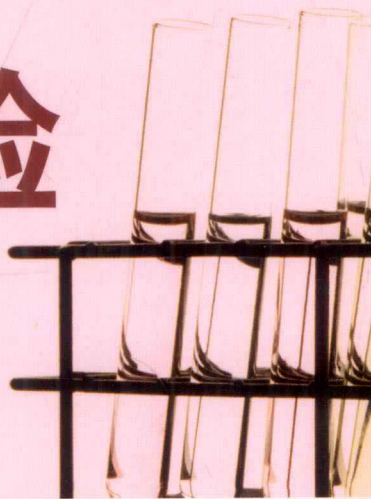




全国高等医药院校医学检验专业规划教材

# 临床 生物化学检验 实验指导


(第2版)



LINCHUANG  
SHENGWU HUAXUE  
JIANYAN  
SHIYAN ZHIDAO

主编 姜旭淦



 中国医药科技出版社

全国高等医药院校教材 全国高等医药院校教材 全国高等医药院校教材

# 临床 生物化学检验 实验指导

【第2版】

主编 王洪强  
副主编 王洪强 王洪强 王洪强  
王洪强 王洪强 王洪强  
王洪强 王洪强 王洪强

ISBN 978-7-117-11111-1

中国医药出版社

全国高等医药院校医学检验专业规划教材

# 临床生物化学检验实验指导

## 第 2 版

主 编 姜旭淦

副主编 刘忠民 刘新光 刘北忠

编 者 (以姓氏笔画为序)

马 洁 江苏大学基础医学与医学技术学院

刘北忠 重庆医科大学医学检验系

刘丽华 绍兴文理学院医学院

刘忠民 广州医学院医学检验系

刘新光 广东医学院检验学院

张秀明 中山大学附属中山医院

武文娟 蚌埠医学院医学检验系

赵云冬 北华大学医学检验学院

侯丽娟 河北北方学院医学检验学院

姜旭淦 江苏大学基础医学与医学技术学院

黄 海 贵阳医学院医学检验系

蒋显勇 湘南学院医学检验系

韩学波 宁夏医科大学检验学院

## 内 容 提 要

《临床生物化学检验实验指导》是“全国高等医药院校医学检验专业规划教材”之一，改革了传统的以代谢物检测项目为主线的编写模式，提出了以技术和能力培养为主线，构建了基本技能性、综合应用性和设计创新性三大实验模块。分四章，共41个60项实验。实验内容兼顾不同院校的教学条件。

本教材可供高等医药院校医学检验专业本科、专科学生使用，也可供从事临床检验工作和医学研究的技术人员参考使用。

### 图书在版编目（CIP）数据

临床生物化学检验实验指导/姜旭淦主编. —2版. —北京：中国医药科技出版社，2010.1

全国高等医药院校医学检验专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 4528 - 4

I. ①临… II. ①姜… III. ①生物化学 - 医学检验 - 医学院校 - 教学参考资料 IV. ①R446.1

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第239440号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行：010 - 62227427 邮购：010 - 62236938

网址 [www.cmstp.com](http://www.cmstp.com)

规格 787 × 1092mm 1/16

印张 12

字数 226千字

初版 2004年8月第1版

版次 2010年1月第2版

印次 2010年1月第2版第1次印刷

印刷 北京地泰德印刷有限责任公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 4528 - 4

定价 24.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

# 全国高等医药院校医学检验专业规划教材 建设委员会

**主任委员** 丛玉隆 (解放军军医进修学院)

**副主任委员** (以汉语拼音为序)

樊绮诗 (上海交通大学)

胡丽华 (华中科技大学)

刘新光 (广东医学院)

吕建新 (温州医学院)

王 前 (南方医科大学)

吴忠道 (中山大学)

姚 智 (天津医科大学)

尹一兵 (重庆医科大学)

**委 员** (以汉语拼音为序)

陈育民 (河北工程大学)

洪秀华 (上海交通大学)

胡建达 (福建医科大学)

胡翊群 (上海交通大学)

李咏梅 (北华大学)

刘 辉 (大连医科大学)

刘成玉 (青岛大学)

吕世静 (广东医学院)

王 辉 (新乡医学院)

徐克前 (中南大学)

姚群峰 (湖北中医学院)

张进顺 (河北北方学院)

吴俊英 (蚌埠医学院)

郑铁生 (江苏大学)

**秘 书 长** 王应泉 (中国医药科技出版社)

**办 公 室** 解秀兰 (中国医药科技出版社)

浩云涛 (中国医药科技出版社)

王宇润 (中国医药科技出版社)

# 出版说明

全国高等医药院校医学检验专业规划教材是由全国高等医药院校医学检验专业规划教材建设委员会组织规划，全国数十所医药院校积极参与编写和使用，中国医药科技出版社出版的全国性医学检验专业教材。本套教材是国内第一套四色印刷的医学检验专业教材，自2004年出版以来，由于其新颖独到的编排设计、图文并茂的四色印刷、与临床紧密结合的实用性，深受广大教师和学生的欢迎，获得了良好的市场效应，为我国的检验专业本科教育做出了重要贡献。

为适应我国医学检验专业本科教育发展的需要，全国高等医药院校医学检验专业规划教材建设委员会在调研和总结一版教材质量和使用情况的基础上，组织上海交通大学医学院、中山大学医学院、华中科技大学同济医学院、中南大学湘雅医学院、南方医科大学、温州医学院、青岛大学医学院、重庆医科大学、新乡医学院等数十所院校的教师共同进行第二轮规划教材的编写修订工作。

第二轮规划教材的编写修订工作，坚持紧扣教育部、卫生部对医学检验专业本科教育的培养目标，以新的医学检验专业教育纲要为基础，以临床实际需求为指导，着重强调培养目标与用人要求相结合的原则，注重体现“三基”（基本理论、基础知识和基本技能）、“五性”（思想性、科学性、先进性、启发性和适用性）。在继承上一版教材优点的基础上，有以下创新：①新增补《临床检验仪器》和六本配套实验指导教材，让本套教材体系更趋完善；②理论课教材每章前保留学习要点，部分教材章后增加病例分析和小结，加强系统性；③原中英文或英中文对照升级为汉英或英汉名词索引，便于查找；④新增大量彩图，版面设计更美观、更活泼、更趋人性化；⑤实验指导更注重全面提高学生动手能力和综合分析解决问题的能力，所选实验更新、更全、更实用。

该套教材主要供全国高等医药院校医学检验及相关专业的学生使用。全套教材书目如下：

1. 临床检验基础（第2版）
2. 临床检验基础实验指导★
3. 临床生物化学检验（第2版）

4. 临床生物化学检验实验指导 (第2版)
5. 临床血液学检验 (第2版)
6. 临床血液学检验实验指导★
7. 临床微生物学检验 (第2版)
8. 临床微生物学检验实验指导★
9. 临床免疫学检验 (第2版)
10. 临床免疫学检验实验指导 (第2版)
11. 临床寄生虫学检验 (第2版)
12. 临床寄生虫学检验实验指导★
13. 分子诊断学 (第2版)
14. 分子诊断学实验指导★
15. 临床输血检验 (第2版)
16. 临床输血检验实验指导★
17. 临床实验室管理 (第2版)
18. 临床检验仪器★

注：★表示本轮规划教材建设的新增品种。

全国高等医药院校医学检验专业规划教材建设委员会

2010年1月

# 前言

《临床生物化学检验实验指导》(第2版)的编写指导思想是:配合理论教学,注重学生对临床生物化学检验的基本理论、基本知识、基本技能的学习,注重学生的综合应用能力和开拓创新能力的培养;以临床生物化学检验技术为主线,培养科学态度严谨、实践能力强的医学检验人才为目标,精选应用性强、技术性高、代表性好的实验项目,旨在打造一本适应新时期需要的精品教材。

本版教材的特色是:改革了传统的以代谢物检测项目为主线的编写模式,提出了以技术和能力培养为主线,构建了基本技能性、综合应用性和设计创新性三大实验模块。在学习和实践临床生化检验实验导论的基础上,首先开设基本技能性实验,主要学习和掌握本课程的基本技术、基本操作和基本技能;然后开设综合应用性实验,培养学生运用所学知识综合分析问题、解决问题和从事临床生化实验室实际工作的能力;最后让学生进行设计创新性实验,以培养学生独立思考、开拓创新的能力。所选实验内容与临床实际紧密结合,能举一反三,循序渐进,以便在有限的实验教学时间内达到较好的教学效果。

新版教材分临床生物化学检验实验导论、基本技能性实验、综合应用性实验和设计创新性实验四章,共41个60项实验。实验内容兼顾不同院校的教学条件,供各校选择。书后另有4个附录和主要参考文献,以便查用。

本教材可供高等医药院校医学检验专业本科、专科学生使用,也可供从事临床检验工作和医学研究的技术人员参考使用。

第2版教材的编写是在第1版的基础上进行的,基本保持了第1版教材的特色。在第1版的编写中,郑铁生教授以及其他编者的辛勤工作,为本版教材的编写奠定了良好的基础,在此表示真诚的感谢。

本教材在编写思路、内容选择及编写过程中,得到了全国高等医药院校医学检验专业规划教材建设委员会和中国医药科技出版社的支持和指导,得到了理论教材主编郑铁生教授,以及医学检验界许多专家的指点和帮助,得到了江苏大学等全国28所高等医药院校的热情关心和支持,在此表示衷心的感谢。

本教材由长期从事临床生物化学检验教学和临床实践工作的教师共同编写,为力争编写一本精品教材尽了最大的努力。但由于水平有限,肯定有许多不足之处,敬请同行专家和读者提出宝贵意见和建议,以便再版时修改完善。

姜旭淦  
2009年10月



## 目 录

<b>第一章 临床生物化学检验实验导论</b> .....	(1)
<b>第一节 临床生物化学检验实验室安全知识</b> .....	(1)
一、生物安全 .....	(1)
二、化学安全 .....	(2)
三、消防安全 .....	(2)
<b>第二节 临床生物化学检验实验器材</b> .....	(3)
一、实验用玻璃器皿的清洗、使用和校正 .....	(3)
二、加样器的使用 .....	(7)
三、电子天平的使用 .....	(7)
四、水浴箱的使用 .....	(8)
五、离心机的使用 .....	(9)
六、分光光度计的使用 .....	(9)
七、半自动生化分析仪的使用 .....	(10)
<b>第三节 临床生物化学检验实验用水</b> .....	(10)
一、实验用水的制备和储存方法 .....	(11)
二、实验用水的质量要求和水质检测 .....	(12)
<b>第四节 临床生物化学检验实验试剂</b> .....	(13)
一、化学试剂规格要求 .....	(13)
二、化学试剂的选用 .....	(14)
三、实验试剂的配制与管理 .....	(14)
四、临床生物化学检验试剂盒的选择与使用 .....	(15)
<b>第五节 临床生物化学检验实验技术</b> .....	(17)
一、光谱技术 .....	(17)
二、电化学技术 .....	(21)
三、电泳技术 .....	(22)
四、层析技术 .....	(24)
五、临床酶学技术 .....	(26)
六、即时检验 .....	(29)
<b>第六节 临床生物化学检验实验报告的书写</b> .....	(30)
一、实验报告的书写要求 .....	(30)
二、实验报告的书写内容 .....	(30)
<b>第二章 临床生物化学检验基本技能性实验</b> .....	(32)

实验一	双缩脲法测定血清总蛋白	(32)
实验二	葡萄糖氧化酶法测定血清葡萄糖	(35)
实验三	乙酰丙酮显色法测定血清甘油三酯	(37)
实验四	紫外分光光度法测定血清尿酸	(40)
实验五	原子吸收光谱法测定血清铜、锌	(42)
一、	原子吸收光谱法测定血清铜	(42)
二、	原子吸收光谱法测定血清锌	(43)
实验六	荧光法测定丙二醛	(46)
实验七	化学发光法测定雌二醇	(48)
实验八	醋酸纤维素薄膜电泳分离血清蛋白质	(51)

### 第三章 临床生物化学检验综合应用性实验 (57)

实验九	分光光度计的性能检查和日常监测	(57)
实验十	半自动生化分析仪的性能评估	(61)
实验十一	溴甲酚绿法测定血清清蛋白	(65)
一、	溴甲酚绿法测定血清清蛋白	(65)
二、	显色时间改变对溴甲酚绿法测定血清清蛋白结果影响	(67)
三、	pH 改变对溴甲酚绿法测定血清清蛋白结果影响	(68)
实验十二	透射比浊法测定 C-反应蛋白	(70)
实验十三	离子交换柱层析法测定糖化血红蛋白	(72)
实验十四	乳酸脱氢酶法测定血清乳酸和丙酮酸	(75)
一、	乳酸脱氢酶法测定血清乳酸	(75)
二、	乳酸脱氢酶法测定血清丙酮酸	(77)
实验十五	酶偶联终点法测定血清 HDL 及其亚类胆固醇	(79)
实验十六	免疫透射比浊法测定血清载脂蛋白 A I 和 B100	(82)
实验十七	离子选择性电极法测定血清钾、钠、氯、钙离子	(85)
实验十八	酶试剂法测定血清钾、钠、镁离子	(88)
一、	丙酮酸激酶法测定血清钾	(88)
二、	$\beta$ -半乳糖苷酶法测定血清钠	(89)
三、	葡萄糖激酶法测定血清镁	(90)
实验十九	亚铁嗪显色法测定血清铁和总铁结合力	(91)
实验二十	血液 pH、PCO <sub>2</sub> 、PO <sub>2</sub> 和 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 的测定	(94)
一、	血液 pH、PCO <sub>2</sub> 、PO <sub>2</sub> 测定	(94)
二、	酶法测定血清 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	(96)
实验二十一	改良 J-G 法测定血清总胆红素和结合胆红素	(97)
实验二十二	酶循环法测定总胆汁酸	(101)
实验二十三	琼脂糖凝胶电泳法测定乳酸脱氢酶同工酶	(103)
实验二十四	赖氏法测定血清丙氨酸氨基转移酶	(106)
实验二十五	辅酶的氧化还原互变反应测定酶活性	(111)

一、血清乳酸脱氢酶测定 .....	(111)
二、血清门冬氨酸氨基转移酶测定 .....	(112)
实验二十六 色素原底物反应测定酶活性 .....	(114)
一、血清 $\gamma$ -谷氨酰基转移酶测定 .....	(114)
二、血清碱性磷酸酶测定 .....	(115)
三、血清淀粉酶测定 .....	(116)
实验二十七 临床生物化学检验方法学评价 .....	(118)
一、重复性实验 .....	(118)
二、回收实验 .....	(119)
三、干扰实验 .....	(121)
四、方法比较实验 .....	(122)
五、方法性能决定图绘制 .....	(124)
六、检测限实验 .....	(125)
实验二十八 临床生物化学检验试剂盒性能评价 .....	(127)
一、线性范围实验 .....	(127)
二、时间反应曲线实验 .....	(128)
三、稳定性实验 .....	(130)
实验二十九 临床生物化学检验单、双试剂对比评价 .....	(131)
一、连续监测法测定血清丙氨酸氨基转移酶 .....	(131)
二、速率法测定血清尿素 .....	(133)
实验三十 自动生化分析仪性能评价 .....	(136)
实验三十一 自动生化分析仪实际 $K$ 值测定 .....	(139)
一、340nm 波长实际 $K$ 值测定 .....	(139)
二、405nm 波长实际 $K$ 值测定 .....	(141)
实验三十二 临床生物化学检验室内质控图的绘制 .....	(142)
实验三十三 高效液相色谱法测定血清苯妥英钠 .....	(144)
实验三十四 聚丙烯酰胺凝胶电泳分离尿液蛋白质 .....	(147)
实验三十五 实验操作技能考核评价 .....	(150)

## 第四章 临床生物化学检验设计创新性实验 .....

一、科研设计的基本要素 .....	(152)
二、科研设计的基本原则 .....	(152)
三、实验研究的基本流程 .....	(153)
实验三十六 家兔 OGTT 模型的建立与测定 .....	(153)
实验三十七 小鼠急性肝损伤模型的建立与测定 .....	(155)
实验三十八 大鼠急性胰腺炎动物模型的建立与测定 .....	(156)
实验三十九 制备物胆固醇的基质效应分析 .....	(157)
实验四十 溶血、黄疸、脂血对血清肌酐测定的干扰评价 .....	(159)
实验四十一 生化检测系统分析性能的可接受性评价 .....	(163)

附录 .....	(168)
附录一 药物对实验室检查结果的影响 .....	(168)
附录二 临床生物化学检验常用缓冲溶液的配制 .....	(172)
附录三 Grubbs 检验临界值 $G_{\alpha,n}$ 表 .....	(176)
附录四 常用玻璃量器标称容量的允差标准 (20℃、ml) .....	(177)

# 第一章 临床生物化学检验实验导论

临床生物化学检验是医学检验专业的一门主干课程，是专业理论、实验技术和临床应用紧密结合的学科，实验教学是该课程教学的重要组成部分。为了全面落实教学目标，提高实验教学效果，使学生更好地掌握本课程的相关理论和技术，本章将重点介绍与临床生物化学检验实验相关的实验室安全知识、常用实验器材的使用、实验用水质量要求、实验试剂的选择和实验技术原理与应用。

## 第一节 临床生物化学检验实验室安全知识

临床生物化学检验实验室的特殊环境使得操作者经常面临一些安全隐患，包括各种污染和操作风险。例如在实验操作中常常使用易碎的玻璃器材和瓷质器皿，会用到煤气、电等高温电热设备，经常直接或间接接触毒性很强、或有腐蚀性、或易燃易爆的化学药品和各种生物样品，因此必须十分重视安全防范工作，以防造成环境污染和危害身体健康。实验室的主要危害源有生物、化学、物理三大类，实验室安全防护主要涉及生物安全、化学安全和消防安全等。

### 一、生物安全

所谓生物危险是指暴露于危险性微生物的机会。生物安全贯穿于实验的整个过程，从取样开始到所有潜在危险材料的处理。生物安全的保护对象包括自己、同事、社区和环境。

实验所用来自临床的标本是潜在的生物传染源，包括病毒、细菌等病原微生物对实验室人员的感染和周围环境的污染。临床生物化学检验常用的人体标本有血液、尿液、胸水、腹水和脑脊液等，其中以血液标本最为常用。

血液成分受饮食、情绪、运动和体位等因素的影响，一般应在安静、空腹状态下采集血液标本。在标本采集前应根据实验目的、方法和要求选择合适的标本类型和抗凝剂，决定采血方法和采血量。采血用注射器、棉球等物品应放置在指定容器内，切勿随意丢弃。

标本保存与处理方法是否适当，直接关系到检验结果的准确性和对环境的影响。如果标本不能立即测定，应选择适当的保存方法。实验过程中应使用指

定的容器存放标本，严防污染，避免身体接触。如不慎玷污皮肤、衣物或实验台面，应及时清洗和消毒。实验完毕，剩余的血标本以及使用过的一次性器材由专人负责，按规定程序消毒和处理；并以消毒液浸泡、流水冲洗双手。

其他感染性废物和器材应放置在指定容器内，按照生物安全实验室管理技术规范处置程序进行消毒、隔离、包装、转运和保存。

## 二、化学安全

临床生物化学检验实验过程中，经常涉及许多到化学试剂，应特别注意以下几点。

1. 使用强酸、强碱时，必须戴防酸手套小心地操作，防止溅出。量取这些试剂时，若不慎溅在实验台上或地面，必须及时用湿抹布擦洗干净。强碱（如氢氧化钠，氢氧化钾）触及皮肤而引起灼伤时，要先用大量自来水冲洗，再用2%或5%乙酸溶液涂洗。强酸、溴等触及皮肤而致灼伤时，立即用大量自来水冲洗，再以5%碳酸氢钠溶液或5%氢氧化铵溶液洗涤。酚类触及皮肤引起灼伤，首先用大量的水清洗，再用肥皂和水洗涤，忌用乙醇。

2. 使用可燃物，特别是易燃物（如乙醚、丙酮、乙醇、苯、金属钠等）时，应避免靠近火焰。低沸点的有机溶剂禁止在火上直接加热，只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。

3. 实验产生的废液应倒入指定容器内，尤其是强酸和强碱不能直接倒在水槽中，应由专人负责处理。

4. 有毒物品应按实验室的规定办理审批手续后领取，使用时严格操作，用后妥善处理。

## 三、消防安全

1. 首次进入实验室开始实验前，应了解煤气总阀门、水阀门及电闸所在处。离开实验室时，一定要将室内检查一遍，将水、电、煤气的开关关好。

2. 使用电器设备（如烘箱、恒温水浴、离心机、电炉等）时，严防触电。绝不可用湿手或在眼睛旁视时开关电闸和电器开关。操作前用试电笔检查电器设备是否漏电，凡是漏电的仪器，一律不能使用。

3. 如果不慎倾出了相当量的易燃液体，则应立即关闭室内所有的火源和电加热器，开启窗户通风，用毛巾或抹布擦拭洒出的液体，并将液体拧到大的容器中，然后再倒入带塞的玻璃瓶中。

4. 易燃和易爆炸物质的残渣（如金属钠、白磷、火柴头）不得倒入污物桶或水槽中，应收集在指定的容器内。

实验中一旦发生了火灾应保持镇静。首先立即切断室内一切火源和电源，然后根据具体情况正确地进行抢救和灭火。

## 第二节 临床生物化学检验实验器材

临床生物化学检验实验常用器材包括玻璃器皿、加样器、电子天平、水浴箱、离心机等。掌握这些常用器材的正确使用和维护方法,对保证实验结果的准确性至关重要。

### 一、实验用玻璃器皿的清洗、使用和校正

#### (一) 实验用玻璃器皿的分类

实验用玻璃器皿分为容器类和量器类。容器类玻璃器皿为常温或加热条件下物质的反应容器和贮存容器,包括试管、烧杯、锥形瓶、滴瓶、漏斗等。量器类玻璃器皿用于计量溶液体积,不可用作实验容器,包括量筒、移液管、吸量管、容量瓶、滴定管等。

#### (二) 普通玻璃器皿的清洗

玻璃仪器是否清洁,直接影响测定结果的准确性。根据实验目的不同,清洗液的种类和配置方法也不同,冲洗方法也不同。一般实验要求玻璃仪器清洁透明,冲洗水沿器壁自然下流时不挂水珠,烘干后玻璃表面无可见的污渍。

**1. 新购玻璃器皿的清洗** 新购的玻璃器皿表面常附着有游离的碱性物质,可按照下列程序清洗:①选用大小合适的毛刷,用肥皂水(或去污粉)洗刷内外表面(内壁用旋转手法刷洗);②用自来水冲洗至容器壁不挂水珠;③在1%~2%盐酸溶液中浸泡过夜(不少于4h);④用流水冲洗干净;⑤用蒸馏水冲洗2~3次。⑥在100~130℃烘箱内烤干备用。

#### 2. 使用过的玻璃器皿的清洗

(1) 容器类玻璃器皿 容器类玻璃器皿使用后应立即浸泡于清水中,以免粘污物质干涸。清洗时按照下列程序操作:①用自来水洗刷至无污物;②选用大小合适的毛刷沾取去污粉(掺入肥皂粉)刷洗将器皿内外(内壁用旋转手法刷洗);③用自来水冲洗干净;④用蒸馏水冲洗2~3次;⑤烤干或倒置在清洁处,干后备用。

(2) 量器类玻璃器皿 量器类玻璃器皿使用后应立即浸泡于凉水中,勿使物质干涸。清洗时按照下列程序操作:①用流水冲洗,除去附着的试剂、蛋白质等物质;②晾干,在铬酸洗液中浸泡4~6h(或过夜);③用自来水充分冲洗干净;④用蒸馏水冲洗2~4次,晾干备用。

(3) 比色皿 使用完毕立即用自来水反复冲洗干净,如有污物附着冲洗不净时,可用盐酸或适当溶剂清洗,再用自来水反复冲洗干净,最后用蒸馏水冲洗干净,倒置于干净滤纸上晾干备用。切忌用试管刷或粗糙的布或纸擦拭,以免损坏比色皿透光度。应避免用较强的碱或强氧化剂清洗。

(4) 其他 传染性标本(如病毒、传染病患者的血清等)粘污过的容器,应浸泡在杀菌剂(5%煤酚皂溶液)中过夜,进行消毒后再清洗。

3. 清洁液的配制和使用 清洁液的配方有数种（表 1-1），可按需要选用。

表 1-1 清洁液的配方

配方	1	2	3
重铬酸钾 (g)	80	50	200
粗浓硫酸 (ml)	100	900	500
水 (ml)	1000	100	500

配制时，先将重铬酸钾溶于水，加热助溶，待冷。然后将工业用浓硫酸缓慢加入上液中，边加边搅拌，切勿过快，以免产生高热使容器破裂。切忌把重铬酸钾溶液向硫酸中倾倒。配制时，根据用量选用烧杯或陶瓷缸作容器。

清洁液的腐蚀性强，用时注意不要溅在皮肤和衣服上。因其吸水性较强，故应加盖贮存，盛放清洁液的容器应放置在无人走动的固定位置。如果清洁液的颜色逐渐变为绿色，表示效力降低，可再加入适量的重铬酸钾和浓硫酸，还可继续使用；如已变成黑色，则不能再用。

清洁液适用于事先清洗过但未能洗净的玻璃器皿，但需在器皿干燥后浸泡。未清洗或未消毒的器皿不要直接浸泡于清洁液中，否则会使清洁液迅速失效，减低洗涤能力。

### （三）普通玻璃器皿的使用

1. 量筒 量筒是实验中常用的度量液体的量器，用于不太精密的液体计量，用充量表示。使用时根据需要选用各种不同容量规格的量筒。例如量取 8ml 液体时，应选用 10ml 量筒（测量误差为  $\pm 0.1\text{ml}$ ）；如果选用 100ml 量筒量取 8ml 液体体积，则至少有  $\pm 1\text{ml}$  的误差。

量筒不能用作反应容器，不能装热的液体，更不可对其加热。

读取量筒刻度值时，一定要使视线与量筒内液面（半月形弯曲面）的最低点处于同一水平线上，否则会增加体积的测量误差。

2. 容量瓶 容量瓶主要是用于把精密称量的物质配制成准确浓度的溶液，或是将准确容积及浓度的浓溶液稀释成准确浓度及容积的稀溶液。

容量瓶是一种细颈梨形的平底瓶，瓶颈上有环形标线，表示在所指温度下（一般为  $20^{\circ}\text{C}$ ）液体充满至标线时的容积。常用的容量瓶有 25ml、50ml、100ml、250ml、500ml、1000ml 等规格。

容量瓶与瓶塞要配套使用，使用前应检查是否漏水。工作中不要一次性地将溶液加至刻度。不宜用容量瓶长期存放溶液。另外，容量瓶不能在烘箱中烘烤，不许以任何形式对其加热。

3. 吸量管 吸量管是用于准确量取一定体积液体的量出式的玻璃量器，常用的吸量管有三类：奥氏吸量管、移液管和刻度吸量管。

刻度吸量管常用于量取 10ml 以下任意体积的液体。每根吸量管上都有许多等分刻度，刻度标记有不同方式，常见的有全流出式和不完全流出式两种。



全流出式吸量管的上端常标有吹字，刻度包括尖端部分，欲将所量取液体全部放出时，应将管尖的液体吹出。不完全流出式吸量管的刻度不包括吸量管的最下部分，使用时放液至相应的容量刻度线处即可。

近来为便于准确快速地选取所需的吸量管，国际标准化组织统一规定：在刻度吸量管的上方印上各种彩色环，不完全流出式在单环或双环上方再加印一条宽 1~1.5mm 的同颜色彩环。其容积标志见表 1-2。

表 1-2 刻度吸量管的容积标志

标准容量 (ml)	0.1	0.2	0.25	0.5	1	2	5	10	25	50
色标	红	黑	白	红	黄	黑	红	桔红	白	黑
环数	单	单	双	双	单	单	单	单	单	单

用吸量管移取溶液时，应规范操作。移取溶液时，用右手的大拇指和中指拿住管上方，无名指和小指分置吸量管前后协助固定，示指向上配合左手操作。吸量管下端插入溶液中 1~2cm，左手用吸耳球慢慢将溶液吸入管内。当液面升高到刻度以上时，立即用右手的示指按住管口，将吸量管下口提出液面，管的末端靠在盛溶液器皿的内壁上，略为放松示指，使液面平稳下降，直到溶液的弯月面与标线相切时，立即用示指压紧管口，使液体不再流出。取出移液管（吸量管），以干净滤纸片擦去吸量管末端外部的溶液，然后插入承接溶液的器皿中，使管的末端靠在器皿内壁上。此时吸量管应垂直，承接的器皿倾斜，松开示指，让管内溶液自然地沿器壁流下，等待 10~15s 后，拿出吸量管。

**4. 试管** 常用规格为 10mm×75mm、13mm×100mm、15mm×150mm 等，用玻璃或塑料制成。试管规格和质量的选择依实验而定。现在实验室多使用化学清洁的一次性试管，以保证实验的质量。

**5. 烧杯** 烧杯是用于盛放液体、加热和溶解试剂时常用的玻璃器皿，经常与容量瓶配合使用。使用时切勿用手接触其内壁，溶解或混匀试剂时可用玻璃棒轻轻搅拌助溶或助匀。烧杯内试剂倾入容量瓶时，注意多次冲洗烧杯，一并倾入容量瓶内。

**6. 漏斗** 漏斗多用于过滤和收集沉淀物。在定量分析中，选用大小合适的滤纸，对角折叠两次后 1:3 分开放入漏斗内，纸的边缘不能超出漏斗上缘，滤纸的大小要与欲过滤液量相配，过大会使滤液回收量减少、所含成分浓缩从而影响实验的结果。

#### （四）常用玻璃量器的校正

在校正量器之前，必须先熟悉它们的正确使用方法，校正时的使用方法必须和实际工作中的使用方法一致。

**1. 校正量器的方法** 校正方法采用量器在某温度时所容纳的水重量，来推算其体积。由于量器的容积随温度而变化，因此必须确定温度量器才有其意义。温度的选择以接近实验室全年平均温度为佳，一般采用 20℃。例如，20℃ 1000ml 的容量瓶是指在 20℃ 时容积为 1000ml；如果温度超过 20℃，其容积大