



普通高等教育
“十一五”国家级
规划教材



植物学

(第2版)

主编 叶创兴 朱念德 廖文波 刘蔚秋 冯虎元



蔡泽坪

QQ: 494266605

Tel: 13909481919

课程交流群: **316349147**



蔡泽坪

扫一扫二维码，加我QQ。



小树

扫一扫二维码，加入该群。

高等教育出版社

总复习



8 Saturday 星期六
067-298 Week 10

0.00

Evening

考试题型：

- 1、名词解释：10个（20分）
- 2、填空题：40个空（20分）
- 3、选择题：10个（10分）
- 4、问答题：7个（35分）
- 5、填图题：5个（5分）
- 4、论述题：1个（10分）

▲期末考题未出之前会有变化，以最终通知的考试题型为主。

绪论

上篇 结构植物学

第一章 植物细胞

第二章 植物组织

第三章 种子植物的营养器官

第四章 种子植物的繁殖器官

下篇 系统与演化植物学

第五章 藻类植物 (Algae)

第六章 菌物 (Fungi)

第七章 地衣 (Lichens)

第八章 苔藓植物 (Bryophyta)

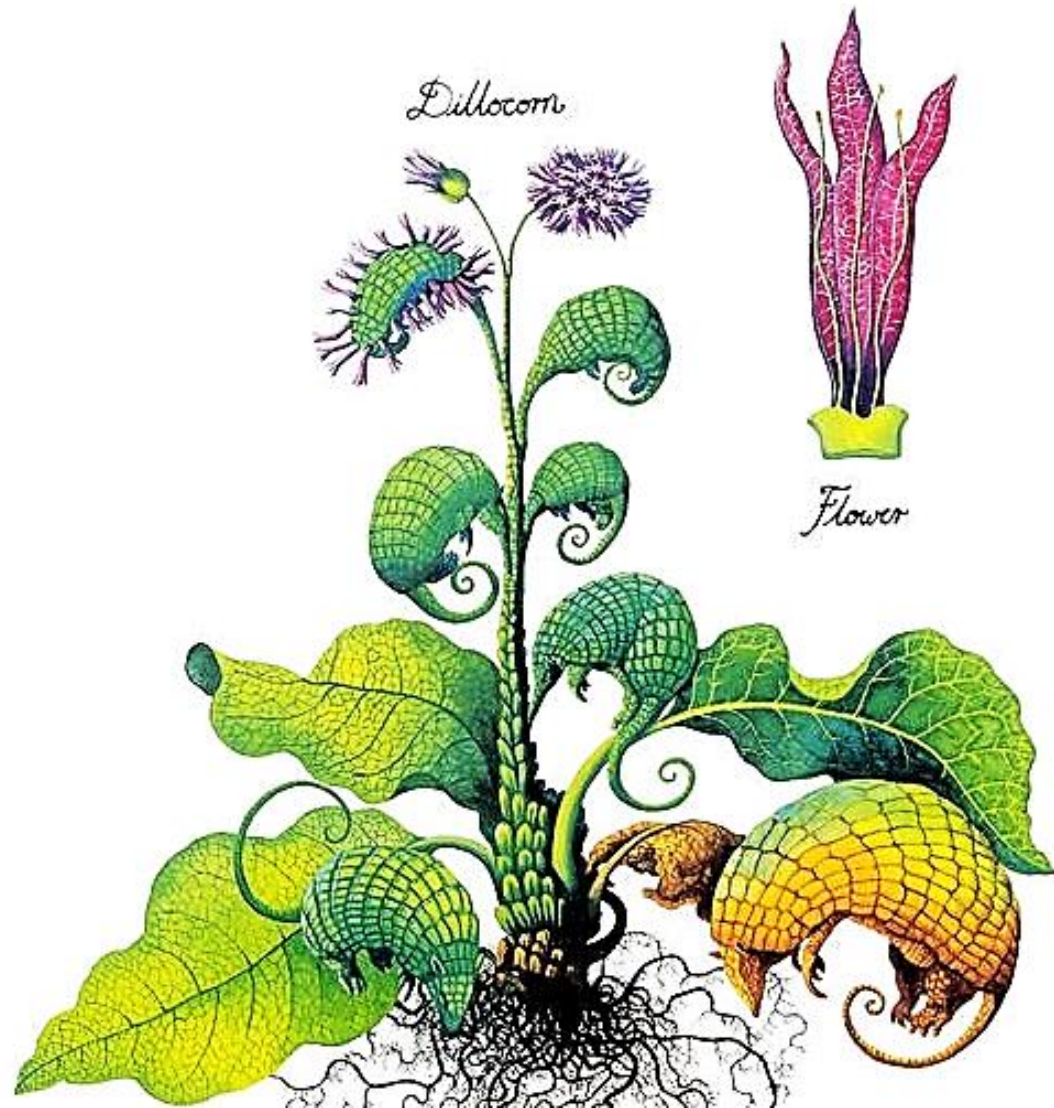
第九章 蕨类植物 (Pteridophyta)

第十章 裸子植物亚门 (Gymnospermae)

第十一章 被子植物亚门 (Angiospermae)

第十二章 植物系统学概要及其发展动态

绪论



二、生物分类等级

生物分类等级包括界、门、纲、目、科、属、种7个分类等级。

界(Kingdom)

门(Phylum)

纲(Class)

目(Order)

科(Family)

属(Genus)

种(Species)

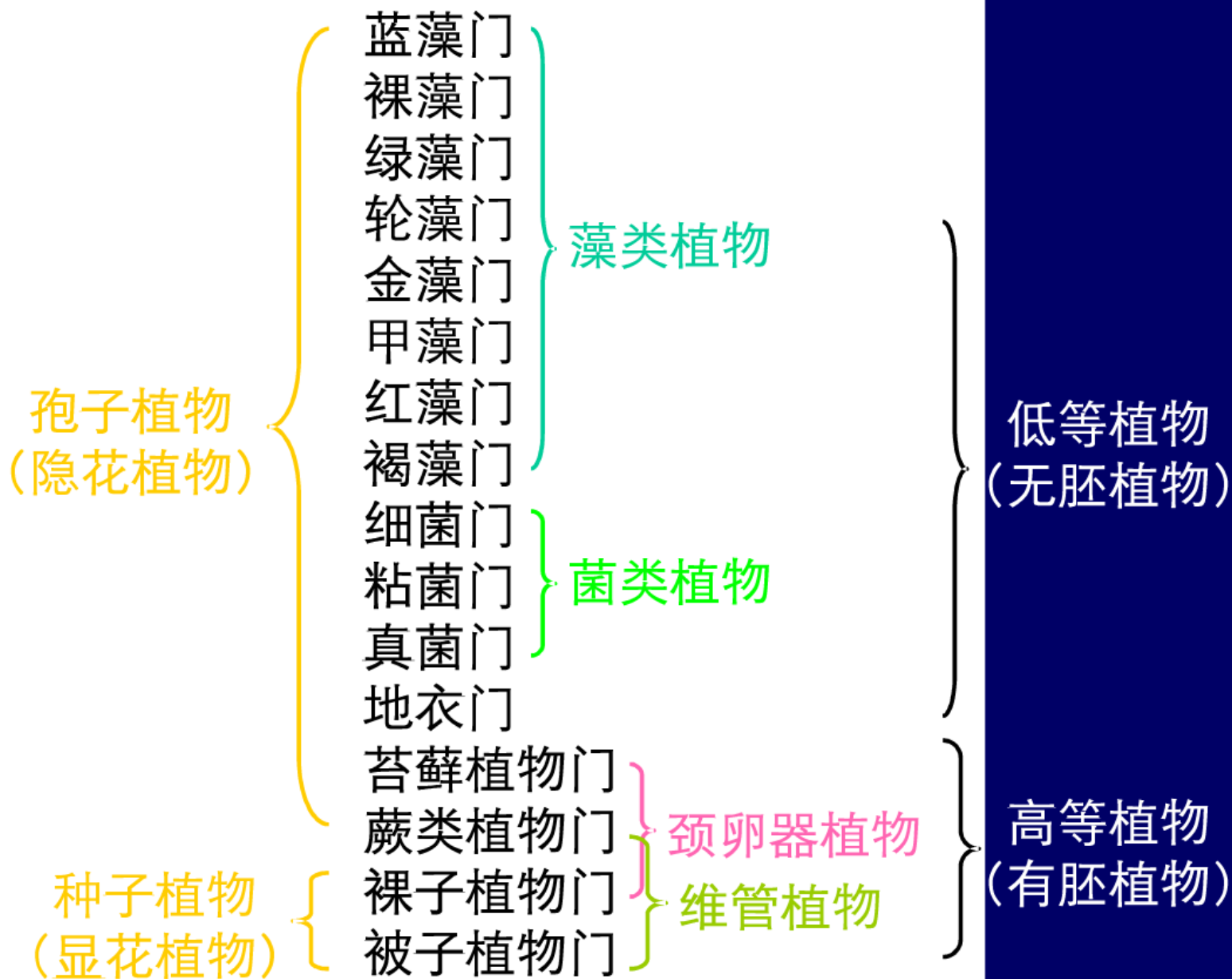
植物界

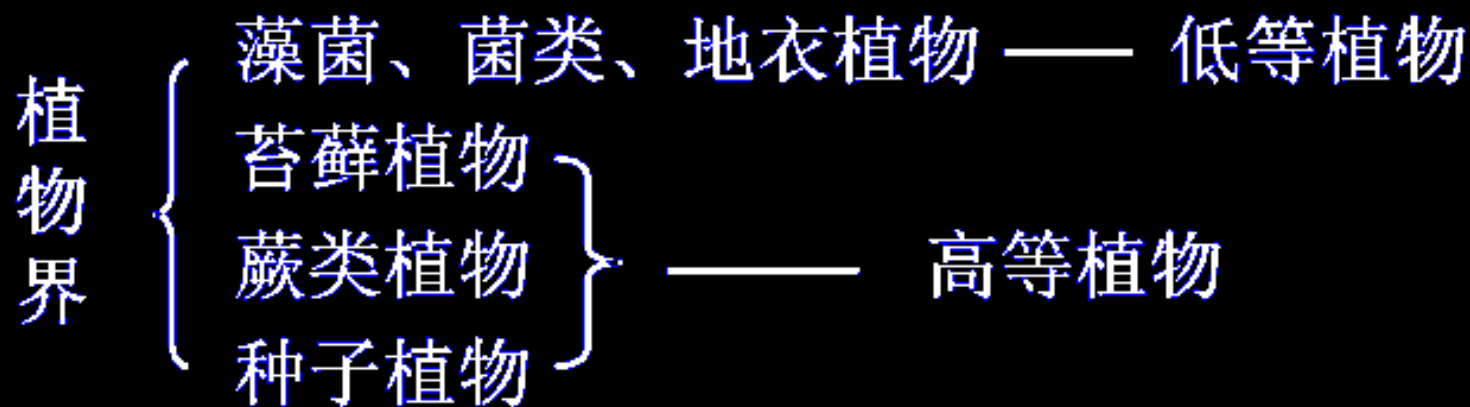
有明显的细胞壁和细胞核，其细胞壁由葡萄糖聚合物——纤维素构成。**绿色植物**的特点是具有光合作用的能力。

少部分植物能够部分异养或完全异养。



植物界的分门





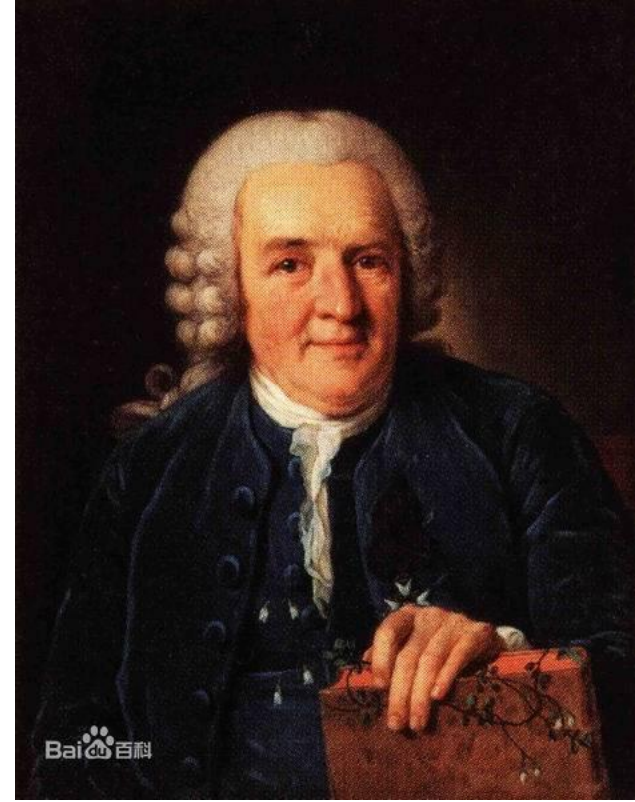
4、低等植物和高等植物的概念

低等植物：植物体没有根、茎、叶的分化；生殖器官基本上是单细胞结构；无胚的形成；常生活于水中或阴湿的地方。如藻类、菌类、地衣植物。

高等植物：植物体大多有根、茎、叶的分化；生殖器官由多个细胞结构；受精卵形成胚；内部组织分化到较高程度；大多为陆生。如：苔藓、蕨类、种子植物。

植物的命名

国际上所采用的植物学名,是瑞典植物学家林奈(Linnaeus)全面创立的“**双名法**”。



1707-1778

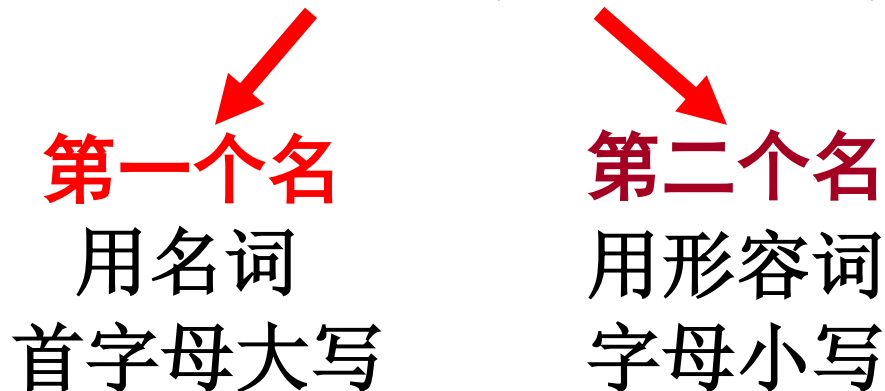
植物的学名=属名+种加词+命名人

第一个名

第二个名

双名法

植物的学名=属名+种加词+命名人



黄连的植物学名是 *Coptis chinensis* Franch., 其中, *Coptis* 为 黄连属 的属名, *chinensis* (中国的) 为种加词, Franch. 系命名人 Franchet 的缩写。

双名法特点：

一种植物只能有一个合理的拉丁学名,两种植物不能有同样的拉丁学名。

唯一性

品种

种与生产实践中的品种(cultivar)是不同的。后者是经过人工选择而形成遗传性状比较稳定、特性大致相同、具有人类需要的性状的栽培植物群体。品种是一种生产资料,是人类进行长期选育的劳动成果。品种是种质基因库的重要保存单位。

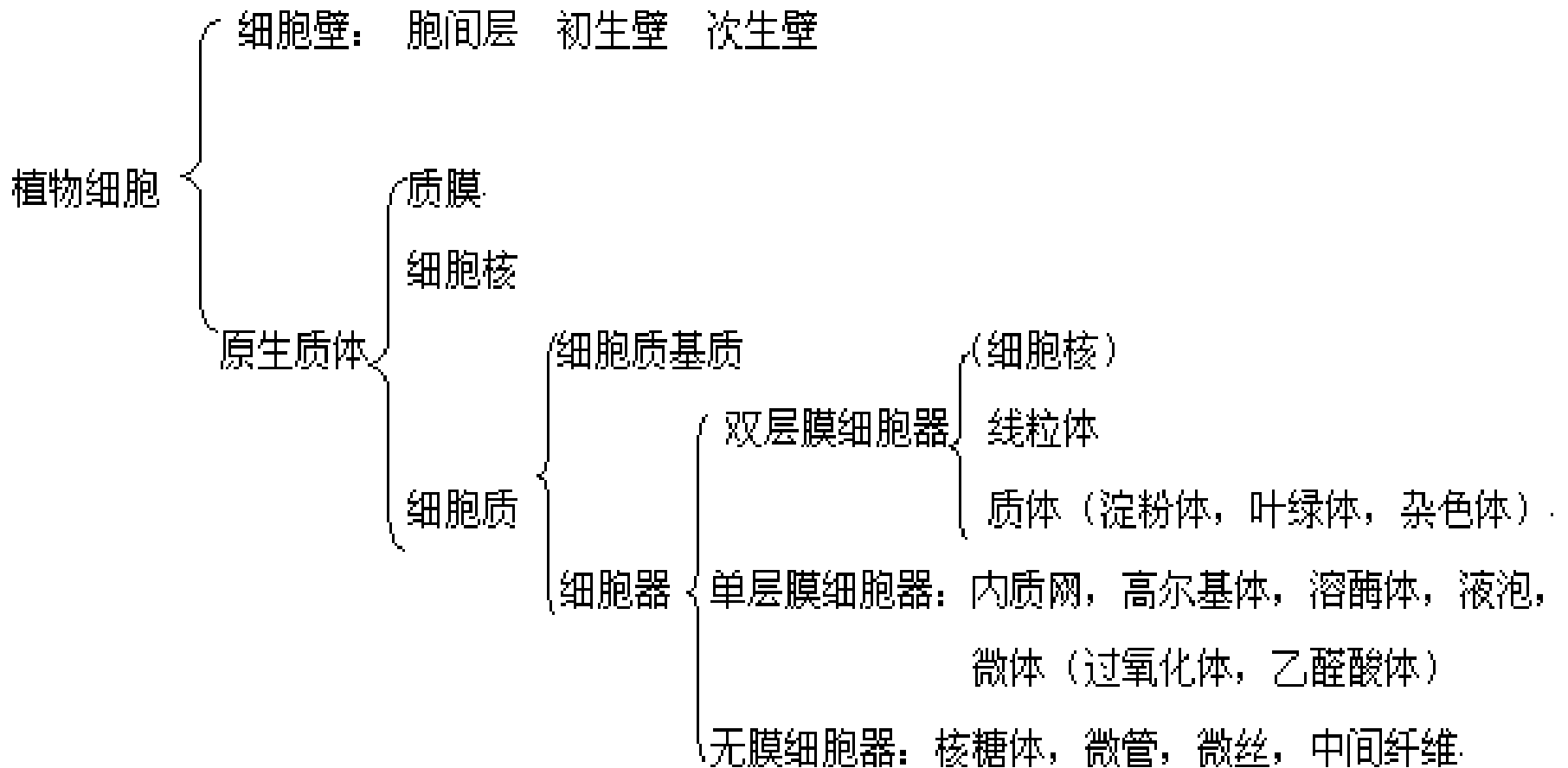
第一章

植物细胞

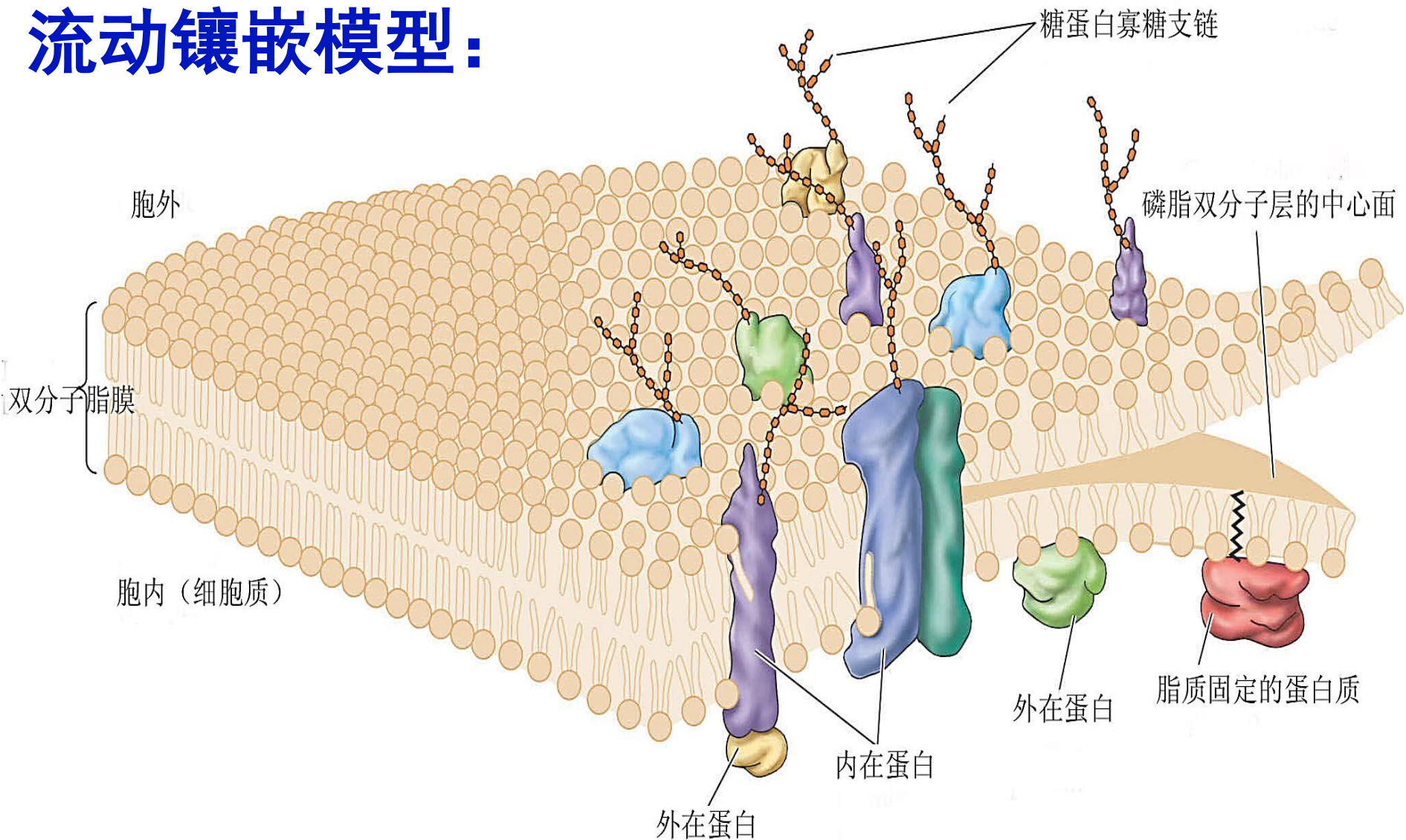


- 植物体是由**细胞**构成的。
- 细胞的发现：
 - 英国学者虎克(R.Hooke, 1665)发现细胞 (cell) ；
 - 德国植物学家施莱登 (Schleiden,1838) 和动物学家施旺 (Schwann, 1839) 建立了细胞学说(cell theory)。
- 利用组织培养技术，从植物离体细胞培养成完整的植株，这一事实表明了离体的单细胞具有**遗传上的全能性**。
- **细胞**是生物体的结构和功能的基本单位，是生命活动的基本单位，也是生物个体发育和系统发育的基础。

植物细胞的结构



流动镶嵌模型：

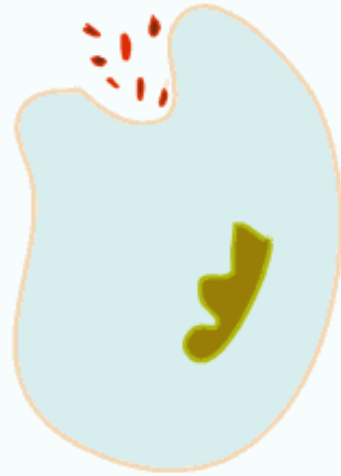


流动镶嵌模型：生物膜的基本框架是磷脂双分子层，膜上的球状蛋白分子以各种方式镶嵌在磷脂双分子层中，整个双分子层具有一定的流动性，可以在同一平面上自由移动，使膜处于不断变动的状态。

质膜的生理功能：

▲质膜具有“**选择透性**”。

▲此外，质膜还有许多重要的生理功能，如**主动运输**、**细胞识别**以及**参与一些代谢活动的调节**等。



吞噬作用

在生活细胞中，细胞质处于不断的运动状态，它能带动细胞器和其他成分在细胞内作有规则的持续流动，这种运动被称为**胞质环流**。

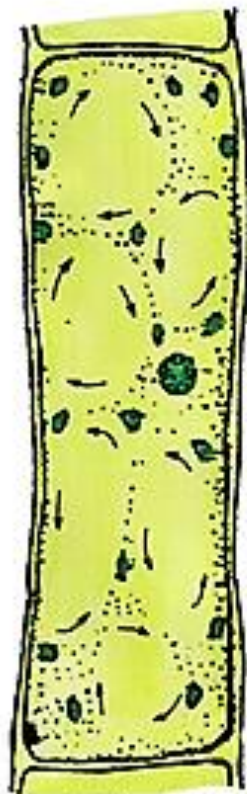
胞质环流有两种情况：

1、在具有单个大液泡的细胞中，细胞质常围绕液泡朝一个方向作**循环式运动**；

2、在具有多个液泡的细胞中，细胞质分成许多小流，各小流可以有不同的流动方向，称为**流走式运动**。



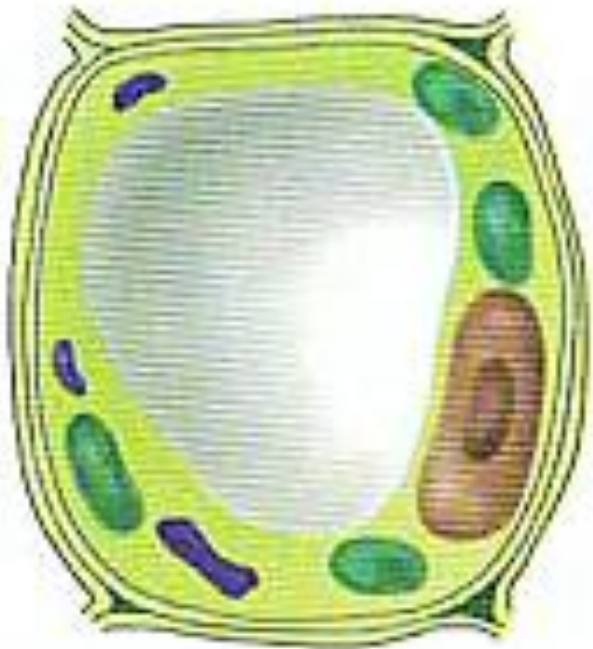
黑藻叶细胞
示循环式运动



毛泡桐叶柄腺毛细胞
示流走式运动

植物细胞三大特征：

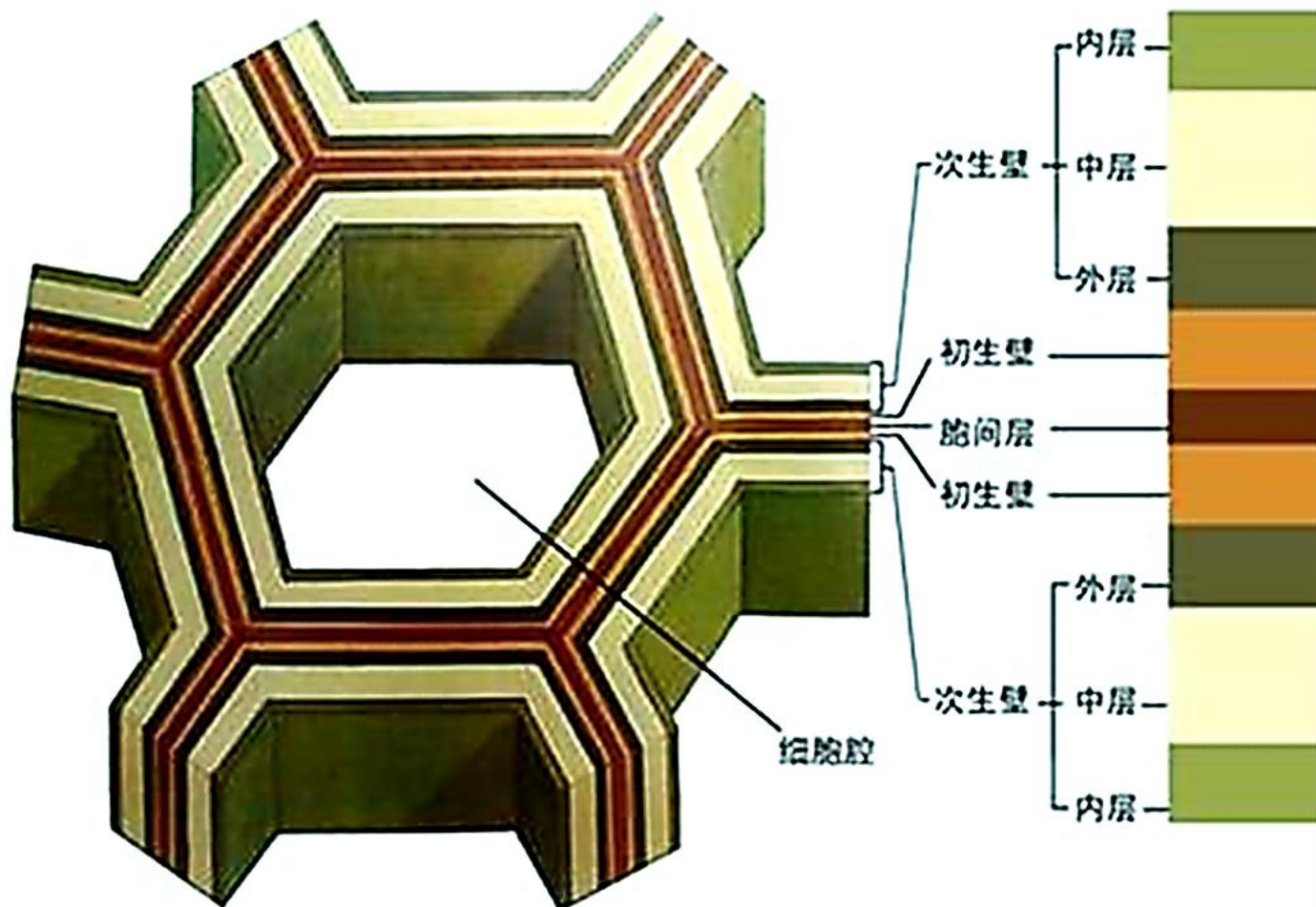
- (1) 细胞壁
- (2) 叶绿体
- (3) 大液泡



(二) 细胞壁

▲细胞壁是植物细胞显著特征之一。

▲细胞壁分为胞间层(intercellular layer)、初生壁(primary wall)和次生壁(secondary wall)。



(三) 细胞间的联系

在相连的生活细胞之间,细胞质常以极细的细胞质丝穿过细胞壁而互相联系,这种穿过胞间层和初生壁的细胞质丝称为**胞间连丝(plasmodesma)**。



柿
胚
乳
细
胞

胞间连丝（在显微镜下需要对材料进行特殊的染色才能看得见）

胞间连丝的功能

(1) 物质交换

相邻细胞的原生质可通过胞间连丝进行交换，使可溶性物质(如电解质和小分子有机物)、生物大分子物质(如蛋白质、核酸、蛋白核酸复合物)甚至细胞核发生胞间运输。

(2) 信号传递

通过胞间连丝可进行体内信息传递，物理信号、化学信号则可通过共质体传递。

三、植物细胞的后含物

后含物(ergastic substance) :指细胞中原生质体代谢的产物、代谢废物和贮藏物质。

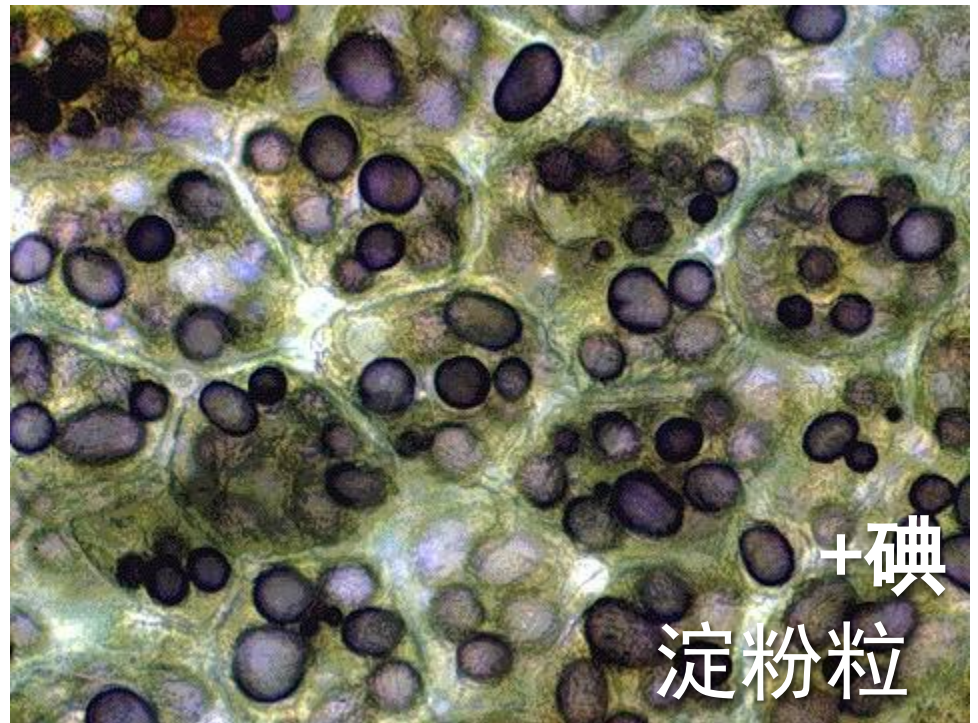
许多后含物具有重要的经济价值。

(1) 淀粉

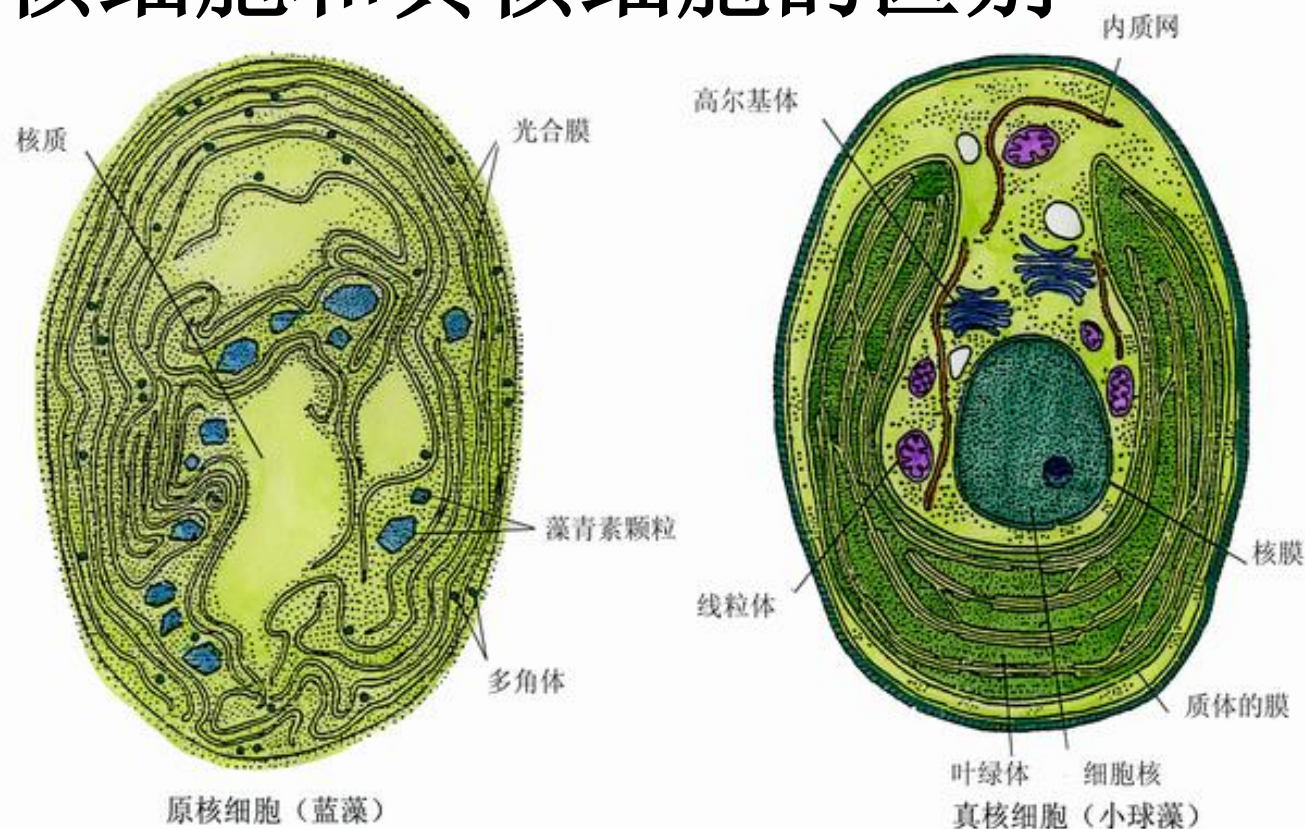
(2) 蛋白质

(3) 脂质

(4) 结晶



三、原核细胞和真核细胞的区别



		原核细胞	真核细胞
大小		1-10 微米	10-100 微米
结构	细胞壁	主要由肽聚糖组成	主要由纤维素组成
	细胞器	种类少、结构简单	种类多、结构复杂
	细胞核	无核膜和核仁, 裸露 DNA 集中于核区	有核膜和核仁, DNA 与蛋白质形成染色体, 有成形的核
实例	细菌、蓝藻、衣原体等细胞		动物、植物、真菌细胞

第二节 植物细胞的繁殖

多细胞植物个体的生长和繁衍都是**细胞数目增加**、**每个细胞体积增大**以及**功能分化**的结果。细胞数目的增加是通过细胞分裂来实现的，**细胞分裂是生命的特征之一**。

细胞分裂主要有三种方式：

- (1)有丝分裂(mitosis)
- (2)无丝分裂(amitosis)
- (3)减数分裂(meiosis)

细胞周期(Cell cycle): 分生细胞从一次分裂结束至下一次分裂结束所经历的过程。

细胞周期

① 分裂间期

DNA复制前期
(G₁期)

DNA复制期
(S期)

DNA复制完成到
有丝分裂开始之前的
G₂期

② 有丝分裂期 (M期)

分裂前期

分裂中期

分裂后期

分裂末期

有丝分裂与减数分裂比较

比较项目	减数分裂	有丝分裂
发生时间	性原细胞产生性细胞时	产生体细胞、性原细胞时
染色体复制及细胞分裂次数	染色体复制一次，细胞连续分裂两次	染色体复制一次，细胞分裂一次
染色体行为	同源染色体要经过联会形成四分体并交叉互换，而后分离，非同源染色体自由组合	有同源染色体，但无联会、分离，无四分体行为，非同源染色体不进行自由组合
子细胞数	4个	2个
子细胞染色体数	为亲代的一半	与亲代相同
形成细胞	生殖细胞	体细胞

小结

细胞是一切生物生命活动的基本单位，也是功能的基本单元。显微技术的发展推动了细胞的发现和细胞学说的建立。

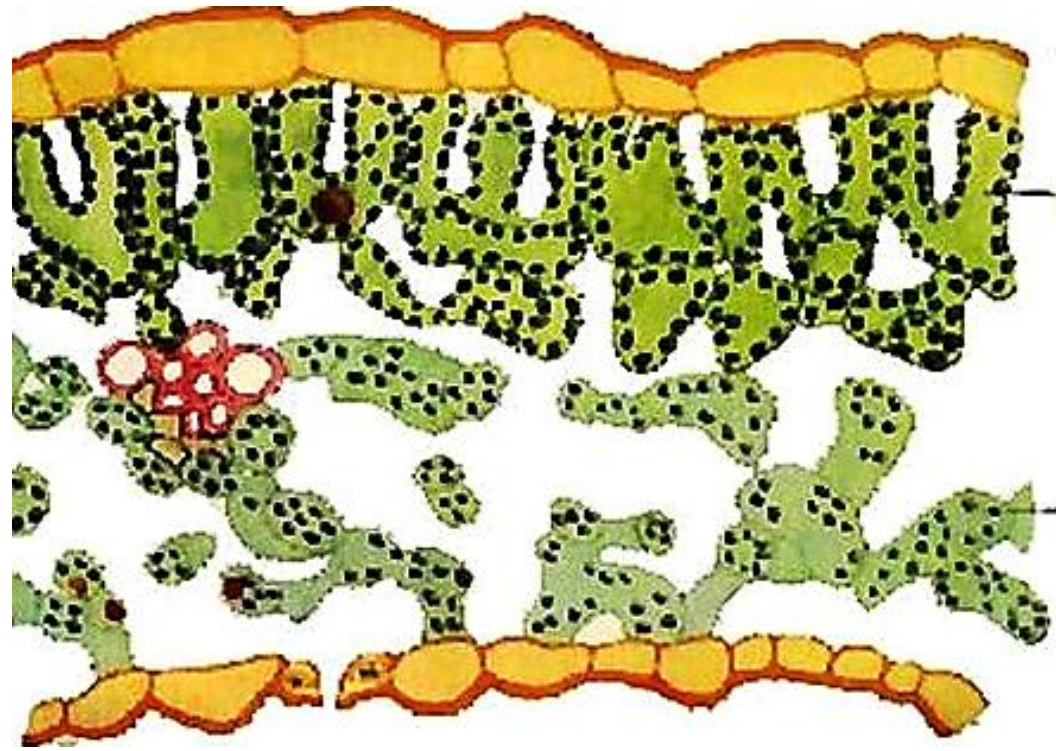
细胞可以划分为原核细胞和真核细胞。植物细胞由生活的原生质体和包围着它的细胞壁构成；真核细胞原生质内含有细胞基质和各种细胞器。真核细胞的核具有双层膜，膜上有核孔，核内有核质、核液和核仁。核质中有染色质丝，细胞分裂时染色质丝浓缩成染色体，染色体数目因种而异。质体包括叶绿体、白色体和有色体，在一定条件下可以互相转化。叶绿体具双层膜，膜内含基质，基质中有由类囊体组成的基粒以及基粒间的基质片层。液泡占据了成熟细胞大部分的体积，它具有液泡膜和细胞液，细胞液是高渗透性溶液，含可溶性物质及花青素等。相邻细胞由果胶质组成的中层结合在一起，初生壁由纤维素、半纤维素和糖蛋白构成，而次生壁又增加了木质素，是在初生壁内部增厚的。细胞间通过胞间连丝联结在一起进行物质交换和信息交流。具有纤维素的细胞壁、质体和液泡是植物细胞特有的结构。

后含物是细胞中的贮藏物质和代谢产物，主要包括淀粉、蛋白质、脂质和晶体等。

细胞分裂主要有三种方式：有丝分裂、无丝分裂和减数分裂。有丝分裂包括分裂间期和细胞分裂期，有丝分裂的结果是由1个母细胞形成2个与母细胞相同的子细胞。减数分裂包括两次连续的分裂，结果形成4个染色体数目为母细胞染色体数目一半的子细胞。减数分裂过程中发生了同源染色体配对、联会、交叉和基因互换。

第二章

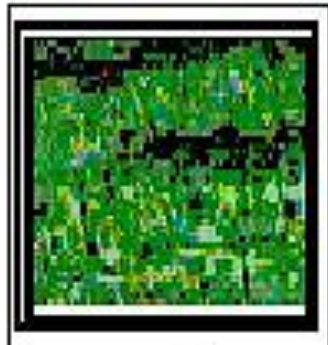
植物组织



第一节 植物组织的概念和类型

一、植物组织的概念

- **组织(tissue)**: 通过细胞生长和分化,形成的来源相同、形态相同或不同、行使共同生理功能的细胞群。
- **简单组织(simple tissue)**:由一种类型细胞构成的组织。
- **复合组织(compound tissue)**: 由多种类型细胞构成的组织。



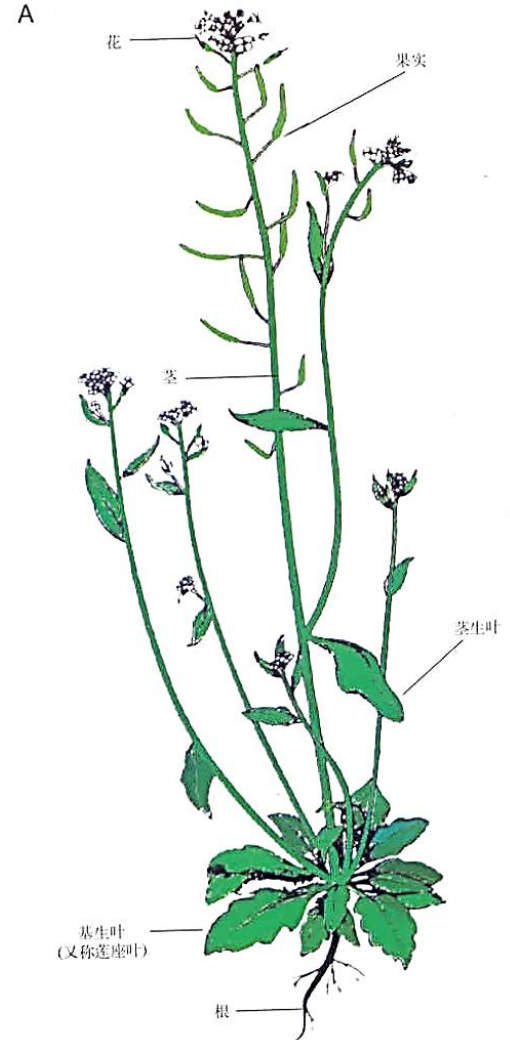
细胞 → 组织 → 器官 → 植物体

一、植物组织的类型

根据植物组织生理功能上的不同和形态构造上的差异,一般把它们分为**分生组织**、**薄壁组织**、**保护组织**、**机械组织**、**输导组织**和**分泌组织**。

植物组织

分生组织
薄壁组织
保护组织
机械组织
输导组织
分泌组织



(一) 分生组织

分生组织(meristems): 细胞小,六面体形,核大,液泡小或无液泡,通常位于植物体生长的部位,具有持续分裂能力的组织,其作用直接关系到植物的生长和发育。

按性质来源的不同,可分为三大类:

- (1) 原分生组织
- (2) 初生分生组织
- (3) 次生分生组织

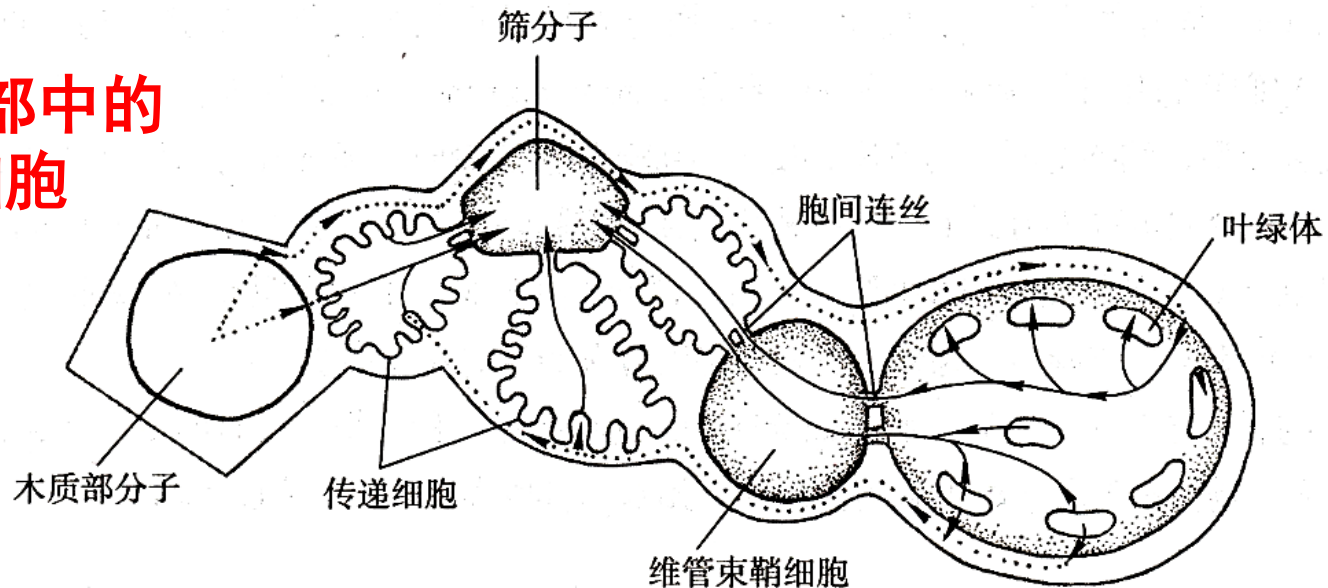
按在植物体上的位置分,又可分为:

- (1) 顶端分生组织
- (2) 侧生分生组织
- (3) 居间分生组织

(二) 薄壁组织因功能不同可分成不同的类型：

1. 同化组织(assimilating tissue)：叶肉
2. 吸收组织(absorptive tissue)：根毛
3. 贮藏组织(storage tissue)：块根和块茎中
4. 贮水组织(aqueous tissue)：旱生肉质植物
5. 通气组织(aerenchyma)：水生植物
6. 传递细胞(transfer cell)：种子子叶、胚乳、胚柄

初生木质部中的 传递细胞



- (三)保护组织 (protective tissue) 分为两种类型：**表皮和周皮**。

1.表皮 (epidermis)

- **气孔** (stoma, stomata, pl.) 。
- **表皮毛**。
- 根的表皮是**吸收组织** (absorptive tissue)。
- 有些植物的表皮还存在一些**异细胞** (idioblast, 如禾本科植物叶脉间上表皮的泡状细胞、硅细胞和栓细胞。

2.周皮 (periderm)

- 周皮属于次生保护组织。**木栓层、木栓形成层和栓内层**合称周皮。
- 栓内层是薄壁的生活细胞，细胞壁不栓化，通常只有一层细胞。
- 皮孔 (lenticel)出现在原来气孔器的下方，是周皮形成后，植物体与外界环境进行**气体交换的通道**。

(四) 机械组织

机械组织(mechanical tissue):在植物体内主要起机械支持作用的组织。植株越高大,需要的支持强度就越大,机械组织也就越发达。

机械组织的主要特征：细胞的次生壁强烈加厚。

根据细胞形态和加厚方式的不同,
可分为：

- (1) 厚角组织
- (2) 厚壁组织

(五)输导组织(conducting tissue)

根据运输物质的不同，输导组织可分为两类：一类是输送水分和溶于其中的无机盐的**导管** (tracheid) 和**管胞**(vessel);另一类是输送有机养分的**筛管** (sieve tube)和**筛胞** (sieve cell)。

1. 导管和管胞

组成导管的每一个细胞称为**导管分子** (vessel element)。根据导管的发育先后和侧壁木化增厚的方式不同，可将导管分为**环纹、螺旋纹、梯纹、网纹和孔纹导管**5种。

管胞是**蕨类植物和裸子植物**的输导组织，管胞细胞壁的增厚也有环纹、螺旋纹、梯纹、网纹和孔纹5种。

2.筛管和筛胞

- 每一组成细胞称为**筛管分子**(sieve tube element), 其细胞壁为初生性质。
- **伴胞** (companion cell)。伴胞与筛管分子是由同一母细胞经过不均等纵裂而来。
- **筛胞**是裸子植物和蕨类植物输送养分的细胞。筛胞没有伴胞, 但在一些裸子植物中却存在功能上和伴胞类似的**蛋白质细胞** (albuminous cell)。

(六)分泌组织(secretory tissue)

植物中有些细胞能够产生一些特殊物质，如树脂、蜜汁、乳汁、精油、粘液等，这些细胞称为**分泌细胞**。由分泌细胞所组成的组织称为**分泌组织**。

根据分泌物是保存在植物体内还是分泌到体外，分泌组织可分为两类：

(1) 外部的分泌结构

(2) 内部的分泌结构



茅膏菜

第二节 植物的组织系统

植物体内的各种组织不是孤立存在的, 它们彼此紧密配合, 共同执行着各种机能, 从而使植物体成为有机的统一整体。

组织系统(tissue system): 通常将植物体或植物器官中由一些复合组织进一步在结构和功能上组合而成的复合单位称为组织系统。

维管植物中的主要组织可归纳为三种组织系统：

- (1) 皮组织系统——包括表皮和周皮
- (2) 维管组织系统——包括韧皮部和木质部
- (3) 基本组织系统——包括各类薄壁组织、厚角组织和厚壁组织

小结

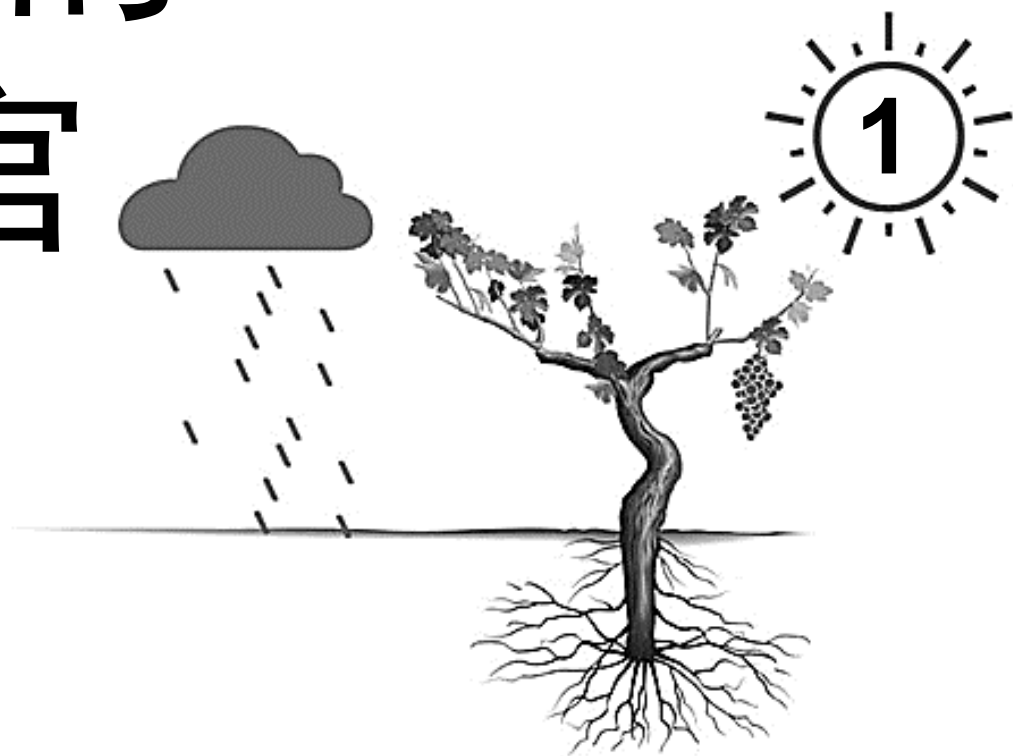
一群行使共同生理功能的细胞群称为组织。由一种类型细胞构成的组织称为简单组织，由多种类型细胞构成的组织称为复合组织。可以把构成的组织区分为分生组织、薄壁组织、保护组织、机械组织、输导组织和分泌组织。

分生组织的细胞具有持续分裂的能力，按来源有原分生组织、初生分生组织和次生分生组织；按位置有顶端分生组织、侧生分生组织和居间分生组织的不同。薄壁组织细胞壁薄、因功能不同可分为同化组织、吸收组织、贮藏组织、贮水组织、通气组织和传递细胞等。机械组织包括细胞壁不均匀增厚的厚角组织和均匀增厚的厚壁组织，而厚壁组织则包括石细胞和纤维。保护组织在初生结构中包括表皮、气孔及毛被等附属物，而根表皮具根毛为吸收组织。输导组织包括木质部和韧皮部，木质部含导管和管胞，韧皮部含筛管、筛胞和伴胞。分泌组织可以出现在植物体的各个部位，分泌诸如树脂、蜜汁、乳汁、油、黏液等。

维管植物组织系统可以进一步表述为皮组织系统、维管组织系统和基本组织系统，它们把植物体结合成为一个有机整体。

第三章

种子植物的 营养器官



- 典型的种子植物具有**根、茎、叶、花、果实、种子**六个器官，执行着不同的生理功能。
- **根、茎、叶**执行养料、水分的吸收、运输、转化、合成等营养功能，称为**营养器官** (vegetative organ);
- 而**花、果实、种子**完成开花结果至种子成熟的全部生殖过程，称为**繁殖器官** (reproductive organ)。

根是植物演化过程中为适应陆地生活而发展起来的器官。

一、根的生理功能

(1)根具有固着和支持作用；

(2)根具有吸收和输导作用；

(3)根具有合成和分泌功能；（合成氨基酸, 植物激素等。有些植物的根能分泌释放生长抑制物, 使周围植物死亡——化感作用。）

(4)根具有贮藏作用,可贮藏糖、淀粉等；

(5)有些植物的根具有繁殖的能力；

（甘薯块根产生不定芽。）

(6)一些植物的根还具有呼吸、攀缘等作用。

二、根与根系

主根 (main root): 种子萌发时,胚根首先突破种皮向地生长,形成的根。主根由胚根发育而来,称为**初生根**,也称**直根**。

侧根 (lateral root): 从主根上产生的支根。

定根 (normal root): 来源于种子胚根的主根和侧根。

不定根 (adventitious root): 在茎、叶上产生的位置不定的根。

根系的类型：

根系 (root system)： 植物个体全部根的总和。

(1)直根系 (tap root system)： 由胚根发育产生的初生根和次生根组成,主根发达,较粗长,能明显区分出主根和侧根的根系。

(2) 须根系 (fibrous root system)： 主根不发达或早期停止生长,由茎基部形成许多粗细相似的不定根,呈丛生状态,这种根系称为须根系。

直根系——大多数双子叶植物和裸子植物。

须根系——大部分单子叶植物和某些双子叶植物
(平车前)

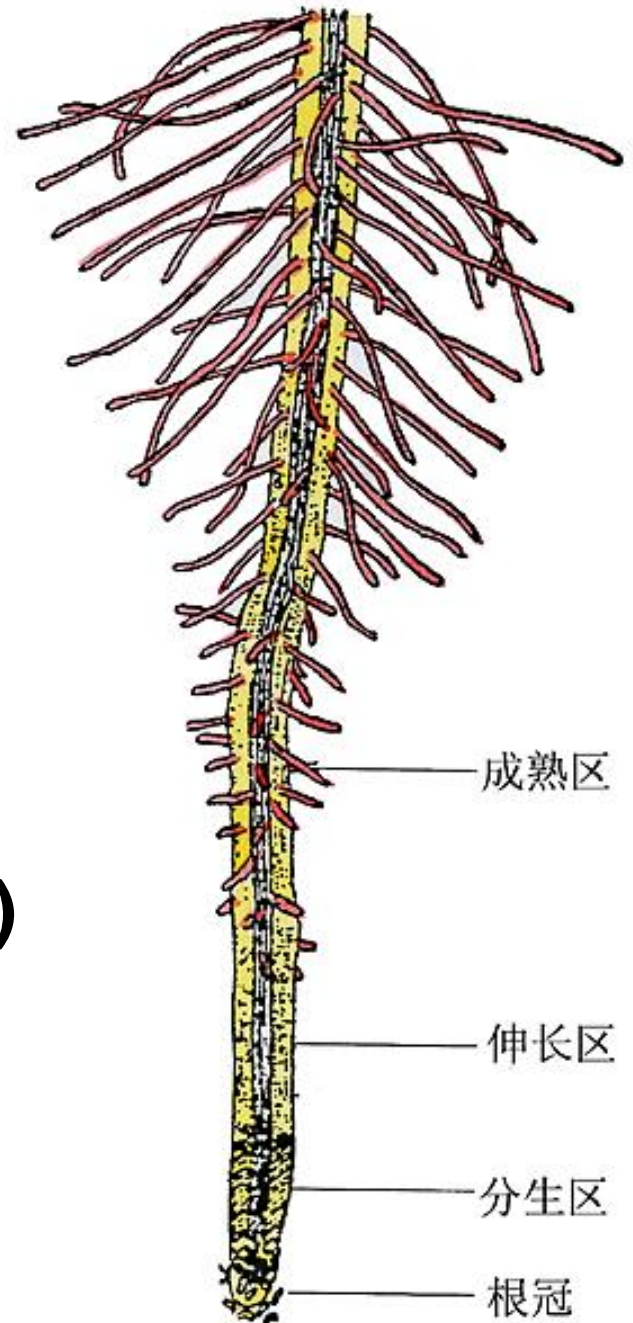
三、根尖的结构与发育

根尖 (root tip): 指根的顶端到着生根毛的部分。

主根、侧根、不定根都具有根尖。

根尖从顶端自下而上可分为:

- (1)根冠(root cap)
- (2)分生区 (meristematic zone)
- (3)伸长区 (elongation zone)
- (4)成熟区 (maturation zone)

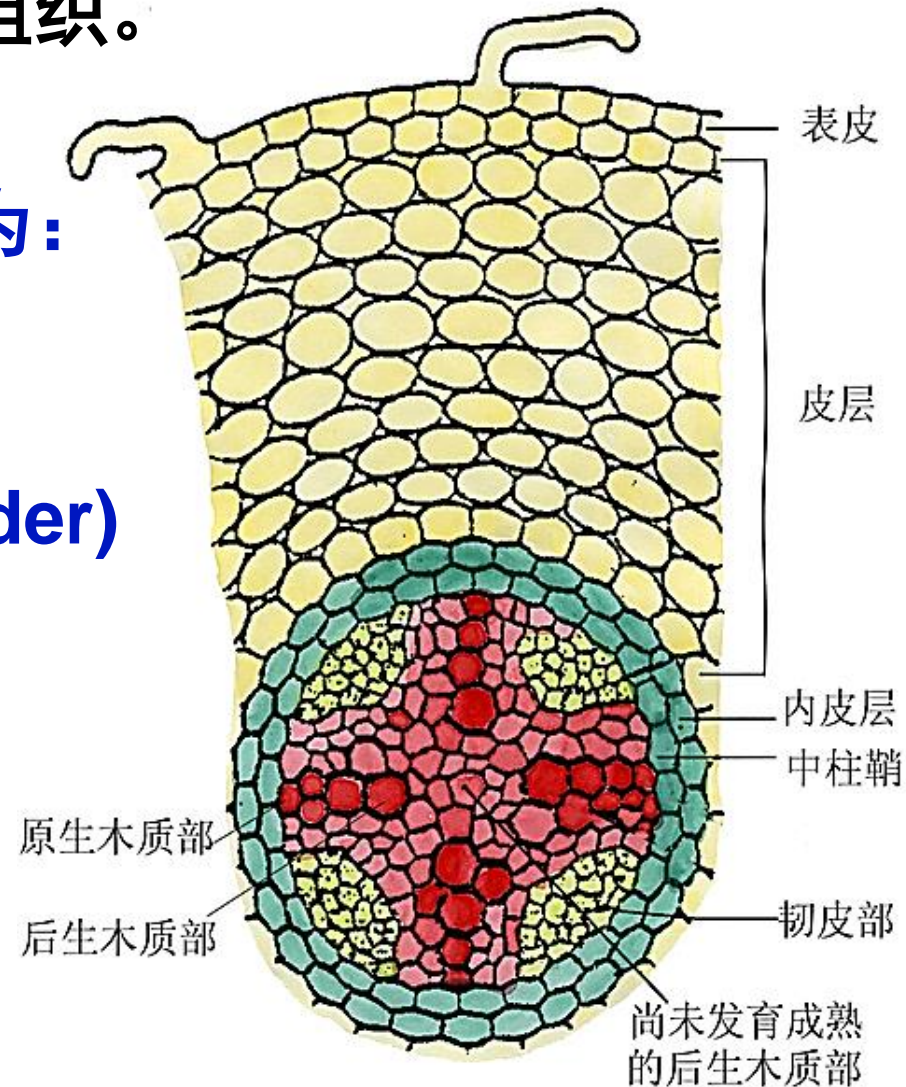


四、根的初生结构

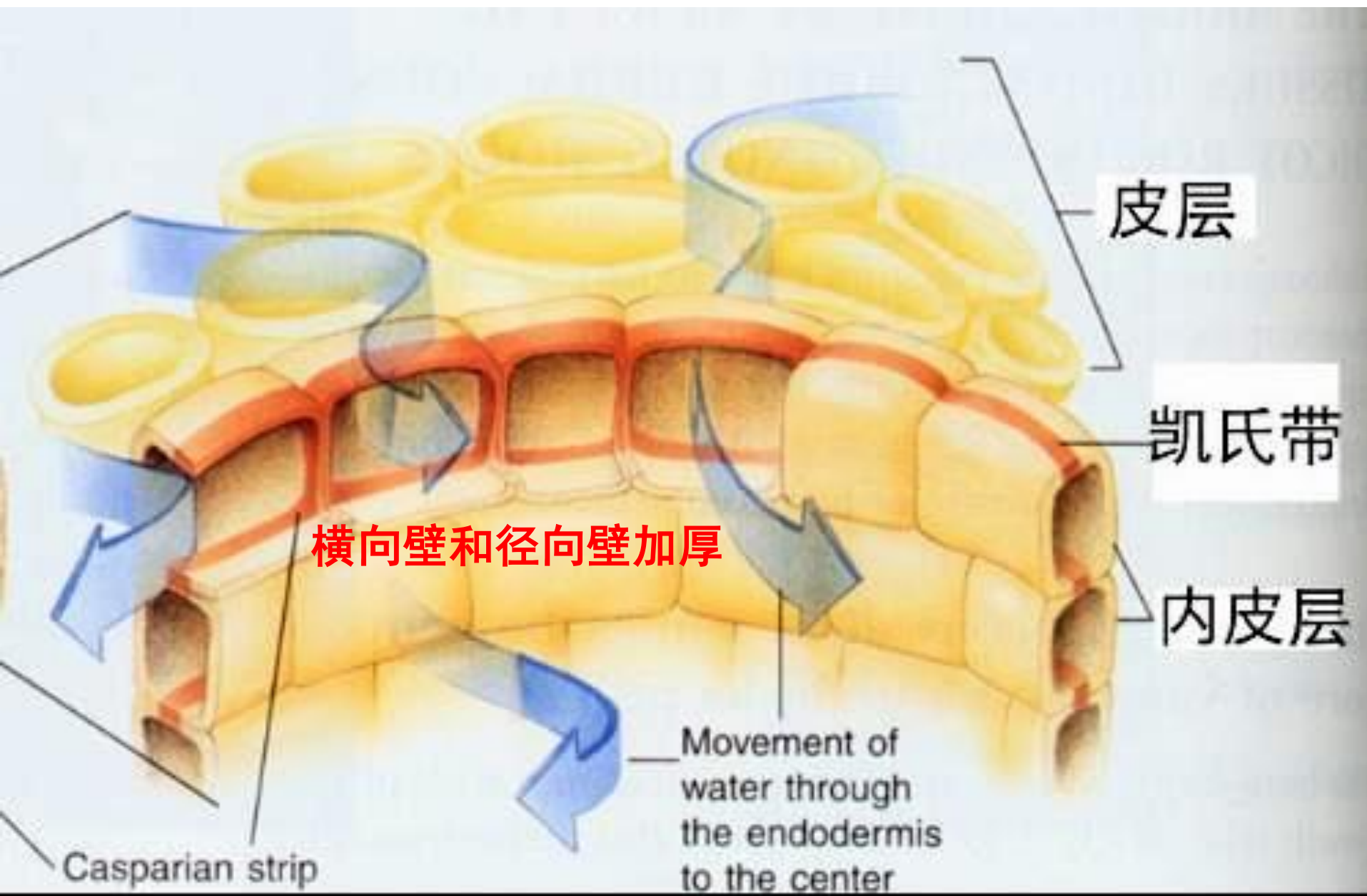
成熟区除了有根毛这一特征以外, 另外一个重要特征就是已分化出各种成熟组织。

根的初生结构由外至内分化为:

- (1) 表皮(epidermis)
- (2) 皮层(cortex)
- (3) 维管柱(vascular cylinder)



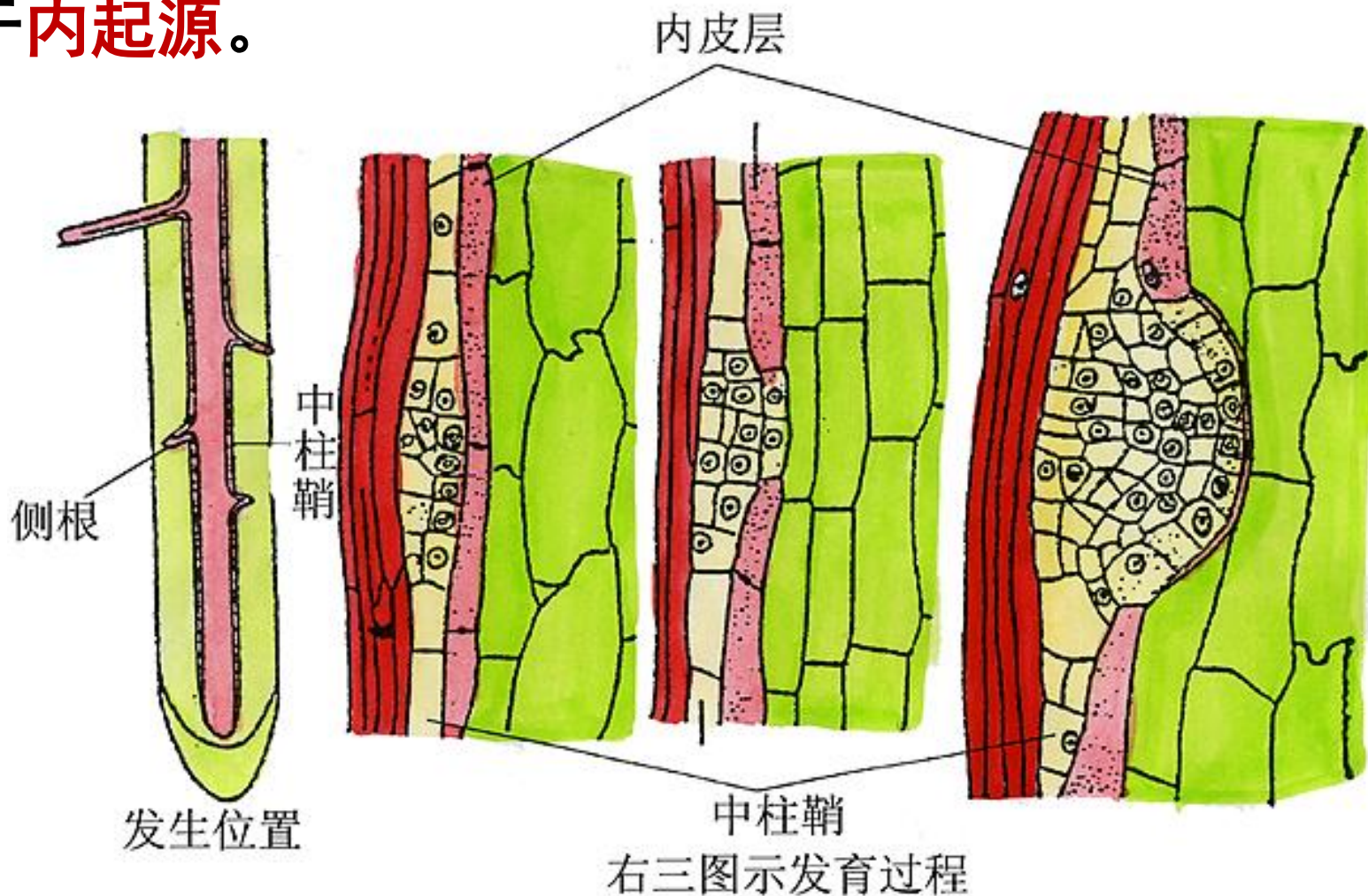
凯氏带类似于血脑屏障，是植物的一种自我保护性结构



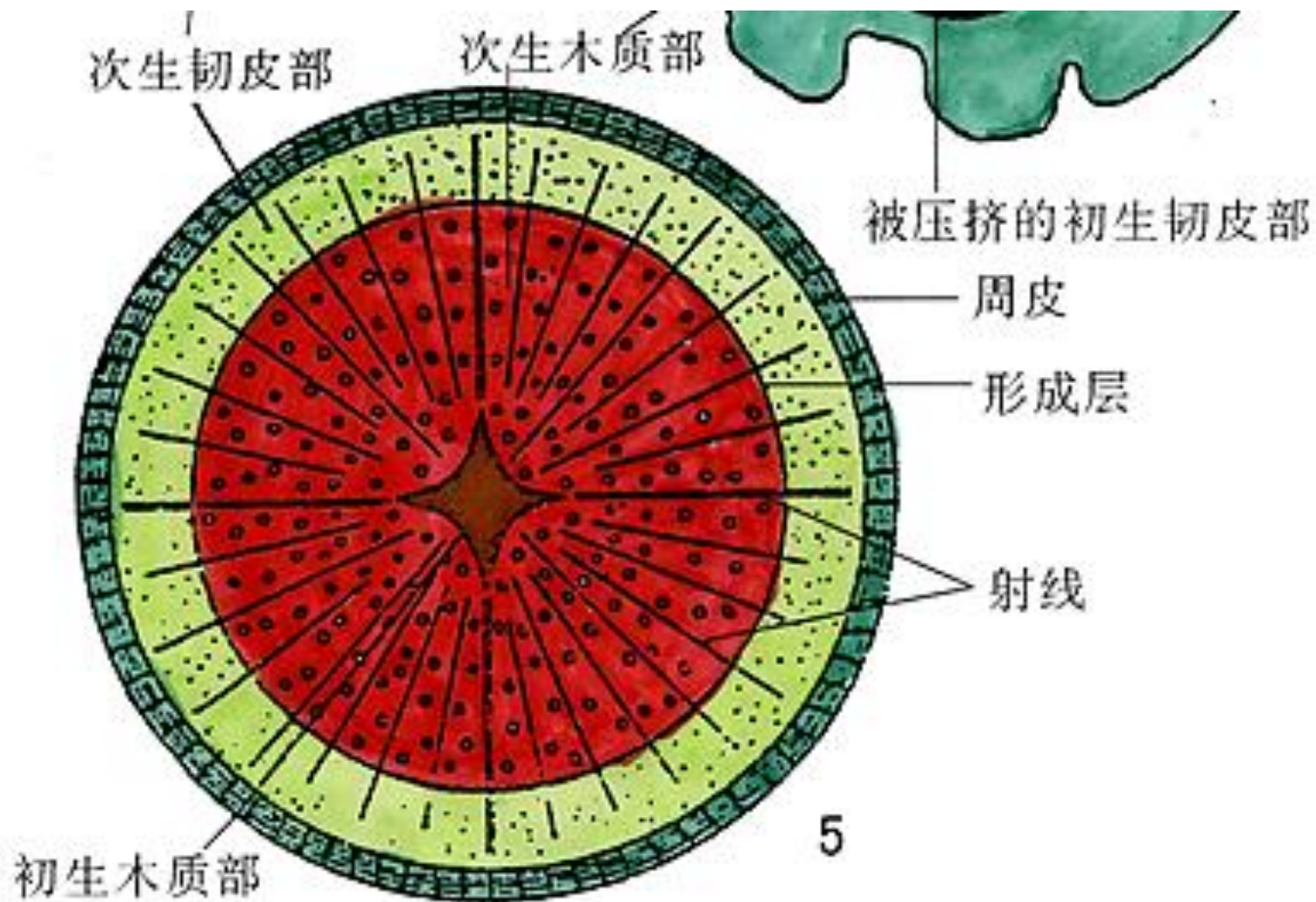
五、侧根与不定根的形成

1. 侧根的形成

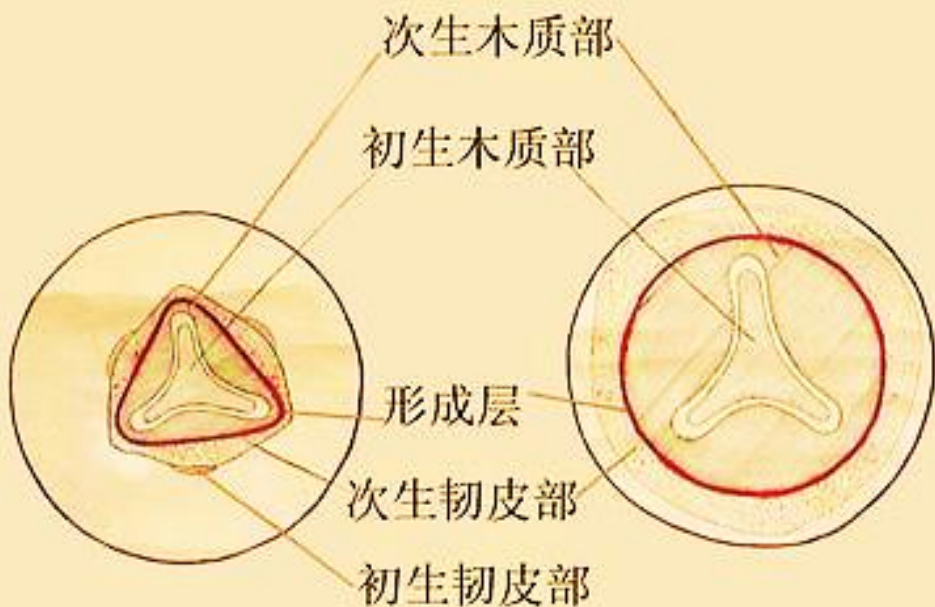
植物的根可以反复产生侧根，形成根系。侧根起源属于**内起源**。



次生结构 (secondary structure)和次生生长 (secondary growth)，是次生分生组织——**维管形成层和木栓形成层**的活动产生的。



根的次生生长模式图

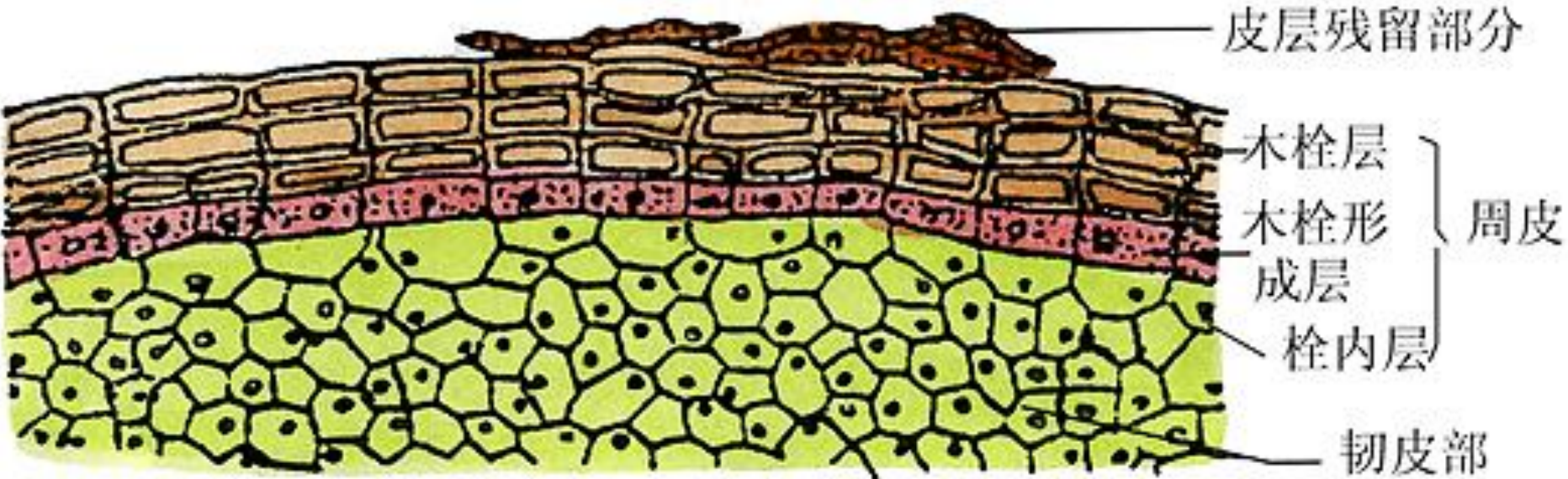


1. 维管形成层最初是在每一韧皮部斑块内方产生, 因此, **最初的形成层呈间断条状**。

2. 随后, 各条形成层左右扩展至木质部束顶部, 和中柱鞘细胞相接。

3. 初生韧皮部被新形成的次生组织推向外方, **波状的形成层也就逐渐变成正圆环状**。

木栓形成层向外方分裂产生**木栓层**(phellem或cork) 向内形成少量薄壁组织，即**栓内层** (phelloderm)。木栓层、木栓形成层和栓内层总称为**周皮** (periderm)。

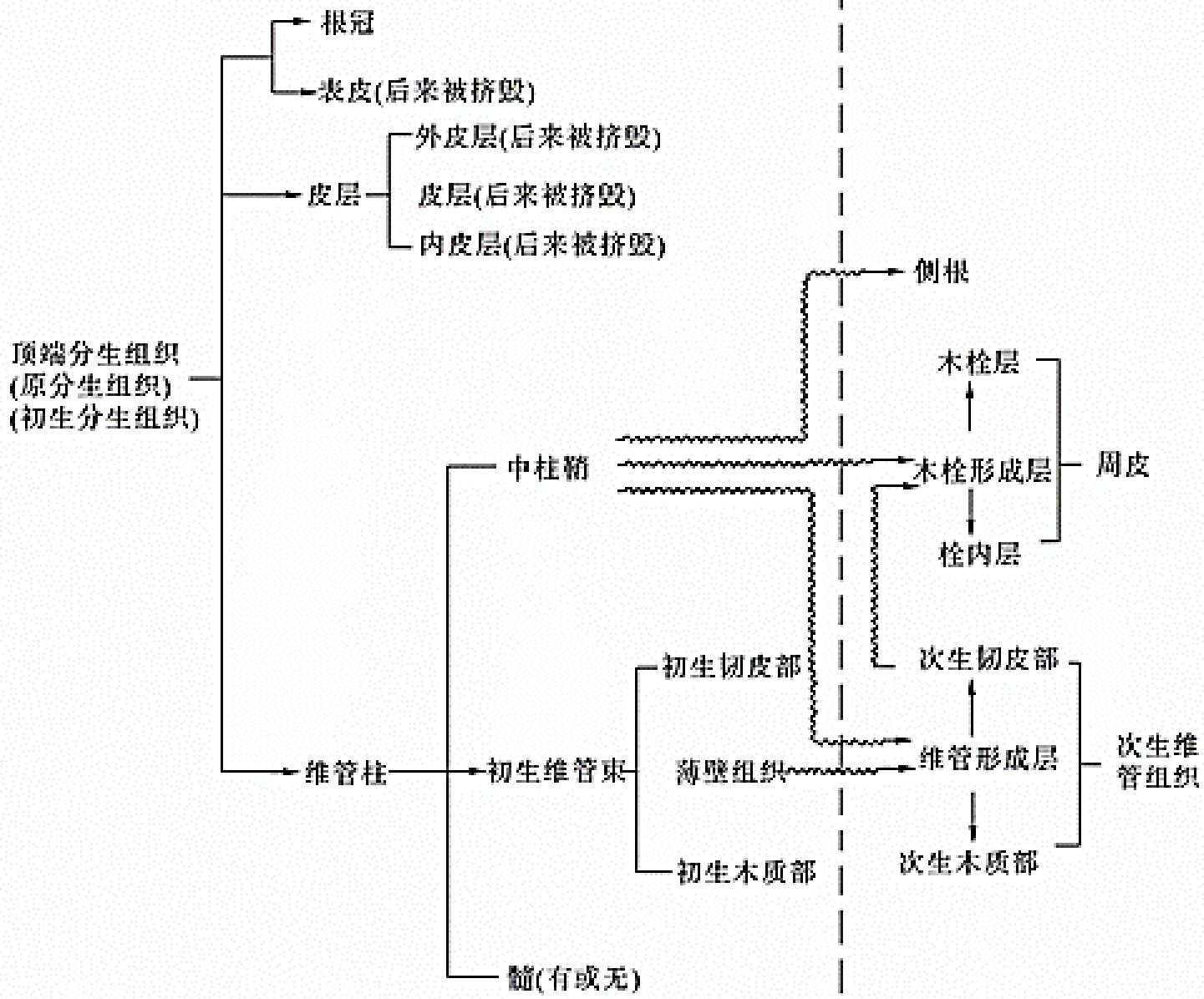


橡胶树根中木栓形成层活动的结果，形成周皮

初生生长

次生生长

根组织的分化过程



 表示由薄壁组织恢复分裂能力形成
 表示由分生组织直接分裂形成

七、根瘤与菌根

植物和微生物双方间互利的关系，称为**共生** (symbiosis)。高等植物与微生物的共生现象，通常有两种类型，即**根瘤** (root nodule)与**菌根** (mycorrhiza)。

根瘤——高等植物根与细菌共生

菌根——高等植物根与真菌共生

八、特化的根

变态的概念：

植物的营养器官都有其一定的与生理功能相适应的形态特征。但是往往由于环境条件的改变，**植物器官因适应某一特殊环境而改变其原有的功能和形态结构，这种改变不是病理的或偶然发生的，而是该物种的正常遗传特性。**这种现象称为**变态** (metamorphosis, modification)，该器官称为**变态器官**。

变态根的类型

1. **贮藏根**(food-storage roots)
2. **气生根**(aerial roots), 气生根又分为:
 - 支柱根 (prop root)
 - 呼吸根 (respiratory root)
 - 繁殖根 (propagative root)
 - 攀缘根 (climbing root)
 - 同化根 (assimilating root)
 - 收缩根 (contractile root)
 - 板根 (buttress root)
 - 无根植物
3. **寄生根** (parasitic root): 菟丝子、列当等寄生植物, 叶退化为小鳞片, 不能进行光合作用, 而是借特殊的寄生根从寄主体内吸收水分和有机营养物质, 严重影响寄主植物的生长。

- ▲ **茎**是组成地上部分的枝干，**上承枝叶，下接根部**，在形态、结构和功能上，都与根和叶密切相关。
- ▲ 茎与根的结构有许多共同点，但茎的结构远比根复杂。和根不同，茎的外部形态最明显的特征是：**具节、节间、长叶、有芽。**

一、茎的生理功能

- 1、**输导作用。**
- 2、**支持作用。**
- 3、**茎还有储藏和繁殖的作用。**

二、茎的形态

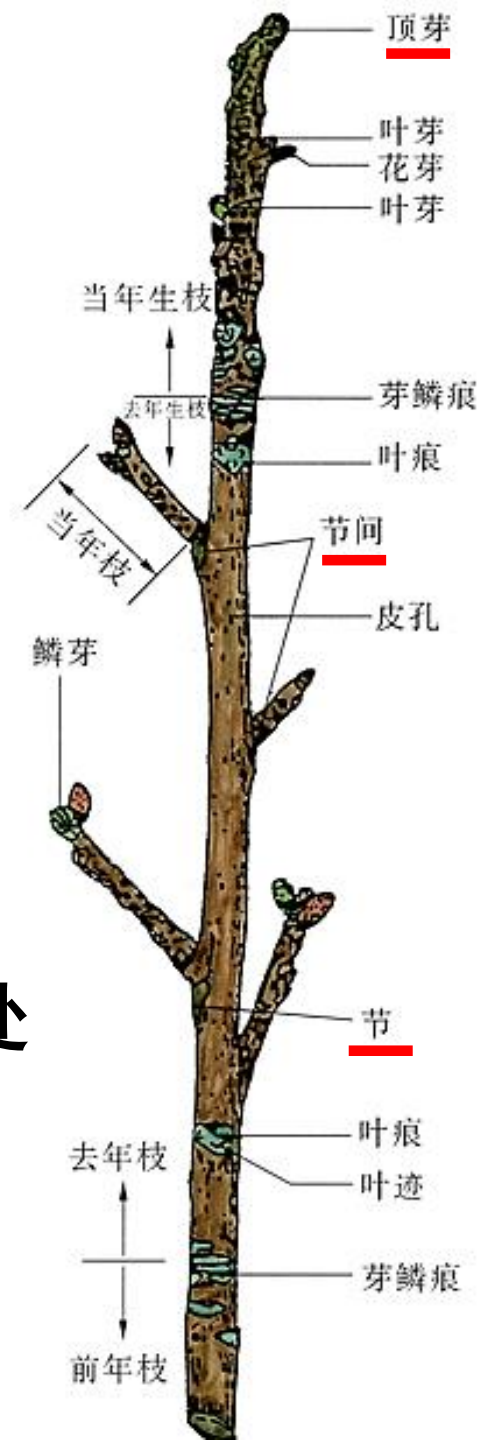
(一) 茎的基本形态

节 (node): 茎上生叶的部位。

节间 (internode): 相邻两节之间的部位。

顶芽(terminate bud): 在茎的顶端着生的芽。

腋芽(axillary bud): 在叶腋(leaf axil)处着生的芽。



核桃三年生枝冬态

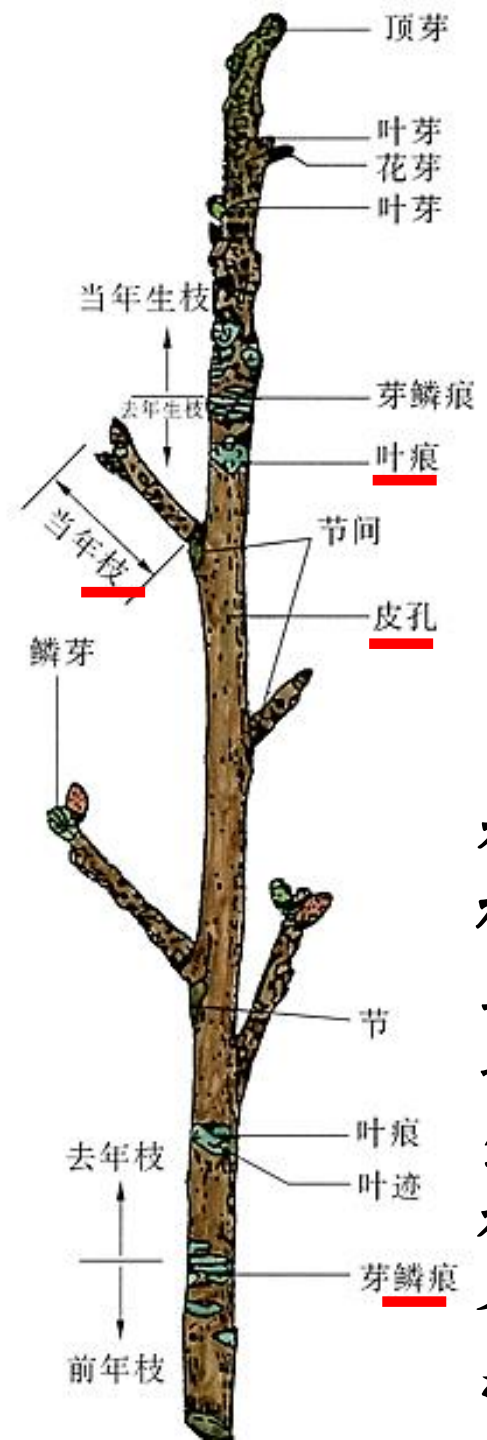
苗或枝(shoot): 着生有叶和芽的茎。

叶痕(leaf scar): 叶片脱落后在枝条上留下的痕迹。

维管束痕(bundle scar): 茎与叶柄间维管束断离后留下的痕迹。

芽鳞痕(bud scars): 顶芽开放后芽鳞脱落留下的痕迹。

皮孔(lenticel): 茎内组织与外界气体交换的通道。



核桃三年生枝冬态

(二) 芽及分枝方式

1. 芽的结构与类型

芽 (bud)是枝条和花的原始体。

有三种类型：

叶芽 (leaf bud)：发育成枝叶的芽。

花芽 (floral bud)：花或花序的原始体。

混合芽 (mixed bud)：将来发育为有叶、有花
或花序的枝条。

按芽在枝上的位置分，可分为**定芽 (normal bud)**和**不定芽 (adventitious bud)**。定芽生于枝条顶端或叶腋处，又可分为**顶芽 (terminal bud)**和**腋芽 (axillary bud)**。

落地生根的不定芽



3. 分枝方式

分枝有多种形式，它与顶芽、腋芽的生长势强弱、生长时间及寿命有关；而这种特性取决于植物的遗传性，有时还受环境条件的影响。

高等植物常见的分枝方式有：

- (1) 二叉分枝 (dichotomous branching)
- (2) 假二叉分枝 (false dichotomous branching)
- (3) 单轴分枝 (monopodial branching)
- (4) 合轴分枝 (sympodial branching)

(三) 茎的生长习性

不同植物的茎在长期的演化过程中有各自的生长习性, 以适应外界环境。

因生长习性的不同, 茎可以分为以下四类:

- (1) **直立茎 (erect stem):**茎背地性生长, 直立。
- (2) **缠绕茎 (twining stem):**以茎本身缠绕他物上升。
- (3) **攀缘茎 (climbing stem):**发育出特有的结构攀缘他物上升。
- (4) **匍匐茎 (stolon, 或runner):**平卧在地上蔓延生长。

三、茎尖的构造与发育

(一) 茎尖的结构

茎尖(shoot tip)基本上和根尖相同，也是由分生组织组成，但它的外面没有类似根冠的帽状结构，而由许多幼小叶片紧紧包裹。茎尖分生组织不断进行细胞分裂，形成**比根尖复杂**的结构。

不论是**胚芽、顶芽、腋芽和不定芽**，都有类似的结构和生长发育过程。**茎尖大致可分为分生区、伸长区和成熟区。**

(二) 叶和芽的起源

1. 叶的起源

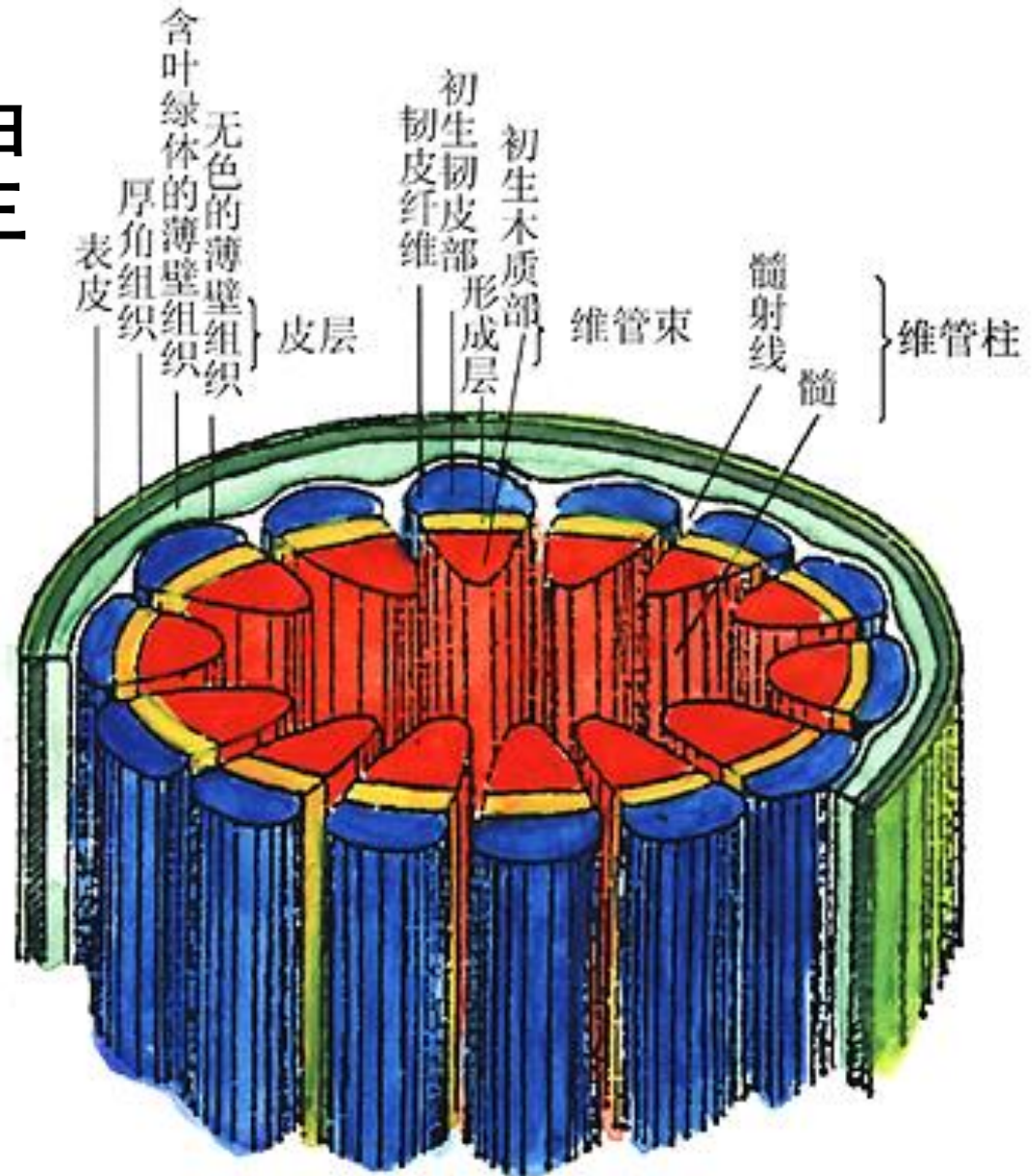
叶是由叶原基逐步发育而成。发生叶原基的细胞分裂一般在顶端分生组织表面的第二层或第三层出现。



外起源

四、双子叶植物茎的初生结构

茎的初生结构皆由表皮、皮层和维管柱三大部分组成。

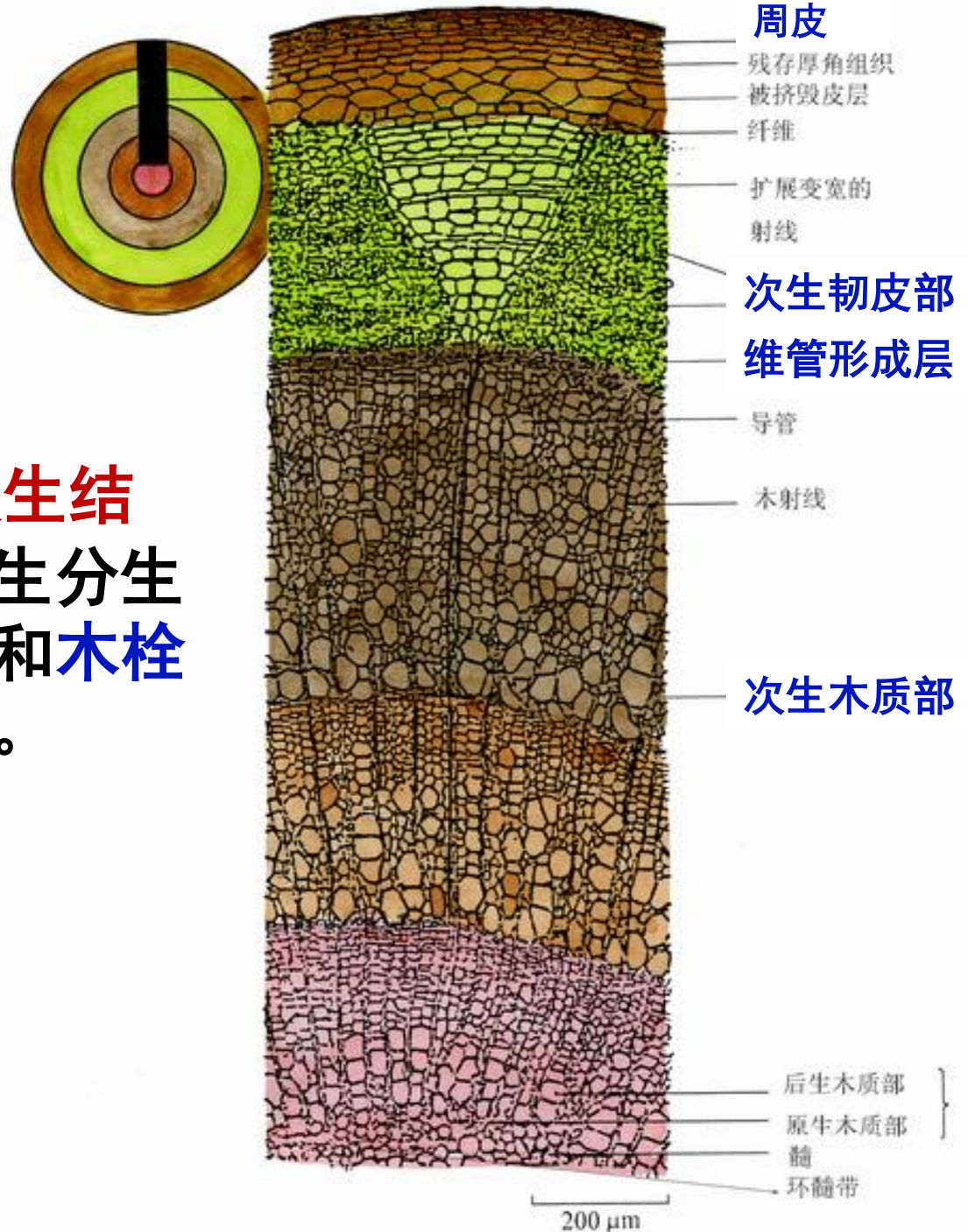


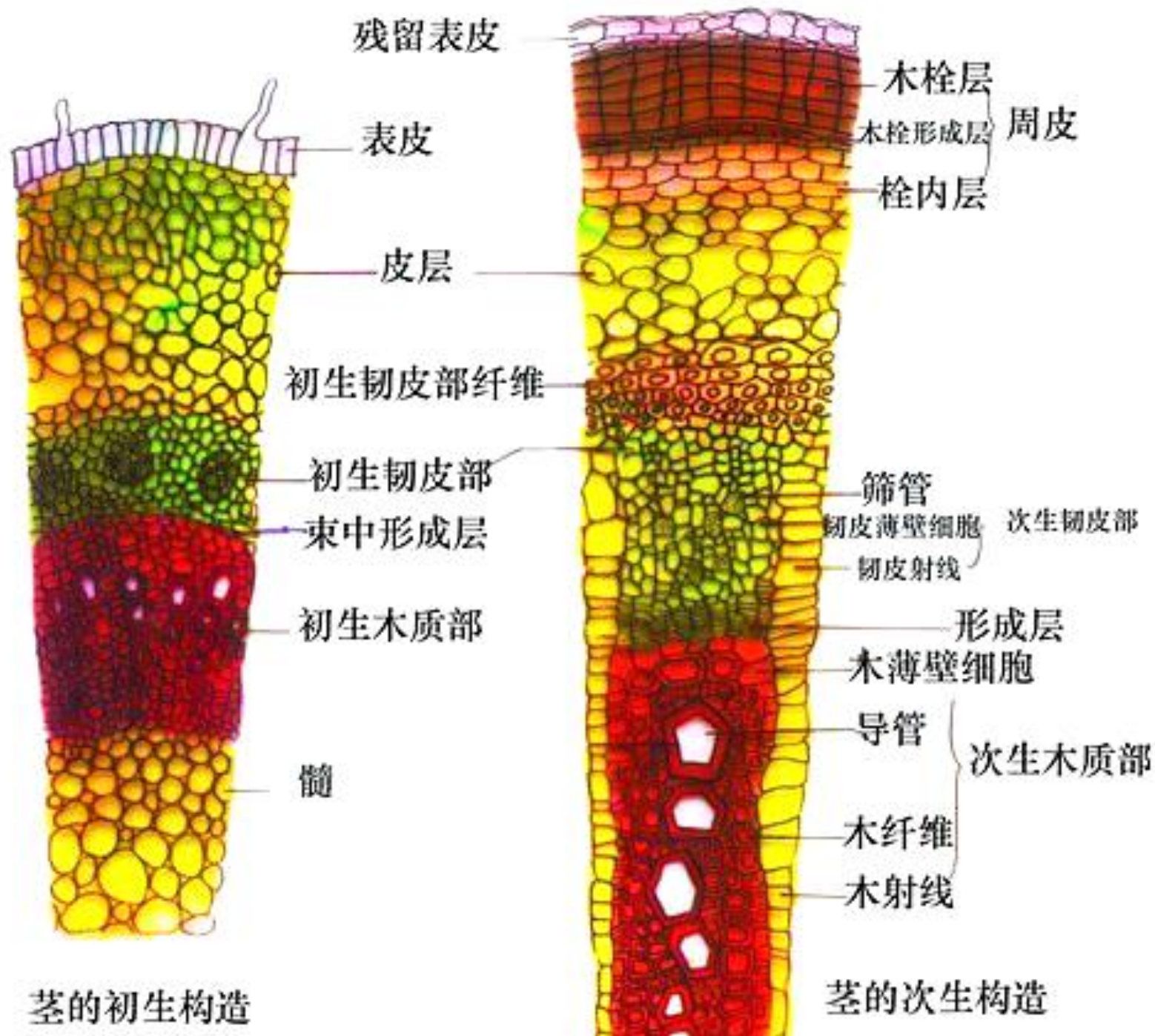
五、双子叶植物茎的次生结构

一般草本植物的茎, 由于生活期短, 不具形成层或形成层活动很少, 因而只有初生构造或仅有不发达的次生结构。而木本植物的茎是多年生的, 在初生构造形成后, 同时产生发达的次生构造。



与根相同,茎的**次生结构**和**次生生**长,是次生分生组织——**维管形成层**和**木栓形成层**的活动产生的。





六、裸子植物茎的结构

- ▲初生生长和初生结构、次生生长和次生结构与双子叶木本植物基本相似，只是**韧皮部和木质部的组成分子**略有不同。
- ▲韧皮部一般没有筛管和伴胞，而以**筛胞**执行输导作用。
- ▲木质部一般没有导管，只有**管胞**，无典型的木纤维，管胞兼具输导水分和支持的双重作用。

七、单子叶植物茎的结构

茎尖的结构与双子叶植物相同，但茎的结构不同：

- ▲表皮细胞排列比较整齐，由长细胞和短细胞纵向相间排列。
- ▲表皮以内除维管束外均为基本组织。
- ▲维管束的数目很多，成环状散生在基本组织内。
- ▲维管束中的木质部呈V形，在木质部和韧皮部的外围有一圈厚壁组织，称为维管束鞘。
- ▲单子叶植物茎通常无次生生长。

八、特化的茎

1. **地下茎 (subterraneous stem)**的变态：与根相似，但地下茎上有退化的叶 (鳞片)，叶脱落后留有叶迹；**地下茎上可以看出节和腋芽**，容易与根区别。
 - ① **根状茎 (rhizomes)**
 - ② **块茎 (tubers)**
 - ③ **鳞茎 (bulbs)**
 - ④ **球茎 (corms)**
2. **地上茎 (aerial stem)**的变态：和叶的关系密切，因此有时也称地上枝。地上茎的变态，虽然形态发生变化，但从其着生位置、能分枝和长叶，因而容易确定是枝条的变态。常见有下列几种：
 - ① **茎刺 (thorns)**。
 - ② **茎卷须 (tendrils)**
 - ③ **叶状茎 (cladophylls)**
 - ④ **肉质茎 (sarcocauls)**
 - ⑤ **爬行茎与匍匐茎 (runners and stolons)**

一、叶的生理功能

1、光合作用和蒸腾作用是叶的主要生理功能。

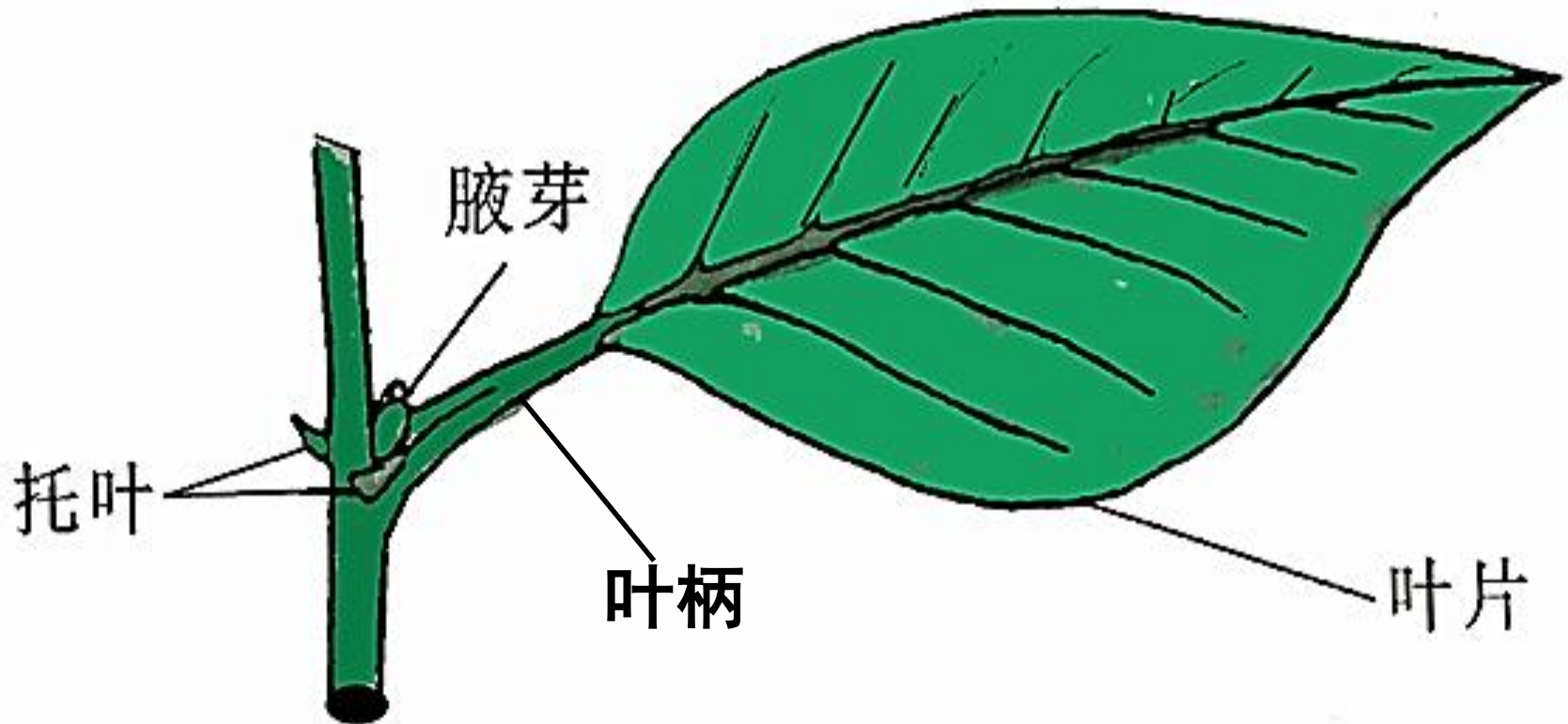


2、叶的特殊功能：吸收，繁殖；有攀缘能力；贮藏器官；保护结构；捕捉与消化昆虫的捕捉器等。

二、叶的形态

(一)叶的组成

叶一般由**叶片(blade)**、**叶柄(petiole)**和**托叶(stipule)**三部分组成。



完全叶 (complete leaf): 具叶片、叶柄和托叶的叶。

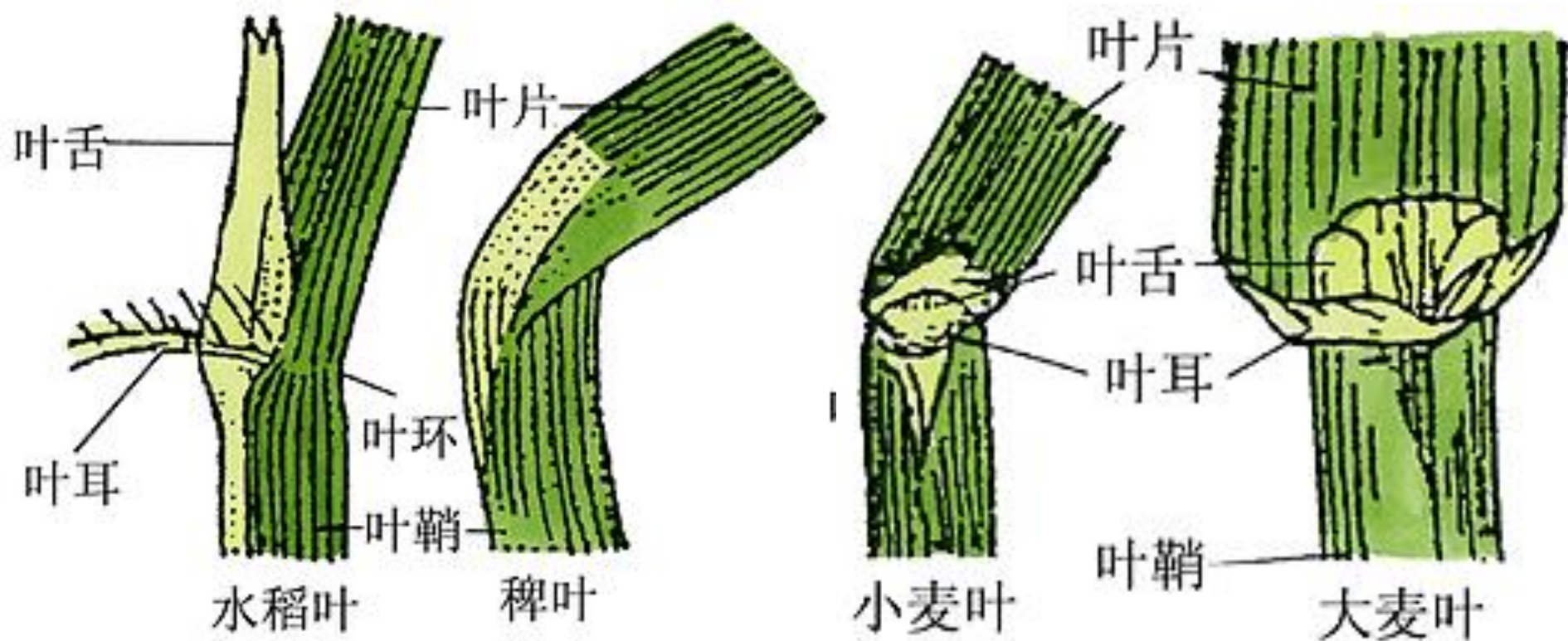
不完全叶(incomplete leaf): 不具托叶或叶柄,或两者俱无的叶。不完全叶中以无托叶的**最为普遍**。

叶状柄(phyllode): 叶片缺乏,叶柄扩展成叶片状。

无柄叶(sessile leaf): 叶没有叶柄,叶片直接生在茎上。

2. 禾本科植物的叶片

禾本科植物的叶分**叶片**和**叶鞘 (leaf sheath)**两部分。叶片和叶鞘相接处有**叶舌 (ligule)**，有的种类叶鞘上端的两侧与叶片相接处，突出成**叶耳 (auricle)**。



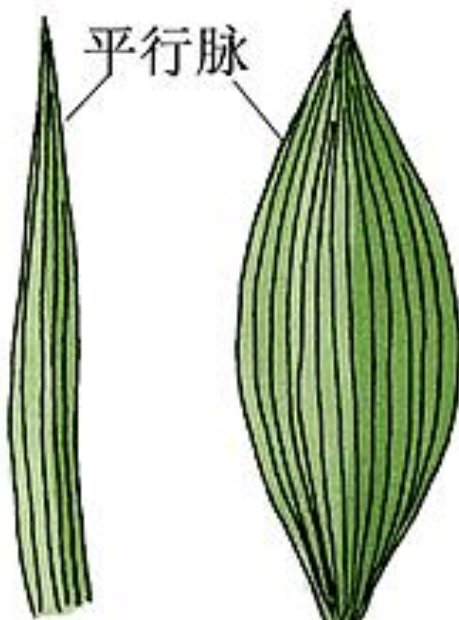
(三) 叶脉

叶脉：由叶肉内的维管束和其他有关组织组成的，叶脉通过叶柄与茎内的维管组织相连。

脉序 (venation)：叶脉在叶片上的分布规律。

脉序主要有：

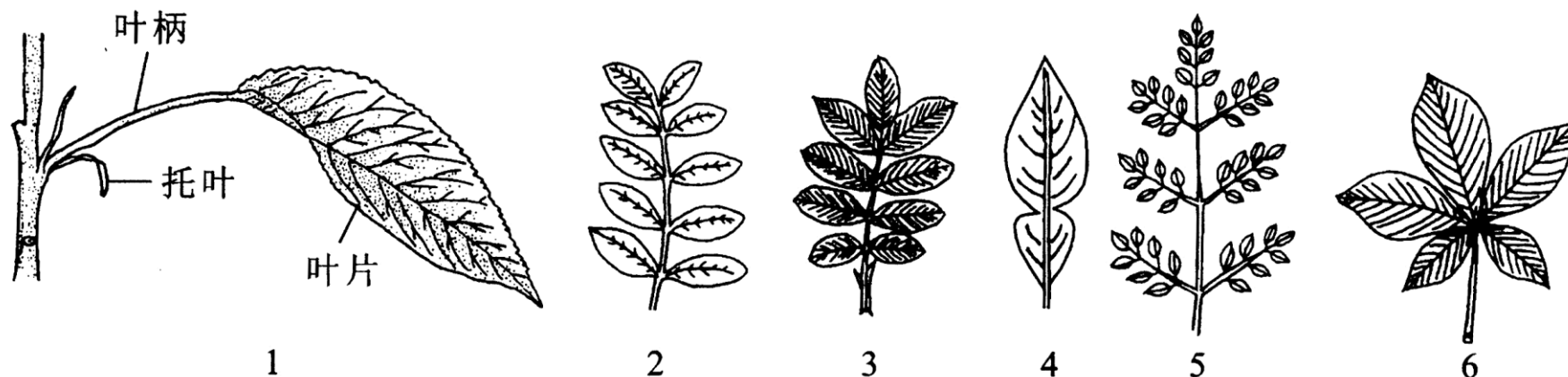
平行脉
网状脉
叉状脉



(四) 单叶与复叶

单叶(simple leaf): 在一个叶柄上生有一个叶片的叶。

复叶(compound leaf): 在一个叶柄上生有多个小叶片的叶。



单叶和复叶

1. 完全叶的组成 (单叶) 2. 偶数单羽状复叶 3. 奇数单羽状复叶 4. 单身复叶
5. 一次羽状复叶 6. 掌状复叶

复叶的叶柄称为叶轴 (rachis)或总叶柄 (common petiole), 叶轴上着生叶称为小叶 (leaflet), 小叶的叶柄称为小叶柄 (petiolule)。

单叶与复叶区分：

- ① 单叶的叶腋处有**腋芽**，复叶的小叶叶腋处无腋芽；
- ② 单叶所着生的小枝顶端**具芽**，复叶的叶轴顶端没有芽；
- ③ 单叶在小枝上排成各种**叶序**，复叶叶轴上的小叶与叶轴成一平面；
- ④ 落叶时，单叶叶片与叶柄同时**脱落**，而复叶常为小叶先落，叶轴后落；
- ⑤ 单叶叶柄基部有**托叶**（有托叶的类型），复叶的小叶柄处常无托叶。

(五) 叶序和叶镶嵌

1. 叶序：叶在茎上的排列方式称为叶序 (phyllotaxy)。

有三种基本类型：

- **互生 (alternate)：**每节上只生一叶，交互而生
- **对生 (opposite)：**每节上生两叶，相对排列
- **轮生 (whorled)：**每节上生三叶或三叶以上，排成轮状
 - **簇生叶序 (fascicled phyllotaxy)：**枝的节间短缩密接，叶在短枝上成簇生出。（银杏）
 - **叶基生：**叶着生在茎基部近地面处。（蒲公英）

四、叶的结构

(一) 双子叶植物叶的结构

1. 叶片：分为**两面叶** (bifacial leaf)或(异面叶 dorsi ventral leaf) 与**等面叶** (isobilateral leaf)。不论异面叶还是等面叶，其叶片均由**表皮、叶肉和叶脉**三部分组成。

(1)表皮：有上下表皮之分。表皮通常由一层生活细胞组成；也有少数植物叶片表皮具**复表皮** (multiple epidermis)。

— **角质层**；**蜡被层**；**其他附属物**等。

— **气孔**：

(2)叶肉 (mesophyll)：主要由**栅栏组织** (palisade tissue)和**海绵组织** (spongy tissue) 组成。一般兼有通气功能，有利于光合作用及气体交换。叶肉内还含有少量其他组织，如溶生的分泌腔、晶状细胞、石细胞等。

(二) 单子叶植物叶的结构

禾本科植物叶结构与双子叶植物不同，其特点主要表现在**表皮**和**叶肉组织**。

1. 表皮

- 为**上表皮**和**下表皮**。上、下表皮细胞均由近矩形的长细胞和两种短细胞组成。短细胞又分为**硅细胞**和**栓细胞**两种。
- 相邻两叶脉之间的上表皮有数列特殊的薄壁的大型细胞，称**泡状细胞** (bulliform cell)。泡状细胞也称**运动细胞** (motor cell)。
- 禾本科植物的上下表皮上都有气孔，**气孔的保卫细胞呈哑铃形**，细胞的两端呈球形，壁薄，中间伸直并部分壁厚。

(四) C_3 和 C_4 植物叶的结构特点

大多数植物是 C_3 植物, C_4 植物多分布干热带高温干旱的环境中。 C_4 植物的起源比 C_3 植物晚。

- C_3 植物和 C_4 植物表现结构上的差异。 C_3 植物维管束鞘细胞具有较少的细胞器和相当小的叶绿体。
- C_4 植物的叶肉组织细胞和维管束鞘形成有规侧的排列。在横切面上，这两种细胞一起围着维管束作同心层排列，形成“花环型 (kranz type)”结构。

(一) 旱生植物和水生植物叶的结构

1. 旱生植物的叶

- **叶小而厚**，或多茸毛。在结构上，叶的表皮细胞壁厚，**角质层发达**。有些种类，表皮由多层细胞组成，**气孔下陷**，或限生于局部区域（如夹竹桃叶的气孔窝），**栅栏组织细胞层次多**，**海绵组织和细胞间隙都不发达**，**机械组织的量较多**。
- **肉质植物** (fleshy plant)，如芦荟、马齿苋、龙舌兰、猪毛菜等。其叶片肥厚多汁，叶内有**发达的贮水组织**，保水力强。

水生植物叶的结构特征为：

- (1) 叶片通常较**薄**，表皮细胞的外壁**不角质化**，没有角质层或角质层很薄，细胞内具叶绿体；
- (2) 叶肉不分化为栅栏组织和海绵组织，成为几层有**发达通气系统**的构造；
- (3) 机械组织和维管组织退化，尤其是**木质部不发达**。

浮水叶只有上表皮具少量气孔，沉水叶无气孔；沉水叶的叶片又常裂为丝状，以减少流水的冲击力和增加与水的接触面。

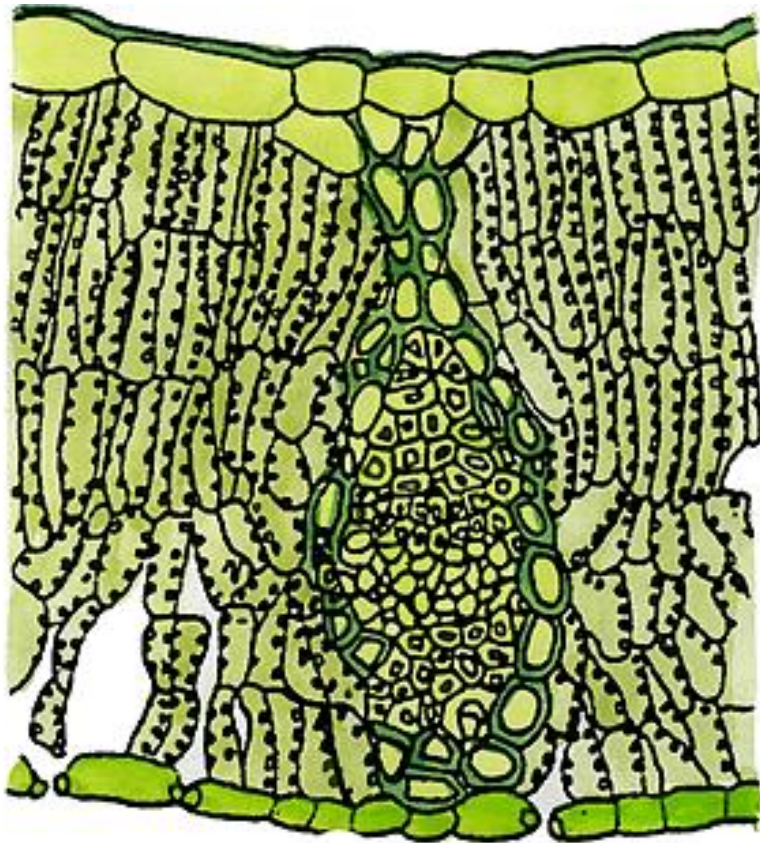
(二) 阳地植物和阴地植物叶的结构

1. 阳地植物的叶

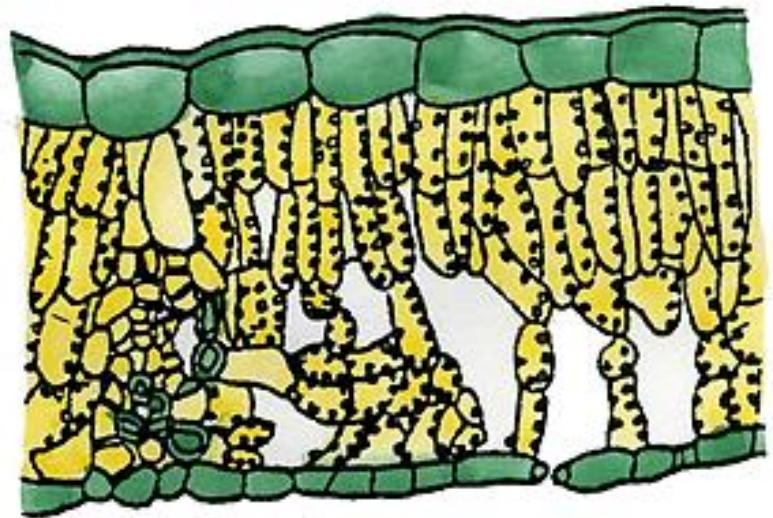
- (1) 一般**叶片较厚**较小, 表皮细胞壁和**角质层较厚**。
- (2) **栅栏组织发达**, 细胞的层次多, 海绵组织则不甚发达, 细胞间隙较小。
- (3) 叶脉细密而长, **机械组组织发达**。

2. 阴地植物的叶

- (1) 一般是叶大而薄,
- (2) 栅栏组织发育不良, 细胞间隙发达,
- (3) 叶绿体较大, 表皮细胞也常含有叶绿体。



阳叶



阴叶

七、特化的叶

1. **苞片** (bract)和**总苞** (involucre)
2. **鳞叶** (scale leaves)
3. **叶卷须** (tendrils)
4. **叶刺** (spines)
5. **叶状柄** (phyllode)
6. **捕虫叶**(insect-trapping leaves)
7. **贮藏叶**(storoge leaves)
8. **繁殖叶**(reproductive leaves)

小结

根、茎、叶是种子植物的营养器官。

根尖自下而上可分为根冠、分生区、伸长区和成熟区四部分。在分生区，顶端分生组织分化出原表皮、基本分生组织和原形成层，再由它们发展出包括表皮、皮层和维管柱的初生结构。内皮层具有凯氏带增厚。维管束外有由薄壁细胞组成的中柱鞘。侧根和维管形成层可起源于中柱鞘。初生木质部与初生韧皮部相间排列，初生木质部外始式发育。根的次生生长是维管形成层和木栓形成层活动的结果。

特化根有贮藏根、气生根、呼吸根、支柱根、繁殖根、攀缘根、同化根、收缩根、寄生根等。

茎尖顶端分生组织活动结果使茎伸长，由它产生原表皮、原形成层和基本分生组织，再分别发展出表皮、皮层、初生维管束和髓。叶和芽发生于叶原基和芽原基。茎初生木质部的发育顺序与根相反，是内始式。维管形成层形成后产生次生构造。木栓形成层最初由紧接表皮的皮层薄壁组织形成，由它产生了茎表面次生保护组织——周皮。维管形成层的季节活动使木本植物的茎形成了生长轮，称为年轮。多年生木本植物会形成心材和边材。

裸子植物茎的韧皮部以筛胞，木质部多以管胞执行输导作用，无典型的木纤维，管胞兼具输导水分和支持的双重作用。因此裸子植物木材称为软材，双子叶植物因在木质部中具有纤维称为硬材。

单子叶植物茎在基本组织中具有分散的维管束，没有形成层，每个维管束具有厚壁维管束鞘包围。少数单子叶植物（如棕榈类）由于维管束外方的薄壁细胞恢复分生能力，产生出次生维管束，因而可以长得很高大，但这种次生分生组织并不是永存的，只是周期性地产生。

茎的特化包括根状茎、块茎、鳞茎、球茎、茎刺、茎卷须、叶状茎。

被子植物的完全叶由叶片、叶柄和托叶三部分组成。典型叶是扁平的，表皮透明，可以让阳光透入叶肉，叶柄着生在枝上，可以转动调节叶片与光线的角度，进行光合作用。

叶起源于叶原基，叶的形态变化很大。叶分为单叶和复叶，复叶又可分为羽状复叶和掌状复叶。叶片均由表皮、叶肉和叶脉三部分组成。表皮通常由一层生活细胞组成，下表皮或上下表皮分布着气孔。叶肉细胞位于上下表皮之间，异面叶有栅栏组织和海绵组织之分。维管束均为初生结构。禾本科植物叶上下表皮细胞由长细胞和短细胞组成，短细胞又分为硅细胞和栓细胞两种。禾本科植物叶肉中的光合组织没有明显的栅栏组织和海绵组织的分化，其细胞壁向细胞腔内形成褶皱，叶绿体沿褶皱排列。裸子植物叶表皮细胞壁厚，细胞腔小，外壁覆盖着发达的角质层。表皮下有多层厚壁细胞，称为下皮层。松属的叶肉细胞壁内褶，伸入到细胞腔内，叶绿体沿褶皱分布，具内皮层，在维管束与皮层间具有转输组织。

植物在环境因子作用下，发展出适应旱生和水生的叶。根据植物和光照强度的关系，又可分为阳地植物、阴地植物和耐阴植物。

落叶树是到了秋冬一次性脱落全部叶，常绿树是叶脱落有先后，不是集中一次性落叶。叶的脱落是受脱落酸影响产生离层后引起的。

叶的特化包括苞片、总苞、鳞叶、叶卷须、叶刺、叶状柄、捕虫叶、贮藏叶，瓶状叶、窗状叶等。

营养器官间的联系主要是根茎初生维管束的连接，茎维管束与枝叶间的连接，并形成枝迹、叶迹的结构。

第四章

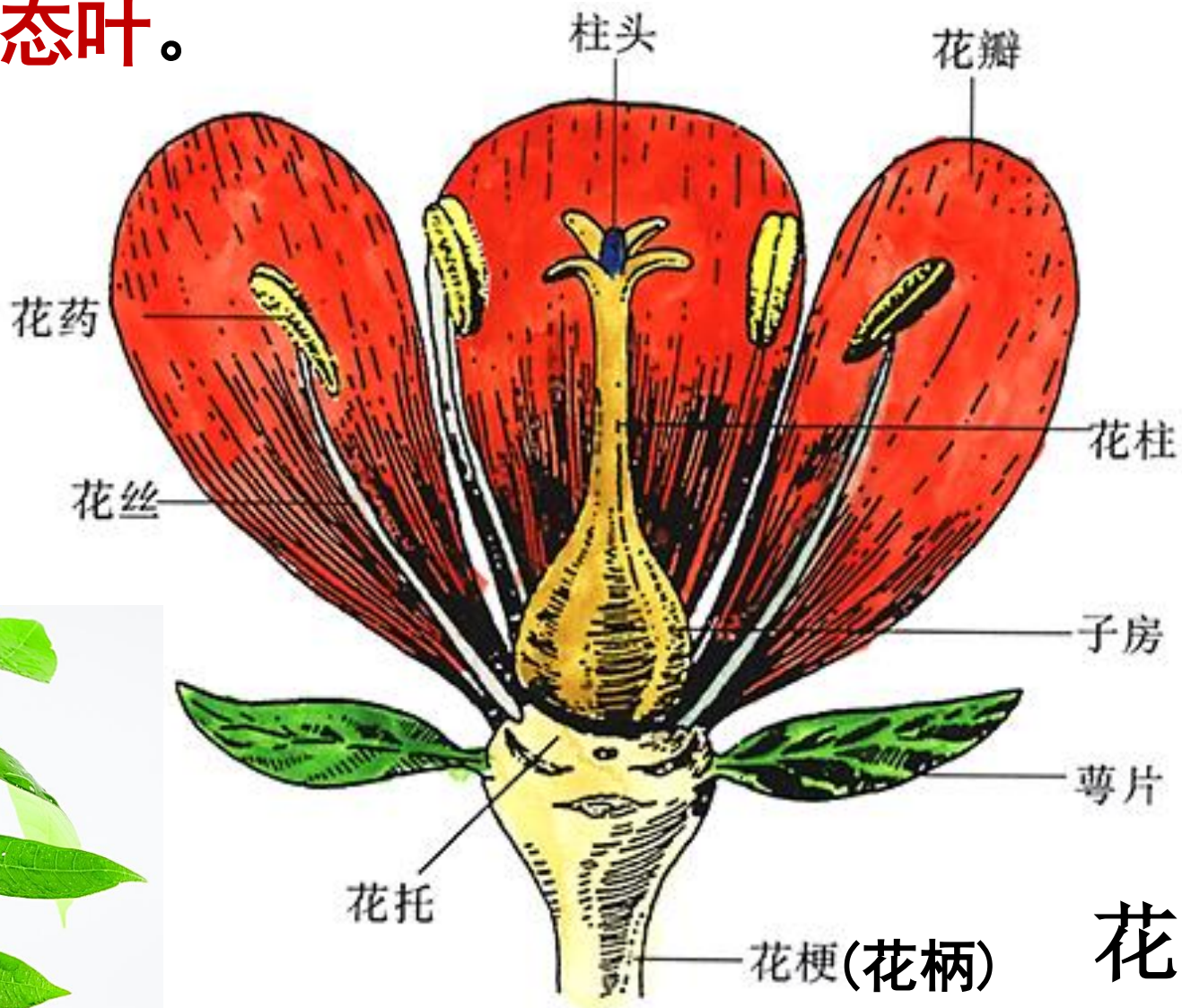
种子植物的 繁殖器官



植物的繁殖方式：

- (1) **营养繁殖(vegetative propagation)**：植物营养体的一部分脱离母体(或不立即脱离母体)而长成新个体。
- (2) **无性生殖(asexual reproduction)**：在植物生活史中的某一时期，产生一种叫孢子 (spores)的无性生殖细胞，孢子从母体分离后，直接发育成新个体。
- (3) **有性生殖(sexual reproduction)**：植物体中产生特殊的、有性别差异的、称为配子 (gametes)的生殖细胞，由两性配子结合，形成合子 (zygote)或受精卵 (fertilized egg)，再由合子或受精卵发育为新个体。

花：从植物发育生物学角度来看，花是节间缩短的、适应于生殖的**变态枝条**，花中各组成部分是**变态叶**。

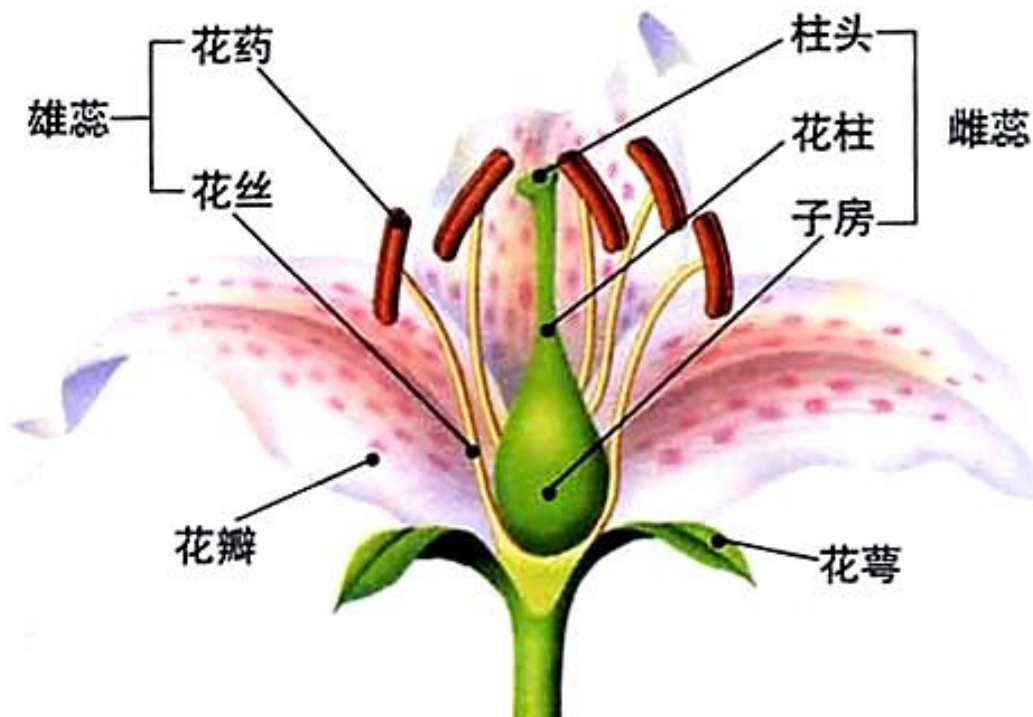


枝条

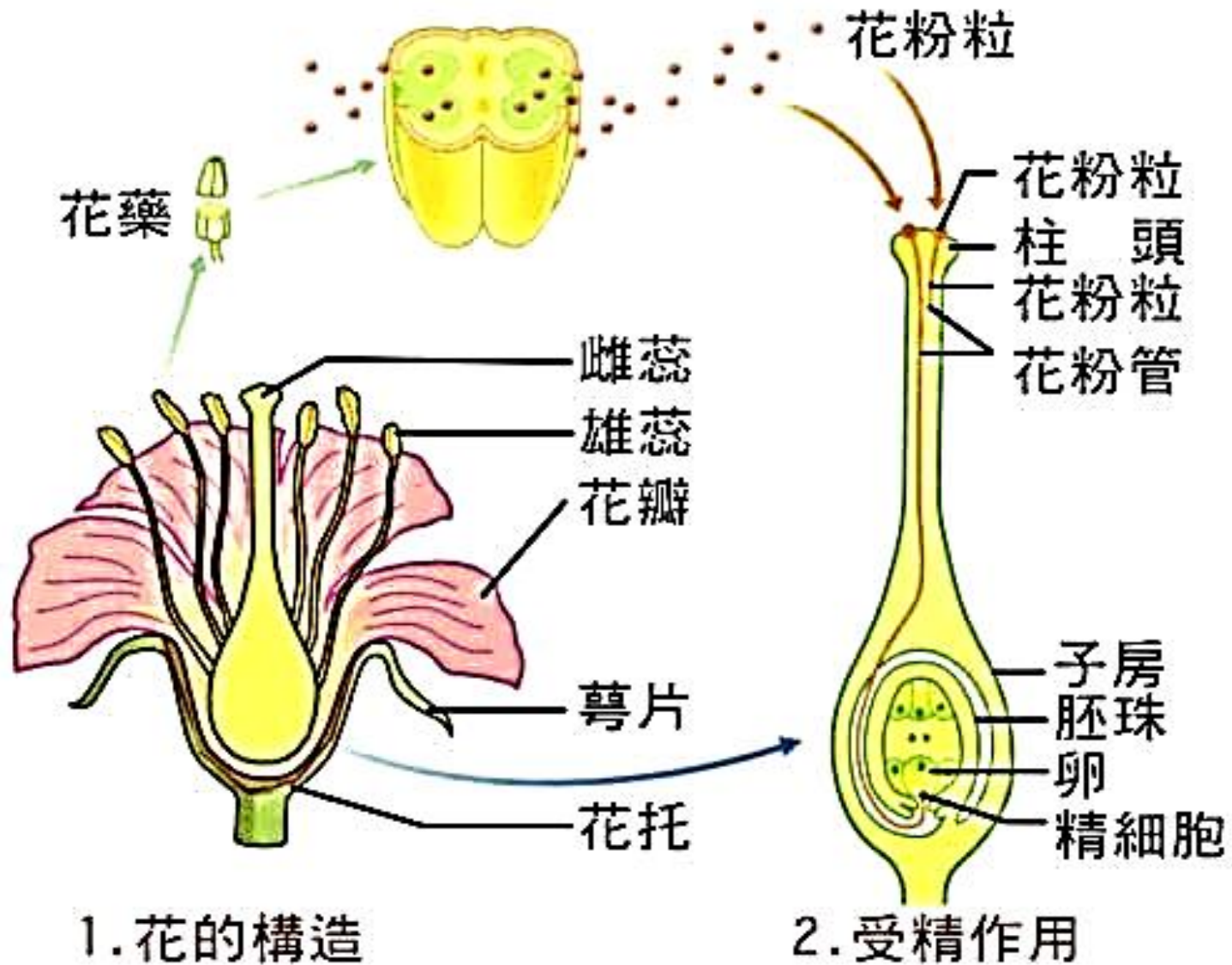
花

完全花(complete flower): 一朵典型的花由花柄、花托、花萼、花冠、雄蕊群和雌蕊群组成，它们由外至内依次着生于花柄顶端的花托上。

不完全花(incomplete flower): 缺少完全花中某一部分的花称为不完全花。

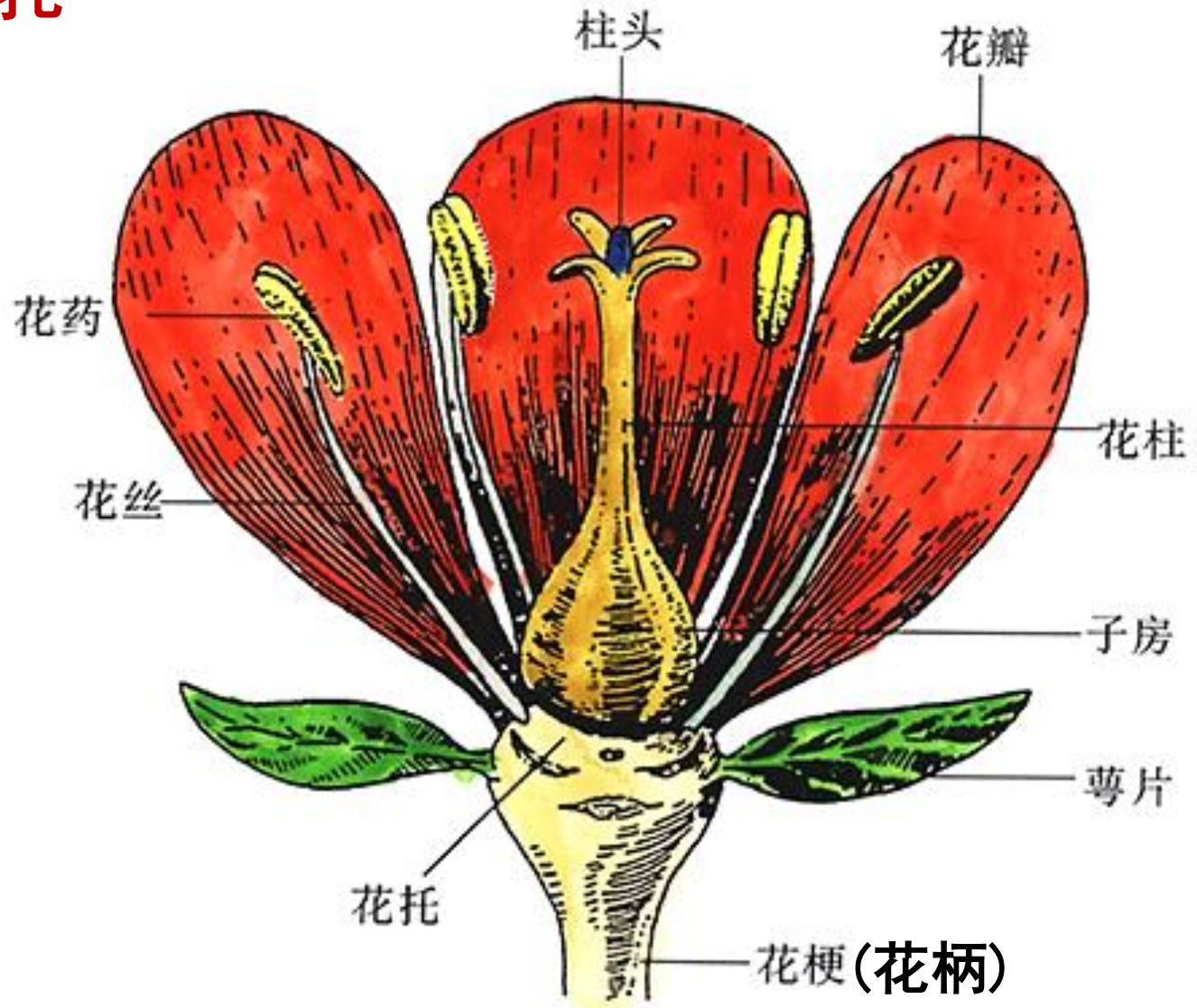


花是被子植物所特有的有性生殖器官，是形成雌雄生殖细胞和进行有性生殖的场所。



无论大小, 花都具有共同的基本结构:

1. 花柄和花托
2. 花萼
3. 花冠
4. 雄蕊群
5. 雌蕊群



根据花瓣数目、形状及离合状态, 以及花冠筒的长短、花冠裂片的形态等特点, 通常分为下列主要类型:

1. **十字形** (如油菜、萝卜等十字花科植物)
2. **蝶形** (旗瓣1个和翼瓣、龙骨瓣各2个, 如大豆)
3. **蔷薇形** (如桃、梅等蔷薇科植物)
4. **漏斗状** (如甘薯、蕹菜等旋花科植物)
5. **钟状** (花冠筒稍短而宽, 如南瓜、桔梗)
6. **筒状** (花冠筒长、管形, 如向日葵花序中央的花)
7. **舌状** (如向日葵花序周缘的花)
8. **唇形** (上唇常2裂, 下唇常3裂, 如芝麻、薄荷)

根据花冠大小、形状的对称情况, 又可分为以下四类:

1. **辐射对称** (如桃)
2. **两侧对称** (如大豆)
3. **双面对称** (荷包牡丹)
4. **不对称** (如美人蕉)



辐射对称



两侧对称



双面对称



不对称

▲花萼与花冠的总称为**花被** (perianth), 两者齐备的花为**重(双)被花** (double perianth flower) (如桃、梨), 缺一的为**单被花** (simple perianth flower), 花被全部退减, 称之为**无被花** (achlamydeous flower)。

月季



重被花

百合



单被花

杨树



无被花

花瓣在花芽内卷叠排列的方式，有**镊合状**、**旋转状**和**覆瓦状**三类。



镊合状排列：指花瓣各片仅以边缘彼此相接近，但不叠盖。

旋转状排列：指花瓣各片以一侧边缘盖于相邻一片的边缘之外，依次回旋叠盖。

覆瓦状排列：指花瓣中有一片或两片完全覆盖于外。

雄蕊的形态类型：

▲雄蕊离生

▲雄蕊合生

(1)单体雄蕊 (monodelphous stamen)

(2)二体雄蕊 (diadelphous stamen)

(3)聚药雄蕊 (synantherous stamen)



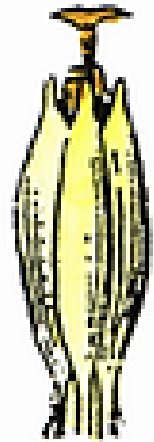
单体雄蕊



二体雄蕊



多体雄蕊

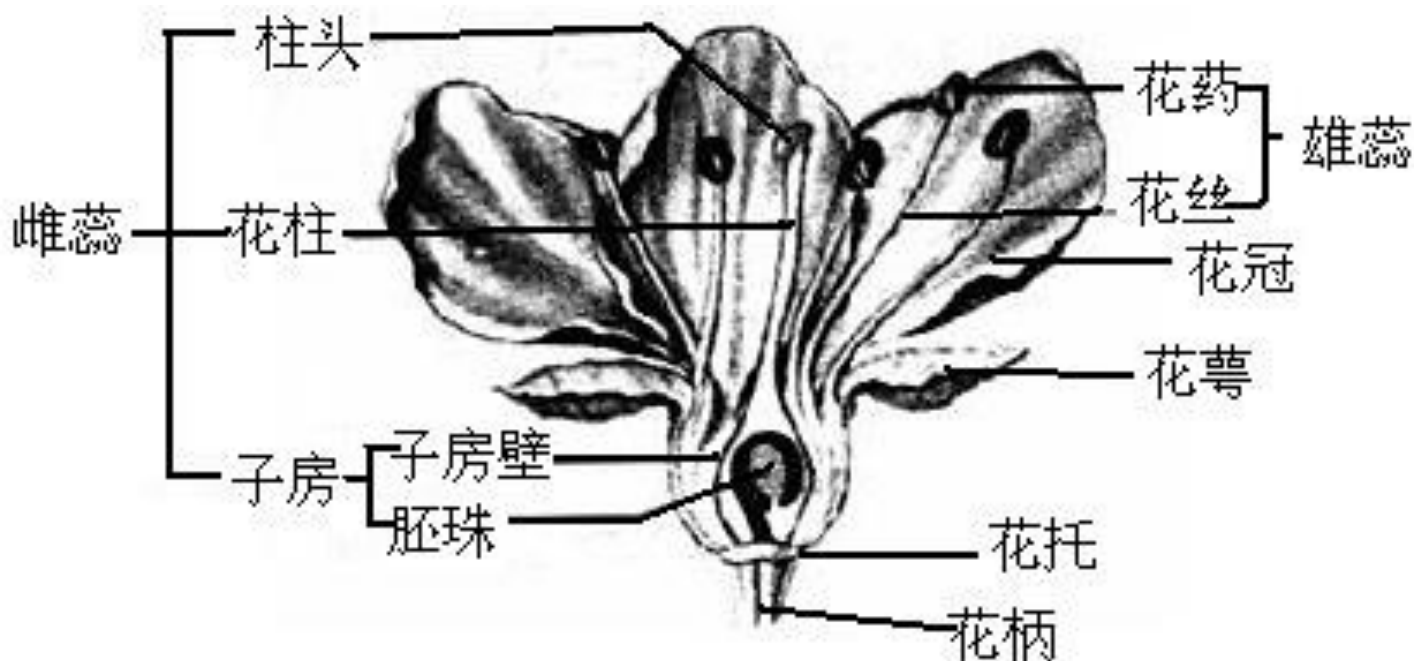


聚药雄蕊

5. 雌蕊群

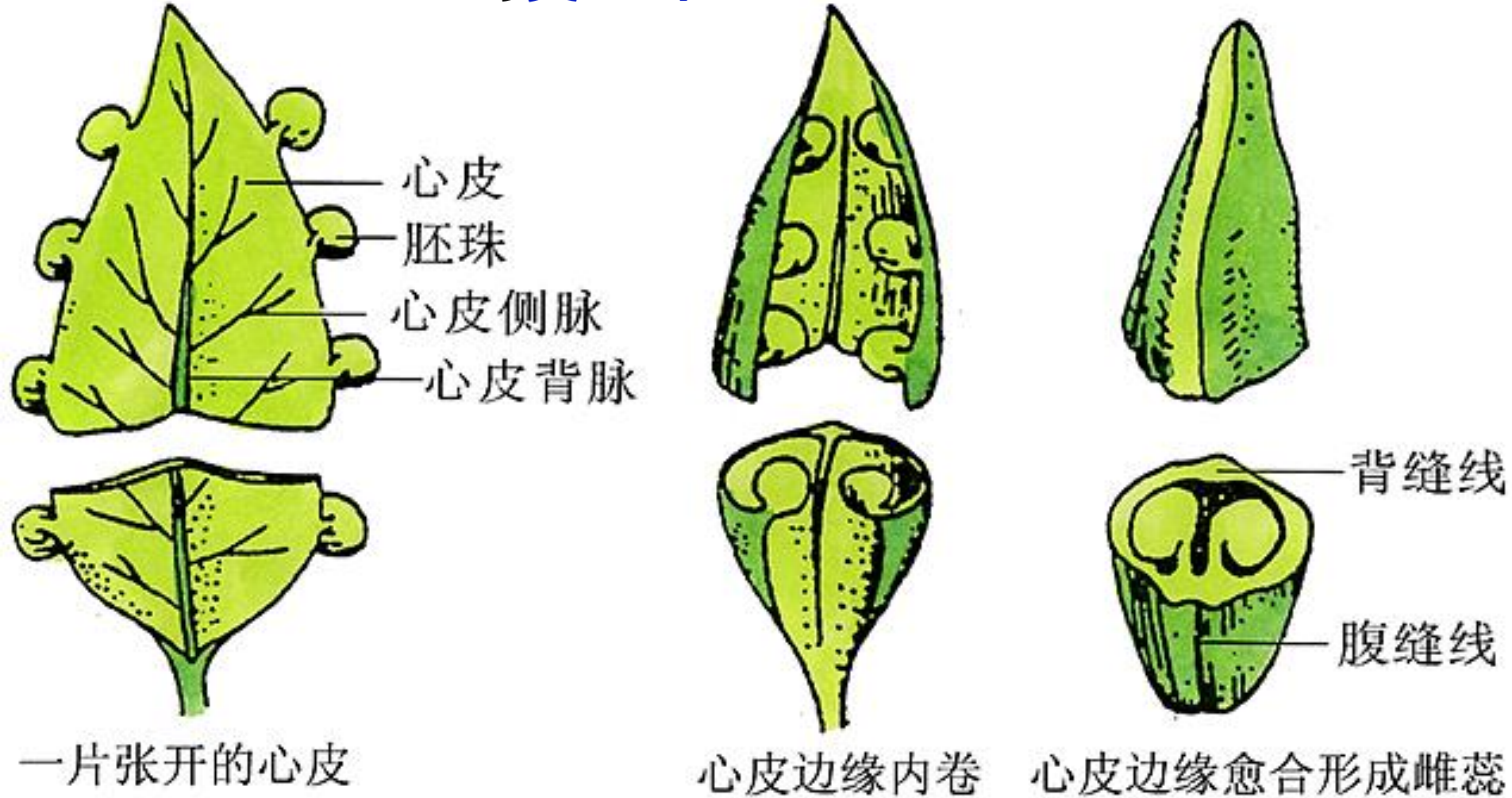
雌蕊群 (gynoecium): 一朵花中**雌蕊(pistil)**的总称，位于花中央。

每一雌蕊由**柱头(stigma)**、**花柱 (style)**和**子房 (ovary)**三部分组成。



花的结构

心皮 (carpel): 构成雌蕊的基本单位，是具生殖作用的**变态叶**。



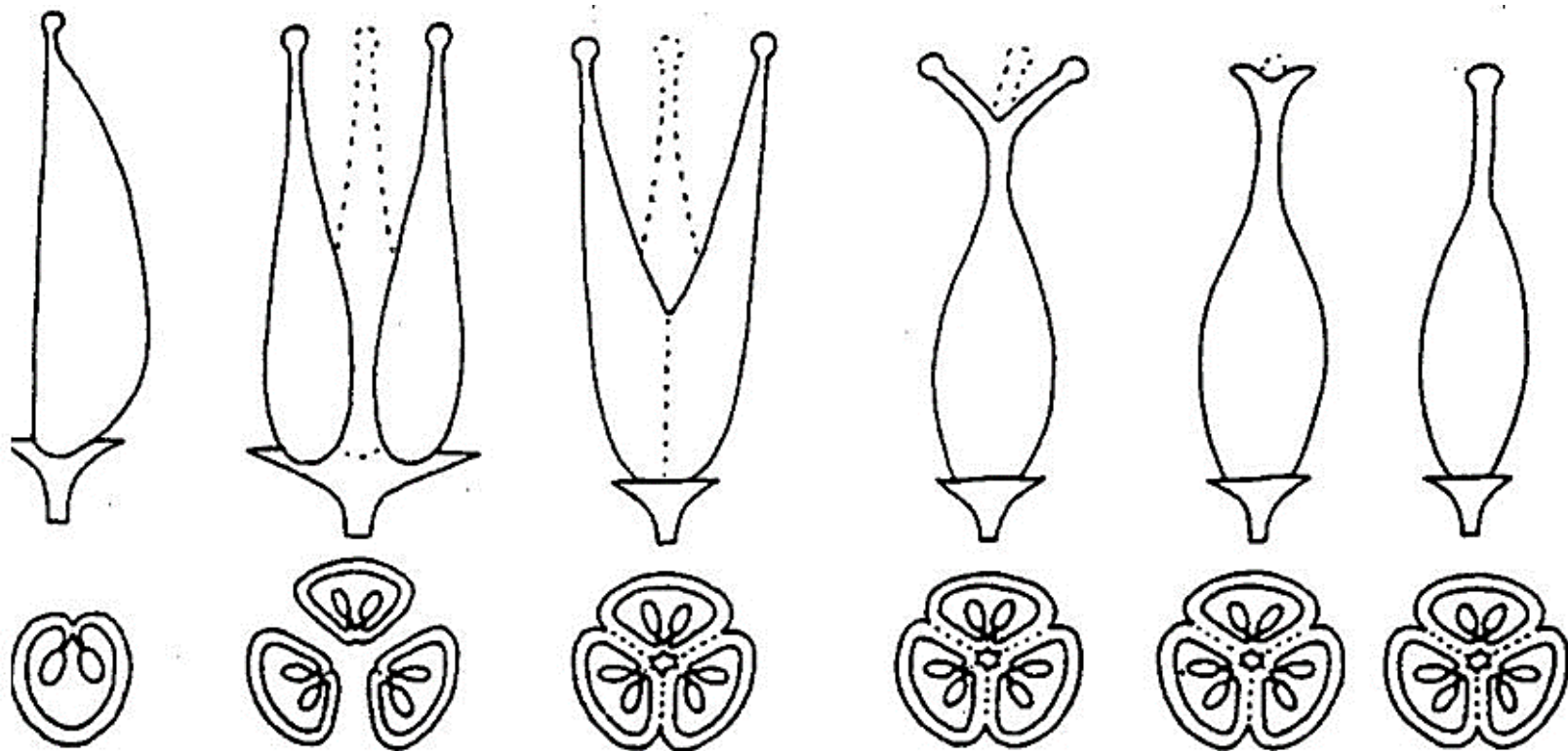
心皮发育成雌蕊的示意图

根据一朵花中心皮的数目和离合情况可以区分不同类型的雌蕊。

单雌蕊： 由一个心皮构成的雌蕊。

离生雌蕊： 由2个或2个以上心皮构成，心皮彼此分离。

合生雌蕊： 几个心皮相互连接成一个雌蕊。



胎座：着生胚珠的部位。

主要胎座式类型：

(1) **边缘胎座** (marginal placenta);

(2) **中轴胎座** (axile placenta);

(3) **侧膜胎座** (parieta placenta);

(4) **特立中央胎座** (free central placenta);



胚珠着生于腹缝线上



侧膜胎座



中轴胎座



特立中央胎座



边缘胎座



顶生胎座

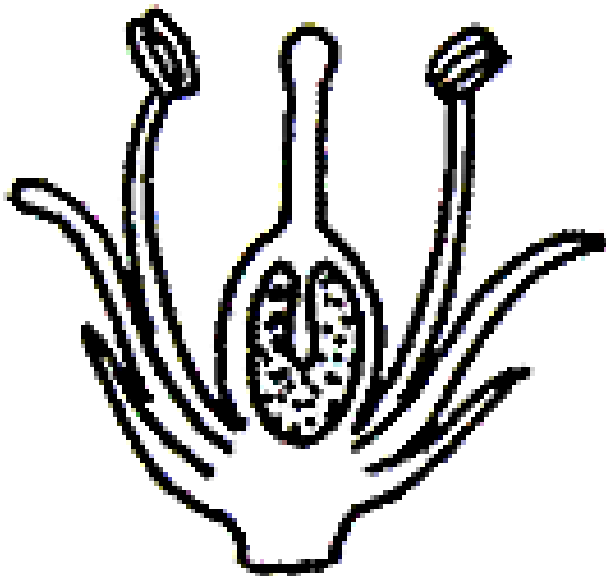


基生胎座

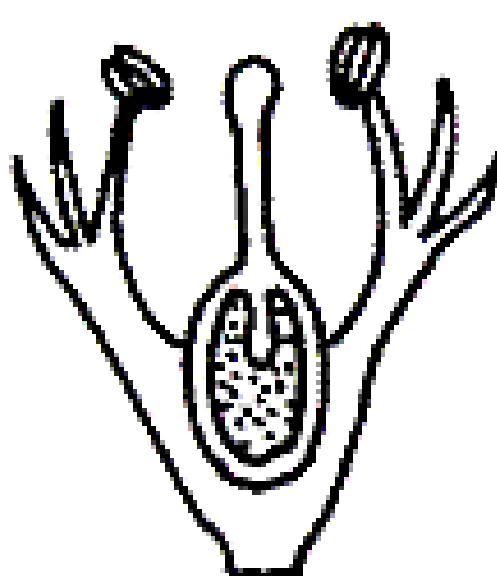


子房着生于花托上，与花其他部分的相对位置，常分为以下三类：

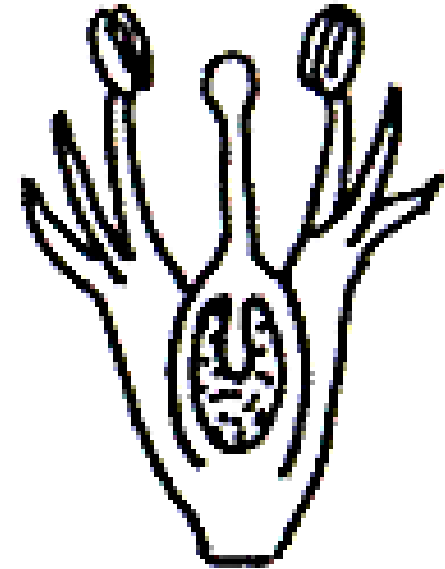
- ▲上位子房 (superior ovary)——下位花；
- ▲下位子房 (inferior ovary)——上位花；
- ▲半下位子房 (half - inferior ovary) ——周位花



上位子房下位花



半下位子房周位花



下位子房上位花

花的性别

两性花： 每朵花中，同时具备雌蕊群和雄蕊群。

单性花： 仅存在雌蕊群或雄蕊群。

雄花： 仅具有雄蕊群。

雌花： 仅存在雌蕊群。

杂性花： 在同一株上存在两性花又存在单性花。

无性花(中性花)： 仅有花被，无雌雄群，或雌雄蕊不育。

雌雄同株： 雌花与雄花生于同一植株上。

雌雄异株： 雌花与雄花分别生于不同植株上。

二、花程式和花图式

1.花程式： 又称**花公式**，用以说明花的结构、各部组成、排列、位置以及它们之间的关系；花程式是用一些字母、符号和数字，按一顺序列成程式以表述花的特征。通常用**K代表花萼** (德文花萼Kelch中的首个字母)，**C代表花冠** (corolla)，**A代表雄蕊群** (androecium)，**G代表雌蕊群** (gynoecium)，**P代表花被**(perianthium)。

2.花图式： 图解来说明花的结构、各部组成、排列、位置以及它们之间的关系，科学地进行描述和记载。

四、花序

- **花序 (inflorescens)**: 依一定的方式和顺序排列于花枝。

1. **无限花序**: 无限花序的开花顺序是**花序轴基部的花先开**，然后向顶依次开放。

▲ **简单无限花序**:

(1) 总状花序 (raceme)

(2) 伞房花序 (corymb)

(3) 伞形花序 (umbel)

(4) 穗状花序 (spike)

(5) 柔荑花序 (catkin)

(6) 肉穗花序 (spadix)

(7) 头状花序 (capitulum)

(8) 隐头花序 (hypanthodium)

▲复合无限花序：

- (1) **圆锥花序 (panicle)**。又称**复总状花序**。花序轴的分枝作总状排列，每一分枝相当于一个总状花序，如女贞、水稻、南天竺等。
- (2) **复伞房花序 (compound corymb)**。花序轴的分枝作伞房状排列，每一分枝再为伞房花序，如花楸、石楠等。
- (3) **复伞形花序 (compound umbel)**。花序轴顶端分出伞形分枝，各分枝之顶再生一伞形花序，如胡萝卜、芹菜、小茴香等。
- (4) **复穗状花序 (compound spike)**。花序轴上依穗状式着生分枝，每一分枝相当于一个穗状花序，如小麦。

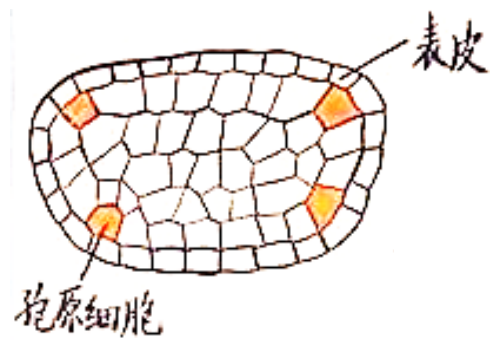
2. 有限花序

有限花序：顶端花先开，基部花后开；或者是中心花先开，侧边花后开。有限花序常又称为聚伞类花序，有时也称为离心花序。

(1) **单歧聚伞**花序 (monochasium)。

(2) **二歧聚伞**花序 (dichasium)。

(3) **多歧聚伞**花序 (pleiochasium)。



一、花药的发育

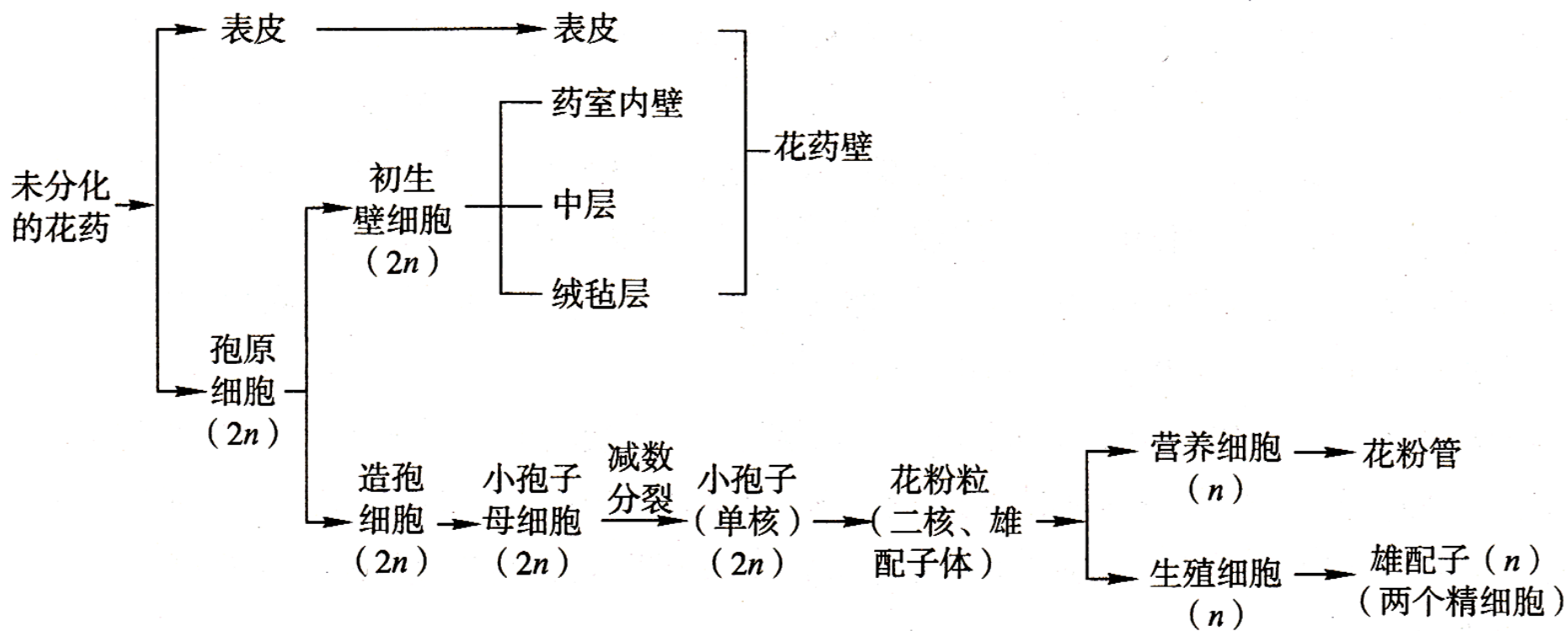
- 在花药的四个**角隅处**形成**孢原细胞** (archesporial cell):

- **初生壁细胞** (primary parietal cell)

- **药室内壁** (endothecium), 在后期成纤维层 (fibrous layer);
- **中层** (middle layer), 最后解体被吸收;
- **绒毡层** (tapetum), 绒毡层细胞合成和分泌胼胝质酶, 合成RNA、蛋白质和酶, 并有油脂、类胡萝卜素和孢粉素等物质, 对造孢细胞发育成花粉具有重要作用。

- **造孢细胞** (sporogenous cell)

由孢原细胞形成到雄配子产生的分化过程概括如下：

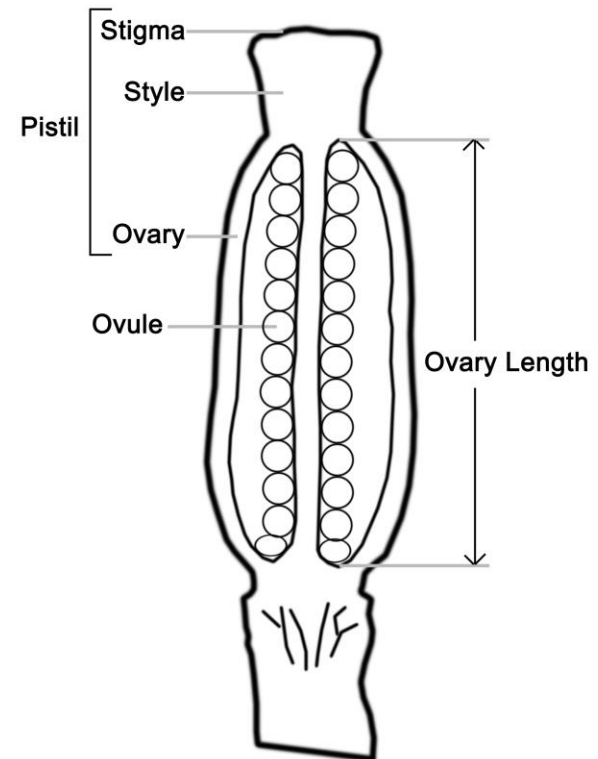


一、雌蕊的结构

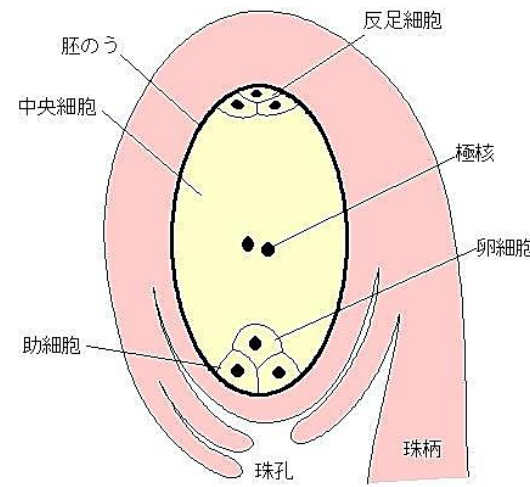
- 柱头：接纳花粉。
- 花柱：连接柱头和子房。花柱中央具**花柱道或引导组织** (transmitting tissue)。
- 子房：子房壁，胚珠。胚珠是形成雌性生殖细胞的地方。

二、胚珠的发育，**胚珠原基**发育：

- 珠心(nucellus)
- 珠柄 (funiculus)
- 珠被 (integument) ， 珠被1或2层。
- 珠孔 (micropyle)
- 合点 (chalaza)



三、胚囊的形成



- 孢原细胞：

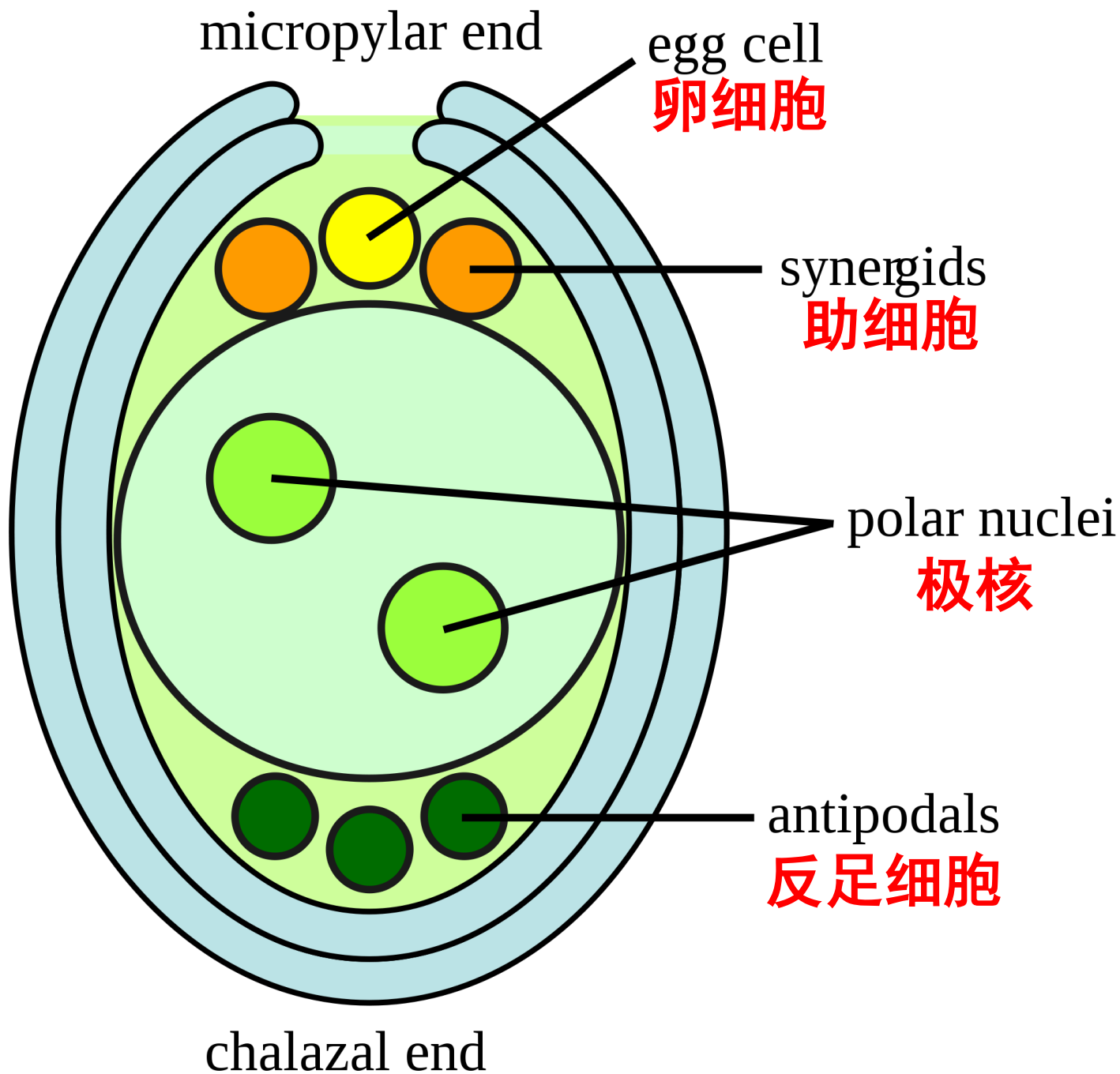
- 周缘细胞：参与珠心组成；

- 造孢细胞

- 胚囊母细胞 (embryo sac mother cell)(也叫**大孢子母细胞**)减数分裂：

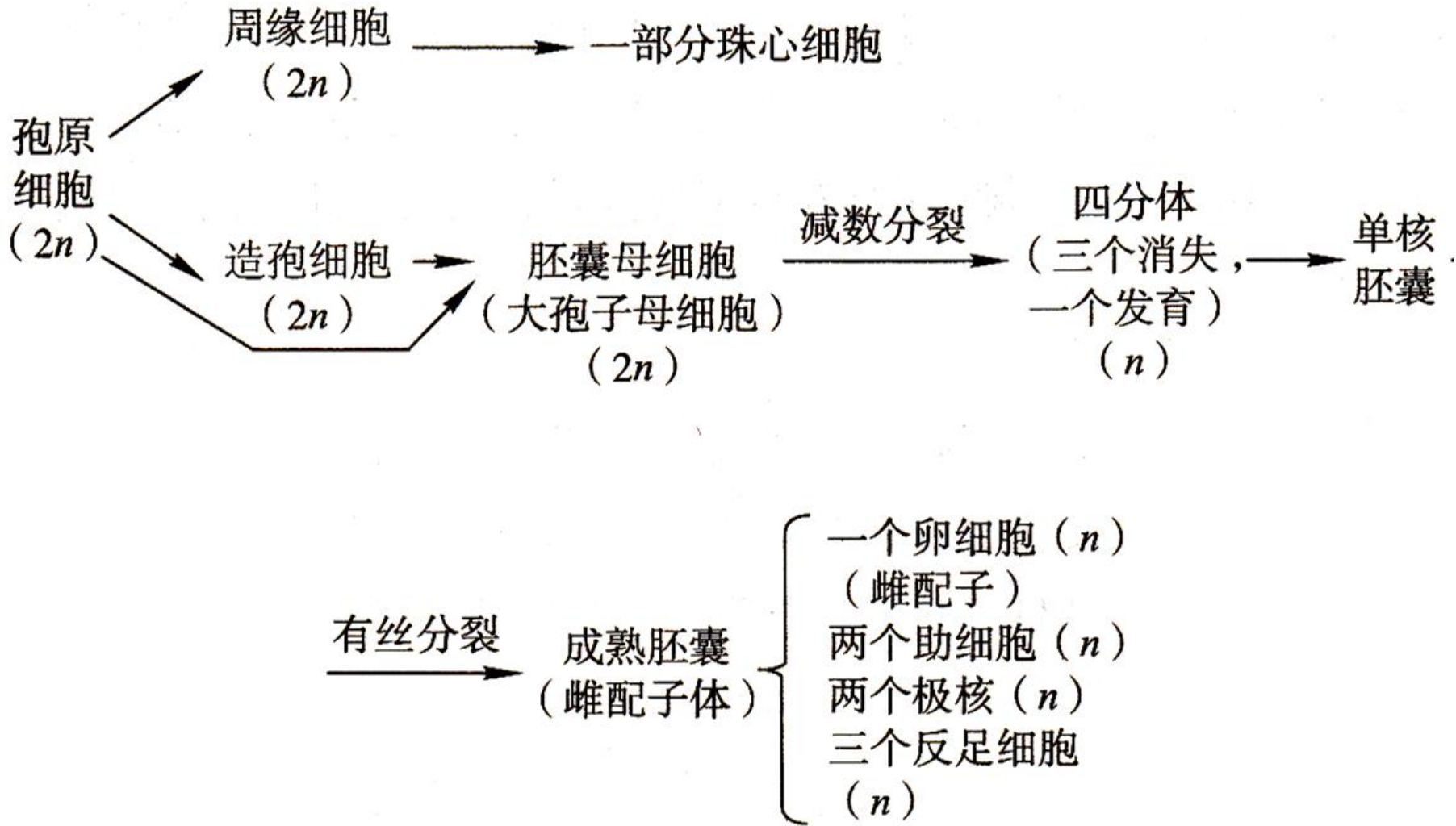
- 形成**四个大孢子**，常**纵行排列**，一般珠孔端的三个退化，仅合点端的一个为**功能大孢子**，以后发育为**胚囊**。

- **单核胚囊**：连续三次核有丝分裂，形成了**八核胚囊**：**2极核** (polar nuclei)组成**中央细胞**(central cell)；**卵细胞** (egg cell)；**2助细胞**(synergids cell)；**3反足细胞** (antipodal cell)。 **7细胞8核**的成熟胚囊是被子植物的**雌配子体** (female gametophyte)，卵细胞是**雌配子** (female gamete) 。



成熟胚囊模式图

胚囊发育过程图解



一、花粉粒的萌发与生长

- **花粉管 (pollen tube)**自花粉萌发孔突出，伸长。
- 花粉管穿过柱头沿着花柱向子房方向生长。
- 花粉管在生长过程中，花粉粒中的内容物几乎全部集中于花粉管的顶端。如果是**二细胞花粉粒**，生殖细胞在花粉管中再分裂一次，形成两个精细胞。
- 花粉管通过花柱进入子房以后，进入胚囊：
- ①**经珠孔进入**。
- ②**经合点进入**，称为**合点受精 (chalazogamy)**。
- ③**经珠柄或珠被进入**，称**中部受精 (mesogamy)**。
- 花粉管无论由何种途径，总能准确地进入胚囊。
- 花粉管生长的速度因植物种类和环境条件不同常有差别。

二、双受精作用

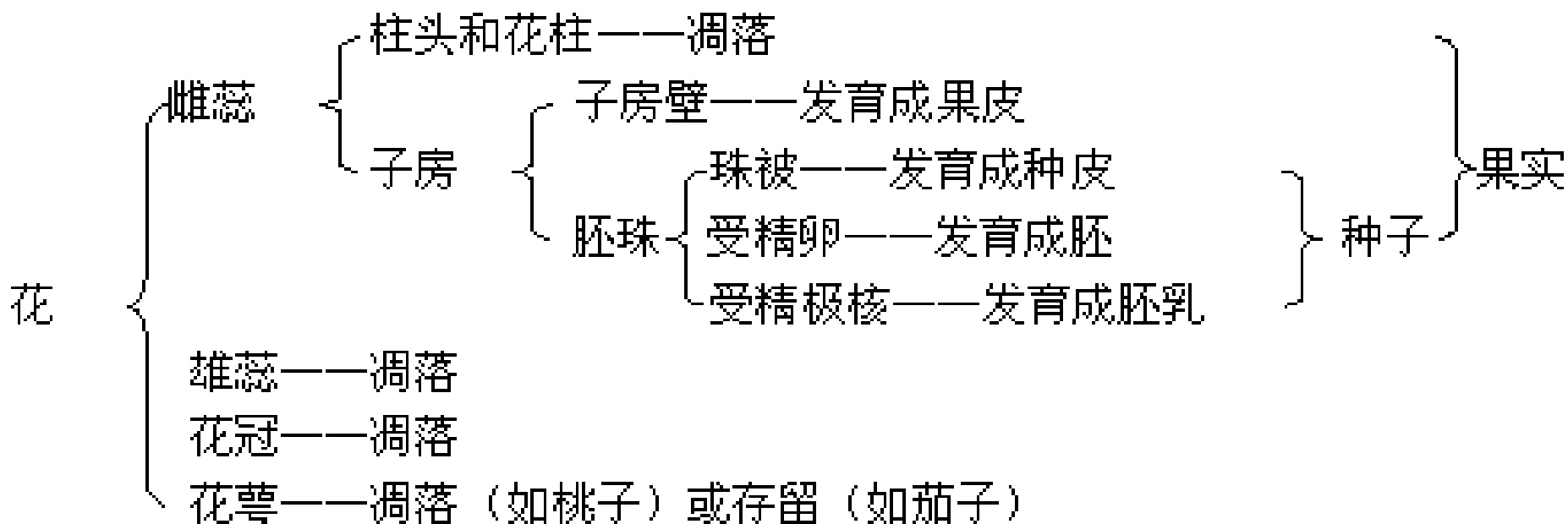
1. 双受精过程：

- **双受精作用 (double fertilization)**：两个精细胞，其中一个精细胞与卵细胞融合，另一个精细胞与中央细胞的两个极核融合。是被子植物有性生殖中的特有现象。
- 双受精过程：精核进入卵细胞后，精核与卵核和核质相融，成为合子，发育成胚。另一个精细胞进入中央细胞后，其精核与极核的融合，形成三倍体的初生胚乳核，发育成胚乳。

3. 双受精作用的生物学意义

- A、经过双受精形成一个二倍体的合子，使植物原有染色体的数目得以恢复，保持了物种的相对稳定性；
- B、通过父、母本具有差异的遗传物质的重组，使合子具有双重遗传性，既增强了后代个体的生活力和适应性，又为出现新的变异提供了基础。
- C、三倍体的胚乳，同样兼有双亲的遗传性，更适合作为新一代胚的养料，使子代的生活力更强，适应性更广。
- D、被子植物的双受精，加上其他各种形态构造上的进化适应，使它们成为地球上适应性最强、构造最完善、种类最多、分布最广、在植物界中占绝对优势的类群。

受精作用完成后，胚珠发育为种子，子房壁连同其中所包被的胚珠，共同发育为果实。花的其他部分(甚至花以外的结构)也可参与果实的形成。

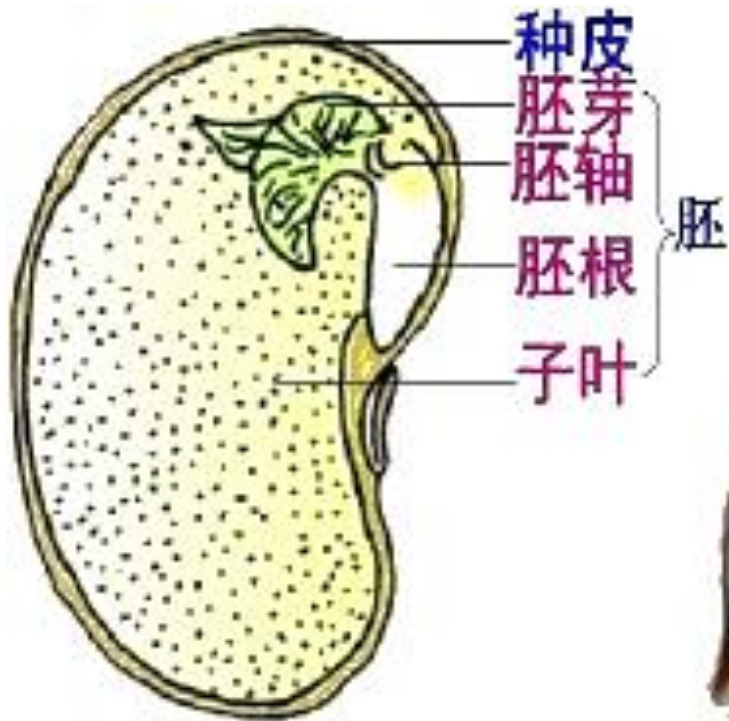


一、种子和幼苗

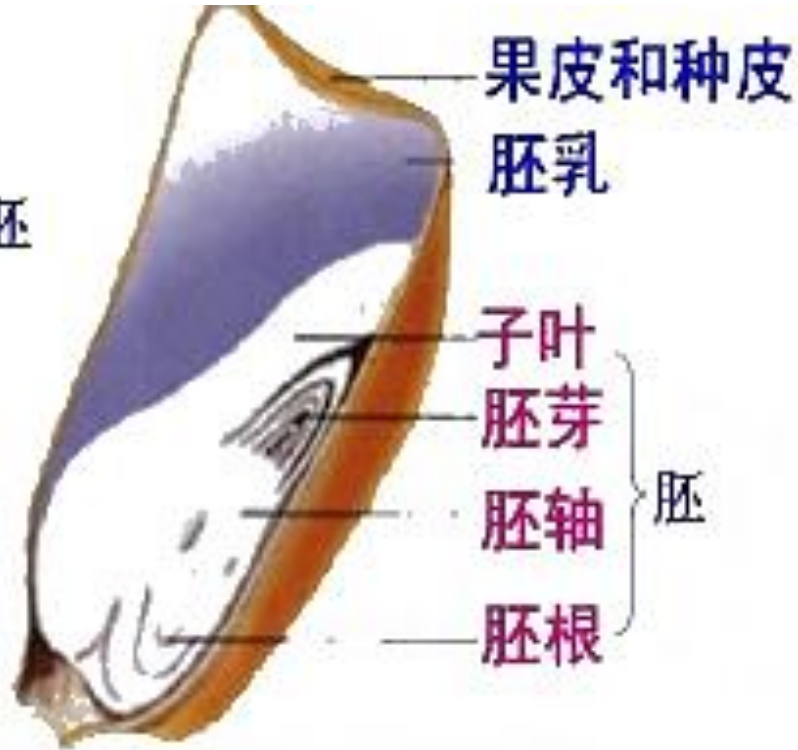
(一) 种子的形成和结构

有胚乳种子：由胚、胚乳和种皮三部分组成。

无胚乳种子：由种皮和胚两部分所组成。



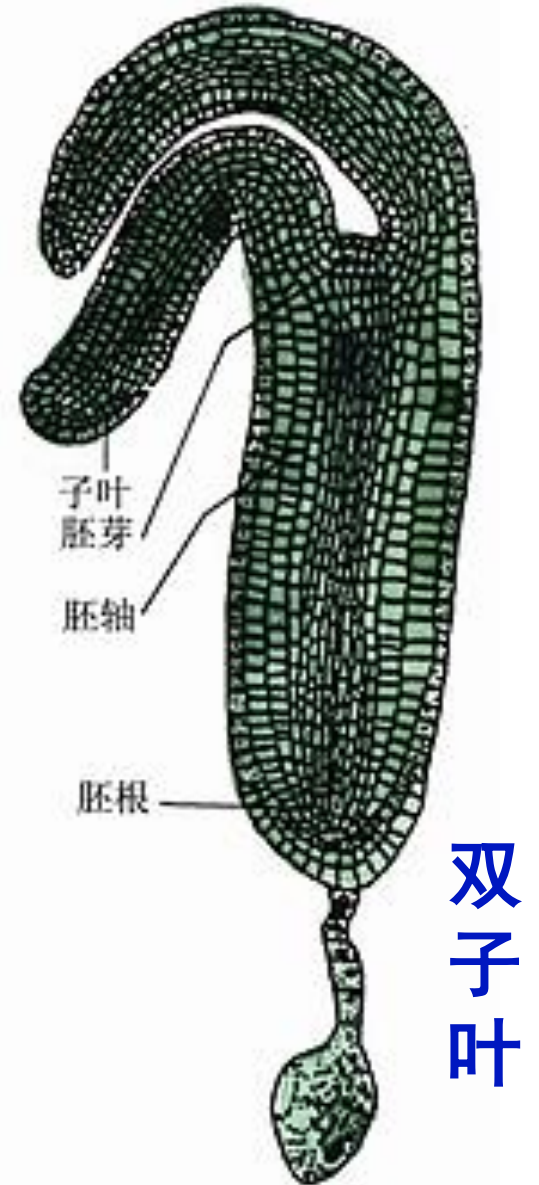
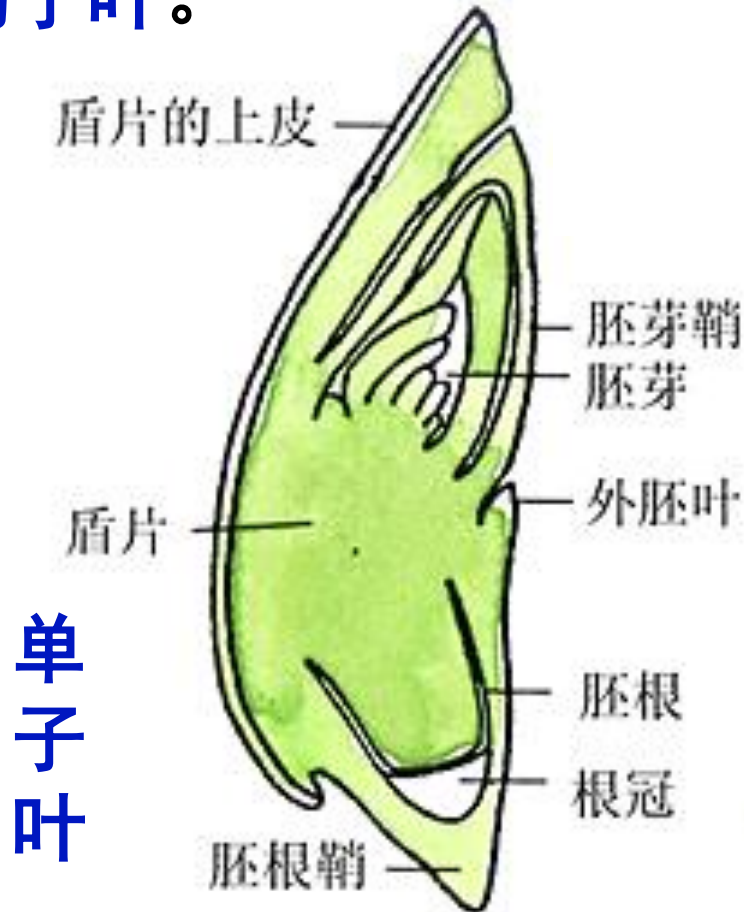
菜豆种子结构



玉米种子结构

无论是双子叶植物还是单子叶植物，它们的成熟胚都分化出**胚芽**、**胚轴**、**胚根**和**子叶**四个部分。

主要差别是**单子叶植物胚的子叶原基不均等的发育，只形成一个明显的子叶。**



根据胚轴的生长情况不同，可以将幼苗分为两种类型：

1. 子叶出土幼苗

种子萌发时，胚根突破种皮，伸入土中；形成主根后，下胚轴迅速伸长，把子叶、上胚轴和胚芽一起推出土面。

（大多数双子叶植物和裸子植物）

2. 子叶留土幼苗

种子萌发时，下胚轴发育不良或不伸长，只是上胚轴和胚芽迅速向上生长，形成幼苗的主茎，而子叶始终留在土壤中。

（一部分双子叶植物和大部分单子叶植物）

果实的类型：

▲**真果 (true fruit)**：果实只由子房发育而成。

▲**假果(spurious fruit; accessory fruit or false fruit)**：除子房外尚有其他部分参与组成，如**花托**、**花被**甚至**花序轴**。

▲**单果 (simple fruit)**：果实由单花形成。

▲**聚合果 (aggregate fruit)**：果实由具离生心皮的单花形成。

▲**复果/聚花果 (multiple fruit)**：果实由花序形成。

果实的分类主要还是根据果皮的性质及成熟后是否开裂来划分，分为**肉果 (fleshy fruit)**和**干果 (dry fruit)**两大类。

1. 肉果：果实成熟时，肉质多汁，供食用的果实大部分是肉果。

按果皮来源和性质不同而分为：

(1)浆果 (berry)：外果皮薄，中果皮、内果皮和胎座均肉质化。**(瓠果、柑果)**

(2)核果 (drupe)：内果皮坚硬。

(3)梨果 (pome)：由下位子房和花托愈合发育而成的一类肉质假果。

2.干果：果实成熟时，果皮干燥，有的自行开裂，称为**裂果** (dehiscent fruit)；有的不开裂，称为**闭果** (indehiscent fruit)。

(1)裂果类：

荚果 (legume)

蓇葖果 (folicle)

蒴果 (capsule)

角果 (silique)

(2)闭果类：

瘦果 (achene)

颖果 (caryopsis)

翅果 (samara)

坚果 (nut)

双悬果 (cremocarp)

胞果 (utricle)

三、果实和种子的传播

- 在自然选择过程中，植物的果实和种子形成了适应不同传播媒介的多种形态特征，以利于果实和种子的散布，扩大后代植株生长分布的范围，使种族繁衍昌盛。

(一) 借**风力**传播

(二) 借**水力**传播

(三) 借**动物和人类**活动传播

(四) 借果实裂开时的**弹力**传播

小 结

繁殖包括营养繁殖、无性生殖和有性生殖。

花被认为是特化的、变态缩短的枝条。花芽的出现是被子植物从营养生长进入生殖生长的重要转折标志。

一朵典型的完全花由花柄、花托及着生其上的花萼、花冠、雄蕊群和雌蕊群组成。缺少其中某一部分的则称为不完全花。

花各部分在花托上可以是分离的，也可以是连合的。花有辐射对称和两侧对称的区别。

花单生或依一定的方式和顺序排列于花枝上，形成花序。

雄蕊由花药和花丝组成，雌蕊则由子房、花柱、柱头组成，子房有上位、下位、半下位的区别，子房室数、胚珠数目和胎座具有各种类型。成熟胚囊具有7个细胞8个核。

花粉粒借外力传到雌蕊柱头上，称为传粉。传粉有自花传粉和异花传粉两种方式。

受精作用是指精卵互相融合的过程。被子植物具有特殊的双受精，三倍体的胚乳是双受精的结果。

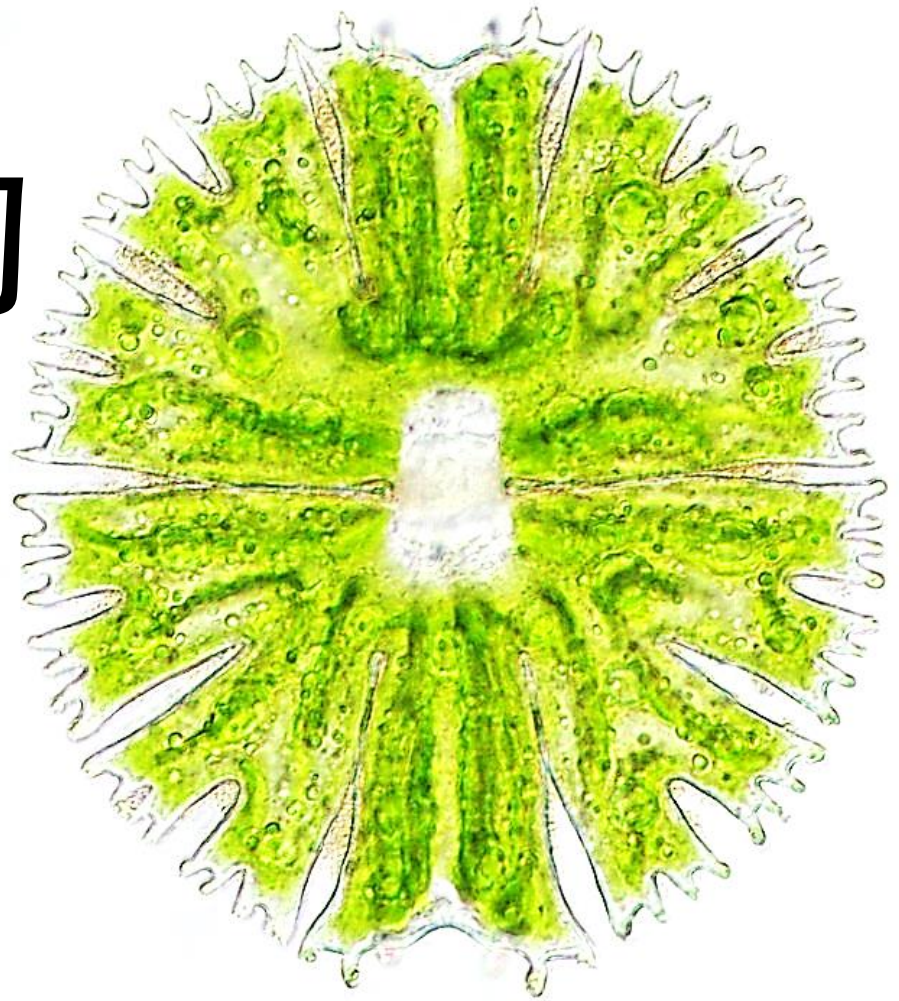
受精作用完成后，胚珠发育为种子，子房壁连同其中所包被的胚珠，共同发育为被子植物独特的果实。果实的形成可以由子房而来，也可以由花的其他部分，最常见的是花托、萼与子房参与发展而来。由单雌蕊或复雌蕊形成的果实是单果，同一朵花多个离生雌蕊形成的果实是聚合果，由整个花序发育而来的果实是聚花果。果实主要根据果皮的性质以及成熟后是否开裂划分为肉果和干果两大类。肉果包含浆果（也包括瓠果、柑果等）、核果和梨果；干果则包含裂果和闭果，裂果有荚果、蓇葖果、蒴果和角果，闭果有瘦果、颖果、翅果、坚果、双悬果等。果实和种子的传播可由它们形态上的特化借助风力、水流、动物、鸟传播，也可由果实自身开裂把种子弹射出去传播。

成熟种子通常具有种脐、种孔、种皮、胚和胚乳，胚乳可以在种子成熟时被子叶吸收而成为无胚乳种子。胚包括胚芽、胚轴和胚根，双子叶植物具2枚子叶，单子叶植物具1枚子叶。

被子植物的生活史，通常是指从上一代种子开始至新一代种子形成所经历的全过程。它包括有性世代（配子体世代）和无性世代（孢子体世代）的交替。

第五章

藻类植物



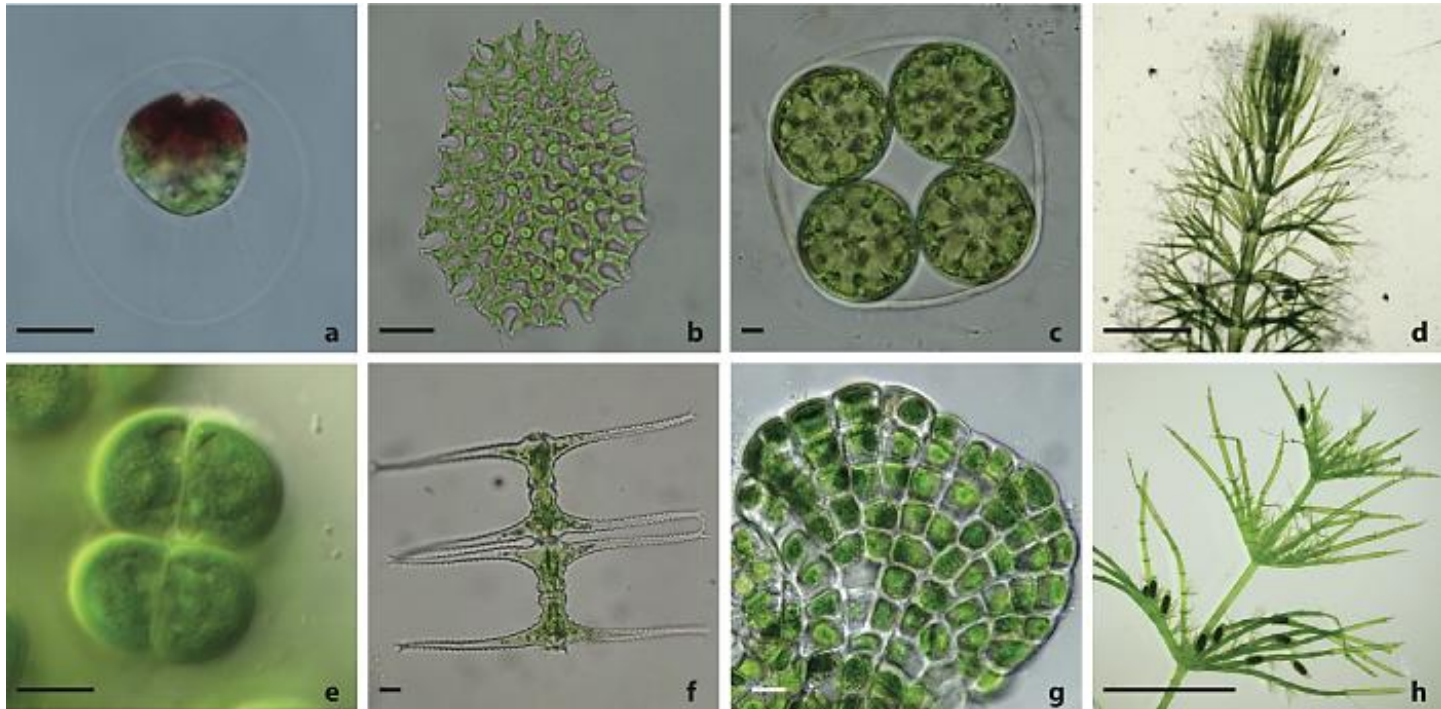
25 μm

© Dr. R. Wagner

一、概论

藻类 (Algae): 是指一群具有光合作用色素、能进行放氧光合作用的**自养原植体植物**。

原植体植物: 植物体结构简单，为单细胞或者是多细胞地丝状体或叶状体，无根、茎、叶的分化。低等植物也叫原植体植物。



藻类的繁殖方式：

藻类的繁殖方式包括**营养繁殖**、**无性生殖**和**有性生殖**。

▲**营养繁殖**：指营养体上的一部分由母体分离出来后又长成一个新个体的繁殖方式。

▲**无性生殖**：形成若干类型的**孢子**，如**游动孢子**、**静孢子**和**休眠孢子**等，孢子不经过两两结合直接发育成新的个体。

▲**有性生殖**：指植物体形成生殖细胞（**配子**），配子经过两两结合形成**合子**，由合子萌发形成新个体，或者由合子先形成**孢子**，再由孢子萌发成新个体的生殖方式。

根据相结合的两个配子形状、结构、大小和运动能力(行为)等方面的差异,可分为**同配生殖**、**异配生殖**、**卵式生殖**3种方式。

▲**同配生殖**:雌雄配子形状、结构、大小和运动能力相同,配子同形。

▲**异配生殖**:雌雄配子形状、结构相同,但大小和运动能力不同,配子异形,大而运动能力迟缓的为**雌配子**,小而运动能力强的为**雄配子**。

▲**卵式生殖**:雌雄配子形状、结构、大小和运动能力都不相同,大而无鞭毛不能运动的称为**卵**(egg),小而有**鞭毛**能运动的称为**精子**。



藻类生活史类型及特点：

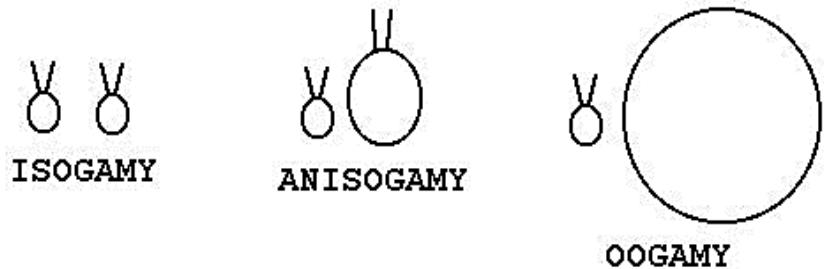
蓝藻和一些单细胞藻类仅存在营养繁殖，**有性生殖**存在于大多数**真核藻类**，它从无性生殖发展而来，沿着**同配**、**异配**和**卵式生殖**的方向演化。

在有性生殖过程中，由于减数分裂所发生的时间不同，以及形成的植物体的核相差异，形成了**3种不同的生活史类型**：

(1) **合子减数分裂型**

(2) **配子减数分裂型**

(3) **孢子减数分裂型**



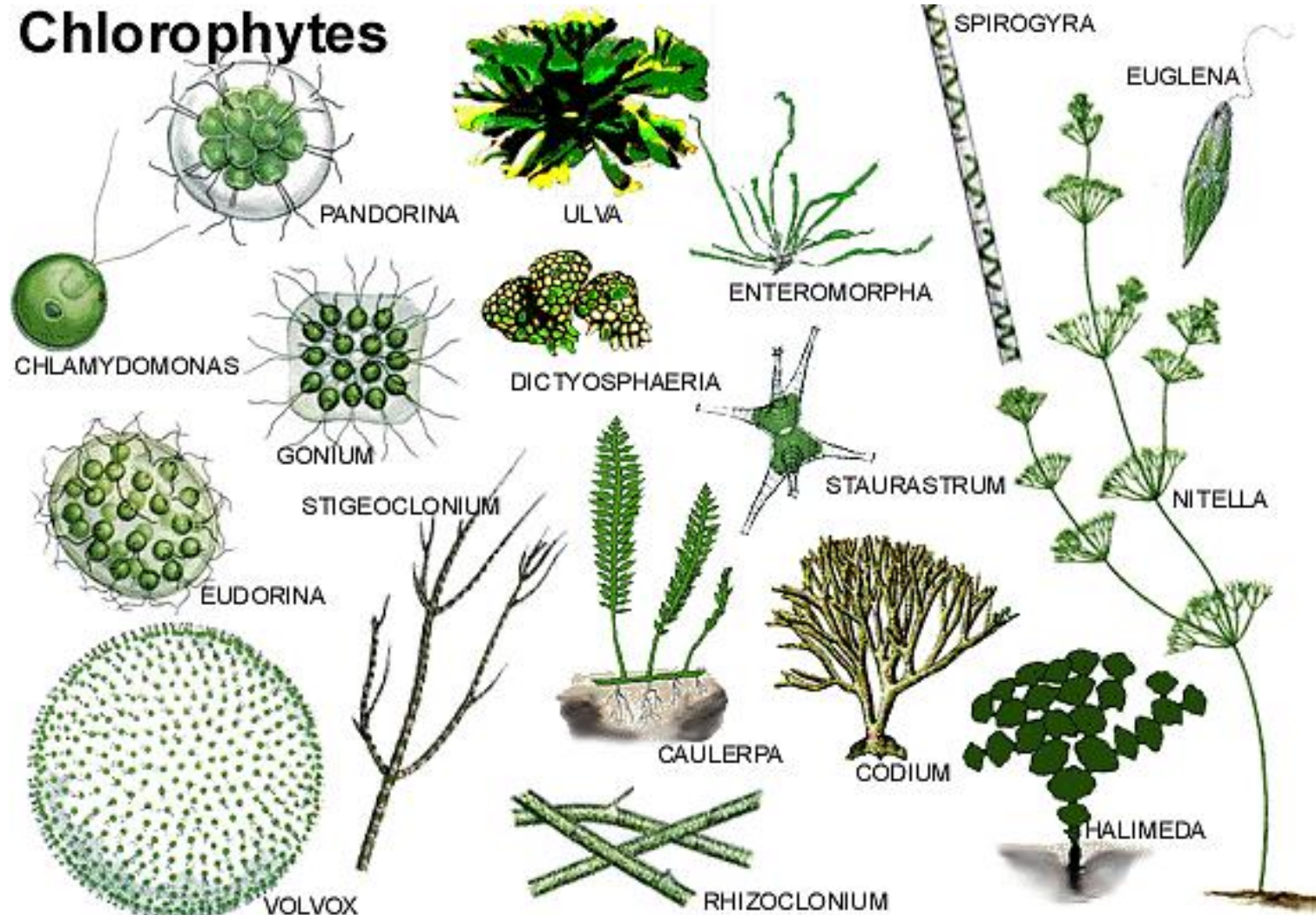
二、藻类的分类

蓝藻门、原绿藻门、灰色藻门、红藻门、金藻门、定鞭藻门、黄藻门、硅藻门、褐藻门、隐藻门、甲藻门、裸藻门和绿藻门，共13个门。

绿藻门:

藻体多种多样, 包括单细胞、群体、丝状体、叶状体、管状体及多核管状体等。

Chlorophytes



特征：

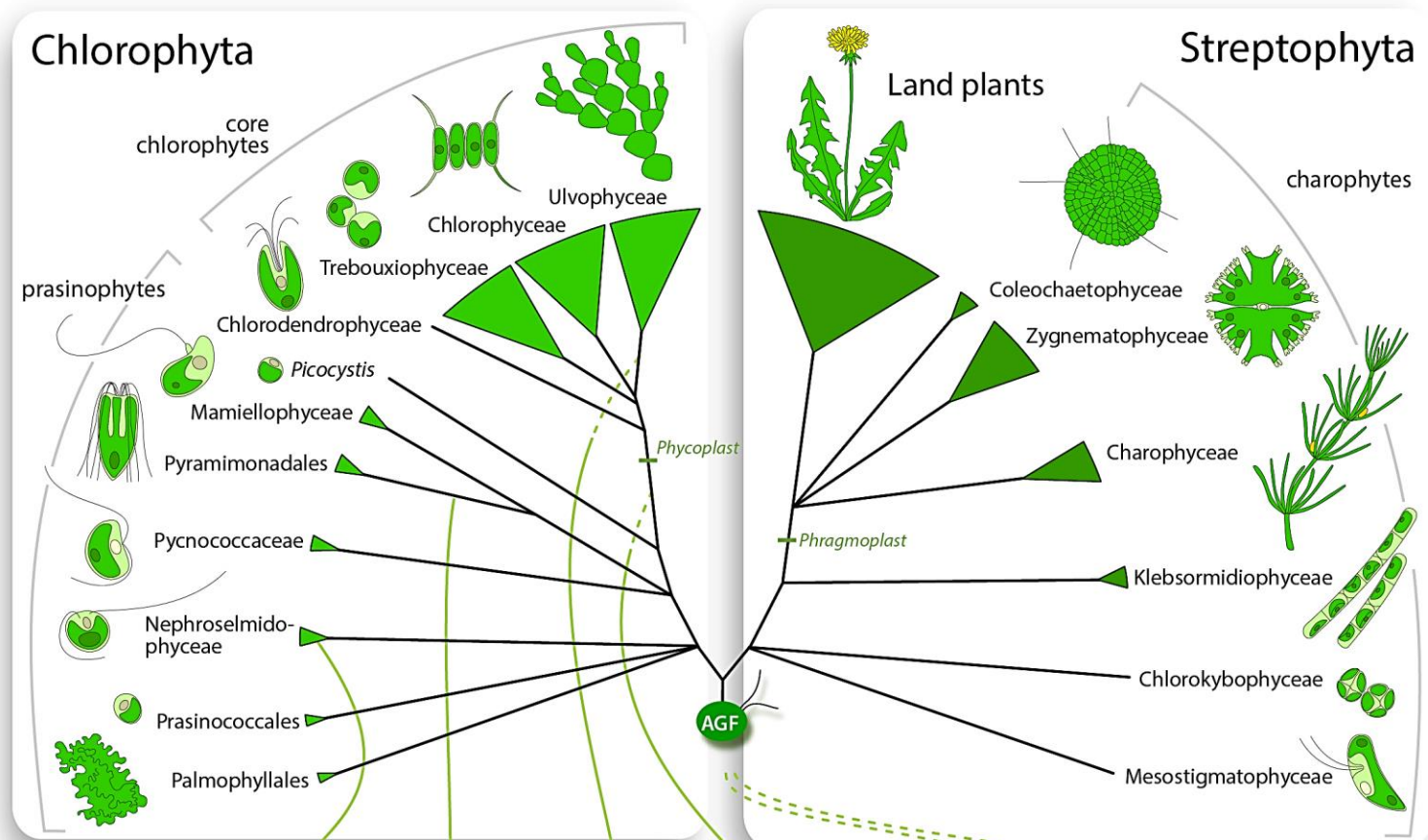
绝大多数绿藻的营养体不能运动。

与高等植物相似：(1) 细胞壁分两层，内层主要为纤维素，(2) 载色体具双层载色体膜，含叶绿素a、叶绿素b、胡萝卜素、叶黄素等，其中叶绿素含量较多。



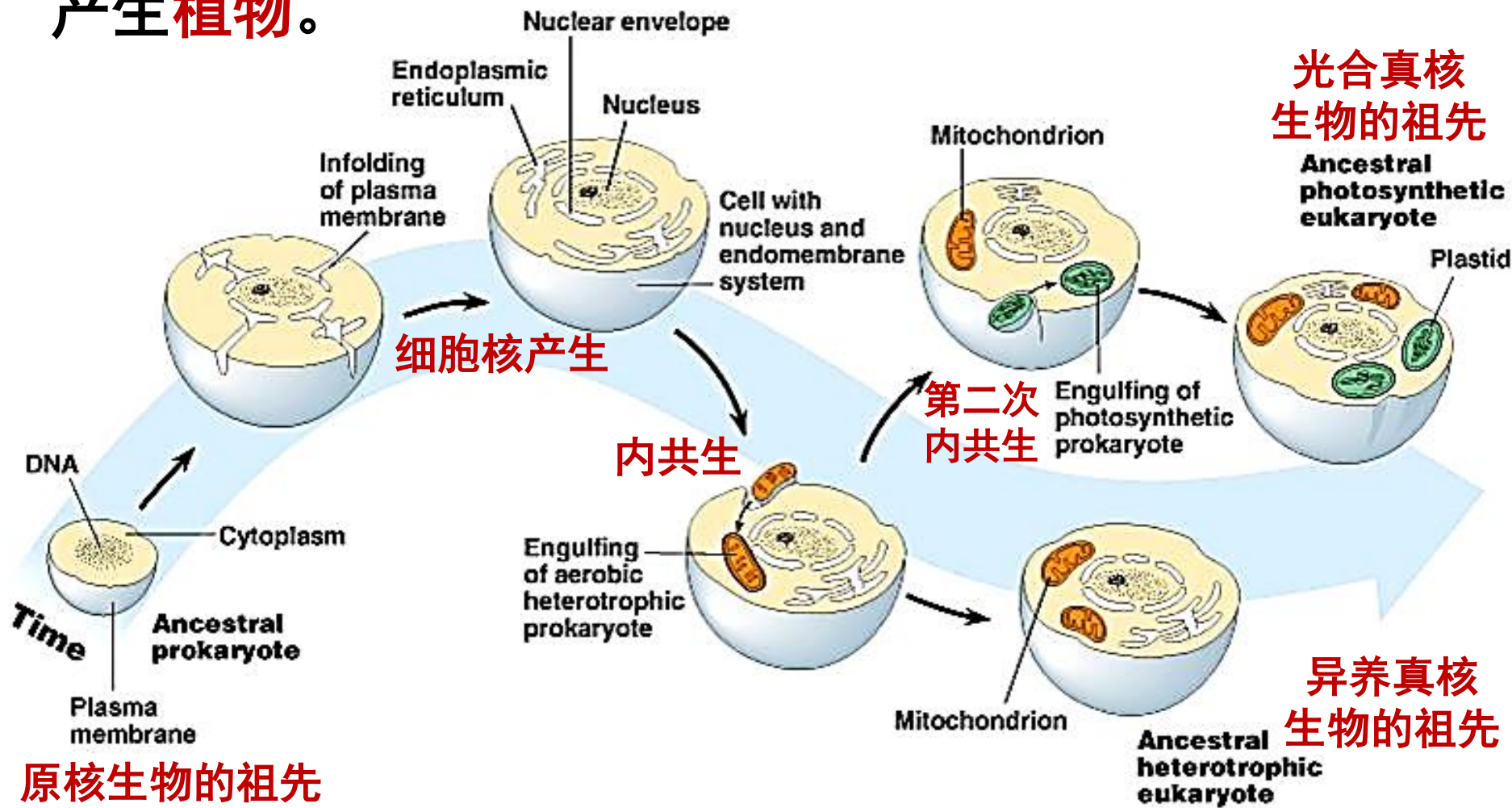
绿藻门的地位：

绿藻的化石在14亿~12亿年前就已出现。绿藻和高等植物之间有很多相似之处,如有相同的光合色素及光合产物,鞭毛都是尾鞭型,因此,绿藻被认为是高等植物的祖先,在植物界的系统发育中居于主干地位。



内共生

一个早期的真核生物吞食了一个可进行有氧呼吸的细胞但并未消化它，经过数亿年的演化，形成了**线粒体**。第二次内共生则与具光合作用能力的蓝藻共生，产生**植物**。



四、藻类植物的生态学意义

- (1) 全球约一半的光合产物是由藻类所产生的, 仅海藻固定的有机碳素达 $13.5 \times 10^{10}t$;
- (2) 固氮蓝藻(及固氮细菌)等每年可固定氮素约 1.7×10^8t ;
- (3) 藻类是水体食物网的基本环节, 是无数浮游生物、水生动物的饲料, 被称为“原初生产者”;
- (4) 在陆地生态系统中, 藻类在维持水网营养、改造土壤基质、净化环境等方面也间接地发挥着巨大的作用。

五、藻类植物的经济意义

1. 食用藻类
2. 藻类与渔业的关系
3. 藻类在农业上的应用
4. 藻类在工业及医药上的应用
5. 水质净化与监测

小 结

藻类植物多为光合自养生物，大部分生活于水体中，对维持地球生态系统的平衡起着重要作用。藻类生活史类型多样，原始类型仅具营养繁殖或无性生殖，而具有有性生殖藻类的生活史根据其减数分裂发生的时期又可分为合子减数分裂型、配子减数分裂型和孢子减数分裂型，其中孢子减数分裂型生活史具有世代交替。藻类植物的分门主要依据细胞结构、鞭毛有无、细胞壁成分、所含色素及光合产物等，其中蓝藻和原绿藻是没有真正细胞核的原核生物，其余各门藻类都是真核生物，但其中的甲藻和裸藻细胞核属于中核类，又被称为中核生物。金藻、黄藻和硅藻具有相似的光合产物及细胞结构，可能存在一定的联系。绿藻、褐藻和红藻在生殖及体型上较复杂。在系统演化上，绿藻和红藻为初级内共生的产物，而裸藻、金藻、黄藻、硅藻和褐藻等则属于次级内共生的产物。

第六章

菌物



一、概论

菌物(fungi)是一群具有真核, 由丝状多细胞组成的 (少数为单细胞的球形, 如酵母), 营异养生活, 进行孢子繁殖的生物。

▲自然界的菌物约150万种, 被定名的约10万种。



▲菌物的异养生活方式有**腐生**、**寄生**和**共生**三种。

腐生：从死生物残骸、有机物或土壤腐殖质中吸收营养。

寄生：从活生物组织中吸收营养，被寄生的生物称为寄主。

寄生和腐生并无严格的界限，很多菌物先寄生于活体上，待活体死亡后，这些菌物仍继续生活，此时由寄生转为腐生。

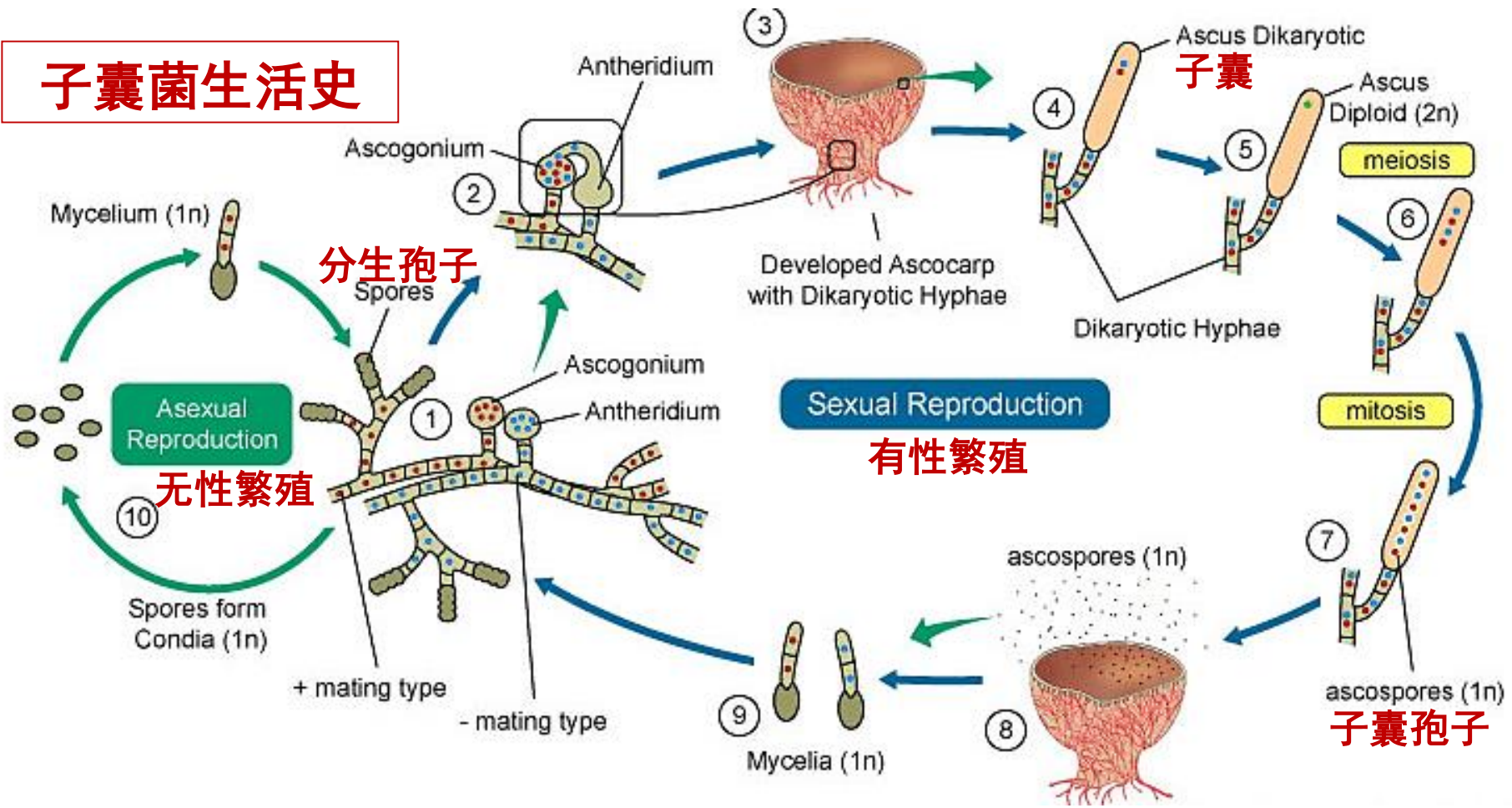
菌物(fungi)包括：

1. 黏菌门——介于动物和真菌之间
2. 根肿菌门——寄生的一类菌物
3. 卵菌门——和真菌差异较大目前归入藻类
4. 壶菌门——具鞭毛的游动孢子或配子
5. 接合菌门——无鞭毛的孢子或配子
6. 子囊菌门——高级真菌
7. 担子菌门——高级真菌

二、子囊菌门

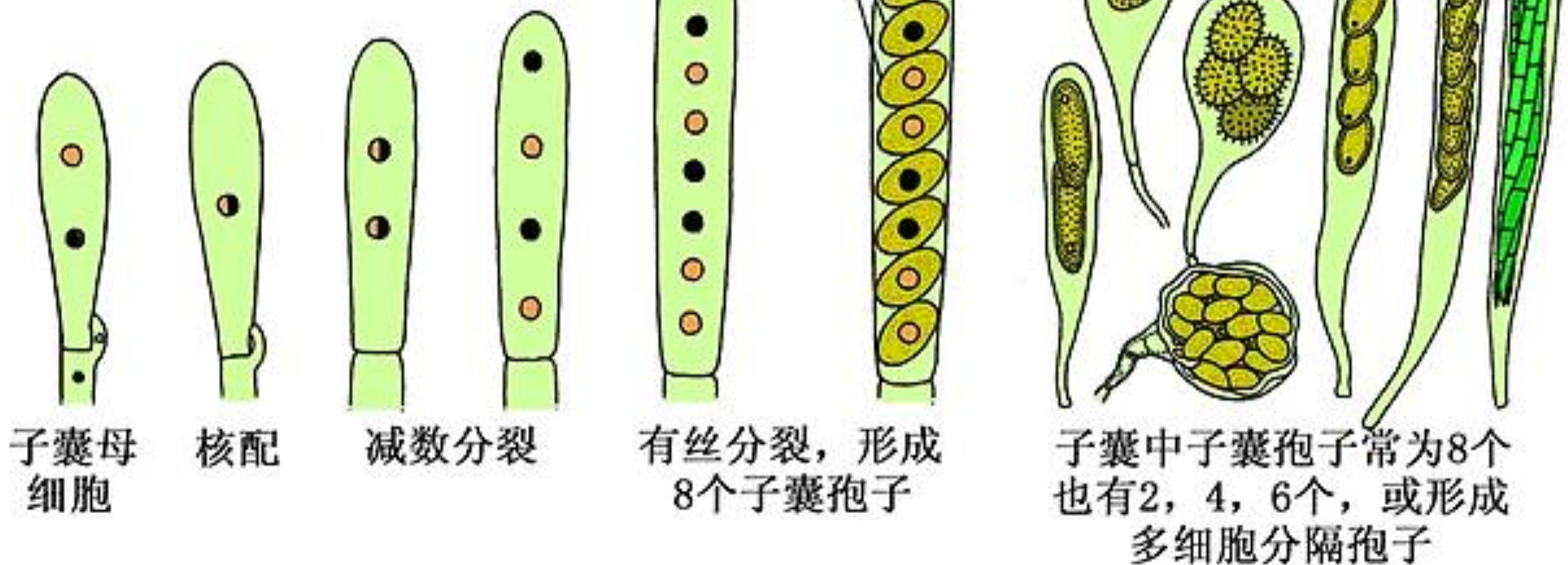
子囊菌门是真菌界中种类最多的一群，与人类的关系非常密切。除酵母菌类为单细胞外，绝大部分子囊菌都是多细胞有隔菌丝体。

子囊菌生活史



真菌中等级较高的一类。特点是有性生殖形成子囊，合子在子囊内减数分裂，产生子囊孢子。

减数分裂 → 有丝分裂 → 子囊孢子



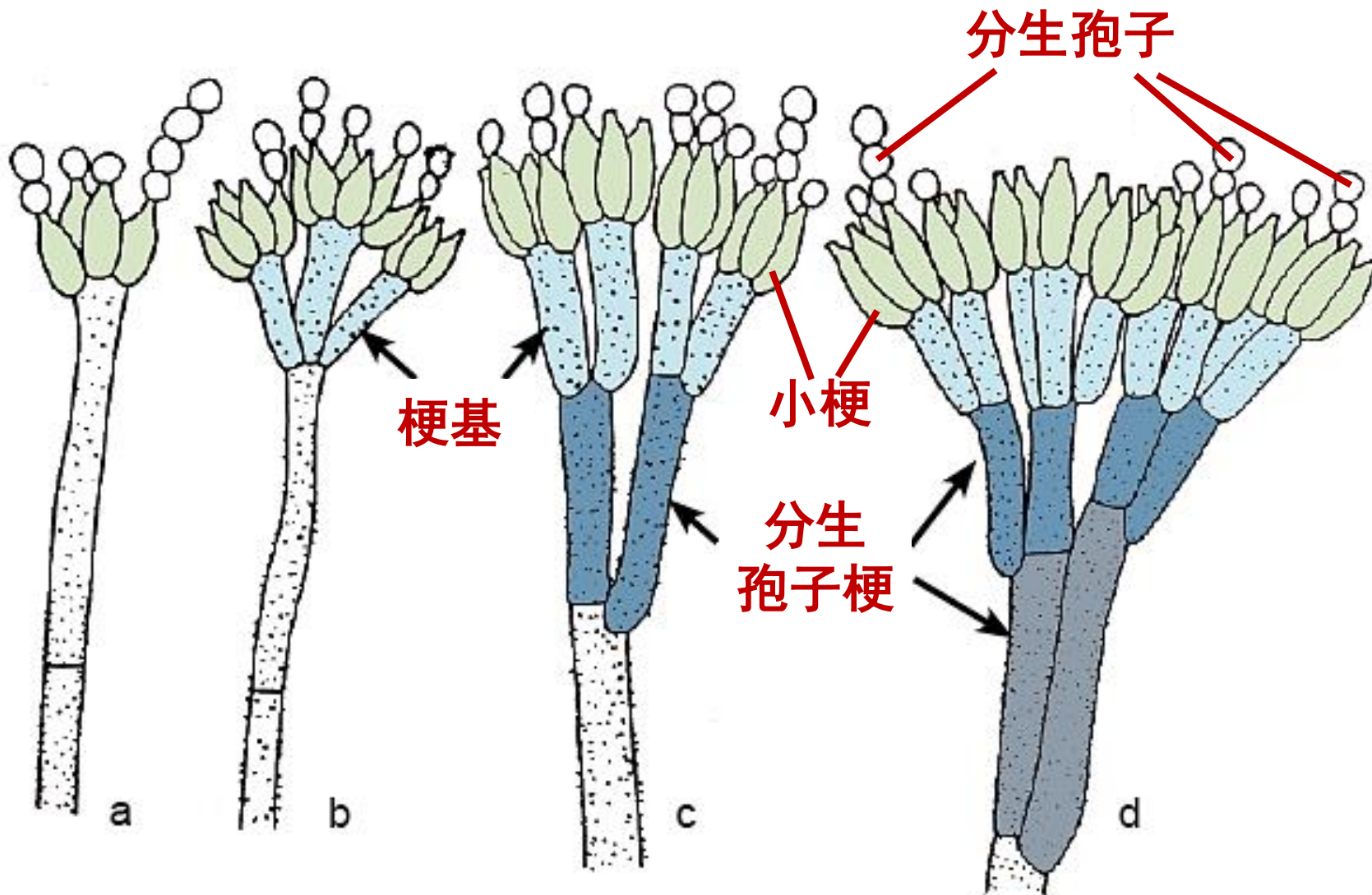
子囊：子囊菌在有性生殖过程中产生的囊状生殖器官。

子囊孢子：子囊内的孢子。

子囊果：在有性生殖过程中，多细胞子囊菌的菌丝交织成**疏丝组织**和**拟薄壁组织**，所形成的有性生殖结构(子囊菌类产生子囊的**子实体**)。子囊包于子囊果内。

单细胞子囊菌的子囊裸露，不形成**子囊果(子实体)**。

子囊菌的**营养繁殖**，单细胞的种类(酵母)以出芽方式繁殖，多细胞的种类可通过断裂繁殖。**无性生殖**以形成**分生孢子**为主。



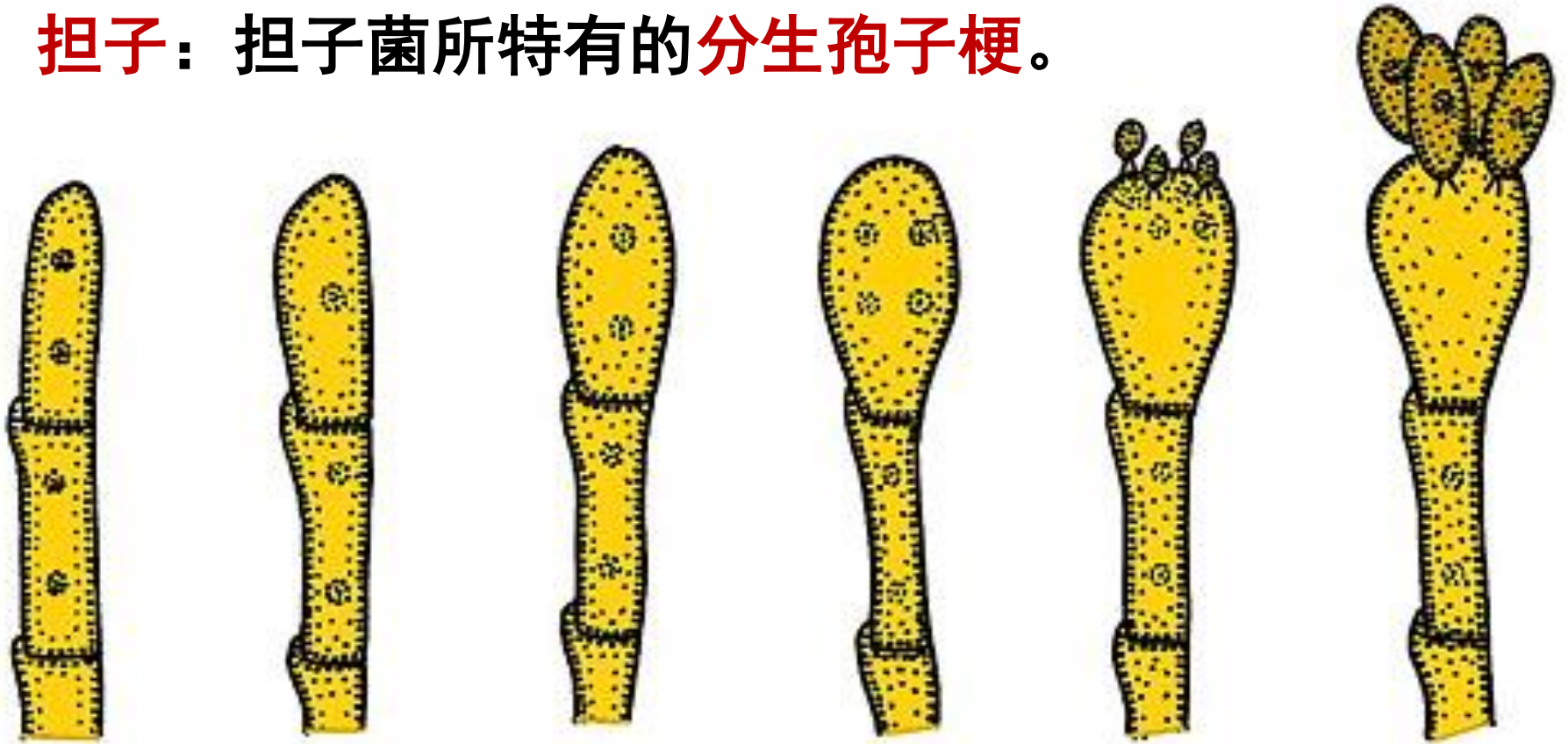
三、担子菌门

担子菌与人类关系较密切,许多担子菌是植物的专性寄生菌或腐生菌,能引起植物病害或导致木材腐烂,还有许多担子菌具食用或药用价值,有毒的种类也很多。



真菌中**等级最高**的一类。特点是**有性生殖形成担子和担孢子**。

担子：担子菌所特有的**分生孢子梗**。



担子、担孢子的形成

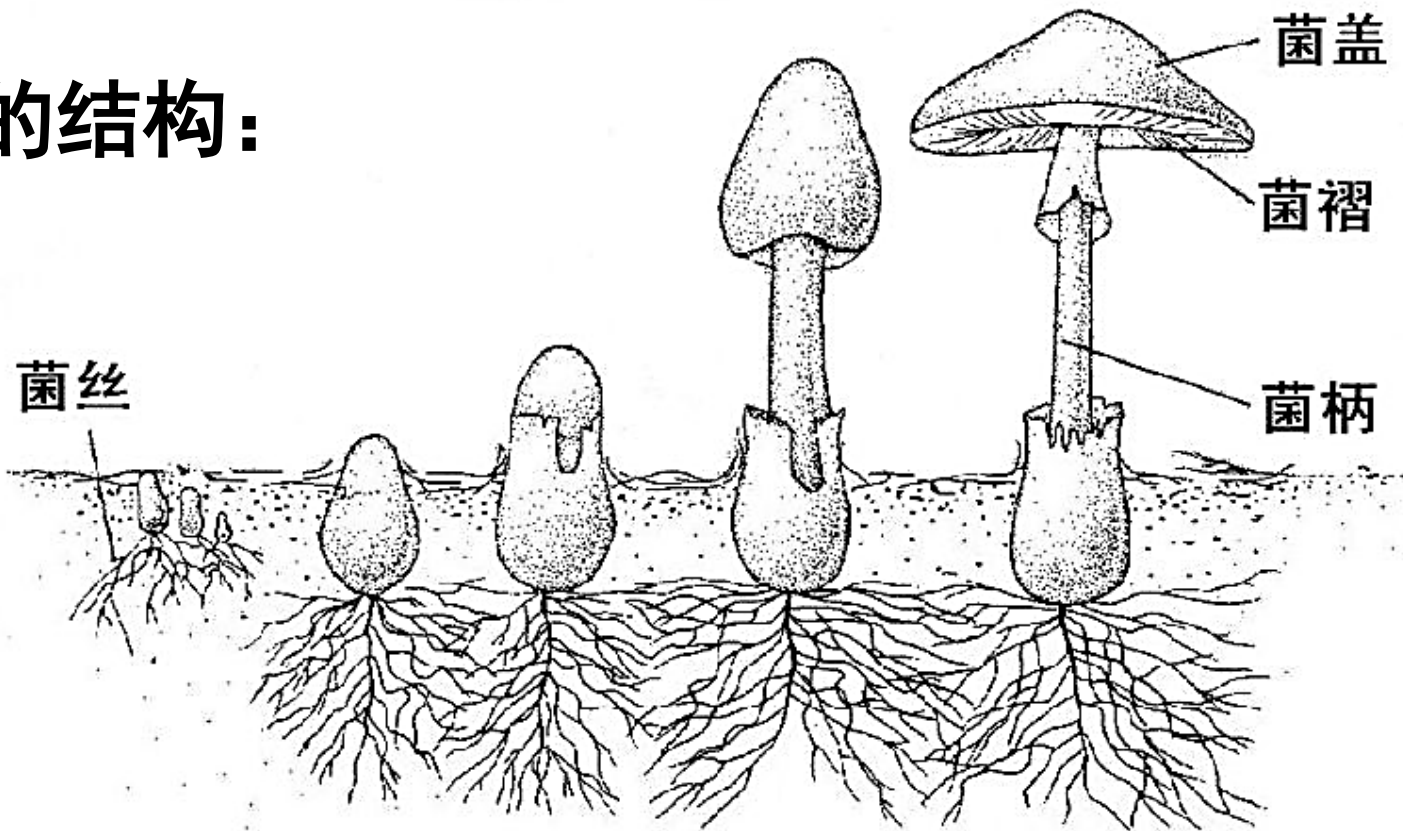
担子：担子菌所特有的分生孢子梗。

担孢子：担子菌的有性孢子，生长在担子的前端。

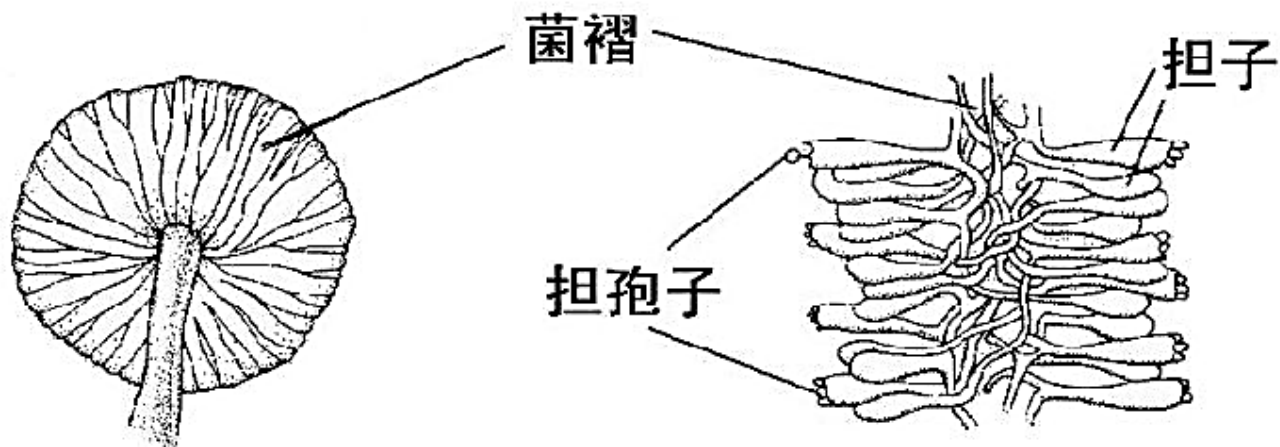
担子果：又称**子实体**。担子菌有性生殖阶段形成的特殊结构。由**双核菌丝组成**，其上产生**担子**和**担孢子**。



蘑菇的结构：



营养体全为多细胞菌丝体，菌丝发达



四、菌物与人类的关系

- **食用：**可食用的真菌总计已超过300种。
- **药用：**冬虫夏草、灵芝、云芝等。
- **工农业：**酿造业利用酵母、曲霉等。
- **分解者：**保持地球生物圈生态环境的稳定
- **危害：**食品霉烂、森林植物和作物的病害；人和家畜的某些皮肤病也是由菌物寄生所引起的；误食毒蘑菇可致中毒等。

小 结

菌物是没有光合色素，具有细胞壁，异养的生物，它作为分解者而存在。黏菌是介于动物和真菌之间的一个类群，既具有变形虫阶段，又具有产生孢子的能力。卵菌因其在生活史、生理学、生物化学、细胞学以及分子生物学等方面和真菌均存在较大差异，目前一般将其归入藻类。真菌中壶菌门和接合菌门的菌丝均无隔，属低等真菌，其中壶菌门产生具鞭毛的游动孢子或游动配子；接合菌门不产生具鞭毛的孢子或配子，其有性生殖为特殊的接合生殖。子囊菌门和担子菌门多具发达的菌丝体，菌丝有隔，属高级真菌。子囊菌有性生殖产生子囊和子囊孢子，担子菌在生活史中有初生菌丝、次生菌丝及三生菌丝三种形式，次生菌丝和三生菌丝具锁状联合，有性生殖产生担孢子。半知菌门是尚未明了其全部有性生活史，可能应归于子囊菌和担子菌。子囊菌和担子菌是真菌中种类最丰富，经济价值也最大的类群。

第七章

地衣



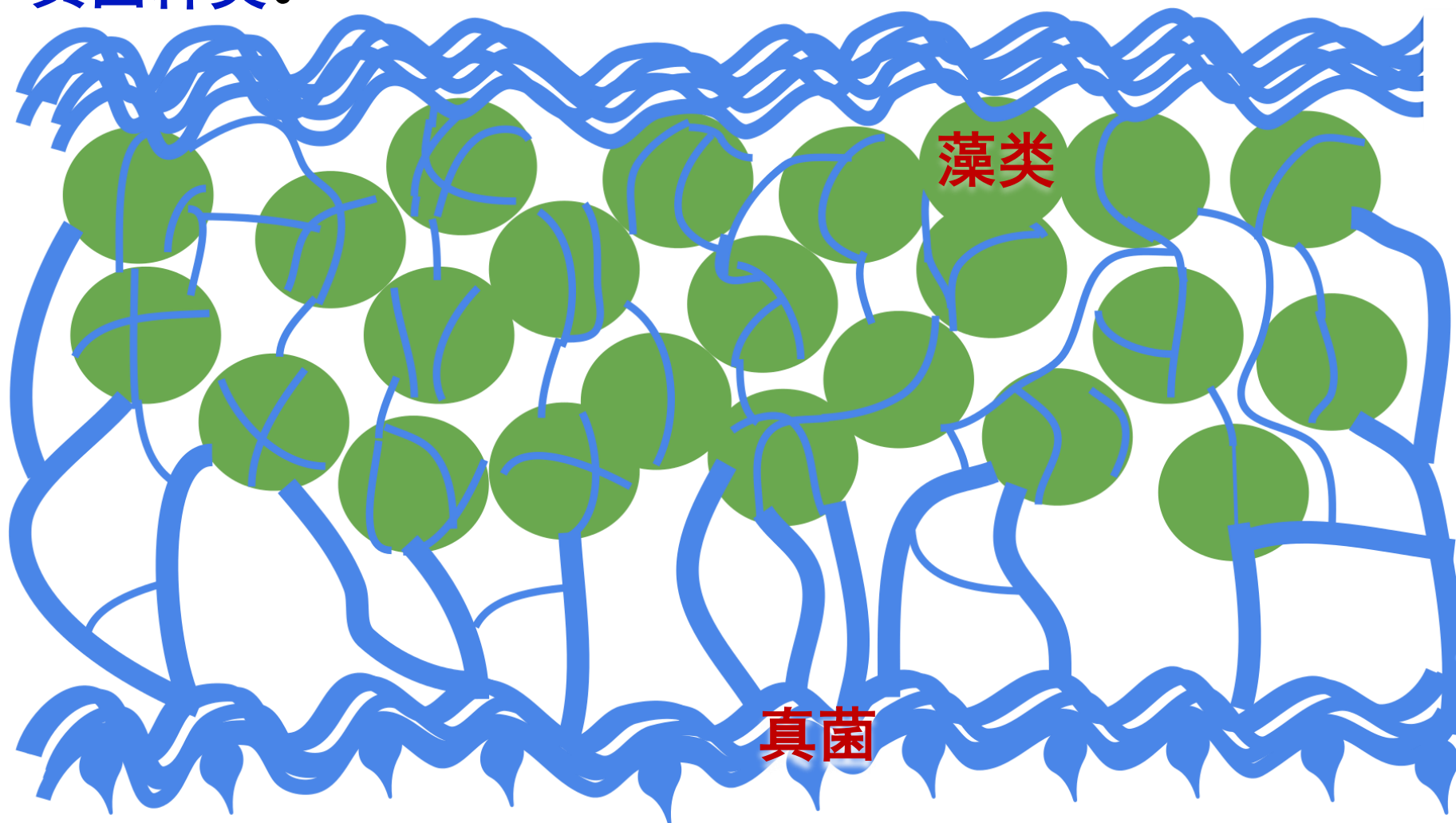
一、地衣及其形态结构

地衣：由一些**藻类**和**真菌**形成的**共生生物体**，大约有500属14500种。

地衣中的**真菌**多为**子囊菌**，只有约10种是担子菌；**藻类**主要是**绿藻**，也有蓝藻。

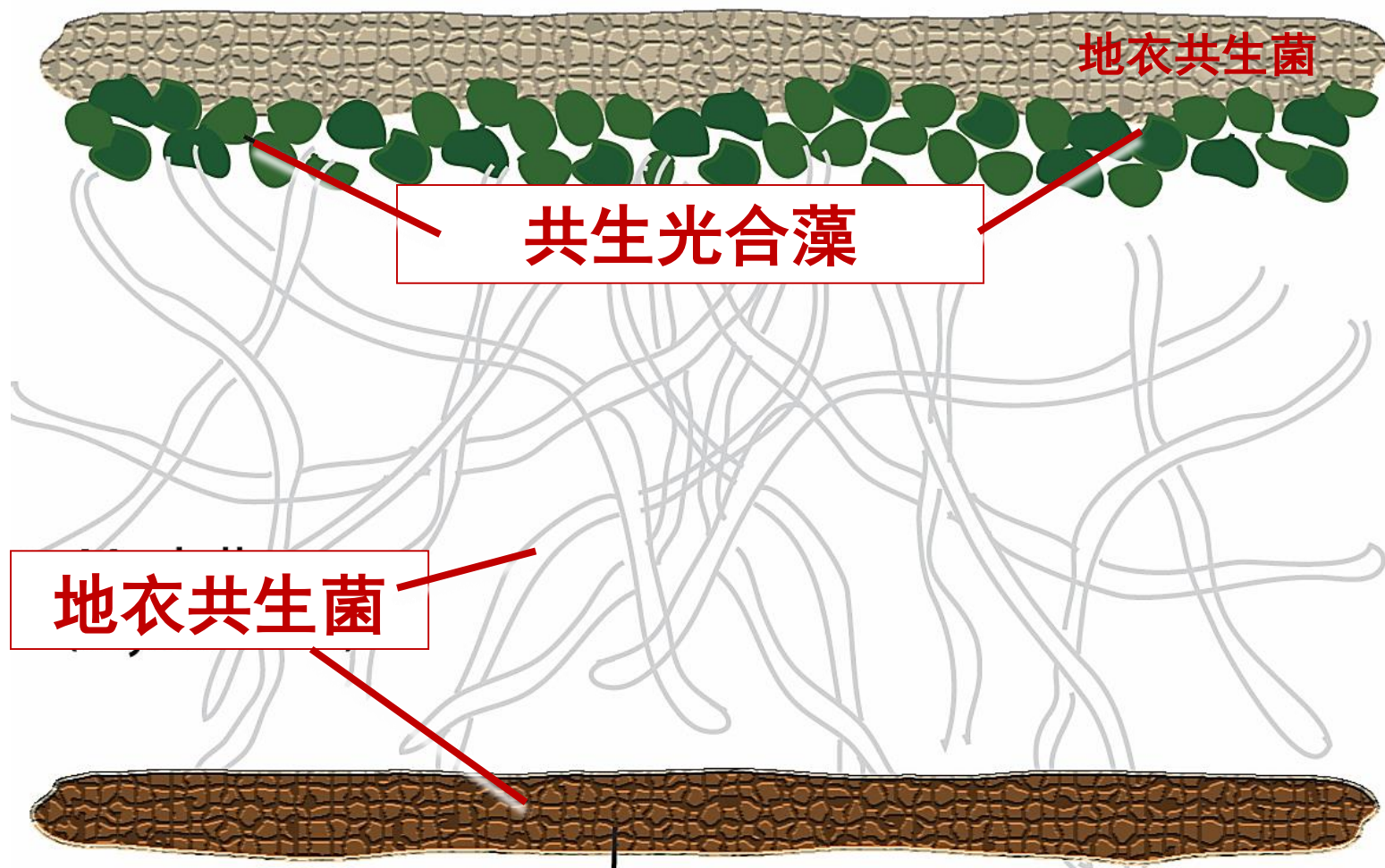


共生是地衣最显著的特征,但并不是任何真菌都可以同任何藻类共生,反过来,也不是任何藻类都可以同任何真菌共生而形成地衣。**每一种地衣都有其独特的真菌种类。**



地衣共生菌：与地衣中藻类共生的真菌。

共生光合藻：与地衣中真菌共生的藻类。



然而, 从地衣中分离出来的藻类在培养基中生长得更快更好, 亦有证据表明, 真菌干扰了藻类细胞壁的建成, 以便分泌更多的糖供应真菌。在一些时候, 真菌菌丝进入藻细胞壁, 直接从细胞中吸收糖。

因此, 地衣中真菌和藻类的共生关系严格来说是一种**控制寄生关系**, 这是在裸露的岩石、戈壁沙漠、极地等极端的环境下采取的生存策略。

二、形态构造

地衣的形态可分为三种类型：

(1)壳状地衣：地衣体为壳状物紧贴基质,菌丝与基质紧密连接,有时还生出假根伸入基质中,不易剥离。壳状地衣约占全部地衣的80%。

(2)叶状地衣：地衣体呈扁平,有背腹性,以假根或脐着生于基质上,易剥离。

(3)枝状地衣：地衣体树枝状或树状,多数具分枝。

三、繁殖

(1) 营养繁殖:是地衣体最普通的繁殖形式。断裂是它们主要的方式。

(2) 有性生殖:是指地衣体中子囊菌或担子菌进行有性生殖,产生子囊孢子或担孢子。

子囊孢子散出,落到适宜的基质,遇藻细胞和适宜的湿度条件,孢子萌发,形成新的地衣植物。

控制寄生关系

五、生态及经济意义

1. 生态意义

地衣是除风、雨、阳光、地壳运动和重力作用外，使岩石风化形成土壤的一种生物模式。裸岩上的地衣，分泌的地衣酸，通过螯合作用，腐蚀岩石，使岩石表面逐渐龟裂和破碎，再加上自然界的其他作用，使岩石嬗变为土壤。在一些地方，地衣本身也为苔藓等的生长提供了庇护。

2. 经济意义

- (1) 多种地衣可供食用, 如**石耳**、**石蕊**、冰岛衣等。
- (2) 在医药方面, 松萝、**石蕊**、**石耳**是沿用已久的中药。
- (3) 有些地衣可用于提取香料, 配制化妆品等, 如可利用扁枝属、树花属、肺衣属可提取某些芳香料。

小 结

地衣是真菌和藻类的复合共生原植体，两者的关系也称为控制寄生关系，这是低等植物适应陆生生活的一种形式。地衣共生菌大多为子囊菌，极少数为担子菌；共生光合藻为绿藻和蓝藻。

地衣从形态上可以划分为叶状地衣、壳状地衣和枝状地衣三类；地衣体结构从背面到腹面大体上可分为坚韧而厚的上皮层、具有藻细胞的藻胞层、疏松菌丝构成的髓层和较致密的下皮层。

很多地衣能生长于极端干旱、寒冷环境，但也有许多种类生长在较为湿润的森林。

地衣在改造自然环境方面起着非常重要的作用。

第八章

苔藓植物



一、概论

苔藓植物：没有维管组织以及根茎叶分化的小型有胚植物，其生殖器官为多细胞结构。生活史具有世代交替，且配子体世代占优势，孢子体常寄生于配子体上(少数种类的孢子体可以独立生存)。

最低等的
高等植物



1. 配子体

苔藓植物配子体有两种基本形态：一种为无茎叶分化的扁平的**叶状体**；另一种为具类似茎、叶分化的**拟茎叶体**。植物体具有由单细胞或单列细胞所组成的**假根**，主要起固着作用，**无维管组织的分化**。



叶状体



拟茎叶体

2. 繁殖

- (1) **营养繁殖**: 产生无性**胞芽**进行营养繁殖, 亦可通过叶状体断裂或个体局部死亡而以类似分株的方式进行。
- (2) **无性生殖**: 产生无性**孢子**, 孢子萌发形成**原丝体**, 由原丝体发育形成**配子体**。
- (3) **有性生殖**: 苔藓植物的配子体在有性生殖时产生**颈卵器**和**精子器**。

精子借助水游动进入颈卵器而与卵结合, 形成2倍体的合子。合子不经休眠即分裂形成胚。胚的形成是陆生植物演化的里程碑, 是植物界演化的一件大事, 它标志着高等有胚植物演化历程的开始。

3. 孢子体

苔藓植物的**胚**在**颈卵器**内发育形成**孢子体**。**孢子体**常寄生于**配子体**上(少数种类的孢子体可以独立生存)。

泥炭藓属

孢子体



二、苔藓植物对陆地生活的适应性

苔藓植物**颈卵器**和**胚**的出现,是适应陆地生活的**演化特征**。苔藓植物、蕨类植物、种子植物合称为**有胚植物**,同属于**高等植物**的范畴。

但是苔藓植物**体型矮小**,不具**维管组织**,无**真正的根**,**体表无角质层或角质层极不发达**,在干旱的环境中仅几分钟就会因失水而干燥,**受精作用依赖于水**,因此苔藓植物多生于**阴湿**的环境中。

三、分类

全世界有苔藓植物约23000种,我国约2800种。
苔藓植物门分为三个纲: **苔纲**、**角苔纲**、和**藓纲**。



苔纲



角苔纲



藓纲

四、苔藓植物的生态学及经济意义

1. 生态学意义

苔藓植物是植物界的**拓荒者之一**。苔藓在生长的过程中,能不断地**分泌酸性物质**,溶解岩面,**藓丛**还可以停留和保持尘埃颗粒,本身死亡的残骸亦堆积在岩面之上,年深日久**成为小块土壤**,为其他高等植物创造了生存条件。

苔藓植物是环境的**指示植物**。苔藓植物对自然条件较为敏感,在不同的生态条件下,常出现不同种类的苔藓植物。

2. 经济意义

苔藓植物在**医药**、**园艺**、**工农业**方面均有经济价值。如**金发藓属**的某些种类有清热解毒作用。苔藓植物常用于包装、运输新鲜苗木,栽培蝴蝶兰等。

小结

苔藓植物是一群无维管组织的矮小陆生植物，其有性生殖器官出现了颈卵器及精子器，合子发育形成胚，孢子体寄生于配子体上，为不等世代交替的生活史类型。苔藓植物可分为苔纲、角苔纲和藓纲，苔纲的植物体为叶状体或具背腹之分的拟茎叶体，细胞含油体，孢子体简单，无蒴轴、蒴盖及蒴齿的分化；角苔纲的植物体为叶状体类型，细胞多含1枚大型的具淀粉核的叶绿体，其孢子体不具蒴柄而具蒴轴；藓纲的植物体多为辐射对称的拟茎叶体，其孢子体复杂，具蒴轴、蒴盖及蒴齿分化。多数学者认为苔藓植物起源于绿藻。

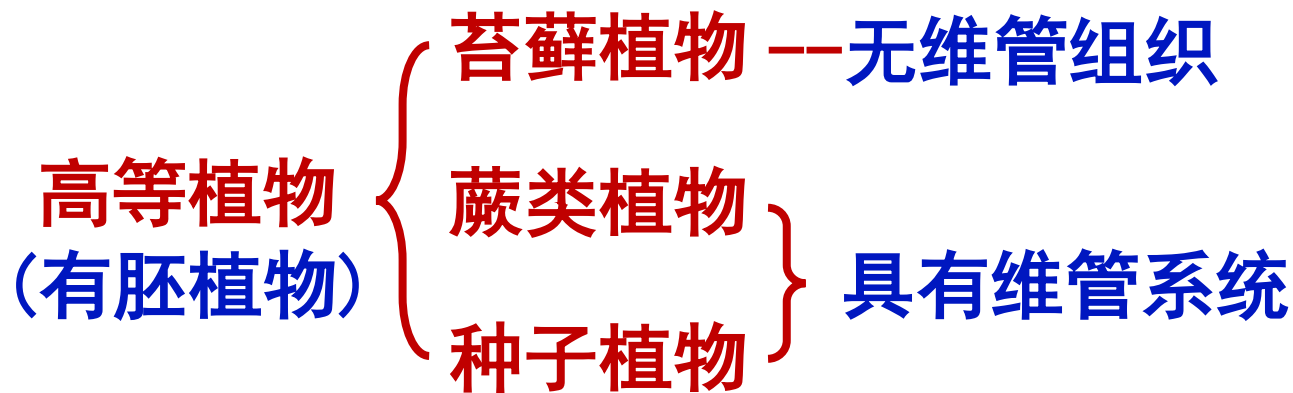
第九章

蕨类植物



第一节 微管植物概述

苔藓植物被称为无维管组织的有胚植物，蕨类植物和种子植物则是具有维管系统的有胚植物，简称为维管植物。



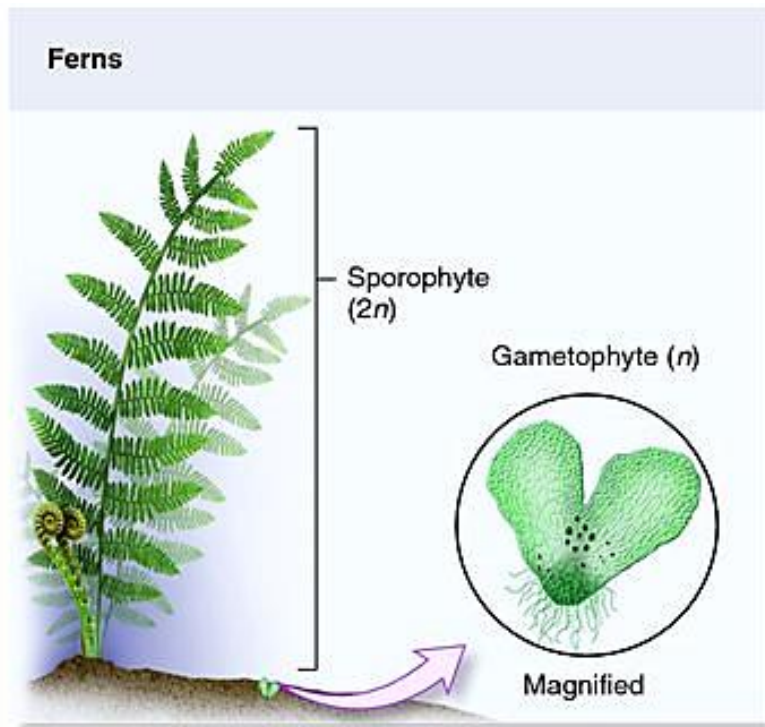
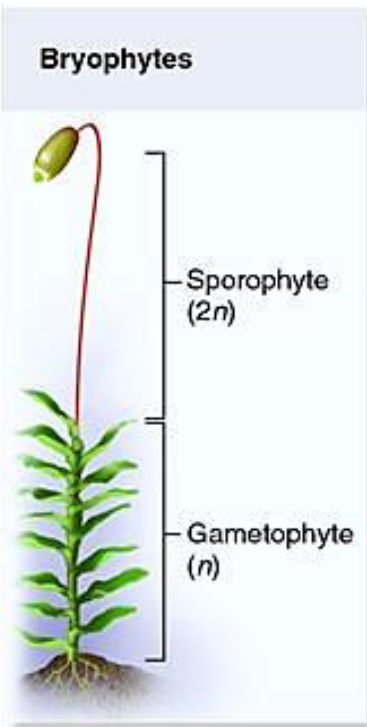
第二节 蕨类植物

蕨类植物既是高等的孢子植物，又是原始的维管植物，同时也是颈卵器植物和有胚植物。

孢子植物：能产生孢子的植物总称，主要包括藻类植物、菌类植物、地衣植物、苔藓植物和蕨类植物五类。



蕨类植物具异形世代交替生活史，孢子体常为多年生，根、茎、叶具有维管组织的分化，产生孢子囊。配子体可独立生活，上面形成精子器、颈卵器。

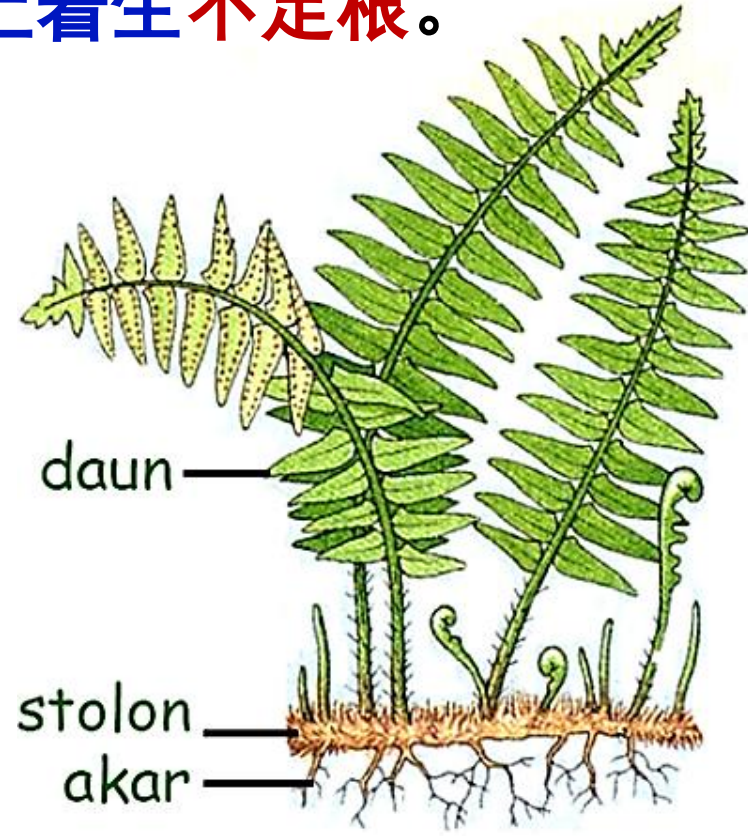


一、孢子体

多为多年生，少数为一年生**草本**。**体表**常被各种**附属物**：单细胞毛、节状毛、星状毛、鳞片等。**根状茎**常在地下横走，或匍匐地面、蔓生等，少数具有立式或其他形式的地上茎，分枝由二叉分枝演化为单轴分枝，亦有不分枝的。常在**根状茎**上着生**不定根**。



Blätter des Rausch-Hollers
C. Müller 1875



daun

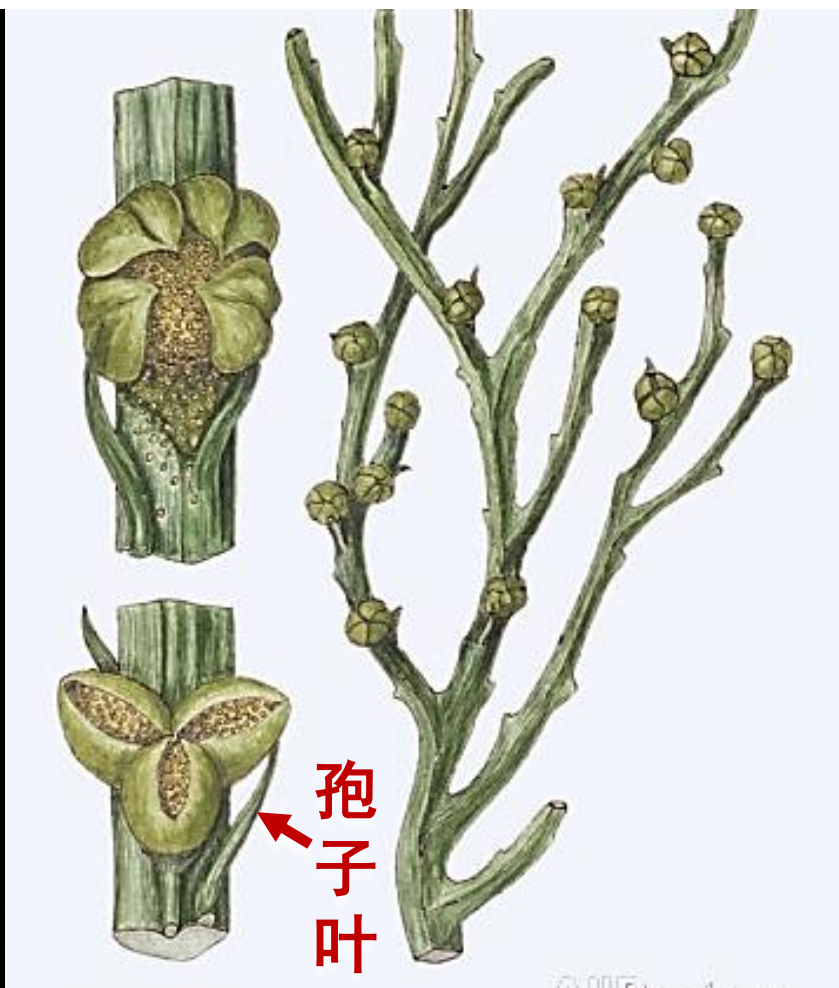
stolon

akar

蕨类植物的叶，根据形态、结构可分为**小型叶**和**大型叶**；**小型叶**是延生起源，无叶隙和叶柄，为原始类型的叶；**大型叶**是顶枝起源，为较演化的类型，常有叶柄、叶片两部分。



松叶蕨



多数蕨类植物的叶无**营养叶(不育叶)**与**孢子叶(能育叶)**之分,既能进行光合作用制造养分,又能在叶上产**孢子囊**和**孢子**,这种叶称为**同型叶**。



鳞盖蕨

孢子囊

二、配子体

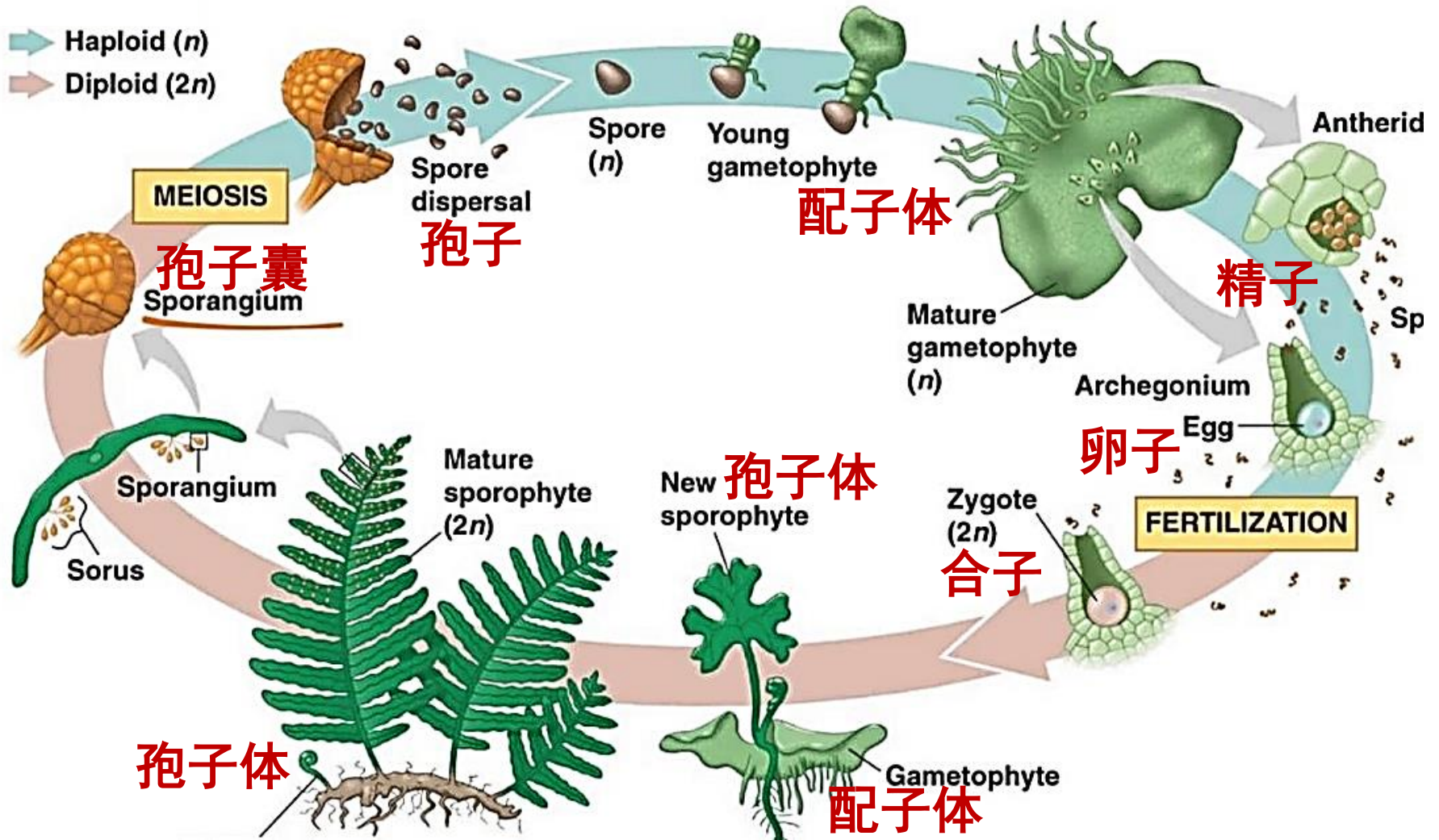
孢子散播后萌发成**配子体**。

配子体的原始类型：**辐射对称**，块状或圆柱状体，埋在土中或部分埋在土中，**无叶绿体**，通过菌根取得营养，多数的精子器和颈卵器埋在其中。

演化的类型配子体：**绿色**，具有腹背分化的叶状体或丝状体，**能独立生活**，在腹面产生颈卵器和精子器。

三、生活史

蕨类植物生活史具有世代交替，孢子体和配子体均能独立生活，绝大多数蕨类孢子体世代占优势。



六、蕨类植物与人类生活的关系

1. 提供能源
2. 药用
3. 食用
4. 工业上的应用
5. 林业生产上的指示作用
6. 农业上的利用
7. 观赏

小 结

维管植物包括蕨类植物和种子植物。

维管植物的出现和完善导致植物体高度分化和形成复杂的根、茎、叶系统。

中柱的概念虽然有一定的局限性，但用以说明根、茎维管系统发育仍具有一定意义。中柱的各种类型中，古蕨的原生中柱是种子植物真中柱的源头，通过髓形成作用把维管柱分割成若干维管束。

蕨类植物具有真正的根、茎和叶分化，属于原始的维管植物，同时也是颈卵器植物和有胚植物，但其主要依靠孢子进行繁殖，因此又属孢子植物，或者无种子的维管植物。蕨类植物的孢子体和配子体均可独立生活，但生活史中以孢子体占优势，幼孢子体仍需配子体供给养分。蕨类植物门可分为5个亚门，其中松叶蕨亚门、石松亚门和水韭亚门为具小型叶类群，楔叶蕨亚门和真蕨亚门为具大型叶的类群，真蕨类是现存种类最多的类群。分子系统学的证据显示，石松类为一个单系的类群，而木贼类、松叶蕨类和其他所有蕨类植物组成另一个单系的类群。

第十章

裸子植物



第一节 种子植物概述

种子植物：能够产生种子，并用种子来繁殖的植物。包括**裸子植物**和**被子植物**，组成**种子植物门**。



一、种子植物的特征

1. 孢子体特别发达

- ▲具有发达的**根系**;
- ▲具有**形成层**和**次生生长**;
- ▲**大型叶**;
- ▲**输导组织**输送物质的效率大大提高;
- ▲发展出了**木纤维**;
- ▲叶片具**气孔**、**毛被**等附属物。

孢子植物和种子植物生殖器官上术语的比较：

花(球花)-孢子叶球

雄蕊-小孢子叶

花粉囊-小孢子囊

花粉粒(单核期)-小孢子

花粉母细胞-小孢子母细胞

心皮-大孢子叶

花粉管和精核等-雄配子体

珠心-大孢子囊

胚囊母细胞-大孢子母细胞

胚囊(单核期)-大孢子

胚乳-部分雌配子体(裸子植物)或受精产物(被子植物)

胚囊(成熟期)-雌配子体

二、种子植物的分类

把种子植物作为一个门看待,其共同的特征是**具有胚珠、花粉管和种子**。根据胚珠着生在大孢子叶(心皮)上**是否为心皮所包裹,花粉粒在柱头上萌发还是在胚珠中萌发**可以种子植物划分为两类:

裸子植物——胚珠和种子生于**开放的大孢子叶**上,或大孢子叶柄的上端,或生于无叶的轴的上端,花粉粒在胚珠中萌发。

被子植物——胚珠和种子**为心皮所包裹**,形成由子房、花柱、柱头构成的雌蕊,花粉粒在柱头上萌发,最后**形成果实**。

第二节 裸子植物的特征

1. 裸子植物的**孢子体**特别发达；
2. 孢子叶大多聚生成**孢子叶球**，常为单性同株或异株；
3. 种子。

在种子植物诞生中，**胚珠、花粉管和种子**的出现，结合营养器官和输导组织的不断完善，是最具意义的。

根据**大孢子叶**的形态,以及**雌配子体**的发育,把裸子植物亚门(Gymnospermae)划分为5个纲:

- **苏铁纲** (Cycadopsida)
- **银杏纲** (Ginkgopsida)
- **松柏纲** (球果纲, Coniferopsida)
- **紫杉纲** (红豆杉纲, Taxopsida)
- **买麻藤纲** (Gnetopsida)。

一、苏铁纲(Cycadopsida)

苏铁纲植物**茎干**埋于地下或成柱状，**常不分枝**，茎内形成层活动弱、生长缓慢，皮层与髓部发达，具树蕨状或棕榈状的**羽状复叶**和鳞片叶。**大小孢子叶球单性异株**。



二、银杏纲(Ginkgopsida)

落叶大乔木，多分枝，有长短枝。叶扇状，顶端常2裂，二叉脉序。**孢子叶球单性异株**。种子核果状。

▲本纲现存1目1科1属1种。。



三、松柏纲(Coniferae)

木本，茎多分枝，常有长短枝，具**树脂道**。叶为**针状、鳞片状**，稀为条状。**孢子叶常排成球果状**，单性，多同株，少异株。



四、紫杉纲(红豆杉纲)

紫杉纲植物为**木本**，**多分枝**。叶为**条形或条状披针形**，稀为**鳞状钻形或阔叶状**。**孢子叶球单性异株**，稀同株。大孢子叶特化为**鳞片状的珠托或瓮状的套被**。种子具**肉质的假种皮或外种皮**。

▲包含**罗汉松科**、**三尖杉科**和**红豆杉科**3个科。



罗汉松



粗榧

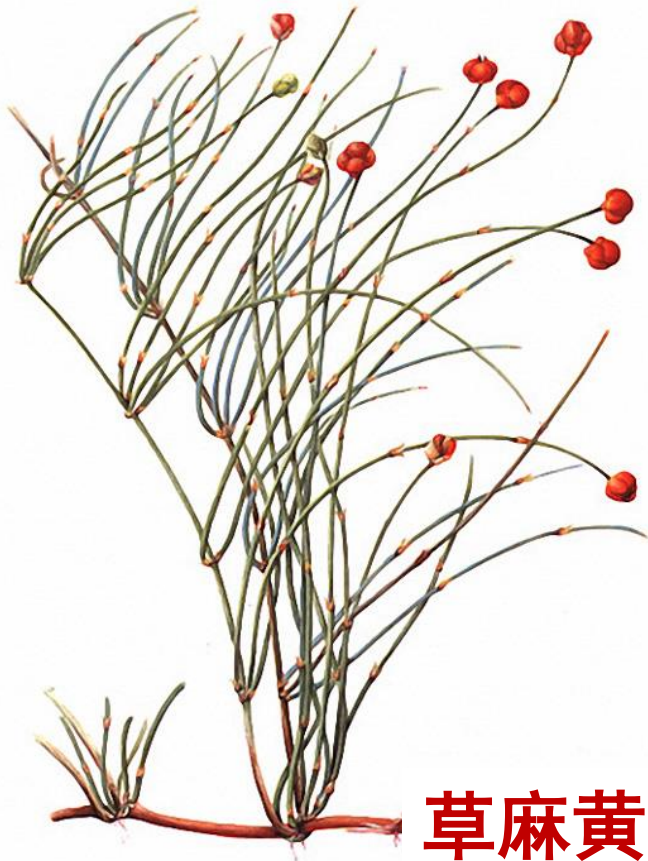


红豆杉

五、买麻藤纲

藤本、灌木、块状体, 稀**有小乔木**。叶对生, 阔叶状、带状或退化成鳞片状。

买麻藤纲是由彼此在形态上相去甚远的3个目即**麻黄目**、**买麻藤目**、**百岁兰目**组成, 每一目仅有**1属**。



小 结

具有真中柱、胚珠、花粉管和种子是种子植物最重要的特征。

不能片面地以是否具有颈卵器，是否具有导管和筛管伴胞，胚珠是否包在心皮内来区分裸子植物和被子植物（有花植物），应用更为本质的胚乳的来源这一明确特征来划分种子植物：裸子植物具有不经过受精的雌配子体胚乳；被子植物具有经过双受精作用的三倍体胚乳。

裸子植物是种子植物的一部分，绝大多数种类包括在松柏纲中，孢子叶球单性，多雌雄同株，少有雌雄同花序的，小孢子叶球有少数小孢子叶，小孢子叶的形态由片状到具短柄，小孢子囊由多数到2枚；大孢子叶球由于具有苞鳞或苞片成花序状，大孢子叶由羽状分裂、盾状、鳞片状再成囊状。以胚珠的着生位置考察，胚珠从着生大孢子叶柄上端的苏铁、银杏，到胚珠着生于扁平的珠鳞之上的松柏纲，应该说胚珠所获得的保护有限，苏铁和松柏纲的胚珠仅仅靠压叠的大孢子叶保护，胚珠和种子成熟时大孢子叶轴伸长，大孢子叶张开，胚珠和种子裸露。这些类群可以看做是“裸子植物”。紫杉纲植物的大多数及买麻藤纲植物种子具有假种皮，即从种子以外来源的结构包裹，紫杉纲植物的假种皮是大孢子叶，买麻藤纲植物的假种皮则为盖被，因此有学者认为，它们不能看做是“裸子”的，目前尚未有更准确的术语来界定它们。

总体上来看，用以维系裸子植物五个纲的最特殊点是胚乳为不经过受精的雌配子体残余，它既作为雌配子和胚形成时的营养，也作为种子萌发时对养料需要的供应，和被子植物完全不同。还有裸子植物的花粉在胚珠中萌发，苏铁和银杏的花粉管兼作吸器，雄配子体发育大都经过精子器原始细胞和不育细胞阶段，花粉散布时有4~5个细胞；雌配子体发育经过游离核阶段，并且多数具有颈卵器的结构。精卵结合形成合子后具有从数目极多到数目有限的游离核分裂，常常经过前胚阶段才进入胚的分化。在漫长的地质史发展过程中，环境与气候不断变动，许多种系发展出来了，又不断地灭绝，新种系的诞生意味着旧种系的消亡，如此存在于今天的裸子植物五个纲的亲缘关系看来也是不连续的。

第十一章

被子植物



一、被子植物的特征

1. 具有真正的花
2. 具有果实
3. 具有特殊的双受精作用
4. 孢子体高度发展和分化
5. 配子体进一步简化
6. 适应性强, 营养方式多样。
7. 传粉方式的多样化

二、被子植物的分类原则

- ▲ **花果**的形态学特征是被子植物分类的**主要标准**；
- ▲ **根、茎、叶及其附属物** (如毛被、鳞片等) 也是**重要标准**。
- ▲ **解剖学特征**也常用作**辅助性的分类标准**, 如木材构造、脉序、花粉形态等。
- ▲ **化学成分**已运用于植物分类学上。
- ▲ **植物分子系统学**是对经典分类研究方法的**深入和补充**。

一般而言，植物器官形态演化的过程，通常是由简单到复杂、由低级到高级的。

一般公认的形态构造的演化规律：

- (1) **木本**是原始的性状，**草本**是次生的。
- (2) 茎干不分枝或二叉分枝、**单轴分枝**是原始的，**合轴分枝**是次生的。
- (3) **叶常绿**是原始的性状，**落叶**是次生的。
- (4) **风媒花**是最早发生的，**虫媒花**是次生的。
- (5) **单性花**是最早发生的，**两性花**是次生的。
- (6) **花单生**是原始的，**花序**是次生的。

- (7) **无被花**和**单被花**是原始的, **双被花**是次生的。
- (8) 花各部分数目多数的原始些。
- (9) **花被同型**是原始的性状, 分化为**花萼**、**花冠**是次生的。
- (10) **辐射对称**的花是原始的, **两侧对称**及**不对称**的花是次生的。
- (11) **下位花** (子房上位) 是原始的, **周位花**较高级, **上位花** (子房下位) 最高级。
- (12) **心皮离生**, 雌蕊群由很多心皮组成是原始的; **心皮合生**, 而且有定数的是次生的。

- (13) **胚珠多数**是原始的, **胚珠少数**是次生的。
- (14) **中轴胎座**是原始的, **侧膜胎座、特立中央胎座**是次生的。
- (15) 种子**有胚乳**是正常的, 种子**缺乏胚乳**是次生性状。
- (16) **管胞**是原始的, **导管**是次生的。
- (17) **导管细胞狭而细长**是原始的性状, **短而宽**是高级的。

三、被子植物的分类

目前主要的分类系统有：**恩格勒系统**（德国）、**哈钦松系统**（英国）、**塔赫塔间系统**（俄罗斯）、**克朗奎斯特系统**（美国）和**APG系统**等。

客观地反映植物界的亲缘关系和演化关系

本教材按照传统方式，把被子植物首先划分为**双子叶植物纲**和**单子叶植物纲**。

▲ **双子叶植物纲和单子叶植物纲的区别。** (p272 表11-1)

双子叶植物纲	单子叶植物纲
1. 花常为四或五基数	1. 花常为三基数
2. 花粉常为三沟孔	2. 花粉常为单孔或散孔
3. 种子常具 2 枚子叶	3. 种子常为 1 枚子叶
4. 植物体常有发达主根	4. 植物体多有须根
5. 茎内维管束排成圆筒状	5. 茎内维管束散生
6. 具形成层	6. 无形成层
7. 叶常具网脉，无叶鞘	7. 叶常具平行脉或弧形脉，具叶鞘

第二节 双子叶植物纲

双子叶植物纲包括**48目**约**294科**,可进一步划分为**原始花被亚纲(离瓣花亚纲)**和**合瓣花亚纲**。

(单子叶植物纲含**14个目**,**50科**)

单子叶植物

种子



一片子叶

叶



平行脉

茎



分散的维管束

根



须根系

花



花瓣基数为 3

双子叶植物



两片子叶



网状脉



筒状的维管束



直根系



花瓣基数为 4 或 5

一、原始花被亚纲

1. 木麻黄科

乔木或灌木。小枝具节,纤细。叶退化成鳞片状,4~20环状轮生成鞘状。花单性,同株或异株;雄花轮生花序轴上,组成柔荑花序;雌花序头状。

4属,96种,作行道树及防风树,木材耐腐坚硬。



2. 木兰科

木本。树皮、叶和花有香气；**单叶互生，全缘**，托叶大；**花大，两性**，单生于枝顶或叶腋，**花被花瓣状，多轮**；雄蕊多数，分离，成熟心皮为**聚合蓇葖果**。

木兰科有**15**属约**250**种，分布于亚洲的**亚热带和热带**，我国有**11**属**100**余种。



广玉兰(木兰属)

3. 十字花科

草本；基生叶旋叠，茎上叶互生，少数对生，无托叶；花两性，辐射对称，常排成**总状花序**；萼片4，花瓣4，十字排列；雄蕊6，内轮4枚，较长，外轮2，较短；子房上位，由2心皮组成，1室，假隔膜把子房分为2室，胚珠多数；**长角果**或**短角果**，2瓣开裂；种子无胚乳。

油菜花



4. 蔷薇科

木本或草本，常有刺；单叶或复叶，互生；花两性，辐射对称；花萼分离或贴生于子房，萼片5；花瓣与萼片同数；雄蕊多数，花丝分离；果实各式：膏荚果、瘦果、梨果、核果，有些生于增大的肉质花托上。

根据花托的形态，花托与萼筒的关系，心皮数及分离或连合，与被丝托的关系，果实的形态本科分为4个亚科：

- ① 绣线菊亚科
- ② 蔷薇亚科
- ③ 苹果亚科
- ④ 梅(李)亚科

被丝托：很多蔷薇科植物的花托中央部分向下凹陷并与花被、花丝的下部愈合形成盘状、杯状或壶状的结构。

检索表:

- 1. 果实为开裂的蓇葖果，稀蒴果；心皮 1~5(~12)；托叶或有或无 绣线菊亚科
- 1. 果实不开裂，全有托叶。
 - 2. 子房下位、半下位，稀上位；心皮(1)2~5，多数与杯状花托内壁连合；梨果或浆果状，稀小核果状 苹果亚科
 - 2. 子房上位，少数下位。
 - 3. 心皮常多数；瘦果；萼宿存；常具复叶，极稀单叶 蔷薇亚科
 - 3. 心皮常为 1，少数 2 或 5；核果；萼常脱落；单叶 李亚科

绣线菊亚科：果为开裂之蓇葖果

蔷薇亚科：子房上位；瘦果

苹果亚科：子房下位；梨果

李亚科：子房上位；核果

5. 豆科

木本或草本，单叶或复叶，**常具叶枕和托叶**；**花两性**，辐射对称到两侧对称；萼片5，分离或连合；花瓣5，离生；雄蕊多数至定数，分离或合生，常成两体；**子房上位**，心皮1个；**荚果**。**有花植物第三大科**，含550属13000余种。



豆科下划分为①含羞草亚科、②苏木(云实)亚科和③蝶形花亚科。

定距检索表：

1、花朵对称排列

2、花冠为**蝶形花冠**，呈现下降复瓦状排列、、、蝶形花亚科

2、**假蝶形花冠**，呈上升复瓦状排列、、、苏木亚科

1、花为辐射状排列为**辐射状**排列、、、含羞草亚科



二、合瓣花亚纲

6. 菊科

草本、灌木或藤本;叶互生,无托叶;头状花序,托以1或多层总苞片组成的总苞;在头状花序中的花有同型的,即全部为管状花或舌状花,或为异型的,即外围为舌状花,中央为管状花;萼片变态为冠毛状、刺状或鳞片状;花冠合瓣成管状、舌状、二唇形、假舌状或漏斗状,4或5裂;雄蕊4或5,着生于花冠管上,花药从侧面合生成筒状(聚药雄蕊);子房下位,1室;瘦果。

本科约1100属20000多种,是被子植物中最大的科。

根据组成头状花序小花的花冠和植物体是否有乳汁,可以把菊科划分成两个亚科:

①筒(管)状花亚科

②舌状花亚科

筒(管)状花亚科: 组成头状花序的小花有同形的,也有异形的,但**盘花花冠非舌状**。植物体不具乳汁。(包括了菊科绝大多数的属种)

舌状花亚科: 头状花序为**同形的舌状花**,叶互生;植物体有乳汁。

第三节 单子叶植物纲

草本或稀为木本，须根系，散生中柱，无永久性形成层；叶脉通常为平行脉或弧形脉；花通常为3基数；胚具1顶生子叶。含14个目，50科。

(双子叶植物纲含48目约294科)

单子叶植物

种子



一片子叶

叶



平行脉

茎



分散的维管束

根



须根系

花



花瓣基数为3

双子叶植物



两片子叶



网状脉



筒状的维管束



直根系



花瓣基数为4或5

1. 百合科

草本, 具**根茎**、**鳞茎**或**块茎**; **单叶互生**; 花序通常为**总状**; **花两性**, **辐射对称**; **花被常6枚, 2轮**; **雄蕊6**; **子房上位**, 通常**3室**为**中轴胎座**, 少有**1室**而为**侧膜胎座**, **蒴果**或**浆果**, **胚乳肉质**。



葱



百合

2. 禾本科

草本或木本。须根；通常具根茎，地上茎特称为秆；秆通常圆柱形，具显著而实心的节；单叶互生，具叶片和叶鞘，平行脉；叶片与叶鞘连接处常见叶舌，两侧常见叶耳；花小，花几无柄，生于特化为外稃的苞片和特化为内稃的小苞片之间。

约660属近10000种(第四大科)。

分为①竹亚科及②禾亚科2个亚科。

竹亚科：秆木质化，**灌木、乔木或藤本状**；秆节间通常中空，秆节隆起，具有明显的秆环。

禾亚科：**草本**，秆为草质，或木质；秆生叶即是普通叶，具明显的中脉，通常**无叶柄**，也不易自叶鞘上脱落。



3. 棕榈科

乔木或灌木，**茎通常不分枝**，单生或丛生，直立或攀缘，常覆以残存的老叶柄基或留下叶痕；**叶通常较大**，全缘或羽状、掌状分裂；叶柄基部常扩大成为具纤维的鞘；**花小**，具苞片或小苞片，辐射对称，两性或单性，同株或异株，聚生成分枝或不分枝的肉穗花序，并为一至多枚大形的佛焰状总苞包着，生于叶丛中或叶鞘束下；**花被片6**；雄蕊6，2轮；子房上位；浆果、核果或坚果，**外果皮常纤维质**。



棕竹



椰子

4. 兰科

陆生、附生或腐生草本；陆生及腐生的具须根、根茎或块茎，附生的具有肥厚根被的气生根；叶通常互生。花通常两性，两侧对称，花被片6枚，2轮。雄蕊与雌蕊合生成合蕊柱。蒴果，种子极多，微小，无胚乳，胚小而未分化。

兰科约有753属20000种，主要产于热带地区。是单子叶植物最大的科，在有花植物中仅次于菊科而居于第二位。

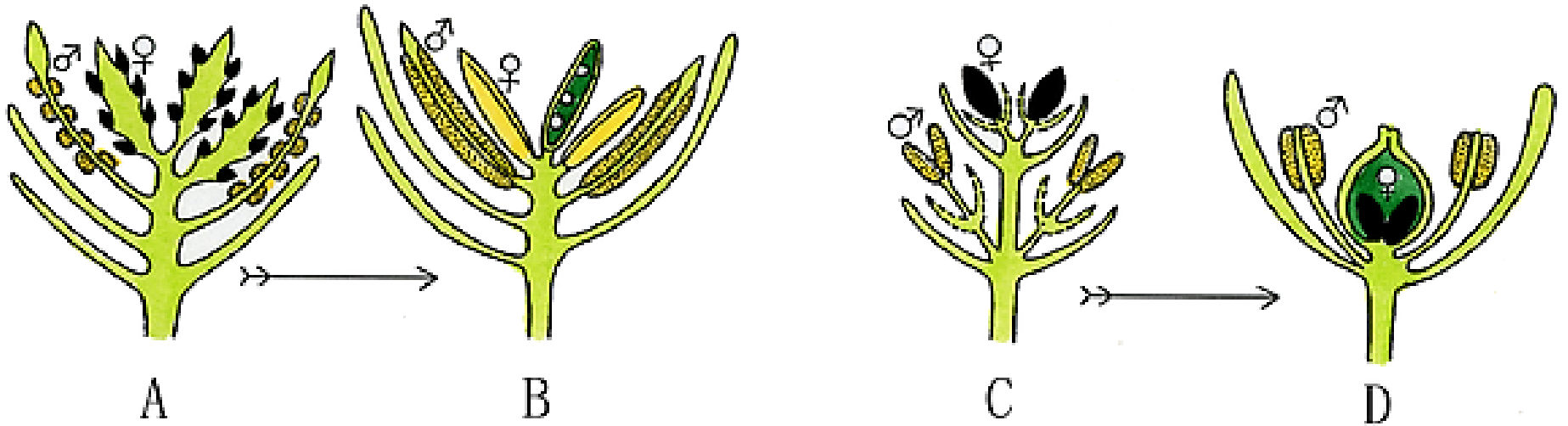
兰科植物是种子植物中最演化的类群之一，其花结构的特化和精巧，是风媒花所不能比拟的。兰科植物的花，是对昆虫传粉高度适应的结构。异花传粉是兰科植物的主要传粉方式。兰花结构在不同种类中千差万别，造成许多专性的传粉昆虫，其传粉方式也不是雷同的。



兰科植物产生种子的数量惊人，但**种子在果实开裂时, 并未分化完全**, 需待种子落在基质上, **与真菌共生**, 分解脂肪后才能继续发育。

被子植物起源假说：

花在被子植物的起源有过许多假说, 其中较具代表性的是“**真花说**”和“**假花说**”。



种子蕨两性

被子植物一

类似麻黄属雌雄

被子植物一

孢子叶球

朵两性花

同序的单性花

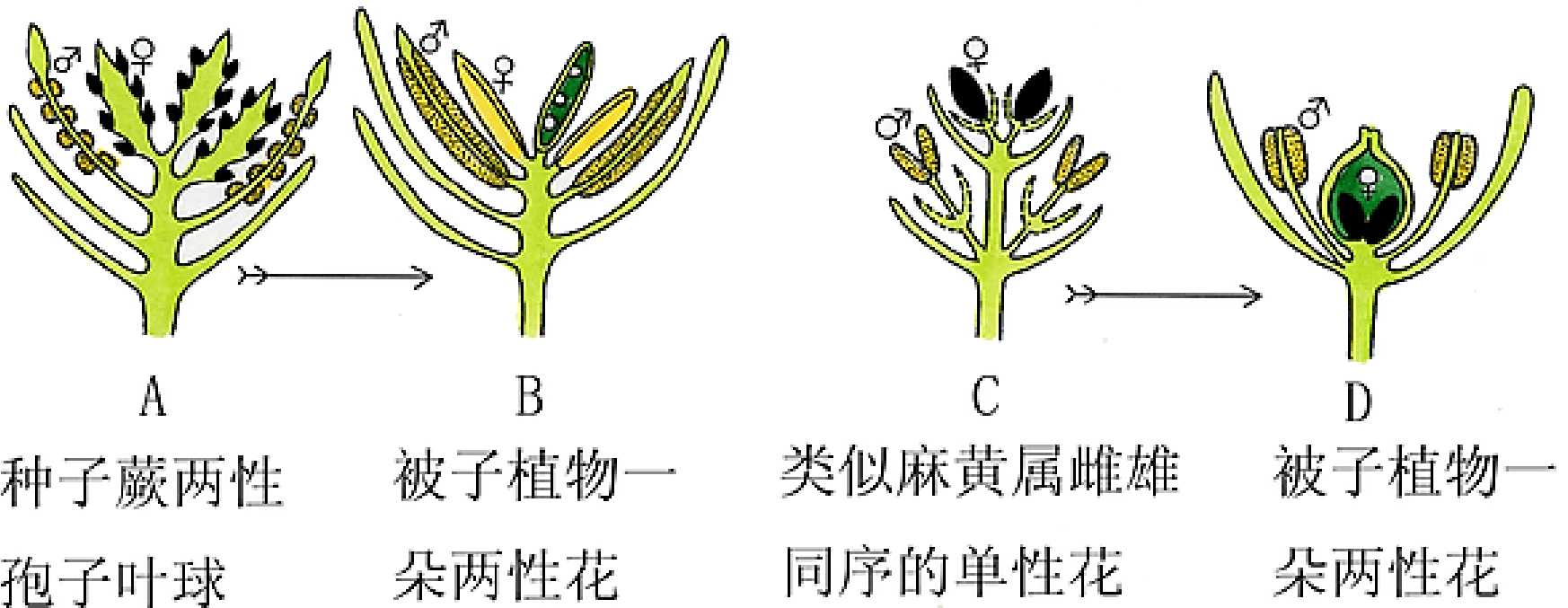
朵两性花

(1) 真花说:

认为被子植物的两性花是由种子蕨简单的两性孢子叶球发展而来, 两性花(木兰目)是原始的。

(2) 假花说:

认为被子植物的一朵花是由裸子植物的一个“花序”发展而来, 单性花(柔荑花序类)是原始的。



小 结

被子植物可以划分为双子叶植物和单子叶植物两纲，两纲植物种数比约为4:1。

在双子叶植物中，依据花瓣是否连合成花冠管，雄蕊着生在花托抑或花冠管上，珠被的层数划分为离瓣花类（原始花被类）和合瓣花类。通常，在离瓣花类花从无被、单被、同被到双被，雄蕊数目从不定数到定数，但均着生在花托上，珠被2层，而在合瓣花类中，花被均为双被，雄蕊定数，珠被1层。无被花，单被花以风媒传粉为主，而同被花和双被花以虫媒传粉为主。菊科植物以集合的头状花序、虫媒传粉、产生大量的果实、完善的传播结构成为种类最多的被子植物科之一。

在单子叶植物中，花被从非常简化的禾本科、莎草科植物，到具有复杂结构的兰科植物的花，体现了从风媒到虫媒的变化。禾本科和莎草科是最大的风媒传粉类群，而兰科植物则是最大的虫媒传粉类群。

被子植物系统是以各自建立的系统发育理论，以亲缘关系为纽带，排列被子植物科的，是没有被完全证实的自然系统，无论是恩格勒系统或多心皮系统均如此。吴征镒等提出的八纲系统在本质上与多心皮学派是一致的。张宏达种子植物系统把现存的裸子植物、被子植物和已灭绝的种子蕨、前种子植物联结起来，提供了种子植物系统研究的新思路。

被子植物起源的核心问题是被子植物起源的时代，起源的中心和它的祖先类群，这些问题一直是植物学界和古植物学界争论最多的问题。辽宁古果被证实是早白垩世植物。关于起源地点则有“北极起源说”、“热带起源说”、“被子植物起源东亚中心假说”和“华夏植物区系起源说”等不同观点。关于被子植物的祖先类群，主要学说有“假花学说”、“真花学说”和“种子蕨类起源说”等。