

张铁垣 主编

化验工作实用手册

HUAYAN GONGZUO
SHIYONG SHOUCHE



化学工业出版社



化验工作实用手册

张铁垣 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化验工作实用手册/张铁垣主编. —北京:化学工业出版社,2003.2
ISBN 7-5025-4096-2

I. 化… II. 张… III. 化学实验-手册 IV. O6-3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 099693 号

化验工作实用手册

张铁垣 主编

责任编辑:任惠敏 杜进祥

责任校对:李 林

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 29 插页 1 字数 784 千字

2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4096-2/TQ·1615

定 价: 65.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

在人类跨入新世纪、我国加入世贸组织之际，在我国国民经济持续高速发展的形势下，产品质量已成为企业生存与发展的关键。因此，产品质量监控，在进行质量管理和发展市场经济中的作用，就显得尤为重要。

为了有助于提高广大化验分析工作者的基本素质和业务水平，在化学工业出版社及本书责任编辑的大力支持和帮助下，编写了这本手册。

本手册是以分析化验人员必备的基本知识与技能为中心、以手册形式阐述的一本实用性工具书。全书共分十三章，内容大体可分为以下四部分。

第一部分基本知识，包括第一章至第五章。首先正面介绍我国法定计量单位，以期在量、单位、数值的表述、运算中能严格、准确地按照量和单位国家标准的规定执行；并结合目前国内书刊、教材及一些技术检验标准中存在的问题，以讨论的方式，指出其不妥之处及如何正确执行标准。其中的第三章、第四章、第五章属于基本资料性内容，也是化验工作者应了解和熟悉的。

第二部分基本操作，包括第六章、第七章、第八章。按照有关国家标准，介绍了化验工作中溶液的制备、样品的采集与处理以及化验分析中经常涉及的单元操作，这些操作不仅是化学分析中最基本的技能，即使在仪器分析中也是必需的。

第三部分基本方法，包括第九章~第十二章。在简明扼要地阐明方法原理的基础上，重点讨论成功地完成该测定方法的关键问题。这是相关理论与实践经验相结合、操作技术灵活运用地体现。最后以表格方式介绍各类方法的应用。

第四部分即第十三章，主要介绍一些用电、防火防爆、防毒等

安全、急救方面的化验室工作必备基本知识。

本手册由下列人员编著完成：张铁垣（第一章、第二章、第九章、第十章、第十一章），杨亦萍（第三章、第四章、第五章），杨彤（第六章、第七章、第十二章），张笑镞（第八章），陈丽君（第十三章、附录）。全书由张铁垣同志主编并审阅。

由于编者水平有限，书中不足与错误之处实难避免，恳请读者批评指正。

编 者

2002年11月

内 容 提 要

本书汇集了化验室工作人员必备的基本知识与数据，是一本实用性工具书。书中涉及分析化验室的各类分析、操作、运算、化验室管理等基础知识以及各种常用的化学分析与仪器分析方法。

全书共分十三章，包括：量和单位，数值和数据处理，仪器、器材，化学试剂，溶剂，溶液，样品，操作，滴定分析，称量分析，分光光度分析，物理特性的测定，分析测试工作与安全知识。

书中扼要阐明各种分析方法的原理，重点介绍操作要领与关键环节，并以大量表格列举各种分析方法的应用实例及常用数据资料。

本书内容深入浅出，具体实用，查阅使用方便。对于中学以上文化水平的化验人员，既可作为自学读物，又是工作中必备的操作手册。

目 录

第一章 量和单位	1
第一节 使用量和单位必须规范化	1
一、存在的问题	1
(一) 关于量的名称、符号、定义	2
(二) 关于单位名称、符号	2
(三) 关于词头	3
(四) 其它方面	3
二、解决的途径	4
(一) 关于标准及其附录	4
(二) 各种标准间的规定不一致时的处理原则	5
(三) 对于标准中的明显错误	7
第二节 关于量和单位的基本术语	8
一、物理量	8
(一) 量的定义	8
(二) 量制	9
(三) 量纲	10
(四) 量方程	11
二、单位	11
(一) 定义	11
(二) 法定单位	12
(三) 单位制	13
第三节 我国法定计量单位	13
一、法定计量单位	13
二、国际单位制	15
(一) 国际单位制的形成与特点	15
(二) 国际单位制的构成原则	16
三、SI 基本单位	17

四、具有专门名称的 SI 导出单位	20
五、国家选定的非国际单位制单位	24
六、组合形式的单位	26
七、SI 词头与倍数单位	28
第四节 量和单位国家标准	29
一、量和单位国家标准	30
二、法定计量单位使用规则	31
(一) 单位名称的使用规则	31
(二) 单位符号的使用规则	33
(三) SI 词头的使用规则	35
三、量及其符号的使用规则	37
四、量值的表示	39
第五节 非法定计量单位的应用	39
第六节 化验工作中常用的量和单位	40
一、量方程式和数值方程式	41
(一) 量方程式	41
(二) 数值方程式	42
(三) 问题讨论	43
二、质量和重量	45
(一) 质量及其单位	45
(二) 重量及其单位	46
(三) 问题讨论	46
三、含量和百分数	47
(一) 含量	47
(二) 百分数	49
四、量纲一的量和单位一	50
(一) 量纲一的量	50
(二) 单位一	51
五、相对原子质量和相对分子质量	52
(一) 相对原子质量 A_r	52
(二) 相对分子质量 M_r	53
(三) A_r 和 M_r 的单位	54
(四) 原子量和分子量	54

六、物质的量及其单位	54
(一) 物质的量	54
(二) 摩尔	56
七、摩尔质量	58
八、B 的浓度	59
九、水质分析结果的表示	60
(一) 关于水的硬度——钙镁总量	61
(二) 水的碱度	62
(三) 水的酸度	64
(四) 交换容量	65
第七节 系统组成标度	66
一、混合物和溶液	66
二、常用组成标度	68
(一) B 的质量分数	68
(二) B 的体积分数	68
(三) B 的摩尔分数	69
(四) B 的浓度	70
(五) B 的质量浓度	70
(六) B 的分子浓度	70
(七) 溶质 B 的质量摩尔浓度	71
(八) 溶质 B 的摩尔比	71
(九) 质量比	71
(十) 体积比	72
第八节 分析工作中应废除的量和单位	72
第九节 单位换算	81
第十节 化学中的符号	92
一、元素符号	92
二、化学式	93
三、化学反应符号	94
四、聚集状态符号	95
第二章 数值和数据处理	97
第一节 数值	97
一、数值及其表示	97

(一) 数值的表示	97
(二) 数字的写法	98
二、准确值和近似值	99
(一) 准确值	99
(二) 近似值	102
三、有效数字和有效位数	103
(一) 有效数字	103
(二) 有效位数	103
四、数值修约规则	105
(一) 有关数值修约的几个问题	106
(二) 修约规则	107
五、有效数字运算规则	107
六、正确理解和运用有效数字及其运算规则	112
(一) 如实记录测量数据	112
(二) 正确估算试剂、样品用量	113
(三) 准确报告分析结果	113
(四) 合理要求操作程序	114
第二节 准确度和精密度	116
一、测量误差	116
二、准确度与误差	117
三、精密度与偏差	118
(一) 偏差	118
(二) 平均偏差	119
(三) 标准差	119
第三节 数据处理	122
一、可疑值的取舍	122
(一) $4\bar{d}$ 检验法	122
(二) 格拉布斯检验法	123
(三) 狄克逊检验法	124
二、分析结果的报告	126
(一) 例行分析	126
(二) 用允许差表示精密度	126
(三) 用极差表示精密度	127

(四) 用置信区间表示精密度	128
第四节 回归分析与标准曲线	131
一、标准曲线	131
二、一元线性回归	132
三、相关系数	133
四、应用实例	135
五、注意事项	137
第五节 关于数字与数学符号	137
一、阿拉伯数字与汉字数字的用法	137
二、常用数学符号	139
第三章 仪器、器材	141
第一节 仪器玻璃	141
第二节 玻璃仪器	143
一、常用玻璃仪器	143
(一) 烧器类	143
(二) 量器类	146
(三) 加液器和过滤器	147
(四) 容器类	149
(五) 其它玻璃仪器	150
(六) 玻璃阀	152
(七) 玻璃搅拌器	155
(八) 玻璃管、玻璃棒	156
二、常用标准磨口仪器	157
(一) 烧瓶	157
(二) 冷凝管	159
(三) 分馏柱	160
(四) 蒸馏装置配件	162
(五) 其它标准口配件	164
三、通用精细玻璃仪器	167
(一) 蒸馏水器	167
(二) 回流、蒸馏、精馏装置	168
(三) 旋转蒸发器	172
(四) 提取器	173

(五) 定温真空干燥器	174
(六) 凯氏氮素蒸馏器	175
(七) 浓缩器	176
第三节 温度计	176
一、常用温度计的类型	176
二、标准温度计	178
三、实用温度计	178
第四节 非玻璃仪器	182
一、化学瓷器	182
二、其它材质仪器	184
第五节 仪器的洗涤、干燥、使用与管理	186
一、仪器的洗涤	186
(一) 洗涤仪器的一般步骤	186
(二) 用洗液洗	186
(三) 砂芯滤器的洗涤	188
(四) 特殊要求的洗涤方法	188
二、仪器的干燥	189
三、仪器的使用与管理	190
第六节 常用器具、器材	191
一、常用器具	191
二、过滤材料	195
(一) 滤纸	195
(二) 滤膜	195
(三) 砂芯滤器	196
三、其它器材	196
第七节 常用小设备	198
第四章 化学试剂	203
第一节 化学试剂的分类	203
一、按化学组成和用途分类	203
二、按试剂纯度分类	204
三、化学危险品的分类	205
第二节 标准物质	207
一、标准物质	208

二、标准物质的等级和分类	208
第三节 通用化学试剂	210
一、试剂的标准号	210
二、试剂的门类、等级和标志	211
三、试剂的包装单位	213
四、化学试剂的选用	214
五、化学试剂的使用	214
六、化学试剂的管理	215
第四节 常用化学试剂	217
一、常用酸碱	217
二、容量工作基准试剂	217
三、pH 工作基准试剂	217
四、制备标准滴定溶液用试剂	218
五、制备标准溶液用试剂	218
六、制备试剂溶液、制剂等用试剂	218
七、常用指示剂	218
第五节 常见化合物的溶解性能	254
一、常见金属盐的溶解性	254
二、无机化合物在水中的溶解度	255
三、气体在水中的溶解度	259
四、无机物在有机溶剂中的溶解度	260
第六节 常见化学危险品的危险性	262
一、第Ⅲ栏“危险性等级”	272
二、第Ⅳ栏“最高容许浓度”	273
三、第Ⅴ栏“高浓度下短期接触的相对危害”	273
四、第Ⅵ栏“灭火剂”	274
五、第Ⅶ栏“爆炸范围”	274
第五章 溶剂	275
第一节 水	275
一、水的性质	275
二、分析实验室用水	276
(一) 分析实验室用水规格和级别	278
(二) 分析实验室用水的质量检验	279

第二节 无机溶剂	282
第三节 有机溶剂	288
一、常用有机溶剂	288
二、混合溶剂	302
三、溶剂的干燥和提纯	303
第六章 溶液	311
第一节 溶液的组成标度	311
一、溶液的常用组成标度	312
二、溶液组成标度间的换算	312
(一) 溶液的稀释	312
(二) 质量类组成标度间的换算	318
(三) 体积类组成标度间的换算	319
(四) 质量类与体积类组成标度间的换算	321
(五) 常用组成标度间的换算公式	322
三、密度、相对密度和波美浓度	322
第二节 溶液的制备	324
一、常用试剂溶液	324
(一) 酸溶液的制备	324
(二) 碱溶液的制备	325
(三) 盐溶液的制备	326
二、标准溶液	331
(一) 标准滴定溶液的制备	331
(二) 标准溶液的制备	333
三、缓冲溶液	353
(一) 标准缓冲溶液的制备	353
(二) 一般缓冲溶液的制备	357
四、指示剂溶液	357
(一) 酸碱指示液的制备	357
(二) 氧化还原指示液的制备	357
(三) 金属指示液的制备	357
(四) 吸附指示液的制备	366
五、特殊试剂溶液	367
六、特殊溶剂	370

第三节 试纸及其制备	371
一、pH 试纸	371
二、指示剂试纸和试剂试纸	372
第七章 样品	374
第一节 基本术语	374
第二节 采样	377
一、采样的目的、原则	378
(一) 采样目的	378
(二) 采样原则	379
二、采样步骤	379
三、采样方案	379
(一) 影响采样方案的因素	380
(二) 采样方案的基本内容	380
四、采样技术	380
(一) 选择采样技术的原则	380
(二) 对采样器械的基本要求	381
五、样品数和样品量	381
(一) 样品数	381
(二) 样品量	381
六、样品容器和样品保存	382
(一) 样品容器	382
(二) 样品标签	382
(三) 样品的保存及撤销	383
七、采样举例	383
(一) 均匀物料的采样	383
(二) 非均匀物料的采样	388
(三) 生物样品的采集	392
第三节 样品的制备	393
一、样品制备的原则	393
二、样品制备的步骤及技术	393
三、土壤样品的制备	396
四、植物样品的制备	396
五、生物样品的制备	397

(一) 细胞的破碎	397
(二) 蛋白质的除去	398
第四节 试液的制备	399
一、无机试样的分解	399
(一) 分解试样的一般要求	399
(二) 溶解法	400
(三) 熔融法	404
二、有机样品的处理	408
(一) 检测无机组分——分解法	408
(二) 检测有机组分——提取法	411
(三) 检测可挥发有机组分——蒸馏法	412
三、一些实用技术在化验工作中的应用	413
(一) 微波技术	413
(二) 红外技术	415
(三) 超声波技术	415
第五节 试液的浓缩与试样的干燥	416
一、试液的浓缩	416
二、试样的干燥	417
(一) 固体样品的干燥	417
(二) 液体样品的干燥	418
(三) 气态物质的干燥	418
三、常用干燥剂的干燥效率	419
第八章 操作	420
第一节 天平与称量	420
一、天平的分类和规格等级	420
(一) 天平的分类	420
(二) 天平的等级	421
二、常用分析天平	421
三、双盘天平	421
(一) 双盘天平的称量原理	421
(二) 双盘天平的使用	424
四、单盘天平	424
(一) 单盘天平的称量原理	425

(二) 单盘天平的特点	425
(三) 单盘天平的使用	426
五、电子天平	428
(一) 电子天平的称量原理	428
(二) 电子天平的特点	429
(三) 电子天平的使用	429
六、称量方法	430
(一) 固定称量法	430
(二) 减量称量法	431
(三) 液体样品的称量	432
七、称量误差	433
第二节 滴定分析法基本操作	436
一、玻璃量器	436
(一) 量器的规格与等级	436
(二) 量器的容量允差	436
二、玻璃量器的校正	439
(一) 常用校正方法	439
(二) 滴定管的校正	441
(三) 吸量管的校正	441
(四) 容量瓶的校正	441
三、滴定管	443
(一) 滴定管的准备	443
(二) 滴定	446
(三) 读数	448
四、吸管	449
(一) 洗涤	449
(二) 吸取溶液	449
(三) 调节液面	450
(四) 放出溶液	451
五、容量瓶	451
(一) 准备	451
(二) 配制溶液	452
第三节 称量分析法基本操作	453