44	1.18	7.76	11.20	25.79
	平均	20.40	79.80	59.40	1.18	7.77	11.22	25.84
V-H110-03 Vaisala HMP110	1	20.16	79.65	59.49	1.19	7.80	11.26	25.93
	2	20.21	79.72	59.51	1.19	7.85	11.33	26.09
	3	20.23	79.73	59.50	1.19	7.86	11.34	26.11
	平均	20.20	79.70	59.50	1.19	7.84	11.31	26.04
E-160-01 E+E EE160	1	20.57	80.08	59.51	1.20	7.88	11.37	26.18
	2	20.59	80.07	59.48	1.20	7.92	11.42	26.30
	3	20.64	80.15	59.51	1.21	7.93	11.44	26.34
	平均	20.60	80.10	59.50	1.20	7.91	11.41	26.27
E-160-02 E+E EE160	1	20.48	79.94	59.46	1.21	7.94	11.46	26.39
	2	20.55	79.85	59.30	1.21	7.96	11.48	26.43
	3	20.47	79.91	59.44	1.21	7.99	11.53	26.55
	平均	20.50	79.90	59.40	1.21	7.96	11.49	26.46

日期：2026.03.17 原始记录号：RHDR-20260317-001

环境：23.0 °C，45.5%RH，99.2kPa

表 10 20°C下约 20%RH 至 90%RH 的原始数据

样品编号/生产厂家/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
R-S-01	1	19.76	90.05	70.29	1.16	7.62	11.00	25.33

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
Rotronic HC2A-S	2	19.81	90.12	70.31	1.17	7.67	11.06	25.47
	3	19.83	90.13	70.30	1.16	7.62	11.00	25.33
	平均	19.80	90.10	70.30	1.16	7.64	11.02	25.38
R-S-02 Rotronic HC2A-S	1	19.67	89.98	70.31	1.16	7.66	11.05	25.44
	2	19.69	89.97	70.28	1.17	7.71	11.12	25.60
	3	19.74	90.05	70.31	1.17	7.71	11.13	25.63
	平均	19.70	90.00	70.30	1.17	7.69	11.10	25.56
R-S-03 Rotronic HC2A-S	1	19.88	90.24	70.36	1.17	7.73	11.15	25.67
	2	19.95	90.15	70.20	1.18	7.76	11.20	25.79
	3	19.87	90.21	70.34	1.18	7.78	11.22	25.84
	平均	19.90	90.20	70.30	1.18	7.76	11.19	25.77
R-IC-01 Rotronic HC2A-IC102	1	20.16	90.35	70.19	1.19	7.80	11.25	25.90
	2	20.21	90.42	70.21	1.19	7.81	11.27	25.95
	3	20.23	90.43	70.20	1.19	7.85	11.32	26.07
	平均	20.20	90.40	70.20	1.19	7.82	11.28	25.97
R-IC-02 Rotronic HC2A-IC102	1	20.17	90.38	70.21	1.20	7.87	11.36	26.16
	2	20.19	90.37	70.18	1.20	7.92	11.42	26.30
	3	20.24	90.45	70.21	1.20	7.87	11.36	26.16
	平均	20.20	90.40	70.20	1.20	7.89	11.38	26.21
V-H110-01 Vaisala HMP110	1	20.38	90.64	70.26	1.20	7.92	11.43	26.32
	2	20.45	90.55	70.10	1.21	7.97	11.50	26.48
	3	20.37	90.61	70.24	1.21	7.98	11.51	26.50
	平均	20.40	90.60	70.20	1.21	7.96	11.48	26.43
V-H110-02 Vaisala HMP110	1	19.76	90.15	70.39	1.22	8.01	11.55	26.59
	2	19.81	90.22	70.41	1.22	8.04	11.60	26.71
	3	19.83	90.23	70.40	1.22	8.05	11.62	26.76
	平均	19.80	90.20	70.40	1.22	8.03	11.59	26.69
V-H110-03 Vaisala HMP110	1	20.57	90.78	70.21	1.23	8.08	11.65	26.83
	2	20.59	90.77	70.18	1.23	8.09	11.67	26.87
	3	20.64	90.85	70.21	1.23	8.12	11.72	26.99
	平均	20.60	90.80	70.20	1.23	8.10	11.68	26.90

样品编号/生产厂/型号	次数	$H_A/\%RH$	$H_C/\%RH$	$\Delta H/\%RH$	$\tau_{0.1}/s$	$\tau_{0.5}/s$	τ/s	$\tau_{0.9}/s$
E-160-01 E+E EE160	1	19.98	90.54	70.56	1.24	8.16	11.77	27.10
	2	20.05	90.45	70.40	1.25	8.20	11.83	27.24
	3	19.97	90.51	70.54	1.24	8.16	11.77	27.10
	平均	20.00	90.50	70.50	1.24	8.17	11.79	27.15
E-160-02 E+E EE160	1	19.86	90.45	70.59	1.25	8.20	11.83	27.24
	2	19.91	90.52	70.61	1.25	8.25	11.90	27.40
	3	19.93	90.53	70.60	1.25	8.26	11.91	27.42
	平均	19.90	90.50	70.60	1.25	8.24	11.88	27.35