

# 中华人民共和国国家标准

## 电工电子产品环境试验 第 2 部分: 试验方法 试验 Cx: 未饱和高压蒸汽恒定湿热

GB/T 2423. 40—1997  
idt IEC 68-2-66:1994  
代替 GB 2423. 40—90

Environmental testing for electric and electronic products

Part 2: Test methods

Test Cx: Damp heat, steady state

(unsaturated pressurized vapour)

### 1 范围

本标准规定了一种以加速方式评定小型电工电子产品,主要是非气密元件耐湿热劣化效应的标准试验方法。

本试验不宜用于评定诸如腐蚀和变形等外部效应。

### 2 概述

在本试验中,试验样品在相对短的时间内承受极高的未饱和湿热蒸汽的作用。

通常要施加电偏压。

由于本试验具有极高的加速性,对可能产生的失效模式的类型有重大影响(见附录 B)。因此必须对试验条件的选择予以仔细考虑。

本试验在相对湿度为 85% 的条件下规定了三种试验温度,试验严酷等级则由其中一种温度和持续时间确定。

应注意的是,不要达到试验样品的最高额定温度和封装材料的临界温度,或其中之一。例如塑料的玻璃化温度就是典型的临界转变温度。

就塑封元件来说,劣化是由于塑料吸收水汽和湿气沿引线端子渗入而引起的。

### 3 试验装置说明

#### 3.1 试验箱

试验箱的结构应:

a) 能产生表 1 给出的温度和相对湿度,并能维持第 4 章注 3 给定的压力值。

b) 在试验期间能提供受控的温度、相对湿度和压力等条件,并能按要求的斜率上升或下降到规定的试验条件。

c) 试验箱的温度和湿度能用位于工作空间内的或/和位于能给出相同结果的其它区域(例如蒸汽发生器)内的敏感装置监测。

注:在目前的技术水平下,在试验期间直接测量相对湿度是不可能的。有关测定工作空间内相对湿度的导则见附录 C。

d) 在试验开始前可用水蒸汽将密闭空间内的空气排出试验箱外。

e) 不允许凝结水跌落在试验样品上。

f) 所用的结构材料不应引起试验样品腐蚀,或使加湿用水的水质劣化(见附录D中的D2)。

温度容差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 用于考虑测量绝对误差、任何一点的温度波动和工作空间内所有各点之间的温度变化。

然而,为使相对湿度的容差维持在规定的 $\pm 5\%$ 内,必须使工作空间内任何两点之间的温差(在任一瞬间)保持在更窄的范围内。

如果该温差大于 $1.5^{\circ}\text{C}$ ,规定的相对湿度容差就会超差,同时,也需要将因试验箱加热器周期性工作而引起的短时间的温度波动限制到类似值。

试验样品不应显著阻挡蒸汽流动。

在试验期间任何时候都不允许在试验样品上形成凝结水。

### 3.2 加湿用水

应使用蒸馏水或去离子水。在 $23^{\circ}\text{C}$ 时,水的电阻率不应低于 $0.5\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ,pH值应在6.0至7.2之间。

在将水注入加湿器之前,应清洗试验箱内部所有零件。清洗导则在附录D中给出。

## 4 严酷等级

除非相关规范另有规定,应使用表1中温度和持续时间的组合之一。每一种温度都规定了三种持续时间。

表1 严酷等级

温度 $^{\circ}\text{C}^{1)}$	相对湿度 $\%^{2)}$	持续时间(h) <sup>3)</sup>		
		I	II	III
110	85	96	192	408
120	85	48	96	192
130	85	24	48	96

1) 试验箱工作空间内的温度容差为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ;  
2) 试验箱工作空间内的湿度容差为 $\pm 5\%$ ;  
3) 试验持续时间的容差为 $0\sim+2\text{ h}$ 。

注

1 虽然不建议重新开始一项试验,但如在同一给定温度下,要求试验样品承受比表1第III栏更长的持续时间,则该试验应按6的要求重新开始。这种试验应在前一试验降温阶段终结后的96h内重新开始。

除非相关规范另有规定,在各试验的间隔期内,应将试验样品保持在测量和试验用标准大气条件下。

2 在规定试验条件下,试验持续时间不包括升、降温阶段需要的附加时间、清洗试验箱的时间和准备时间。

3 在 $110^{\circ}\text{C}$ 、 $120^{\circ}\text{C}$ 和 $130^{\circ}\text{C}$ 时,蒸汽压力分别约为 $0.12\text{ MPa}$ 、 $0.17\text{ MPa}$ 和 $0.23\text{ MPa}$ 。

### 5 初始检测

试验样品应接受相关规范规定的目视检查、尺寸检查和功能检查。

## 6 试验

6.1 在试验箱和试验样品均处于实验室温度、压力和湿度条件下,将试验样品装入试验箱的工作空间内。

### 6.2 试验样品的定位和安装

试验样品不应受到来自加热器或试验箱壁辐射热的影响。

如相关规范有要求,应使用特殊的安装装置。安装夹具的热导率和热容量应足够低,使得对所有实

际用途来说,试验样品是绝热的。

应注意选择安装装置和安装夹具的材料使污染物的作用降到最低,并使因腐蚀和因其它机理引起的劣化作用降至最低(见附录 D 中的 D2)。

### 6.3 偏压

如相关规范有要求,应在暴露期间给试验样品施加偏压,施加偏压的导则见附录 D。

偏压(或偏压循环)应在温度和相对湿度达到稳定状态后施加到试验样品上,并延续到试验样品处在恢复条件下为止。

### 6.4 试验循环

6.4.1 将试验箱的温度升高到适当值,在此期间借助于蒸汽将封闭在试验箱内的空气赶出试验箱外,但温度和相对湿度不应超出规定值。在试验循环期间的任一时刻,试验样品上均不允许有凝结水。温度和相对湿度应在 1.5 h 内达到稳定。

但是,如果规定的试验持续时间长于 48 h,并在 3 h 内达到稳定,即使稳定时间长于 1.5 h 也视为满足试验要求。

6.4.2 在相关规范所规定的试验持续时间内,温度和相对湿度应维持在规定的容差范围内。只要温湿度条件一达到稳定,就应开始计算试验持续时间。

6.4.3 在规定的试验时间结束后,试验箱内的压力、温度和相对湿度应在 1 h 至 4 h 内恢复到测量和试验用标准大气条件。

在该阶段,温度和相对湿度不应大于规定值,这些条件可用自然冷却的方法达到。

如用放气的方法降压,则应注意,试验样品不应受急速减压作用的影响,压力不应降低到低于实验室压力。在该阶段通常应维持偏压。

6.4.4 降温阶段一结束,试验样品即应进入恢复程序。

## 7 中间检测

相关规范可要求在试验期间进行电气或机械检测,或对二者都进行检测。

如要求进行中间检测,相关规范应规定检测项目以及在试验的哪一阶段进行这些检测。

中间检测不应使试验条件产生任何变化。

在试验期间,不允许在恢复前将试验样品移出试验箱进行检测。

## 8 恢复

一旦试验完成,应立即使试验样品在测量和试验用标准大气条件下恢复,恢复时间为 2 h~24 h。

## 9 最后检测

试验样品应接受相关规范规定的目视检查,尺寸和功能检测。

## 10 相关规范应提供的信息

相关规范在采用本试验时,应按其采用情况给出下列细目,有关规范应提供下列各条所需要的信息,特别是标有“\*”号的项目一定要给出这方面的资料。

	章条号
a) 试验严酷等级 *	4
b) 初始检测 *	5
c) 特殊安装装置	6
d) 偏压	6
e) 中间检测	7
f) 最后检测 *	9

附录 A  
(标准的附录)  
蒸汽表

干蒸汽温度 100℃ 至 123℃

饱和温度,℃												
℃	相对湿度,%RH											℃
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	
100	100.0	98.6	97.1	95.5	93.9	92.1	90.3	88.4	86.3	84.1	81.7	100
101	101.0	99.6	96.1	96.5	94.8	93.1	91.2	89.3	87.2	85.0	82.6	101
102	102.0	100.6	99.0	97.5	95.8	94.0	92.2	90.2	88.1	85.9	83.5	102
103	103.0	101.5	100.0	98.4	96.8	95.0	93.1	91.2	89.0	86.9	84.3	103
104	104.0	102.5	101.0	99.4	97.7	95.9	94.1	92.1	90.0	87.7	85.2	104
105	105.0	103.5	102.0	100.4	98.7	96.9	95.0	93.0	90.9	88.6	86.1	105
106	106.0	104.5	103.0	101.3	99.6	97.8	96.0	93.9	91.8	89.5	87.0	106
107	107.0	105.5	103.9	102.3	100.6	98.8	96.9	94.9	92.7	90.4	87.9	107
108	108.0	106.5	104.9	103.3	101.6	99.8	97.8	95.8	93.6	91.3	88.8	108
109	109.0	107.5	105.9	104.3	102.5	100.7	98.8	96.7	94.5	92.2	89.7	109
110	110.0	108.5	106.9	105.2	103.5	101.7	99.7	97.7	95.5	93.1	90.6	110
111	111.0	109.5	107.9	106.2	104.5	102.6	100.7	98.6	96.4	94.0	91.5	111
112	112.0	110.5	108.9	107.2	105.4	103.6	101.6	99.5	97.3	94.9	92.3	112
113	113.0	111.5	109.8	108.1	106.4	104.5	102.5	100.4	98.2	95.8	93.2	113
114	114.0	112.4	110.8	109.1	107.3	105.5	103.5	101.4	99.1	96.7	94.1	114
115	115.0	113.4	111.8	110.1	108.3	106.4	104.4	102.3	100.0	97.6	95.0	115
116	116.0	114.4	112.8	111.1	109.3	107.4	105.3	103.2	100.9	98.5	95.9	116
117	117.0	115.4	113.8	112.0	110.2	108.3	106.3	104.1	101.9	99.4	96.8	117
118	118.0	116.4	114.7	113.0	111.2	109.3	107.2	105.1	102.8	100.3	97.7	118
119	119.0	117.4	115.7	114.0	112.1	110.2	108.2	106.0	103.7	101.2	98.5	119
120	120.0	118.4	116.7	114.9	113.1	111.2	109.1	106.9	104.6	102.1	99.4	120
121	121.0	119.4	117.7	115.9	114.1	112.1	110.0	107.8	105.5	103.0	100.3	121
122	122.0	120.4	118.7	116.9	115.0	113.1	111.0	108.8	106.4	103.9	101.2	122
123	123.0	121.4	119.6	117.9	116.0	114.0	111.9	109.7	107.3	104.8	102.1	123
124	124.0	122.4	120.6	118.8	116.9	115.0	112.8	110.6	108.2	105.7	103.0	124
125	125.0	123.3	121.6	119.8	117.9	115.9	113.8	111.5	109.2	106.6	103.8	125
126	126.0	124.3	122.6	120.8	118.9	116.8	114.7	112.5	110.1	107.5	104.7	126
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

表(续)

饱和湿度, °C												
°C	相对湿度, %RH											°C
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	
127	127.0	125.3	123.6	121.7	119.8	117.8	115.7	113.4	111.0	108.4	105.6	127
128	128.0	126.3	124.6	122.7	120.8	118.7	116.6	114.3	111.9	109.3	106.5	128
129	129.0	127.3	125.5	123.7	121.7	119.7	117.5	115.2	112.8	110.2	107.4	129
130	130.0	128.3	126.5	124.7	122.7	120.6	118.5	116.2	113.7	111.1	108.3	130
131	131.0	129.3	127.5	125.6	123.7	121.6	119.4	117.1	114.6	112.0	109.1	131
132	132.0	130.3	128.5	126.6	124.6	122.6	120.3	118.0	115.5	112.9	110.0	132
133	133.0	131.3	129.5	127.6	125.6	123.5	121.3	118.9	116.4	113.8	110.9	133
134	134.0	132.3	130.4	128.5	126.5	124.4	122.2	119.9	117.4	114.7	111.8	134
135	135.0	133.2	131.4	129.5	127.5	125.4	123.1	120.8	118.3	115.6	112.7	135
136	136.0	134.2	132.4	130.5	128.4	126.3	124.1	121.7	119.2	116.5	113.5	136
137	137.0	135.2	133.4	131.4	129.4	127.3	125.0	122.6	120.1	117.4	114.4	137
138	138.0	136.2	134.4	132.4	130.4	128.2	126.0	123.5	121.0	118.2	115.3	138
139	139.0	137.2	135.3	133.4	131.3	129.2	126.9	124.5	121.9	119.1	116.2	139
140	140.0	138.2	136.3	134.3	132.3	130.1	127.8	125.4	122.8	120.0	117.1	140
141	141.0	139.2	137.3	135.3	133.2	131.1	128.8	126.3	123.7	120.9	117.9	141
142	142.0	140.2	138.3	136.3	134.2	132.0	129.7	127.2	124.6	121.8	118.8	142
143	143.0	141.2	139.3	137.3	135.2	133.0	130.6	128.2	125.5	122.7	119.7	143
144	144.0	142.2	140.2	138.2	136.1	133.9	131.6	129.1	126.4	123.6	120.6	144
145	145.0	143.1	141.2	139.2	137.1	134.8	132.5	130.0	127.3	124.5	121.4	145
146	146.0	144.1	142.2	140.2	138.0	135.8	133.4	130.9	128.2	125.4	122.3	146
147	147.0	145.1	143.2	141.1	139.0	136.7	134.4	131.8	129.2	126.3	123.2	147
148	148.0	146.1	144.2	142.1	139.9	137.7	135.3	132.8	130.1	127.2	124.1	148
149	149.0	147.1	145.1	143.1	140.9	138.6	136.2	133.7	131.0	128.1	124.9	149
150	150.0	148.1	146.1	144.0	141.9	139.6	137.2	134.6	131.9	129.0	125.8	150
151	151.0	149.1	147.1	145.0	142.8	140.5	138.1	135.5	132.8	129.8	126.7	151
152	152.0	150.1	148.1	146.0	143.8	141.5	139.0	136.4	133.7	130.7	127.6	152
153	153.0	151.1	149.0	146.9	144.7	142.4	140.0	137.4	134.6	131.6	128.4	153
154	154.0	152.1	150.0	147.9	145.7	143.3	140.9	138.3	135.5	132.5	129.3	154
155	155.0	153.0	151.0	148.9	146.6	144.3	141.8	139.2	136.4	133.4	130.2	155
156	156.0	154.0	152.0	149.8	147.6	145.2	142.7	140.1	137.3	134.3	131.1	156
157	157.0	155.0	153.0	150.8	148.6	146.2	143.7	141.0	138.2	135.2	131.9	157
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

表(完)

饱和温度, °C												
°C	相对湿度, %RH											°C
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	
158	158.0	156.0	153.9	151.8	149.5	147.1	144.6	141.9	139.1	136.1	132.8	158
159	159.0	157.0	154.9	152.7	150.5	148.1	145.5	142.9	140.0	137.0	133.7	159
160	160.0	158.0	155.9	153.7	151.4	149.0	146.5	143.8	140.9	137.9	134.6	160
161	161.0	159.0	156.9	154.7	152.4	150.0	147.4	144.7	141.8	138.7	135.4	161
162	162.0	160.0	157.9	155.7	153.3	150.9	148.3	145.6	142.7	139.6	136.3	162
163	163.0	161.0	158.8	156.6	154.3	151.8	149.3	146.5	143.6	140.5	137.2	163
164	164.0	162.0	159.8	157.6	155.2	152.8	150.2	147.4	144.5	141.4	138.0	164
165	165.0	162.9	160.8	158.6	156.2	153.7	151.1	148.4	145.4	142.3	138.9	165
166	166.0	163.9	161.8	159.5	157.2	154.7	152.1	149.3	146.3	143.2	139.8	166
167	167.0	164.9	162.8	160.5	158.1	155.6	153.0	150.2	147.2	144.1	140.7	167
168	168.0	165.9	163.7	161.5	159.1	156.6	153.9	151.1	148.1	145.0	141.5	168
169	169.0	166.9	164.7	162.4	160.0	157.5	154.8	152.0	149.0	145.8	142.4	169
170	170.0	167.9	165.7	163.4	161.0	158.4	155.8	152.9	149.9	146.7	143.3	170
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	

附录 B

(提示的附录)

试验的物理意义

**B1** 水蒸汽加速渗入试验样品是未饱和和高压蒸汽试验最重要的物理因素。加速作用是因非气密试验样品内部与试验环境之间存在着水汽分压的压力差。

**B2** 本试验首先应用于集成电路和其它塑封半导体器件中使敷铝加速腐蚀。然而,当考虑将本试验应用于其它产品时,重要的是确定失效模式以及和每种失效模式相关的劣化过程和严酷等级。应当明白的是,不同电工电子产品的失效模式可能与表 1 给出的严酷等级不相关联。

附录 C

(提示的附录)

湿度的测定

**C1** 目前,在水汽环境中 100°C 以上的高温高压区直接测量湿度的标准方法尚未建立。

因此,确定该区域内的湿度不得不建立在对测得值进行理论评估的基础上,必须采用能使被测定的湿度与理论值的偏差保持在允许范围内的方法。

**C2** 下面的 C3 对各种适用的方法进行了分类。对每种方法的说明仅限于其在 C4 中规范的可能用途。此外,每种方法的正确性均建立在下述假设的基础上,即在试验的工作空间内,从加湿用水和试验样品中散发出来的其它气体和空气可以忽略不计、湿度的高低不因存在有这些气体而受影响,也就是说试验箱的工作空间内充满了水汽。

注：试验箱中除存在水汽外，尚存在着由试验样品和材料散发的微量气体，可能对试验结果有影响。见附录 D。

### C3 湿度测量法的分类

#### a) 温度法

工作空间内未饱和水汽和饱和水蒸汽的温度均直接由传感器测量，这些温度下的相对湿度则从附录 A 的表中查出。

饱和水蒸汽的温度就是加湿用水的温度，或在加湿用水上方直接测得的水蒸汽温度。

#### b) 干湿球法

在试验箱的工作空间内安装干湿球温度计求出干湿球温差。实际上，可以用如 C3 a) 同样的方法确定相对湿度。

#### c) 露点计法

在工作空间内安装一个带镜面的露点计，在凝结开始时测出镜面温度；工作空间内的干蒸汽温度直接由温度计测出，用如同 C3 a) 的方法确定工作空间的相对湿度。

先测量温度，然后根据蒸汽表确定相对湿度是 C3 a)、C3 b) 和 C3 c) 三种规定方法的共同点，上述方法都是间接测量工作空间相对湿度的方法。必须注意的是，测量结果会受空气和其它气体的影响(见 C2)。

### C4 各种测湿法的应用

#### a) 温度法(见 C3 a))

该方法符合这种试验环境中的湿度定义，是最合理的测湿方法，既用来认可试验设备的性能也用来监测试验期间的条件。

#### b) 干湿球法(见 C3 b))

该法用于监测试验进行期间的试验条件。

#### c) 露点法(见 C3 c))

该法可用于确认试验设备的性能和监视试验期间的条件，但在实际应用中该方法难以使用现代技术。

## 附录 D

(提示的附录)

### 试验装置及处理

#### D1 试验装置的类型

通常使用两类装置：

##### a) 单容器型(见图 D1)

加湿水箱和工作空间均在一个容器内，工作空间由几个壁面围成，并与水箱分开。通常藉助于安装在试验箱中的风扇强迫水汽流动。

##### b) 双容器型(见图 D2)

这种装置由两个压力容器组成，其中一个用作工作空间，另一个则装有加湿用水。两个容器间的水汽压力差形成了蒸汽的对流流动。在这种类型中可用风扇促使和/或协助蒸汽流动。

在上述两类装置中，气流速度宜保持在 0.5 m/s 以下，接近于自然对流的风速。

由于试验方法涉及试验箱内部超压，因此，要注意遵守设备操作规程。

#### D2 材料的选用

在本试验规定的温、湿度综合条件下，为使腐蚀和其它机理产生的劣化效应和释放的污染物降至最低，必须注意选择试验箱所用的材料。适合的材料有：不锈钢、玻璃、陶瓷及其它耐腐蚀材料。

#### D3 偏压



偏压的定义是为强化湿度的效应,按试验目的施加的电压。偏压不一定与试验样品的正常功能有关。

如有要求,应按相关规范的规定,在试验期间给试验样品施加偏压。

要按下列指引施加偏压,这些指引按其重要性的大小次序给出:

a) 试验样品表面规定位置的温度宜低于工作空间的标称温度 2℃。

b) 在选择既能增强水解作用又能限制试验样品自热的偏压时,必须特别注意,因为这会影响湿气的渗透和/或吸收。在连续施加偏压,会产生显著自热的场合,建议继续地施加偏压,除非另有规定,宜先停止施加偏压 3 h,接着施加偏压 1 h。施加偏压的顺序宜先从停止施加偏压开始。

c) 宜采取预防措施,限制错误条件引起的能量耗散。

注:在恒湿条件下给试验错误条件偏压加强了诱发湿气效应。另一方面,偏压引起功率耗散,使局部升温,导致临界位置的相对湿度降低,可能产生与试验目的相反的效果。

#### D4 清洗

清洗试验箱及其内部的全部安装用具(样品架等),是必不可少的。

可以使用稀释的实验室用洗涤剂,用一个软毛刷清洗试验箱和内部安装工具,然后用蒸馏水或去离子水冲洗。建议在每次试验前清洗试验箱。

每次试验后,应清除蒸汽发生容器和(或)试验箱中的全部积水。

建议使用手套和面罩、防止已清洗另件和设备被污染,并建议在相当清洁的地方使用该设备。

除非另有规定,应在标准“条件”下遵守正常的程序对试验样品进行试验。对试验前经过特殊清洗的样品进行试验,可能不会表现出在使用当中出现的那些效应。

#### D5 几种典型试验装置的整体结构

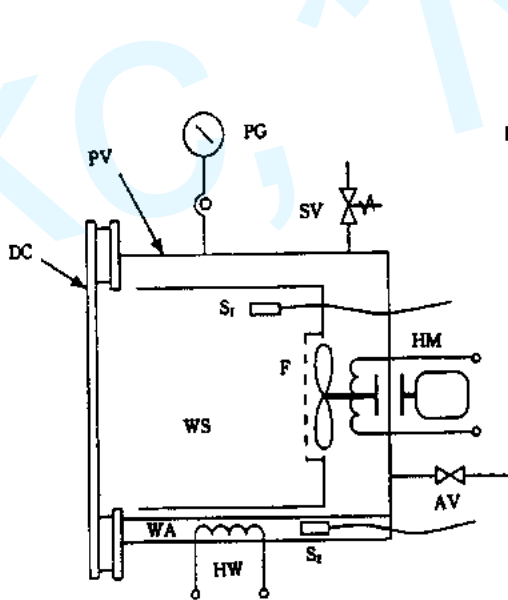


图 D1 单容器型

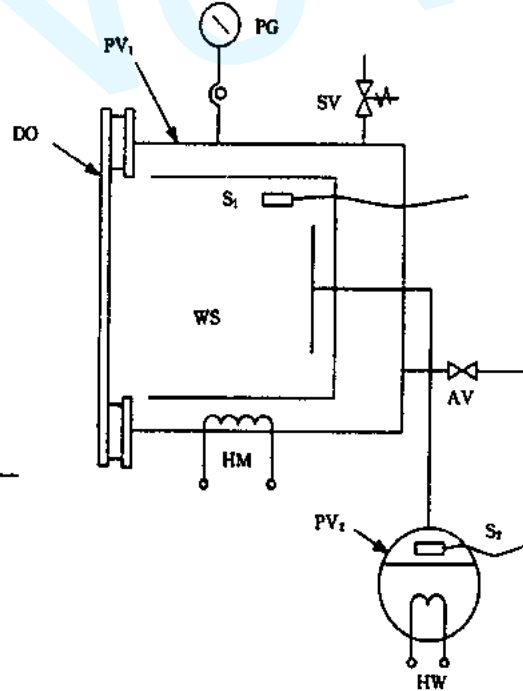


图 D2 双容器型

图 D1 和 D2 中:

PV——压力容器(试验箱和蒸汽发生器的);



DO——门；  
WS——工作空间；  
PV<sub>1</sub>——用作(试验箱)工作空间的压力容器；  
PV<sub>2</sub>——用作(蒸汽发生器)加湿水箱的压力容器；  
WA——加湿用水；  
PG——压力表；  
SV——安全阀；  
AV——排气阀；  
S<sub>1</sub>——湿气的温度传感器；  
S<sub>2</sub>——加湿用水的温度传感器；  
F——风扇；  
HM——蒸汽加热器；  
HW——加湿用水的加热器。

---

KC, \*NêVh

东莞市正航仪器设备有限公司是一家专注于可靠性环境试验设备研发、生产、销售及服务为一体的专业性企业。正航严格按照ISO9001质量体系规范运作，并获第三方评估为AAA信誉企业、诚信经营示范单位等多项资质。同时，正航仪器取得多项产品专利证书。已具备较高的独立研发能力。我们合作客户有北京航空航天大学，华中科技大学，中国科学院化学研究所，成都市产品质量监督检验所、中国东方电气集团等大型企业。设备的精密性、稳定性、售后服务等都有保障。免费电话咨询了解：400-822-8565 传真FAX：0769-22400804



技术电话：158-9969-7899 137-9878-6059

官方邮箱：zhenghang@vip.126.com

工厂地址：广东省东莞市寮步镇石龙坑金园新路53号A栋