



中华人民共和国国家标准

GB/T 5832.2—2008
代替 GB/T 5832.2—1986

气体中微量水分的测定 第2部分：露点法

Determination of moisture in gases—Part 2: Dew point method

2008-06-04 发布

2008-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 5832《气体中微量水分的测定》分为多个部分,目前暂分为3部分:

- 第1部分:电解法;
- 第2部分:露点法;
- 第3部分:光腔衰荡光谱法。

本部分代替 GB/T 5832.2—1986《气体中微量水分的测定 露点法》。

本部分与 GB/T 5832.2—1986 相比主要差异如下:

- 扩大了适用范围(1986年版的第1章;本部分的第1章);
- 扩大了检测范围(1986年版的第1章;本部分的第1章);
- 增加了规范性引用文件一章(本部分的第2章);
- 增加术语和定义(1986年版的2.1;本部分的第3章);
- 增加仪器类型及基本要求(1986年版的第3章;本部分的第5章);
- 修改采样要求(1986年版的第4章;本部分的6.1);
- 修改精密度要求(1986年版的第8章;本部分的第8章);
- 修改露点—体积分数换算表、删除露点—绝对微量水分换算表及公式附录(1986年版的附录A;本部分的附录A)。

本部分的附录A为资料性附录。

本部分由中国石油和化学工业协会提出。

本部分由全国气体标准化技术委员会归口。

本部分起草单位:西南化工研究设计院、北京渴望仪器仪表开发公司、攀枝花新钢钒股份有限公司氧气厂、国家标准物质研究中心。

本部分主要起草人:宿营、王少楠、陈雅丽、易洪、张军。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 5832.2—1986。

气体中微量水分的测定

第2部分：露点法

1 范围

本部分规定了通过测定气体露点来测定气体中微量水分的方法。

本部分适用于氢、氧、氮、氩、氦、氙、氪、氧化亚氮、六氟化硫等气体以及由它们能够组成的混合气体中微量水分的测定,不适用于在水分冷凝前就冷凝的气体以及能与水分发生反应的气体。

本部分适用于 0℃~—120℃ 气体露点的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3723 工业用化工产品采样安全通则(GB/T 3723—1999, idt ISO 3165:1976)

GB/T 5832.1 气体湿度的测定 第1部分:电解法

GB/T 6681 气体化工产品采样通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

微量水分 humidity

气体中水分含量的量度,有绝对微量水分、相对微量水分和露点等多种表示方法。

3.2

露点 dew point

在恒定的压力下,气体中所含水分达到饱和并凝结成露或霜(冰)时的温度。

3.3

死体积 dead volume

取样和露点仪气路系统中不能被气流所置换的体积。

3.4

露点法 dew point method

通过测定气体的露点来测定气体中微量水分的方法。

3.5

冷壁效应 condensate effect off mirror

仪器气路系统除镜面外的温度相近或低于待测气体的露点时,水分在仪器除镜面外的气路系统中凝结的现象。

4 方法原理

当一定体积的气体在恒定的压力下均匀降温时,气体和气体中水分的分压保持不变,直至气体中的水分达到饱和状态,该状态下的温度就是气体的露点。通常是在气体流经的测定室中安装镜面及其附

件,通过测定在单位时间内离开和返回镜面的水分子数达到动态平衡时的镜面温度来确定气体的露点。一定的气体水分含量对应一个露点温度;同时一个露点温度对应一定的气体水分含量。因此测定气体的露点温度就可以测定气体的水分含量。由露点值可以计算出气体中微量水分含量,由露点和所测气体的温度可以得到气体的相对水分含量。

5 仪器

5.1 概述

仪器可以采用不同的方法设计,主要不同在于镜面的设计、冷却镜面的方法、控制镜面温度的方法、确定露(霜或冰)形成的方法、测定镜面温度的方法等。

5.2 仪器一般要求

5.2.1 能够把流经测定室的气体以及镜面冷却到所需温度,降温速率和样气流速可以控制。

5.2.2 能确定露(霜或冰)的形成并能测定镜面温度。

5.2.3 测定室内的气压不能超过仪器允许的最大压力。

5.2.4 仪器应具有如下标志:仪器名称、型号、制造商、出厂日期及编号,国内制造的仪器应具有计量器具制造许可证的标志。

5.2.5 仪器的准确性可以溯源,仪器需经计量检定合格。

5.3 镜面及其降温方法

5.3.1 镜面应当选择憎水、导热性好、耐腐蚀、高硬度、光学性能好的材料制作。常用材料有铍合金、金、铜、不锈钢及其他合金钢等。

5.3.2 半导体制冷法

通常采用一级或多级冷堆来获得所需的温度。

5.3.3 液化气体制冷法

通常采用加热使液化气体汽化后使镜面制冷,也可以采用压缩气体通过液化气体浸泡的盘管冷却后制冷。

5.3.4 机械制冷法

采用小型冷冻机,通过介质的循环制冷,该方法通常和半导体制冷法联合使用。

5.3.5 绝热膨胀制冷法

采用高压气体节流膨胀产生冷量来冷却镜面。

5.3.6 溶剂蒸发制冷法

用挥发性液体与镜子背面接触,向挥发性液体通入低压气体使液体挥发来冷却镜面。

5.3.7 其他等效的降温方法。

5.4 露(霜或冰)层的确定

5.4.1 利用光的散射,采用光电系统来确定。

5.4.2 利用目视确定,包括利用放大镜或者显微镜来确定。

5.4.3 利用射线散射(α 或 β 射线)来确定。

5.4.4 利用石英的压电现象来确定。

5.4.5 通过图像识别技术来确定。

5.5 露点的测量

5.5.1 基本要求

测量露点温度时要使结露状态尽量保持一致,测温元件安装点的温度应尽量和镜面温度保持一致。

5.5.2 镜面温度的测量

测量露点的元件有铂电阻、热电偶、热敏电阻、水银温度计等。高精度的露点仪几乎都采用铂电阻元件。

5.6 气路系统

5.6.1 气路系统应无死体积或尽量减小死体积。气路连接管和取样管道应采用不锈钢管、铜管或壁厚不小于 1 mm 的聚四氟乙烯管,不允许使用乳胶管、普通橡胶管或尼龙管等。取样管道应该采用尽可能短的小口径管。

5.6.2 气路系统应进行检漏试验以确定其气密性良好。仪器的气密性应该达到仪器的检测要求。

6 试验步骤

6.1 采样

6.1.1 采样中的安全要求应符合 GB/T 3723 中的规定。

6.1.2 气态样品的采样原则及一般规定应符合 GB/T 6681 中的规定。

6.1.3 瓶装气体的采样用耐压针形阀。至少采用三次升、降压法吹洗采样阀及其他气路系统。

6.1.4 管道气体的采样应使用管道上的根部采样阀,并用尽可能短的连接管将样品气直接通入露点仪。

6.2 流量校正

按照仪器说明书规定的气体流速,用皂膜流量计或其他方法来确定适当的样品气流速。

6.3 测量

当整个气路系统充分置换后就可以开始测量,手动制冷的露点仪当镜面温度离露点约 5℃时(对不知道露点范围的气体,可先进行一次粗测)应该缓慢地降低镜面温度,以尽量减小降温的惯性影响。到露点出现时,记录露点值。

消露(霜)后重复测定一次,当两次平行测定的误差满足仪器规定的要求时即可停止测定。

6.4 停机

待测定室温度恢复至室温后,卸下样品气,关闭仪器的气路进出口。

7 影响测定的主要因素

7.1 干扰物质

7.1.1 水溶性物质,例如水溶性的盐类。这些物质会使镜面提前结露(霜或冰)。

7.1.2 不溶于水的物质,如灰尘、油污等。这些物质会干扰露点的测量,因此,有这些干扰物存在时,应在取样系统增设气体过滤装置,该装置应不影响水分含量的测定。

7.1.3 如果气体中含有在水分冷凝前就凝结的气态杂质,此时应采用其他方法测定气体微量水分。

7.2 冷壁效应

冷壁效应会影响测定结果。应设法消除冷壁效应,否则应采用其他方法进行测定。

7.3 制冷速率

如果气体的微量水分很低,镜面的制冷速率应尽量缓慢。以减小过冷现象的影响。

7.4 样气流速

气体微量水分的测定通常在室温下进行,当气流通过测定室时会影响体系的传热和传质过程。因此当其他条件固定时,加大流速将有利于气流和镜面之间的传质,但流速过大会造成过热问题而影响体系的热平衡。为了减小传热影响,样气流速应当控制在一定范围内。

8 精密度

对重复性和再现性的要求应符合 GB/T 5832.1 的有关规定。

9 结果处理

9.1 取两次平行测定结果的算术平均值作为露点值。两次平行测定的结果应小于本部分第 8 章中对

重复性的规定。

9.2 露点与体积分数(V/V)的对应关系参见附录 A。

10 报告

报告应包括下列内容：

- 测定日期、环境温度、大气压；
- 采样地点、样品编号、容器内压力；
- 样品名称；
- 测定结果；
- 测定时观察到的任何异常现象；
- 本部分中未包括的其他内容；
- 分析员和审核员姓名。

附 录 A
(资料性附录)
露点—体积分数的换算

A.1 露点—体积分数(V/V)的对应关系按式(A.1)计算:

$$V_r = \frac{fe_a}{p - fe_a} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(A.1)$$

式中:

V_r ——体积比,单位为微升每升($\mu\text{L/L}$);

e_a ——在露点温度下的饱和水蒸气压,单位为帕(Pa);

p ——大气压,单位为帕(Pa);

f ——增强因子。

计算结果见表 A.1、表 A.2。

表 A.1 露点($0^\circ\text{C} \sim -79.9^\circ\text{C}$)—体积分数换算表

单位: $\mu\text{L/L}$

露点 $t/^\circ\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-0	6 092.22	6 046.96	5 997.01	5 947.45	5 898.26	5 849.44	5 800.99	5 752.92	5 705.20	5 657.86
-1	5 606.20	5 564.24	5 517.96	5 472.04	5 426.47	5 381.25	5 336.37	5 291.84	5 247.64	5 203.79
-2	5 155.95	5 117.09	5 074.23	5 031.71	4 989.51	4 947.64	4 906.09	4 864.86	4 823.95	4 783.35
-3	4 739.08	4 703.10	4 663.44	4 624.08	4 585.03	4 546.28	4 507.83	4 469.68	4 431.83	4 394.27
-4	4 353.30	4 320.02	4 283.33	4 246.93	4 210.81	4 174.97	4 139.41	4 104.13	4 069.12	4 034.39
-5	3 996.52	3 965.74	3 931.82	3 898.17	3 864.78	3 831.65	3 798.78	3 766.17	3 733.81	3 701.72
-6	3 666.71	3 638.28	3 606.93	3 575.84	3 544.98	3 514.38	3 484.01	3 453.89	3 424.00	3 394.36
-7	3 362.03	3 335.77	3 306.82	3 278.10	3 249.62	3 221.36	3 193.32	3 165.51	3 137.92	3 110.55
-8	3 080.71	3 056.47	3 029.76	3 003.25	2 976.96	2 950.89	2 925.02	2 899.36	2 873.90	2 848.65
-9	2 821.12	2 798.76	2 774.12	2 749.68	2 725.43	2 701.38	2 677.52	2 653.86	2 630.39	2 607.11
-10	2 581.73	2 561.11	2 538.40	2 515.86	2 493.52	2 471.35	2 449.36	2 427.56	2 405.93	2 384.48
-11	2 361.09	2 342.10	2 321.17	2 300.41	2 279.82	2 259.41	2 239.16	2 219.07	2 199.15	2 179.40
-12	2 157.86	2 140.38	2 121.11	2 102.00	2 083.04	2 064.25	2 045.61	2 027.12	2 008.79	1 990.61
-13	1 970.80	1 954.70	1 936.97	1 919.39	1 901.95	1 884.66	1 867.52	1 850.51	1 833.65	1 816.93
-14	1 798.71	1 783.91	1 767.61	1 751.44	1 735.41	1 719.51	1 703.75	1 688.12	1 672.62	1 657.25
-15	1 640.51	1 626.91	1 611.93	1 597.07	1 582.34	1 567.74	1 553.26	1 538.90	1 524.66	1 510.55
-16	1 495.16	1 482.68	1 468.92	1 455.28	1 441.75	1 428.34	1 415.05	1 401.87	1 388.80	1 375.84
-17	1 361.73	1 350.26	1 337.64	1 325.12	1 312.71	1 300.41	1 288.21	1 276.12	1 264.13	1 252.25
-18	1 239.30	1 228.79	1 217.21	1 205.73	1 194.35	1 183.07	1 171.89	1 160.81	1 149.82	1 138.92
-19	1 127.05	1 117.42	1 106.81	1 096.29	1 085.87	1 075.53	1 065.29	1 055.13	1 045.06	1 035.09
-20	1 024.22	1 015.39	1 005.68	996.04	986.50	977.03	967.65	958.36	949.14	940.01
-21	930.06	921.99	913.09	904.28	895.54	886.89	878.31	869.80	861.37	853.02

表 A.1 (续)

单位: $\mu\text{L/L}$

露点 $t/^\circ\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-22	843.92	836.53	828.40	820.34	812.36	804.44	796.60	788.82	781.12	773.48
-23	765.17	758.42	750.99	743.62	736.32	729.09	721.93	714.83	707.79	700.81
-24	693.22	687.06	680.27	673.55	666.89	660.28	653.74	647.26	640.84	634.47
-25	627.54	621.92	615.73	609.59	603.52	597.49	591.53	585.61	579.76	573.95
-26	567.63	562.51	556.86	551.27	545.73	540.24	534.80	529.41	524.07	518.79
-27	513.03	508.36	503.21	498.12	493.07	488.07	483.12	478.21	473.35	468.54
-28	463.29	459.04	454.36	449.72	445.13	440.58	436.07	431.61	427.19	422.80
-29	418.04	414.17	409.91	405.69	401.51	397.38	393.28	389.22	385.20	381.22
-30	376.88	373.36	369.49	365.66	361.87	358.11	354.38	350.69	347.04	343.42
-31	339.49	336.29	332.78	329.30	325.85	322.44	319.06	315.71	312.40	309.11
-32	305.54	302.64	299.45	296.30	293.17	290.07	287.01	283.97	280.96	277.99
-33	274.75	272.12	269.23	266.37	263.53	260.73	257.95	255.20	252.47	249.78
-34	246.84	244.46	241.84	239.25	236.68	234.14	231.63	229.13	226.67	224.23
-35	221.57	219.41	217.04	214.70	212.38	210.08	207.80	205.55	203.32	201.11
-36	198.70	196.76	194.61	192.49	190.39	188.31	186.26	184.22	182.20	180.21
-37	178.04	176.28	174.34	172.42	170.53	168.65	166.79	164.95	163.13	161.33
-38	159.37	157.78	156.03	154.30	152.59	150.90	149.22	147.56	145.92	144.29
-39	142.52	141.09	139.52	137.96	136.41	134.88	133.37	131.88	130.40	128.93
-40	127.34	126.05	124.63	123.22	121.83	120.46	119.09	117.75	116.41	115.10
-41	113.66	112.50	111.22	109.96	108.70	107.47	106.24	105.03	103.83	102.64
-42	101.35	100.31	99.16	98.02	96.90	95.78	94.68	93.59	92.51	91.45
-43	90.29	89.35	88.32	87.30	86.28	85.29	84.30	83.32	82.35	81.39
-44	80.35	79.51	78.58	77.66	76.76	75.86	74.97	74.10	73.23	72.37
-45	71.44	70.68	69.85	69.03	68.21	67.41	66.61	65.83	65.05	64.28
-46	63.44	62.77	62.02	61.28	60.56	59.84	59.12	58.42	57.72	57.03
-47	56.29	55.68	55.01	54.35	53.70	53.06	52.42	51.79	51.17	50.55
-48	49.88	49.34	48.75	48.16	47.57	47.00	46.43	45.87	45.31	44.76
-49	44.16	43.68	43.15	42.62	42.10	41.59	41.08	40.58	40.08	39.59
-50	39.05	38.62	38.15	37.68	37.22	36.76	36.30	35.86	35.41	34.97
-51	34.50	34.11	33.69	33.27	32.86	32.45	32.05	31.65	31.26	30.87
-52	30.44	30.10	29.72	29.35	28.98	28.62	28.26	27.91	27.55	27.21
-53	26.83	26.53	26.19	25.86	25.53	25.21	24.89	24.58	24.26	23.96
-54	23.62	23.35	23.05	22.76	22.47	22.18	21.90	21.62	21.34	21.07
-55	20.77	20.53	20.27	20.01	19.75	19.50	19.24	19.00	18.75	18.51

表 A.1 (续)

单位: $\mu\text{L/L}$

露点 $t/^\circ\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-56	18.24	18.03	17.80	17.57	17.34	17.11	16.89	16.67	16.45	16.24
-57	16.01	15.82	15.61	15.41	15.20	15.00	14.81	14.61	14.42	14.23
-58	14.02	13.86	13.67	13.49	13.32	13.14	12.96	12.79	12.62	12.46
-59	12.27	12.13	11.96	11.80	11.65	11.49	11.34	11.19	11.04	10.89
-60	10.73	10.60	10.46	10.31	10.18	10.04	9.903	9.769	9.637	9.506
-61	9.365	9.250	9.125	9.001	8.878	8.758	8.638	8.520	8.404	8.289
-62	8.165	8.064	7.954	7.844	7.737	7.630	7.526	7.422	7.320	7.219
-63	7.109	7.021	6.924	6.828	6.733	6.640	6.548	6.457	6.367	6.278
-64	6.182	6.104	6.019	5.935	5.852	5.770	5.689	5.609	5.531	5.453
-65	5.369	5.301	5.226	5.152	5.079	5.008	4.937	4.867	4.798	4.730
-66	4.656	4.596	4.531	4.466	4.403	4.340	4.278	4.217	4.156	4.097
-67	4.032	3.980	3.923	3.867	3.811	3.756	3.702	3.649	3.596	3.544
-68	3.487	3.442	3.392	3.343	3.294	3.246	3.199	3.152	3.106	3.061
-69	3.012	2.972	2.929	2.886	2.843	2.802	2.761	2.720	2.680	2.640
-70	2.598	2.563	2.525	2.488	2.451	2.415	2.379	2.343	2.309	2.274
-71	2.237	2.207	2.174	2.141	2.109	2.078	2.047	2.016	1.986	1.956
-72	1.924	1.897	1.869	1.841	1.813	1.785	1.758	1.732	1.706	1.680
-73	1.652	1.629	1.604	1.580	1.556	1.532	1.508	1.485	1.463	1.440
-74	1.416	1.396	1.375	1.354	1.333	1.312	1.292	1.272	1.252	1.233
-75	1.212	1.195	1.177	1.158	1.140	1.123	1.105	1.088	1.071	1.054
-76	1.036	1.021	1.005	0.990	0.974	0.959	0.944	0.929	0.914	0.900
-77	0.884	0.871	0.858	0.844	0.831	0.817	0.804	0.792	0.779	0.767
-78	0.753	0.742	0.730	0.719	0.707	0.696	0.685	0.674	0.663	0.652
-79	0.641	0.631	0.621	0.611	0.601	0.591	0.582	0.572	0.563	0.554

表 A.2 露点(−80℃~−120℃)—体积分数换算表

单位:nL/L

露点 $t/℃$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
−80	543.96	535.97	527.22	518.60	510.12	501.77	493.55	485.45	477.48	469.63
−81	461.14	454.29	446.80	439.43	432.17	425.02	417.98	411.05	404.23	397.52
−82	390.26	384.41	378.00	371.70	365.50	359.39	353.38	347.46	341.64	335.90
−83	329.71	324.71	319.25	313.87	308.57	303.36	298.24	293.19	288.23	283.34
−84	278.06	273.80	269.15	264.57	260.06	255.62	251.26	246.96	242.74	238.58
−85	234.09	230.46	226.50	222.61	218.78	215.01	211.30	207.65	204.06	200.52
−86	196.71	193.63	190.27	186.96	183.71	180.51	177.37	174.27	171.23	168.23
−87	165.00	162.39	159.54	156.74	153.98	151.27	148.61	145.99	143.41	140.88
−88	138.14	135.93	133.52	131.15	128.82	126.53	124.28	122.06	119.89	117.74
−89	115.43	113.57	111.54	109.53	107.57	105.63	103.73	101.87	100.03	98.22
−90	96.27	94.70	92.99	91.30	89.65	88.02	86.42	84.84	83.30	81.78
−91	80.14	78.82	77.37	75.96	74.56	73.19	71.85	70.53	69.23	67.95
−92	65.57	65.46	64.25	63.06	61.89	60.74	59.62	58.51	57.42	56.35
−93	55.19	54.26	53.25	52.25	51.27	50.31	49.37	48.44	47.53	46.63
−94	45.66	44.89	44.04	43.21	42.39	41.58	40.79	40.02	39.26	38.51
−95	37.70	37.05	36.35	35.65	34.97	34.30	33.64	32.99	32.36	31.73
−96	31.06	30.52	29.93	29.35	28.78	28.23	27.68	27.14	26.61	26.10
−97	25.54	25.09	24.60	24.12	23.64	23.18	22.73	22.28	21.84	21.41
−98	20.95	20.58	20.17	19.77	19.38	18.99	18.62	18.25	17.89	17.53
−99	17.15	16.84	16.50	16.17	15.85	15.53	15.22	14.91	14.61	14.32
−100	14.00	13.75	13.47	13.20	12.93	12.67	12.41	12.16	11.91	11.67
−101	11.41	11.20	10.97	10.75	10.53	10.31	10.10	9.89	9.69	9.49
−102	9.274	9.101	8.913	8.729	8.548	8.371	8.197	8.027	7.860	7.696
−103	7.520	7.379	7.225	7.073	6.925	6.780	6.638	6.498	6.362	6.228
−104	6.084	5.968	5.842	5.718	5.597	5.478	5.362	5.248	5.137	5.027
−105	4.910	4.815	4.712	4.611	4.512	4.416	4.321	4.228	4.137	4.048
−106	3.952	3.875	3.791	3.709	3.629	3.550	3.473	3.398	3.324	3.251
−107	3.173	3.111	3.043	2.976	2.911	2.847	2.784	2.723	2.663	2.605
−108	2.541	2.491	2.436	2.382	2.329	2.277	2.227	2.177	2.128	2.081
−109	2.030	1.989	1.945	1.901	1.858	1.817	1.776	1.736	1.697	1.658
−110	1.617	1.584	1.548	1.513	1.479	1.445	1.412	1.380	1.349	1.318
−111	1.285	1.258	1.229	1.201	1.174	1.147	1.120	1.094	1.069	1.044
−112	1.018	0.997	0.974	0.951	0.929	0.907	0.886	0.865	0.845	0.825
−113	0.804	0.787	0.769	0.751	0.733	0.716	0.699	0.682	0.666	0.651

表 A.2 (续)

单位:nL/L

露点 $t/^\circ\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
-114	0.634	0.620	0.605	0.591	0.577	0.563	0.550	0.537	0.524	0.511
-115	0.498	0.487	0.475	0.464	0.453	0.442	0.431	0.421	0.410	0.401
-116	0.390	0.381	0.372	0.363	0.354	0.345	0.337	0.329	0.321	0.313
-117	0.304	0.298	0.290	0.283	0.276	0.269	0.263	0.256	0.250	0.244
-118	0.237	0.232	0.226	0.220	0.215	0.209	0.204	0.199	0.194	0.189
-119	0.184	0.180	0.175	0.171	0.166	0.162	0.158	0.154	0.150	0.146
-120	0.142									