

# 《土壤肥料学》课程笔记

## 第一章：绪论与土壤的物质组成

### 一、土壤肥料学绪论

#### 1. 土壤肥料学的定义

土壤肥料学是研究土壤与植物营养、土壤肥力、肥料及其作用机理和施用技术的学科。它涉及土壤学、植物营养学、肥料学和环境科学等多个领域。

#### 2. 土壤肥料学的研究内容

- (1) 土壤的组成、性质和分类；
- (2) 土壤肥力的形成、评价和提升；
- (3) 植物对营养元素的需求、吸收、运输和利用；
- (4) 肥料的种类、特性、效果和施用技术；
- (5) 土壤环境保护与农业可持续发展。

#### 3. 土壤肥料学的研究方法

- (1) 实验室分析：化学分析、物理测量、微生物学检测等；
- (2) 田间试验：肥料试验、土壤改良试验、作物栽培试验等；
- (3) 模型模拟：土壤过程模拟、作物生长模拟等。

#### 4. 土壤肥料学的重要性

- (1) 提高农业生产效率，保障粮食安全；
- (2) 促进作物生长，提高农产品品质；
- (3) 保护土壤环境，防止土壤退化；
- (4) 指导合理施肥，减少环境污染。

### 二、土壤矿物质-上

#### 1. 土壤矿物质的来源

土壤矿物质主要来源于母岩的风化产物，包括原生矿物和次生矿物。

#### 2. 原生矿物

- (1) 定义：未经化学变化的母岩矿物；
- (2) 种类：石英、长石、云母、角闪石、辉石等；
- (3) 特性：稳定性高，化学成分变化小。

#### 3. 次生矿物

- (1) 定义：原生矿物经化学风化形成的矿物；
- (2) 种类：高岭石、蒙脱石、伊利石、绿泥石等；
- (3) 特性：稳定性较低，化学成分和结构多样。

### 三、土壤矿物质-下

#### 1. 土壤矿物质的粒径分布

- (1) 砂粒：粒径大于 0.05mm，影响土壤的通透性和保水性；
- (2) 粉粒：粒径介于 0.002mm 至 0.05mm，对土壤肥力有重要影响；
- (3) 粘粒：粒径小于 0.002mm，对土壤的保水和养分保持能力至关重要。

#### 2. 土壤矿物质的化学成分

- (1) 硅酸盐矿物：最常见的土壤矿物，含有 SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等；
- (2) 碳酸盐矿物：如方解石、白云石，影响土壤的 pH 值和肥力；
- (3) 氧化物矿物：如氧化铁、氧化铝，影响土壤的颜色和性质。

#### 3. 土壤矿物质的作用

- (1) 提供植物生长所需的营养元素；
- (2) 影响土壤的物理性质，如孔隙度、团聚体稳定性等；
- (3) 参与土壤的化学和生物化学过程。

### 四、土壤有机质-上

#### 1. 土壤有机质的来源

- (1) 植物残体：包括叶、茎、根等；
- (2) 动物残体：包括尸体、排泄物等；
- (3) 微生物遗体：包括死细胞、代谢产物等。

#### 2. 土壤有机质的组成

- (1) 碳水化合物：纤维素、半纤维素、木质素等；
- (2) 含氮化合物：蛋白质、氨基酸、尿素等；
- (3) 脂肪族化合物：脂肪、蜡质等；
- (4) 芳香族化合物：木质素、腐殖质等。

### 五、土壤有机质-下

#### 1. 土壤有机质的功能

- (1) 提供植物营养：有机质分解过程中释放氮、磷、钾等营养元素；

- (2) 改善土壤结构：促进土壤团聚体的形成，提高土壤的通气性和渗透性；
- (3) 调节土壤水分：有机质具有良好的吸水和保水能力；
- (4) 影响土壤酸碱性：有机质分解产物可以中和土壤酸性或碱性；
- (5) 促进微生物活动：有机质是土壤微生物的主要能量和碳源。

## 2. 影响土壤有机质含量的因素

- (1) 气候条件：温度和降水影响有机质的分解速度；
- (2) 植被类型：不同植被类型输入土壤的有机质数量和质量不同；
- (3) 土壤质地：粘土含量高的土壤有机质含量通常较高；
- (4) 土地利用方式：耕作、施肥、轮作等农业措施影响有机质的积累和分解。

解。

## 六、胶体溶液

### 1. 土壤胶体的定义

土壤胶体是指土壤中粒径小于 1 微米（1000 纳米）的颗粒，包括无机胶体、有机胶体和生物胶体。

### 2. 土壤胶体的性质

- (1) 比表面积：土壤胶体具有极高的比表面积，因此具有很强的吸附能力；
- (2) 电荷特性：土壤胶体表面带有负电荷，能够吸附阳离子，影响土壤的化学性质；
- (3) 聚结性：土壤胶体颗粒之间可以通过范德华力、氢键等作用力相互吸引，形成更大的团聚体。

### 3. 土壤胶体的作用

- (1) 养分吸附与保持：土壤胶体能够吸附并保持养分离子，如氮、磷、钾等，减少养分流失，为植物提供可利用的营养。
- (2) 改善土壤结构：胶体颗粒通过聚结作用形成团聚体，有助于土壤结构的稳定，提高土壤的通气性和水保持能力。
- (3) 影响土壤化学反应：胶体的电荷特性影响土壤的酸碱反应，胶体表面的化学反应对土壤养分的转化和有效性有重要作用。
- (4) 影响土壤的缓冲性能：土壤胶体能够缓冲外界环境变化，维持土壤环境的稳定性。

## 七、总结

本章主要介绍了土壤肥料学的基本概念、土壤的矿物质和有机质组成，以及土壤胶体的性质和作用。通过学习，可以了解到土壤不仅是植物生长的介质，而且是一个复杂的生态系统，其中土壤矿物质和有机质以及胶体颗粒共同构成了土壤的物理、化学和生物特性。这些特性直接影响土壤肥力的形成和植物的生长发育。因此，深入理解土壤的物质组成对于合理利用土壤资源、提高农业生产力和保护土壤环境具有重要意义。

课后思考题：

1. 土壤肥料学的研究内容有哪些？为什么说土壤肥料学对农业生产至关重要？
2. 土壤矿物质和有机质在土壤肥力中各自扮演什么角色？
3. 土壤胶体的性质如何影响土壤的肥力和植物生长？
4. 如何通过改善土壤的物质组成来提高土壤肥力和作物产量？
5. 土壤有机质含量的影响因素有哪些？如何在实际生产中增加土壤有机质的含量？

## 第二章：土壤的形成、分类和分布

### 一、土壤的形成

#### 1. 土壤形成的基本过程

(1) 母质：土壤形成的物质基础，包括岩石和风化产物。

- 岩石类型：不同类型的岩石，如花岗岩、石灰岩、砂岩等，其风化产物和速度不同，对土壤形成有直接影响。

- 风化产物：岩石经过物理、化学和生物风化作用后，产生的细小颗粒和矿物质。

(2) 气候：温度和降水影响土壤形成的速度和类型。

- 温度：影响微生物活性、化学反应速度和物理风化过程。

- 降水：影响土壤的水分状况、化学风化程度和土壤侵蚀。

(3) 生物：植物、动物和微生物通过其生命活动促进土壤的形成。

- 植物作用：通过根系分泌物、残体分解等过程，提供有机质和养分。

- 动物作用：通过挖掘、排泄等活动，改善土壤结构和养分循环。

- 微生物作用：分解有机质，释放养分，参与土壤形成过程。

(4) 地形：影响土壤的水分、温度和养分分布。

- 坡度：影响土壤侵蚀和水分流失。

- 高度：随海拔升高，温度和降水条件变化，影响土壤类型。

(5) 时间：土壤形成是一个漫长的过程，不同土壤类型形成时间不同。

- 年代：土壤形成时间越长，土壤层次越明显，肥力越高。

## 2. 土壤形成的五个阶段

(1) 物理风化：岩石机械破碎成更小的颗粒。

- 过程：受温度变化、冻融作用、植物根系作用等影响。

(2) 化学风化：岩石中的矿物成分发生化学变化，形成新的矿物。

- 过程：包括氧化、水化、碳酸盐化等化学反应。

(3) 生物风化：生物活动加速岩石的物理和化学风化。

- 过程：微生物分泌有机酸，植物根系扩张等。

(4) 沉积：风化产物在原地或经水流搬运后沉积。

- 过程：沉积物按粒径大小分层，形成不同类型的土壤。

(5) 土壤形成：在生物、气候和地形等因素作用下，沉积物逐渐发育成土壤。

- 过程：有机质积累，土壤结构形成，养分循环建立。

## 二、我国土壤分布概况

### 1. 我国土壤分布的特点

(1) 纬度地带性：从南向北依次为热带、亚热带、温带和寒带土壤。

- 土壤类型：热带土壤如砖红壤，亚热带土壤如黄壤，温带土壤如黑土，寒带土壤如冰沼土。

(2) 经度地带性：从东向西依次为湿润、半湿润、半干旱和干旱土壤。

- 土壤类型：湿润地区如水稻土，半湿润地区如潮土，半干旱地区如栗钙土，干旱地区如荒漠土。

(3) 垂直地带性：随海拔升高，土壤类型和性质发生变化。

- 土壤类型：低海拔地区如红壤，高海拔地区如高山草甸土。

### 2. 我国主要土壤分布区

(1) 南方红壤区：主要分布在长江以南的低山丘陵区。

- 特点：酸性、贫瘠、质地粘重，有机质含量低。

(2) 黄淮海平原区：以潮土、盐碱土为主。

- 特点：质地适中，肥力较高，地下水位较高。

(3) 东北黑土区：以黑土、黑钙土为主。

- 特点：肥力高，质地粘重，有机质含量丰富。

(4) 西北干旱区：以荒漠土、灌淤土为主。

- 特点：肥力低，质地粗，水分极度缺乏。

(5) 青藏高原区：以高山草甸土、高山漠土为主。

- 特点：海拔高，气温低，有机质含量较高。

### 三、我国部分土类简介-上

#### 1. 红壤

(1) 分布：主要分布在南方低山丘陵区。

(2) 特点：酸性、贫瘠、质地粘重，有机质含量低。

(3) 利用与改良：适宜种植茶树、杉木等，需加强水土保持和施用石灰改良酸性。

#### 2. 潮土

(1) 分布：主要分布在黄淮海平原。

(2) 特点：质地适中，肥力较高，地下水位较高。

(3) 利用与改良：适宜种植小麦、玉米等，需注意排水防涝。

### 四、我国部分土类简介-下

#### 1. 黑土

(1) 分布：主要分布在东北平原。

(2) 特点：肥力高，质地粘重，有机质含量丰富。

(3) 利用与改良：适宜种植大豆、玉米等，需加强水土保持和有机质补充。

#### 2. 荒漠土

(1) 分布：主要分布在西北干旱区。

(2) 特点：肥力低，质地粗，水分极度缺乏，盐分含量高。

(3) 利用与改良：适宜发展绿洲农业，需引水灌溉、排盐和生物措施改良。可以种植耐旱、耐盐植物，如梭梭、沙棘等。

## 五、土壤分类系统

### 1. 土壤分类的目的

土壤分类是为了更好地理解、利用和管理土壤资源。它有助于揭示土壤的内在特性，为农业生产、土壤改良和环境管理提供科学依据。

### 2. 我国土壤分类系统

我国土壤分类系统采用多种分类方法，包括发生学分类、土壤质地分类、土壤肥力分类等。其中，发生学分类是主流，它基于土壤的形成过程和特征。

### 3. 发生学分类的主要土纲

(1) 淋溶土纲：包括黄壤、红壤、黄棕壤等，特点是淋溶作用强，土壤呈酸性。

(2) 半淋溶土纲：包括黑土、黑钙土等，特点是淋溶作用较弱，土壤肥力较高。

(3) 钙积土纲：包括栗钙土、棕钙土等，特点是钙积层明显，土壤呈碱性。

(4) 盐碱土纲：包括盐土、碱土等，特点是盐分和碱性较高。

(5) 干旱土纲：包括荒漠土、灌淤土等，特点是水分极度缺乏。

## 六、总结

本章详细介绍了土壤的形成过程、影响因素、我国土壤的分布概况以及部分主要土壤类型的特征和利用改良措施。通过学习，了解到土壤是自然界中一个复杂的生态系统，其形成和分布受到多种因素的影响。掌握土壤的形成、分类和分布规律，对于合理利用土壤资源、提高农业生产效益、保护生态环境具有重要意义。

### 课后思考题：

1. 如何理解土壤形成过程中的生物因素？举例说明生物如何促进土壤形成。
2. 我国南方红壤和北方黑土在形成条件上有何差异？这些差异如何影响它们的性质和利用？
3. 为什么说土壤分类对于土壤资源的利用和管理至关重要？
4. 在实际工作中，如何根据土壤分类原则对土壤进行正确分类？

5. 针对荒漠土的特点，提出一套综合的土壤改良措施。



### 第三章：土壤的基本性质

#### 一、土壤的孔性

##### 1. 土壤孔隙的概念

土壤孔隙是指土壤中空气和水分存在的空间，是土壤结构的重要组成部分。土壤孔隙分为大孔隙、小孔隙和微孔隙。

##### 2. 土壤孔隙的类型

(1) 大孔隙：直径大于 0.002mm，主要影响土壤的通气性和渗透性。

(2) 小孔隙：直径在 0.002mm 至 0.0002mm 之间，对土壤的水分保持和根系生长有重要作用。

(3) 微孔隙：直径小于 0.0002mm，对土壤的保水和养分保持有重要作用。

##### 3. 土壤孔隙度

土壤孔隙度是指土壤孔隙体积占土壤总体积的比例。孔隙度的大小直接影响土壤的通气、透水和保水能力。

#### 二、土壤的结构性

##### 1. 土壤结构的概念

土壤结构是指土壤颗粒的排列方式和孔隙的大小、形状及连通性。良好的土壤结构有利于土壤的通气、透水和根系生长。

##### 2. 土壤结构的类型

(1) 团粒结构：由土壤颗粒和有机质胶结形成，具有良好的通气性和水保持能力。

(2) 块状结构：土壤颗粒呈块状排列，孔隙较大，通气性较好，但水保持能力较差。

(3) 片状结构：土壤颗粒呈片状排列，孔隙较小，通气性和水保持能力较差。

##### 3. 影响土壤结构性的因素

(1) 土壤颗粒组成：不同粒径的土壤颗粒影响土壤结构的形成。

(2) 土壤有机质：有机质含量高的土壤易于形成良好的团粒结构。

(3) 土壤生物：微生物和动物活动对土壤结构的形成有重要作用。

(4) 土地利用方式：耕作、施肥等农业措施影响土壤结构。

### 三、土壤耕性

#### 1. 土壤耕性的概念

土壤耕性是指土壤适合作物耕作的性能，包括土壤的松软程度、可耕深度和耕作阻力。

#### 2. 影响土壤耕性的因素

(1) 土壤质地：粘土含量高的土壤耕性较差，砂土和壤土耕性较好。

(2) 土壤水分：适宜的水分含量有利于土壤耕作，过湿或过干均不利于耕作。

(3) 土壤结构：良好的土壤结构有利于土壤耕作。

(4) 土壤温度：适宜的土壤温度有助于土壤耕作。

### 四、土壤酸碱性

#### 1. 土壤酸碱性的概念

土壤酸碱性是指土壤溶液中氢离子 ( $H^+$ ) 和氢氧根离子 ( $OH^-$ ) 的浓度比例，通常用 pH 值表示。

#### 2. 土壤酸碱性的分类

(1) 酸性土壤：pH 值小于 7，常见于南方红壤地区。

(2) 中性土壤：pH 值在 7 左右，多数耕地土壤属于中性土壤。

(3) 碱性土壤：pH 值大于 7，常见于北方地区。

#### 3. 影响土壤酸碱性的因素

(1) 土壤母质：不同母质的土壤酸碱性差异较大。

(2) 气候条件：降水和温度影响土壤酸碱性。

(3) 生物活动：植物和微生物活动影响土壤酸碱性。

(4) 农业措施：施肥、排水等农业措施可改变土壤酸碱性。

### 五、土壤电性与离子交换

#### 1. 土壤电性的概念

土壤电性是指土壤溶液中带电粒子的性质和数量，主要包括土壤胶体表面的电荷和土壤溶液中的离子。

#### 2. 土壤离子交换

土壤离子交换是指土壤胶体表面的离子与土壤溶液中的离子进行交换的过程。离子交换能力影响土壤的肥力和植物对养分的吸收。

### 3. 影响土壤电性和离子交换的因素

- (1) 土壤质地：不同质地的土壤电性和离子交换能力不同。
- (2) 土壤有机质：有机质含量高的土壤电性和离子交换能力较强。
- (3) 土壤酸碱性：酸碱性影响土壤的电性和离子交换。

## 六、土壤氧化还原状况

### 1. 土壤氧化还原状况的概念

土壤氧化还原状况是指土壤中氧化剂和还原剂的相对浓度，以及它们之间的平衡关系。

### 2. 土壤氧化还原反应的类型

- (1) 氧化反应：土壤中的物质失去电子的过程。
- (2) 还原反应：土壤中的物质获得电子的过程。

### 3. 影响土壤氧化还原状况的因素

- (1) 土壤水分：水分含量高的土壤易发生还原反应。
- (2) 土壤通气性：通气性差的土壤易发生还原反应。
- (3) 土壤有机质：有机质含量高的土壤氧化还原反应较为活跃。

## 七、总结

本章详细介绍了土壤的孔性、结构性、耕性、酸碱性、电性与离子交换以及氧化还原状况等基本性质。这些性质直接影响土壤的肥力、通气性、透水性以及植物的生长。了解和掌握土壤的基本性质，对于土壤改良、作物栽培和环境保护具有重要意义。

### 课后思考题：

1. 土壤孔隙的类型及其对土壤性质的影响是什么？
2. 土壤结构性的形成受到哪些因素的影响？
3. 土壤耕性的好坏如何影响作物的生长？
4. 土壤酸碱性对植物生长有哪些影响？
5. 土壤电性与离子交换在土壤肥力中的作用是什么？
6. 土壤氧化还原状况对土壤肥力和植物生长有何影响？

## 第四章：土壤肥力

## 一、土壤养分

### 1. 土壤养分的概念

土壤养分是指土壤中能够被植物吸收利用的营养元素，包括氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、铜、锌、硼、钼、氯等。

### 2. 土壤养分的来源

(1) 土壤矿物质：土壤矿物质中含有丰富的营养元素，是土壤养分的主要来源。

- 原生矿物：如石英、长石、云母等，含有氮、磷、钾、钙、镁、硫等元素。
- 次生矿物：如高岭石、蒙脱石、伊利石等，含有铁、锰、铜、锌、硼、钼、氯等元素。

(2) 土壤有机质：有机质分解过程中释放出营养元素，如氮、磷、钾等。

(3) 施肥：人工施用的肥料中含有丰富的营养元素，如氮肥、磷肥、钾肥等。

### 3. 土壤养分的形态

(1) 有效态：植物可以直接吸收利用的养分形态，包括水溶性磷、交换性钾、交换性钙等。

(2) 潜在态：在一定条件下可以转化为有效态的养分形态，如矿物磷、矿物钾等。

(3) 固定态：与土壤矿物质结合紧密，植物难以吸收利用的养分形态，如闭蓄态磷、矿物钾等。

## 二、土壤磷素

### 1. 土壤磷素的形态

(1) 有效磷：植物可以直接吸收利用的磷形态，包括水溶性磷、交换性磷和有机磷。

- 水溶性磷：易被植物吸收利用，但易流失。
- 交换性磷：与土壤胶体上的阳离子交换，植物可利用。
- 有机磷：植物难以直接吸收，需经过微生物分解转化为有效磷。

(2) 缓效磷：在一定条件下可以转化为有效磷的磷形态，包括矿物磷和有机磷。

- 矿物磷：与土壤矿物质结合紧密，需经过矿化作用转化为有效磷。
- 有机磷：植物难以直接吸收，需经过微生物分解转化为有效磷。

(3) 无效磷：植物难以吸收利用的磷形态，包括闭蓄态磷和矿物磷。

- 闭蓄态磷：与土壤矿物质结合紧密，植物难以吸收利用。
- 矿物磷：与土壤矿物质结合紧密，植物难以吸收利用。

## 2. 影响土壤磷素有效性的因素

(1) 土壤 pH 值：pH 值影响土壤中磷的形态转化，pH 值较低时，磷易转化为水溶性磷，提高有效性；pH 值较高时，磷易转化为矿物磷，降低有效性。

(2) 土壤有机质：有机质含量高的土壤磷素有效性较高，因为有机质可以提供微生物生长所需的碳源，促进磷的矿化。

(3) 土壤水分：水分状况影响土壤中磷的形态转化，水分过多时，磷易流失；水分过少时，磷易形成矿物磷，降低有效性。

(4) 土壤温度：温度影响土壤中磷的形态转化，温度较高时，磷易转化为矿物磷，降低有效性；温度较低时，磷易转化为水溶性磷，提高有效性。

## 三、土壤钾素

### 1. 土壤钾素的形态

(1) 速效钾：植物可以直接吸收利用的钾形态，包括水溶性钾和交换性钾。

- 水溶性钾：易被植物吸收利用，但易流失。
- 交换性钾：与土壤胶体上的阳离子交换，植物可利用。

(2) 缓效钾：在一定条件下可以转化为速效钾的钾形态，包括矿物钾和有机钾。

- 矿物钾：与土壤矿物质结合紧密，需经过矿化作用转化为速效钾。
- 有机钾：植物难以直接吸收，需经过微生物分解转化为速效钾。

(3) 无效钾：植物难以吸收利用的钾形态，包括闭蓄态钾和矿物钾。

- 闭蓄态钾：与土壤矿物质结合紧密，植物难以吸收利用。
- 矿物钾：与土壤矿物质结合紧密，植物难以吸收利用。

### 2. 影响土壤钾素有效性的因素

(1) 土壤 pH 值：pH 值影响土壤中钾的形态转化，pH 值较低时，钾易转化为水溶性钾，提高有效性；pH 值较高时，钾易转化为矿物钾，降低有效性。

(2) 土壤有机质：有机质含量高的土壤钾素有效性较高，因为有机质可以提供微生物生长所需的碳源，促进钾的矿化。

(3) 土壤水分：水分状况影响土壤中钾的形态转化，水分过多时，钾易流失；水分过少时，钾易形成矿物钾，降低有效性。

(4) 土壤温度：温度影响土壤中钾的形态转化，温度较高时，钾易转化为矿物钾，降低有效性；温度较低时，钾易转化为水溶性钾，提高有效性。

#### 四、土壤水分

##### 1. 土壤水的概念

土壤水是指土壤中水的存在形式和数量，包括土壤孔隙中的自由水、土壤胶体上的吸附水和土壤矿物质中的结合水。

##### 2. 土壤水的作用

(1) 提供植物生长所需的水分，是植物生长的基本条件。

(2) 影响土壤的物理、化学和生物性质，如土壤的孔隙度、通气性、渗透性等。

(3) 影响土壤养分的形态转化和有效性，如水分过多时，磷和钾易流失；水分过少时，磷和钾易形成矿物磷和矿物钾，降低有效性。

#### 五、土壤空气

##### 1. 土壤空气的概念

土壤空气是指土壤孔隙中的空气，包括氧气和二氧化碳。

##### 2. 土壤空气的作用

(1) 提供植物根系呼吸所需的氧气，保证植物根系正常生长。

(2) 影响土壤的化学反应和微生物活动，如氧气参与有机质的分解，二氧化碳参与光合作用。

(3) 影响土壤养分的形态转化和有效性，如氧气充足时，磷和钾易转化为水溶性形态，提高有效性；氧气不足时，磷和钾易转化为矿物形态，降低有效性。

#### 六、总结

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/305313200304011333>