

化学分析用各种溶液的浓度表示方法和标签内容格式

董玉泽

(山东省产品质量监督检验所 济南 250100)

鄢国强

(上海材料研究所 上海 200437)

摘要：详细介绍了化学分析用各种溶液浓度的表示方法和标签内容的格式。

关键词：溶液浓度 概念 表示方法 标签格式

溶液浓度是指在一定质量或一定体积的溶液中所含溶质的量。化学分析所用的溶液不仅种类繁多，而且要求的浓度也千差万别。正确表示各种溶液浓度及正确书写标签内容是搞好检测工作的基本规范要求之一。国际标准化组织 ISO、国际理论化学与应用化学联合会 IUPAC 和我国国家标准 GB 都作出相关规定。现结合日常工作实践，就化学分析用各种溶液的浓度表示方法和标签内容格式作一介绍，以满足实验室认可对化学分析用各种溶液的浓度表示方法和标签内容书写格式的要求。

1 标准滴定溶液 standard volumetric solution

1.1 定义

已知准确浓度的用于滴定分析用的溶液。

1.2 浓度表示方法

1.2.1 物质的量浓度

a. 定义：单位体积中所含溶质 B 的物质的量。

b. 物质的量浓度符号： c_{B_0} 。

c. 物质的量浓度单位：计量单位为“ mol/m^3 ”及其倍数，实验室中常用的单位是“ mol/L ”或 $1\text{mol}/\text{dm}^3$ 。

d. 说明：物质的量的 SI 基本单位是摩尔（单位符号为“mol”），其定义如下：摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012kg 碳-12 数目相等。在使用摩尔时，基本单元应予指明，可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合。

因此，在使用物质的量浓度时也必须指明基本单元。

e. 实例

$c(\text{NaOH}) = 0.1015 \text{ mol/L}$ 氢氧化钠溶液，小括号内的 NaOH 是指溶液中溶质的基本单元， $c(\text{NaOH})$ 是表示基本单元为 NaOH 的物质的量浓度。等号右边的 0.1015 mol/L 表示物质的量浓度数值为 0.1015 摩尔每升，即每升含氢氧化钠 $1 \times$ 氢氧化钠分子量 $\times 0.1015$ 克。

$c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2042 \text{ mol/L}$ 硫酸溶液，表示基本单元为 $1/2\text{H}_2\text{SO}_4$ 的物质的量浓度为 0.2042 摩尔每升。即每升含硫酸 $1/2 \times$ 硫酸分子量 $\times 0.2042$ 克。

$c(1/5\text{KMnO}_4) = 0.1000 \text{ mol/L}$ 高锰酸钾溶液，表示基本单元为 $1/5\text{KMnO}_4$ 的物质的量浓度为 0.1000 摩尔每升。即每升含高锰酸钾 $1/5 \times$ 高锰酸钾分子量 $\times 0.1000$ 克。

$c(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1.0042 \text{ mol/L}$ 重铬酸钾溶液，表示基本单元为 $1/6 \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的物质的量浓度为 1.0042 摩尔每升。即每升含重铬酸钾 $1/6 \times$ 重铬酸钾分子量 $\times 1.0042$ 克。

$c(1/2\text{Ca}^{2+}) = 1.0035 \text{ mol/L}$ 钙阳离子溶液，表示基本单元为 $1/2 \text{Ca}^{2+}$ 的物质的量浓度为 1.0035 摩尔每升。即每升含钙阳离子 $1/2 \times$ 钙原子量 $\times 1.0035$ 克。

1.2.2 质量浓度

a. 质量浓度定义：作为溶质的物质的质量除以混合物(即溶液)体积。

b. 质量浓度符号： ρ_B B 代表作为溶质的物质。

c. 质量浓度单位：计量单位为“ kg/m^3 ”、“ kg/L ”($1\text{kg/L} = 10^3\text{kg/m}^3 = 1\text{kg/dm}^3$)；实验室常用“ g/L ”、“ mg/L ”、“ mg/mL ”、“ $\mu\text{g/mL}$ ”等。

d. 质量浓度表示法实例：

ρ_B 表示法：

$(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.5021 \text{ mg/mL}$ 碳酸钠标准滴定溶液，表示碳酸钠标准滴定溶液的质量浓度为 0.5021 毫克每毫升。

$\rho_{A/B}$ 表示法： A 代表被测物质； B 代表滴定溶液中有效物质分子式。

$(\text{Cl}^-/\text{AgNO}_3) = 0.5000 \text{ mg/mL}$ 硝酸银标准滴定溶液表示 1mL 硝酸银标准滴定溶液相当于 0.5000mg 的氯离子。

1.3 标准滴定溶液标签的书写内容及格式

用物质的量浓度表示浓度的标准滴定溶液的标签的书写内容包括以下几项：
配制、标定、校验及稀释等都要有详细的记录，应当与检测原始记录一样要求。

标签上应有溶液名称、浓度类型、浓度值、介质、配制日期、配制温度(指配制时恒温室室温)、校核周期(或有效期)、配制者和配制的同一溶液的瓶编号，注意事项及其他需要注明事项等。介质是水时，可不必标出，介质是其他物质时应予标明。

标签格式举例说明。

溶液名称	重铬酸钾标准滴定溶液		
浓度	$C(1/6K_2Cr_2O_7) = 0.6022\text{mol/L}$		
介质		配制温度	/
配制日期	2003-03-20	校核周期	半年
配制者	×××、×××	瓶编号	1 [#]

2 基准溶液 standard reference solution

2.1 定义

用于标定其他溶液的作为基准的溶液。

2.2 浓度表示方法

基准溶液的浓度，按 1.1.2 中标准滴定溶液的浓度表示方法同样表示。

2.3 基准溶液的标签书写内容及格式

基准溶液的标签书写内容及格式与 1.1.3 中标准滴定溶液的标签书写内容及格式基本相同，仅将标签中溶液名称一栏中的“标准滴定溶液”换为“基准溶液”即可。

3 标准溶液 standard solution

3.1 定义

由用于制备该溶液的物质而准确知道某种元素、离子、化合物或基团浓度的溶液。

这类溶液也被称为元素标准溶液或组份标准溶液。

3.2 浓度表示方法

a. 这类溶液的浓度一般均采用质量浓度表示。即作为溶液的物质的质量除以混合物(即溶液)的体积。

b. 符号： c_B B代表作为溶质的物质。

c. 单位：计量单位为“ kg/m^3 ”、“ kg/L ”($1\text{kg}/\text{L} = 10^3\text{kg}/\text{m}^3 = 1\text{kg}/\text{d m}^3$)及其分倍数。实验中常用“ g/L ”、“ mg/L ”、“ $\mu\text{g}/\text{mL}$ ”单位。

d. 表示实例

$(\text{Zn}^{2+}) = 2 \mu\text{g}/\text{mL}$ ，在一般情况下，用 c_B 表示元素标准溶液的浓度时，只写整数及小数点后的非零数字。这种表示法不考虑有效数字的规定。如：

$(\text{Zn}^{2+}) = 2 \mu\text{g}/\text{mL}$ 不写成 $(\text{Zn}^{2+}) = 2.000 \mu\text{g}/\text{mL}$ ；

$(\text{Ag}) = 1.5 \mu\text{g}/\text{mL}$ 不写成 $(\text{Ag}) = 1.500 \mu\text{g}/\text{mL}$ 。

3.3 标准溶液标签书写内容及格式

标准溶液标签书写内容及格式与 1.1.3 基本相同, 仅将溶液名称栏内的“标准滴定溶液”改为“标准溶液”。

标签格式举例：

溶液名称	铅标准溶液		
浓 度	$(\text{Pb}) = 1 \mu\text{g}/\text{mL}$		
介 质	1% HNO_3	配制温度	17
配制日期	2005-02-10	校核周期	
配 制 者	× × ×	瓶 编 号	2 [#]

介质栏内 1% HNO_3 是作为非水介质，介质的溶质是液体时，不特别注明则为体积分数 c_B ，作为介质，不带量符号。

若介质的溶质为固体时，则用 c_B 表示介质的质量浓度，不带量符号。

如下述例子中介质栏 40g/L NaOH 溶液就是指 c_B (质量浓度)。

4 标准比对溶液 standard matching solution

此术语仅用于此类溶液的统称，其每个溶液通常用适当的形容词更加具体的命名。如“标准比色溶液”、“标准比浊溶液”等。

4.1 定义

已知或已确定有关特性(如色度、浊度)的并用来评定试验溶液各该特性的溶液。

它可由标准滴定溶液、基准溶液、标准溶液或具有所需特性的其他溶液制备。

4.2 浓度表示方法

这类溶液均应按 1.2、2.2、3.2 中所述同样方法表示其浓度。

4.3 标签书写内容及格式

这类溶液的标签书写内容及格式与标准滴定溶液、基准溶液、标准溶液基本相同，仅将溶液名称栏内换为“标准比对溶液”即可。

5 其他溶液(一般溶液)

这类溶液的浓度一般要求不太严格，不需要用标定或其他比对的方法求得准确浓度，故又称为一般溶液。在检测中它们的浓度和用量不参与被测组份含量的计算，通常是用来作为“条件”溶液，如控制酸度、指示终点、消除干扰、作显色剂等。按用途又可细分为显色剂溶液、掩蔽剂溶液、缓冲溶液、萃取溶液、吸收溶液、极谱分析中的底液、指示剂溶液及沉淀剂溶液等。

5.1 一般溶液的浓度表示方法

5.1.1 物质的量浓度 c_B

有时检测方法标准上是使用物质的量浓度 c_B 表示这类溶液的浓度。如：

$c(\text{HCl}) = 4\text{mol/L}$ 盐酸溶液

5.1.2 质量浓度 ρ_B

对指示剂、染色剂等多种溶液，经常是使用质量浓度。

对用质量浓度 ρ_B 表示浓度的其他溶液，用“g/L”比较合适。

用 ρ_B 表示标准滴定溶液、基准溶液、标准溶液时要带量符号，而用 ρ_B 表示溶质为固体的一般溶液时，则不必写出量符号。

所用的单位，一般是单位的分母不带系数。例如，100mL 的 KI 溶液中含 KI 2g 时，表示为：20g/L KI 溶液，而不表示为 2g/100mL。

5.1.3 质量分数 w_B

a. 定义

质量分数 w_B 为溶液中溶质的质量与溶液的质量之比。它是无量纲量，可以用

“ % ” 符号表示它的单位为 “ 1 ” 的浓度值。

b. 质量分数的符号是 w 。

c. 说明及实例

用质量分数表示溶液浓度时必须有量符号 w 。

如表示 100g 的 HCl 溶液含 10g 的 HCl 时，则其浓度表示为： $w(\text{HCl}) = 10\%$
盐酸

5.1.4 体积分数 v

a. 定义

溶液中溶质体积与溶液体积之比，是无量纲量，可用 “ % ” 符号表示其单位为 “ 1 ” 的浓度值。

b. 体积分数的符号是 v 。

c. 说明及实例

用体积分数表示浓度的溶液若是单独使用的溶液时，必须加量符号 v ；若是出现在另外溶液的标签上作为介质时，不加量符号。如：每 100mL 中含 75mL 乙醇的溶液表示为： $v(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 75\%$ 乙醇

当 100mL 中含 HNO_3 1mL 的溶液单独作为溶液时，其浓度表示为： $v(\text{HNO}_3) = 1\%$ 的 HNO_3 ；但作为铅标准溶液的介质出现在铅标准溶液的介质栏内时，则不写出 v （见 3.3 中铅标准溶液的标签格式）。

5.1.5 $V_1 + V_2$ 形式表示浓度

这种表示方法是表示两种或两种以上溶液或液体相混成为另一溶液的浓度表示法，被混合者均以体积表示。

例如 1 体积浓盐酸与 2 体积水混合成的溶液表示为： $\text{HCl}(1 + 2)$ 。若是混合前仅有两种液体且其一为水时，表示混合后的溶液时，水可不表示出来，仅表示出其中的非水液体即可，如上例。但被混合者是非水液体必须表示出来。如：苯 + 醋酸乙酯(3 + 7)即是 3 体积的苯与 7 体积的醋酸乙酯相混后的溶液。

两种或两种以上的液体与水相混时，应将被混合者水表示出来。如： $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}(1.5 + 1.5 + 7)$ 即是 1.5 体积的浓 H_2SO_4 、1.5 体积的浓 H_3PO_4 与 7 体积的水按操作要求相混合而成的溶液。

5.2 一般溶液的标签书写内容及格式

一般溶液的标签书写内容包括如下几项：名称、浓度、介质、配制日期、配制人及其他需说明的内容。当介质是水时不必写出；介质为非水物质时应写出介质。

5.2.1 用物质的量浓度 c_B 表示一般溶液的标签

用物质的量浓度 c_B 表示浓度的一般溶液，标签上的浓度值的数字，仅写出整数和非零小数部分即可。如： $c(\text{HCl}) = 1.5\text{mol/L}$ 不写作 $c(\text{HCl}) = 1.500\text{mol/L}$

5.2.2 用质量浓度 ρ_B 表示浓度的一般溶液标签

当用质量浓度 ρ_B 表示一般溶液的浓度时，一般溶液的溶质为固体时，量符号不写出。

5.2.3 用质量分数表示浓度的一般溶液标签

用质量分数 w_B 表示浓度时，无论什么场合都要加量符号 w_B 。

标签格式举例：

名 称	盐 酸	名 称	氯化钠
浓 度	(HCl) = 10%	浓 度	(NaCl) = 5%
介 质		介 质	乙醇
日 期	2001-03-08	日 期	2002-06-18
配制者	× × ×	配制者	× × ×

名 称	氨 水
浓 度	($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) = 5%
介 质	
日 期	2005-05-20
配制者	× × ×

5.2.4 用体积分数 ϕ_B 表示浓度的一般溶液标签

用体积分数 ϕ_B 表示浓度的一般溶液作为单独使用的溶液时，其浓度要有量符号 ϕ_B 。

标签格式举例：

名 称	乙醇溶液
浓 度	(C ₂ H ₅ OH) = 75%
介 质	
日 期	2005-05-16
配制者	× × ×

名 称	盐 酸
浓 度	(HCl) = 5%
介 质	
日 期	2004-10-22
配制者	× × ×

5.2.5 用 V₁ + V₂形式表示浓度的一般溶液标签

这种用 V₁ + V₂形式表示浓度的一般溶液标签中不填写介质。

标签格式举例：

名 称	盐酸溶液
浓 度	1 + 2
介 质	
日 期	2004-08-10
配制者	× × ×

名 称	苯 + 醋酸乙酯
浓 度	3 + 7
介 质	
日 期	2004-10-10
配制者	× × ×

名 称	H ₂ SO ₄ + H ₃ PO ₄ + H ₂ O
浓 度	1.5 + 1.5 + 7
介 质	
日 期	2004-10-10
配制者	× × ×

5.2.6 缓冲溶液的标签

缓冲溶液的标签不便与上述标签一致。缓冲溶液的标签内容及格式举例如下。

HOAc-NaOAc 缓冲溶液 pH = 6 配制依据： × × × 2006-03-01
--

5.2.7 有剧毒、易燃、易爆溶液的标签

凡有剧毒、易燃、易爆的溶液，必须使用红框标签，以警示谨慎使用。

参考文献

- 1、鄢国强主编. 材料质量检测与分析技术. 北京：中国计量出版社，2005
- 2、邱德仁编著. 工业分析. 上海：复旦大学出版社，2003
- 3、GB 3102.8-1993 《物理化学和分子物理学的量和单位》
- 4、GB/T 20001.4-2001 《标准编写规则第4部分：化学分析方法》