

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

第四章

土壤质地和结构

www.cau.edu.cn

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

1

主要内容 (重点):

1. 土壤三相组成 (重点)
2. 土壤质地与结构 (重点)
3. 土壤孔性和土体构造

掌握土壤基质的基本特性，学会土壤三相关系的换算；掌握砂粒、粉粒、粘粒的分级标准、了解不同的质地分类制，掌握质地土壤的生产性质，掌握团粒结构的特点与肥力特性。

2

教学目标与要求:

3

教学方式与手段:

幻灯，动画演示；计算训练；实验分析；

4

课时安排与进度:

课时数：3

第一节 土壤质

➤ 一、矿物质土粒



第一节 土壤质

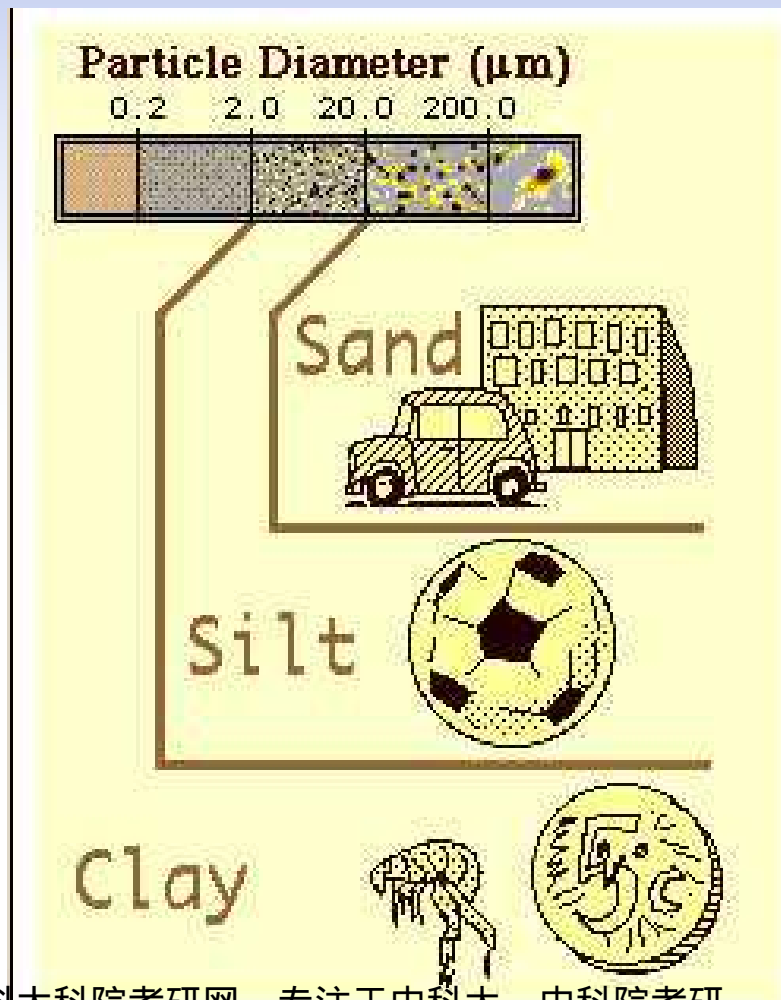
➤ 一、矿物质土粒

- 土粒：矿物质土粒和有机质土粒两种。
- 土壤固体物质大小和形态各异，称为矿物质土粒或矿质土粒，简称土粒。**土粒，常指矿质土粒。**
- 单粒和复粒

第一节 土壤质

➤ 一、矿物质土粒

- 石砾：>1mm
- 砂粒：1-0.05mm
- 粉粒：0.05-0.002mm
- 粘粒：<0.002mm



第一节 土壤质

➤ 一、矿物质土粒

- 物理性砂粒：
 - 粒径 $>0.01\text{ mm}$ 的土粒。
- 物理性粘粒：
 - 粒径 $<0.01\text{ mm}$ 的土粒。

当量粒径 (毫米)	中国制 (1987)	卡钦斯基制 (1957)		美国农部制 (1951)	国际制 (1930)	
3-2	石 砾	石 砾		石 砾	石 砾	
2-1				极粗砂粒	粗砂粒	
Φ	粗砂粒	物 理 性 砂 粒	粗砂粒	粗砂粒		
0.5-0.25			中砂粒			中砂粒
0.25-0.2	细砂粒		细砂粒	细砂粒		细砂粒
θ				极细砂粒		
0.1-0.05			粗粉粒	粉 粒	粉 粒	
0.05-0.02						
0.02-0.01						
0.01-0.005	中粉粒	物 理 性 粘 粒	中粉粒	粉 粒	粉 粒	
0.005-0.002	细粉粒		细粉粒			
0.002-0.001	粗粘粒		粘 粒	粘 粒	粘 粒	
0.001-0.0005	细粘粒					粗粘粒
0.0005-0.0001						细粘粒
<0.0001						胶质粘粒

土壤颗粒

土壤颗粒分级：(mm)

直径	国际制	美国制	卡庆斯制	中国制
石砾	>2	>2	>1	>1
砂粒	$2-0.02$	$2-0.05$	$1-0.05$	$1-0.05$
粉粒	$0.02-0.002$	$0.05-0.002$	$0.05-0.001$	$0.05-0.002$
粘粒	<0.002	<0.002	<0.001	<0.002

物理性砂粒： $1-0.01\text{mm}$

物理性粘粒： $<0.01\text{mm}$

第一节 土壤质

➤ 土壤质地分类制：

- 国际制： 三级
- 美国制： 三级
- 卡庆斯制： 二级
- 中国制： 三级

第一节 土壤质

➤ 土壤质地***

- 指各粒级土粒占土壤重量的百分数，也叫土壤的机械组成。

表 4—6 卡钦斯基土壤质地基本分类（简制）

质地组	质地名称	不同土壤类型的<0.01 毫米粒级含量(%)		
		灰化土	草原土壤、红黄壤	碱化土、碱土
砂土	松砂土	0~5	0~5	0~5
	紧砂土	5~10	5~10	5~10
壤土	砂壤	10~20	10~20	10~15
	轻壤	20~30	20~30	15~20
	中壤	30~40	30~45	20~30
	重壤	40~50	45~60	30~40
粘土	轻粘土	50~65	60~75	40~50
	中粘土	65~80	75~85	50~65

第一节 土壤质

表 4—8 中国土壤质地分类

(邓时琴, 1985)

质地组	质地名称	颗粒组成% (粒径: 毫米)		
		砂粒 (1-0.05)	粗粉粒 (0.05-0.01)	细粘粒 (<0.001)
砂土	极重砂土	>80		
	重砂土	70~80		
	中砂土	60~70		
	轻砂土	50~60		
壤土	砂粉土	≥ 20	≥ 40	<30
	粉土	<20		
	砂壤	≥ 20	<40	
	壤土	<20		
粘土	轻粘土			30~35
	中粘土			35~40
	重粘土			40~60
	极重粘土			>60

第一节 土壤质

➤ 国际制：

- 根据砂粒(2-0.02毫米)、粉粒(0.02-0.002毫米)和粘粒(<0.002毫米)三粒级含量的比例，划定12个质地名称，可从三角图上查质地名称。

➤ 查三角图的要点为：以粘粒含量为主要标准，

<15%者为砂土质地组和壤土质地组；

15%—25%者为粘壤组；

>25%者为粘土组。

- 当土壤含粉粒>45%时，“粉质”；
- 当砂粒含量在55%-85%时，“砂质”，

- 当砂粒含量>85%时，则称壤砂土或砂土。

第一节 土壤质

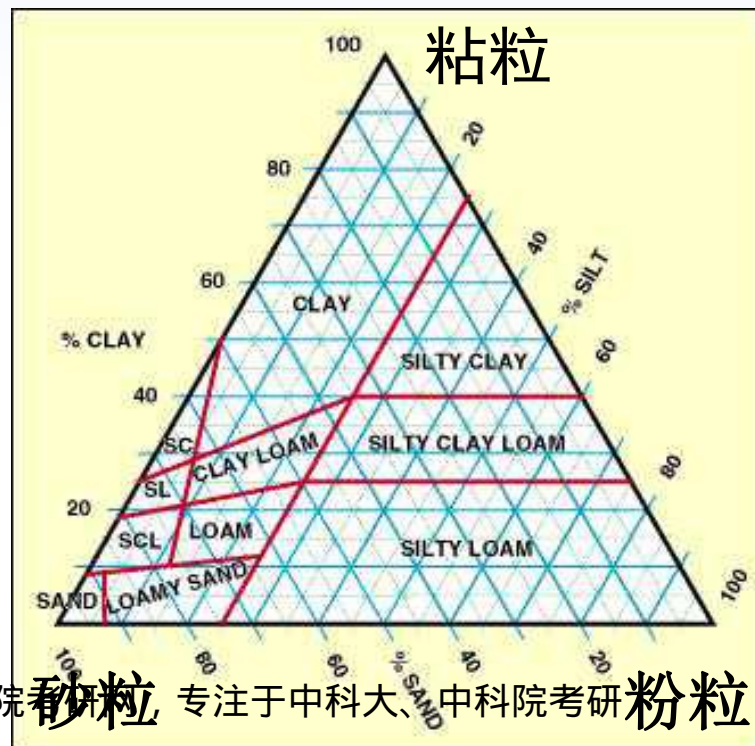
➤ 质地三角图：

- 先找到该颗粒的定点（100%），按3个粒级含量分别做各顶点对应的三角形的3条底边的平行线，3线相交点，即为所查质地区

粘粒20%

粉粒40%

砂粒40%



第一节 土壤质





沙性土

壤性土

黏性土

第一节 土壤质

➤ *四、不同质地土壤的肥力特点和利用改良

■ 1、砂质土壤主要特性：

- 砂粒大于50%；
- 通气透水，
- 养分少，不保水肥；
- 易耕，
- 温度变化快，暖性土；
- 发小苗不发老苗

第一节 土壤质

➤ *四、不同质地土壤的肥力特点和利用改良

■ 2、粘质土壤主要特性：

- 粘高于30%，
- 通气透水不良；
- 保水保肥，
- 养分含量高；
- 升温慢，冷性土
- 耕性差，发老苗不发小苗，
- 适合干禾谷类作物。

第一节 土壤质

➤ *四、不同质地土壤的肥力特点和利用改良

■ 3、壤质土壤主要特性：

- 粉粒大于30%
- 北方称为二合土；
- 性质介于黏土与砂土之间。

第一节 土壤质

➤ 土壤质地剖面

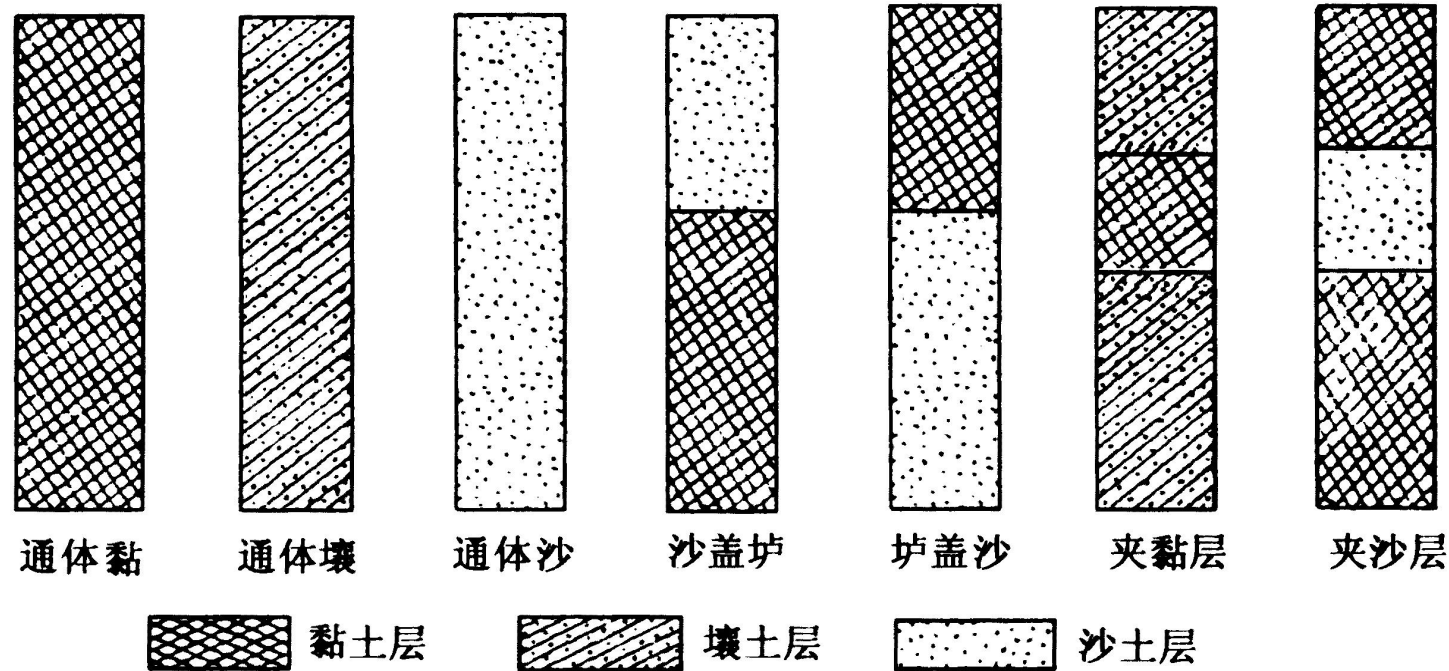


图 3-3 华北平原土壤质地剖面示意图

第一节 土壤质



第一节 土壤质

➤ 不同质地土壤的利用和改良

■ 1、各种作物对土壤质地的要求

■ 2、土壤质改良

· ①客土法地改良

— 案例1：江苏省里下河地区

· ②深耕、深翻、人造埝

— 土壤质地主要是继承母质的性质，很难改变。

但是，质地不是决定土壤肥力的唯一因素

· ③施用有机肥

第二节 土壤三相组成

➤ 土壤的密度和容重

■ （一）土壤密度

表 4-1 土壤中常见组分的密度（克/厘米³）

石 英	2.60~2.68	赤铁矿	4.90~5.30
正长石	2.54~2.57	磁铁矿	5.03~5.18
斜长石	2.62~2.76	三水铝石	2.30~2.40
白云母	2.77~2.88	高岭石	2.61~2.68
黑云母	2.70~3.10	蒙皂石	2.53~2.74
角闪石	2.85~3.57	伊利石	2.60~2.90
辉 石	3.15~3.90		
纤铁矿	3.60~4.10	腐殖质	1.40~1.80

第二节 土壤三相组成

➤ 注意：

- 常用土壤密度值： 2.65克/厘米³。

表 4—2 一种森林土壤表层各级土粒的密度

粒级（粒径毫米）	腐殖质（克/千克）	密度(克/厘米 ³)
全土样	29.5	2.62
0.10~0.05	0	2.66
0.05~0.01	4.3	2.66
0.01~0.005	14.8	2.62
0.005~0.001	53.7	2.59
<0.001	64.2	2.59

第二节 土壤三相组成

■ (二) 土壤容重***

- 单位容积原状土壤（包括孔隙）的干质量。
- 土壤容重值多介于1.0-1.5克/厘米³范围内，
- 夯实的土壤容重则可高达1.8-2.0克/厘米³。

■ 土壤容重的用处***：

- ①计算土壤孔隙度 根据实测土壤的容重与密度，按下式计算：

$$\text{孔隙度} = 1 - \frac{\text{容重}}{\text{密度}}$$

第二节 土壤三相组成

- 土壤容重的用处***：
 - ②计算工程土方量
 - ③估算各种土壤成分储量
 - ④计算土壤储水量及灌水（或排水）定额

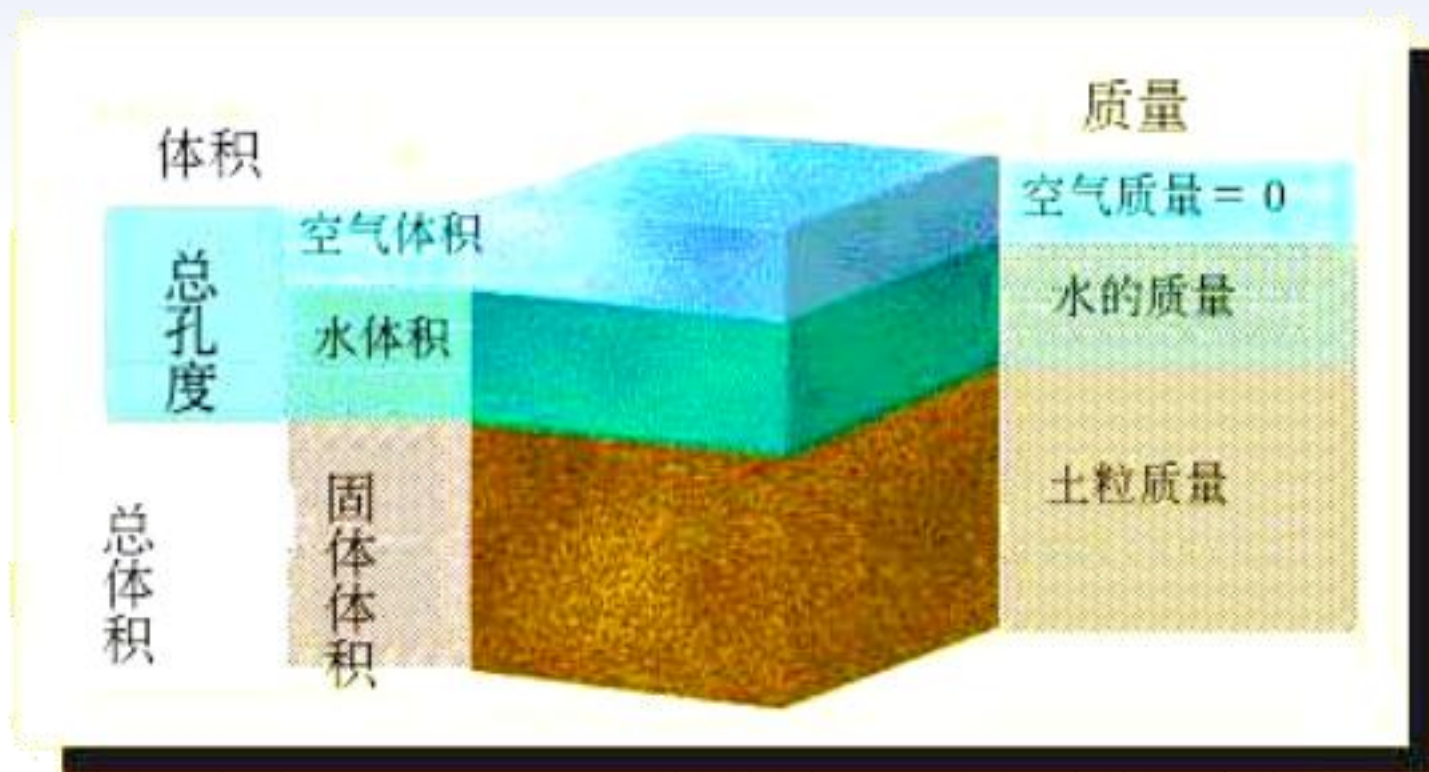
➤ 3. 影响容重值的因素

- 质地、结构、有机质含量以及各种自然因素和人工管理措施

第二节 土壤三相组成

➤ 土壤的三相

■ （一）三相组成



第二节 土壤三相组成

· 1、三相比

$$\text{固相率} = \frac{\text{固相容积}}{\text{土体容积}} \times 100\%$$

$$\text{液相率} = \frac{\text{水容积}}{\text{土体容积}} \times 100\%$$

$$\text{气相率} = \frac{\text{空气容积}}{\text{土体容积}} \times 100\%$$

第二节 土壤三相组成

■ 2、土壤孔隙度(孔度)***:

- 指单位土壤容积内孔隙所占的百分数。
- 孔隙度 = $1 - \text{固相率} = \text{液相率} + \text{气相率}$

$$\text{孔隙度} = 1 - \frac{\text{容重}}{\text{密度}}$$

$$\text{孔隙比} = \frac{\text{孔隙容积}}{\text{土粒容积}}$$

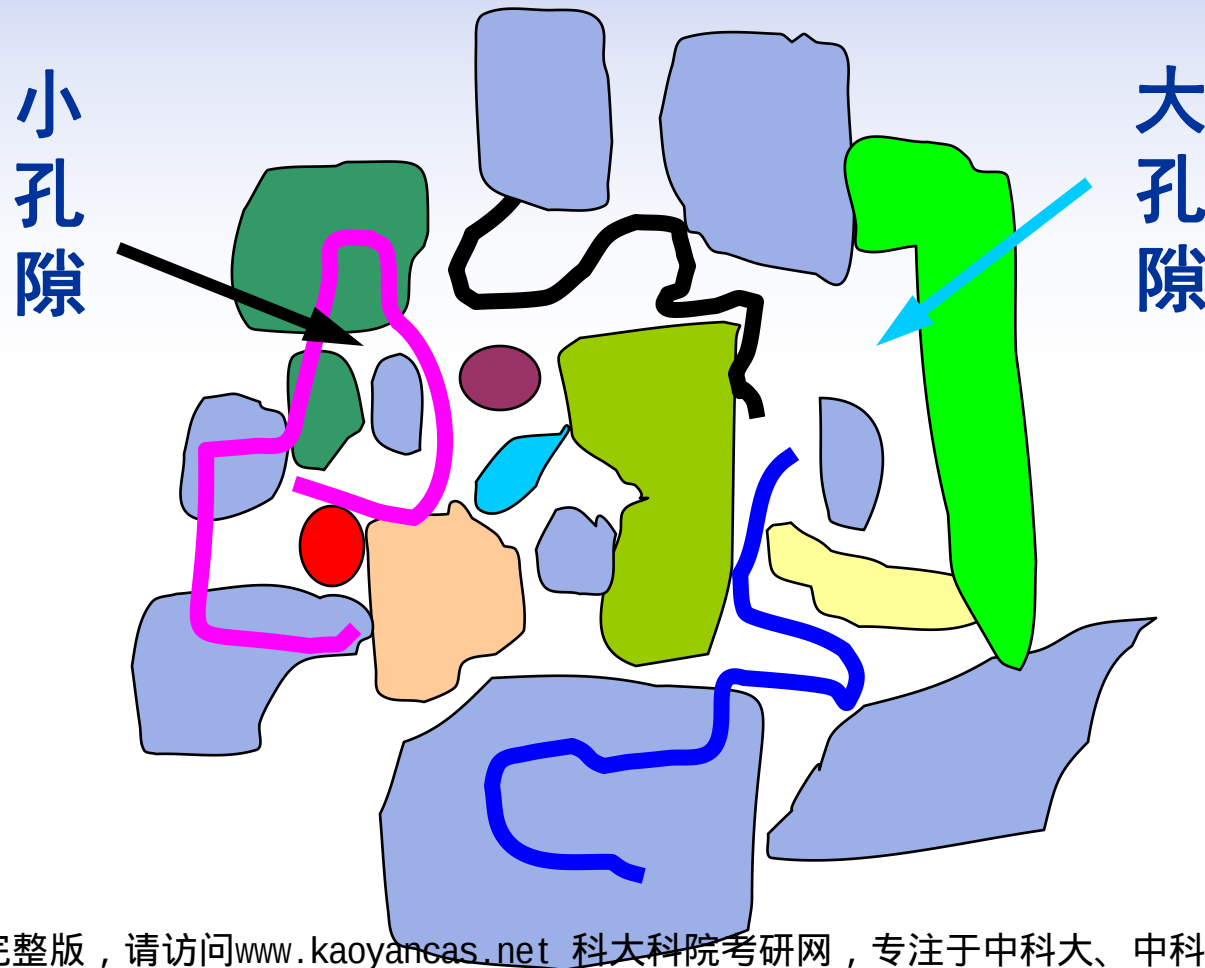
- 一般沙土孔度30-45%，壤土40-50%，粘土45-60%。

第二节 土壤三相组成

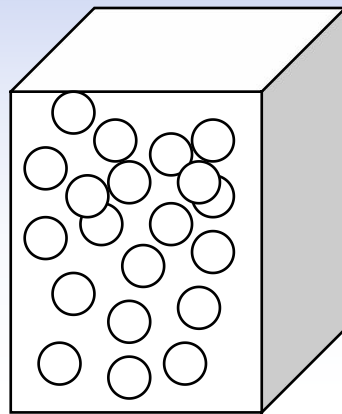
■ 3. 气相率

- 气相率 = 孔隙度 - 容积含水率
- 土壤三相比 = 固相率：容积含水率：气相率
 - 适宜的土壤三相比为：
 - ⌚ 固相率 50% 左右，
 - ⌚ 容积含水率 25-30%，
 - ⌚ 气相率 15-25%

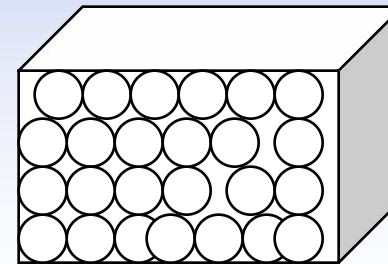
第三节 土壤孔性和结构性



第三节 土壤孔性和结构性



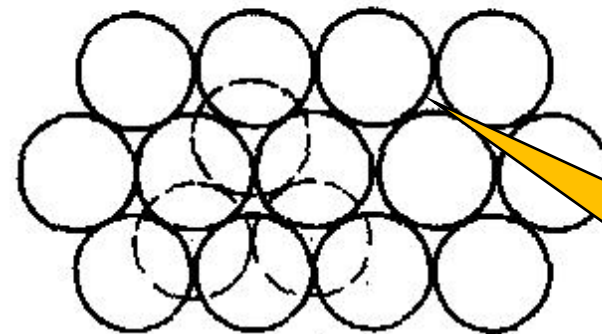
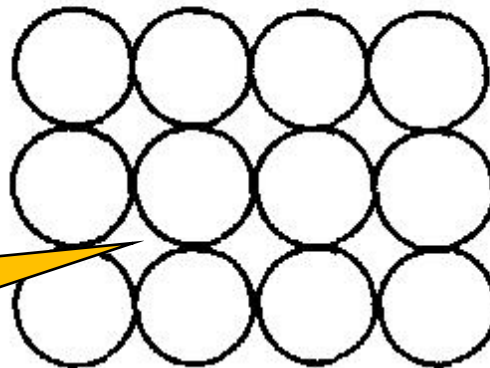
疏松排列



紧密排列

孔隙度

47.46
%



24.51
%

第三节 土壤孔性和结构性

➤ 土壤土壤孔性

■ 当量孔径***:

根据茹林公式计算可得

$$D=3/h$$

相当于一定的土壤水吸力的孔径，单位为毫米。

土壤的真实孔径往往无法实际测定。

孔隙类型

非活性孔隙 $<0.002\text{mm}$

毛管孔隙 $0.06-0.002\text{mm}$

通气孔隙 $>0.06\text{mm}$

第三节 土壤孔性和结构性

非活性孔隙*

当量孔径 $< 0.002 \text{ mm}$ 的孔隙，根毛和微生物不能进入此孔隙。

毛管孔隙*

当量孔径为 $0.06 \sim 0.002 \text{ mm}$ 的孔隙，植物细根、原生动物和真菌不能进入毛管孔隙中，但根毛和细菌可在其中生活。

通气孔隙*

当量孔径 $> 0.06 \text{ mm}$ 的孔隙，其中 $> 0.2 \text{ mm}$ 的粗孔植物的细根可伸入其中； $0.2 \sim 0.06 \text{ mm}$ 的中孔是原生动物、真菌和根毛的栖身地。

第三节 土壤孔性和结构性

适宜的孔隙状况

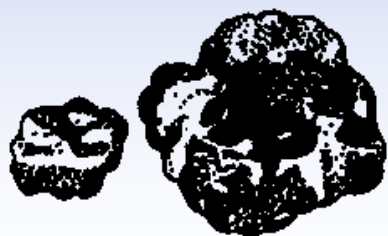
耕层土壤（0~15cm）的总孔隙度为50~60%，其中通气孔隙度为15~20%，底层土壤（15~30cm）分别为50%（总）和10%（气）。

二、土壤结构体***

■ （一）土壤结构的概念

- 土壤结构是土粒（单粒和复粒）的排列、组合形式。
- 这个定义，包含着两重含义：结构体和结构性。
- 通常所说的土壤结构多指结构性（**structurality**）。
- 土壤结构体或称结构单位，它是土粒（单粒和复粒）互相排列和团聚成为一定形状和大小的土块或土团。

第三节 土壤孔性和结构性



块状



柱状



棱柱状



核状



团粒



片状

块状结构体

第三节 土壤孔性和结构性

■ 块状、核状：

> 10 cm

大块状

5-10 cm

小块状

0.5-5cm

碎块状

■ 柱状、棱柱状：

>5 cm

大

3-5cm

中

<3 cm

小

■ 团 粒 ： 10-0.25mm

■ 微团粒 ： < 0.25 mm

第三节 土壤孔性和结构性

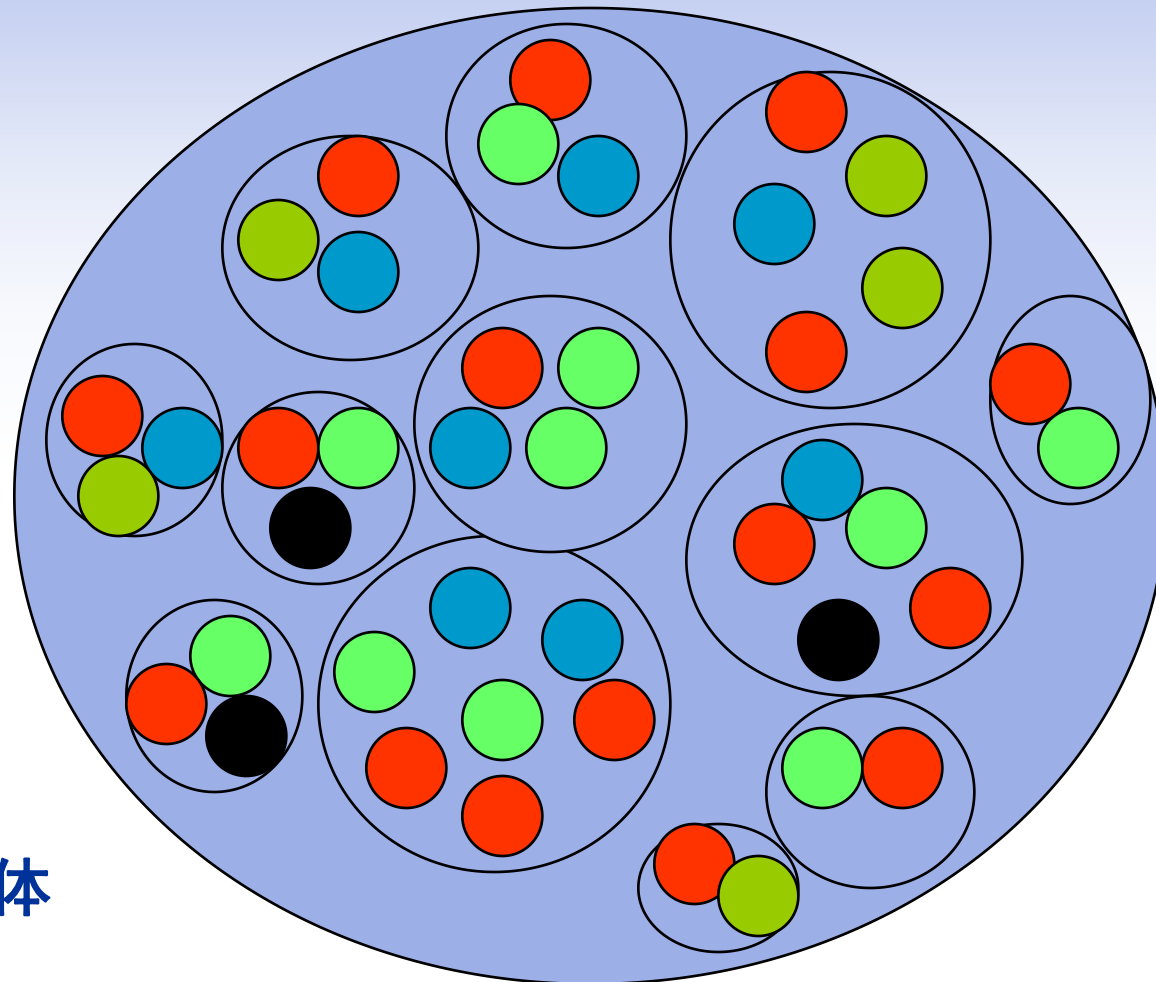
➤ 不良结构体：

- 块状、核状、柱状、棱柱状和片状结构体总孔隙度小，主要是小的非活性孔隙，结构体之间大的通气孔隙，往往成为漏水漏肥的通道。植物根系很难穿孔，干裂时常扯断根系。

➤ 良好结构体：

- 团粒结构体
 - 不仅总孔隙度大，而且内部有多级大量的大小孔隙，团粒之间排列疏松，大孔隙较多，兼有蓄水和通气的双重作用。

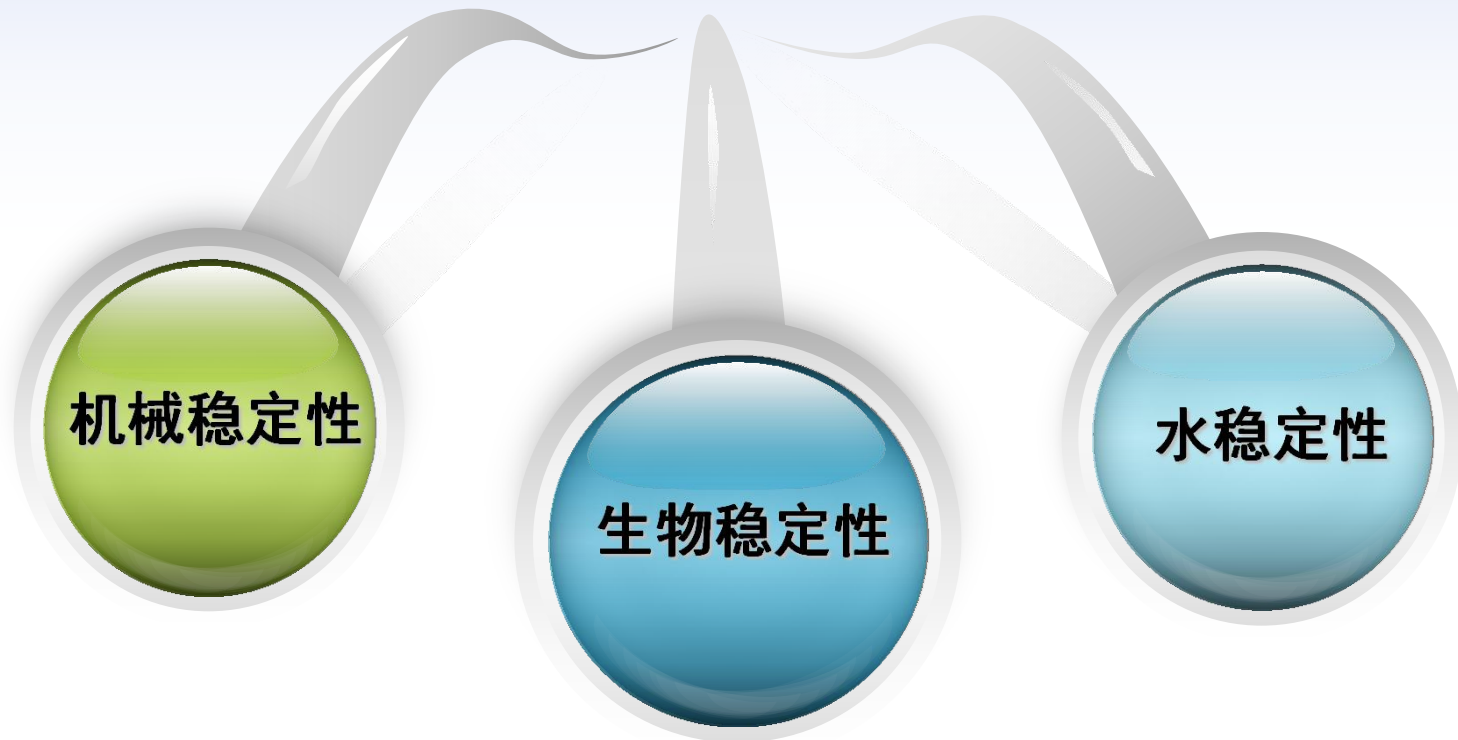
第三节 土壤孔性和结构性



土壤团粒体

第三节 土壤孔性和结构性

结构体的稳定性

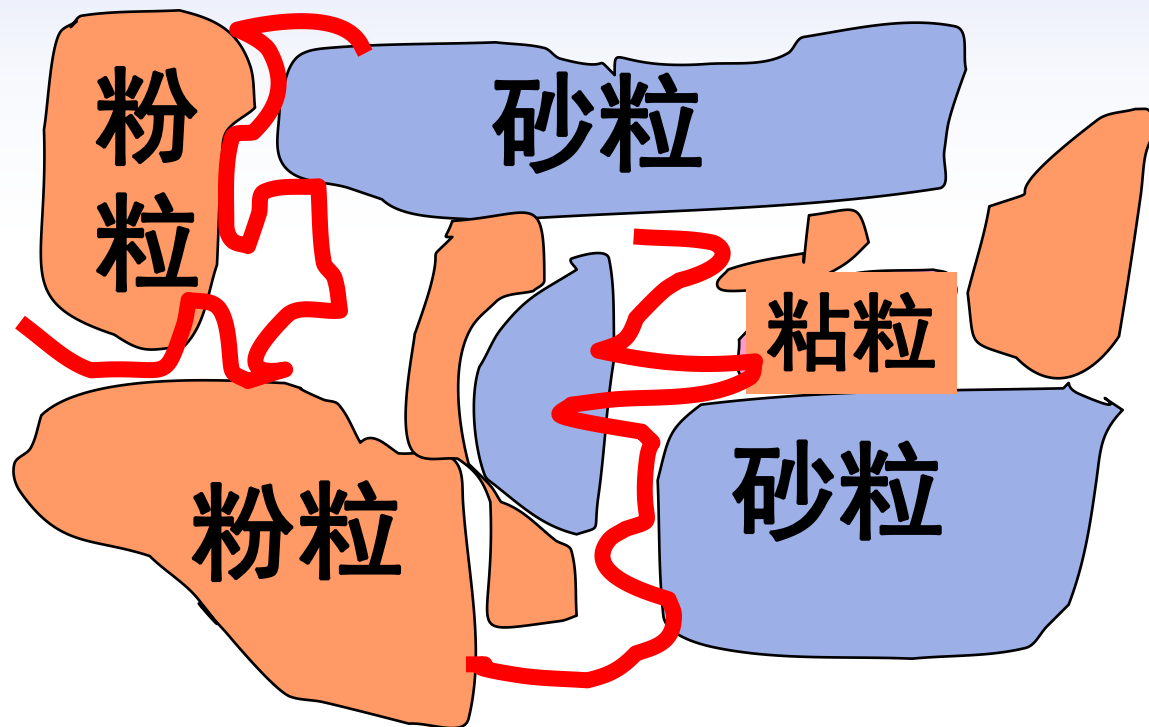


第三节 土壤孔性和结构性

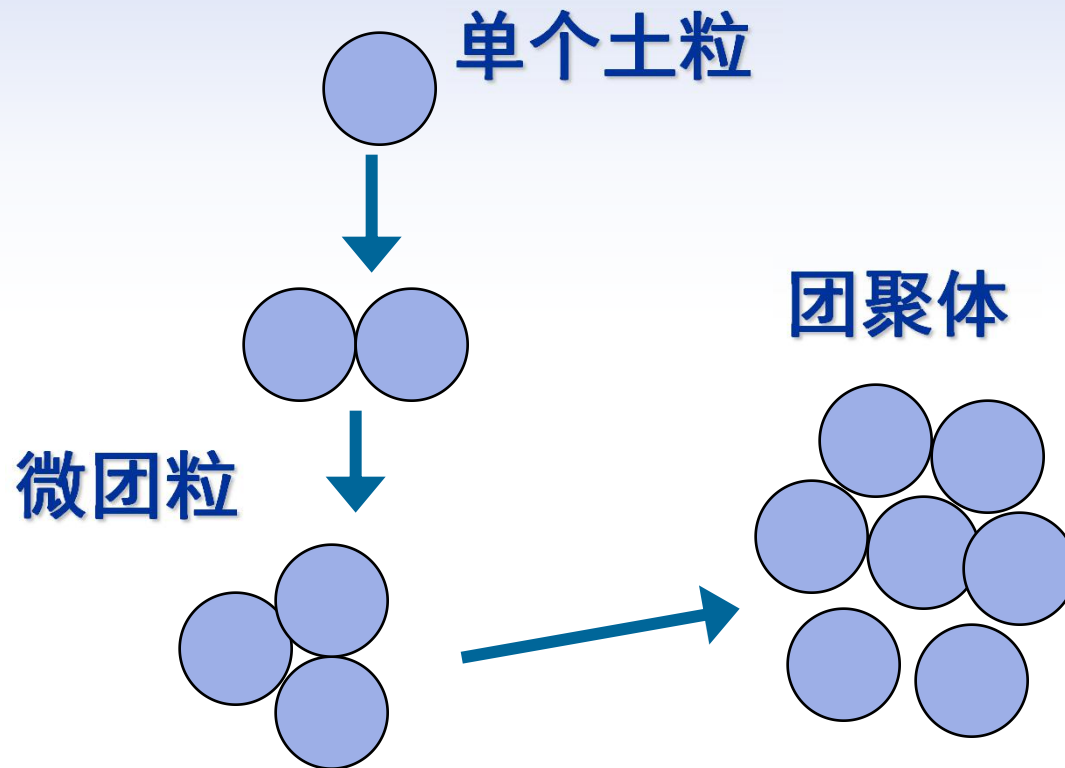


第三节 土壤孔性和结构性

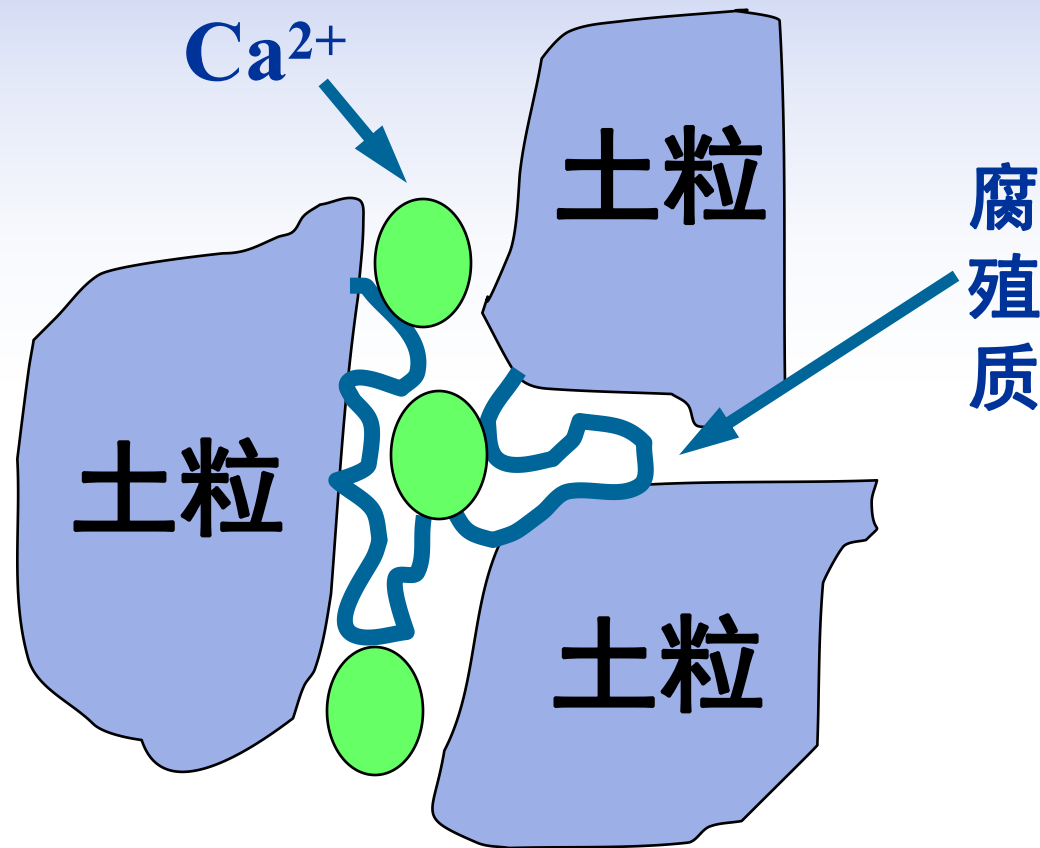
腐殖质



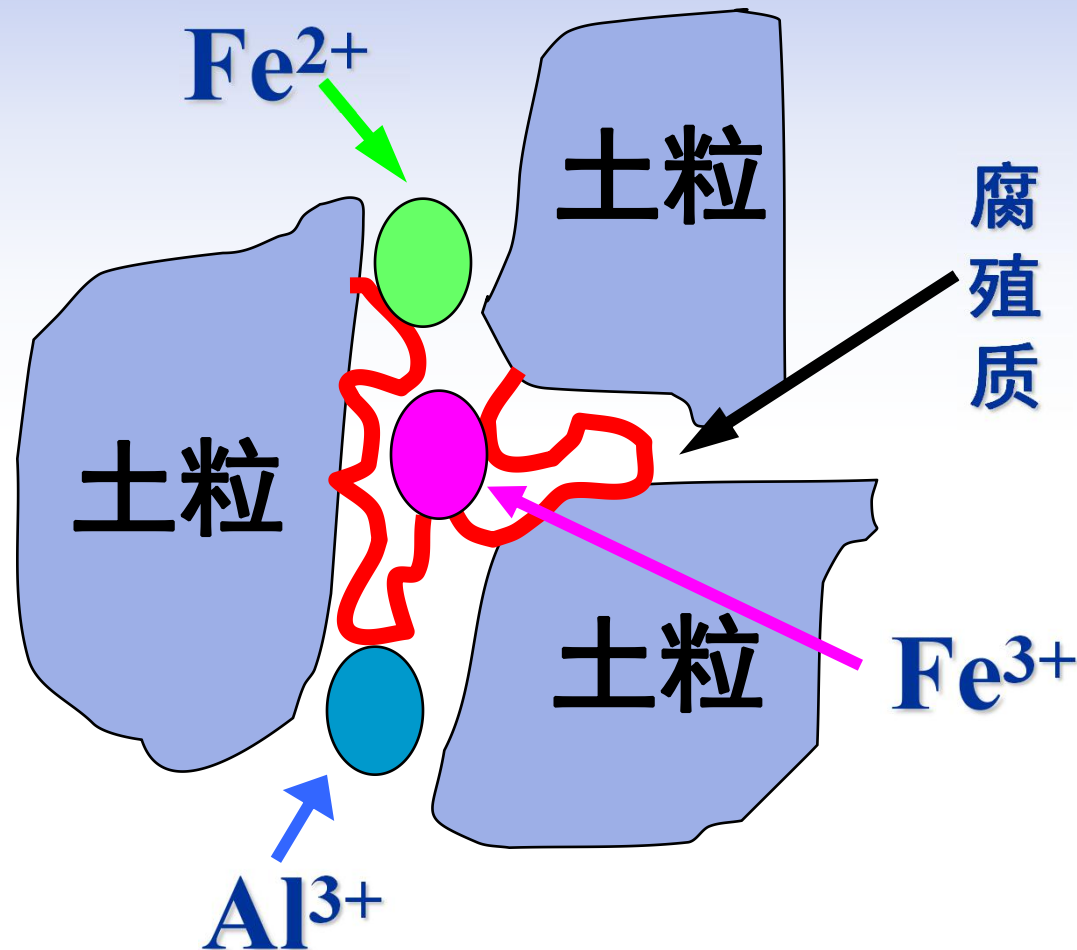
第三节 土壤孔性和结构性



第三节 土壤孔性和结构性



第三节 土壤孔性和结构性



第三节 土壤孔性和结构性

➤ 良好的团粒结构体：

- 大小；
- 多级孔隙；
- 稳定性（水稳性、机械稳性和生物稳定性）。

➤ 土壤结构改良剂：

- 能够将土壤颗粒粘结在一起形成团聚体的物质，包括天然物质和人工合成的高分子物质。

第三节 土壤孔性和结构性

本章小结

一、核心名词

- 1. 比重
- 2. 容重
- 3. 土壤孔隙度
- 4. 当量孔径
- 5. 团粒结构
- 6. 土壤结构体
- 7. 毛管孔隙

第三节 土壤孔性和结构性

二、思考题

- 1、沙土和粘土的生产性状有何不同，如何改良土壤质地？
- 2、为什么说粒状——团粒状结构是农业生产上比较理想的结构？培育良好结构的有效途径是什么？

第三节 土壤孔性和结构性

快速测验

- 1. 随着有机质含量增减，土壤比重也在发生变化（ ）
- 2. 表层土壤比重一般小于底层土壤（ ）
- 3. 土壤的孔径分布主要是指土壤中各类孔隙所占的比例（ ）
- 4. 粘质土孔隙度大但通透性差，而砂质土孔隙小但通透性强（ ）
- 5. 团粘结构在任何质地土壤上都可以形成（ ）
- 6. 土壤结构性的好坏反映在土壤孔隙的数量和质量两方面（ ）
- 7. 不论旱田还是水田土壤有团粒结构肥力才高（ ）
- 8. 蒙金土是上层质地粘重而下层质地较轻（ ）
- 9. 土壤微结构体由土壤矿物质、有机质和孔隙所组成（ ）
- 10. 使用有机肥不仅可提高土壤有机质含量，也可改变土壤质地（ ）。

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：www.kaoyancas.net

Thank You !

www.cau.edu.cn

完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研