

•化学实验•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201810001

www.dxhx.pku.edu.cn

基础化学教学实验室试剂和仪器的科学细化管理

欧阳小清, 董志强, 阮婵姿, 潘蕊, 吕银云, 张春艳, 翁玉华, 许振玲, 颜长明, 任艳平*
厦门大学化学化工学院, 化学国家级实验教学示范中心(厦门大学), 福建 厦门 361005

摘要: 介绍了厦门大学化学国家级实验教学示范中心基础化学实验(一)实验室在试剂和仪器科学细化管理方面的一些具体做法, 如试剂的排序存放、计划补充、优化使用及仪器的“五防”和“三位一体”管理模式。通过对试剂、仪器一系列规范、有序、科学的细化管理, 节约了试剂用量, 减少了废物排放量, 保证了干净整洁的实验环境; 培养了学生良好的实验习惯, 保证了仪器的正常运行及获得准确的实验数据, 并提高了仪器的使用寿命, 为实验教学的顺利开展提供了有力的保障。希望能为国内高校化学教学实验室相关方面管理提供可借鉴的经验。

关键词: 基础化学教学实验室; 试剂; 仪器; 细化管理

中图分类号: G64; O6-31

Discussion of the Detailed Management of Reagents and Instruments in Basic Chemistry Teaching Laboratory

OUYANG Xiaoqing, DONG Zhiqiang, RUAN Chanzi, PAN Rui, LÜ Yinyun, ZHANG Chunyan, WENG Yuhua, XU Zhenling, YAN Changming, REN Yanping *

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Xiamen University), College of Chemistry and Chemical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian Province, P. R. China.

Abstract: This article mainly introduces some specific aspects about the detailed management of reagents and instruments, including sorting storage, purchase plan, optimized use of reagents, as well as “five-way protection” and “teacher-student-technician management” for instrumental maintenance, in Basic Chemistry Teaching Laboratory (I) of National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education (Xiamen University). Through a series of standardized, organized and scientific management of reagents and instruments, reagent consumption and waste discharge are reduced, clean and tidy experimental environment is provided; good experimental habits of students are formed, the regular operation of the instrument and accurate experimental data are guaranteed, and the service life of the instrument is improved. It provides a strong guarantee for the smooth development of laboratory teaching. In summary, this paper would provide valuable experiences for the management of chemistry teaching laboratories in colleges and universities.

Key Words: Basic chemistry teaching laboratory; Reagent; Instrument; Detailed management

现代管理学认为, 科学化管理有三个层次: 第一层次是规范化, 第二层次是精细化, 第三层次是个性化^[1]。其中精细化管理即细化管理, 指的是深入到每一个细微环节的管理, 包括管理思维的缜密、管理内容的精细设计, 管理过程的精细操作; 细化管理, 是工作态度, 是工作方法, 在于追

收稿: 2018-10-08; 录用: 2018-11-27; 网络发表: 2018-12-06

*通讯作者, Email: ypren@xmu.edu.cn

基金资助: 2016 年度教育部“基础学科拔尖学生培养试验计划”研究课题; 2017 年福建省本科高校教育教学改革研究项目(FBJG20170295); 2017 年度厦门大学教学改革研究项目(JG20170204); 国家基础科学人才培养基金项目(J1310024)

精益求精,并且体现在细节中,是科学化管理的重要组成部分。

实验室是高等学校教学和科研的重要基地,实验室的建设、管理和使用在高校的教学、科研和社会服务职能中占有非常重要的地位^[2,3]。厦门大学化学实验教学中心组建于2001年,并于2006年4月被教育部批准为首批国家级实验教学示范中心,中心现有实验室总面积6827 m²(思明校区3157 m²,翔安校区3670 m²),专职教辅人员共26人,每学年承担全校10个学院近3600名本科生的不同类型基础化学实验课教学。一直以来,中心秉承以安全、规范、高效服务实验教学的实验室管理理念对化学教学实验室进行细化建设和管理,经过十多年的建设和发展,在化学实验教学硬件和软件建设以及对兄弟院校的示范和辐射作用等方面均取得了显著成效,并得到了国内兄弟院校的一致认可。之前我们已撰文^[4-6]介绍了厦门大学化学国家级实验教学示范中心有关实验室细化建设、细化管理以及基础化学实验的细化准备等方面的具体做法。本文主要介绍基础化学教学实验室的试剂和仪器细化管理方面的一些具体做法,希望能为国内高校化学教学实验室相关方面管理提供可借鉴的经验。

化学实验室试剂和仪器是实验室的重要组成部分,是高等学校实验教学和科研的物质基础,是培养高素质、创新型人才的有力保障。但如何管好、用好这些试剂和仪器,保障实验教学安全有序进行,提高实验教学水平,发挥其投资效益和使用效益,除需制定相关的规章制度进行规范化管理,还需将各项规章制度落到实处,在具体的工作过程中不断摸索、完善,进行认真细致的细化管理才能实现,并因此形成个性化管理。

目前国内各高校虽对实验室试剂和仪器管理工作越来越重视,但在具体管理细节中仍存在诸多问题,比如试剂存放杂乱无序、试剂补充缺乏计划和试剂使用粗放浪费,仪器管理松散、随意摆放和腐蚀损坏严重等等,由此导致安全隐患、环境污染、资源浪费及工作效率不高等一系列问题。必须以安全、规范、高效服务实验教学的实验室管理理念,进行科学细化管理才能排除各种安全隐患及高效、环保地利用现有资源,保障实验教学安全有序进行,更好地为实验教学服务。

本文从教辅人员管理角度出发,简要地介绍了本人所在的厦门大学化学国家级实验教学示范中心基础化学实验(一)(以下简称“基础(一)”)实验室的试剂和仪器细化管理方面的一些具体做法。通过规范、有序、科学的细化管理,创建安全、环保、整洁的实验环境,为“基础(一)”教学的顺利开展提供充分保障,为化学“一流”学科建设和人才培养提供有力支撑。

1 试剂的细化管理

“基础(一)”实验室分布在思明和翔安两校区,每学年要承担全校10个学院1200多人的无机及化学分析实验课,实验内容贯穿了无机合成、常数测定、化学分析以及元素和化合物的基本性质等。所用到的试剂包含各种无机盐类、金属、酸、碱、指示剂和少量有机试剂等,且数量较大,试剂补充无法做到随叫随到,需存储一定量试剂并在试剂的存放、补充、使用过程中依据国家危险化学品安全管理条例^[7],依法加强对化学品的安全管理,并进行规范、有序、科学的细化管理才能保障实验教学的顺利进行。

1.1 试剂的存放

大多化学试剂怕光、怕热、怕潮,考虑到试剂的存放安全,选择阴凉、通风的房间用于试剂存放;存放室内除配有监控摄像头、烟雾探测器、灭火器材、空调等基本配套设施外(如图1所示),还配有防盗栅栏门窗及智能电子锁,教辅人员取用试剂须刷卡进入,闲杂人员不得入内,多重保障试剂存放安全。

所有试剂分类分柜存放,即按钾盐、钠盐、铵盐、其他无机盐类和金属、酸、碱、指示剂、有机试剂等类分别进行存放,同时特别注意液体试剂与固体试剂、氧化性试剂与还原性试剂分开存放,且挥发性液体试剂(如某些酸碱溶液和有机溶剂)须存放于配有排气系统的专用试剂柜中。试剂柜中存放的所有无机化学试剂根据其化学式的英文字母顺序(A→Z)进行排序摆放(如图2所示),如化学式

首字母相同, 则按第二字母进行排序, 以此类推(也可采用国家危险化学品安全管理条例所推荐的按元素周期表顺序进行排序存放^[7]); 指示剂及葡萄糖、淀粉等固体有机试剂数量较少, 将常用的(即多个实验项目均用到的试剂)排在前面即可。同时贴上对应的标签, 新补充的靠里摆放, 快过期的靠外摆放以便优先使用。通过分类分柜及按英文字母顺序排序存放, 所有试剂存放位置一目了然, 任何工作人员都能快速准确地找到所需试剂, 且有效地防止了试剂因过期变质而造成资源浪费或产生安全隐患。

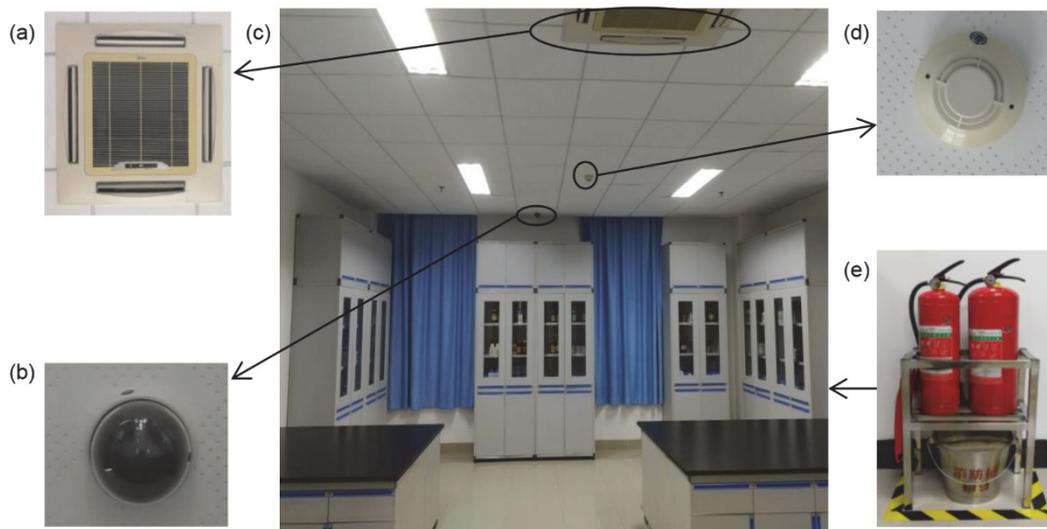


图1 试剂存放室示意图

(a) 空调; (b) 监控摄像头; (c) 试剂存放室; (d) 烟雾探测器; (e) 灭火器材

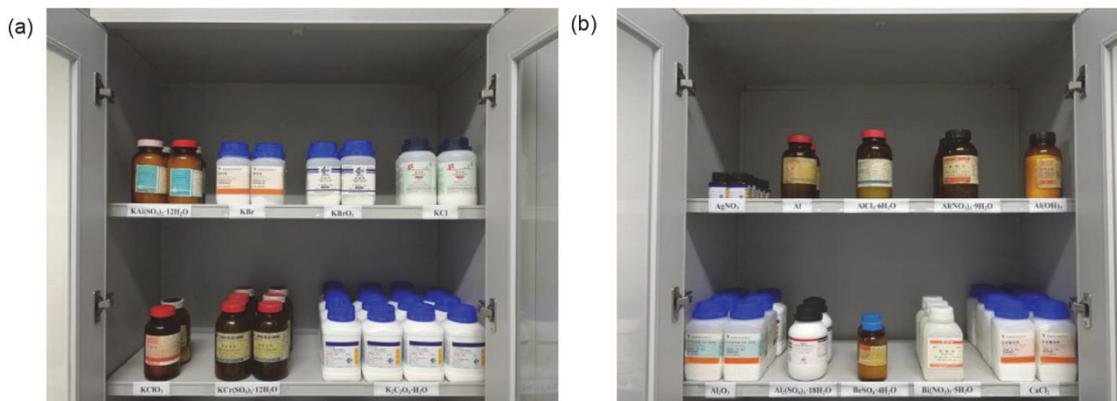


图2 试剂摆放示意图

(a) 钾盐摆放示意图(摆放顺序为: $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, KBr , $KBrO_3$, KCl ……);

(b) 其他无机盐类和金属摆放示意图(摆放顺序为: $AgNO_3$, Al …… $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$, $CaCl_2$)

1.2 试剂的补充

为了能随时方便了解各类试剂的用量、库存等信息, 以确定新学期需购买试剂的种类、等级和数量等, 我们建立了试剂信息化动态管理系统, 对所有入库试剂进行信息登记计算机管理。如一旦输入试剂名称即可显示相关试剂的规格、生产厂家、生产日期、保质期以及库存量等信息^[4]。根据每学期开设的实验内容以及实验人数, 估算每学期各种试剂用量, 并根据现有库存量, 拟定下学期试

剂购买领用计划；对于易变质和用量较大的试剂，为了防止过早补充造成过期变质和减少存放空间，则在使用过程中有计划地补充。通过建立试剂信息化动态管理系统使我们教辅人员对试剂的使用情况做到心中有数，有计划地及时进行试剂购买补充，更好地为实验教学服务；且有效地避免了试剂存放过多、试剂过期变质造成资源浪费和产生安全隐患。

1.3 试剂的使用

在试剂的使用过程中，我们遵循3R原则^[8] (Recycle, Reduce and Reuse)，以节约、安全、环保为宗旨，科学地使用和处理所有试剂，推行化学实验绿色化。

比如将学生在“硫酸亚铁铵的制备及组成的分析”实验后所剩余的硫酸亚铁铵产品收集起来，用于“三草酸合铁(III)酸钾的制备”实验的反应原料和“N₂制备”实验的N₂净化吸收液；将“置换法测定镁的摩尔质量”实验处理镁条的废HCl收集起来，用于玻璃仪器顽渍清洗；实验“阿伏加德罗常量的测定”所用CuSO₄电解液要求学生回收循环利用等。

发放到学生实验室的公用试剂(特别是腐蚀性液体)配备可调定量加液器或单标定量加液仪，准确控制试剂的加入量以免造成浪费，并避免试剂瓶中液体倒入量筒时洒落，腐蚀性液体烫伤学生^[4]；采用PE塑料连帽滴瓶取代传统的玻璃滴瓶以杜绝滴管错插导致的试剂交叉污染(不能用PE塑料滴瓶盛放的试剂除外，如CCl₄)；同时做到标识“三明”，即名称明确、浓度明确、性质明确(对于具有腐蚀性、易燃、有毒等性质的公用试剂进行特别标明，时刻提醒学生注意实验安全，如图3所示)。对开放实验中学生所用化学试剂，由于学生在使用过程中可能存在交叉污染引起浪费，并影响实验现象和结果，我们从试剂原装瓶中分装适量至小试剂瓶或称量瓶中供学生使用。同时，不断对实验进行优化，在保证获得满意的实验现象和结果的前提下，尽可能减少试剂用量和废物排放量，如将“硫酸亚铁铵的制备及组成的分析”实验所用试剂减半；将“(NH₄)₂S₂O₈氧化I⁻反应级数、速率及活化能的测定”实验所有试剂浓度按比例稀释或按比例减小试剂用量，如将0.20 mol·L⁻¹ KI由原来的20 mL减为2 mL，其他试剂同比例相应减少，节约试剂近10倍；尽量避免使用危险化学试剂，取消使用毒性较大试剂的有关实验(如有关使用汞盐、砷盐的性质实验)，从源头减少危险废弃物的产生。



图3 标识“三明”示图

将实验所产生的废弃物进行分类收集,对于一些无毒害的酸碱废液直接进行中和处理,而对于含重金属化合物或某些有机试剂(如 CCl_4 和戊醇)的废液则分别专门进行收集,填写“化学试剂废液回收标签”(包括废液成分、体积、回收日期、实验室房号等信息),由学院物业人员统一收集交给具有废液处理资质的专门机构进行处理。

通过对试剂的循环利用、优化使用、分类处理,尽可能地节约试剂用量,减少废物排放量,排除安全隐患,将浪费、污染和伤害降到最低。

2 仪器的细化管理

如前所述,“基础(一)”实验室现每学年要承担全校 10 个学院 1200 多人的无机及化学分析实验课,玻璃仪器用量较大,如果管理不善,仪器破损消耗过快,会造成浪费和影响实验教学。电子仪器数量较多,如果管理不善,仪器无法正常运转,不仅无法获得准确的实验数据和满足学生实验仪器需求而影响实验教学,而且可能造成公共财产甚至人身安全损失。将玻璃仪器和电子仪器分别进行细化管理,通过规范、有序、科学的细化管理,保障实验教学的顺利开展。

2.1 玻璃仪器的细化管理

我们将玻璃仪器细分为库存备用、学生常用、实验专用三部分分别进行管理。

库存备用玻璃仪器即用于随时补充实验过程中所消耗或新增实验所需的玻璃仪器,按仪器种类、规格分类存放于玻璃仪器库存室,并标签明示,方便清点与取用。

学生实验常用的玻璃仪器即学生在多个实验项目中均用到的玻璃仪器,如烧杯、量筒、锥形瓶、容量瓶、抽滤瓶、试剂瓶、洗瓶、漏斗、移液管、滴定管等按仪器清单所列规格、数量人手一套发放到学生实验柜中(如图 4 所示)。每学期初让学生清点一遍,如有缺漏,找教辅老师到库存室免费补齐,每个实验柜配备一把密码锁,由学生自己设定密码,将所有清点好的玻璃仪器锁于柜中自行保管,实验过程中损坏或学期末清点有缺损的,须按仪器原价一定折扣赔偿补齐。将学生实验常用玻璃仪器一次性发放给学生保管,不必频繁重复分发,使教辅人员得以从重复、不必要的工作中解脱出来,有条不紊地做好实验教学辅助工作^[4];学生仪器赔偿制度也让学生提高了责任感、养成良好的仪器保管习惯,明显降低了仪器的破损率。



图 4 学生实验柜示图

而盛放各实验公用试剂的玻璃仪器及各实验专用的玻璃仪器(如实验“置换法测定镁的摩尔质量”所用的反应管和量气管),则根据实验进度安排随实验所用相关用品一起发放到学生实验室,几

间实验室互相调换轮转(通常平行进行的实验项目有 2-4 个), 如几个实验项目在 4 间实验室轮转, 每个实验项目所有相关用品只需准备 2 间实验室的量进行轮转, 玻璃仪器节约一半, 准备工作也减半。每轮实验结束后, 统一回收整理, 与实验所用相关用品一起定位存放于实验准备室, 并标明示, 需用时再“和盘端出”^[4], 这样既保证每个实验的仪器、试剂准备工作高效准确, 也减少了仪器用量、节省了存放空间。

2.2 电子仪器的细化管理

将电子类仪器按单价不同分为低值仪器(单价低于 800 元)和高值仪器(单价大于 800 元), 并分别建立了低、高值仪器管理数据库, 内容包括仪器编号、仪器名称、仪器所在实验室房号、仪器工作状态、出厂号、备注等, 这样每台仪器的相关资料一目了然, 有据可寻, 查询便利, 方便统一管理。

高值仪器中的电子天平、分光光度计等精密仪器, 易受所处环境的温度、湿度、震动、电磁干扰等因素影响, 对环境要求较高, 须单独放置于专门的仪器室。仪器室除应靠近对应的学生实验室以方便使用外, 还须远离高温及强电磁干扰, 不设水池, 不放化学试剂等杂物, 并加强仪器室内部环境建设, 对仪器设备实行“五防”(防震、防潮、防扰、防尘、防腐)管理: 采用平整、致密、耐冲击的台板制成工作台, 以减少震动对仪器的影响。南方天气潮湿, 仪器易吸潮而损坏, 须安装空调来调节空气温度和湿度, 减少维修管理成本; 在空调的出风口安装挡风板, 减少气流对电子天平称量时的影响。考虑到学生人数和操作方便, 每间仪器室合理分配仪器数量, 仪器与仪器之间保持合理距离, 并用彩色胶带对每台仪器放置位置进行定位(如图 5、图 6 所示), 这样既可防止学生操作相互干扰, 培养学生良好的实验习惯, 又可使仪器摆放整齐美观。所有仪器统一配备大小合适的防尘罩, 不仅防尘还整齐美观。为了保护电子天平不被称量洒落的化学试剂腐蚀而影响称量结果和使用寿命, 为每台电子天平配备铝质称量盘(如图 5d 所示), 这种称量盘不仅轻便易清扫且价格便宜, 一旦被腐蚀可随时更换, 很好地解决了电子天平被试剂腐蚀的问题。同时, 每台仪器均配有仪器使用登记本(如图 5c 所示), 实验结束后, 学生清扫仪器, 并就仪器使用状态按要求记录在仪器使用登记本上, 由指导教师签名确认, 再请教辅老师检查签名确认, 实行“三位一体”(学生、教师、教辅三位, 仪器一体(台))三级管理, 促使学生和教师对仪器的共同维护; 仪器使用登记本不仅可提醒学生爱护学校公共财产, 同时也方便教辅人员及时了解每台仪器的运行状况, 以加强维护和保养, 并以此为参考依据对仪器进行维修报废等工作。通过实行“五防”和“三位一体”管理模式, 仪器设备运行良好, 为获得准确的实验数据提供保障, 保证了实验教学的顺利进行, 同时仪器报废率明显降低。

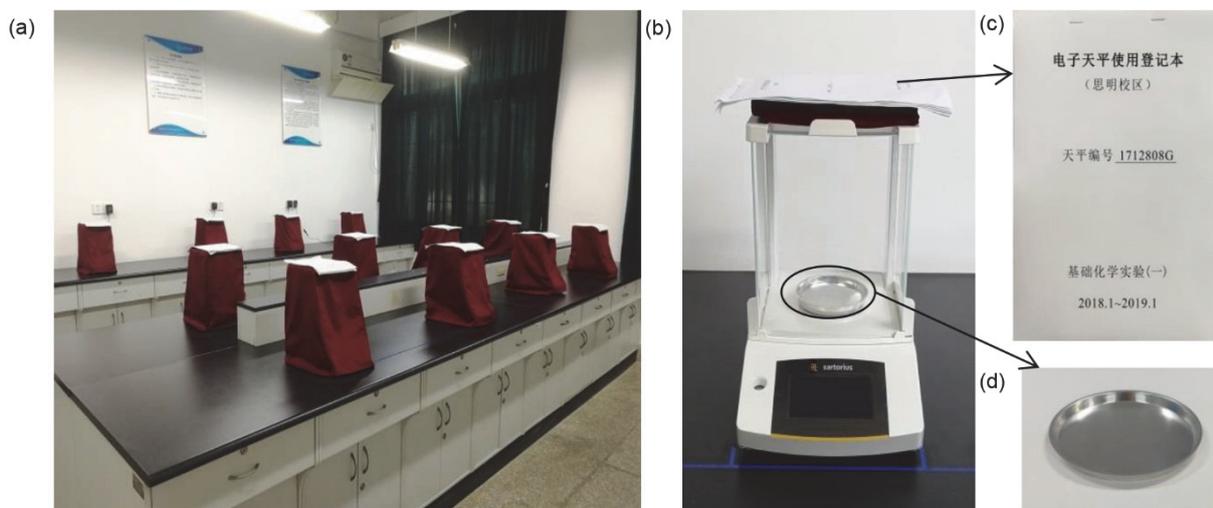


图 5 电子天平室示意图

(a) 电子天平室; (b) 电子天平; (c) 仪器使用登记本; (d) 铝质称量盘

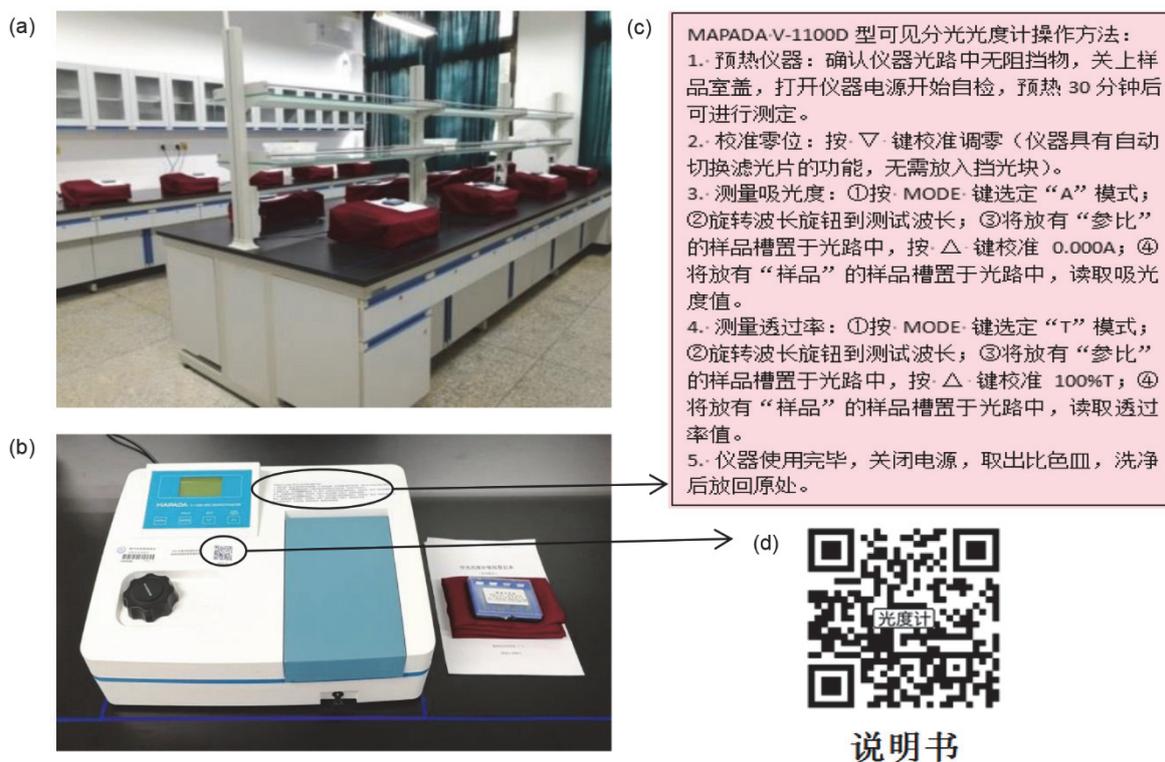


图6 分光室示图

(a) 分光室；(b) 分光光度计；(c) 分光光度计操作步骤说明；(d) 分光光度计说明书二维码

pH 计小巧轻便，且电极需清洁并浸泡在饱和 KCl 溶液中进行保养，故将其置于实验准备室由教辅人员进行保管，使用时先用已知 pH 的标准缓冲溶液对其进行校正，确认仪器正常后，根据实验进度安排随实验所用相关用品一起发放到学生实验室(图 7)。“基础(一)”实验室现有的 pH 计和分光光度计自动化、智能化程度较高，学生按照仪器说明书即可操作，为此我们将简要的仪器操作步骤说明贴于仪器的适当位置(如图 6c、图 7b 所示)，指导教师示范讲解规范操作及注意事项，学生按仪器操作步骤说明正确使用仪器，简便实用，减少了错误操作造成的仪器故障。同时将详细的仪器说明书做成二维码贴于仪器的适当位置(如图 6d、图 7c 所示)，方便教师和学生随时扫码进一步查看了解该仪器的详细资料(如仪器构成、原理、功能及仪器使用说明等详情)。

水浴锅、离心机、循环水真空泵等非精密仪器，则直接发放到学生实验室固定公用实验柜中，学生实验时自行取用，实验完毕及时将仪器清洁归位，既培养了学生良好的实验习惯，保持了整齐整洁的实验环境，又加强了对仪器的保养。

3 结语

通过上述对试剂、仪器一系列规范、有序、科学的精细化管理，节约了试剂用量，减少了废物排放量，保证了干净整洁的实验环境；培养了学生良好的实验习惯，保证了仪器的正常运行及获得准确的实验数据，并提高了仪器的使用寿命，为“基础(一)”教学的顺利开展提供了有力的保障。同时规范、有序、科学的精细化管理也提高了“基础(一)”实验室的整体形象，增强了厦门大学化学国家级实验教学示范中心的示范和辐射作用^[4]。近三年来，我们先后接待了中国科学技术大学、华中科技大学、暨南大学、福州大学等 20 多所兄弟院校的有关教辅、实验指导教师 200 多人前来参观交流学习。

当然，实验室试剂及仪器管理是一项系统工作，需要各级人员重视和合作。试剂及仪器管理工

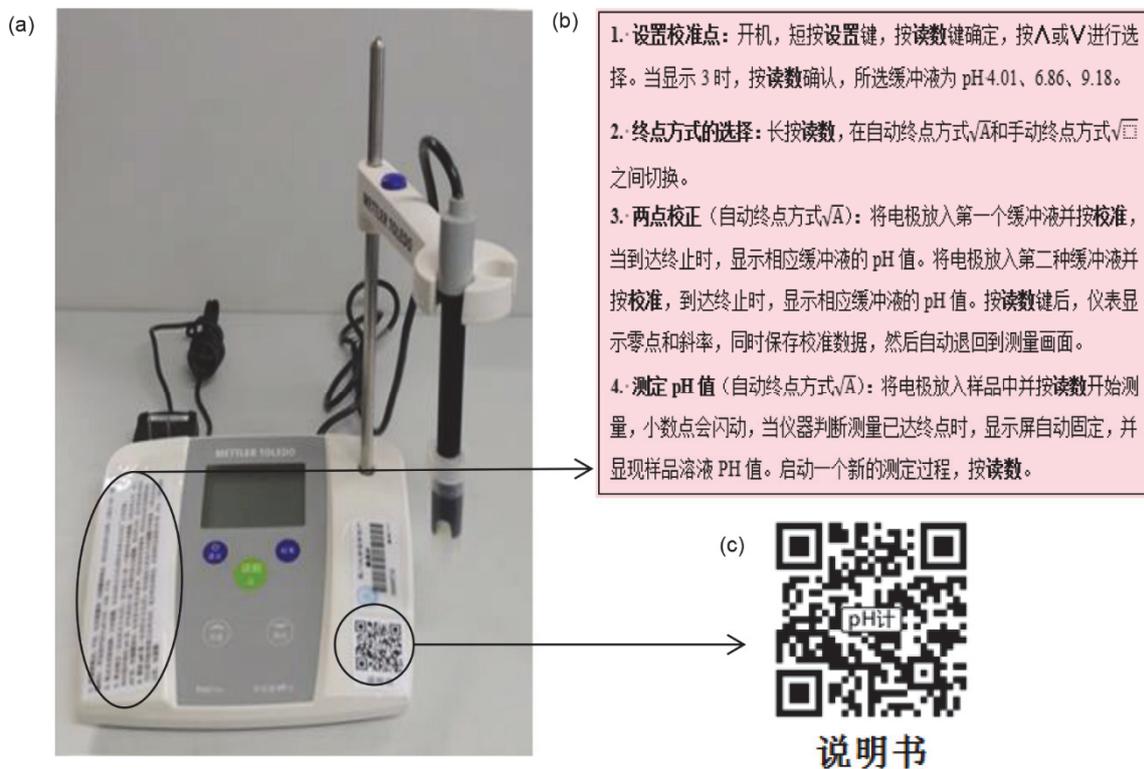


图7 pH计示图

(a) pH计; (b) pH计操作步骤说明; (c) pH计说明书二维码

作为实验教学的一项重要工作, 其最终目的是保证学校教学科研的顺利进行和教学质量的提高。实验技术人员要立足本岗位工作, 结合实际, 努力提高专业技术水平, 确保做到试剂及仪器的科学管理、有效利用, 切实为实验教学科研服务, 推动学校教学科研工作的有序进行^[9]。

参 考 文 献

- [1] 精细化管理. [2018-07-30]. <https://baike.baidu.com/item/精细化管理>.
- [2] 黄建平, 赵先全, 王世海. 实验科学与技术, **2010**, 8 (4), 181.
- [3] 高俊敏, 袁荣焕, 刘元元. 实验技术与管理, **2008**, 25 (9), 173.
- [4] 张春艳, 翁玉华, 董志强, 欧阳小清, 阮婵姿, 潘蕊, 许振玲, 颜长明, 任艳平. 大学化学, **2017**, 32 (4), 40.
- [5] 翁玉华, 颜长明, 张春艳, 阮永红, 张来英, 彭淑女, 方雪明, 任艳平. 大学化学, **2018**, 33 (12), 39.
- [6] 张春艳, 吕银云, 潘蕊, 翁玉华, 阮婵姿, 欧阳小清, 董志强, 许振玲, 颜长明, 任艳平. 大学化学, **2019**, 34 (2), 37.
- [7] 中华人民共和国国务院令344号. 危险化学品安全管理条例[S]. 2002-1.
- [8] 徐烜峰, 李维红, 边磊, 关玲, 李恩敬, 张奇涵. 大学化学, **2018**, 33 (4), 41.
- [9] 汪小惠, 翟淑红, 李灿灿. 广州化工, **2014**, 42 (15), 274.