

分析化学手册

〔美〕 J.A.迪安 主编



科学出版社

www.sciencep.com

第 19 章 水的测定方法

表 19.1 气体中水的测定方法	19.2
表 19.2 液体中水的测定方法	19.4
表 19.3 固体中水的测定方法	19.6
参考文献	19.8

有很多种液体、固体和气体都需要进行水分的测定. 没有哪种单一的方法适合所有的问题, 不过卡尔·费歇尔(Karl Fischer)滴定法是普遍使用的一种方法, 也经常供其他方法用作对照. 分析化学家必须根据所需的精密度和准确度、水分含量以及手头所具备的分析仪器等条件进行综合考虑. 通常分析速度是最重要的标准, 尤其是在生产过程中. 有一本非常好的关于水的测定方法的专著, 是由 Mitchell 和 Smith^[1] 所著, 共包含三个部分. 还有一本 Mitchell^[2] 编著的简写本.

表 19.1 至 19.3 列出了一些方法和技术. 下面就各种方法做一些说明.

表 19.1 气体中水的测定方法

方法和技术	操作步骤和参考文献	测定范围	干扰物
卡尔·费歇尔(容量法)	浓缩; 醇、酸或四级胺萃取; 电位滴定或目测终点 ^[1] . $\text{H}_2\text{O} \equiv \text{I}_2$	ppm ¹⁾ ~ 百分之几	RCHO, RSH
丁二酰氯(容量法)	气体通过 60℃ 的熔融试剂, 用水吸收释放出的氯化氢, 用硼酸钠滴定 ^[3] , $\text{H}_2\text{O} \equiv 2\text{HCl}$	0.1% ~ 不到百分之一	ROH, RNH_2 , R_2NH , 酸
氯化镁(容量法)	气体通过 100℃ 的试剂, 用硫酸标准溶液吸收释放的氨 ^[2] . $\text{NH}_3 \equiv 3\text{H}_2\text{O}$	0.5% ~ 不到百分之一	其他挥发性碱或酸
氯化亚钴(比色法)	乙醇萃取; 测 671nm 处的吸收值 ^[4]	0.5% ~ 百分之几	有色物质
碳化钙(比色法)	气体通过 180~200℃ 的 CaC_2 , 释放出的乙炔通过含氮的硫酸亚铜, 测红色的碳化铜 ^[2,16]	0.1% ~ 1%	ROH
吸收(重量法)	气体通过含有 P_2O_5 或其他合适干燥剂的已称重的管, 增加的重量与水成正比 ^[2]	ppm	其他被干燥剂吸收的物质
红外光谱法	在合适的波长测量吸收 ^[2,5] . 用水蒸气激光测定气体中的水分在 27.97 μm 的吸收 ^[13]	ppm	ROH, RNH_2 , 空气中其他成分的影响可忽略
真空紫外	测定 127nm 处的吸收 ^[6] .	低于 ppm	在 105~150nm 有吸收的物质如 CH_4 , H_2S
质谱	测量 $m/e = 18$ ^[2] .	0.5% ~ 5%	其他产生 $m/e = 18$ 的化合物
气相色谱法	用 Carbowax 20M 或 Porapak Q 填充柱在 150℃ 进行分离 ^[2,7,12] 水和碳化钙反应; 生成的乙炔用气液(OV-11 或 DC710)或气固(80℃ 硅胶柱)色谱分离 ^[2] . 用 Porapak N 填充柱分离 ^[17]	0.5% ~ 5% ppm ~ 不到百分之一 2~100ppm	其他具有相同保留时间的化合物 其他具有相同保留时间的化合物
热导法	测量热的传递 ^[8]	体积比百分之几	碳氢化合物

续表

方法和技术	操作步骤和参考文献	测定范围	干扰物
质谱(间接法)	将样品通过含 CaC_2 的冷阱,水在其中富集,将冷阱加热至 90°C 并检测产生的 C_2H_2 [14]	$\geq 1\mu\text{g}$	
氢化钙(量热法)	测量气体通过 CaH_2 前后温度的变化 [2]	ppm	$\text{ROH}, \text{RCOCH}_3, \text{RCHO}, \text{NH}_3$
氮化镁(量热法)	用硼酸吸收放出的氨气后测量电导 [9]	高 ppm	其他挥发性碱或酸
电解法	通过含 P_2O_5 的电解池,测量电流 [10]	1ppm~0.1%	$\text{ROH}, \text{RCHO}, \text{NH}_3, \text{CH}_3\text{COCH}_3, \text{HF}$
湿度测定法	用干湿温度计或湿度计测量相对湿度 [2,11], 超饱和湿度计利用温差光学系统,光学检测盐粒子的生长并通过用红外光源加热基质来控制盐粒子的生长,加热器的输出数据为周围环境的相对湿度 [15]	体积比百分之几	
露点测量法	通过冷却的抛光金属表面;测量露水形成时的温度,可用电位法测量或目测 [2,18]	1~1000ppm	其他可能凝结的化合物
蒸汽压(测压法)	测量清除水汽前后的气压 [2]	不到百分之一	其他能凝聚的物质

1) ppm 为百万分之一,一般可写为“ $\times 10^{-6}$ ”,下同。

参考文献:

- [1] J. Mitchell, Jr., and D. M. Smith, *Aquametry*, 2d ed., Wiley-Interscience, New York, 1977~1980, three volumes.
- [2] J. Mitchell, Jr., in I. M. Kolthoff and P. J. Elving, eds, *Treatise in Analytical Chemistry*, Part II, Vol. 1, Interscience, New York, 1961.
- [3] C. B. Belcher, Thompson, and T. S. West, *Anal. Chim. Acta*, **19**:148 (1958).
- [4] Singliar and Zubák, *Chem. Prumysl* **6**:426 (1956).
- [5] Curcio and Petty, *J. Opt. Soc. Am.* **41**:302 (1957).
- [6] Garton, Webb, and Wildy, *J. Sci. Instrum.* **34**:496 (1957).
- [7] S. Dal Nogare and Safranski, in J. Mitchell et al., *Organic Analysis*, Interscience, New York, 1960, Vol. 4.
- [8] G. H. Cherry, *Anal. Chem.* **20**:958 (1948).
- [9] Peck, Zedek, and Wittova, *Chem. Prumysl* **5**:219 (1955).
- [10] F. A. Keidel, *Anal. Chem.* **31**: 2043 (1959).
- [11] Weaver, Hughes, and Diniak, *J. Res. Natl. Bur. Stand. (U.S.)* **60**:489 (1958).
- [12] V. M. Sekharov, G. S. Beskova, and A. I. Butusova, *Zh. Anal. Khim.* **31**:250 (1976) (English, p. 214).
- [13] P. B. Lund and L. Kinnunen, *J. Phys. E. Sci. Instrum.* **31**:48 (1977).
- [14] G. L. Carlson and W. R. Morgan, *Appl. Spectrosc.* **31**:48 (1977).
- [15] H. Gerber, *Res. Dev.* **28**:17 (Nov. 1977).
- [16] W. Boller, *Chemiker-Ztg.* **50**:537 (1983).
- [17] F. F. Andrawes, *Anal. Chem.* **55**:1869 (1983).
- [18] E. Flaherty, C. Herold, and D. Murray, *Anal. Chem.* **58**:1903 (1986).

表 19.2 液体中水的测定方法

方法和技术	操作步骤和参考文献	测定范围	干扰物
卡尔·费歇尔(容量法)	在惰性溶剂(例如甲醇或吡啶)中滴定至电位或者目测终点 ^[1,2]	ppm~100%	RCHO, RSH, NH ₂ OH, (RCOO) ₂ 等
卡尔·费歇尔(流动注射)	有机溶剂中的水,通过流动注射,测 546nm 处的吸收 ^[21]	0.001%~0.1%	缩酮类
乙酰氯(容量法)	在室温下与试剂反应,过量的试剂用 MeOH 处理,用碱标准溶液滴定样品和空白 ^[1,2]	0.02%~百分之几	HCOOH, RCHO, 强 R ₃ N; 高浓度的 ROH, RNH ₂ , R ₂ NH
氯化镁(容量法)	在凯氏装置内与试剂反应后,通过蒸气蒸馏除去 NH ₃ ,然后用酸量法测定 ^[2]	0.05%~百分之几	可蒸气蒸馏的碱或酸;高浓度甲醇
乙酰酐(容量法)	在强酸和催化剂作用下水解,用 NaOMe 标准溶液滴定样品和空白 ^[3]	0.1%~百分之几	同乙酰氯法
	水解后加入已知量过量的苯胺,用 HClO ₄ 的 HOAc 标准溶液滴定样品和空白 ^[4]	0.1%~百分之几	同乙酰氯法
(电导分析法)	在 HOAc 中用醋酸酐滴定样品,使用强酸作催化剂 ^[2]	0.01%~不到百分之一	ROH, RNH ₂ , R ₂ NH
(光度法)	在 110℃ 水解,通过测定 252nm 处的吸收值确定过量乙酸酐的量 ^[2,5]	0.01%~不到百分之一	ROH, RNH ₂ , R ₂ NH
红外光谱法	在近红外区(14286~5000cm ⁻¹)测定吸收值 ^[2]	0.1%~百分之几	ROH, RNH ₂
	在基频区或 3590cm ⁻¹ 附近测定吸收值.已建立一种使用 4A 分子筛的减压蒸馏干燥技术 ^[14]	ppm~不到百分之一	ROH, RNH ₂
核磁共振	测量质子共振,化学位移随着水的浓度和氢键而变化 ^[2]	百分之几	
纸色谱	用 FeSO ₄ 和铁氰化钾浸渍过的纸吸收水,测所得蓝色的深度 ^[6]	0.1%~不到百分之一	
气相色谱	柱内填充 Porapak Q 并保持 150℃ 在固体酸(Nafion 树脂)催化下与 2,2-二甲氧基丙烷反应 5min,然后用毛细管气相色谱分析生成的丙酮 ^[16]	0.03%~2% 低至 0.001%或者 13.4ppm	
	在甲磺酸催化下与 0.5nmol/L 原甲酸三乙酯瞬间反应,然后用毛细管气相色谱分析生成的乙醇 ^[17]	低至 0.001%或者 13.4ppm	
HPLC	柱内填充正相、反相和离子交换微粒,淋洗液中加入 NaCl,使用电导检测器检测 ^[22]	2.5ppm~50%	
空间排阻和吸附色谱	汽油混合物中的水和醇用 HPLC 离子排阻柱(Ultrastaygel 100 和 500Å)分离,用甲苯作流动相 ^[20]	0.04~0.2μL	
电位传感器	用三乙酸纤维素酯、聚乙烯醇-H ₃ PO ₄ 组合膜涂覆的薄膜全氟磺酸化离子聚合物传感器,采用脉冲伏安模式.样品中的水在脉冲之间与传感膜达到平衡,然后被脉冲电解 ^[17]		

续表

方法和技术	操作步骤和参考文献	测定范围	干扰物
伏安法	熔融的盐(AlCl_3 -N-氯化丁基吡啶)和水反应产生的 HCl 可以在旋转的铂圆盘电极上发生电化学还原 ^[19]	线性范围最高到 50mmol/L	
乙酸酐(量热法)	测定在样品与乙酸酐和 HClO_4 催化剂混合时温度的升高 ^[7]	0.5%~不到百分之一	ROH, RNH_2 , R_2NH
蒸馏法	利用低效柱进行预蒸馏,加热到 135~150℃,之后在 -10~-20℃ 冷却两相蒸馏物.水将凝固,其中溶解的碳氢化合物则从晶体基质中析出,用倾析法转移 ^[12]		
介电常数法	直接用高频仪器测量溶液的介电常数 ^[8] .检测油乳液中水分含量的微波共振方法就是利用水和油介电性质的差异进行检测的 ^[15]	1%~百分之几十	其他具有高介电常数的化合物
电导法	测量固定电压下流经电极的电流 ^[9]	0.3%~百分之几	其他导电物质
电导滴定	用溶解在二甲亚砜中的 LiH 作滴定剂测定有机溶剂中的水 ^[11]		
碳化钙(测压法)	测量密闭容器中样品与碳化钙反应后的压力升高 ^[2]	百分之几	ROH
氢化钙(气体定量法)	测量在气体体积装置中样品与 CaH_2 反应释放出氢气的体积 ^[9]	百分之几	ROH, RCHO , NH_3
发光寿命法	二甲基甲酰胺和二甲亚砜中的水分可以通过测量 $\text{Eu}(\text{III})$ 的发光寿命测定 ^[18]	0.05~5mol%	
浊度法	用与水不互溶的液体(例如,二甲苯或矿物油)滴定时测定浊度或浊点 ^[2]	0.3%~不到百分之一	其他微溶于样品溶液的化合物
密度或比重法	对于已知体系(仅水为变化量)直接测定比重 ^[2]	可变	未知组分
折射法	测量已知体系(仅水为变化量)的折光率 ^[2]	可变	未知组分
放射化学法(β 射线吸收)	使 β 射线通过样品,用合适的记数器测量 ^[10]	0.1%~1%	ROH

参考文献:

- [1] J. Mitchell, Jr., and D. M. Smith, *Aquamestry*, 2d ed., Wiley-Interscience, New York, 1977~1980, three parts.
- [2] J. Mitchell, Jr., in I. M. Kolthoff and P. J. Elving, eds, *Treatise in Analytical Chemistry*, Interscience, New York, 1961, Part II, Vol. 1.
- [3] Toennies and Elliott, *J. Am. Chem. Soc.*, **57**:2136 (1935); **59**:902 (1967).
- [4] Das, *J. Indian Chem. Soc.* **34**:247 (1957).
- [5] S. Beuckenstein, *Anal. Chem.* **28**:1920 (1956).
- [6] Stringer, *Nature*, **167**:1071 (1951).
- [7] L. H. Greathouse, H. J. Janssen, and C. H. Haydel, *Anal. Chem.* **28**:356 (1956).
- [8] Oehme, *Angew. Chem.* **68**:457 (1956).
- [9] Perryman, *Analyst* **70**:45 (1945).
- [10] Friedman, Zisman, and Sullivan, U. S. Patent No. 2,487,797 (1949).
- [11] C. Yoshimura, K. Miyamoto, and K. Tamura, *Bunseki Kagaku* **27**:310 (1978); *Chem. Abstr.* **89**:16126 (1978).
- [12] T. H. Gouw, *Anal. Chem.* **49**:1887 (1977).
- [13] J. Kovarik, *Chem. Abstr.* **86**:56052 (1977).

- [14] A. Barbetta and W. Edgell, *Appl. Spectrosc.* **32**:93 (1978).
 [15] D. A. Doherty, *Anal. Chem.* **49**:690 (1977).
 [16] K. D. Dix, P. A. Sakkinen, and J. S. Fritz, *Anal. Chem.* **61**:1325 (1989).
 [17] H. Huang and P. K. Dasgupta, *Anal. Chem.* **64**:2406 (1992).
 [18] S. Lis and G. R. Choppin, *Anal. Chem.* **63**:2542 (1991).
 [19] S. Sakami and R. A. Osteryoung, *Anal. Chem.* **55**:1970 (1983).
 [20] M. Zinbo, *Anal. Chem.* **56**:244 (1984).
 [21] I. Norden-Andersson and A. Edergren, *Anal. Chem.* **57**:2571 (1985).
 [22] T. S. Stevens and K. M. Chritz, *Anal. Chem.* **59**:1716 (1971).

表 19.3 固体中水的测定方法

方法和技术	操作步骤和参考文献	测定范围	干扰物
卡尔·费歇尔(容量法)	用惰性液体(甲醇、吡啶、氯仿或 1,4-二氧六环)萃取或溶解在其中 ^[1,2]	0.01% ~ 百分之几十	MOH, MO, MCO ₃ , Cu(II), FeCl ₃ , NH ₂ OH, 硼酸盐
烘箱干燥法(重量法)	在 1atm ^[1] , $\geq 100^{\circ}\text{C}$; 或小于 1atm, $\leq 100^{\circ}\text{C}$ 下加热样品至恒重 ^[2]	0.1% ~ 百分之几十	其他挥发性或热不稳定的物质, 不完全脱水的水合物
热重法	测量重量随时间和温度的变化 ^[2]	不到百分之一至百分之几	同上
热重和差热分析法	在常压或减压条件下, 从室温到 250 $^{\circ}\text{C}$, 无论是静态还是空气或氮气流动下晶粒的测量结果都是一样的 ^[10]		
干燥法(重量法)	在压力 $\leq 1\text{atm}$, 室温下干燥样品; 用 P ₂ O ₅ 或 Mg(ClO ₄) ₂ 吸收水, 测量样品的重量损失或 Mg(ClO ₄) ₂ 的增重 ^[2]	0.1% ~ 百分之几十	其他挥发性物质
微波干燥(重量法)	重量损失 5min 即可达到恒定 ^[9]		
冷冻干燥(重量法)	在低于 0 $^{\circ}\text{C}$, 真空条件下使水从样品中升华出来 ^[3]	不到百分之一到百分之几	
碳化钙(重量法)	在已称重的容器内的样品中加入一定量的碳化钙; 加热混合物至 100 $^{\circ}\text{C}$ 左右, 冷却, 称重. 净减重即相当于水重 ^[4]	百分之几	其他挥发性物质
红外光谱法	测定碘样品在 3665 cm^{-1} 的吸收, 并扣除 4000 cm^{-1} 基线吸收 ^[11] 测量近红外区的反射比可用于麦芽 ^[12] 、粉末状药品 ^[13] 、黏土粉末和薄片 ^[14] 中含水量的测定. 在 1.93 μm 测水的反射比, 在 1.7 μm 测背景水在 1640 cm^{-1} 的剪切振动的积分吸收随着高分子膜中水分含量线性变化而与阳离子的性质无关 ^[15] 在 5236 μm 谱带的峰高吸收用于聚甲基异丁烯酸酯的研究 ^[16]	0.1% ~ 百分之几 小于 1%	ROH, RNH ₂
核磁共振光谱法	用低分辨率仪器测定质子信号 ^[6]	不到百分之一到百分之几十	其他含质子的液体
荧光 X 射线法	测量从放有纸的铁片或铜片上激发出的荧光 X 射线的衰减程度 ^[17]	最大到 500g/m ²	

续表

方法和技术	操作步骤和参考文献	测量范围	干扰物
蒸馏法	在小于等于一个大气压下通过共沸蒸馏分离出水 ^[2]	0.1% 到 百分之几	其他挥发性与水混溶的物质
介电常数法	测定样品或样品的 1,4-二氧六环萃取物的介电常数 ^[2]	不到 百分之一 到 百分之几	其他具有高介电常数的物质
碳化钙(测压法)	在耐压瓶中用碳化钙处理样品;测定压力的增加	百分之几	其他与碳化钙反应的物质
蒸气压(测压法)	将含有样品的密闭系统抽空,然后加热样品并在测压计中收集水蒸气 ^[2]	0.01% 至 不到 百分之一	其他挥发性物质
置换法	在带刻度的容器中,向已知重量的湿样品中加入一定体积的水;测定总体积并根据干燥固体的体积和加入水的体积校正	百分之几十	其他液体
放射化学法	从放射源(例如 Cs-137)发出的 γ 射线通过样品;由电离室检测 ^[2] 用约为 $4.8 \times 10^7 \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 的中子流照射粉末状样品;在 2.232MeV 测量产生的 H γ 射线, TiO_2 内标产生的 H γ 射线在 1.381 MeV ^[18] 将离子交换树脂类样品与已知活度的氚代水混合并在索氏提取器中用干燥的 1,4-二氧六环提取.残余的 ^3HHO 活度通过测定失活水重量的增加来确定.用 Zn 汞齐将 ^3HHO 还原为 ^3HH ,对气体计数后可测量溶液的活度 ^[19]	百分之几十 $\geq 0.1\mu\text{g}$ 或 $< 0.5\%$ 水	
电导法(相对法)	氢减速或散射快中子(Po-Be 源)的能力强于其他元素;可用于测定土壤中含水量 ^[21] 在管式加热炉内将 300 ~ 500mg 玻璃样品与 500 ~ 800mg CuO 共同加热到 1250°C;释放的水被 N_2 载带通过银丝后进入含 PCl_5 的池中生成 POCl_3 (滞留在冷阱中),而 HCl 被 4mmol/L HCl 吸收.测定相对电导率 ^[20]	百分之几 20 ~ 500 μg	其他含氢物质

1) 1atm = $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$, 下同.

参考文献:

- [1] J. Mitchell, Jr., and D. M. Smith, *Aquametry*, 2d ed., Wiley-Interscience, New York, 1977~1980, three parts.
- [2] J. Mitchell, Jr., in I. M. Kolthoff and P. J. Elving, eds, *Treatise in Analytical Chemistry*, Interscience, New York, 1961, Part II, Vol. 1.
- [3] B. Makower and E. Nilsen, *Anal. Chem.* **20**:856 (1948).
- [4] Williams, McComb, and Washauer, *Food Ind.* **22**:458 (1950).
- [5] L. Shapiro and W. W. Brannock, *Anal. Chem.* **27**:560 (1955).
- [6] Shaw and Elsken, *J. assoc. Offic. Anal. Chem.* **36**:1070 (1953).
- [7] Martin and Mounfield, U. S. Patent No. 2,874,564 (1959).
- [8] Serger, *Chemiker-Ztg.* **78**:681 (1954).
- [9] S. Yamaguchi, m. Kubo, and K. Konishi, *J. Am. Oil Chem. Soc.* **54**:539 (1977).
- [10] M. B. Neher, R. W. Pheil, and C. A. Watson, *Cerral Chem.* **50**:617 (1973).
- [11] R. N. P. Farrow and A. G. Hill, *Analyst* **102**:480 (1977).
- [12] M. Moll, R. Flayeux, and J-M. Leheude, *Bios (France)* **7**:3 (1976).
- [13] H. Seager, J. Burt. And H. Fisher, *J. Pharm. Pharmacol.* **1976**:28. Suppl. 62P.

- [14] G. Vondracek, *Ber. Dt. Keram. Ges.* **52**:185 (1975).
[15] L. Levy, H. D. Hurwitz, and A. Jenard, *Anal. Chim. Acta.* **88**:377 (1977).
[16] A. S. Gilbert, R. A. Pethrick, and D. W. Phillips, *J. Appl. Polymer Sci.* **21**: 319 (1977).
[17] S. Aksela, *Paperi. Puu* **57**[4a]: 183, 187 (1975); *Chem Abstr.* **31**[1]:1C55 (1976).
[18] M. Heurebise and J. A. LubKowitz, *Anal. Chem.* **48**:2143 (1976).
[19] E. Blasius and R. Schmitt, *Z. Anal. Chem.* **241**:4 (1968).
[20] H. Malissa, E. Pell, and H. Puxbaum, *Z. Anal. Chem.* **278**:353 (1976).
[21] Gardner and Kirkham, *Soil Sci.* **73**:391 (1952).

卡尔·费歇尔滴定法可能是使用最广泛的测定水的方法.虽然这种方法在很多情况下都有效,但是商品试剂非常贵,目测终点不易判断,而且干扰物较多,包括氧化剂、不饱和化合物和含硫化合物等. Liang^[3]讨论了采用流动注射采样进行在线自动监测的方法.

红外光谱广泛用于气相、液相和固相中水的测定.有几条吸收带都可以利用;最有用的是位于约 $1.9\mu\text{m}$ 处的近红外吸收带及 $2.7\mu\text{m}$ 和 $6\mu\text{m}$ 处的基带. Kaye^[4]和 Wheeler^[5]的综述以及 Keyworth^[6]的报道中都有关于近红外区的有用的资料.

根据比色法进行的测定通常用到 CoCl_2 (无水状态下呈蓝色)或 CoBr_2 (无水状态下呈绿色),它们的饱和水合物颜色变为红色.氯化钴在乙醇中的最大吸收波长为 671nm .无水乙醇可用来从固体样品中提取出水分.其他可用作特殊显色试剂的有亚甲基蓝,用于喷气燃料、卤化物、酮和烃中的痕量水的测定;溴化钴浸渍的试纸条,可用于测定卤代致冷剂、汽油、石油中的水;品红,可估测颗粒状糖和精粉中水的含量;氯冉酸,用于不含氮氮的有机溶剂中水的测定.

参 考 文 献

- [1] John Mitchell, Jr., and D. M. Smith, *Aquametry*, 2d ed., Wiley, New York, 1977~1980, Parts I-III.
[2] J. Mitchell, Jr., in F. J. Welcher, ed., *Standard Methods of Chemical Analysis*, 6th ed., Van Nostrand, New York, 1966, Vol. 3, Part B, Chap. 64.
[3] Y. Y. Liang, *Anal. Chem.* **62**: 2504(1990).
[4] W. Kaye, *Spectrochim. Acta* **6**:257(1954); **7**:181(1955).
[5] O. H. Wheeler, *Chemical Rev.* **59**: 629(1959).
[6] D. A. Keyworth, *Talanta* **8**: 461(1961).

(赵美萍 常文保 译)

(O-1616.1101)

责任编辑：胡华强 操时杰

封面设计：王 浩

第一本分析化学实用技术的综合指南

分析化学手册

Analytical Chemistry Handbook

原书内容简介

选择最适宜于解决某专门问题的分析方法是分析化学中最棘手的问题之一。J. A. 迪安教授为帮助分析化学、生物化学、环境化学及化学工程专业人员评价和选择特定情况下最恰当的分析技术而编撰的《分析化学手册》，是第一部单卷本式的实验室指南，书中提供了下述内容的权威性最新资料：

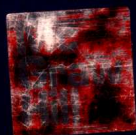
- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 分析的初级操作和预分离技术 | 11 质谱法 |
| 2 重量和容量分析 | 12 电分析和热分析 |
| 3 色谱法 | 13 磁化率 |
| 4 电子吸收、发光、红外、拉曼和原子光谱法 | 14 有机元素分析 |
| 5 光学活性和旋光色散 | 15 有机化合物中功能团的检测和定量 |
| 6 折射法 | 16 气、液、固态水的测定方法 |
| 7 X射线法 | 17 统计学 |
| 8 放射化学方法 | 18 地质和无机材料 |
| 9 核磁共振波谱法 | 19 水分析 |
| 10 电子顺磁共振 | |

经历过的事例、解决故障的技巧和众多的图表让化学家们可以方便地获得日常工作所需要的资料和数据。

ISBN 7-03-010391-2



9 787030 103918 >



ISBN 7-03-010391-2

定价：129.00 元