

化工工人技术理论培训教材



化验室基本知识

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

化学工业出版社



(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

化验室基本知识/化学工业部人事教育司,化学工业部
教育培训中心组织编写. —北京:化学工业出版社,1997
化工工人技术理论培训教材
ISBN 7-5025-1884-3

I. 化… I. ①化… ②化… III. 化学工业-化学实验
室-基本知识-技术培训-教材 IV. TQ016

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 05325 号

化工工人技术理论培训教材

化 验 室 基 本 知 识

化学工业部人事教育司 组织编写
化学工业部教育培训中心

责任编辑:郭乃铎

责任校对:马燕珠

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京云浩印制厂印刷

三河市前程装订厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 8 字数 221 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月北京第 1 次印刷

印 数:1—6000

ISBN 7-5025-1884-3/G · 498

定 价:14.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划 and 教学大纲》的要求,组织有关人员,编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以计划和大纲为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和大纲划定时,我们在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,我们把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册:《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应(一)》、《有机化学反应(二)》、《有机化学反应(三)》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册:《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表(一)》、《化工分析仪表(二)》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册:《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册:《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册:《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知识》和《化工生产管

理知识》。

在教材编审过程中,尽管广大编审人员作了很大努力,但由于我们经验不足和教材编审时间的限制,部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意。为此我们建议:

一、各单位在组织教学过程中,要按不同等级的培训对象,根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求,以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学要与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外,还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况,制订相应的教学方案,确定相应的教学内容。以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中,如发现教材中存在一些问题,可及时与我们联系,也可与教材的编者或出版单位联系,使教材中的问题得到及时更正,以利教学。

我们组织编写本套教材,得到了全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助,在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

内 容 提 要

本书为化工分析工人技术理论培训教材之一。全书共分五个单元：天平原理及使用方法、化验室安全防护知识、物理常数测定、实验室常用的电热设备、实验室管理知识。一些单元后附有复习题或思考题。

本书可供广大化工企业分析工人培训教学或自学使用。

目 录

天平原理及使用方法(分 013).....	1
第一章 天平的原理、分类及结构	2
第一节 机械天平的原理、分类及结构	2
第二节 电子天平的原理及结构	30
第二章 天平的安装、使用及维护	34
第一节 天平的安装	34
第二节 天平的使用方法及试样的称量方法	41
第三节 天平的维护保养	47
第三章 天平常见故障的处理	50
第一节 等臂双盘天平常见故障的处理	50
第二节 不等臂单盘天平常见故障的处理	59
第四章 天平的计量性能及天平的检定	63
第一节 天平的计量性能	63
第二节 天平的检定	67
第三节 天平砝码的检定	77
化验室安全防护知识(分 028)	87
第一章 化学药品的分类及存放条件	88
第一节 一般化学药品的存放及分类	88
第二节 危险品的分类及管理	88
第二章 常见化学毒物的性质及急救预防措施	92
第一节 中毒与急救	92
第二节 常见的化学毒物及急救预防措施	94
第三章 常见外伤的初步急救方法	105
第一节 烧伤	105
第二节 炸伤	107
第三节 电击伤	107
第四章 气瓶(钢瓶)及高压气体的安全使用	108

第一节 气瓶(钢瓶)的颜色及标记	108
第二节 气瓶(钢瓶)的使用规则	109
第三节 几种可燃气和助燃气的特性及安全注意事项	110
第五章 三废处理及几种试剂的回收	112
第一节 化学实验室“三废”排放要求	112
第二节 几种有害物质的处理方法	112
第三节 有机溶剂的回收	114
第四节 贵重金属(银、汞)的回收	115
附:实验室一般安全守则	116
主要参考文献	118
物理常数测定(分 024)	119
第一章 概述	120
第二章 密度与相对密度测定	121
第一节 密度与有机化合物结构的关系	121
第二节 密度与相对密度	121
第三节 密度与相对密度的测定方法	122
第三章 熔点、凝固点测定	127
第一节 熔点测定方法	127
第二节 凝固点测定方法	130
第四章 沸点及沸程的测定	132
第一节 沸点与分子结构、大气压的关系	132
第二节 沸点的测定	132
第三节 沸程及测定方法	134
附:沸程温度校正示例(参考件)	142
第五章 折射率的测定	143
第一节 光的折射与折射率	143
第二节 影响折射率的因素	143
第三节 阿贝折射仪与折射率的测定	143
第四节 折射率的测定在科研、生产中的应用	146
第六章 旋光度的测定	147
第一节 物质的旋光性	147
第二节 影响旋光度的因素	148
第三节 圆盘旋光仪的结构及旋光度的测定方法	148

第七章 粘度的测定	154
第一节 粘度及粘度的种类	154
第二节 各种粘度的测定方法和种类	154
第八章 闪点的测定	162
第一节 开口闪点与闭口闪点	162
第二节 闪点的测定方法及测定仪器	163
第三节 测定闪点的注意事项	168
第四节 闪点测定在工业生产中的应用	169
主要参考文献	169
实验室常用的电热设备(分 029)	170
第一章 常用电热设备	171
第一节 变压器	171
第二节 电炉、电热板与电加热套	173
第三节 高温电炉(马弗炉)	175
第四节 电热恒温干燥箱、真空干燥箱	177
第五节 电热恒温水浴锅	182
第六节 电冰箱及其使用与维护	184
第七节 空气调节器及其使用与维护	187
第二章 常用电动设备	192
第一节 粉碎机及其使用方法	192
第二节 筛分机及其使用方法	196
第三节 电动离心机及其使用方法	198
第四节 电动搅拌机及其使用方法	199
第五节 真空泵及空压机的使用方法	201
复习题	204
主要参考文献	204
实验室管理知识(管 003)	206
第一章 概述	207
第二章 实验室的工作环境	208
第一节 实验室位置的选择	208
第二节 实验室的结构设计	209
第三节 实验室内应配备的各工作室	210
第四节 实验室的“三废”排放	211

第五节 实验室的清洁卫生制度	211
第三章 化学试剂及溶液的管理	213
第一节 我国化学试剂标准及化学试剂分类	213
第二节 化学试剂的管理	215
第三节 溶液、制剂和制品的分类和管理	218
第四章 仪器、设备、计量器具的管理	224
第一节 玻璃仪器的使用、保存及管理	224
第二节 精密仪器、设备的使用管理制度	225
第三节 计量器具的使用、检定及管理制度	226
第五章 原始记录、台帐、报表的管理	228
第一节 原始记录	228
第二节 台帐、报表的管理	230
第六章 检验(试验)报告、基础资料、图书资料的管理	232
第一节 检验(试验)报告的管理	232
第二节 实验室中各种资料、图书的分类	233
第三节 实验室中各类资料、图书的管理	234
第七章 实验室的技术培训工作	236
第一节 对实验室中各类人员文化、技术素质的要求	236
第二节 实验室人员的培训工作	237
第八章 检验质量事故的管理	239
思考题	241
主要参考文献	242

天平原理及使用方法

(分 013)

大连化学工业公司 顾剑铭 编
辽宁省化工研究院 项大安 审

天平是一种精密测量物体质量的计量仪器,是化工分析中不可缺少的常用工具之一。作为计量器具,它具有特有的性能,这些性能受一定因素所制约,同时各性能间又存在有机的联系。通过这一单元的学习,使天平操作者掌握天平的原理和使用方法,熟悉天平的计量性能和维护保养,达到正确使用天平,保证称量精确度,延长天平使用寿命,以使化验工作能顺利进行的目。

第一章 天平的原理、分类及结构

第一节 机械天平的原理、分类及结构

一、机械天平的原理

在化验室中常用的机械天平是利用杠杆原理设计的。

杠杆是一种在外力作用下能绕支点转动的物体,主动力作用点为力点,被动力作用点称为重点。平常称之为有一根有支点、重点和力点三个作用点的杆。

杠杆上支点到重点、力点两点间的距离分别叫重臂和力臂。作用在杠杆某一臂上的力与这个力臂的乘积称为力矩(包括重支矩和力支矩),当重支矩等于力支矩时称为杠杆处于平衡状态,此时两力对于支点所形成的力矩相等。

杠杆天平就是以此原理设计的,天平的横梁就是杠杆,支点就是中刀,砝码的重力作用在杠杆上的着力点为力点;被测物体的重力作用在杠杆上的着力点为重点。当天平处于平衡状态时,则支点左边的力矩之和等于支点右边力矩之和,即

$$\text{力} \times \text{力臂} = \text{重} \times \text{重臂}$$

如图 1-1 中所示, Q 为被称物重量, P 为砝码重量, a 为力臂, b 为重臂,如 g 为重力加速度, m_Q 为物体的质量, m_P 为砝码质量,当杠杆平衡时:

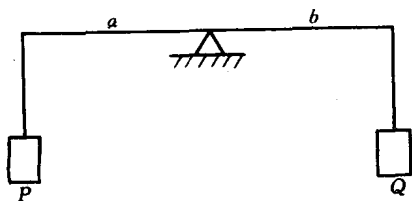


图 1-1 杠杆平衡图

$$P \cdot a = Q \cdot b$$

$$m_P \cdot g \cdot a = m_Q \cdot g \cdot b$$

对于等臂天平,则力臂等于重臂,即 $a=b$,同一位置的重力加速度 g 又相同,因此 $m_P=m_Q$ 。

利用杠杆原理,在天平上通过被称物与砝码进行比较,在天平衡量时,平衡被称物的砝码质量即为被称物的质量。

不等臂天平只有两把刀,一为支点刀,一为承重刀,砝码和被称物在同一臂——承重臂上。在称量时加上被称物体,减去悬挂系统的砝码,使横梁上始终保持全载平衡状态,即以放置在秤盘上的被称物代替悬挂系统的砝码,使横梁保持原有平衡位置,所减去的砝码质量即为被称物的质量。

二、机械天平的分类

天平的分类方法没有统一的规定,一般按结构和相对精度来分类分级。

1. 按天平结构分类

天平按其结构可分为等臂天平(杠杆左右两臂相等)和不等臂天平(杠杆左右两臂不等)。

等臂天平又可分为等臂双盘天平和等臂单盘天平。不等臂天平仅有不等臂单盘天平一种。

等臂双盘天平可分摆动指针天平、阻尼天平、电光天平。阻尼天平有普通标牌和无微分标牌;电光天平分全机械加码和半机械加码等各种型号。

等臂天平和不等臂天平在结构上稍作改变,增加某些装置即能制造出专门用途的真空天平、温差天平和测压力及测气体密度的天平等。

2. 按天平的相对精度分类分级

通常把电光分析天平和万分之一克指针天平称为一等分析天平,精度为千分之一克的天平称为二等分析天平,还有一等工业天平、二等工业天平等。这是以分度值为分类,分度值与称量有密切关系,单讲分度值不提称量值不能全面反映天平的性能,因此就出现把两项指标连在一起的按相对精度分类法。

JJG98—72《天平检定规程》作了统一规定,将天平名义分度值与最大载荷之比作为分级标准,被称作相对精度分级,一共分为十级。六级以上的天平为精密天平,七级以下的天平为普通天平。见表 1-1。

表 1-1 天平的级别表

精度级别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名义分度值与最大载荷比值	1×10^{-7}	2×10^{-7}	5×10^{-7}	1×10^{-6}	2×10^{-6}	5×10^{-6}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}

注:相对精度 = $\frac{\text{名义分度值}}{\text{最大载荷值}}$ 。

举例如下。

例 1 某一台天平最大称量为 200g,名义分度值为 0.1mg,此天平属几级?

根据上式计算

$$\frac{0.1\text{mg}}{200 \times 10^3\text{mg}} = 5 \times 10^{-7}$$

例 2 某一台天平最大称量为 20g,名义分度值为 0.01mg,此天平属几级?

$$\frac{0.01\text{mg}}{20 \times 10^3\text{mg}} = 5 \times 10^{-7}$$

查表可知以上二台天平都属于三级天平。

在同一级别天平中,由于最大称量值不同,分度值也不同,见表 1-2。

表 1-2 各级天平分度值

称 量	级 别									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	感 量,mg									
500kg	50	100	250	500	1000	2500	5000	10000	25000	50000
200kg	20	40	100	200	400	1000	2000	4000	10000	20000

续表

称 量	级 别									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	感 量,mg									
100kg	10	20	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
50kg	5	10	25	50	100	250	500	1000	2500	5000
20kg	2	4	10	20	40	100	200	400	1000	2000
10kg	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
5kg	0.5	1	2.5	5	10	25	50	100	250	500
2kg	0.2	0.4	1.0	2	4	10	20	40	100	200
1kg	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
500g	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5	10	25	50
200g	0.02	0.04	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	20
100g	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
50g	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5
20g	0.002	0.004	0.01	0.02	0.04	0.1	0.2	0.4	1	2
2g	0.0002	0.0004	0.001	0.002	0.004	0.01	0.02	0.04	0.1	0.2

从相对精度分级方法看也有缺陷,它不能完全体现天平衡量上的精度,一般分析工作要求准确称量至 0.1mg,同样是三级天平,我们不可能选用分度值为 1mg 的天平,也不可能去选用分度值为 0.01mg 的天平。同是三级天平,二者绝对精度却相差十倍。

按结构分类和相对精度分类分级各有其特点,按结构分类可直接表明天平的结构特征,便于结构上选择;按精度分类分级便于使用者从精度上进行选择。总结以上天平的分类,目前尚无一个统一、准确的方法。

三、机械天平的结构

天平种类繁多,形状不同,结构亦不同,此处重点介绍等臂双盘天平 and 不等臂单盘天平的结构。

1. 等臂双盘天平的结构

(1) 全机械加码电光分析天平 图 1-2 系国产 TG328A 型全机械加码电光分析天平。在天平的左侧悬挂三组机械加码指数盘,上指数盘 9 挂 mg 组砝码,中指数盘 10 挂 1~9g 砝码,下指数盘上挂 10~190g

砝码。三组砝码总和相当于天平全量,感量为 0.1mg。

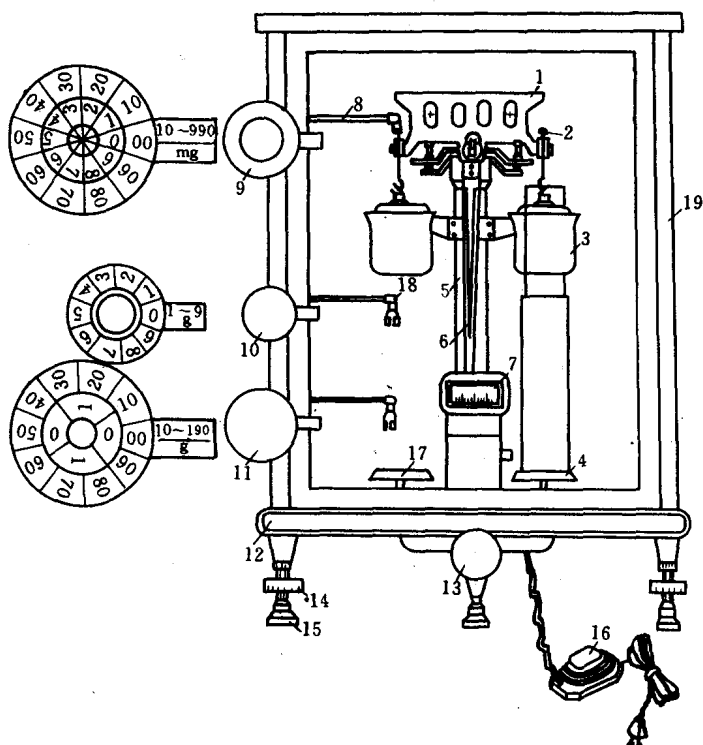


图 1-2 全自动机械加码电光分析天平

- 1—横梁; 2—吊耳; 3—阻尼器; 4—秤盘; 5—立柱;
6—指针; 7—光屏; 8—加码杆; 9—上指数盘;
10—中指数盘; 11—下指数盘; 12—底座板;
13—扭柄; 14—底脚; 15—脚垫; 16—变压器;
17—盘托; 18—加码头; 19—天平框

(2) 半机械加码电光分析天平 图 1-3 系国产 TG328B 型和 G12A 型半机械加码电光分析天平。在天平右上角悬挂一组 mg 组圈码(环码), 通过指数盘 9 来操作, 克数砝码用镊子逐个夹放在左边天平盘上。

全机械加码与半机械加码电光分析天平结构,主要区别在机械加码上,其他部分基本一致。

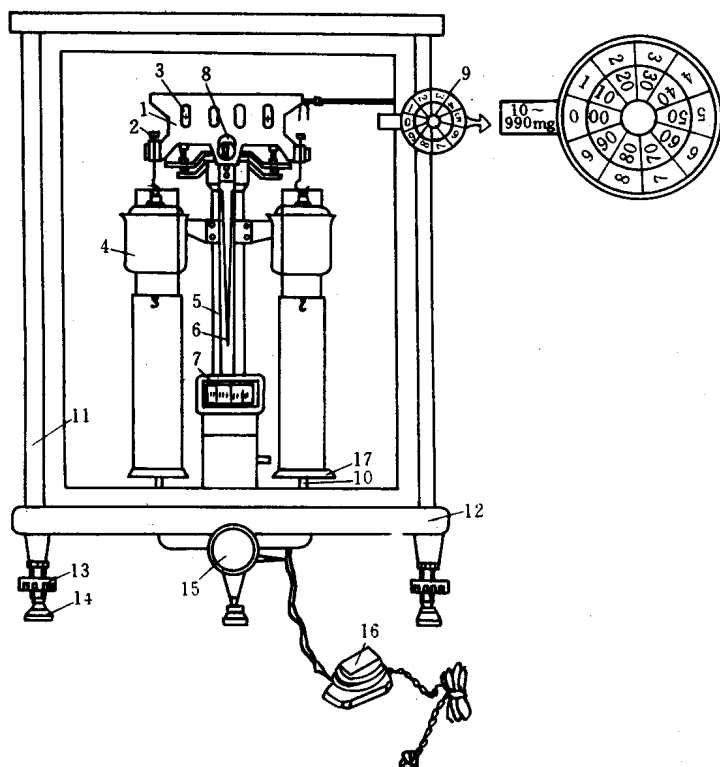


图 1-3 半自动机械加码电光分析天平

- 1—横梁；2—吊耳；3—平衡铰；4—阻尼器；5—立柱；
6—指针；7—光屏；8—中刀；9—指数盘；10—盘托；
11—天平框；12—底座板；13—底脚；14—脚垫；15—扭柄；
16—变压器；17—秤盘

(3) 空气阻尼分析天平 图 1-4 系国产 TG528B 型天平。该天平只有空气阻尼器，没有光学放大装置和机械加码装置，感量为 0.4mg。

(4) 摆动指针式分析天平 图 1-5 系国产 TG628A 型摆动式分析天平。该天平既没有光学系统、机械加码系统，也没有阻尼装置，只有骑码(游码)标尺装置，称量 200g，感量为 1mg。