

用饱和盐溶液校准家用湿度计的方法

杨小郁

(四川制药股份有限公司, 成都 611930)

摘要: 温湿度计是常用的仪器。温度计的校准比较容易, 湿度计的校准比较困难。湿度计误差大, 参照标准仪器不好找。使用饱和盐溶液校准家用湿度计, 取材容易, 简单易行, 满足普通要求。

关键词: 饱和盐溶液; 湿度计; 校准

中图分类号: TH837 **文献标识码:**

Method for calibrating household hygrometers using saturated salt solutions

Yang Xiaoyu

(Sichuan Pharmaceutical Co., Ltd, Chengdu, 611930, China)

Abstract: Thermohygrometers are commonly used instruments. The calibration of thermometers is relatively easy, while the calibration of hygrometers is relatively difficult. The hygrometer has a large error and it is difficult to find reference standard instruments. Using a saturated salt solution to calibrate the Household hygrometer is easy to obtain and perform, meeting common requirements.

Key words: Saturated salt solution Hygrometer Calibrate

家用湿度计很常见, 但由于湿度计误差大, 参照标准仪器不好找, 校准比较困难。下面实验用饱和盐溶液校准家用湿度计, 简单易行, 满足普通要求。

我们知道, 饱和盐溶液的平衡相对湿度是基本稳定的。前人为我们进行了测定, 见下表所示部分饱和盐溶液的平衡相对湿度:

饱和盐溶液的平衡相对湿度表

℃\#	1# 氯化钙	2# 溴化锂	4# 氯化锂	7# 乙酸钾	8# 氯化锂	9# 氯化钙	11# 碳酸钾	12# 硝酸钙
0		7.75±0.83	11.23±0.54			33.66±0.33	43.13±0.66	
5	5.52±1.9	7.43±0.76	11.26±0.47			33.60±0.28	43.13±0.50	60.35±0.55
10	4.89±1.6	7.14±0.69	11.29±0.41	23.38±0.53		33.47±0.24	43.14±0.39	58.86±0.43
15	4.33±1.4	6.86±0.63	11.30±0.35	23.40±0.32		33.30±0.21	43.15±0.33	57.36±0.33
20	3.83±1.1	6.61±0.58	11.31±0.31	23.11±0.25		33.07±0.18	43.16±0.33	55.87±0.27
25	3.39±0.94	6.37±0.52	11.30±0.27	22.51±0.32	30.85±1.3	32.78±0.16	43.16±0.39	54.38±0.23
30	3.01±0.77	6.16±0.47	11.28±0.24	21.61±0.52	27.27±1.1	32.44±0.14	43.17±0.50	52.89±0.22
35	2.69±0.63	5.97±0.43	11.25±0.22		24.59±0.64	32.05±0.13		51.40±0.24
40	2.44±0.52	5.80±0.39	11.21±0.21		22.68±0.81	31.60±0.13		49.91±0.29
45	2.24±0.44	5.65±0.35	11.16±0.21		21.46±0.70	31.10±0.13		48.42±0.37
50	2.11±0.40	5.53±0.31	11.10±0.22		20.80±0.62	30.54±0.14		46.93±0.47
55	2.04±0.38	5.42±0.28	11.03±0.23		20.600.56	29.93±0.16		45.44±0.60
60	2.03±0.40	5.33±0.25	10.95±0.26		20.77±0.53	29.26±0.18		
65	2.08±0.44	5.27±0.23	10.86±0.29		21.18±0.53	28.54±0.21		
70	2.20±0.52	5.23±0.21	10.75±0.33		21.74±0.61	27.77±0.25		
℃\#	13# 溴化钠	14# 碘化钾	16# 硝酸钠	17# 氯化钠	19# 溴化钾	21# 氯化钾	23# 硝酸钾	24# 硝酸钙
0				75.51±0.34		88.61±0.53	96.33±2.9	
5	63.51±0.70	73.30±0.34	78.57±0.52	75.65±0.27	85.09±0.26	87.67±0.45	96.27±2.1	
10	62.15±0.60	72.11±0.31	77.53±0.45	75.67±0.22	83.75±0.24	86.77±0.39	95.96±1.4	
15	60.68±0.51	70.98±0.28	76.46±0.39	75.61±0.18	82.62±0.22	85.92±0.33	95.41±0.96	
20	59.14±0.44	69.90±0.26	75.36±0.35	75.47±0.14	81.67±0.21	85.11±0.29	94.62±0.66	
25	57.57±0.40	68.86±0.24	74.25±0.32	75.29±0.13	80.89±0.21	84.34±0.26	93.58±0.55	97.88±0.49
30	56.03±0.38	67.89±0.23	73.14±0.31	75.09±0.11	80.27±0.21	83.62±0.25	92.31±0.60	97.08±0.41
35	54.55±0.38	66.96±0.23	72.06±0.32	74.87±0.12	79.78±0.22	82.95±0.25	90.79±0.83	96.42±0.37
40	53.17±0.37	66.09±0.23	71.00±0.34	74.68±0.13	79.43±0.24	82.32±0.25	89.03±1.2	95.89±0.37
45	51.95±0.36	65.26±0.24	69.99±0.37	74.52±0.16	79.18±0.25	81.74±0.28	87.03±1.8	95.5±0.40
50	50.93±0.35	64.49±0.26	69.04±0.42	74.43±0.19	79.02±0.28	81.20±0.31	84.78±2.5	95.25±0.48
55	50.15±0.28	63.78±0.28	68.15±0.49	74.41±0.24	78.95±0.32	80.70±0.35		
60	49.66±0.26	63.11±0.31	67.35±0.57	74.50±0.30	78.94±0.35	80.25±0.41		
65	49.49±0.20	62.50±0.34	66.64±0.67	74.71±0.37	78.99±0.40	79.85±0.48		
70	49.70±0.30	61.93±0.38	66.04±0.78	75.06±0.45	79.07±0.45	79.49±0.57		

实验装置图片如下：在装有饱和盐溶液的塑料盒中，放入被检测湿度计、加强内部空气循环的小电扇，用透明塑料薄膜袋罩住并扎口。



1、实验器材

1.1、由于对家用温湿度计校准的要求不高，用两点法，选用 2 种价廉的普通化学品来进行校准。当前室温 29.8℃，湿度 65%。选用饱和溶液的平衡相对湿度 $\geq 65\%$ 的化学品，它们是：氯化钠（平衡相对湿度 75%左右），氯化钾（平衡相对湿度 84%左右）。

氯化钠（食品）——GB/T5461，优级，未添加亚铁氰化钾，加碘水平 25（18~33mg/kg），氯化钠含量 $\geq 99.1\%$

氯化钾（食品级）——氯化钾含量 ≥ 99

1.2、实验用水。选用市售瓶装纯净水，任意品牌都可采用。

1.3、被测温湿度计。小米蓝牙温湿度计 2（在此文中，只测量其湿度功能）



小米蓝牙温湿度计 2 是一款智能互联产品。体积小（4.3X4.3X1.25 厘米），重量轻（仅仅 12 克），使用瑞士盛思锐（Sensirion）公司新一代数字温湿度传感器，测量范围：温度 0~60°C，分辨率 0.1°C；湿度 0~99%RH，分辨率 1%RH。使用一颗 CR2032 锂纽扣电池。温湿度测量准确度高，稳定性好。

2、配置饱和盐溶液的要求

氯化钠、氯化钾的溶解度见下表：

氯化钠 氯化钾溶解度 (g/100mL)

物 质 \ 温 度 溶 解 度 (g)	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
NaCl	35.5	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3	37.8
KCl	30.9	33.8	36.7	39.6	42.5	45.5	48.4

配置饱和盐溶液是化验员的基本功，没有什么困难。但对其他人员来说，必须掌握以下几点：

2.1、饱和盐溶液至少应有 30% 的盐未溶解于水中，即在给定温度下，盐的重量应该比完全

溶解的量大约 30%。

2.2、盐应加入比测量温度高的水中进行溶解（便于加速溶解），然后将溶液降温至常温。

2.3、测试的环境温度会直接影响饱和盐溶液的溶解度。

当前室温 29.8°C，按照溶解度表 30°C取值。

氯化钠饱和溶液配置：100mL 纯净水加入 50 克氯化钠。

氯化钾饱和溶液配置：100mL 纯净水加入 50 克氯化钾。

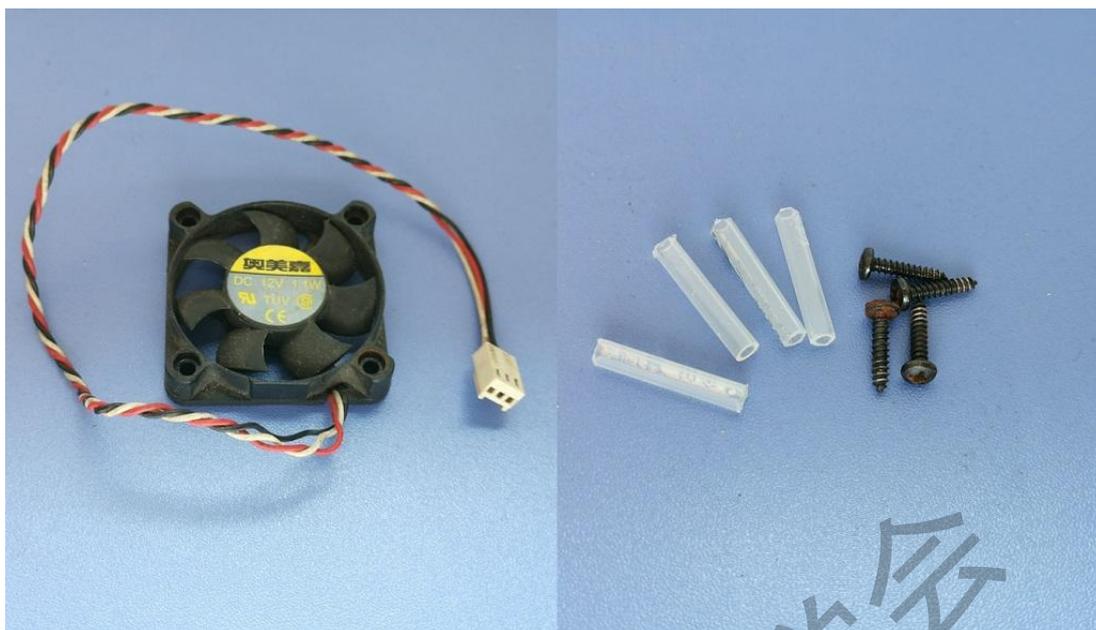
将溶解用水加热到 70°C左右，慢慢加入化学品进行溶解。晾至室温后使用。

3、测试容器制作

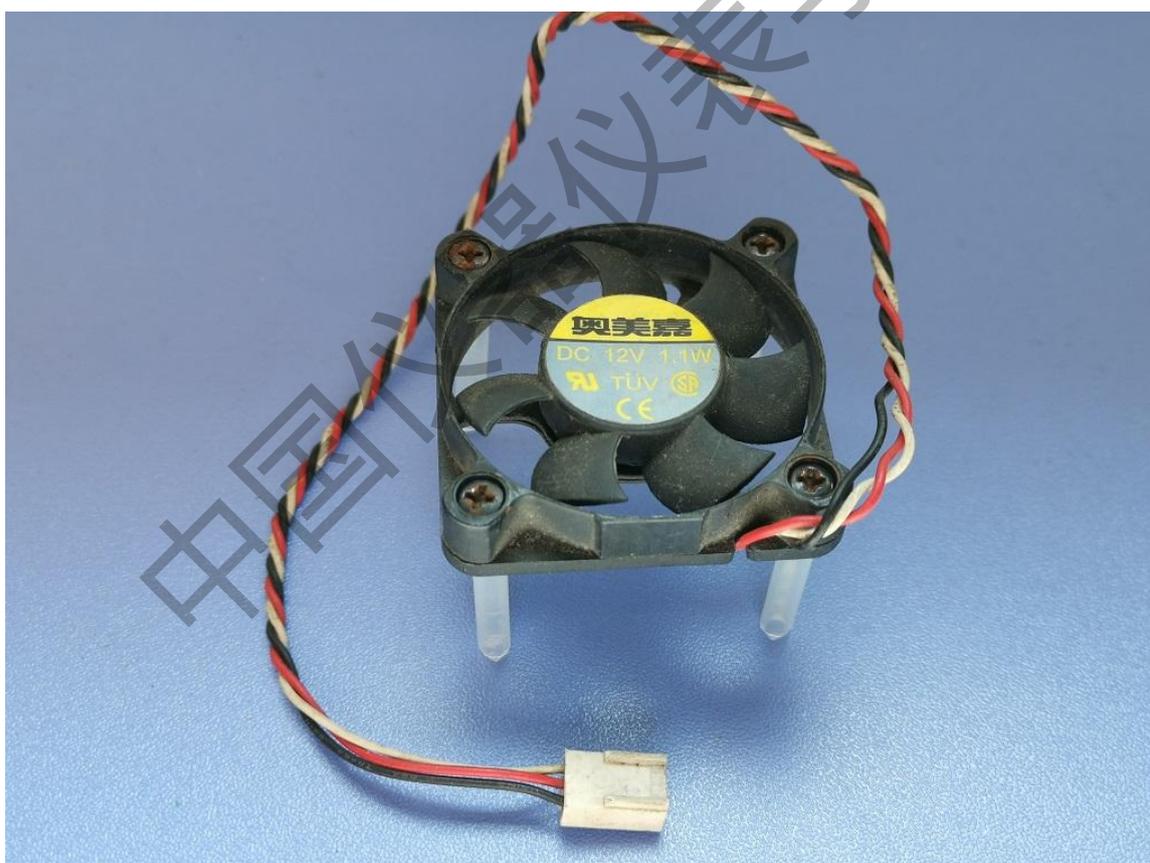
用一只 13cm×9cm×5.5cm 透明塑料盒盛放饱和盐溶液。



为了加快密闭测试容器内空气流动，缩短达到三相热力平衡时间，内置一个小风扇，采用电脑旧 12V 直流小风扇(5cm×5cm)，用直径 4.6mm 签字笔杆制作 4 根长 25mm 的小风扇支撑棍：



用螺钉将 4 根支撑棍固定在风扇四个孔处：



小风扇可用老旧“猫”适配器或 9~12 直流电源供电：



找一个合适的塑料瓶，制作一个湿度计搁架，高度与风扇相同：



将配好的过饱和氯化钠溶液、电风扇、湿度计放置在塑料盒中：



由于压力会对饱和盐溶液的相对湿度产生影响，用透明软塑料薄膜密封袋将测量装置包裹起来，用夹子扎口。既便于观察湿度计数值，又不会产生内部压力（液体蒸发压力被塑料薄膜软袋空间释压）。同时，使用福禄克 116C 万用表温度档作温度监控：



4、平衡时间

经实验，在本实验装置下，取 5 分钟、10 分钟、15 分钟、20 分钟、25 分钟、30 分钟~120 分钟时间点,记录湿度计数值，当湿度计数值不在变化时，确定出最佳平衡时间。下面以氯化钠饱和和溶液平衡相对湿度为例，见下表

氯化钠饱和溶液平衡相对湿度记录

平衡时间(min)	5	10	15	20	25	30	35
湿度 (%)	70	73	75	76	76	77	77
温度 (°C)	30.7	31.2	31.7	32.3	32.6	33.0	33.3
平衡时间(min)	40	50	60	75	90	120	
湿度 (%)	78	78	78	79	79	79	
温度 (°C)	33.5	34.0	34.3	34.6	34.8	35.0	

分析上表，确定氯化钠饱和溶液平衡相对湿度的平衡时间为 75 分钟，此时刻的平衡相对湿度为 79%，温度 34.6℃。

用同样的实验方法，确定氯化钾饱和溶液平衡相对湿度的平衡时间为 50 分钟，此时刻的平衡相对湿度为 87%，温度 33.1℃。

5、校准情况

测量结果分析见下表：

	氯化钠	氯化钾
完成平衡相时的温度值(℃)	34.8	33.1
平衡相对湿度表标准值(℃)	74.87±0.12	82.95±0.25
小米 2 湿度计测量值	79	87
ΔY (℃)	4.13±0.12	4.05±0.25

平均 $\Delta Y = (4.13+4.05) / 2 = 4.09$ ，平均 $\Delta Y\% = 5.18\%$ ，略大于 5%，该湿度计勉强符合家用温湿度计的精度要求。

6、结语

用饱和盐溶液校准湿度计的方法，取材容易，简单可行，精度满足家庭仪器校准的要求，值得一试。对要求不高的工业项目，也可以采用这个方法。要注意的是：选用饱和盐溶液的平衡相对湿度 \geq 当前环境湿度；若被测湿度计体积较大，在制作密闭测试容器时，饱和盐溶液的自由表面积与溶液体积的比值尽可能大，便于三相热力平衡时间较短。作一个形象的比喻，测试空间面积若是 A4 幅面，盛放饱和溶液的器具就不能采用一只试管，至少应使用一只菜盘子面积；靠自然平衡相对湿度，平衡时间会很长，使用风扇加快内部空气循环，平衡时间会较短。不同的测试容器结构，平衡时间不同，需要实验确定。