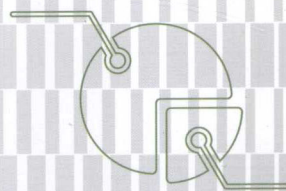


高职高专“十二五”规划教材



常量组分分析

张文英 主编

丁邦东 主审



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

常量组分分析

张文英 主编
丁邦东 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本教材由化学检验入门技能、物料中常量组分分析和项目评价三个部分组成。化学检验入门技能注重培养学生量的概念、仪器选择能力、滴定分析基本操作能力和分析数据的处理能力；物料中常量组分分析共设计了12个学习情境，每一个情境都是一个项目分析，其内容安排是按实际工作过程进行的，即方案设计、样品采集、样品中常量组分分析，注重理论联系实际，通过典型学习情境的学习掌握同类物质的分析方法，培养学生知识迁移能力与知识运用能力；项目评价部分给出各模块的评分细则与总体评价表，力求详细、客观、准确。

本教材为高职高专工业分析技术专业教材及相关专业分析化学课程的教材，也可供从事分析检验工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

常量组分分析/张文英主编. —北京：化学工业出版社，2014.11

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-21886-5

I. ①常… II. ①张… III. ①常量组分-分析-
高等职业教育-教材 IV. ①P591

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第220829号

责任编辑：陈有华 窦臻
责任校对：宋夏

文字编辑：刘志茹
装帧设计：王晓宇

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：北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张17¼ 字数457千字 2015年1月北京第1版第1次印刷

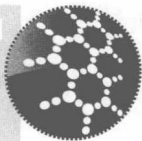
购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

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：43.00元

版权所有 违者必究



《常量组分分析》是工业分析技术专业一门非常重要的必修专业课教材，也可作为相关专业分析化学课程的入门教材，以及从事分析检验人员的学习材料。

以往的类似教材是将理论与实践分成两本书，理论与实践联系不够紧密，不太注重方案设计能力的培养，学生对实验方案中每一步为什么这样做理解得不够透彻，实验方案中不合理的地方不易找出，实践中出现问题时溯源能力不强，为了增强这方面能力的培养，每个学习情境增加了方案设计这个环节。化学检验入门技能作为本教材的第一部分突出了基本操作技能与数据处理的重要地位，也为本课程和后续课程的学习奠定了坚实的基础。第二部分物料中常量组分分析的12个学习情境内容具有代表性，能全面培养学生设计方案能力、样品处理能力及运用各种方法对各种常量组分进行分析的能力。第三部分的项目评价分为多个模块，可根据需要灵活组合，各模块操作要领描述详细、准确，总评价有自我评价、同学评价与老师评价，评价更全面、客观。

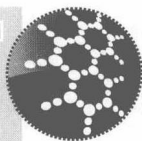
本教材每个技能与学习情境都描述了知识目标、能力目标与素质目标，使学生的学习具有目的性和针对性，利于学生掌握重要知识、技能与职业素质。其内容安排是按实际工作过程进行的，即方案设计、样品采集、样品中常量组分分析。方案设计前的任务是方案设计中基本知识点的铺垫，方案设计后的任务是样品采集与项目训练，既是对设计的方案进行了验证，也强化了操作技能。12个学习情境中的项目全部来自生产一线或实际生活，让学生觉得“学有所用”，而不是“纸上谈兵”，更能激发学生学习的积极性与主动性。

本书由扬州工业职业技术学院张文英主编，第一部分的技能一、技能二，第二部分的学习情境一及第三部分由张文英编写；第一部分的技能三，第二部分的学习情境二由江苏扬农化工集团有限公司高级工程师刘平编写；第二部分的学习情境四～学习情境八由扬州工业职业技术学院徐洁编写；第二部分的学习情境三、学习情境九～学习情境十二由扬州工业职业技术学院陈海燕编写；第一部分的技能四由扬州工业职业技术学院姜晔编写，全书由张文英统稿，扬州工业职业技术学院化学工程学院副院长丁邦东主审。在编写过程中得到了化学工业出版社的大力支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2014年5月

**第一部分 化学检验入门技能****1**

技能一 物质质量的称量	2
任务一 粗略称量物质质量 (使用托盘天平)	2
任务二 准确称量物质质量 (使用分析天平)	2
一、分析天平的种类和构造原理	3
二、几种常用天平的结构与使用	4
三、准确称量物质的质量	13
四、分析天平的计量性能与质量检验	16
五、分析天平的安装调试	20
任务三 项目训练	23
项目一 直接称量法称量物体质量	23
项目二 差减称量法称量物体质量	23
项目三 固定质量称量法称量物体质量	24
项目四 液体样品质量的称量	25
项目五 分析天平主要性能的检定	26
习题	26
技能二 溶液体积的测量	28
任务一 粗略测量溶液体积 (使用量筒)	28
任务二 准确测量溶液体积 (使用滴定管、移液管和容量瓶)	28
一、滴定管、移液管和容量瓶	28
二、滴定管、移液管和容量瓶的校准	36
任务三 项目训练	41
项目六 滴定分析仪器基本操作	41
项目七 滴定分析仪器的校准	42
习题	45
技能三 酸碱滴定终点的确定	46
任务一 认识定量分析方法	46
一、定量分析方法分类与选择	46
二、定量分析过程	48
三、定量分析结果的表示	49
任务二 认识滴定分析法	49
一、滴定分析方法	49
二、标准溶液和基准物质	51
任务三 酸碱滴定终点的确定	53
一、酸碱质子理论	53
二、酸碱的分布系数与分布曲线	55
三、酸碱指示剂	57

四、酸碱指示剂的选择	61
任务四 项目训练	63
项目八 滴定终点练习	63
项目九 酸碱体积比测定	65
习题	66
技能四 分析数据处理及评价与滴定分析的计算	68
任务一 分析数据的处理	68
一、有效数字	68
二、有效数字运算规则	69
任务二 分析数据的评价	71
一、误差	71
二、分析数据的显著性检验	76
三、平均值与真值的关系	81
任务三 滴定分析法的计算	82
一、等物质的量的反应规则	82
二、计算示例	82
习题	85

第二部分 物料中常量组分分析

87

学习情境一 醋酸分析	88
任务一 酸碱溶液中氢离子浓度的计算	88
一、一元强酸(碱)溶液 pH 的计算	88
二、一元弱酸(弱碱)溶液 pH 的计算	88
三、多元弱酸(弱碱)溶液 pH 的计算	89
四、两性物质溶液 pH 的计算	89
五、强酸与弱酸的混合溶液	89
六、弱酸与弱碱混合	90
七、酸碱缓冲溶液 pH 的计算	90
任务二 指示剂的选择	93
一、强碱滴定一元弱酸的滴定曲线	93
二、指示剂的选择	94
三、弱酸准确滴定的判定依据	94
任务三 醋酸中 HAc 含量分析方案设计	95
一、分析方法选择	95
二、标准溶液及浓度的选择	95
三、指示剂的选择	95
四、醋酸样品取用量的计算	96
任务四 样品的采集	96
任务五 项目训练	96
项目十 NaOH 标准滴定溶液的制备	96
项目十一 醋酸分析——醋酸含量的测定	96
习题	97
学习情境二 烧碱分析	99
任务一 多元酸(或多元碱)、混酸的滴定	99

一、确定化学计量点是否有突跃	99
二、选择合适的指示剂指示有突跃的化学计量点	99
任务二 烧碱样品的采集	101
一、样品按批检验	101
二、铁桶包装用的固体氢氧化钠产品	101
三、袋装氢氧化钠产品	101
四、液体氢氧化钠产品	101
五、样品瓶上贴上标签	101
任务三 烧碱中 NaOH、Na ₂ CO ₃ 分析	101
一、双指示剂法	101
二、氯化钡法简介	104
任务四 烧碱中 NaCl 分析	104
一、用于沉淀滴定的沉淀反应应满足的条件	104
二、以 K ₂ CrO ₄ 确定滴定终点——莫尔法	104
三、以铁铵矾确定滴定终点——佛尔哈德法	105
四、以吸附指示剂确定滴定终点——法扬司法	107
任务五 项目训练	107
项目十二 HCl 标准溶液的制备	107
项目十三 烧碱总碱度的测定	108
项目十四 烧碱中 NaOH 和 Na ₂ CO ₃ 的测定	109
项目十五 AgNO ₃ 标准滴定溶液的制备	109
项目十六 烧碱中氯化钠含量测定(莫尔法)	110
项目十七 烧碱中氯化钠含量测定(佛尔哈德法)	111
项目十八 烧碱中氯化钠含量测定(法扬司法)	112
习题	112
学习情境三 铅铋合金分析	115
任务一 认识 EDTA 及其配合物	115
一、EDTA	115
二、EDTA 与金属离子形成配合物的特点	116
任务二 认识配合物的稳定性	117
一、配合物的绝对稳定常数(形成常数)	117
二、配合物的逐级稳定常数和累积稳定常数	117
三、溶液中各级配合物的分布	118
四、副反应系数和条件稳定常数	119
任务三 金属指示剂及其选择	123
一、金属指示剂的作用原理	123
二、金属指示剂应具备的条件	123
三、金属指示剂的理论变色点	124
四、金属指示剂使用中存在的问题	124
五、常用金属指示剂	125
任务四 滴定条件选择	126
一、配位滴定曲线	126
二、单一离子的滴定	129
三、混合离子的选择性滴定	132
任务五 认识配位滴定方式	135
一、直接滴定法及应用	135
二、返滴定法及应用	136
三、置换滴定法及应用	136

四、间接滴定法及应用	137
任务六 铅铋合金中 Pb、Bi 含量分析方案设计	137
一、标准溶液浓度的选择	137
二、指示剂选择	139
三、样品取用量的估算	139
任务七 样品的采集	139
任务八 项目训练	139
项目十九 EDTA 标准滴定溶液的制备	139
项目二十 铅铋合金中铅和铋含量的测定	140
习题	140
学习情境四 双氧水分析	142
任务一 认识氧化还原滴定法	142
一、条件电极电位与氧化还原反应的方向	143
二、影响氧化还原反应速率的因素	145
三、氧化还原反应进行的程度	146
四、氧化还原滴定曲线及指示剂	148
五、氧化还原预处理	151
任务二 认识高锰酸钾法	152
任务三 双氧水中 H_2O_2 含量的分析方案设计	153
一、标准溶液及浓度的选择	153
二、指示剂的选择	154
三、双氧水样品取用量的计算	154
任务四 双氧水样品的采集	154
任务五 项目训练	154
项目二十一 KMnO_4 标准滴定溶液的制备	154
项目二十二 双氧水中 H_2O_2 含量的测定	155
习题	156
学习情境五 胆矾分析	158
任务一 认识碘量法	158
一、碘量法	158
二、直接碘量法	159
三、间接碘量法	159
任务二 滴定条件选择	159
一、溶液 pH 的影响	159
二、过量 KI 的作用	159
三、温度的影响	159
四、光线的影响	160
五、碘量法滴定终点的确定	160
任务三 胆矾中 Cu 含量分析方案设计	160
一、标准溶液及浓度的选择	160
二、指示剂的选择	161
三、胆矾样品取用量的计算	161
四、胆矾测定基本反应	161
任务四 胆矾样品采集	161
任务五 项目训练	161
项目二十三 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准滴定溶液的制备	161
项目二十四 胆矾中 Cu 含量测定	162

习题	163
学习情境六 维生素 C 分析	164
任务一 滴定条件选择	164
任务二 维生素 C 试样中维生素 C 含量分析方案设计	164
一、标准溶液及浓度的选择	164
二、指示剂的选择	165
三、维生素 C 样品取用量的计算	165
任务三 维生素 C 样品采集	165
任务四 项目训练	165
项目二十五 碘标准滴定溶液的制备	165
项目二十六 维生素 C 试样中维生素 C 含量测定	166
习题	166
学习情境七 硫酸铁铵分析	168
任务一 认识重铬酸钾法	168
一、重铬酸钾法的特点	168
二、重铬酸钾法的应用	169
任务二 滴定条件选择	170
任务三 硫酸铁铵中 Fe 含量分析方案设计	170
一、标准溶液及浓度的选择	170
二、指示剂的选择	170
三、硫酸铁铵样品取用量的计算	170
任务四 硫酸铁铵样品的采集	171
任务五 项目训练	171
项目二十七 $K_2Cr_2O_7$ 标准滴定溶液的制备	171
项目二十八 硫酸铁铵中铁含量的测定	171
习题	172
学习情境八 氯化钡分析	173
任务一 认识重量分析法	173
任务二 沉淀条件的选择	174
一、沉淀重量法对沉淀的要求	174
二、沉淀剂的选择	175
三、沉淀的溶解度及其影响因素	175
四、影响沉淀纯净的因素	178
五、沉淀的条件	181
任务三 称量形式的获得	182
一、沉淀的过滤和洗涤	182
二、沉淀的烘干和灼烧	182
任务四 重量分析结果计算	183
任务五 氯化钡中 $BaCl_2$ 含量分析方案设计	184
一、沉淀剂的选择及用量确定	184
二、干扰的消除	185
三、氯化钡样品取用量的计算	185
任务六 氯化钡样品采集	185
任务七 项目训练	185
项目二十九 沉淀重量法基本操作	185
项目三十 氯化钡中 $BaCl_2$ 含量测定	194
习题	196

学习情境九 色拉油碘值分析	198
任务一 认识碘值的测定方法	198
一、韦氏加成法	198
二、碘-乙醇溶液加成法	199
任务二 色拉油碘值分析方案设计	199
一、标准溶液及浓度的选择	199
二、指示剂的选择	199
三、色拉油样品取用量	199
四、测定条件的选择	200
任务三 色拉油样品的采集	200
任务四 项目训练	200
项目三十一 色拉油碘值测定	200
习题	201
学习情境十 对硝基氯苯分析	202
任务一 认识有机物中卤素的测定方法	202
一、氧瓶燃烧法测定卤素	202
二、卡里乌斯封管法	205
三、过氧化钠分解法	205
四、改良斯切潘诺夫法	205
任务二 对硝基氯苯中氯分析方案设计	205
一、选择燃烧瓶的规格	205
二、充氧量的选择	205
三、吸收液的选择	205
四、标准溶液	206
任务三 对硝基氯苯试样采集	206
任务四 项目训练	206
项目三十二 对硝基氯苯中氯含量的测定	206
习题	209
学习情境十一 乙酸乙酯分析	210
任务一 样品的处理	210
一、酯的皂化	210
二、离子交换法	211
三、皂化-离子交换法	215
任务二 样品处理液中乙酸乙酯分析方案设计	215
一、标准溶液及浓度的选择	215
二、指示剂的选择	216
三、乙酸乙酯样品取用量的计算	216
任务三 乙酸乙酯样品采集	216
任务四 项目训练	216
项目三十三 乙酸乙酯试样中 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 含量的测定	216
习题	218
学习情境十二 盐酸 6542 分析	219
任务一 认识非水溶液中的酸碱滴定	219
一、非水溶剂	219

二、非水滴定条件选择	221
任务二 认识萃取	222
一、萃取分离的基本原理	222
二、重要的萃取体系	225
三、萃取操作方法	226
任务三 盐酸 6542 中 $C_{17}H_{23}NO_4 \cdot HCl$ 分析方案设计	227
一、标准溶液及浓度的选择	227
二、指示剂的选择	227
三、盐酸 6542 样品取用量的计算	227
任务四 盐酸 6542 试样采集	227
一、取样量	227
二、取样方法	227
任务五 项目训练	227
项目三十四 盐酸 6542 中 $C_{17}H_{23}NO_4 \cdot HCl$ 含量的测定	227
习题	228

第三部分 项目评价

231

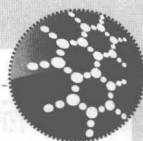
一、各模块评价评分细则	232
表 3-1 递减法称量	232
表 3-2 分析天平性能的检定	233
表 3-3 移液管的使用	233
表 3-4 滴定管的使用	234
表 3-5 容量瓶的使用	236
表 3-6 重量分析基本操作	236
表 3-7 其他操作	238
表 3-8 数据处理与结果评价	239
二、项目评价总评表	240
表 3-9 项目评价总评	240

附录

附录一 常用基准物质的干燥条件和应用	241
附录二 相对原子质量	242
附录三 化合物的摩尔质量 (M)	243
附录四 弱酸在水中的离解常数 (25°C , $I=0$)	246
附录五 弱碱在水中的离解常数 (25°C , $I=0$)	248
附录六 难溶化合物的活度积 ($K_{\text{sp}}^{\ominus}$) 和溶度积 (K_{sp} , 25°C)	248
附录七 金属-无机配位体配合物的稳定常数 (在 25°C 下, 离子强度 $I=0$)	251
附录八 金属-有机配位体配合物的稳定常数 (表中离子强度都是在有限的范围内, $I \approx 0$)	256
附录九 金属离子与氨羧配位剂配合物稳定常数的对数	261
附录十 标准电极电位表 (25°C)	262
附录十一 部分氧化还原电对的条件电极电位 (25°C)	264
附录十二 常见的市售酸碱的浓度	265

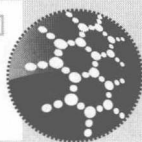
参考文献

参考文献	266
------------	-----



第一部分 化学检验入门技能

技能一



物质质量的称量

知识目标 了解分析天平构造；熟悉分析天平的使用规则；掌握称量物质质量的方法；了解分析天平的性能。

能力目标 能正确选择天平；能用分析天平准确称量物质的质量；能排除分析天平的简单故障。

素质目标 认真细心注重细节，严肃认真责任感强，正确对待挫折决不气馁。

安全知识 天平不用时应切断电源。

化学检验中经常进行物质质量的称量，根据检验工作的内容和要求应选择合适天平，才能使检验工作完成得又快又好。

任务一 粗略称量物质质量（使用托盘天平）

粗略称量物质的质量应使用托盘天平，使用托盘天平测量物体质量的步骤如下。

1. 估测被测物体质量，选择合适量程（最大载荷）和分度值（感量）的天平。
2. 将托盘天平放在水平桌面（或实验台）上，水平放置。
3. 游码归零——将游码拨至标尺左端的零刻线处。
4. 调节平衡——调节平衡螺母，使横梁平衡。

注意：判断横梁平衡的方法为 a. 指针指在分度盘的中线处；b. 指针左右摆动幅度相同。

5. 把被测物体放在左盘内，按“先大后小”顺序选择适当砝码，用镊子向右盘里增减砝码并调节游码在标尺上的位置，直到横梁平衡。

6. 盘里砝码的总质量加上游码所对的刻度值，等于被测物体的质量。

被测物体质量 = 砝码值 + 游码值

7. 取下物体，用镊子将砝码放回盒中，游码归零，称量完毕。

任务二 准确称量物质质量（使用分析天平）

准确称量物质的质量是获得准确检验结果的第一步。分析天平是定量分析中最主要、最常用的准确衡量质量的仪器之一。正确熟练地使用分析天平进行称量是做好分析工作的基本保证。因此，分析工作者必须了解分析天平的构造、计量性能和使用方法。

一、分析天平的种类和构造原理

(一) 分析天平的分类和分级

根据天平的平衡原理，可分为杠杆式天平、弹性力式天平、电磁力式天平和液体静力平衡式天平四大类。根据使用目的，又可分为通用天平和专用天平两大类。根据量值传递范畴，又可分为标准天平和工作用天平两大类：凡直接用于检定传递砝码质量量值的天平均称为标准天平；其他的天平一律称为工作用天平。工作用天平又可分为分析天平和其他专用天平。根据分度值的大小，分析天平又可分为常量（0.1mg）、半微量（0.01mg）、微量（0.001mg）分析天平等六类。按准确度等级划分，我国将天平分为四级：Ⅰ——特种准确度（精细天平），Ⅱ——高准确度（精密天平），Ⅲ——中等准确度（商用天平），Ⅳ——普通准确度（粗糙天平）。对于机械杠杆式的Ⅰ级和Ⅱ级天平，按其最大称量与分度值之比（ $m_{\max}/D$ ，即分度数 n 值）的大小，在Ⅰ级中又细分为七个小级，在Ⅱ级中又分为三个小级（见表 1-1-1）。对于电子天平，目前我国暂不细分天平的级别，只要求指明分度值 D 和最大载荷 $m_{\max}$ 。

表 1-1-1 Ⅰ级和Ⅱ级机械杠杆式天平级别的细分
(数据引自国家标准 GB/T 4168—92)

准确度级别		最大称量与分度值之比
Ⅰ级	1	$1 \times 10^7 \leq n < 2 \times 10^7$
	2	$4 \times 10^6 \leq n < 1 \times 10^7$
	3	$2 \times 10^6 \leq n < 4 \times 10^6$
	4	$1 \times 10^6 \leq n < 2 \times 10^6$
	5	$4 \times 10^5 \leq n < 1 \times 10^6$
	6	$2 \times 10^5 \leq n < 4 \times 10^5$
	7	$1 \times 10^5 \leq n < 2 \times 10^5$
Ⅱ级	8	$4 \times 10^4 \leq n < 1 \times 10^5$
	9	$2 \times 10^4 \leq n < 4 \times 10^4$
	10	$1 \times 10^4 \leq n < 2 \times 10^4$

例如，最大称样量为 200g，分度值为 0.0001g 的天平，其级别 $n = \frac{200}{0.0001} = 2 \times 10^6$ ，由表查得准确度级别为 3 级。

下面以双盘天平为例介绍杠杆式机械天平的构造原理。

(二) 杠杆式机械天平的构造原理

杠杆式天平是根据杠杆原理制成的一种衡量用的精密仪器，它是用已知质量的砝码来衡量被称物的质量。从力学原理上看，设杠杆 A 、 B 、 C （见图 1-1-1），其支点为 B ，力点分别在两端的 A 和 C 上。两端所受的力分别为 P 和 Q ， P 表示砝码的质量， Q 表示被称物的质量。对等臂天平而言，支点两端的臂长相等，即 $L_1 = L_2$ ，当杠杆处于水平平衡状态时，支点两边的力矩相等。

$$Q \times L_1 = P \times L_2$$

因为 $L_1 = L_2$

所以 $Q = P$

上式说明，当等臂天平处于平衡状态时，被称物体的质量等于砝码的质量，这就是等臂天平的基本原理。

等臂分析天平的横梁（见图 1-1-2）用三个玛瑙三棱体的锐边（刀口）分别作为支点 B （刀口朝下）和力点（ A 、 C ）（刀口朝上）。

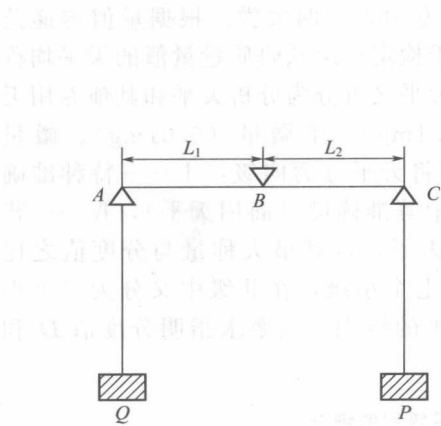


图 1-1-1 等臂天平的平衡原理

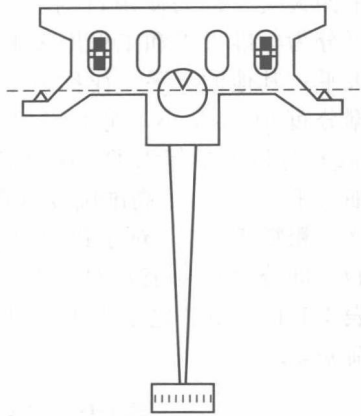


图 1-1-2 等臂天平的横梁

(三) 常用分析天平型号和规格

常用分析天平型号和规格见表 1-1-2。

表 1-1-2 常用分析天平型号和规格

种类	型号	名称	规格	级别
双盘天平	TG-328A	全机械加码电光天平	200g/0.1mg	I ₃
	TG-328B	半机械加码电光天平	200g/0.1mg	I ₃
	TG-332A	半微量天平	20g/0.01mg	I ₃
单盘天平	DT-100	单盘精密天平	100g/0.1mg	I ₄
	DTG-160	单盘精密天平	160g/0.1mg	I ₄
	BWT-1	单盘半微量天平	20g/0.1mg	I ₃
电子天平	MD110-2	上皿式电子天平	110g/0.1mg	I ₄
	MD200-3	上皿式电子天平	200g/0.1mg	I ₆

二、几种常用天平的结构与使用

(一) 双盘半机械加码电光天平

各种型号的等臂天平，其构造和使用方法大同小异，现以 TG-328B 型半机械加码电光天平为例，介绍这类天平的结构和使用方法。

1. 天平结构

天平的结构如图 1-1-3 所示。

(1) 横梁 天平横梁是天平的主要部件，一般由铝合金制成。三个玛瑙（SiO₂）刀等距离安装在梁上，梁的两端装有两个平衡调节螺丝，用来调节横梁的平衡位置（即粗调零点），梁的中间装有垂直向下的指针，用于指示平衡位置。支点刀的后上方装有重心砣，用

于调整天平的灵敏度和稳定性。

(2) 立柱 天平正中是立柱，安装在天平底板上。柱的上方嵌有一块玛瑙平板，与支点刀口相接触。柱的上部装有能升降的托梁架（托翼），关闭天平时它托住横梁，与刀口脱离接触，以减少磨损。柱的中部装有空气阻尼器的外筒。

(3) 悬挂系统

悬挂系统包括：①吊耳（见图 1-1-4），它的平板下面嵌有光面玛瑙，与力点刀口相接触，使吊钩及秤盘、阻尼器内筒能自由摆动；②空气阻尼器，由两个特制的铝合金圆筒构成，外筒固定在立柱上，内筒挂在吊耳上。两筒间隙均匀，没有摩擦，开启天平后，内筒能自由上下运动，由于筒内空气阻力的作用，使天平横梁很快停摆而达到平衡；③秤盘，两个秤盘分别挂在吊耳上，左盘放被称物，右盘放砝码。

吊耳、阻尼器内筒、秤盘等部件上应分别标上左“1”、右“2”的字样，安装时要分左、右配套使用。

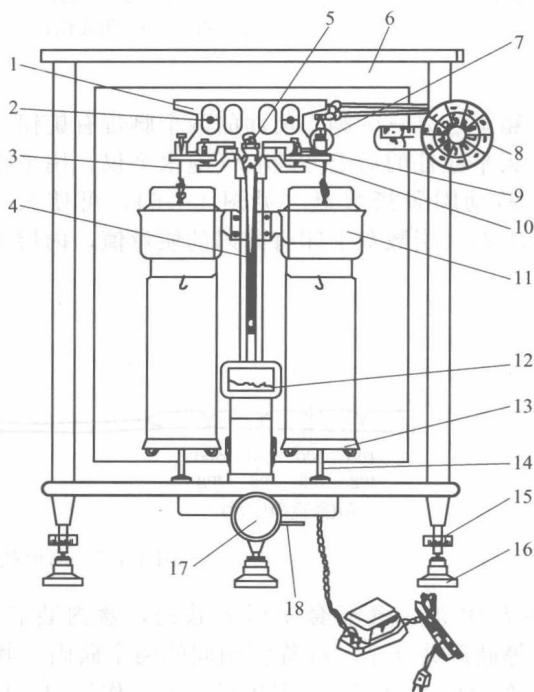


图 1-1-3 TG-328B 型分析天平

1—横梁；2—平衡调节螺丝；3—吊耳环；4—指针；5—支点刀；6—框罩；7—圈码；8—指数盘；

9—支力销；10—托翼；11—阻尼内筒；12—投影屏；13—秤盘；14—盘托；

15—螺旋脚；16—垫脚；17—升降旋钮；18—调屏拉杆

(4) 读数系统 指针下端装有缩微标尺，光源通过光学系统将缩微标尺上的分度线放大，再反射到光屏上，如图 1-1-5 所示。从光屏上可看到标尺的投影，中间为零，左负右正。光屏中央有一条垂直刻线，标尺投影与该线重合处即天平的平衡位置。天平箱下的调屏拉杆可将光屏在小范围内左右移动，用于细调天平的零点。

(5) 天平升降旋钮 位于天平底板正中，它连接托翼、盘托和光源开关。开启天平时，顺时针旋转升降旋钮，托翼即下降，梁上的三个刀口与相应的玛瑙平板接触，使吊钩及秤盘自由摆动，同时接通了光源，屏幕上显出了标尺的投影，天平已进入工作状态。停止称量时，关闭升降旋钮，则横梁、吊耳及秤盘被托住，刀口与玛瑙平板脱离，光源切断，天平进

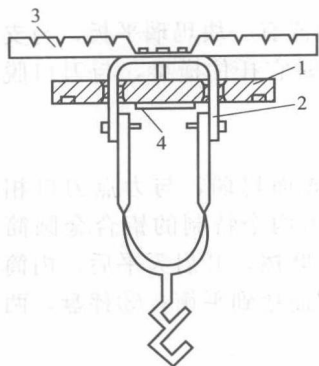


图 1-1-4 吊耳

1—承重板；2—十字头；3—加码承重片；
4—刀承（边刀垫）

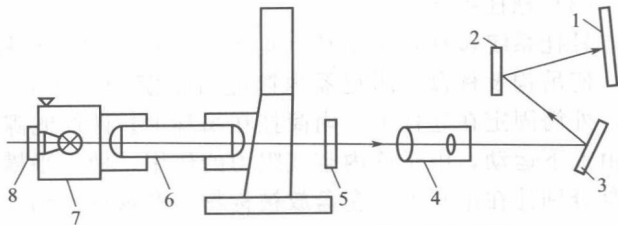


图 1-1-5 光学读数装置

1—投影屏；2—大反射镜；3—小反射镜；4—物镜筒；
5—指针；6—聚光镜；7—照明筒；8—灯座

入休止状态。

(6) 平衡旋钮 天平箱下装有三个脚，前面的两个脚带有旋钮，可使天平底板升降，用于调节天平的水平位置。天平立柱的后上方装有气泡水平仪，用来指示天平的水平位置。

(7) 机械加码装置 转动圈码指数盘（见图 1-1-6），可使天平梁右端吊耳上加 10～990mg 圈形砝码（见图 1-1-7）。指数盘上印有圈码的质量值，内层为 10～90mg 组，外层为 100～900mg 组。

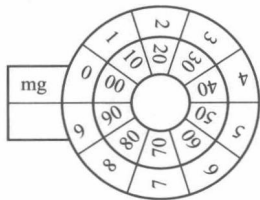


图 1-1-6 圈码指数盘



图 1-1-7 圈形砝码

(8) 砝码 每台天平都附有一盒配套使用的砝码，盒内装有 1g、2g、2g、5g、10g、20g、20g、50g、100g 三等砝码共 9 个。标称值相同的两个砝码，其实际质量可能有微小的差别，所以规定其中的一个用单点“·”或者单星“*”作标记，以示区别。取用砝码时要用镊子，用完及时放回盒内并盖严。

我国生产的砝码（不包括机械挂码）分为五等，其中一等和二等砝码主要在计量部门作为标准砝码使用；三等至五等砝码为工作用砝码。双盘分析天平通常配置三等砝码。

国家计量检定规程《砝码》（JJG 99—90）中采用了国际建议，将砝码按其有无修正值而分为两类：有修正值的砝码又分为一等和二等，其质量按标称值加修正值计；无修正值的砝码又分为 9 个级别，其质量按标称值计。三等砝码与这里的四级砝码的精度相近。国家标准中规定的砝码质量允差列于表 1-1-3（仅列出常量分析天平上使用的部分砝码）。

砝码产品均应附有质量检定证书，无检定证书或其他合格印记的砝码不能使用。砝码使用一定时间（一般为 1 年）后应对其质量进行校准。

砝码在使用及存放过程中要保持清洁，三等及三等以上的砝码不能赤手拿取，要防止摔落划伤或腐蚀砝码表面，应定期用无水乙醇或丙酮擦拭，擦拭时应使用真丝绸布或麂皮，并要避免使溶剂渗入砝码的调整腔中。