

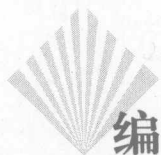


全国农业职业技能培训教材

肥料配方师职业技能 培训大纲

农业部人事劳动司 组织编写
农业职业技能培训教材编审委员会

中国农业出版社



编写人员

主 编 高祥照 王卫国

副主编 杜 森 马常宝

编 者 (按姓氏笔画排序)

马常宝 王卫国 王 巍 孔庆波

白由路 卢艳丽 曲明山 江荣风

杜 森 高祥照



前言



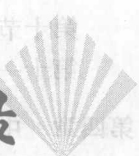
肥料是作物的粮食，是农业生产资料中最大的投入品。施肥是最重要的农业增产措施，对农作物产量的贡献率在50%以上。2005年，我国化肥施用总量达到4600多万t（折纯），成为世界上化肥用量最多的国家。随着我国人口不断增长，土地资源日趋减少，要实现农产品总量的增长和质量的提高，科学施肥至关重要。农业生产实践证明，按照合理的肥料配方进行科学施肥，对减少肥料浪费、降低生产成本、提高综合效益、保护农业生态环境具有十分重要的作用。要加快科学施肥技术推广应用，首先要提高肥料生产、销售、推广人员的专业技能水平，规范从事肥料配方与肥料应用效果评价相关技术人员的从业行为。

目前，全国肥料配方行业从业人员众多，能力水平参差不齐，主要分布在农技推广、肥料生产及销售服务等领域。把肥料配方从业人员的素质管理纳入标准化、制度化、规范化轨道，对强化科学施肥队伍建设，提高从业人员素质和技能，促进农业持续、稳定、健康发展具有非常重要的现实意义。为此，国家设立肥料配方师新职业，劳动和社会保障部发布肥料配方师国家职业标准，农业部领导要求“加快肥料配方师职业资格认定，提高农业科技人员的技术水平和业务能力”。为了贯彻落实部领导的讲话精神，在种植业管理司和人事劳动司的大力支持下，全国农业技术推广服务中心会同农业部种植业行业职业技能鉴定指导站，组织有关专家编制了肥料配方师职业技能培训大纲。培训大纲按照肥料配方师国家职业标准的总体要求，针对从事肥料配方行业所需的职业道德、基础知识和专业技能，按照初、中、高三个级别进行编写，既考虑从事本职业的专业技能要求，又照顾到不同层次技术人员的实际情况，力求达到内容全面、层次清晰，增强针对性和实用性。由于时间仓促，难免有不足和错漏之处，敬请大家批评指正。

编者

2007年7月

目 录



前言	1
第一章 职业道德	1
第一节 职业道德基本知识	1
第二节 肥料配方师职业守则	1
第二章 基础知识	2
第一节 土壤学基础知识	2
第二节 植物营养与施肥基础知识	6
第三节 土壤农化分析基础知识	8
第四节 作物栽培学基础知识	12
第五节 计算机基础知识	14
第六节 法律知识	16
第七节 安全知识	22
第三章 初级肥料配方师	24
土壤分析	24
第一节 土壤大量元素养分测定	24
第二节 土壤剖面的观察与记载	34
肥效试验	39
第三节 肥料田间试验的实施	39
第四节 资料收集和数据处理	46
配方制定	48
第五节 大量元素肥料的特性与选择	48
第六节 肥料配方原理和方法	55
应用推广	57
第七节 固体肥料贮存、运输	57
第八节 肥料销售	60
第九节 大量元素肥料的使用	62
肥料评价	66

第十节	单质及复混肥料标准与检测	66
第十一节	肥效试验布置与评价	74
第四章	中级肥料配方师	78
土壤分析	78	
第十二节	土壤中微量元素养分测定	78
第十三节	土壤物理性质测定与野外调查	86
肥效试验	96	
第十四节	肥料田间试验方案设计	97
第十五节	田间试验数据分析	112
配方制定	117	
第十六节	中、微量元素肥料的特性与选择	117
第十七节	肥料选择与配方要求	124
应用推广	126	
第十八节	液体肥料的贮存、运输	126
第十九节	复混肥料和中、微量元素肥料使用	127
第二十节	技术推广的基本方法	133
肥料评价	136	
第二十一节	复混肥料、有机肥料标准及检测	136
第二十二节	特殊肥料肥效试验与评价	146
第五章	高级肥料配方师	151
土壤分析	151	
第二十三节	评价土壤养分分析结果	151
第二十四节	土壤调查与制图	157
肥效试验	165	
第二十五节	肥料田间试验方案审定	165
第二十六节	试验结果分析与审定	169
第二十七节	肥料施用状况调查结果分析与审定	176
配方制定	180	
第二十八节	肥料选择与配方要求	180
第二十九节	肥料配方评价	185
应用推广	190	
第三十节	特殊肥料的使用	190
第三十一节	农技推广的技能	196
肥料评价	206	
第三十二节	肥料检测方法的选择	206
第三十三节	施肥效益与风险评估	215

第一章 职业道德

第一节 职业道德基本知识

职业道德是人们在一定职业活动范围内应当遵守的，与其特定职业活动相适应的行为规范的总和。

肥料配方师是从事肥料配方、肥料应用及效果评价等工作的人员，其从业人员在职业观念、职业态度、职业技能、职业纪律和职业作风等方面应有较高的要求。

肥料配方师的职业道德规范主要集中在敬业爱岗、认真负责、勤奋好学、热情服务、操作规范等五个方面。

第二节 肥料配方师职业守则

1. **敬业爱岗，忠于职守** 热爱农业、关注农村、关心农民，维护农民利益，把为“三农”服务作为自己崇高的使命和责任。热爱所从事的职业，热爱本职工作，忠实地履行岗位职责。

2. **认真负责，实事求是** 工作认真负责，一丝不苟，一切从实际出发，理论联系实际，实事求是。

3. **勤奋好学，精益求精** 深入研究本职业专业技术知识和熟练掌握实际操作技能，勤学好问，不断刻苦钻研新技术，提高业务能力。

4. **热情服务，遵纪守法** 培养和强化为民、便民、利民意识，待人热情、服务周到。增强法治意识，坚持依法办事，遵守国家相关的法律法规。

5. **操作规范，注意安全** 培养科学严谨的工作作风，严格按照各项规范和技术要求进行操作，确保工作质量。掌握安全操作技能以及用电、用水、用气等方面知识，在工作中确保安全。

第二章 基础知识

第一节 土壤学基础知识

本节重点介绍土壤的概念、形成、组成及其性质等基本知识。

一、土壤的概念及特征

土壤指地球陆地表面能够生长绿色植物的疏松层。具有四大特征：(1) 具有一定的物质组成——固、液、气三相；(2) 具有自身的形成和发展过程，是一个独立的历史自然体——生物、气候、母质、地形、时间等自然因素和人类活动综合作用下的产物；(3) 具有独特的三维空间形体特征——土壤剖面 and 土体构型；(4) 具有肥力——能够生长绿色植物（本质特征）。

二、土壤的形成

自然界的矿物岩石经风化作用及外力搬运形成母质，母质经成土作用形成土壤。在地球上未出现生物之前，只进行岩石的风化作用，而且速度极其缓慢。地球上生物特别是高等绿色植物出现后，不仅大大加速了风化作用，而且能累积养分，促进肥力的发展，所以生物的出现也就标志着成土过程的开始。一般来讲，成土过程是在风化过程的基础上进行的，但实际上这两个过程往往交织在一起，很难将其截然分开。

土壤的形成是多种因素综合作用的结果。19世纪俄国土壤学家 B. B. 道库恰耶夫总结认为成土因素主要有五个：母质、气候、生物、地形、时间。土壤是在这五大成土因素综合作用下形成的。

1. **母质** 母质是土壤固相部分的基本材料和物质基础，也是植物矿质营养元素的最初来源。母质对土壤形成的影响主要表现在以下方面：首先，母质的矿物组成、理化性状在其他因素的制约下，直接影响着成土过程的速度、性质和方向；其次，母质对土壤理化性质有较大影响。不同母质发育的土壤，其养分状况有所不同。

2. **气候** 气候是主要的环境因素，与土壤形成关系密切的气候因素主要是热量和降水。气候对土壤形成的影响体现在两个方面：一是直接参与母质的风化，水热状况直接影响到矿物质的分解与合成以及物质的累积和淋失；二是控制植物的生长和微生物的活动，影响有机质的累积、分解，决定养分物质循环的速度。

3. **生物** 生物是土壤形成的主要因素。生物除积极参与岩石风化外，还在土壤形成中进行着有机质的合成与分解，只有当母质中出现了微生物和植物时，土壤的形成才真正开始。植物对土壤的形成最主要的是：能累积和集中养分，使养分集中在表层，对肥力的

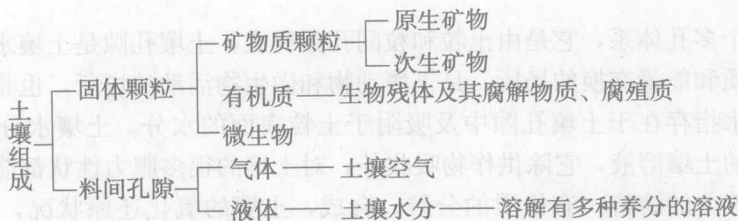
发展意义重大；根系的穿插对土壤结构的形成有重要作用；根系分泌物能引起一系列的生物化学作用和物理化学作用。土壤中的动物参与了一些有机残体的分解破碎作用以及搬运、疏松土壤和母质的作用，某些动物还参与土壤结构的形成，有的脊椎动物能够翻动土壤，改变土壤的剖面层次。土壤中的微生物种类多、数量大，在土壤形成中一方面能促进有机质分解，另一方面又合成腐殖质，其后再进行分解，这样就形成了土壤物质的循环。另外，固氮菌能固定空气中的氮素，有的细菌能促进矿物的分解，增加养分的有效性。

4. 地形 地形是间接的环境因素，对土壤形成和发展的影响与母质、生物、气候的影响不同，它和土壤之间没有物质和能量的交换，它只是影响土壤和环境之间物质和能量交换的一个条件。首先是能影响地表热量和水分的重新分配，其次是能影响到母质的重新分配。

5. 时间 时间是成土作用的强度因素，各种成土因素作用于土壤，都因时间的增长而加强。土壤的形成和发展是在上述母质、气候、生物、地形等成土因素的作用下，随时间的进展而不断运动变化的产物，时间越长，土壤的性质及肥力的变化越大。

三、土壤的物质组成

土壤是由固相（包括矿物质、有机质和活的生物体）、液相和气相等三相物质组成的疏松多孔体。其物质组成如下：



土壤的三相物质共同构成了一个相互联系、相互制约、不断运动的统一体。这些物质的比例关系及其运动变化对土壤肥力有直接影响，它们是土壤肥力的物质基础。

四、土壤肥力

一般认为，土壤肥力是指土壤在植物生长发育过程中，能够同时地、不断地供应和协调植物需要的水分、养分、空气、热量和其他生活条件的能力，这种能力是土壤的物理、化学和生物性质的综合反映，因此，通常把水、肥、气、热称为土壤的四大肥力因素。“四要素”并非孤立存在，而是相互联系和制约。土壤肥力分为自然肥力和人为肥力，自然肥力由自然因子（五大成土因素）综合作用发育而来；人为肥力由人为耕作熟化过程（人为耕作、施肥、灌溉及其他技术措施等作用）发育而来。

五、土壤矿物质

土壤矿物质是土壤的主要组成物质，构成土壤的“骨骼”，一般占土壤固相重量的95%~98%。影响土壤物理性质、化学性质、生物和生物化学性质。土壤矿物质的元素组成很复杂，元素周期表中全部元素几乎都能发现。土壤矿物质的主要元素组成约有20余

种,包括氧、硅、铝、铁、钙、镁、钛、钾、钠、氮、磷、硫及微量元素等。

六、土壤有机质

土壤有机质是土壤固相的组成成分之一,尽管土壤有机质仅占土壤重量的很小一部分,但在土壤肥力、环境保护和农业可持续发展方面却具有十分重要的作用和意义。有机质提供土壤微生物活动所需的碳素和能量,提供植物生长所需的矿质养分,促进土壤养分的有效化,提高土壤的保肥供肥性和酸碱缓冲性,改善土壤的物理性状。土壤有机质含量变异性大,低的不足0.5%,高的可达30%。通常将表层有机质含量大于20%的土壤称为有机质土壤,将表层有机质含量小于20%的土壤称为矿质土壤。

七、土壤生物

土壤生物包括后生动物、原生动物、微生物,其中微生物数量巨大,每千克土壤可含5亿个细菌、100亿个放线菌和近10亿个真菌。土壤生物是土壤肥力的核心,它们直接或间接参与了土壤中几乎所有的物理、化学、生物学反应,对土壤肥力意义重大。尤其是微生物与植物的关系非常密切,对植物的生长非常重要,有的微生物甚至成为植物生命体的一部分。

八、土壤水分

土壤是一个多孔体系,它是由土粒和粒间孔隙组成,土壤孔隙是土壤水分、空气存在的场所,是物质和能量交换的场所,是土壤动物和微生物活动的场所,也是植物根系伸展的空间。土壤水指存在于土壤孔隙中及吸附于土粒表面的水分。土壤水分实际上并非纯水,而是很稀的土壤溶液,它除供作物吸收外,对土壤的很多肥力性状都能产生深远的影响,比如矿质养分的溶解,有机质的分解、合成,土壤的氧化还原状况,土壤的通气状况,土壤的热性质,土壤的机械性能、耕性等都与土壤水分有密切的关系。

九、土壤空气

土壤空气存在于无水的土壤孔隙中,它的含量取决于土壤孔隙度和土壤含水量,土壤空气与大气的组成相似,但是在含量上存在一些差异。

十、土壤的保肥供肥性能

土壤能吸收保持分子态、离子态或气态、固态养分的能力和特性,称为保肥性能。土壤吸收作用按其吸收机制可分为:机械吸收、物理吸收、化学吸收、生物吸收和离子交换吸收等五种类型。

土壤的供肥性能指土壤在作物整个生育期内,持续不断地供应作物生长发育所必需的各种速效养分的能力和特性。它是土壤的重要属性,是评价土壤肥力的重要指标。

土壤保肥和供肥性能的调节主要有以下几种方法:

一是增加肥料投入,调节土壤胶体状况。采用增施有机肥、秸秆还田和种植绿肥等措施,提高土壤有机质含量,不仅对提高土壤的保肥能力具有重要作用,而且还能提供一定

数量的有效养分,提高土壤持续供应养分的能力。合理增施化肥,除能促进土壤稳定性有机物质的分解和有效地调节养分供应外,还能有效地提高作物的生物产量,相应地增加秸秆等有机物的归还量,起到“以无机(无机肥)促有机(增加有机质胶体)”的作用。所以,在施用有机肥料的基础上,适当增加化肥的投入,是改善土壤供肥性能,提高土壤保肥性能的基本措施。

二是合理耕作和灌排。合理耕作可以提高土壤的通气性和蓄水能力,促进土壤微生物的活动,加速土壤矿物质养分的风化释放和有机质的分解转化,显著地增加土壤有效养分。但耕作过于频繁,又容易造成土壤有机质分解过快和有效养分的过度消耗,必须做到适度、合理,并要与施肥等措施配合。水分条件影响土壤水、气、热的平衡和微生物活动,也在很大程度上左右着植物对养分的吸收。在生产上,干旱缺水会降低土壤养分的有效性,故施肥必须结合灌水,以充分发挥肥效,促进作物生长;土壤水分过多,又会抑制土壤养分的释放,影响植物对养分的吸收,应及时排除,以透气增温,促进养分转化。

三是调节交换性阳离子组成,改善养分供应状况。土壤胶体吸附的阳离子比例失调,如北方盐碱土中钠离子过多,往往抑制作物对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 等养分的吸收;在南方红、黄壤地区,铝、锰离子过多会直接毒害作物。过多的 Na^{+} 、 Al^{3+} 导致pH过高过低,使土壤的某些性质恶化,限制了土壤肥力的发挥,不利于作物的生长。因此,在南方适量施用石灰、草木灰等碱性物质,使土壤的盐基饱和度达70%~80%,pH达到6.0~6.5,也是提高土壤肥力的重要措施。在碱土地区,施用石膏可以改良土壤。

十一、土壤结构

土壤中的矿物颗粒,在大多数情况下都不是以单粒状存在,而是在多种因素综合作用下,土粒互相团聚成大小、形状和性质不同的土团、土片和土块等团聚体,这种团聚体称为土壤结构或结构体。

土壤结构不同,土壤中的孔隙特别是通气孔隙所占的比例有显著差异,直接影响土壤水、肥、气、热状况,从而在很大程度上反映土壤的肥力水平。土壤结构状况与耕性也有密切关系,所以它是土壤的重要物理性质之一。依据结构体的几何形状、大小及其肥力特征,土壤结构可划分成以下几个类型:块状结构、核状结构、柱状结构、棱柱状结构、片状结构、团粒结构和粒状结构。

团粒结构是一种良好的结构,具有团粒结构较多的土壤,能协调水、肥、气、热诸肥力因素,土壤肥力较高,耕作管理比较省力;反之,非团粒结构的土壤各肥力因素不协调,耕作管理比较费力。

十二、土壤耕性与耕作

土壤耕性泛指耕作时土壤所表现出来的特性,它是土壤结构在耕作上的表现。耕性的好坏可以反映土壤的熟化程度,直接关系到能否给作物创造一个合适的土壤环境和提高劳动效率。耕性的好坏可从以下三个方面来衡量:一是耕作的难易程度。耕作时土壤对农具产生的阻力大小不同,可决定人力、畜力和动力的消耗,影响劳动效率。二是耕作质量的好坏。耕性良好的土壤,耕作时阻力小,耕后疏松、细碎、平整,有利于作物的出苗和

根系的发育；耕性不良的土壤，耕作费力，耕后起大坷垃，会影响播种质量、种子发芽和根系生长。三是宜耕期的长短。即适宜耕作时间的长短。如砂质土宜耕期长，表现为“干好耕，湿好耕，不干不湿更好耕”；黏质土相反，宜耕期很短，表现为“早上软，晌午硬，到了下午锄不动”。

第二节 植物营养与施肥基础知识

本节重点介绍植物生长发育必需的营养元素、营养的吸收以及施肥的基本知识。

一、植物生长发育必需的营养元素

必需营养元素的确定有三条标准：一是必要性，即缺少这种元素植物就不能完成其生命周期；二是不可替代性，即缺少这种元素植物会出现特有的症状，而其他元素均不能代替其作用，只有补充这种元素后症状才会减轻或消失；三是直接性，即这种元素是直接参与植物的新陈代谢，对植物起直接的营养作用，而不是改善环境的间接作用。

目前国内外公认的高等植物所必需的营养元素有16种，它们是碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、铜、锌、钼、氯。非必需营养元素中一些特定的元素，对特定植物的生长发育有益，或为某些种类植物所必需，这些元素称为有益元素，如：硅、钠、钴、硒、镍。

二、植物营养的吸收

植物主要通过根部吸收养分，也可以通过叶部吸收。无论是根部或是叶部吸收，养分都要通过原生质膜。原生质膜是包围在原生质体表面的一层具有选择性的透性膜，根系吸收的养分主要是溶解在土壤溶液中的无机离子，如 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- 、 H_2PO_4^- 等，还有少量的有机分子，如氨基酸、糖类、植素等。

根系对养分的吸收有主动吸收和被动吸收两种方式。无论是主动吸收或被动吸收，养分离子必须从土体向根表迁移。

三、大量元素和中微量元素

农作物生长需要的营养元素，其中碳、氢、氧可以从空气和水中获得，一般不需要以肥料的形式提供。氮、磷、钾在作物体内含量较高，作物生长吸收得也较多，占干物重的百分之几到千分之几，称为“大量元素”。氮、磷、钾三种元素通常都需要以肥料的形式补充，所以特别称它们为“肥料三要素”。钙、镁、硫一般称为“中量元素”。铜、锌、铁、锰、硼、钼等元素，作物需要量少，称为“微量元素”。一般土壤中含有的中、微量元素都能够满足作物的需要，但对于某些对中、微量元素特别敏感的作物和某些微量元素缺乏较严重的土壤，则必须施用相应的中、微量元素肥料。

四、养分归还学说

养分归还学说是施肥的重要理论依据。植物以不同方式从土壤中吸收矿质养分，使土

壤养分逐渐减少,连续种植会使土壤贫瘠,为了保持土壤肥力,就必须把植物带走的矿质养分以施肥的方式归还给土壤。

五、同等重要、不可替代律

对农作物来讲,不论大、中量元素或微量元素都是同等重要,缺一不可的。缺少某一种微量元素,尽管它的需要量很少,仍会产生微量元素缺乏症而导致减产。不论微量元素还是大、中量元素,其重要性是一样的,并不因为需要量的多少而改变。作物需要的各种营养元素,在作物体内都有一定的功能,相互之间不能代替。缺少什么营养元素,就必须施用含有该营养元素的肥料,施用其他肥料不仅不能解决缺素的问题,有些时候还会加重缺素症状。

六、最小养分律

植物为了生长发育需要吸收各种养分,但是决定作物产量的却是土壤中相对含量最小的养分因素,产量也在一定限度内随着这个因素的增减而相应地变化。通常用装水木桶进行图解。木桶由代表不同养分含量和因子的木板组成,贮水量的多少(即水平面的高低)表示作物产量的水平。可以看出,作物产量决定于表示最小养分的最短木板的高度。如果不针对性地补充最小养分,即使其他养分增加得再多,也难以提高产量,只能造成肥料的浪费。

七、报酬递减律

随着投入的增加,作物产出增加,但单位投入的产出是逐步减少的。在土壤缺肥的情况下,根据作物的需要进行施肥,作物的产量会相应增加。但施肥量的增加与产量的增加并不是呈正相关关系。当施肥量很低的时候,单位肥料的增产量很大,随着施肥量的增加,单位肥料的增产量呈递减趋势,当施肥量增加到一定程度时,再多施肥料产量也不会增加,此时的产量为最高产量。

八、土壤肥力与因子综合作用律

土壤肥力是土壤的基本属性和质的特征,是土壤从养分条件和环境条件方面供应和协调作物生长的能力。土壤肥力是土壤的物理、化学、生物学性质的反映。由众多的因子构成,主要有:

直接因子:土壤中含有作物需要的营养元素,如氮、磷、钾等大量元素,钙、镁、硫等中量元素,锌、钼、硼、锰、铁、铜等微量元素,这是土壤的直接因子,也称狭义的肥力。它们的含量丰富,肥力就高。

间接因子:土壤的母质、物理结构、酸碱度(pH)、通透性、有机质、耕层厚度、水分含量等,并不是作物直接需要的,而对作物吸收养分却有很大的影响,称为土壤肥力的间接因子。

外来因子:作物品种、耕作、施肥、气候等,不为土壤所具备,但也左右着土壤肥力。对土壤来说,它们是外来因子。

众多因子综合作用形成了土壤肥力，一般用作物在土壤中不施用任何肥料所得的产量，即空白田产量来衡量，称为“土壤肥力的综合指标”。田间试验结果表明，作物产量的构成，有40%~80%的养分吸收来自土壤，要提高作物产量，首先要提高土壤肥力，只有在高肥力的条件下，才能达到高产稳产。土壤肥力是决定作物产量的基础。

影响作物产量的众多因子纠缠在一起，因子与因子之间既相互促进，又相互制约，而且经常在不断变化。例如，磷的不足，影响氮的肥效，增施钾肥，可以提高氮的吸收，磷肥施用过量，导致锌的沉淀，容易发生缺锌症等。作物丰产是由诸多影响作物生长发育的因子综合作用的结果。因此，肥料的增产效应必然受因子综合作用律的影响。为了充分发挥肥料的增产作用和提高肥料的经济效益，一方面要注重各种养分之间的配合施用，另一方面施肥措施也要与其他农业技术措施密切配合，发挥因子的综合作用是配方施肥技术的一个重要依据。

第三节 土壤农化分析基础知识

本节重点介绍土壤农化分析的基本知识。

土壤农化分析是了解土壤状况、开展科学施肥和土壤改良等工作的基础。土壤农化分析包括土壤分析、肥料分析、植物分析三个方面，是一门专业性、技术性较强的应用科学。

一、实验室纯水

1. 纯水的制备 分析工作中需要的纯水用量很大，必须注意水质检查和正确保存，勿使其受器皿和空气等来源的污染，必要时装苏打—石灰管防止 CO_2 的溶解沾污。

纯水的制备常用蒸馏法和离子交换法。蒸馏法是利用水与杂质的沸点不同，经过外加热使所产生的水蒸气经冷凝后制得。蒸馏法制得的蒸馏水，由于经过高温处理，不易长霉；但蒸馏器皿多为铜制或锡制，因此蒸馏水中难免有痕量的这些金属离子存在。实验室自制时可用电热蒸馏水器，出水量有5、10、20或50L/h等几种，使用较方便，但耗电较多，出水速度较慢。工厂和浴室利用废蒸汽所得的副产蒸馏水，质量较差，必须先检查后才能使用。

离子交换法可制得质量较高的纯水——去离子水，一般是用自来水通过离子纯水器制得，因未经高温灭菌，往往容易长霉。离子交换树脂是一种不溶性的高分子化合物，当水流通过装有离子交换树脂的交换器时，水中的杂质离子被离子交换树脂所截留。离子交换纯水器可以自己装置，也有商品纯水器供应。水通过交换树脂获得的纯水称离子交换水或去离子水。

2. 纯水的等级 实验室用纯水的外观应无色透明的液体，分为3个等级：一级水，基本上不含有溶解或胶态离子杂质及有机质，可用二级水经过石英装置重蒸馏、离子交换混合床和 $0.2\mu\text{m}$ 的过滤膜等方法制得。二级水，可允许含有微量的无机、有机或胶态杂质。可用蒸馏、反渗透或去离子后再蒸馏等方法制得。三级水，可采用蒸馏、反渗透或去离子等方法制得。

二、试剂的标准、规格、选用和贮藏

1. 试剂的标准 我国化学试剂标准分国家标准、行业标准和企业标准3种,《中华人民共和国国家标准·化学试剂》颁布于1965年,其最新的版本在1995年出版。在这3种标准中,行业标准不得与国家标准相抵触,企业标准不得与国家标准和部颁标准相抵触。

2. 试剂的规格 试剂规格又叫试剂级别或试剂类别。一般按试剂的用途或纯度、杂质的含量来划分规格标准。我国试剂的规格基本上按纯度划分,共有高纯、光谱纯、基准、分光纯、优级纯、分析纯和化学纯7种。国家和主管部门颁布质量指标的主要有优级纯、分析纯和化学纯3种。①优级纯,属一级试剂,标签颜色为绿色。这类试剂的杂质很低,主要用于精密的科学分析和研究工作,相当于进口试剂“G.R”(保证试剂)。②分析纯,属于二级试剂,标签颜色为红色,这类试剂的杂质含量低,主要用于一般的科学研究和分析工作。相当于进口试剂的“A.R”(分析试剂)。③化学纯,属于三级试剂,标签颜色为蓝色。这类试剂的质量略低于分析纯试剂,用于一般的分析工作,相当于进口试剂“C.P”(化学纯)。除上述试剂外,还有许多特殊规格的试剂,如指示剂、生化试剂、生物染色剂、色谱用试剂及高纯工艺用试剂等。

3. 试剂的选用 土壤理化分析中一般都用化学纯或分析纯试剂配制溶液。标准溶液和标定剂通常都用分析纯或优级纯试剂。微量元素分析一般用分析纯试剂配制溶液,用优级纯试剂或纯度更高的试剂配制标准溶液。精密分析用的标定剂等有时需选用更纯的基准试剂(绿色标志)。光谱分析用的标准物质有时需用光谱纯试剂(S.P, spectroscopic pure)。选用试剂时应注意,如果所用试剂虽然含有某些杂质,但对所进行的实验事实上没有妨碍,若没有特别的约定,那就可以放心使用。不同级别的试剂价格有时相差很大,因此不需要用高一级的试剂时就不用。在仲裁分析中,必须按其要求选用相应规格的试剂。

4. 试剂的保存 试剂的种类繁多,贮藏时应按照酸、碱、盐、单质、指示剂、溶剂、有毒试剂等分别存放。盐类试剂很多,可先按阳离子顺序排列,同一阳离子的盐类再按阴离子顺序排列。强酸、强碱、强氧化剂、易燃品、剧毒品、异臭和易挥发试剂应单独存放于阴凉、干燥、通风之处,特别是易燃品和剧毒品应放在危险品库或单独存放,试剂橱中更不得放置氨水和盐酸等挥发性药品,否则会使全橱试剂都遭污染。定氮用的浓硫酸和定钾用的各种试剂溶液尤须严防 NH_3 的污染,否则会引起分析结果的严重错误。氨水和 NaOH 吸收空气中的 CO_2 后,对 Ca 、 Mg 等的测定也能产生干扰。开启氨水、乙醚等易挥发性试剂时须先充分冷却,瓶口不要对着人,慎防试剂喷出发生事故。过氧化氢溶液能溶解玻璃的碱质而加速 H_2O_2 的分解,所以须用塑料瓶或内壁涂蜡的玻璃瓶贮藏;波长为320~380nm的光线也会加速 H_2O_2 的分解,因此最好贮于棕色瓶中,并藏于阴凉处。高氯酸的浓度在700g/kg以上时,与有机质如纸炭、木屑、橡皮、活塞油等接触容易引起爆炸,500~600g/kg时则比较安全。氢氟酸有很强的腐蚀性和毒性,除能腐蚀玻璃外,滴在皮肤上即产生难以痊愈的烧伤,特别是滴在指甲上。因此使用时应戴上橡皮手套,并在通风橱中进行操作。氯化亚锡等易被空气氧化或吸湿的试剂,应密封保存。

5. 试剂的配制 按照具体情况和实际需要,试剂的配制分为粗配和精配两种方法。

粗配：一般实验用试剂，没有必要使用精确浓度的溶液，使用近似浓度的溶液就可以得到满意的结果。如盐酸、氢氧化钠和硫酸亚铁等，这些物质都不稳定，或易于挥发吸潮，或易于吸收空气中的 CO_2 ，或易被氧化而使其物质的组成与化学式不相符。用这些物质配制的溶液就只能得到近似浓度的溶液。在配制近似浓度的溶液时，通常只要一位或两位有效数字，只要用一般的仪器就可以，例如用粗天平来称量物质，用量筒来量取液体。近似浓度的溶液要经过用其他标准物质进行标定，才可间接得到其精确的浓度。如酸、碱标准液，必须用无水碳酸钠、苯二甲酸氢钾来标定。

精配：有时候则必须使用精确浓度的溶液。例如在制备定量分析用的试剂溶液如标准溶液时，就必须用精密的仪器如分析天平、容量瓶、移液管和滴定管等，并遵照实验要求的准确度和试剂特点精心配制。通常要求浓度具有四位有效数字，如重铬酸盐、碱金属氧化物、草酸、草酸钠、碳酸钠等能够得到高纯度的物质，它们都具有较大的分子量，贮藏时稳定，烘干时不分解，物质的组成精确地与化学式相符合的特点，可以直接得到标准溶液。

三、常用器皿的性能、选用和洗涤

1. 玻璃器皿 软质玻璃又称普通玻璃，有一定的化学稳定性、热稳定性和机械强度，透明性较好，易于火焰加工焊接。但热膨胀系数大，易炸裂、破碎。因此，多制成不需要加热的仪器，如试剂瓶、漏斗、量筒、玻璃管等。

硬质玻璃又称硬料，也称为硼硅玻璃。硬质玻璃的耐温、耐腐蚀及抗击性能好，热膨胀系数小，可耐较大的温差（一般在 300°C 左右），可制成加热的玻璃器皿，如各种烧瓶、试管、蒸馏器等。但不能用于 B、Zn 元素的测定。

2. 瓷、石英、玛瑙、铂、塑料和石墨等器皿

(1) 瓷器皿 实验室所用的瓷器皿实际上是上釉的陶器。因此，瓷器的许多性质主要由釉的性质决定。它的熔点较高 (1410°C)，可高温灼烧，如瓷坩埚可以加热至 1200°C ，灼烧后重量变化小，故常常用来灼烧沉淀和称重。但在蒸发和灼烧的过程中，应避免温度的骤然变化和加热不均匀现象，以防破裂。瓷器皿对酸碱等化学试剂的稳定性较玻璃器皿为好，然而同样不能和 HF 接触，过氧化钠及其他碱性溶剂也不能在瓷器皿或瓷坩埚中熔融。

(2) 石英器皿 主要化学成分是二氧化硅，常温下，除 HF 外不与其他的酸作用。在高温时，能与磷酸形成磷酸硅。易与苛性碱及碱金属碳酸盐作用，尤其在高温下，侵蚀更快，然而可以进行焦磷酸钾熔融。石英器皿热稳定性好，由于其热膨胀系数较小，只有玻璃的 $1/15$ ，故而热冲击性好。石英器皿价格较贵，脆而易破裂，使用时须特别小心，其洗涤的方法大体与玻璃器皿相同。

(3) 玛瑙器皿 是二氧化硅胶溶体分期沿石空隙向内逐渐沉积成的同心层或平层块体，可制成研钵和杵，用于土壤全量分析时研磨土样和某些固体试剂。玛瑙质坚而脆，使用时可以研磨，但切莫将杵击撞研钵，更要注意勿摔落地上。它的导热性能不良，加热时容易破裂，任何情况下都不得烘烤或加热。玛瑙是层状多孔体，液体能渗入层间内部，所以不能用水浸洗，只能用酒精擦洗。

(4) 铂质器皿 铂的熔点很高(1774℃),导热性好,吸湿性小,质软,能很好地承受机械加工,常用铂与铱的合金(质较硬)制作坩埚和蒸发器皿等分析用器皿。铂的价格很高,使用铂质器皿时要特别注意其性能和使用规则:一是铂器易变形,勿用力捏或与坚硬物件碰撞。变形后可用木制模具整形。二是勿与王水接触,也不得使用HCl处理硝酸盐或HNO₃处理氯化物,但可与单独的强酸共热。三是不得溶化金属和一切高温下能析出金属的物质、金属的过氧化物、氰化物、硫化物、亚硫酸盐、硫代硫酸盐、苛性碱等,磷酸盐、砷酸盐、铋酸盐也只能在电炉中(无碳等还原性物质)熔融,赤热的铂器皿不得用铁钳夹取(须用镶有铂头的坩埚钳)并放在干净的泥三角架上。勿接触铁丝。石棉垫也须灼尽有机质后才能应用。四是铂器应在电炉或喷灯上加热,不允许用还原焰,特别是有烟的火焰加热,灰化滤纸的有机样品时也必须先在通风条件下低温灰化,然后再移入高温电炉灼烧。五是铂器皿长久灼烧后有重结晶现象而失去光泽,容易裂损。可用滑石粉的水浆擦拭,恢复光泽后洗净备用。六是铂器皿洗涤可用单独的HCl或HNO₃煮沸溶解一般的难溶的碳酸盐和氧化物,而酸的氧化物可用K₂S₂O₇或KHSO₄熔融,硅酸盐可用碳酸钠、硼砂熔融,或用HF加热洗涤。熔融物须倒入干净的容器,切勿倒入水盆或湿缸,以防爆溅。

(5) 银、镍、铁器皿 铁镍的熔点高(分别为1535℃和1452℃),银的熔点较低(961℃),对强碱的抗蚀力较强(Ag>Ni>Fe)。这3种金属器皿的表面却易氧化而改变重量,故不能用于沉淀物的灼烧和称重。可用于一些不能在瓷或铂坩埚中进行的样品熔融,例如Na₂O₂和NaOH熔融等,一般只需700℃左右,仅约10min即可完成。熔融时可用坩埚钳,夹好坩埚和内容物,在喷灯上或电炉内转动,勿使底部局部太热而导致穿孔。

(6) 塑料器皿 普通塑料器皿一般是用聚乙烯或聚丙烯等热塑而成的聚合物。低密度的聚乙烯塑料,熔点108℃。加热不能超过70℃,高密度的聚乙烯塑料,硬度较大,熔点135℃,加热不能超过100℃。它们的化学稳定性和机械性能好,可代替某些玻璃、金属制品。在室温下,不受浓盐酸、氢氟酸、磷酸或强碱溶液的影响,只有被浓硫酸(大于600g/kg)、浓硝酸、溴水或其他强氧化剂慢慢侵蚀。有机溶剂会侵蚀塑料,故不能用塑料瓶贮存。塑料器皿贮存水、标准溶液和某些试剂溶液比玻璃容器优越,尤其适用于微量物质分析。

聚四氟乙烯的化学稳定性和热稳定性好,是耐热性能较好的有机材料,使用温度可达250℃。当温度超过415℃时急剧分解。耐腐蚀性好,与浓酸(包括HF)、浓碱或强氧化剂皆不发生作用,可用于制造烧杯、蒸发皿、表面皿等。聚四氟乙烯制的坩埚能耐热至250℃(勿超过300℃),可以代替铂坩埚进行HF处理,塑料器皿对于微量元素和钾、钠的分析工作尤为有利。

(7) 石墨器皿 石墨是一种耐高温材料,即使达到2500℃左右也不熔化,只在3700℃(常压)升华为气体。石墨有很好的耐腐蚀性,有机或无机溶剂都不能溶解它。在常温下不与各种酸、碱发生化学反应,只有在500℃以上才与硝酸强氧化剂等反应。此外,石墨的热膨胀系数小,耐急冷热性也好。其缺点是耐氧化性能差,随温度的升高,氧化速度逐渐加剧。常用的石墨器皿有石墨坩埚和石墨电极。

第四节 作物栽培学基础知识

本节重点介绍作物栽培学基础知识。

一、作物栽培学的概念

作物栽培学是以植物学、植物生理学、生态学、气象学、农业化学、耕作学、土壤学、数学等学科为基础,综合运用这些学科的基本理论和最新成就,全面系统地研究作物的生长发育、产量和品质形成规律及其与外界环境条件的关系,并在此基础上采取栽培措施实现作物高产、稳产、优质、高效的一门技术科学,是直接为农业生产服务的科学。

二、作物的概念

广义的作物是指栽培的植物,目前世界上栽培的植物约1500种。狭义的作物是指大田里栽培面积较大的栽培植物,常称作农作物,如粮、棉、油、麻、糖、烟等,随着种植业内涵的延伸和种植业结构的调整,果、菜、花、饲料作物和药用作物也进入了大田作物种植的范畴。

三、作物的分类

1. 按用途和植物学系统分类

(1) 粮食作物 ①禾谷类作物,绝大部分属禾本科,主要包括小麦、大麦、燕麦、黑麦、稻、玉米、谷子、高粱、黍类等;②豆类作物,属豆科,主要包括大豆、豌豆、赤豆、绿豆、蚕豆、豇豆、菜豆、小扁豆等;③薯、芋类作物,甘薯、马铃薯、山药、芋、木薯等。

(2) 经济作物(工业原料作物) ①纤维作物,棉花、麻类(大、苘、红、黄、亚麻等);②油料作物,花生、油菜、芝麻、向日葵、红花、蓖麻等;③糖料作物,甜菜、甘蔗、甜叶菊等;④其他作物,烟草、茶叶、薄荷、咖啡、啤酒花等。

(3) 绿肥及饲料作物 田菁、苕子、苜蓿、草木樨、沙打旺等。

(4) 药用作物 人参、枸杞等。

2. 按作物对温度条件的要求分类

(1) 喜温作物 如水稻、棉花、玉米、烟草、花生等。在其全生育期中,所需的日均温和总积温量较高,其生长发育的最低温度约为 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$,温度低,生长发育缓慢,甚至停止。

(2) 耐寒作物 如小麦、大麦、油菜等。这些作物全生育期要求的日均温和总积温量较低,其生长发育的最低温度约为 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$,温度过高,生长发育缓慢,甚至停止。

3. 根据对光照的要求分类

(1) 长日照作物 如小麦、大麦、油菜、甜菜等,这类作物在白昼长、黑夜短的条件下,其生长发育速度加快,生育期缩短。

(2) 短日照作物 如水稻(中、晚稻)、玉米、棉花、大豆、烟草等。这类作物在白