

SHENGMING KEXUE SHIYAN YIQI SHEBEI YU SHIYONG

生命科学 实验仪器 设备与使用

■ 主编 程 燕 李林静 王 喆



 科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

生命科学

实验仪器设备与使用

主 编 程 燕 李林静 王 喆



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

生命科学实验仪器设备与使用 / 程燕, 李林静, 王喆主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5023-9026-6

I. ①生… II. ①程… ②李… ③王… III. ①生命科学—实验—设备管理
IV. ①Q-337

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 122871 号

生命科学实验仪器设备与使用

策划编辑: 孙江莉 责任编辑: 隋 阳 责任校对: 赵 媛 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038

编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)

发 行 部 (010) 58882868, 58882875 (传真)

邮 购 部 (010) 58882873

官方网址 www.stdp.com.cn

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

版 次 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

开 本 889×1194 1/16

字 数 934千

印 张 29.5

书 号 ISBN 978-7-5023-9026-6

定 价 118.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

《生命科学实验仪器设备与使用》

编委会

主 编： 程 燕 李林静 王 喆

副主编： 贺 猛

编委单位：

程 燕 西北民族大学实验中心

李林静 兰州大学第二医院

王 喆 西北民族大学化工学院

贺 猛 西北民族大学医学院

前言

“工欲善其事，必先利其器”，生物技术的发展离不开实验技术的不断进步，实验技术的不断进步与仪器的使用密不可分。如17世纪，显微镜技术发明与应用，直接催生了细胞学说的建立和发展；19世纪中叶，光谱仪的发明创建了光谱分析法；1973年DNA体外重组实验的成功，标志着基因工程的开始；1988年PCR技术的发明，使生命科学产生了飞跃性的进步。随着生命科学技术的飞速发展，一些新技术、新方法和新设备大量涌现。生物技术发展迅速，新技术、新方法层出不穷，随之而来的是新的检测方法和仪器也出现在研究机构和大学的实验室。门类繁多的各种仪器设备，其工作原理多种多样，机型款式不断更新。

随着当前实验室医学和医学工程技术的飞速发展，实验仪器已经成为各级医疗机构在临床疾病诊断中不可替代的重要工具。广大从事临床实验仪器的生产、经营、监管、使用和维护的工作人员都需要掌握临床实验仪器的结构原理、临床应用和常见故障的维修。为了适应生命科学技术的迅猛发展，本书将一些经典的、常规的、高新的生命科学仪器技术进行了归纳总结。

全书共分为5大部分，第一部分为实验室常规仪器，第二部分为材料、样品的处理与储存设备，第三部分为分子生物学实验仪器，第四部分为细胞学与免疫学实验仪器，第五部分为机能学实验仪器与其他实验设备。本书是一部具有鲜明特色的生物学基本技术的专业书籍，作者在编写本教材时，力求内容全面、详尽，语言深入浅出、通俗易懂，尽量使读者在使用本书后能熟练掌握仪器的性能及操作，以及相关的故障产生原因及排除方法，并掌握生命科学及相关领域的主要实验技术。

当然这样一本希望包罗万象的参考书也仅是一个尝试，书中难免有错漏之处，还望看到此书的各位专家不吝指出，以便以后能有改进，这也是作者的希望。本书借鉴并吸收了国内外有关教材和文献，同时得到不少实验仪器生产企业和一线工程技术人员的大力支持，在此表示敬意和感谢。由于是初稿，编者经验和水平有限，疏漏和不足之处在所难免，祈望专家和广大师生提出批评和指正。

编者

2014年春

第一部分 实验室常规仪器

第一章 电子天平	3
第一节 简 介	3
第二节 电磁力平衡式电子天平	6
第三节 操作使用	9
第四节 微量天平	12
第五节 分析天平	14
第六节 精密天平	17
第七节 物理天平	19
第二章 离心机	21
第一节 概 述	21
第二节 操作与维护	27
第三节 在分子生物学领域的应用	28
第四节 离心机的进展和发展趋势	30
第五节 掌上离心机	31
第六节 高速冷冻离心机	31
第三章 显微镜	35
第四章 加热设备的使用	47
第一节 酒精灯	47
第二节 实验室电炉	47
第三节 微波炉	49
第四节 磁力加热搅拌器	52
第五节 恒温槽	54
第六节 水浴锅	55
第七节 实验室中的加热设备在使用时应该注意的事项	57
第五章 超声波清洗仪	59
第一节 简 介	59
第二节 结构性能及使用	60
第三节 在生物学中的应用	62
第四节 超声波清洗仪的发展	62
第五节 M23201 型智能超声波清洗器	63

第六章 高压蒸汽灭菌器	65
第一节 概 述	65
第二节 结构与特点	66
第三节 操作使用	67
第四节 高压蒸汽灭菌器的发展	69
第七章 超净工作台	70
第一节 基本原理与基本概念	70
第二节 结构与性能特点	70
第三节 操作使用	73
第八章 生物安全柜	74
第九章 通风橱	79
第十章 微量移液器	81
第一节 移液器的检测与校准	81
第二节 不同类型移液器的性能特点	82
第三节 使用方法	83
第十一章 分液器的使用	85
第一节 Eppendorf 手动连续分液器	85
第二节 电动分液器	88
第三节 瓶口分液器	91
第十二章 超纯水器	93
第一节 基本理论与技术	93
第二节 超纯水器简介	98
第三节 超纯水器的使用	100
第四节 超纯水的应用	102
第五节 超纯水器的发展趋势	102
第十三章 酸度计	103

第二部分 材料、样品的处理与储存设备

第一章 搅拌器和分散机	111
第二章 超低温冰箱	115
第一节 制冷原理	115
第二节 实验设备	116
第三节 常见故障维修和保养	118
第四节 发展趋势	119
第五节 低温冰箱	119
第三章 制冰机	121
第一节 简 介	121
第二节 实验设备	122
第三节 操作使用	125

第四节 制冰机的最新进展	127
第四章 液氮罐	128
第一节 简 介	128
第二节 使用与保管	129
第三节 液氮罐在生物学实验中的应用	130
第四节 液氮罐联用仪器简介	131
第三部分 分子生物学实验仪器	
第一章 电泳仪	135
第二章 毛细管电泳仪	143
第一节 基本概念与基本原理	144
第二节 组成和性能	150
第三节 使用方法	153
第四节 在分子生物学领域中的应用	156
第五节 毛细管电泳仪的进展和发展趋势	159
第三章 凝胶成像及分析设备	160
第一节 紫外透射反射分析仪	160
第二节 凝胶成像分析系统概述	161
第三节 全自动数码凝胶成像分析系统	162
第四节 凝胶成像系统维修	176
第五节 凝胶成像系统的挑选	179
第六节 凝胶成像分析系统的选购	181
第七节 凝胶成像系统的关键参数	185
第八节 KODAK Gel Logic 2200 成像系统	188
第四章 PCR 仪	191
第一节 PCR 的基本概念与基本原理	191
第二节 PCR 仪的组成与结构	192
第三节 使用操作	193
第四节 PCR 的应用	196
第五节 新型 PCR 分析方法及新型 PCR 仪	198
第五章 基因导入仪	201
第一节 细胞穿孔仪	201
第二节 细胞电融合仪	202
第三节 细胞电融合仪和电穿孔仪在生物学中的应用	203
第四节 细胞电穿孔仪和电融合仪的发展	204
第六章 基因枪	205
第一节 基本原理及影响因素	205
第二节 实验仪器	206
第三节 基因枪的使用操作	206

第四节 基因枪在生物学及医学方面的应用	207
第七章 分光光度计及酶标仪的使用	208
第一节 概 述	208
第二节 紫外可见分光光度计的使用	213
第八章 色谱仪的使用	220
第一节 色谱仪的基本工作原理	220
第二节 气相色谱仪	224
第三节 高效液相色谱仪	227
第九章 质谱仪器	238

第四部分 细胞学与免疫学实验仪器

第一章 生物培养仪器设备的使用	255
第一节 灭菌仪器设备的使用	255
第二节 培养箱的使用	262
第二章 电子显微镜	271
第三章 激光扫描共聚焦显微镜	275
第四章 原子力显微镜	278
第五章 流式细胞仪	286
第六章 免疫磁珠细胞分选仪	291
第七章 活细胞工作站	293
第八章 生物组织切片机	295
第九章 石蜡包埋机	297
第十章 电脑全自动组织染色机	301
第十一章 酶联免疫检测仪	303
第一节 概 述	303
第二节 酶标仪的使用	305
第十二章 自动洗板机	308
第一节 基本原理	308
第二节 结构及性能	308
第三节 自动洗板机的使用	309
第四节 洗板机的应用	311
第五节 自动洗板机的发展	311
第十三章 全自动化学发光测定仪	312

第五部分 机能学实验仪器与其他实验设备

第一章 生物信号采集与分析系统	315
第一节 生物换能器	315
第二节 生物信号采集器	316
第三节 生物信号图像分析系统	319
第二章 小动物活体成像系统	322

第一节 小动物活体成像系统概述	322
第二节 活体动物光学成像系统在活体荧光成像中的应用	325
第三章 动物麻醉机	331
第四章 动物呼吸机	333
第五章 动物血压仪	334
第六章 动物心电血压监护仪	336
第七章 动物生化分析仪	337
第八章 离体组织器官恒温灌流系统	344
第九章 离体动物心脏灌流系统	346
第十章 恒温平滑肌槽	348
第十一章 穿梭实验分析系统	351
第十二章 动物实验跑台	356
第十三章 动物热刺痛仪	359
第十四章 脑立体定位仪	360
第十五章 VB-100 医学机能虚拟实验室	363
第十六章 动物器具类	366
第一节 动物操作台	366
第二节 动物笼具	368
第十七章 医疗器械类	371
第一节 手术器械	371
第二节 其他常用医疗物品	386

第六部分 临床检验与诊断仪器

第一章 血液分析系统	391
第一节 血细胞分析仪	391
第二节 血液凝固分析仪	395
第三节 血沉分析仪	398
第四节 血流变分析	400
第五节 血气分析仪	406
第六节 血糖仪	409
第七节 电解质分析仪	414
第八节 生化分析仪	431
第九节 糖化血红蛋白测定仪	436
第十节 血培养分析仪	438
第二章 尿液分析系统	441
第一节 尿液分析仪简介	441
第二节 MA-4210 型尿液分析仪	443
第三节 尿液分析仪的维护和保养	449
第四节 尿液分析仪常见故障与维修	449

第五节 UF-100 全自动尿沉渣分析仪	451
第三章 微生物分析系统	455
第一节 微生物鉴定与药敏分析仪	455
第二节 微生物自动分析流水线	457
第三节 细菌 DNA 指纹图谱分析仪	458
第四节 革兰自动染片机	460
参考文献	462

第一部分

实验室常规仪器

第一章 电子天平

进行生物化学与分子生物学实验，首先要确保配制的各种溶液和缓冲液浓度的准确性，因此对于所使用各种试剂称量的准确度具有较高的要求。在实验室中，最常用的称量设备就是电子天平，它可以满足各种不同的称量要求。

天平是生物化学与分子生物学实验中用于称重的最基本和最重要的设备之一，在实验室建设和实验进行的过程中应根据称量对象和称量精度的要求不同，选用合适的天平。例如，称量小型实验动物的体重可使用台秤，对固体试剂进行粗略称量可以使用架盘天平，更精确地称量可以使用扭力天平、光电分析天平等，此外还根据实验室研究项目的不同，本着经济、适用的原则，从数量和类型上进行合理搭配。一般来讲，实验室中天平的感量范围和精度都要涵盖一个较宽的范围。

目前有些较先进的电子天平都采用了现代传感器技术、电子技术和微型计算机等先进技术，结构虽简单，但功能较齐全，与机械天平相比，电子天平不仅克服了非等比性误差，还增加了校准、数字显示、自动去皮、自动故障寻迹、数据输出等功能。例如，在生物化学与分子生物学实验室中使用较为广泛的电磁力平衡式电子天平，不仅其称量范围可达数百至数千克，而且感量范围可以从 0.1mg 增至 100mg。这类电子天平种类繁多，各有特点，使用者可根据需要进行选择。

第一节 简介

一、分类

目前市场上销售的国产或进口的电子天平，其种类多种多样，下面将分类进行介绍。

1. 应变式电子天平

应变式电子天平在受力可变形的弹性体上贴有组成桥路的应变片，并利用半导体电阻应变片作为敏感元件感应载荷质量的变化。这类电子天平结构简单，价格低廉，但精度不高，目前市售的商品，最高精度为 0.01g。一般商用的电子天平多为应变式电子天平。

2. 振弦式电子天平

物体的重力作用使振弦伸长或缩短，从而改变了振弦频率。当载荷增加时，振弦频率升高，以频率的变化来反映载荷质量的大小。

3. 音叉振动式电子天平

类似于振弦式，如日本石田衡器于 1988 年制成的 QB 系列音叉振动式电子天平。

4. 电容电感式电子天平

这类天平利用霍恩同轴差动电容作衡量元件制成天平。

5. 晶体振荡式电子天平

利用石英晶体的压频效应制成天平。其缺点是压力与频率之间呈非线性关系，较难修正。

6. 电磁力平衡式电子天平

目前市售的用于高精度称量的电子天平，平衡原理制成的天平，精度高，可重复性好；缺点是称量范围小，只能称量小于 500g 的物质，在众多种类的电子天平中，使用最普遍、精度最高的是磁电式电子天平（图 1-1-1）。



图 1-1-1 瑞士梅特勒—托利多仪器有限公司（METTLER）的 UM2 超微量天平

二、基本结构

电子天平的结构多样，电磁力平衡式电子天平最有代表性，其基本结构由托盘、磁铁、线圈、横梁、防护罩等组成。

1. 秤盘

秤盘多为金属材料制成，安装在天平的传感器上，是天平进行称量的承受装置。它具有一定的几何形状和厚度，以圆形和方形的居多。使用中应注意卫生清洁，更不要随意调换秤盘。

2. 传感器

传感器是的关键部件之一，由外壳、磁钢、极靴和线圈等组成，装在秤盘的下方。它的精度很高也很灵敏。应保持天平称量室的清洁，切忌称样时撒落物品而影响传感器的正常工作。

3. 位置检测器

位置检测器是由高灵敏度的远红外发光管 and 对称式光敏电池组成的。它的作用是将秤盘上的载荷转变成电信号输出。

4. PID 调节器

PID（比例、积分、微分）调节器的作用，就是保证传感器快速而稳定地工作。

5. 功率放大器

其作用是将微弱的信号进行放大，以保证天平的精度和工作要求。

6. 低通滤波器

它的作用是排除外界和某些电器元件产生的高频信号的干扰，以保证传感器的输出为一恒定的直流电压

7. 模数（A/D）转换器

它的优点在于转换精度高，易于自动调零能有效地排除干扰，将输入信号转换成数字信号。

8. 微计算机

此部件是电子天平的关键部件，它是电子天平的数据处理部件，具有记忆、计算和查表等功能。

9. 显示器

现在的显示器基本有两种：一种是数码管的显示器，另一种是液晶显示器。作用是将输出的数字信号显示在显示屏幕上。

10. 机壳

其作用是保护电子天平免受到灰尘等物质的侵害，同时也是电子元件的基座等。

11. 底脚

电子天平的支撑部件，同时也是电子天平水平的调节部件，一般均靠后面两个调整脚来调节天平的水平。

三、影响称量精度的因素

（一）预热时间

天平的充分预热是保证天平示值稳定的关键。电子天平的基本工作基础是平衡。一旦失衡，便会利用电磁力将天平重新拉回平衡状态，这个电磁力是由流经线圈中与物体质量成正比的电流在永久磁钢中产生的。

（二）预压

电子天平在停止工作一段时间后可能进入休眠状态，为使天平尽快进入工作状态，使用前最好用砝码多次加载，否则天平进程示值与回程示值之差将明显增大。加载时不必在意称量结果和归零情况。电子天平预热好以后，也不要立即进行称量，而要短暂地加载、卸载，以运动天平。电子天平的传感器通常是由9片或11片簧片构成的弹性支撑体，天平传感器就是利用这些簧片进行力的传递，使天平在平衡—失衡—再平衡的过程之中完成称量。然而，在天平处于通电预热阶段或较长时间停止称量时，天平传感器处于停止工作的休眠状态，当然簧片也处于休眠状态，其恢复性能不佳，若这时进行称量，势必会引起天平加载后归零不佳、示值稳定性不好、重复性差等问题。对于半微量、微量和超微量天平，必须进行预压，否则不易得到稳定的称量结果。

（三）读数时间

天平示值稳定与否，一般由规定的符号在显示屏上指示。当示值稳定时，稳定指示灯（或符号）亮起，或不稳定灯（或符号）消失。稳定的范围一般是分档可调，稳定范围的设置与显示屏上出现的稳定示值时间成反比。天平从加载到稳定实际上是一个振荡平衡的过程，当振荡波形的振幅逐渐减小，达到原先所设定的稳定范围时，显示屏上即显示出稳定符号（或不稳定符号消失）。但实际上此时天平仍未完全稳定，还要再经过一段时间才能趋于稳定。这段时间的长短与原来天平所设定的稳定范围有关，也和天平的检定分度值有关。为此，一般不在稳定符号出现（或不稳定符号消失）后立即进行读数，而是顺延一定时间。每次读数顺延的时间应相对一致，即在天平稳定符号出现（或不稳定符号消失）后顺延一段固定的时间再进行读数。

（四）样品本身自然物理特性和变化造成的影响

1. 样品和容器的温度

当样品和容器的温度与天平称量室的温度不同时，存在一个温度差，此差异在称量容器外侧会导致产生沿不同方向流动的气流。此气流产生一个向上或向下的作用力，在这个动态空气浮力的作用下就会产生错误的称量结果。为了避免样品和容器的温度影响，在称量时，要保持样品同称量室温度相同后再进行称量，不要对从干燥器或冰箱里取出的样品直接进行称量；为避免手温对容器的影响，要使用镊子夹取容器；尤其要注意，尽可能避免手进入天平称量室，引起称量室温度升高，可使用长柄镊子夹取容器，或者使用长柄样品勺添加样品；在使用容器的形状上也要注意，应使用表面积较小的

容器,以减少温度的影响。

2. 样品的吸湿性或挥发性

在称量一些具有吸湿性的样品时,天平显示值会缓慢增大;反之,称量一些具有挥发性的样品时,天平显示值会越来越小。这一现象还往往被一些使用者误解,以为是天平自身漂移所致,其实不然。为了准确称量这类样品,首先要选择所用容器的形状和大小,例如,称量液体类样品,可选择加塞细颈瓶,从而减少样品的吸湿或挥发;称量固体或粉末类样品,则应给称量器皿加盖,隔绝样品对水分的吸收或挥发。为了减少样品吸湿性和挥发性的影响,应尽量减少称量时间,当天平称量过程刚结束,即指示称量过程的符号如小圆圈或小圆点一消失,立即记下天平显示值,以避免由于样品吸取水分或挥发水分而发生漂移。另外,要保持容器的清洁干燥以及天平称量盘的清洁干燥,不要粘有灰尘、污染物及水滴。

3. 样品和容器的静电现象

称量容器一旦带有静电,会导致天平示值长时间不稳定。无法稳定显示准确的称量结果,导致重复性降低。静电主要是由粉末状或颗粒状样品与这类绝缘容器摩擦而产生的,如果没有良好的泄放途径,这些静电就不能消除或者至少需要几小时才能缓慢地消除。为了消除样品和容器的静电,简单的办法是让三芯电源插座的接地端与地面有良好的接触,标准实验室尤其要注意,应该采用一根专门的接地线,埋入地面,然后将接地线引入电源插座的接地端。此外,还要注意选择不同材料的称量容器,尽量避免使用极易产生静电的塑料容器。玻璃容器在这方面的性能优于塑料容器,金属容器更好。

4. 磁性样品和容器磁化

称量被磁化的物体,由于磁性物体与不锈钢称量盘相互吸引,会产生多余的力被天平误以为是加载,影响称量的准确性,导致称量结果重复性差。这种称量现象很容易被发现,但用户往往忽视其产生的原因,或者误认为是天平自身重复性差的问题。解决这一影响的最基本思路是加大盛有样品的容器与称量盘之间的距离,减弱磁力的影响。最常用的办法是采用下挂秤盘,或者将样品放置在非磁性的支承物上,如高的玻璃量杯或铝、铜支架,从而加大样品与称量室内秤盘的距离。其他的方法还有,对样品和容器进行去磁,或者将样品放置在导磁良好的合金容器内,让其磁力线沿合金容器内壁形成自封闭,也可减少磁力的影响。

电子天平的应用十分广泛,不仅用于生物化学与分子生物学领域,而且在大多数的生物学实验室,它都是必不可少的称量工具。天平除一般的称重外还可测定比重、含水量、颗粒大小及其分布、表面张力、微压、吸附率、蒸发率等。在专用热分析中,可作热重分析。在风调试验中,可测风力的大小。随着电子天平的功能不断增强,其应用也会不断扩大。

电子天平的发展趋势可以总结为向高精度、高效率、高抗干扰能力的方向发展。此外,还会有越来越多的外部设备和天平结合起来,天平、计算器、处理机和打印机都可能结合成为一个整体。目前已经出现了高精密度电子分析天平,这类电子分析天平是计算机技术和高精密度传感器技术相结合的产物,利用计算机堆栈存储方式,一次可连续存储 50 个试样的重量,并利用计算机对电子分析天平输出信号进行自动校正和显示,具有称量速度快、准确度高、去皮等功能,是现代生物化学与分子生物学实验室准确计量必不可少的设备。

第二节 电磁力平衡式电子天平

一、工作原理

由于电磁力平衡式电子天平使用最为广泛,因此以该类电子天平为例,介绍电子天平的工作原理。电磁力平衡式电子天平的工作原理是基于通电导线在磁场中受到安培力的作用。当秤盘上放有被称量物体时,秤盘向下发生线性位移,触动电磁传感器,使原来处于平衡状态的两个光敏三极管在发光二极管