

“十二五”国家级民族药实验教学示范中心系列教材



药剂学实验

葛月宾 主编

YAOJIXUE SHIYAN



化学工业出版社

“十二五” 国家级民族药学实验教学示范中心系列教材

药剂学实验

葛月宾 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《药剂学实验》的主要内容分为绪论、实验操作技术与原理、剂型制备和附录四个部分。第一章“绪论”为药剂学实验要求和实验报告撰写。第二章“实验操作技术与原理”主要介绍药剂学实验所涉及的基础理论和基本技能,共10个方面,具体包括药物的称量,药物的溶解与分散,表面活性剂与乳化,灭菌与无菌操作,粉碎、过筛与混合,制粒,压片,包衣,制剂稳定性和物相鉴定。第三章“剂型制备”主要选择实用性和可操作性强的实验项目,具体包括:液体制剂4个;固体制剂3个;半固体制剂2个;中药制剂1个;药物制剂理论配套实验6个以及新剂型新技术9个。“附录”部分介绍了《中国药典》2015年版四部中规定的注射剂和片剂的质量检查。

《药剂学实验》作为“十二五”国家级民族药学实验教学示范中心系列教材之一,也是中南民族大学国家级教师教学发展示范中心教学改革专题研究项目暨国家民委高等教育教学改革研究项目“前言导读+专题研讨+项目实训:民族院校本科专业课程模块化教学改革研究”的成果之一,可供药学、中药学、工学(制药工程等)及其相关学科专业的本科、专科、研究生药剂学基础实验课选用。

图书在版编目(CIP)数据

药剂学实验/葛月宾主编. —北京:化学工业出版社, 2016.4

“十二五”国家级民族药学实验教学示范中心系列教材

ISBN 978-7-122-25910-3

I. ①药… II. ①葛… III. ①药剂学-实验-教材
IV. ①R94-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第307395号

责任编辑:褚红喜 宋林青

装帧设计:关 飞

责任校对:边 涛

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:三河市延风印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张14¼ 字数283千字 2016年3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:29.80元

版权所有 违者必究

《药剂学实验》编写组

主 编：葛月宾

编写人员：葛月宾 胡 燕 王少兵

尚莹莹 操冰冰 董晓莹

前言

药剂学是研究药物处方组成、配制理论、生产技术以及质量控制等内容的综合性应用技术科学。生命、材料、化工、信息等科学领域的快速发展推动了药剂学及其分支学科的迅速进步。药剂学实验是一门应用实践性很强的课程，是药剂学的重要组成部分。本着强调基础理论、基本知识和基本技能的宗旨，通过典型制剂的处方设计、制备操作、质量评定等实验内容，使药学及其相关专业本科生在学习药剂学理论课程的同时，能够进一步掌握主要剂型的基本理论、处方设计原理、制备方法；掌握主要剂型的质量控制、影响因素及解决方法；熟悉不同剂型在体外释药及稳定性测定；了解常用制剂仪器与设备。药剂学实验的宗旨是培养学生独立开展实验、分析问题和解决问题的能力，为将来从事制剂生产提供一个实践基础，为将来参加制剂新品种、新剂型、新工艺、新技术的研究与开发等打下坚实基础。

《药剂学实验》的主要内容分为绪论、实验操作技术与原理、剂型制备和附录四个部分。第一章“绪论”包括药剂学实验要求和实验报告撰写。第二章“实验操作技术与原理”主要介绍药剂学实验所涉及的基础理论和基本技能，帮助学生更好地掌握和开展剂型制备实验内容，共 10 个方面，具体包括药物的称量，药物的溶解与分散，表面活性剂与乳化，灭菌与无菌操作，粉碎、过筛与混合，制粒，压片，包衣，制剂稳定性和物相鉴定。第三章“剂型制备”主要通过选择实用性和可操作性强的实验项目，帮助学生掌握药剂学实验的基本操作和综合分析解决问题的能力，具体包括：液体剂型 4 个（溶液剂、乳剂、混悬剂、注射剂）；固体剂型 3 个（散剂、颗粒剂与胶囊剂、片剂）；半固体剂型 2 个（软膏剂、栓剂）；中药制剂 1 个（浸出制剂）；药物制剂理论配套实验 6 个（溶解度与油水分配系数的测定、流体流变性质的测定、药物解离常数的测定、溶液稳定性的加速试验、固体制剂稳定性、粉体性质的测

定)；以及新剂型新技术 9 个(固体分散体、包合物、分散片、缓释制剂、小丸剂、微囊、微球、脂质体、凝胶贴膏剂)。“附录”部分主要介绍了《中国药典》2015 年版四部中规定的注射剂和片剂的质量检查。本书实验剂型基本包括了医药市场流通与临床所使用的常见品种，还涉及发展较快的口服速释制剂、缓控释制剂、靶向给药制剂、黏膜给药制剂、透皮控释制剂等新型给药系统。在编写过程中，内容主要注重理论结合实践，层次分明，注重广泛性与代表性，注重先进性与实用性。

本书作为“十二五”国家级民族药学实验教学示范中心系列教材之一，也是中南民族大学国家级教师教学发展示范中心教学改革专题研究项目暨国家民委高等教育教学改革研究项目“前言导读+专题研讨+项目实训：民族院校本科专业课程模块化教学改革研究”的成果之一，可供药学、中药学、制药工程等及相关专业本科生、专科生、研究生药剂学基础实验课选用。本书在编写过程中得到了各位编者的大力支持和协助，在此为大家所付出的辛勤工作表示衷心感谢。限于编者的水平有限，本书的不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

《药剂学实验》编写组

2015 年 11 月

目 录

第一章 绪 论 / 1

第一节 药剂学实验要求	1
第二节 药剂学实验报告撰写	3

第二章 实验操作技术与原理 / 7

第一节 药物的称量	7
第二节 药物的溶解与分散	10
第三节 表面活性剂与乳化	16
第四节 灭菌与无菌操作	19
第五节 粉碎、过筛与混合	23
第六节 制粒	27
第七节 压片	29
第八节 包衣	32
第九节 制剂稳定性	36
第十节 物相鉴定	40

第三章 剂型制备 / 46

实验一 低分子溶液剂与糖浆剂的制备	46
实验二 乳剂的制备	51
实验三 混悬剂的制备	58
实验四 注射剂的制备	65
实验五 散剂的制备	72
实验六 颗粒剂和胶囊剂的制备	76
实验七 片剂的制备	82
实验八 软膏剂的制备	88
实验九 栓剂的制备	96
实验十 浸出制剂的制备	101

实验十一	药物溶解度与油水分配系数的测定	106
实验十二	流体流变性质的测定	111
实验十三	药物解离常数的测定	114
实验十四	溶液稳定性的加速试验	119
实验十五	固体制剂稳定性试验方法	126
实验十六	粉体性质的测定	130
实验十七	固体分散体的制备	137
实验十八	β -环糊精包合物的制备	144
实验十九	分散片的制备	151
实验二十	缓释制剂的制备	155
实验二十一	小丸的制备	161
实验二十二	微囊的制备	168
实验二十三	微球的制备	174
实验二十四	脂质体的制备	178
实验二十五	凝胶贴膏剂的制备	185

附 录 / 189

附录一	注射剂的质量检查	189
附录二	片剂的质量检查	203

参考文献 / 218

第一章

绪论

第一节 药剂学实验要求

一、药剂学实验的目的

药剂学为综合性应用技术科学，实验教学在药剂学的教学过程中具有非常重要的意义，通过药剂学实验课应达到以下目的。

(1) 通过典型制剂的制备，掌握各类剂型的定义、分类、特点、制备方法及质量控制等，以验证、巩固和深化扩展课堂教学的基本理论与知识，为工业上生产药物制剂、剂型与工艺设计奠定初步基础。

(2) 通过实验训练，熟悉制剂生产中常用设备和检测仪器的结构、性能、使用 and 保养方法。

(3) 培养学生细致的实验观察能力、实事求是的作风、科学的思维方法以及独立总结实验结论的能力，为今后从事科研和制剂生产奠定基础。

二、学生实验守则

(1) 开展实验前，须认真预习实验内容，明确实验目的与要求，弄清实验有关基本原理、操作步骤、方法以及安全注意事项，了解实验流程，能有序按照计划进行实验。

(2) 进入实验室必须穿实验服，穿戴整齐，不能穿拖鞋。

(3) 以严谨、科学求真的态度，按照《药剂学实验》要求，在老师的指导下进行实验，不捏造、更改数据。

(4) 爱护实验仪器设备，节约使用试剂和药品。遵守实验操作规程，做到认真操作，积极思考。细致观察实验现象，并做好实验数据记录和报告。使用危险品要严格按照规程操作并注意安全。

(5) 实验后, 应将所用仪器洗净并整齐地放回实验台上。由实验老师检查后, 方可离开实验室。如有仪器损坏, 必须及时登记补领。

(6) 写实验报告时, 应记录所得原始数据, 不得捏造, 联系理论知识, 认真处理数据, 分析问题, 写出实验报告, 并及时交指导老师批阅。

(7) 值日学生应该进行安全检查, 做好室内清洁, 关好门、窗、水、电。

三、实验室安全守则及事故处理

由于药剂学实验会接触易燃、易爆的化学药品, 还经常使用水、电和各种加热用具(如酒精灯、酒精喷灯、电炉、水浴锅等), 所以必须充分重视安全问题。为此, 实验前应充分了解有关安全注意事项, 实验过程中严格遵守操作规程, 以避免事故发生。

1. 实验室安全守则

(1) 实验前应检查仪器是否无损, 装置是否正确, 在征求指导教师同意后, 方可进行实验。

(2) 实验时, 不得离开岗位, 随时注意观察和记录实验现象。

(3) 不许用手直接取用固体药品及试剂, 不能将多取出的原辅料、试剂等倒回试剂瓶中, 以免污染。

(4) 使用电炉时, 须在电炉下垫上石棉板, 电炉周围不得摆放易燃、易爆物品, 如塑料、纸张、酒精、氯仿等; 注意电源线不能紧贴在电炉上, 以防电源线熔化, 导致火灾、触电等事故发生。

(5) 使用酒精灯时, 应随用随点, 不用时盖上灯罩。严禁用燃着的酒精灯点燃其他酒精灯, 以免酒精流出而导致失火。

(6) 加热时, 不能将加热的容器口朝向自己或他人; 也不能俯视正在加热的液体, 以防溅出液体烫伤眼、脸。

(7) 嗅闻气体时, 鼻子不能直接对着瓶口或试管口, 应用手轻轻将少量气体扇向自己的鼻孔。

(8) 凡产生刺激性的、有恶臭的、有毒的气体(如乙醚、氯仿等)的实验, 应在通风橱内进行。

(9) 使用易燃、易爆药品, 应严格遵守操作规程, 远离明火。绝对不允许擅自随意混合各种化学药品, 以免发生意外事故。

(10) 浓酸浓碱具有强腐蚀性, 使用时要小心, 切勿溅在衣服、皮肤及眼睛上。稀释浓硫酸时, 应将浓硫酸慢慢倒入水中并搅拌, 而不能将水倒入浓硫酸中。

(11) 有剧毒药品(如重铬酸钾、铅盐、砷的化合物、汞的化合物, 特别是氰

化物)不能进入口内或接触伤口,也不能将其随便倒入下水道,应该按要求倒入指定容器内。

(12)实验室内严禁吸烟、饮食。实验结束,应立即关闭水、电,洗净双手,方可离开实验室。

2. 实验室事故处理

实验中出现事故,根据事故性质、大小和伤害严重程度等,一般由学生直接处理、报告老师处理和到相关医疗机构救治等几种处理方法。

实验过程中发生以下事故,一般可以采取的救护措施包括以下几个方面。

(1)浓酸、浓碱洒在衣服或皮肤上时,应立即用大量水冲洗,再分别用2%碳酸氢钠溶液或2%醋酸擦洗,再用水冲洗后,外敷氧化锌软膏或硼酸软膏。

(2)当眼睛溅入腐蚀性药品时,应立即用大量水冲洗,但注意水压不应太大,待药物充分洗净后再就医。当眼睛里进入碎玻璃或其他固体异物时,应闭上眼睛不要转动,立即到医务室就医。

(3)实验室闻到异常气味时,应迅速检查异常气味来源,并尽快进行处理,或报告老师进行处理。不慎吸入有刺激、有毒气体时,应立即到室外做深呼吸,呼吸新鲜空气,严重者到医院进行医治。

(4)当烫伤时,在烫伤处抹上黄色的苦味酸溶液或烫伤膏,切勿用水冲洗。

(5)毒物误入口内,可取5~10mL稀硫酸铜溶液,加入一杯温水中,内服后用食指伸入喉咙,促使呕吐,然后立即送医院治疗。

(6)人体触电时,应立即切断电源,或用非导体将电线从触电者身上移开。如有休克现象,应将触电者移到有新鲜空气处立即进行人工呼吸,并请医生到现场抢救。

(7)实验过程中万一发生着火,应根据起火原因采取相应的方法。一般的小火可用湿布、石棉布覆盖燃烧物灭火。火势大时,可使用泡沫灭火器。但电器设备引起的火灾,只能用四氯化碳灭火器灭火。衣服着火时,切勿乱跑,应赶快脱下衣服,用石棉布覆盖着火处,或者就地卧倒打滚,也可起到灭火的作用。若火势较大,应立即报警。

第二节 药剂学实验报告撰写

药剂学是研究药物配制理论、生产技术以及质量控制、合理利用等内容的综合性应用技术学科,其基本任务是将药物制成适宜的剂型,保证以质量优良的制剂满足医疗卫生的需要。药剂学实验是学习药剂学的重要组成部分,而实验过程中进行规范、科学地撰写实验报告是药剂学实验的一项重要组成内容。

一、实验报告撰写原则

药剂学实验报告的书写一般分为实验目的、实验原理、实验材料和仪器、实验内容与操作(包括处方与处方分析、操作步骤、实验中需要注意的问题)、实验结果与分析、实验结果与讨论、思考题几个方面。实验过程中应记录下实验原始数据,以保证报告的真实可靠性,不得擅自篡改数据。

1. 实验目的

通过药剂学实验所需达到的目的主要有以下几个方面。

(1) 基本型实验

掌握各种剂型的制备工艺和基本操作,熟悉各种剂型的处方、常用辅料、主要质量控制指标等内容,训练学生发现问题和解决问题的能力,培养严谨认真的科学态度和工作作风。

(2) 提高型实验

提高型实验包括基本理论实验、应用性实验和综合设计型实验。通过基本理论实验,使学生巩固和深入理解课堂上学到的药物制剂基本理论,掌握药物剂型设计的相关原理,为剂型设计与创新打下基础;应用性实验使学生初步掌握目前制剂工业上已广泛应用的制剂技术;通过综合设计型实验,学生自行完成处方设计和制备工艺、质量检查等步骤,锻炼综合实验能力,培养学生进行药物制剂处方与工艺设计的能力。

(3) 研究创新型实验

通过研究创新型实验使学生掌握研究创新剂型的基本思路与程序,掌握药物剂型与新技术研究的基本方法,培养学生的创新精神与能力。

2. 实验原理

依据各个剂型的制备原理,选择各种不同剂型的制备,主要剂型包括溶液型液体制剂、混悬型液体制剂、乳剂、注射剂、片剂、软膏剂、栓剂、片剂的包衣、固体分散体的制备及验证、微囊、脂质体等。另外,也包含有关药物剂型相关性质的实验原理,如粉体流动性测定、药物溶解性与油水分配系数、药物的增溶与助溶等。必要时结合《中国药典》(2015年版)相关标准,进行实验要求设定。每种不同剂型制备的实验原理,有很大的不同,应结合具体操作制定合适的实验原理。撰写报告时,对于实验原理,可简明扼要地写出主要部分。

3. 实验内容

(1) 实验材料与器材

根据实验情况,写出实际所需实验材料和仪器。

(2) 实验内容与操作

应先写出制作处方（所有制剂成分的名称、数量和作用），根据处方确定实验内容（实验的每一个步骤及其流程说明），且应根据实验内容制定注意事项，并写下各剂型应进行的质量检查：溶液型制剂应进行性状、鉴别、检查、含量测定；混悬型液体制剂进行外观、沉降稳定性检查；乳剂的质量检查项有乳剂类型鉴别（稀释法、染色镜检法），乳滴最大直径和最多直径（显微镜法：取乳剂少量置载玻片上，加盖玻片后在显微镜下观察，记录乳滴最大和最多直径），计算各处方的混合 *HLB* 值等；注射剂应进行装量差异、澄明度、*pH* 值、含量测定、热原、无菌检查、颜色等质量检查项；散剂质量检查有外观均匀度（肉眼或显微镜观察）、粒度检查等；颗粒剂的质量检查项为外观均匀度、溶解性实验等；片剂质量检查有外观、硬度、崩解时限（记录崩解所需的准确时间）、溶出度、含量均匀度（小含量药片）、重量差异等，按规定凡检查含量均匀度的片剂，不再检查重量差异，凡检查溶出度的片剂，不再检查崩解时限；软膏剂的质量检查项为外观、重量、重量差异、融变时限等；片剂的包衣应检查外观、增重、硬度、崩解时限、耐湿、耐水、溶出度，并与素片比较，且按规定，凡进行溶出度的检查，不再检查崩解时限；微囊主要测定其粒径大小及其分布、释放度等。

4. 实验结果与讨论

记录实验现象和实验数据包括将原始数据进行计算、比对，填入制定的表格中，要求简单清晰，便于后续分析数据和讨论。不得篡改数据，保证实验的真实性、可靠性。

根据所得实验结果，讨论实验中的一些现象、影响实验结果的因素、实验失败的原因、实验体会及对该实验不合理的部分的改进意见等。通过讨论，分析自身实验中错误的操作，进行正确的分析，以便了解问题出在什么环节，从而提醒下次实验不再犯错。有些实验误差是不可避免的，通过分析，提出最佳方案将此误差降低到最小。虽然药剂学实验中每种剂型的制备不一样，但可以通过分析将其联系在一起，让自己更深入地了解各种制剂的性质特点、实验操作、制备方法等；通过实验验证理论知识和分析，整合联系理论和实验，让自己更深入地掌握药剂学相关知识。

5. 实验思考

通过查阅资料和深入思考，认真填写思考题，对实验做一个深度总结，也可以延伸知识链，开拓思维。

每一个实验的要求各有不同，在实验前，应认真预习实验讲义，做好准备工作，以便实验能够顺利进行；实验时，应端正态度，小心严谨，认真做好记录；做完实验后，根据实验要求，认真撰写实验报告，分析数据，得出正确的结论。让自己学有所思，学有所得。

二、实验报告基本格式

实 验 报 告

年级：_____ 专业：_____ 上课日期：_____年____月____日

实验名称						
学生姓名		学号		实验合作者姓名		
指导教师(签名)		评 阅 日 期			实验报告分	
实验报告基本内容：一、实验目的；二、实验原理；三、主要器材；四、实验方法；五、结果与分析(包括实验测定原始数据、数据处理及结论、观察结果绘图、结果分析)；六、思考题						
指导教师评语						

第二章

实验操作技术与原理

第一节 药物的称量

一、药物的称量方法

固体药物常以克(g)为单位,根据药物量的多少,选用不同的分析天平称量。液体药物常以毫升(mL)为单位,选用不同的量杯或量筒进行量取。用量较少的液体药物,也可采用滴管计滴数量取(标准滴管在20℃时,1mL水应为20滴),量取液体药物后,应用少许溶剂洗涤量器,洗涤液合并于容器中,以减少药物的损失。《中国药典》(2015年版)规定取样量的准确度和试验精密度:试验中供试品与试药等“称重”或“量取”的量,均以阿拉伯数字表示,其精密度可根据数值的有效数位来确定,如称取“0.1g”,系指称取重量^①可为0.06~0.14g;称取2g,系指称取重量可为1.5~2.5g;称取2.0g,系指称取重量可为1.95~2.05g;称取2.00g,系指称取重量可为1.995~2.005g。“精密称定”系指称取重量应准确至所取重量的千分之一;“称定”系指称取重量应准确至所取重量的百分之一;“精密量取”系指量取体积的准确度应符合国家标准中对该体积移液管的精密度要求;“量取”系指可用量筒或按照量取体积的有效数位选用量具。取用量为“约”若干时,系指取用量不得超过规定量的±10%。

二、称量工具

1. 分析天平

(1) 分类

分析天平的种类较多,包括机械式、电子式、手动式、半自动式、全自动式等。

^① 《中国药典》(2015年版)采用的计量单位名称:质(重)量。

(2) 产品特点

分析天平是比台秤更为精确的称量仪器,可精确称量至 0.0001g (即 0.1mg) 以上。分析天平类型多种多样,但其原理与使用方法基本相同。

(3) 原理

机械天平根据杠杆原理,当天平达平衡时,物体的质量即等于砝码的质量。电子分析天平多采用电磁平衡方式,因称出的是重量,需要校准来消除重力加速度的影响。

2. 托盘天平称量方法

(1) 直接称量法

称量物体,如烧杯、表面皿、坩埚等,一般采用直接称量法。即用砝码直接与称物平衡,此时砝码的质量就是被称物的质量。所称固体试样如果没有吸湿性并在空气中是稳定的,可用直接称量法。

称量方法:用一条干净的纸条拿取被称物放入天平的称量盘,然后去掉纸条,在砝码盘上加砝码。天平平衡时,砝码所标示的质量就等于被称物的质量。

(2) 增量法

此法一般用来称量规定质量的试样。

称量方法:将盛物容器放于天平的称量盘,在砝码盘上加适当的砝码使之平衡,得到盛物容器重 W_0 ,然后在砝码盘上添加与所称试样同重的砝码,用牛角勺取试样加于盛物容器中,直至达到平衡。此时,砝码总重 W ,则称取的样品重为 $W - W_0$ 。

(3) 减量法

此法一般用来连续称取几个试样,其量允许在一定范围内波动,也用于称取易吸湿、易氧化或易与二氧化碳反应的试样。称量方法:将适量试样装入称量瓶中,称得称量瓶及试样质量为 W_1 ,然后将称量瓶,从天平盘上取出,举放于容器上方,瓶口向下稍倾,捏住称量瓶盖,轻敲瓶口上部,使试样慢慢落入容器中,当倾出的试样已接近所需要的质量时,慢慢地将称量瓶竖起,再用称量瓶盖轻敲瓶口下部,使瓶口的试样集中到一起,盖好瓶盖,放回到天平盘上称量,得 W_2 ,两次称量之差就是试样的质量。如此继续进行,可称取多份试样。如果一次倒入容器的药品太多,必须弃去重称,切勿放回称量瓶。如果倒入的试样不够可再加一次,但次数宜少。

第一份 试样重 $(\text{g}) = W_1 - W_2$

第二份 试样重 $(\text{g}) = W_2 - W_3$

(4) 指定法

对于性质比较稳定的试样,有时为了便于计算,则可称取指定质量的样品。用指定法称量时,在天平盘的两边各放一块表面皿(它们的质量尽量接近),调节天平的平衡点在中间刻度左右,然后在左边天平盘内加上固定质量的砝码,在右边天平盘内加上试样(这样取放试样比较方便),直至天平的平衡点达到原来的数值,此时试样的质量即为指定的质量。

3. 电子天平称量方法

(1) 递减称量法

递减称量法又称减量法，用于称量一定质量范围的样品或试剂。在称量过程中，样品易吸水、易氧化或易与 CO_2 等反应时，可选择此法。由于称取试样的质量是由两次称量之差求得，故也称差减法。

称量方法：从干燥器中用纸带（或纸片）夹住称量瓶后，取出称量瓶（注意：不要让手指直接接触及称量瓶和瓶盖），用纸片夹住称量瓶盖柄，打开瓶盖，用牛角匙加入适量试样（一般为称一份试样量的整数倍），盖上瓶盖。称出称量瓶加试样后的准确质量。将称量瓶从天平上取出，在接收容器的上方倾斜瓶身，用称量瓶盖轻敲瓶口上部使试样慢慢落入容器中，瓶盖始终不要离开接收器上方。当倾出的试样接近所需量（可从体积上估计或试重得知）时，一边继续用瓶盖轻敲瓶口，一边逐渐将瓶身竖直，使沾附在瓶口上的试样落回称量瓶，然后盖好瓶盖，准确称其质量。两次质量之差，即为试样的质量。按上述方法连续递减，可称量多份试样。有时一次很难得到合乎质量范围要求的试样，可重复上述称量操作 1~2 次。

(2) 直接称量法

此法是将称量物直接放在天平盘上称量物体的质量。例如，称量小烧杯的质量，容量器皿校正中称量某容量瓶的质量，重量分析实验中称量某坩埚的质量等，都使用这种称量法。

(3) 固定质量称量法

固定质量称量法又称增量法，此法用于称量某一固定质量的试剂（如基准物质）或试样。这种称量操作的速度很慢，适于称量不易吸潮、在空气中能稳定存在的粉末状或小颗粒（最小颗粒应小于 0.1mg ，以便容易调节其质量）样品。固定质量称量法注意：若不慎加入试剂超过指定质量，应先关闭开关旋钮，然后用牛角匙取出多余试剂。重复上述操作，直至试剂质量符合指定要求为止。严格要求时，取出的多余试剂应弃去，不要放回原试剂瓶中。操作时不能将试剂散落于天平盘等容器以外的地方，称好的试剂必须定量地由表面皿等容器直接转入接收容器，此即所谓“定量转移”。

三、称量工具使用方法

1. 电光分析天平（电光半自动天平）使用规则和注意事项

① 称量前应检查天平是否正常，是否处于水平位置，吊耳、圈码是否脱落，玻璃框内外是否清洁。

② 应从左右两门取放称量物和砝码。称量物不能超过天平负载（如 200g ），不能称量热的物体。腐蚀性或吸湿性物体必须放在密闭容器中称量。

③ 开启升降旋钮（开关旋钮）时，一定要轻放，以免损伤玛瑙刀口。每次加