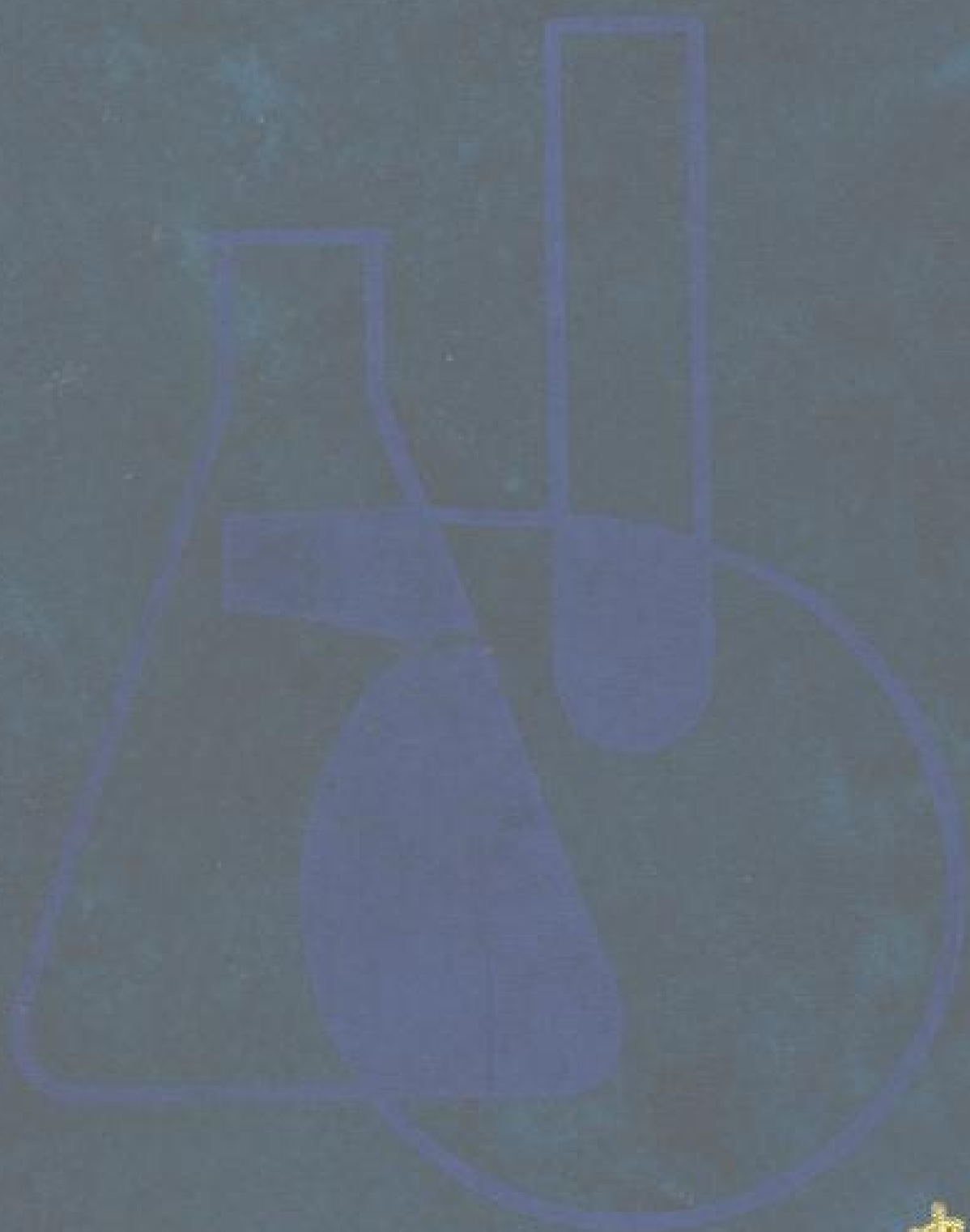


第 二 版

化 验 员 手 册

张 铁 垣 程 泉 寿 张 仕 斌



中 国 电 力 出 版 社

553073

552(2)

化验员手册

第二版

张铁垣 程泉寿 张仕斌

中国电力出版社

内 容 提 要

本书共分三部分十一章,主要介绍化验人员必备的管理、操作、运算等基础知识及常用分析仪器;常用无机物和有机物的定性分析方法;重量分析、滴定分析、分光光度分析、色谱分析等定量分析方法。书中扼要阐明各种方法的原理,以表格方式重点介绍其实际应用。以化学分析为主,也适当介绍一些仪器分析方法的应用。附录中还列出了一些化验工作中常用的数据及必备的其他知识。

书中涉及的量、单位及计算方法,全部采用法定计量单位及国家标准的规定,并引用了国际上最新的数据。

本书是一本实用性强、应用广泛的工具书,其理论简明易懂,概念清楚准确,内容具体实用,查阅使用方便。对于中学以上文化水平的化验人员,既可为自学读物,又是工作中必备的数据手册。

图书在版编目(CIP)数据

化验员手册/张铁垣等编著.-2版.-北京:中国电力出版社,1996

ISBN 7-80125-206-3

I. 化… II. 张… III. 化学分析-实验室-手册
IV. 0652.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 14398 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京市地矿局印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1988 年 1 月第一版

1996 年 12 月第二版 1996 年 12 月北京第四次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 25.75 印张 682 千字 1 插页

印数 73721—77600 册 定价 40.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

第二版前言

《化验员手册》是一本以分析化验人员必需的知识与技能为中心，以手册方式表述的实用性很强的工具书，内容包括化验工作者必备的管理知识、操作技能、运算知识以及常用的定性、定量分析方法等。

这本手册自1988年出版以来，虽经三次印刷，但仍难满足广大读者的需要，而且随着科学技术的发展，原来一些有关量和单位及分析化验方法的国家标准多已修订，新的标准也在不断出现，仪器、设备等也有新的变化，原书已难以适应新的需要，因此决定对它进行修订。

此次修订，一是严格按照有关量和单位的最新国家标准规范全书的量、单位及有关运算，同时引用国际上推荐的最新数据及常数，为此增写了第四章“量、单位和数”；二是在原有的化学分析方法的基础上，适当介绍一些仪器分析方法，并增写了第十一章“色谱分析”。此次修订的意图是使我们能在化验工作中严格准确地贯彻我国的法定计量单位及有关的国家标准，并能对一些近代分析方法有所了解，拓宽思路，有利工作。

修订后全书共分三部分十一章：第一至第五章介绍基础知识，第六、第七章介绍定性分析方法，第八至第十一章介绍定量分析方法。本书由张铁垣（编写第一、三、四、六、八、九、十一章及附录）、程泉寿（编写第二、五章）和张仕斌（编写第七、十章及第三章第二节）编写，张铁垣任主编。迟锡增教授和沈慕昭副教授对全书进行了详细审阅，提出宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中不足与错误之处实难避免，恳请广大读者批评指正。

编者

一九九六年五月

43690

第一版前言

随着我国社会主义现代化建设事业的蓬勃发展，对企业管理和产品质量检验的要求越来越高，同时有大批的青年同志参加到化验工作的行列。针对这种情况，我们编写了这本《化验员手册》，希望它能有利于青年化验工作者尽快掌握化验分析工作的基础知识，熟悉和胜任本职工作，逐步提高化验工作的水平。

本书共分十章。编写中本着内容实用、水平适中、使用方便的原则，首先介绍化验室的管理知识，常用仪器、器材的性能和使用方法（第一、二章）；其次以图表的方式介绍化验分析的基本操作技术、方法和配制溶液等基本知识（第三、四章）；然后，重点地以表格的方式介绍常见无机、有机化学物质的各种常用的定性、定量分析方法，每类方法都扼要地说明原理、应用范围及应用实例（第五、六、七、八、九章）；最后介绍有关的数据处理知识和化验工作涉及的其它知识（第十章及附录）。本书适于具有中学以上文化水平、从事化验工作的同志使用，对于新建中小企业、初建化验室的化验工作人员尤为适用；也可供大专院校学生、实验人员及其他化学工作者参考。

根据国务院 1984 年 2 月发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，本书全部采用了法定计量单位，取消了现行化学书刊中常用的克分子量、克当量等物理量及当量定律。但为了便于读者阅读现有书刊，在第八章中专列一节（8-3），介绍了当量、当量浓度、当量定律及它们与法定计量单位中采用的物理量单位的关系。

本书各章分别由张铁垣（第一、三、五、七、八、十章）、程泉寿（第二、四章）、张仕斌（第六、九章）编写，张铁垣同志为主编。编写过程中得到张文朴同志的大力支持，并通读了全稿，最

后由刘珍副教授审阅定稿。在此对他们给予的帮助和支持，表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中谬误之处在所难免，诚恳希望读者批评指正。

编者

一九八五年十二月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一部分 基础知识

第一章 化验室	1
§ 1-1 对化验室的基本要求	1
一、建筑位置、结构	1
二、水、电、照明、通风	2
§ 1-2 常用仪器、器具和器材	3
一、常用玻璃仪器	3
二、标准磨口玻璃仪器	14
三、常用化学瓷器	23
四、常用器具、器材	26
五、玻璃仪器的洗涤与干燥	30
六、玻璃仪器的管理	34
§ 1-3 化学试剂	35
一、化学试剂的规格	35
二、化学试剂的选用及使用方法	36
三、常用化学试剂	38
四、试剂的管理	48
§ 1-4 常用加热、制冷、减压及其他设备	49
一、加热灯具	50
二、电热设备	52
三、制冷设备	56
四、减压设备	58
五、其他设备	60
§ 1-5 化验室工作要求和安全常识	61
一、化验室工作要求	62

二、化实验室规则	63
三、防火常识	64
四、防爆常识	66
五、防毒常识	67
六、急救常识	71
第二章 常用分析仪器	73
§ 2-1 天平	73
一、天平的分类和型号	73
二、台天平	74
三、分析天平	76
§ 2-2 酸度计	89
一、酸度计的测量原理	90
二、PHS-2 型酸度计的使用	91
三、PHS-29A 型酸度计的使用	95
四、JC402pH/mV 计的使用	99
五、酸度计的使用规则及维护	101
六、酸度计的常见故障及排除	102
§ 2-3 电导仪	104
一、基本原理和仪器构造	104
二、使用操作方法及注意事项	105
第三章 化验分析基本操作	107
§ 3-1 试样的采取与制备	107
一、取样的原则	107
二、水样的采集与保存	111
三、分析试样的调制	114
四、无机试样的分解与溶解	117
§ 3-2 常用的分离操作	122
一、重结晶	123
二、沉淀	127
三、蒸馏	131
四、萃取	141
五、升华	145
六、柱层析分离法	147
§ 3-3 重量分析基本操作	168
一、样品的溶解	168

二、沉淀	169
三、过滤和洗涤	170
四、烘干和灼烧	175
§ 3-4 滴定分析基本操作	177
一、滴定管	177
二、量瓶	184
三、吸管	186
四、使用玻璃量器时应注意的几个问题	188
§ 3-5 常用加热、制冷方法	190
一、常用的测温方法	190
二、常用的加热方法	192
三、常用的制冷方法	197
§ 3-6 常用干燥方法及干燥剂	198
一、固体物质的干燥	199
二、液体物质的干燥	200
三、气体的干燥方法	202
四、常用干燥剂的干燥效率	203
第四章 量、单位和数	204
§ 4-1 法定计量单位和国家标准	204
一、法定计量单位	204
二、量和单位的国家标准	207
§ 4-2 量、单位和数	208
一、量和量算法	208
二、量方程和数值方程	212
§ 4-3 量、单位及其符号的使用规则	217
一、量及其符号的使用规则	217
二、单位名称及符号的使用规则	218
§ 4-4 化验工作中常用的量和单位	223
一、化验工作中最常用的量和单位	223
二、物质的量及其单位摩尔	226
三、摩尔质量	230
四、表示混合物组成的量和单位	233
§ 4-5 等物质的量规则	236
一、等物质的量规则	237
二、等物质的量规则与当量定律	243

§ 4-6 数	245
一、数和数学符号	245
二、有效数字	248
三、有效数字运算规则	250
四、正确理解和应用有效数字及其运算规则	255
§ 4-7 分析数据的处理	259
一、分析误差	259
二、准确度和精密度	260
三、可疑数据的取舍	262
四、分析结果的报告	268
五、标准曲线的绘制	271
第五章 溶液的配制	276
§ 5-1 分析实验室用水	276
一、分析实验室用水的质量要求	276
二、分析实验室用水的制备	277
三、水的质量检验	278
§ 5-2 溶液的组成	280
一、常用的表示溶液组成的方法	280
二、常用溶液组成量的换算	284
三、密度、相对密度和波美度	287
§ 5-3 溶液的配制	288
一、常用试剂溶液的配制	288
二、常用标准溶液的配制	298
三、缓冲溶液的配制	312
四、指示剂溶液的配制	319
§ 5-4 常用试纸的制备	324
一、pH 试纸	324
二、指示剂试纸和试剂试纸	325

第二部分 定性分析方法

第六章 无机物的定性分析	327
§ 6-1 无机物定性分析的一般步骤	328
§ 6-2 外表观察和初步试验	330

一、外表观察	330
二、初步试验	332
§ 6-3 阳离子的分析	337
一、阳离子分析试液的制备	337
二、常见阳离子的分析特性	340
三、阳离子的初步试验	344
四、常见阳离子的鉴定	350
§ 6-4 阴离子的分析	370
一、阴离子的分析特性	370
二、阴离子分析试液的制备	373
三、可能存在的阴离子的推测和初步试验	374
四、常见阴离子的鉴定	376
§ 6-5 定性分析结果的判断	396
§ 6-6 发射光谱分析法简介	397
一、基本原理和仪器装置	397
二、光谱定性分析	399
第七章 有机物的定性分析	403
§ 7-1 物理常数的测定	403
一、熔点的测定	403
二、沸点的测定	407
三、密度的测定	409
四、折射率的测定	412
五、比旋光本领的测定	415
§ 7-2 有机元素定性分析	418
§ 7-3 有机化合物官能团分析	423
一、含碳氢的有机化合物	426
二、含碳氢氧的有机化合物	429
三、含碳氢氮的有机化合物	441
四、含碳氢硫的有机化合物	446
五、含碳氢卤素的有机化合物	450
§ 7-4 波谱分析法	452
一、紫外吸收光谱	452
二、红外吸收光谱	455
三、核磁共振谱	461
四、质谱	470

第三部分 定量分析方法

第八章 重量分析	477
§ 8-1 重量分析的原理	477
一、对沉淀式、称量式的要求	477
二、沉淀剂的选择	478
三、沉淀条件的选择	481
§ 8-2 重量分析的计算	486
§ 8-3 重量分析法应用实例	488
§ 8-4 电解分析法的应用	507
一、基本原理和装置	507
二、电解分析法的分类和应用	509
第九章 滴定分析	510
§ 9-1 滴定分析的原理	510
一、理论终点和滴定终点	510
二、滴定曲线和指示剂的选择	511
三、滴定反应和滴定方式	515
§ 9-2 滴定分析中的计算	517
一、等物质的量规则在滴定分析中的应用	517
二、滴定分析计算实例	520
§ 9-3 酸碱滴定	526
一、完成酸碱滴定的关键	526
二、酸碱滴定时的 pH 突跃范围	526
三、酸碱指示剂	531
四、酸碱滴定的应用	532
五、酸碱滴定应用实例	538
§ 9-4 氧化还原滴定	542
一、氧化还原滴定的特点	542
二、待测组分的预处理	543
三、高锰酸钾法	547
四、碘量法	557
五、其他氧化还原滴定法	560
§ 9-5 络合滴定	583

一、EDTA 的分析特性	583
二、EDTA 滴定中的关键问题	585
三、EDTA 滴定的应用	594
四、其他络合剂的应用	617
§ 9-6 沉淀滴定	620
一、沉淀滴定对反应的要求	620
二、银盐滴定中确定理论终点的方法	621
三、沉淀滴定的应用	622
§ 9-7 电化学滴定法的应用	624
一、电导滴定法	625
二、电位滴定法和离子选择电极法	626
三、电量滴定法	628
第十章 分光光度分析	631
§ 10-1 基本原理	631
一、溶液的颜色	631
二、光吸收的定量定律	632
§ 10-2 分光光度分析仪器	634
一、仪器的种类及型号	634
二、光电比色计	635
三、分光光度计	637
四、仪器的日常检验和维护	642
§ 10-3 分光光度测定方法	643
一、标准曲线法	643
二、对比法	644
三、目视比色法	644
§ 10-4 常用显色剂及测定实例	644
§ 10-5 紫外分光光度法	673
一、基本原理及测定方法	673
二、紫外分光光度计	673
§ 10-6 原子吸收分光光度法	676
一、基本原理	676
二、仪器的基本结构及操作	676
三、测定方法	683
第十一章 色谱分析	684

§ 11-1 色谱法及其分类和特点	684
一、色谱法	684
二、色谱法的分类	685
三、色谱法的特点	686
§ 11-2 色谱法基本原理	686
一、色谱过程和色谱图	687
二、分配系数和分离因子	690
三、柱效能和分离度	693
§ 11-3 色谱定性分析和定量分析	699
一、定性分析	699
二、定量分析	701
§ 11-4 气相色谱法	705
一、气相色谱仪	706
二、气相色谱柱	711
三、气相色谱条件的选择	726
四、气相色谱法的应用	731
§ 11-5 高效液相色谱法	733
一、高效液相色谱仪	733
二、高效液相色谱法的类型	736
§ 11-6 离子色谱法	738
§ 11-7 色谱分离方法的选择	740

附录

附录一 有关量和单位	742
附录二 分析化验中常用的及应废除的量和单位	747
附录三 化学中的基本符号和约定	754
附录四 某些无机化合物的相对分子质量	756
附录五 某些无机化合物在水中的溶解度	762
附录六 气体在水中的溶解度	766
附录七 某些无机物在常用有机溶剂中的溶解度	768
附录八 某些常见有机化合物的物理常数	771
附录九 常见化合物的俗名或别名	783
附录十 常用酸、碱的密度和组成	787
附录十一 实验室常用的酸、碱组成	792
附录十二 室内空气有害气体、蒸气及粉尘的最高容许量	793

附录十三	工业“废水”中有害物质的最高容许排放量	795
附录十四	我国高压气体钢瓶的标记	796
附录十五	常用的离子交换剂	797
附录十六	标准筛的规格	799
附录十七	希腊字母表	800
附录十八	常用物理常数	801
附录十九	有机化合物中常见元素同位素丰度	802
附录二十	相对原子质量表	803
参考文献	808

第一部分 基础知识

第一章 化 验 室

分析化验工作是现代生产、科研及环境保护工作中重要的环节。工厂化验人员不仅要按期、按批地对原料、产品进行分析，而且还要及时地对中间产品进行分析，以便为工艺提供可靠数据，指导生产的正常进行。因此，每个工厂都要根据本单位的生产性质、特点及分析任务，建立相应的化验室，购置必要的仪器、设备及化学试剂，选拔培训合格的化验人员，建立合理的规章制度，实行严格、科学的管理，使化验工作能顺利有效地进行，以保证生产的正常进行，为社会提供合格的产品。

§ 1-1 对化验室的基本要求

工厂化验室按其工作性质可分为中心化验室和中控分析室。它们既有不同分工，又有共同特点和要求。

一、建筑位置、结构

中心化验室应建在离生产车间、锅炉房、交通要道等稍远一些的位置，以减轻机器、车辆震动等的影响，免除有害气体、灰尘的侵袭。中控分析室则宜建在车间附近，以便于及时取样和报送分析结果。

化验室的房屋结构应能防震、防尘、防火、防潮，隔热良好，光线充足。化验室应分别建立化学分析室、精密仪器室、天平室等几个房间，也可以建成套间，互相隔开。室内布局应以有利于提高工作效率、保证安全和方便为原则。图 1-1 为小型化验室的平面示意图。

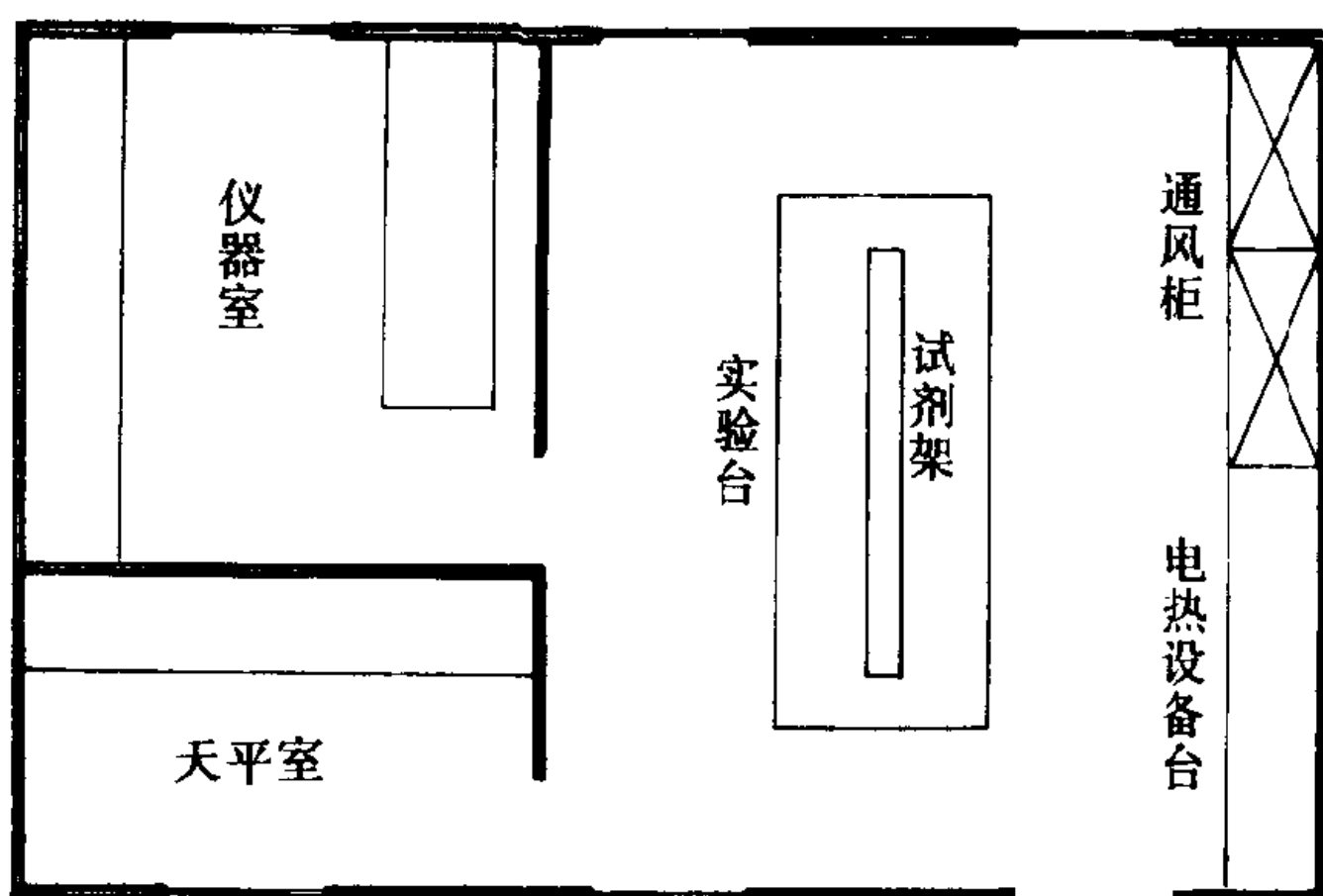


图 1-1 小型化验室平面示意图

在化学分析室中,实验台应置于可使光线从侧面射入的位置。台上可设试剂架,台下为仪器柜,台两端设水槽。台面可用木板刷耐酸漆,或贴环氧树脂面板,也可用水磨石台面,但最好铺一层塑料垫。通风柜和加热台的台面以水磨石为好。通风柜内也应有水槽。

仪器室和天平室的操作台可采用水磨石台面,上铺橡胶垫,这样既稳定,震动又小。如有条件,还可用专门设计的稳重的木制实验台,台上也铺橡胶垫,不仅稳定、减震,而且便于根据需要调整位置。

化验室内最好铺水磨石地面,并且打蜡。天平室和仪器室应为双层窗户,有条件时可油漆墙面或用壁纸贴敷墙面。

二、水、电、照明、通风

化验室的水源除用于洗涤外,还要用于抽滤、蒸馏冷却等,所以水槽上要多装几个水龙头,如普通水龙头、尖嘴龙头、高位龙头等。水槽的下水管一定要装水封管。下水管的水平段倾斜度要稍大些,以免管内积水;弯管处宜用三通,留出一端用堵头堵塞,便于疏通。化学分析室内应有地漏。

化验室内供电电源功率应根据用电总负荷设计。设计时要留