

化学实验基本方法（上册）

目 录

第一章 实验材料的采取和处理	1—6
一、生物材料的选取.....	1
（一）由群体选取少量个体，（二）由群体选取个别个体	
二、生物材料的处理.....	2
（一）动物材料的处理.....	2
1. 动物的杀死与麻醉，2. 组织的采取，3. 材料的固定	
（二）植物材料的处理.....	3
1. 分析材料的制备，2. 材料的固定与保存	
三、组织糜及组织匀浆的制备.....	4
四、土壤肥料的采样和处理.....	5
（一）土壤.....	5
1. 采样方法，2. 处理方法	
（二）肥料.....	6
第二章 天平与称量	7—22
一、药物天平.....	7
二、扭力天平.....	8
三、分析天平.....	9
（一）分析天平的种类及选用原则，（二）分析天平的构造，（三）分析天平的使用方法，（四）使用分析天平应注意事项，（五）分析天平的安装和检修	
四、砝码的校准.....	20
第三章 玻璃器皿及其使用	23—43
一、玻璃器皿的性质.....	23

二、玻璃器皿的洗涤与干燥	25
三、滴定管的使用	28
四、移液管的使用	32
五、容量瓶的使用	34
六、其它常用玻璃器皿的使用	35
七、玻璃量器的校准	39
(一) 概述, (二) 滴定管和移液管的校准, (三) 容量瓶的校准	

第四章 试剂和溶液 44—56

一、化学试剂的规格与分类	44
二、溶液的浓度	45
(一) 溶液浓度的表示方法	
1. 百分浓度, 2. 克分子浓度, 3. 重量克分子浓度, 4. 当量浓度, 5. 比例浓度, 6. 百万份浓度, 7. 比重, 8. 波美度, 9. 滴定度	
(二) 溶液浓度的计算	47
1. 溶液混合时浓度的计算, 2. 溶液浓度的换算, 3. pH 与氢离子浓度的换算	
三、溶液的配制	51
(一) 一般溶液的配制方法, (二) 标准溶液的配制方法	
四、缓冲溶液	53
(一) 缓冲溶液的作用原理, (二) 缓冲溶液的选择和配制	
五、试剂和溶液的保存	56

第五章 溶解和提取 57—72

一、溶解	57
(一) 溶解度规律	
1. 相似物溶于相似物中, 2. 介电常数与溶解度, 3. 有机物在水中的溶解规律, 4. 盐类的溶解度, 5. 气体的溶解度	
(二) 溶剂的选用	59
1. 溶剂的沸点, 2. 溶剂的挥发度, 3. 溶剂的纯度, 4. 混合溶剂,	

5. 本着勤俭办一切事业和安全生产的精神选择和使用溶剂	
二、提取	61
(一) 自固体混合物中提取	61
1. 浸渍, 2. 渗漉, 3. 回流, 4. 连续提取, 5. 薄膜蒸馏提取	
(二) 自液体中提取	65
1. 萃取的原理, 2. 萃取溶剂的选用, 3. 一般萃取的方法, 4. 连续萃取, 5. 对流连续提取, 6. 逆流分溶提取	
第六章 过滤和离心	73—94
一、过滤	73
(一) 概述	73
(二) 锥形漏斗及滤纸	74
1. 锥形漏斗, 2. 滤纸, 3. 滤纸的折迭, 4. 过滤操作, 5. 沉淀的洗涤, 6. 加热过滤, 7. 自动过滤, 8. 应用其它滤材的过滤, 9. 少量样品的过滤	
(三) 古氏坩埚	80
(四) 砂芯滤器	81
(五) 平板漏斗	83
二、超滤	84
(一) 超滤膜	85
1. 超滤膜的结构和组成, 2. 超滤膜的制备	
(二) 仪器装置	88
(三) 影响超滤的因素	89
1. 膜的选择性, 2. 流速, 3. 溶质浓度的影响, 4. 其它	
三、离心	91
(一) 概述	91
(二) 离心机的类型	91
(三) 电动离心机的使用与检修	93
第七章 蒸馏	95—114
一、常压蒸馏	95

(一) 原理, (二) 常压蒸馏仪器, (三) 蒸馏操作与注意事项	
二、减压蒸馏	98
(一) 原理, (二) 减压蒸馏仪器, (三) 抽气减压装置, (四) 减压蒸馏操作与注意事项	
三、分馏	104
(一) 原理, (二) 分馏仪器, (三) 分馏操作	
四、水蒸汽蒸馏	107
(一) 原理, (二) 仪器、操作及注意事项	
五、薄膜蒸馏	110
(一) 概述, (二) 薄膜蒸馏仪器及其使用方法	
第八章 加热、冷却和恒温	115—143
一、加热	115
(一) 电热仪器, (二) 燃料加热器, (三) 用浴器加热	
二、灼烧	119
(一) 用喷灯灼烧, (二) 用电阻炉灼烧	
三、冷却	121
(一) 冷却剂, (二) 电冰箱	
四、恒温	129
(一) 恒温的热源, (二) 温度调节器, (三) 继电器, (四) 搅拌器	
五、温度测量	137
(一) 液体温度计, (二) 半导体点温计, (三) 热电偶温度计,	
(四) 电阻温度计, (五) 辐射高温计	
第九章 干燥	144—154
一、物理干燥法	144
(一) 加热干燥, (二) 真空干燥, (三) 冷冻干燥	
二、化学干燥剂及使用方法	148
(一) 常用的化学干燥剂, (二) 干燥剂的使用方法	

第十章 重结晶和升华	155—161
一、重结晶.....	155
(一) 重结晶溶剂的选用, (二) 重结晶的操作方法及注意事项	
二、升华.....	160
(一) 概述, (二) 升华提纯的方法	
第十一章 熔点及沸点的测定	162—172
一、熔点的测定.....	162
(一) 概述, (二) 毛细管测熔点法	
二、沸点的测定.....	166
(一) 沸点与压力的关系, (二) 混合物及溶液的沸点, (三) 测定沸点的方	
法	
第十二章 比重和粘度的测定	173—178
一、比重的测定.....	173
(一) 概述, (二) 测定比重的仪器, (三) 测定方法	
二、粘度的测定.....	174
(一) 概述, (二) 测定粘度的方法	
第十三章 折光率和比旋光度的测定	179—185
一、折光率的测定.....	179
(一) 概述, (二) 折光仪及其使用方法	
二、比旋光度的测定.....	182
(一) 概述, (二) 旋光仪及其使用方法	
第十四章 电位法测定 pH 值	186—199
一、概述.....	186
二、电极.....	187
(一) 甘汞电极, (二) 玻璃电极	
三、酸度计的工作原理.....	191
(一) 补偿型酸度计, (二) 直读型酸度计	

四、25 型酸 度计.....	194
(一) 结构原理, (二) 操作方法, (三) 仪器的维护与修理	
第十五 吸收光度法.....	200—234
一、概述.....	200
(一) 光谱, (二) 光的吸收定律, (三) 消化系数, (四) 吸收光度法的应用	
二、分光光度法.....	206
(一) 分光光度计结构概述.....	206
1. 光源, 2. 分光系统, 3. 吸收杯, 4. 受光器	
(二) 751 型分光光度计.....	210
1. 仪器工作原理, 2. 仪器结构, 3. 仪器的安装和检查, 4. 操作方法, 5. 维护与使用时应注意事项	
(三) 72 型光电分光光度计.....	216
1. 基本结构, 2. 仪器安装, 3. 操作方法, 4. 仪器维修, 5. 故障修理	
三、光电比色法.....	223
(一) 概述.....	223
(二) 581—G 型光电比色计.....	225
1. 基本结构, 2. 操作方法, 3. 使用时应注意事项, 4. 可能发生的故障及维修方法	
四、目视比色法.....	230
(一) 概述.....	230
(二) 杜氏比色计.....	231
1. 基本结构, 2. 操作方法, 3. 使用时应注意事项	
(三) 蒲氏光度计.....	223
1. 结构及原理, 2. 操作方法	
第十六章 荧光分析法和比浊分析法.....	235—242
一、荧光分析法.....	235
(一) 概述.....	235

(二) 仪器	236
1. 基本结构, 2. 沪江四用荧光计	
(三) 测定方法	239
1. 荧光测定, 2. 光电比色测定	
二、比浊分析法	241
(一) 概述, (二) 仪器和方法	

第一章 实验材料的采取和处理

有关生物学研究的化学实验主要包括二方面内容：(1) 机体、土壤、肥料等的化学组成成分，(2) 机体内的化学过程和酶活性测定。由于实验的目的和对象不同，材料的采取和处理也各有不同的要求，但如实反映其“真面目”则是基本、共同的，因此材料选取必须有最大的代表性，要尽可能保持其天然状态，在实验过程中不得矫作结果。以下简要介绍实验材料的采取和处理的一些基本方法。

一、生物材料的选取

生物材料选取的基本要求是材料具有最大代表性。具体选取方法因实验对象、内容而有差异。

(一) 由群体选取少量个体

成分分析以及小个体生物的代谢分析，经常由多数的群体中选取少数个体（或个体的一部分）进行实验，其选材原则以由大田选取实验材料为例说明如下：

从地里采取植物样品时，在生长均一的情况下，可按对角线或沿平行的直线等距离采样；生长不很均一时，应根据生长的强弱，按比例采取大约五个点的样品进行混合，注意所采取的样品要有代表性；此外在需要时还须记载其生境条件及植株形态、性状。

采取植株上某部分的器官组织时，可在不同地点的约 5~10 株植物上的各部位采取，包括向阳、背阳及上下各部的样品。除非指定分析外，不能采取单株或单个样品进行分析。

如果采回的样品数量多而体积或重量小（如一般种子），可以采用“四分法*”混合选取以供分析。如果体积或重量大，只能分析其中一部分时（如大的果实、块根、球茎等），则须从采回的样品中选取几个将其纵切，然后每个各取用一定分量的纵切部分混合分析；或是根据分析目的要求，取用其一定部位的材料。

-
- * 四分法的操作如下：把样品混匀后堆集成圆锥体，将其顶部压平成圆饼状，然后于此压平的平面上划交叉对角线，将样品分成四等分，弃去两个对顶角的部分。然后再行混匀，重复以上步骤，缩分到合适的数量为止。

(二) 由群体选取个别个体

机体的代谢过程分析,特别是由大型动物选取某一器官、组织作一次实验分析时,常采用个别个体。此时主要考虑是该个体确能充分代表处于某种发育阶段、生理状态、健康状况、营养状况的群体,而不是任意抽样。在深入到细胞水平的化学过程分析,还应考虑到细胞间的不均一性,在实验前还须预先进行控制处理,使细胞处于同一生理状况,例如注射二硝基苯胍使骨髓细胞同步化等。

二、生物材料的处理

生物材料处理的基本要求是在实验过程中能如实反映机体的状况,具体处理方法也由实验对象、内容来决定。以下分别介绍动植物材料的一般处理方法。

(一) 动物材料的处理

1. 动物的杀死与麻醉

把动物击昏、斩头或放血后采取材料是最方便的方法。这方法主要缺点是机体反应强烈、体内产生深刻变化,不能反映原来的面目,例如肌肉强烈收缩会引起 ATP 分解、乳酸积累等反应。

麻醉可使动物对刺激反应迟钝。对高等动物常采用乙醚、氯仿等麻醉剂,用呼吸麻醉法进行麻醉。但这类麻醉不宜作代谢研究,如果要进行代谢研究,可用戊基巴比妥钠,静脉或腹腔注射麻醉。某些实验不能采取麻醉处理,例如研究肌肉收缩的化学变化。

比较理想的处理方法是把动物投入液态空气中进行快速冷冻处理。这个方法对于小动物尤其适宜。

2. 组织的采取

把已处死或麻醉的动物迅速切开皮肤或体腔,切取所需器官或组织,用生理盐水洗去血液,用利刀剥除无关组织,操作要尽可能迅速,并在冷处进行。

3. 材料固定

下面介绍几种固定方法,可根据实验内容、条件和具体要求分别选用。

(1) 冷冻 把实验材料用液态空气或干冰(固体 CO_2) 固定是最好的方法。简单的办法是把组织埋入碎冰中片刻,然后移入以碎冰冷却的容器内。

(2) 冷三氯乙酸固定 测定小动物组织小块或组织糜的不稳定磷化物时多采用此

法。即把实验材料投入冷的三氯乙酸中，三氯乙酸最终浓度约5%，但此法不能用来固定研究代谢反应和酶活性的材料。

(3) 冷丙酮固定 把适当大小的实验材料投入冷丙酮中，就可以达到固定的目的。酶及其他生物制剂材料经常用此法固定。

(4) 热酒精或热氢氧化钾溶液常用来固定稳定的化合物。

此外稳定成分还可采取热水、蒸气或烘干等固定方法。

(二) 植物材料的处理

1. 分析材料的制备

(1) 种子 一般种子的样品在除去其中杂质后，可用电磨或磨粉机进行研磨，最初磨出的少量样品弃去不要，磨好的样品经过0.5~1毫米筛孔的筛子筛过。油料种子通常只用大研钵研磨，以免油分沾粘损失。

(2) 茎杆、根、叶 新鲜植株样品，如果混有泥沙，用水轻轻漂洗，后用干净纱布擦拭，待其表面水分挥发干，即可供分析用。依分析的目的要求不同，样品可以是新鲜的或经过烘干的。新鲜样品应该用利刀迅速切成小块后称重，然后用研钵或高速组织捣碎机，加入适量的水或缓冲液，制成匀浆或提取液。烘干样品可用磨粉机研磨，筛过待测。

(3) 多汁样品 一般多汁样品化学成分(如糖、蛋白质、维生素等)在保存中易发生变化，所以常用鲜样进行各项分析。用利刀切成薄片或小块，不能让其汁液流失，称重后直接放在研钵或高速组织捣碎机内捣碎；如果样品含水量少，可以按样品重量加入0.5~1倍的水或缓冲液进行捣研。

制备供酶学研究的样品，尽可能在低温下操作，一般不能使用金属用具，蒸馏水及溶剂等不能含有重金属离子。

2. 材料的固定与保存

实验材料有时需要固定后进行分析，或是保存以备将来分析，常用的方法有下列几种。

(1) 烘烤干燥 最简单的保存方法是将材料在鼓风烘箱中烘干，以停止酶的活动并驱除水分。烘干前材料应适当切成小块，水果应该剖开，但不能让其汁液流失。一般材料可置于70°~80°C的烘箱中烘干；含水量高的材料，可先于100~110°C温度下烘20~30分钟，然后再于70°~80°C烘干。烘干的温度不能太高，否则会把样品烧焦或使其中某些成分氧化或逸失。最好不要用日晒来干燥样品，以免引起成分变化以及沾污灰尘或被风吹走。采回的样品如果是全株的，最好按根、茎、叶等分开处理。

(2) 真空干燥 将材料置于真空干燥箱中在 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 左右抽至真空,则样品中的水分很快逸出,经过一段时间便可达到干燥状态。此法优点在于干燥比较迅速,同时可以避免在烘干时样品中某些成分的氧化。

(3) 蒸汽固定 利用消毒锅或水浴锅,将材料在沸腾水浴的蒸汽中,蒸煮 $15\sim 20$ 分钟,以停止酶的作用,然后在鼓风干燥箱中,于 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 干燥。

(4) 酒精固定 含有大量水分、糖份、有机酸的果实、蔬菜等,不能用蒸汽杀死法固定材料,以免汁液损失、糖类被酸水解、以及糖类在干燥过程中的转化。这些材料必须用酒精固定保存。为此可将切碎的材料置于具有冷凝管瓶塞的玻璃瓶中,然后倒入一定量的沸腾的 96% 酒精,并加热沸腾 30 分钟。冷却后,换以严密的瓶塞涂蜡封存。由于样品在处理时水分逸出,酒精的浓度因而下降,所以应该加入足够量的酒精,使最终浓度在 $78\sim 82\%$ 左右。

以上除酒精固定的材料可以长期保存在酒精溶液中外,其余经固定处理后的干燥样品,都可以保存在具塞的玻璃瓶中,(瓶内可放些樟脑或对位二氯甲苯以防虫蛀),瓶口用蜡涂封。若将材料放在真空干燥器中,抽成真空后保存,效果更好。

一些材料只要短期保存的,可以放在冰箱中冷藏,但由于活组织对于冷冻的反应,可溶性糖量可能有些增加,如果温度不是很低,组织中还可能微弱的代谢,成分会有所变化。匀浆、提取液如要短期保存的,可以加入一些甲苯或氯仿,然后冷冻保存。

三、組織糜及組織勻漿的制备

组织糜(组织切碎的颗粒)的特点是组织被完全破坏,细胞被部分破坏。组织匀浆则是细胞大部分被破坏。

组织糜最简单的制备方法,是把冰冻或其他方法固定的组织,用利剪迅速剪碎成糜状,或在瓷研钵中加少量仔细洗净的石英砂进行研磨,大量组织材料则可用磨肉机磨碎。

制备组织匀浆可使用各种匀浆器或高速组织捣碎机。国产高速组织捣碎机有 55 型,塔形等(图1),适用于中等容量匀浆的制备。把大块组织切成小块,投入玻璃器皿中,加入少量液体(水或缓冲液),把器皿与轴心对准(居中,不摇动)。开动马达,先开慢档片刻,换成快档捣碎 3 分钟(不可延长,否则仪器易被烧坏)。仪器每使用一次得休息 5 分钟。

少量组织可用小容量的匀浆器或硬质玻璃匀浆器进行研磨。玻璃匀浆器(图2)由磨砂的试管及磨杵组成。研磨时可用马达(1000 转/分钟)或手工操作转动磨杵。

研磨时一般都要求把研磨器预先冷却，研磨过程也要在冷却环境下进行。

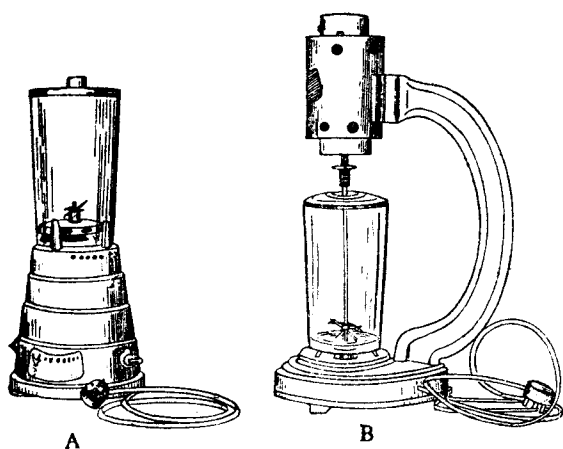


图1 高速组织捣碎机
A—塔型 B—55型

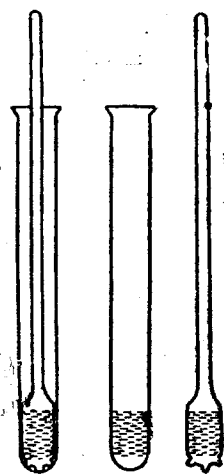


图2 玻璃匀浆器

四、土壤肥料的采样和处理

(一) 土 壤

1. 采样方法

土壤样品的采取应根据实验的具体要求，决定取样的地点、深度、数量和时间。总的要求同样是要有代表性，能如实反映其实际情况。

一般的土壤分析，在采样前应先观察其小地形、土壤的质地和色泽，了解其耕作情况等，对不同的土壤分别进行采样。

采样通常有二种方法：一种是定出代表性的点，采集单个样品，此法多应用于变化不大的土壤，特别是未经开垦的自然土壤；另一种是定出多个（5~10个）分布均匀的代表性的点，采取多个样品充分混合成为平均样品，此法多应用于一般农田土壤的采集。采取样品时应避免异样和特殊情况，例如盐碱斑、动物孔穴及遗体、牛马粪堆、肥料堆等等。每个样品代表的层次应一致，通常采取各层次的中部3~4厘米的一片土壤作为样品，重0.5~1公斤。种植地土壤采样的深度应和耕种深度相同。采样工具可用铲子或土钻。所取土的湿度一般以不粘铲子为宜。将采集的土壤装入铝盒或布袋中，并进行必要的记录（采土地点、深度、层次、日期、采集人等）。将记录签贴（结）于样

品盒(袋)外,带回实验室。

2. 处理方法

测定土壤水分、硝态氮、铵态氮、亚铁成分等需要新鲜土样。采样后须将之充分捏细拌匀,最好能全部通过6毫米筛孔的筛子,留待分析。

除以上所述者外,一般项目都用风干样品进行分析。风干的方法是:将采回的土壤摊放在玻板或纸张上(不得用草纸)阴干或晒干,并随时拣去粗大的生物残体和石块,充分混匀后,用四分法淘汰至所需的数量(通常为1~2市斤)。

接着须将土样磨细和过筛。把土样称重后置于研钵中用带橡皮头的木杵将之压散,用2毫米筛孔的筛子过筛。反复几次,务使粘附于石砾上的土粒全部筛出。将石砾称重,算出该土壤含石砾的百分率。观察石砾的组成后可弃置之,不能通过2毫米筛孔的生物残体亦弃去之。过筛的土壤一半保留于磨口塞的广口瓶中,供一般物理分析之用。另一半再行研碎,直至全部通过1毫米筛,存于广口瓶中供化学分析之用。测速效性钾的土壤样品不能研成小于1毫米的颗粒,因为晶格破坏后速效钾的含量会增加。

(二) 肥料

固体化肥可将之倒在混样纸或塑料布上,充分混匀,然后以四分法逐步缩分至1斤左右,迅速分装入两个具有磨口塞的广口玻瓶内,盖紧封存,填贴标签。分析前将试样研磨至能通过0.16毫米筛孔(100目)为止。块状肥料应先加以击碎后逐步缩分。袋装肥料可用取样针采样。取样针插入时必须背部向上,到达后旋转180°,使试样填满针槽内后抽出,否则流入取样针槽的物料,将大部分是袋口部分的。

液体化肥,混匀其内容物后,将玻璃取样管缓慢插入,直达容器底部,用拇指揪住玻管上端小孔,抽出器外,将取得的液体装入瓶中,或待各件取样后混匀,从中取出放1升分装两瓶留待分析。取样管插入液体时不可揪住上端小孔,否则取到的样品将大部分是容器底部的。

一般土化肥可按处理土样的方法,将之风干研碎混匀后进行分析,但有机肥料取回后通常须先作氨的定性测定。含氨的,应在肥料中加草酸或20%酒石酸使之酸化,以固定氨,然后再进行分析。

对于工农业生产上某些产品和原料的分析,须按照国家有关部门的具体规定,进行采样和处理,这里不作介绍。

第二章 天平与称量

化学分析的结果通常是以重量百分率表示，因此必须知道所取样品及被测成分的重量。常用的称量仪器有药物天平（台秤），扭力天平和分析天平。它们称取的份量和精密度有很大的差别，今分别介绍于下。

一、药 物 天 平

药物天平也称台秤，用于粗略的称量，能称的最大重量（载量）是500或1000克，能准确称出的最小重量（感量）是0.1克。

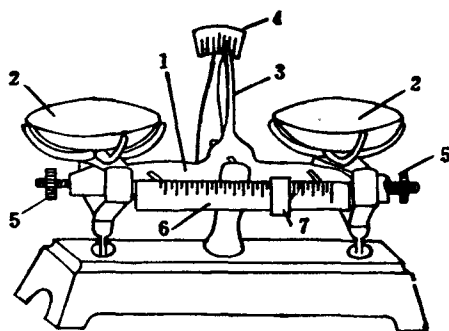


图3 药物天平

1—横梁，2—秤盘，3—指针，4—刻度盘，5—调节平衡螺丝，6—游标尺，7—游码。

药物天平的横梁①通过钢制的三棱刀口，架在天平座上，横梁左、右有两个盘子②，左盘放称量物，右盘放砝码。横梁中间有指针③。根据指针在刻度盘④前摆动情况，可以看出天平的平衡与否。在两盘空时，指针摆动的停止点应在刻度盘的中央；如果不是，可调节横梁左右端的螺丝⑤，使停止点在中央，这时空盘的停点，叫天平的零点。

称量时，用纸或器皿盛药物放在左盘上，把砝码放在右盘上。这时天平指针向左右摆动，当停止点（平衡点）与零点相符时（可以偏差在1小格以内），砝码的重量即是称量物及纸或器皿的重量。如该称量物在10克以下，或要添加10克以下砝码，可移动游

标尺⑥上的游码，游码所指的数字即代表10克以下的砝码数字。使用时应注意：

(1) 称量物的重量不得超过天平的最大负载。

(2) 称量物不可直接放在秤盘上，潮湿或有腐蚀性的物品不可用纸张，要用玻璃或瓷制器皿盛取，能放出气体的物质应在有盖的器皿中称量。

(3) 不能称量与室温差别较大的热的或冷的物品，天平要避免日光照射及单面受冷受热。

(4) 称量完毕应把砝码放回盒子，但游标尺上的游码不必移回刻度“0”处，这样天平一端较重，可免经常摆动磨损刀口。

(5) 要注意防潮，防腐蚀，防生锈，经常保持天平的整洁。

二、扭 力 天 平

扭力天平是利用弹簧扭力代替砝码的天平。在一定称量范围内，它不需加减砝码就可以直接指示出物体的重量，使用方便。

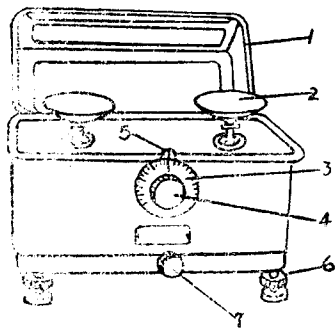


图4 托盘式双臂扭力天平

1—盖子， 2—秤盘， 3—刻度盘，
4—刻度盘旋钮 5—标尺， 6—水平调节
螺旋， 7—开关旋钮。

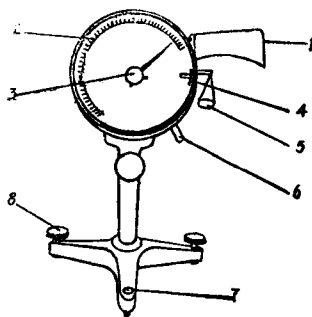


图5 单臂扭力天平

1—盖子， 2—刻度盘， 3—指针旋钮，
4—指示标尺， 5—秤盘， 6—开关，
7—水准器， 8—水平调节螺旋。

托盘式双臂扭力天平（图4）是实验室常用的扭力天平之一。其结构类似于上述药物天平，但用弹性元件作支承。1克以下的重量靠钢带的弹力作用，可直接在刻度盘读出；1克以上则须加减砝码。称量时将称量物放在左边秤盘上，与物重大致相当的砝码放在右盘。打开开关旋钮后，徐徐转动刻度盘，直至天平平衡为止。此时砝码重量加上刻度盘读数便是称量物的重量。

图5是一种单臂扭力天平，它不用砝码，全部靠钢带弹力，钢带的一端与载物臂相连，另一端与指针相连。称量时先调节右边载物臂，使之恰在标线，然后将称量物放在载物臂小盘上，旋转指针旋钮直至载物臂复处于标线为止，此时指针所指读数便是物重。

使用扭力天平，除了和药物天平一样的应注意事项外，还应注意：

(1) 天平应放在牢固的工作台上，调节水平调节螺旋至天平处于平衡（水平）位置方可使用。

(2) 一切物体的取放都应在关闭开关旋钮的情况下进行，以免天平受冲击而损坏。

三、分 析 天 平

(一) 分析天平的种类及选用原则

1. 分析天平的种类

实验室、分析室里常用的分析天平，按其称量精确度来分，有如下几种：

(1) 半分析天平（普通天平、矿山天平） 载量为100克（或200克），感量为1毫克。即可称准至小数点（克）后的三位数字。

(2) 分析天平 载量为100克（或200克），感量为0.1毫克（或0.2毫克），即可称准至小数点后四位数字。

(3) 半微量分析天平 载量为100克，感量为0.01毫克，即可称准至小数点后五位数字。

(4) 微量分析天平 载量为30克（或50克），感量为0.001毫克，即可称准至小数点后六位数字。

分析天平如按其构造不同又可分为如下几种：

(1) 普通分析天平 这种分析天平结构比较简单，主要包括横梁、升降枢、天平盘三个大部分，是普通实验室中常用的分析天平。

(2) 阻尼分析天平 在普通分析天平加上气阻器，以加速横梁摆动的停止，节省时间，称量方便。

(3) 半自动分析天平、自动分析天平 半自动分析天平是在阻尼分析天平基础上，增加两个部分：一是添加砝码的转盘和加码架，1克以下的砝码（环码）全挂在加码架上，使用时只要转动转盘，便可自行加减砝码；1克以上的砝码仍放在砝码盒内，使用时要用镊子夹取添加。二是在指针尖端的刻度盘（指针标尺）改为光幕，当放下升降枢（天平开放）时，会自动接通电源，灯光射经光幕，即可示出指针尖端所停的

位置，便于读数。

自动分析天平与半自动分析天平结构相似，但全部砝码都用转盘添加，不必手持镊子夹取。

(4) 自动单盘天平 这种分析天平只有一个盘，盘和砝码都在梁的一臂上，另一臂则代之以固定重量的平衡锤。0.1克以上的砝码可转动转盘自动添加，0.1克以下的重量则由光幕读数上读得。结构复杂，但使用方便。

2. 分析天平的选用

一般称样在 100 毫克以上，分析准确度要求在 0.1%~0.2% 的，可以选用分析天平，或用分析天平但不必称准至小数点后第四位。半微量及微量分析天平，适于在特殊研究工作中应用，普通化学实验室不必选用这种天平。

表 1 常用的国产分析天平的型号

天平名称	型号	最大载重	感量
阻尼天平	TG 528 B	200克	0.4 毫克
阻尼天平	TG 629 B	100克	0.4 毫克
半自动电光天平	TG 328 B	200克	0.1 毫克
全自动电光天平	TG 328 A	200克	0.1 毫克
单盘减码全自动电光天平	TG 729 B	200克	0.1 毫克
微量天平	TG 332 A	20克	0.01毫克

结构复杂的分析天平，虽有它使用方便的优点，但价格昂贵，且须一定的设备条件（如电等），保养维修也较复杂，而且精密度只和普通分析天平一样。因此，我们必须结合具体情况选购天平，不可盲目追求“高级”。在一般实验室中有药物天平和阻尼分析天平已够应用。

称量的准确度和天平的感量及称量物的重量有关，其关系如下：

$$\text{称量准确度} = \frac{\text{天平感量(克)}}{\text{称量物重量(克)}} \times 100$$

如天平感量为 0.0001 克，称量物重量为 0.1000 克，则准确度为：

$$\frac{0.0001 \text{ 克}}{0.1000 \text{ 克}} \times 100 = 0.1\%$$

如需要更高的准确度，可以增加称量物重量，如称量物改为 1.000 克，则准确度为：

$$\frac{0.0001 \text{ 克}}{1.000 \text{ 克}} \times 100 = 0.01\%$$

如果只要 1% 的准确度，可选用半分析天平，或用分析天平只称准到小数后三位即