

FENXI
HUAYANGONG
KOUJUE

分析化验工口诀

孔令平

孔祥生

编著

企业生产和安全，分析化验做贡献，
原料中控新产品，分析数据判长短。
质量第一严把关，节能降耗创新高产，
清洁生产任务坚，环境生态不容缓。
分析化验作用显，理论实践须得兼，
技术难题常遇见，查找原因抓关键。
口诀形式叙化验，记忆掌握省时间，
知识



化学工业出版社



分析化验工口诀



● 孔令平 孔祥生 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书利用“口诀”朗朗上口、便于记忆的特点,重点讲解了分析化验工应掌握的化学分析和仪器分析的理论知识和技能操作,并对分析化验工在实际工作中经常遇到的疑难问题给出了解决办法和相应的注意事项。

本书内容叙述简明扼要,所列口诀通俗易懂,对实际问题的解决观点独到,可作为初、中、高级分析化验工的培训教材,也可供日常学习之用,还可作为相关人员的自学教材及技能鉴定的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

分析化验工口诀/孔令平,孔祥生编著. —北京:化学工业出版社,2008.5
ISBN 978-7-122-02741-2

I. 分… II. ①孔…②孔… III. ①化学工业-工业分析-基本知识 ②实验室-化学分析-基本知识
IV. TQ014 O652

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 059340 号

责任编辑:李玉晖 李姿娇
责任校对:吴 静

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:北京市兴顺印刷厂
787mm×1092mm 1/32 印张9¼ 字数181千字
2008年7月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:20.00 元

版权所有 违者必究

出版者的话

分析检验广泛应用于化学、化工、石油、轻工、医药、环保、食品等众多行业，分析化学作为这些行业分析化验工的必备知识，其重要性不言而喻。然而，由于分析化学理论知识比较琐碎，不太容易理解和记忆，而操作规程又相对复杂，大多实验需要操作毫厘不差，因而分析化验工在日常学习和工作中普遍存在以下困扰：对所学理论知识和操作规程前学后忘，对应该掌握的知识点模棱两可，或者虽然能够领会一般教材上详细讲解的理论知识和操作要点，但在实验过程中却又会出现这样那样的操作问题。

如何在内容相同的前提下，组织编写能够较好地解决这些难题的图书，成为我们探索的目标。2006年一个偶然的机，我们得知孔令平老师、孔祥生老师从事分析化验工的培训工作多年，在教学中针对分析化验工学员常见的问题，经常总结一些小口诀来辅助教学，受到学员的广泛欢迎，学员学习积极性大大提高，理论考试成绩和实验技能操作水平普遍提高。

得此契机，我们诚请他们编写本书，尝试在分析化学内容“不变”的情况下，以新颖的形式“求变”——利用“口诀”工整、简练、合辙押韵的特点，将本来枯燥的分析化学理论知识和实验操作分解成一个个独立的口诀小段，使之变得朗朗上口、好读易记，同时配以相

关内容讲述、应用示例等进行具体阐述和讲解。

在本书编写过程中，编辑与作者就内容框架、表现形式、具体细节等进行了多次沟通，力求使本书语言表达通俗易懂，口诀便于记忆，最终达到能使读者“轻轻松松学分析”的境界。果真能达到如此效果，我们将感到无比欣慰！

出版者

2008年3月

前言

企业生产和安全，分析化验做贡献，
原料中控新产品，分析数据判长短。
质量第一严把关，节能降耗创高产，
清洁生产任务坚，环境生态不容缓。
分析化验作用显，理论实践须得兼，
技术难题常遇见，查找原因抓关键。
口诀形式叙化验，记忆掌握省时间，
知识更新要领先，学习提高不间断。

本书的编写目的是让分析化验工用口诀的形式学分析，以精湛的技艺干化验。用较少的时间和精力，学到较多的知识和技能。能够较好地掌握化学分析、仪器分析基本理论知识及基本操作方法和分析化验工常见疑难问题类型及其解决办法。提高分析化验工的操作技能，提高分析化验工解决常见疑难问题的能力，帮助分析化验工解除对常见疑难问题的困惑，提高分析结果的准确度。企业根据分析数据的指导作用，及时调整工艺参数到最佳状态，确保石油石化企业安全、平稳、长周期、满负荷、优质高效的生产。

本书的重点是化学分析、仪器分析基本理论知识口诀和化验工常见疑难问题及其解决办法，其中大部分内容为企事业现行的分析实验内容，在基本理论的叙述上力

求较好地体现系统性、科学性和先进性,采用了法定计量单位。在文字表达上力求通俗易懂,由浅入深,以利于教学和自学。在内容选编上适当兼顾初、中、高级分析化验工及分析化验工技师、高级技师的培训、自学及技能鉴定的培训需要,各培训单位可根据教学实际情况酌情选用。

本书由青岛科技大学孔令平、山东化工职业学院孔祥生编著。济南大学张广成和柳荣范、聊城大学东昌学院高之清、天津石化培训中心甄占军等同志参加了对本书的审议。本书在编写和审稿过程中得到了化学工业出版社领导和编辑的大力支持和帮助,在此谨表衷心感谢。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,敬请批评和指正。

编著者

2008年3月

目 录

上篇 化学分析

第 1 章	概述	2
1.1	分析天平	2
1.2	分析天平零点合格的标准与调节	2
1.3	分析天平灵敏度合格的测试	3
1.4	有效数字	5
1.5	四大滴定方法	10
第 2 章	滴定分析法概述	11
2.1	滴定分析法	11
2.2	滴定分析计算规律	12
2.3	一般溶液的配制	14
2.4	标准溶液的配制	16
第 3 章	酸碱滴定法	22
3.1	酸碱滴定法概述	22
3.2	酸碱指示剂的选用	28
3.3	酸碱滴定终点的判断	31
3.4	混合碱的测定	33
第 4 章	氧化还原滴定法	37
4.1	氧化还原滴定法概述	37
4.2	氧化还原指示剂	38
4.3	高锰酸钾滴定法	39
4.4	高锰酸钾滴定法计算	40
4.5	碘量法	43

4.6	碘量法计算	46
4.7	重铬酸钾滴定法	50
4.8	溴酸钾法	55
第5章	络合滴定法	57
5.1	络合滴定法概述	57
5.2	EDTA 络合滴定法	58
5.3	EDTA 的络合能力	60
5.4	铬黑 T 指示剂	61
5.5	络合滴定法的方式和应用	62
5.6	水的硬度测定	67
第6章	沉淀滴定法	74
6.1	沉淀滴定法概述	74
6.2	莫尔法	75
6.3	福尔哈德法	78
第7章	非水滴定法	83
7.1	非水滴定法概述	83
7.2	酸碱质子理论	84
7.3	非水滴定法的应用	86
第8章	重量分析法	89
8.1	重量分析法概述	89
8.2	重量分析法计算示例	89
8.3	沉淀法概述	96

下篇 仪器分析

第9章	气体分析法	100
9.1	气体分析法概述	100
9.2	常量气体分析法	101
9.3	常量气体分析法计算示例	107
9.4	微量气体分析法	111

第 10 章	气相色谱分析法	115
10.1	气相色谱分析法概述	115
10.2	气相色谱仪	116
10.3	利用气相色谱分析法进行定性和定量	119
10.4	归一化法	124
10.5	内标法	126
10.6	外标法	129
10.7	气相色谱仪操作	130
第 11 章	比色及分光光度分析法	136
11.1	比色及分光光度分析法概述	136
11.2	72 型分光光度计	141
11.3	721 型分光光度计	144
11.4	751 型分光光度计	149
11.5	分光光度分析的计算方法	159
第 12 章	红外分光光度法	162
12.1	红外分光光度法概述	162
12.2	红外光谱吸收峰	165
12.3	红外分光光度计	183
12.4	利用红外分光光度分析法进行定性和定量	185
第 13 章	电位分析法	198
13.1	电位分析法概述	198
13.2	直接电位分析法测定溶液的 pH 值	199
13.3	直接电位分析法定量分析	205
13.4	直接电位分析法测定的影响因素	211
13.5	电位滴定分析法	213
第 14 章	质谱分析法	230
14.1	质谱分析法概述	230
14.2	质谱仪	232
14.3	质谱分析法的应用	236

附录	243
附表	248
1. 难溶化合物的溶度积常数 (18~25℃)	248
2. 常见络合物的稳定常数 (18~25℃)	250
3. 标准电极电位 (18~25℃)	251
4. 常用氧化还原体系的电极电位	254
5. 弱酸和弱碱在水中的电离常数 (25℃)	255
6. 热导池检测器的相对响应值和相对校正因子	258
7. 氢火焰离子化检测器的相对响应值	265
8. 常用相对分子质量表 (根据 1997 年国际相对原子 质量)	268
9. 相对原子质量表 (根据 1997 年国际相对原子 质量)	274
10. 常用标准缓冲溶液的 pH 值 (0~60℃)	275
11. 市售酸碱试剂的浓度及相对密度	276
12. 常用的聚合物固定相	277
参考文献	280

上篇 化学分析

第 1 章 概 述

1.1 分析天平

分析天平很重要，分析化验离不了，
电光天平易操作，电子天平效果好。
天平称量准度高，分析误差能减少，
零点检查勿忽视，平衡读数要记牢。

在化学分析实际工作中，试样和基准物质的称量以及标准溶液的配制都离不开分析天平，特别是在重量分析中，用分析天平称量更是必不可少的。在每次称量之前，都要检查分析天平的零点并测量天平的灵敏度，保证所用天平的灵敏度足够高，确保分析结果有较高的准确度。

1.2 分析天平零点合格的标准与调节

试样称量靠天平，天平合格方能用。
零点合格有标准，点四之内可使用。
点四之外需调整，微调扳手先执行，
大调需用平衡砣，左进右出求平衡。

在化学分析实际工作中，对试样和基准物质的称量必须准确无误。为达到这一目的，除了要求分析化验人

员对分析天平的使用特别熟练而且所采用的称量方法需正确以外，还要求所用分析天平的零点和灵敏度都合格。因此，分析化验人员需要掌握分析天平零点合格的标准及调节技巧。

(1) 分析天平零点合格的标准

每次用分析天平进行称量之前，都必须先测定分析天平的零点，确定零点合格。分析天平零点合格的标准是：当天平空载时，光幕读数在 $-0.2 \sim +0.2\text{mg}$ 范围内为合格，也就是说，分析天平的零点读数为 $-0.2 \sim +0.2\text{mg}$ （即 0.4mg ）范围内任何一个能够准确读取的数值都为合格；否则为不合格。零点不合格的天平必须在调节合格后才能使用。

(2) 分析天平零点合格的调节技巧

以 TG328B 型半自动电光分析天平为例。若分析天平的零点读数在 $-0.2 \sim +0.2\text{mg}$ 范围之外，则该天平零点不合格，应进行调节。调节的方法如下：

① 调节天平底盘下的螺旋脚高度，使天平处于水平状态。如天平的零点读数接近 $-0.2 \sim +0.2\text{mg}$ 范围，可左右调节天平底部的调零扳手，直至达到合格为止。

② 如天平的零点读数远离 $-0.2 \sim +0.2\text{mg}$ 范围，或用上述方法无法调节到理想的零点时，可调节天平横梁上的平衡螺丝（又称平衡砣），直至天平达到零点合格为止。

1.3 分析天平灵敏度合格的测试

试样称量靠天平，天平合格为准绳。

灵敏度高又标准，加减点二即可行。

测定调试有捷径，重心螺母求平衡。

公式计算方法简，零点灵敏调水平。

在化学分析实际工作中，要求所用分析天平的灵敏度达到合格标准。否则，需要进行调节，直至合格后才可使用。

(1) 分析天平灵敏度合格的标准

分析天平灵敏度合格的标准是：在一个天平盘上加 10.0mg 砝码，光幕读数在 9.8~10.2mg 范围内为合格；否则为不合格。灵敏度不合格的天平必须在调节合格后才能使用。

(2) 天平灵敏度的计算

以 TG328B 型半自动电光分析天平为例，其灵敏度（单位是格/mg）的计算公式为：

$$\text{灵敏度} = \frac{[\text{平衡点读数}(\text{mg}) - \text{零点读数}(\text{mg})] \times 10 \text{ 格/mg}}{\text{左盘所加砝码质量}(\text{mg}) - \text{指数盘读数}(\text{mg})} \quad (1-1)$$

将分析天平左盘所加砝码的质量、指数盘读数、零点读数及平衡点读数分别代入式(1-1)中，若计算结果在 9.8~10.2 格/mg 范围之内，则可判断该分析天平的灵敏度为合格。举例如下。

【例 1-1】 若分析天平左盘所加砝码的质量为 1000.0mg，指数盘读数为 990.0mg，零点读数为 0mg，平衡点读数为 10.0mg，则该分析天平的灵敏度是多少？是否合格？

解 该分析天平的灵敏度为：

$$\frac{(10.0\text{mg} - 0\text{mg}) \times 10 \text{ 格/mg}}{1000.0\text{mg} - 990.0\text{mg}} = 10.0 \text{ 格/mg}$$

因为该分析天平的灵敏度为 10.0 格/mg，在 9.8~10.2 格/mg 范围之内，故该天平的灵敏度合格。

【例 1-2】 在例 1-1 中，若零点读数为 +0.2mg，平衡点读数为 9.3mg，其他条件不变，则该分析天平的灵敏度是多少？是否合格？

解 该分析天平的灵敏度为：

$$\frac{(9.3\text{mg}-0.2\text{mg})\times 10\text{ 格/mg}}{1000.0\text{mg}-990.0\text{mg}}=9.1\text{ 格/mg}$$

因为该分析天平的灵敏度为 9.1 格/mg，在 9.8~10.2 格/mg 范围之外，故该天平的灵敏度不合格，必须调节至合格后方可使用。

(3) 天平灵敏度的调节

仍以 TG328B 型半自动电光分析天平为例。当天平的灵敏度不合格（即在 9.8~10.2 格/mg 范围之外）时，应进行调节。调节方法如下：

① 调节天平底盘下的螺旋脚高度，使分析天平处于水平状态；

② 调节分析天平横梁后面的重心调节螺母（又称感量砣。此项操作应由维修人员来做或在维修人员的指导下来完成），直至天平灵敏度达合格为止。

1.4 有效数字

有效数字记录好，有效位数勿混淆，
科学计数是科学，四舍六入五双保。
计算位数处理好，加减乘除都重要，
方法其实很简单，位数都要选最少。

(1) 有效数字的意义

在定量分析中，不仅要准确地进行测定，而且还需要正确地记录和计算所测得的数据。要求记录的数字不仅能表示数量的大小，而且能正确地反映出测定的准确程度。

有效数字是指在分析工作中实际上能测到的数字。在有效数字中，只有最末一位数字是可疑的，其他数字均是准确的。换句话说，最末一位数字不是仪器和方法能够准确测量的数字，而是经过估计或“四舍六入五成双”的方法进行处理而得到的；除最末一位数字外，其他数字均是能够准确测量的数字。

例如，用 50mL 常量滴定管进行滴定，如果消耗溶液的体积是 28.50mL，则应该记为 28.50mL，而不应该记为 28.5mL 或 28.500mL。这是因为，50mL 常量滴定管的最小刻度是 0.1mL，在滴定分析中，小数点后第一位数字能够准确读出，而小数点后第二位数字不能准确读出，只能通过估计来得到。对于有效数字 28.50mL 来说，最末一位数字“0”不能由滴定管准确测量，而是通过估计得到，而其他数字“28.5”均是能够准确测量的数字；记录为 28.5mL 或 28.500mL 均与实际情况不符合，因而是错误的记录。

又如，在万分之一分析天平上称量某物质的质量为 0.2500g，只能记为 0.2500g，不能记为 0.250g 或 0.25g。

再如，分析含硫量时，称样量为 3.5g，两次测得结果为：甲组，0.042%，0.041%；乙组，0.04199%，0.04201%。应采用甲组分析结果报出数据。因为甲组