



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**



高等教育出版社



蔡泽坪

扫一扫二维码, 加我QQ。



小树

扫一扫二维码, 加入该群。

第四章 种子植物的 繁殖器官

1



种子包括**裸子植物**和**被子植物**。

被子植物也叫**显花植物**、**有花植物**，它们**拥有真正的花**，种子包被在果皮之内，形成果实。



被子植物具备 正真的花



花(花朵)：由**花冠**、**花萼**、**花托**、**花蕊**组成，胚珠有子房壁包被着。



裸子植物的**孢子叶球**没有形成真正的花

大孢子叶球(雌球花)



小孢子叶球(雄球花)

松树的花粉体积较大，但因为具有两个气囊，因此也能长时间飘散在空气中。





被子植物的花大多是异花传粉, 而且 是虫媒花。

被子植物具有果实

果实：由子房或花的其他部分（如花托、花萼等）参与发育而成的器官。一般包括果皮和种子两部分。



裸子植物的胚珠外面无子房壁发育成的果皮，种子裸露，仅仅被一鳞片覆盖起来，因此裸子植物只有种子，种子外只有种皮，但无果皮包被着，种子裸露，**不能形成果实。**



甜



洛浦观景 摄影



吐鲁番的葡萄

新疆哈密瓜



甜



第一节 花

第二节 雄蕊的发育和结构

第三节 雌蕊的发育

第四节 开花与传粉

第五节 受精作用

第六节 种子和果实

第七节 被子植物的生活史

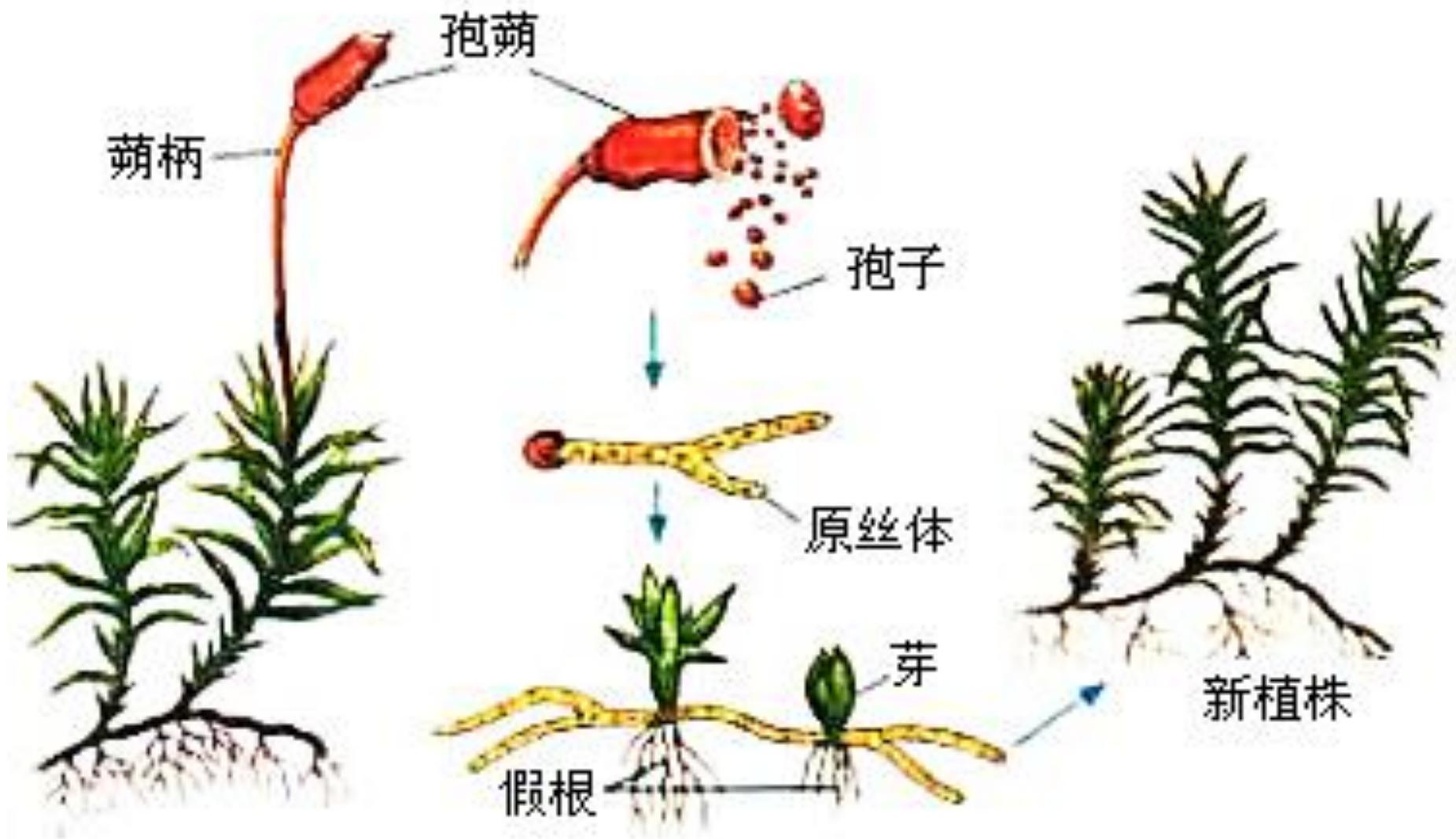
植物的繁殖是一种自然现象,为了维持种群的数量,植物必须通过各种繁殖方式来增加个体,保证种族的延续。这种由植物个体不断产生新个体的现象称为植物的**繁殖(propagation)**。



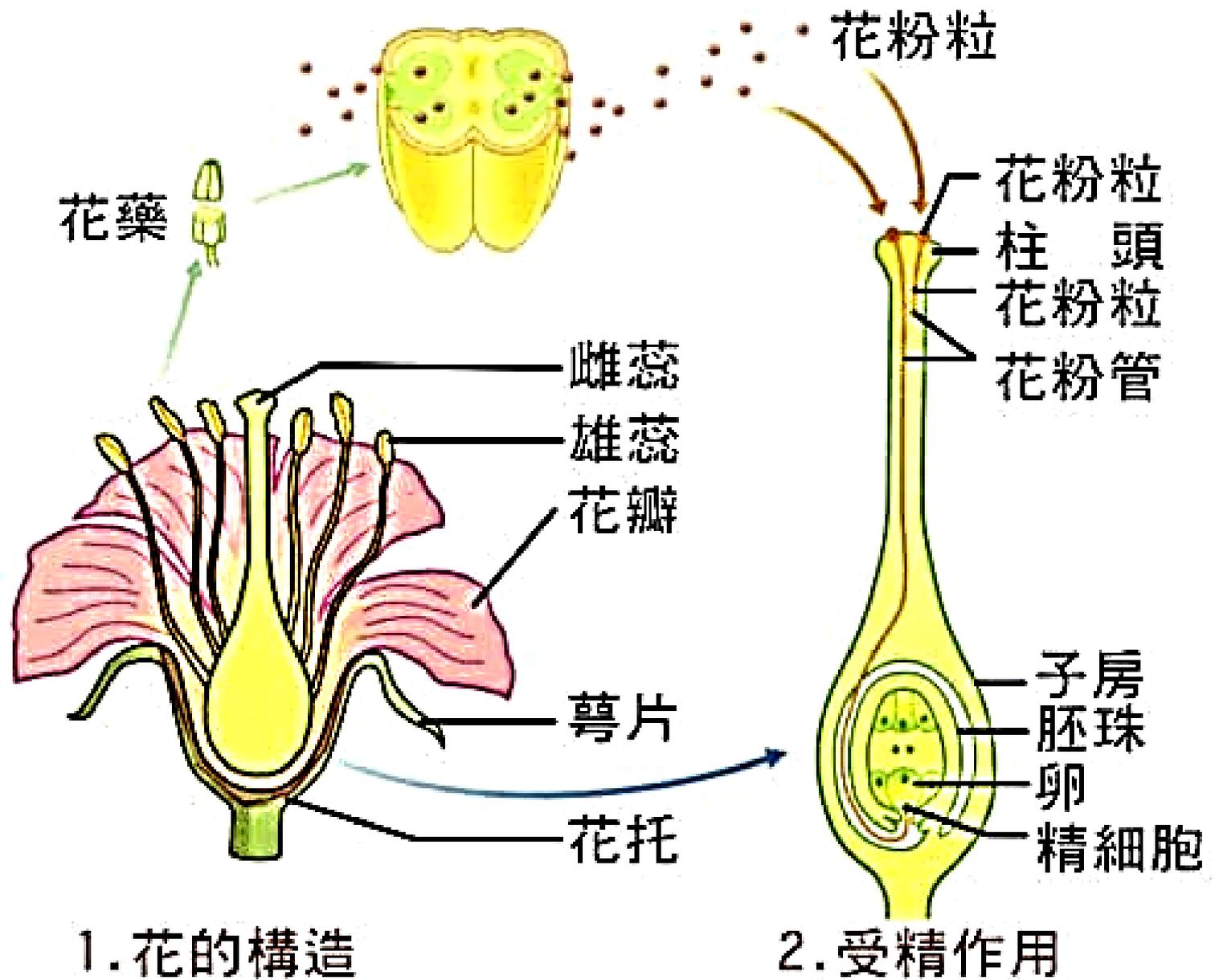
多肉植物的营养繁殖

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。



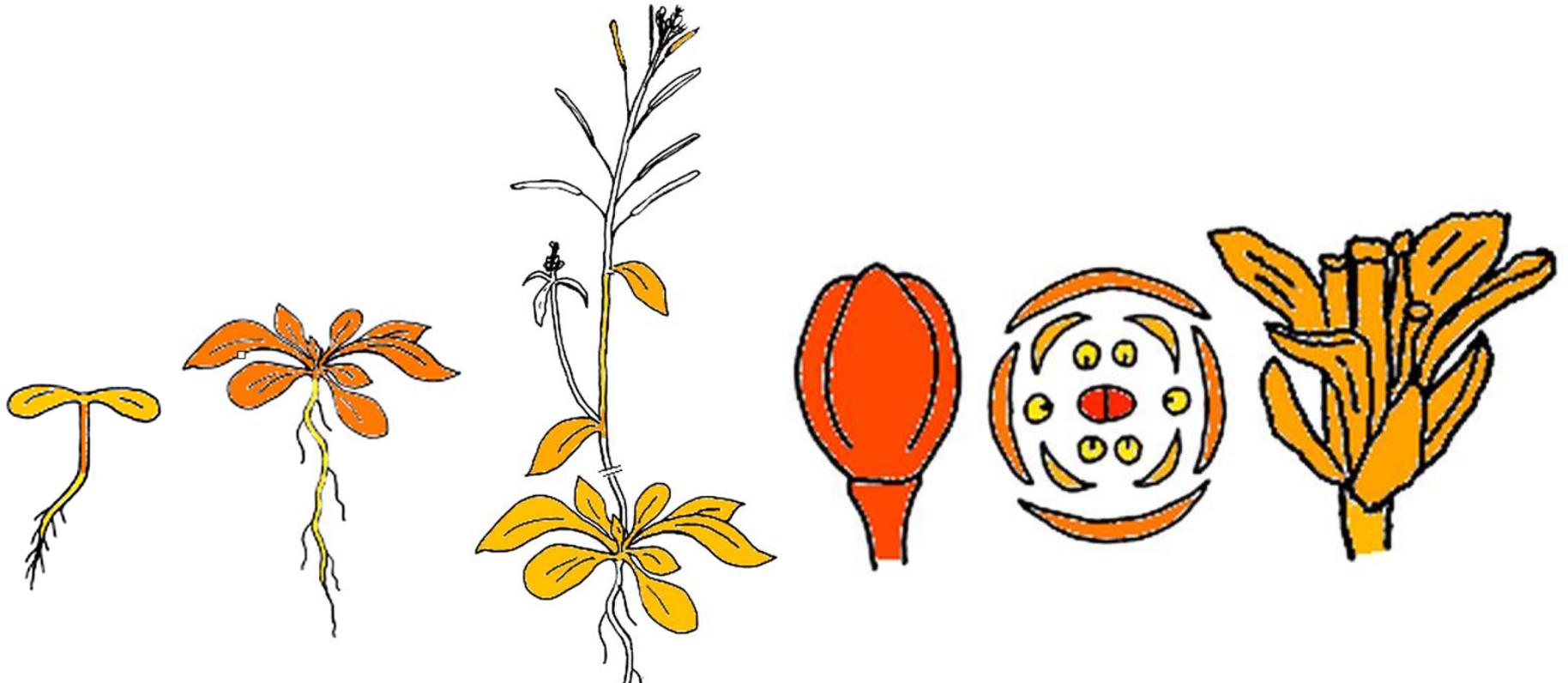
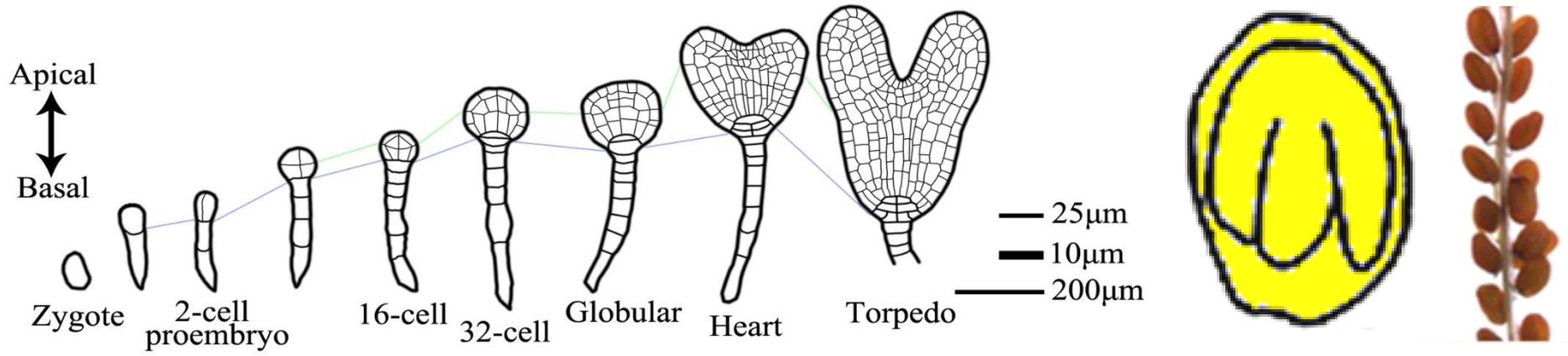
苔藓植物的无性生殖



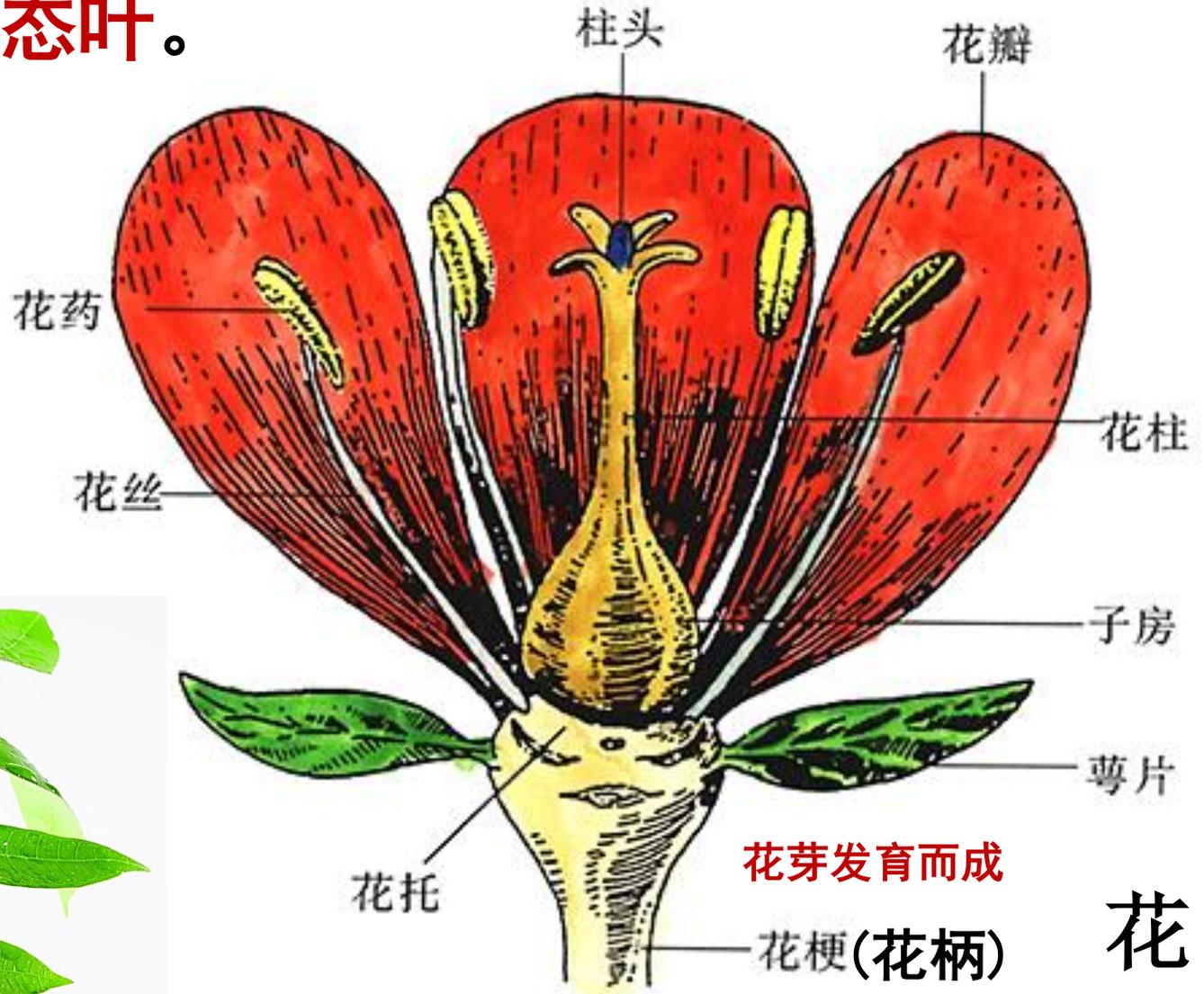
被子植物的有性生殖

第一节 花

种子植物的个体发育



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**。

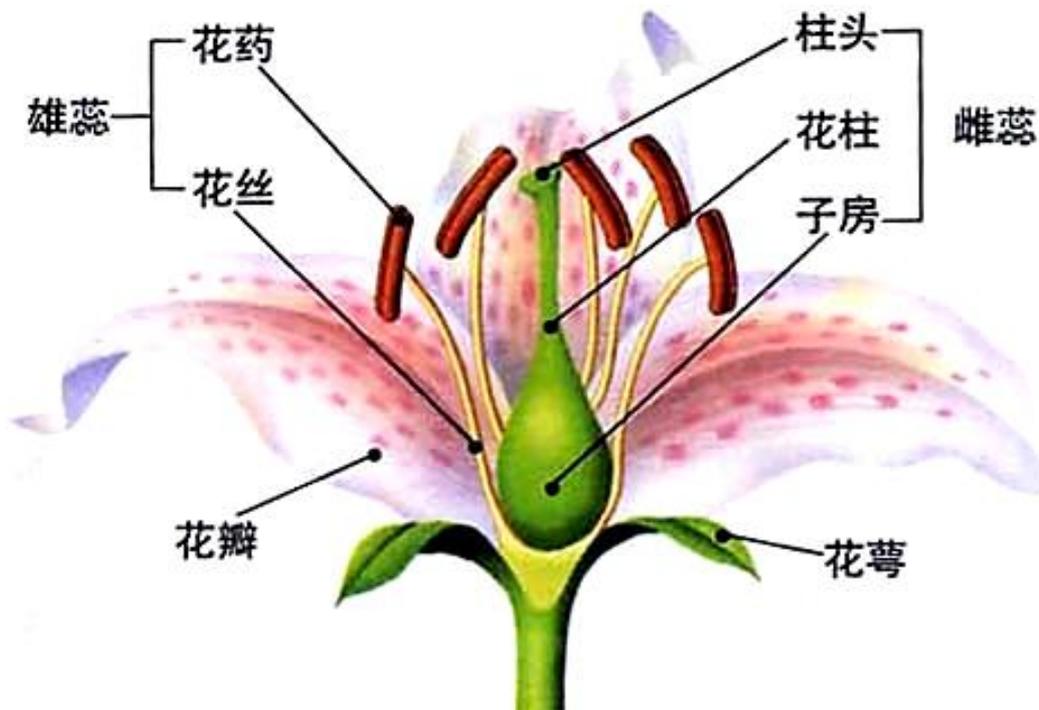


花芽发育而成

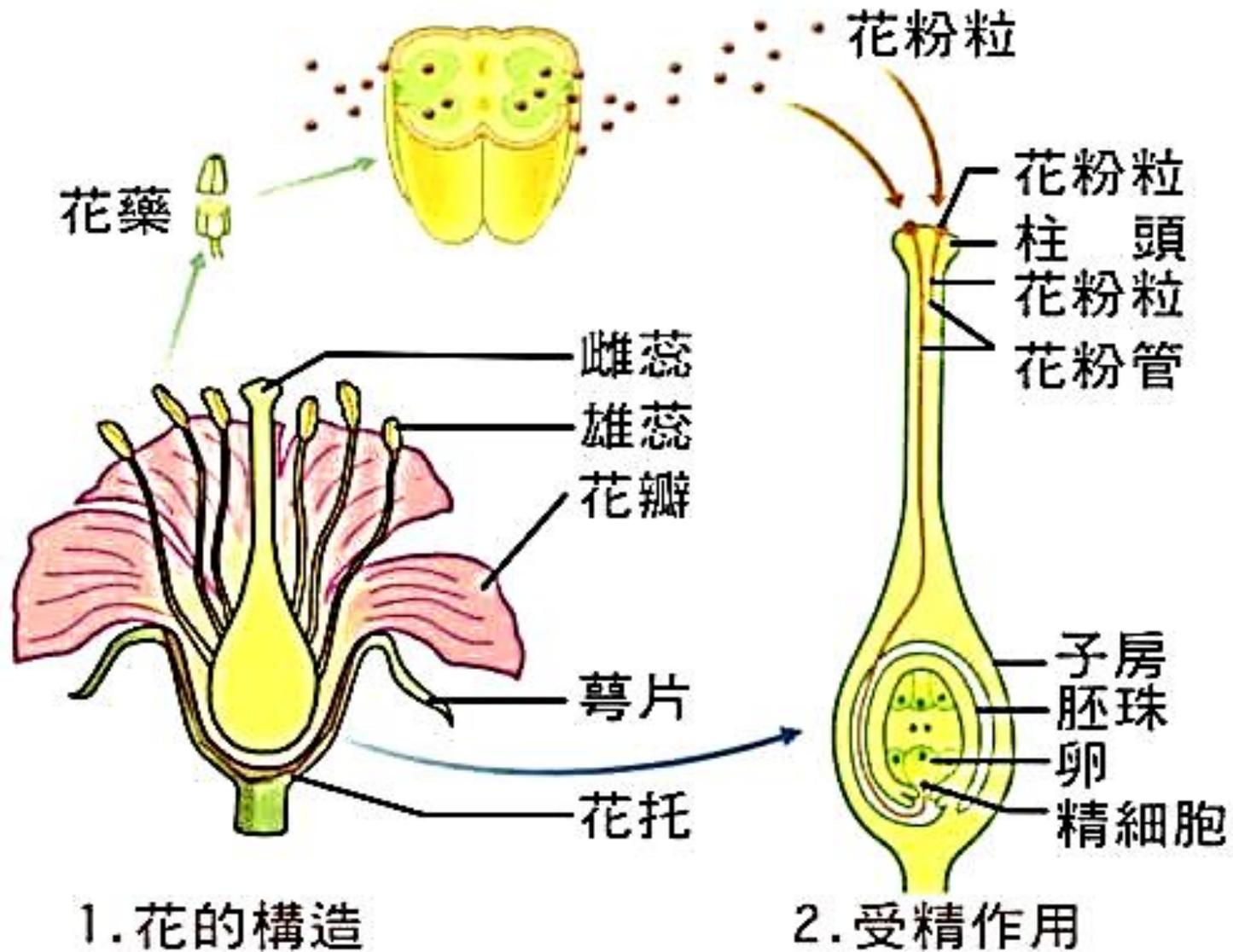
花

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。



一、花的形态和结构

花大小差异很大，大的如生在印度尼西亚的**大花草**，其花径达1m，重达9kg；小的如**无根萍**花径不过0.1mm。

无根萍为种子植物中体型最小的一种

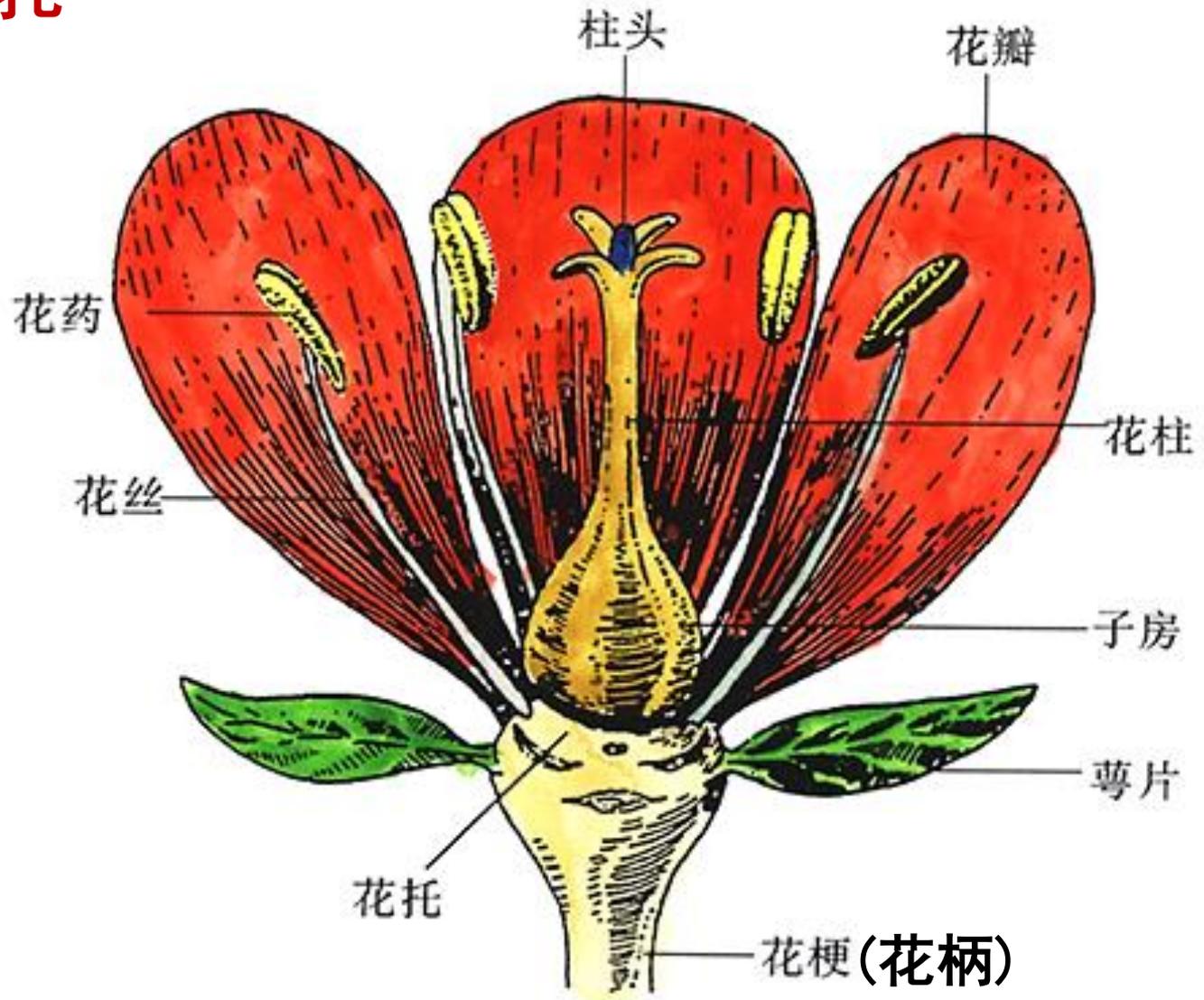


大花草



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



1. 花柄 (pedicel)和花托 (receptacle)

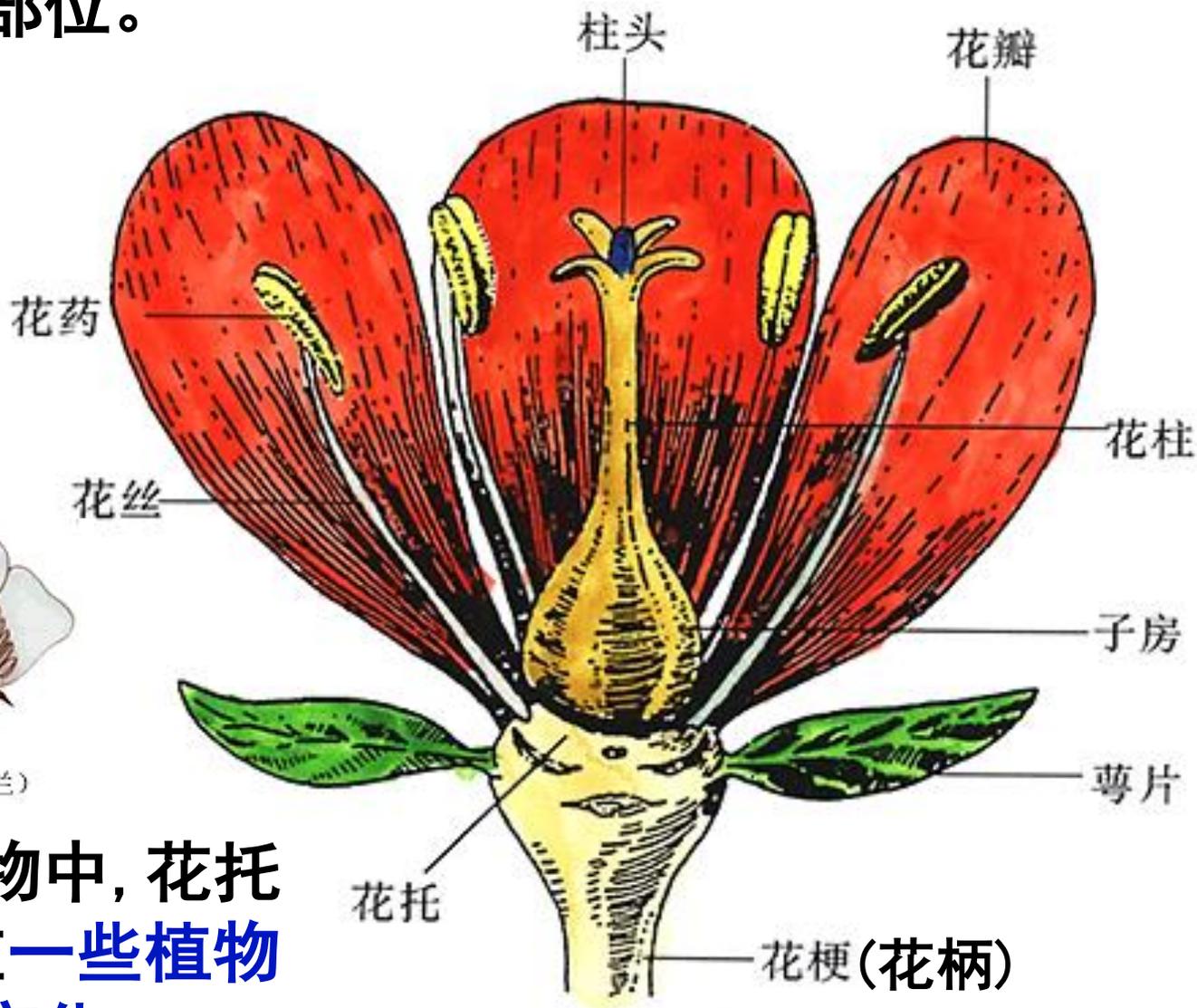
花柄(花梗)：着生花的小枝, 它将花朵展布于一定的空间位置, 也是花与茎连接的通道。

花柄的结构与茎相同, 表皮内有维管系统, 当果实形成时, 花柄发育为果柄。

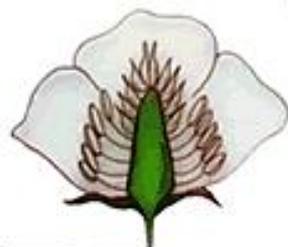


花柄
(花梗)

花托： 位于花柄顶端，是花萼、花冠、雄蕊、雌蕊着生的部位。



盘状 (柑桔)



圆柱状 (木兰)

在多数植物中，花托稍微膨大，但在一些植物中形状会发生变化。

草莓的花托肉质 化隆起呈圆锥形。

花中间突起的部分就是
上面长满了子房的花托

红色的
是膨大的
花托

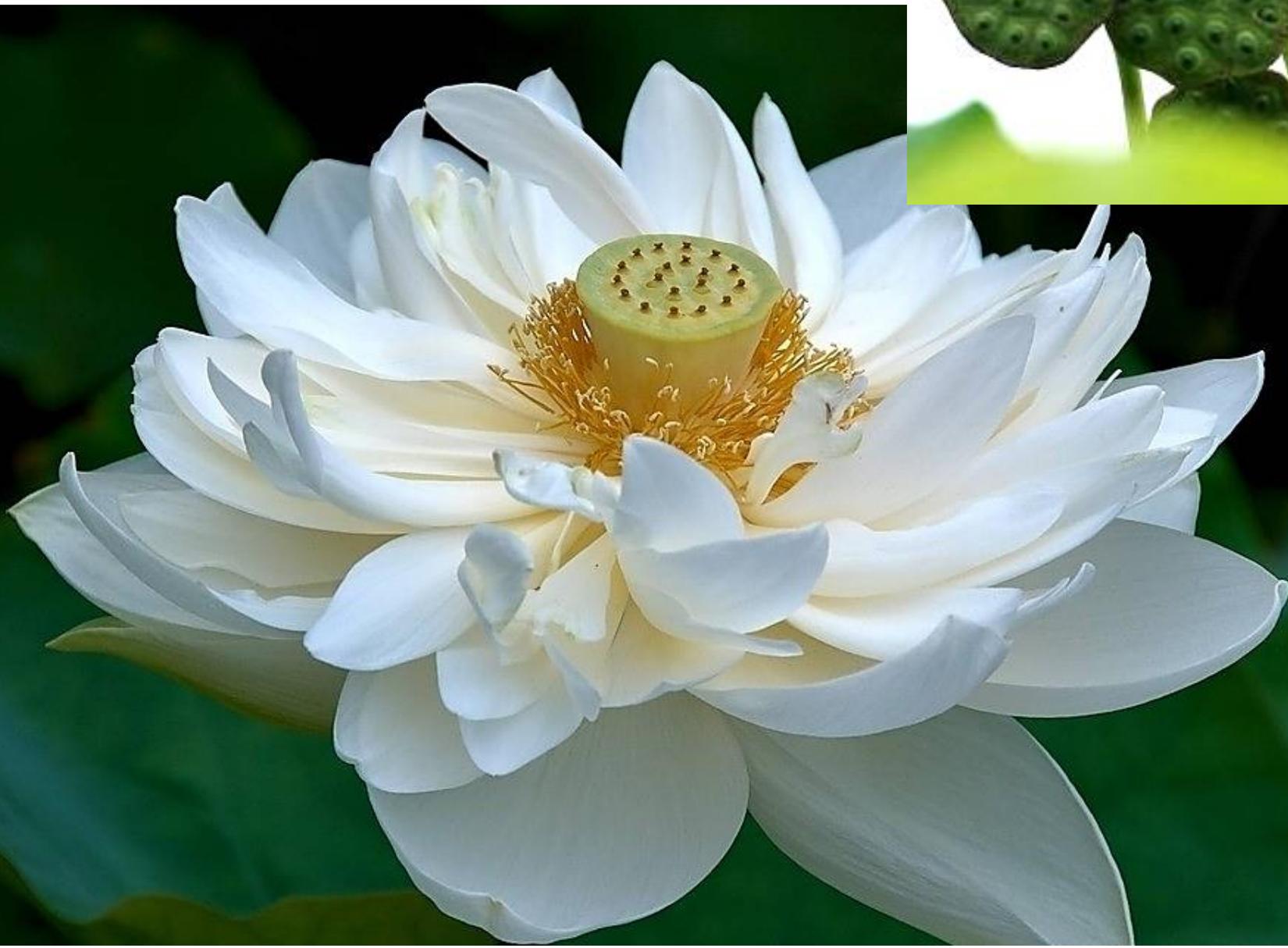
一个瘦果

又一个瘦果

它们在一起称作**聚合果**



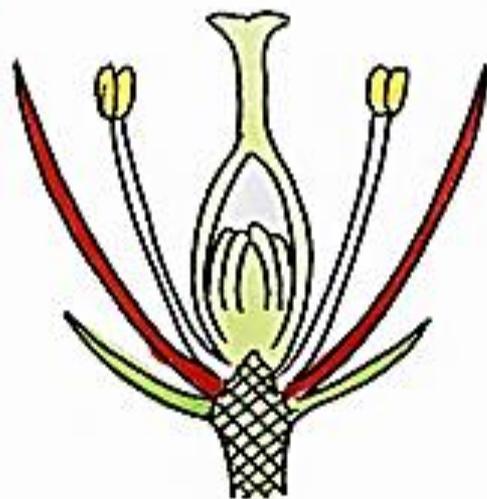
莲的花托膨大呈倒圆锥形。



几种不同的花托

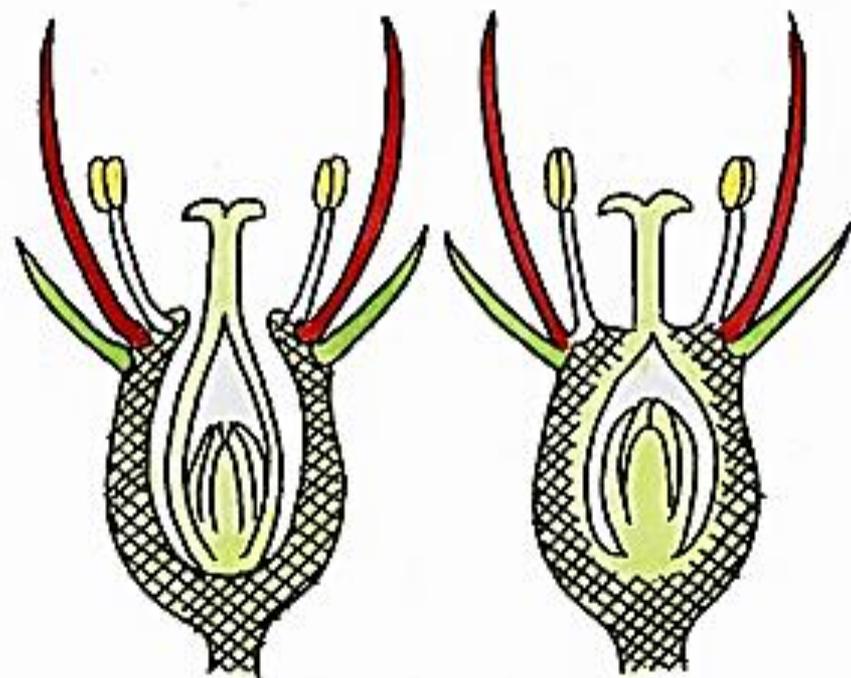


圆锥形花托



圆顶形花托

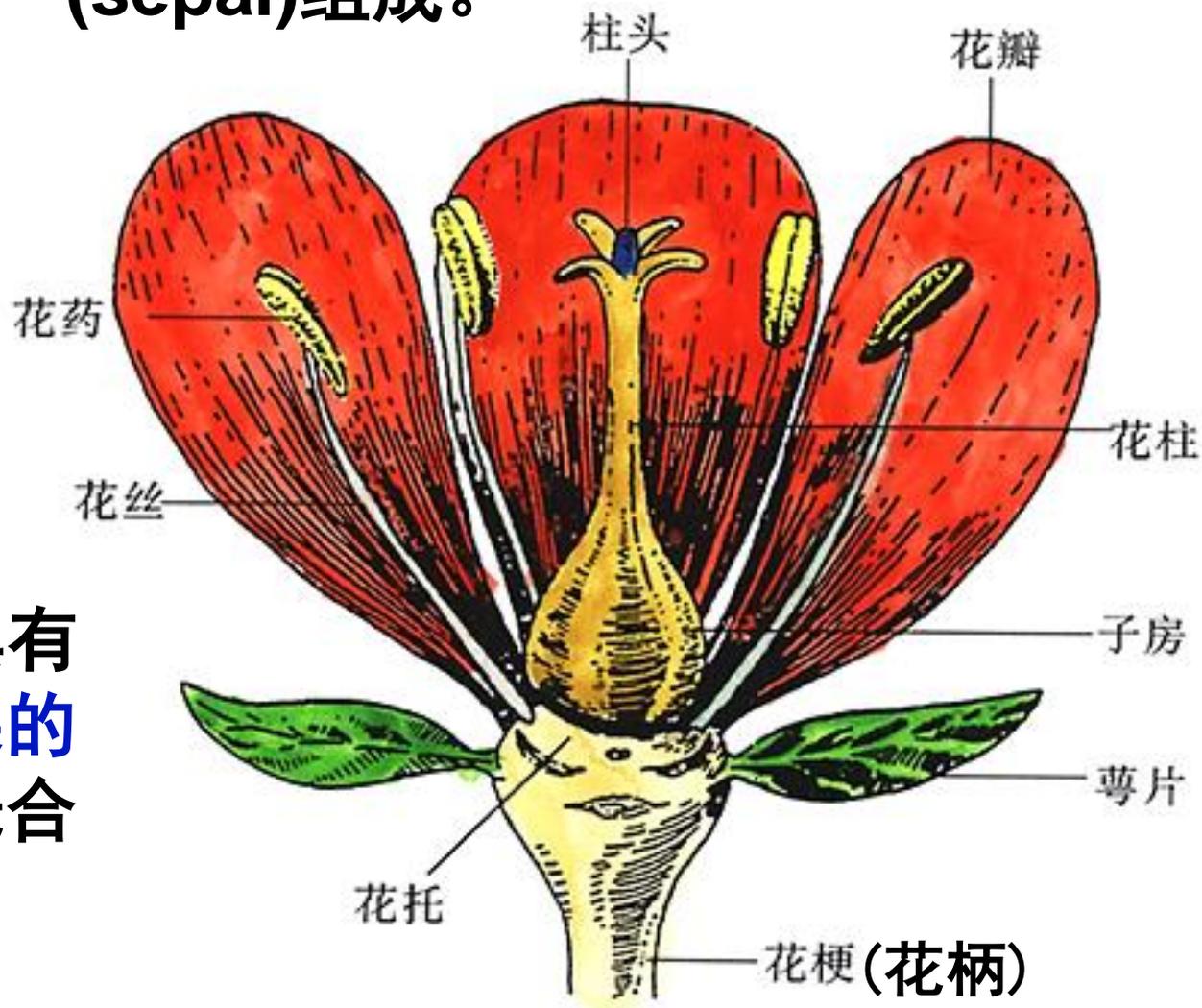
(有网线的部分是花托)



凹顶形花托

2. 花萼 (calyx):

花萼 (calyx): 位于花的最外轮，由若干萼片 (sepal)组成。



花萼一般具有保护幼花、幼果的功能，并兼行光合作用。

萼片各自分离的称**离萼**；萼片彼此连合的称**合萼**，合萼下端的连合部分为**萼筒**，上端的分离部分为**萼裂片**（**萼檐**）。



有些植物的萼筒下端向一侧延伸成管状的**距** (spur), 如飞燕草、凤仙花、旱金莲等。



鳳仙花



有的植物在花萼的外面还有一轮绿色的瓣片,称为副萼(accessory calyx)。



3. 花冠

花冠 (corolla): 花冠位于花萼内侧, 由若干花瓣 (petal) 组成, 排列为一轮或几轮。

花冠除了有保护内部的幼小雄蕊和雌蕊的作用之外, 主要是招引昆虫进行传粉。



花瓣也有分离或连合之分,前者称为**离瓣花**,后者称为**合瓣花**,合瓣花的每一裂片叫**花冠裂片(冠檐)**。

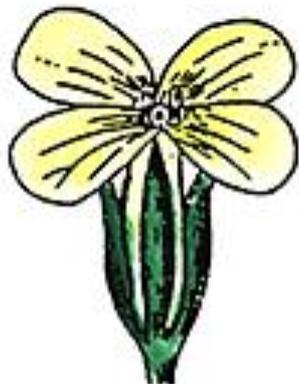
南瓜(合瓣花)

花冠裂片
(冠檐)

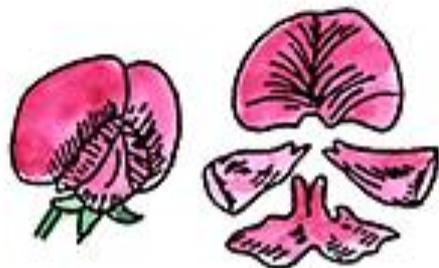


根据花瓣数目、形状及离合状态, 以及花冠筒的长短、花冠裂片的形态等特点, 通常分为下列主要类型:

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)



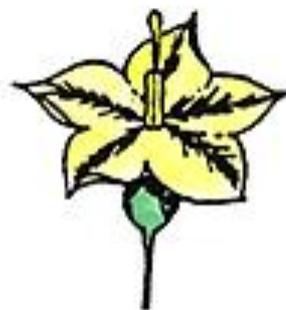
十字形花冠



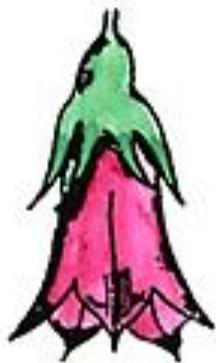
蝶形花冠



漏斗状花冠



轮状花冠



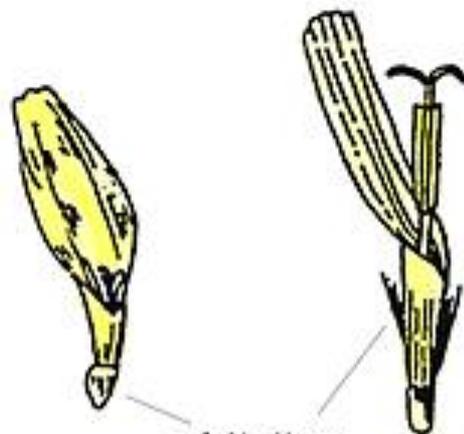
钟状花冠



唇形花冠



筒状花冠



舌状花冠

(左图具 3 齿, 如向日葵花序
周缘的花; 右图具 5 齿, 如蒲公英)

花冠的类型

十字形花冠——油菜花



蝶形花冠——豌豆花



漏斗状花冠——牵牛花



唇形花冠——水苏



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

双面对称(荷包牡丹)

英文名字: Bleeding Hearts: 滴血的心



罂粟科 荷包牡丹属

▲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



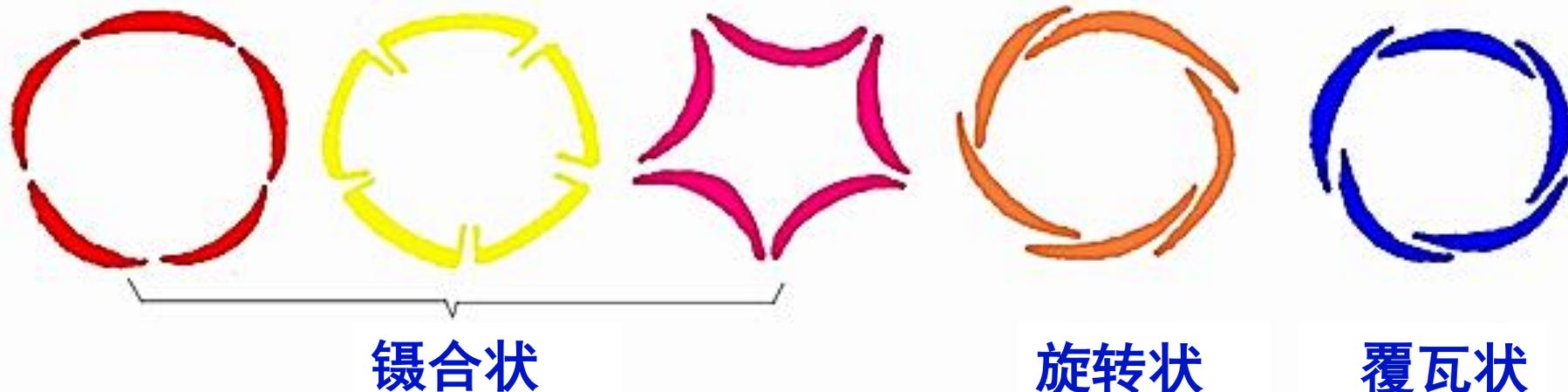
单被花

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。



花冠镊合状——番茄

花冠旋转状——鸡蛋花

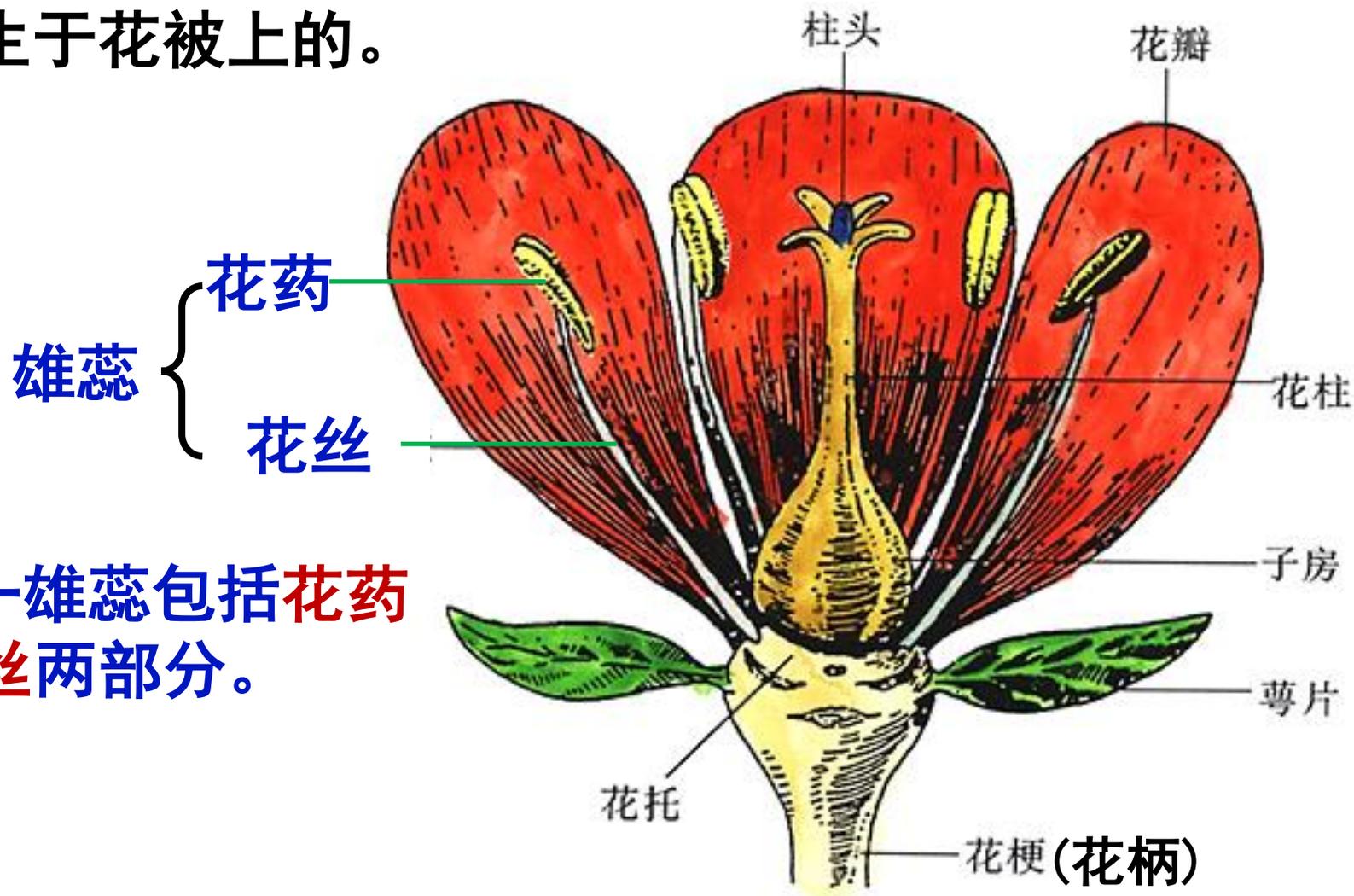


花冠覆瓦状——桃花



4. 雄蕊群

雄蕊群 (androecium): 是一朵花中雄蕊 (stamen) 的总称, 位于花被的内方, 一般直接生在花托上, 也有基部着生于花被上的。



每一雄蕊包括花药和花丝两部分。

莲雾 桃金娘科







雄蕊的**数目**类型变化很大：

▲雄蕊多而不定数

▲雄蕊少而有定数

四强雄蕊：油菜、萝卜等十字花科植物，花内含6枚雄蕊，其内轮的**4枚**花丝**较长**，外轮**2枚较短**，称为四强雄蕊。

二强雄蕊：益母草、夏至草等唇形科植物，以及泡桐、地黄等玄参科植物，它们的雄蕊**二长二短**，称为二强雄蕊。

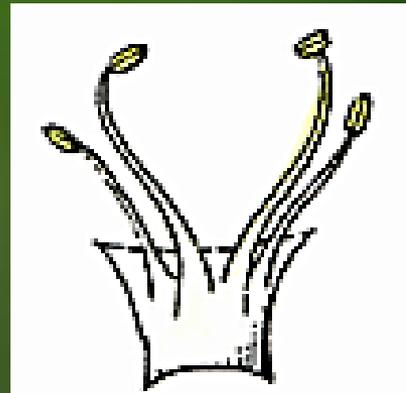
从演化的角度看，雄蕊多而不定数是比较原始的，少而有定数是经演化的形态。



十字花科拟南芥的花

四强雄蕊

地黄的花示二强雄蕊



二强雄蕊

金丝桃 藤黄科金丝桃属
(雄蕊多而不定数)



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

朱瑾 锦葵科



拍摄日期: 2016-04-23 16:44:13



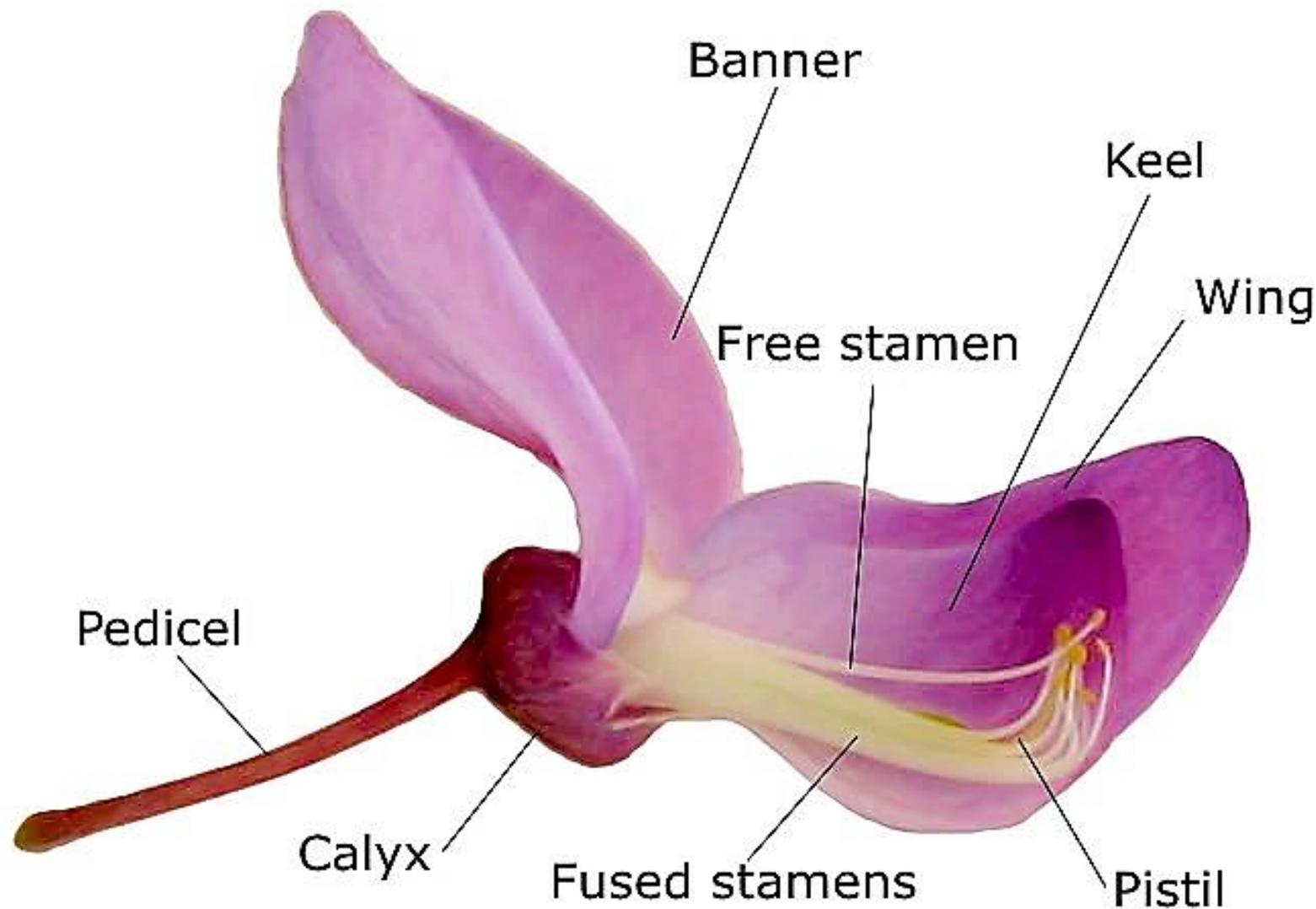
单体雄蕊

蜀葵 锦葵科蜀葵属

(单体雄蕊)



蝶形花科植物有10枚雄蕊，其中9枚花丝连合，1枚单生，形成**二体雄蕊**。





向日葵

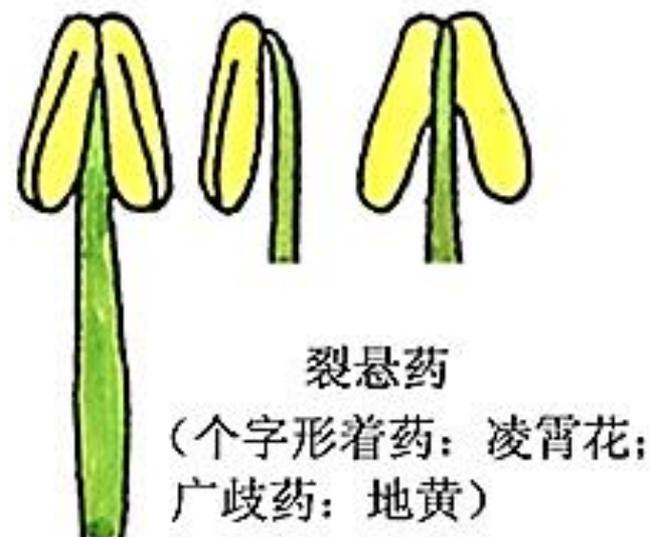
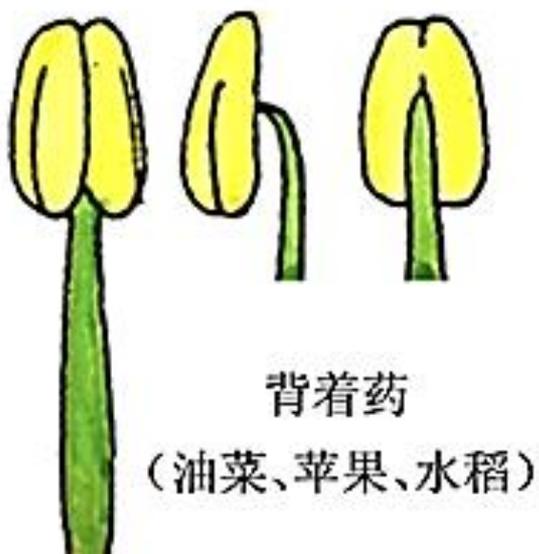
菊科植物的雄蕊，其花药聚生在一起，形成聚药雄蕊。

COPYRIGHT H.D. WILSON



花药着生方式：

底着药 (innate anther);
背着药 (dorsifixed anther);
个字着药 (裂悬药) 等。

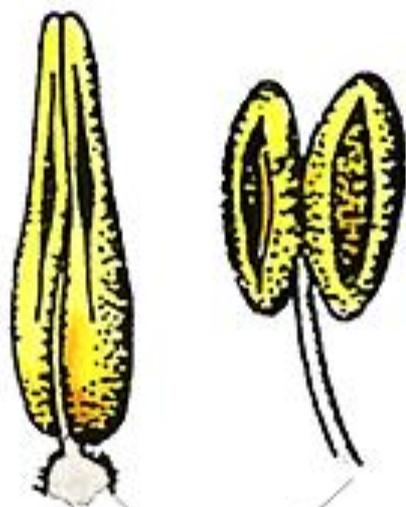


花药开裂的方式有：**纵裂**；**孔裂**；**瓣裂**等。

纵裂：花粉囊沿纵轴开裂。

孔裂：在花粉囊的上部裂开一孔。

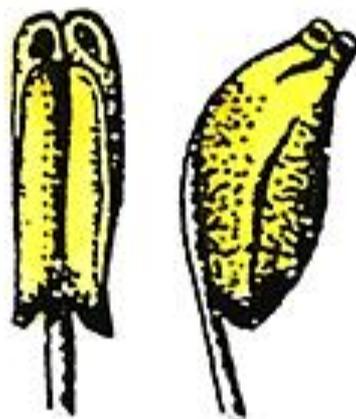
瓣裂：以一瓣片向上揭开。



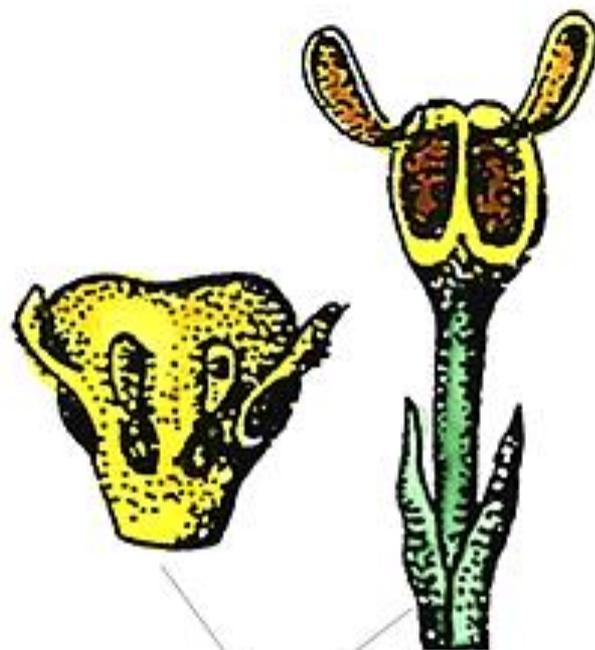
纵裂
(油菜、牵牛、小麦)



横裂
(木槿)



孔裂
(杜鹃、茄)

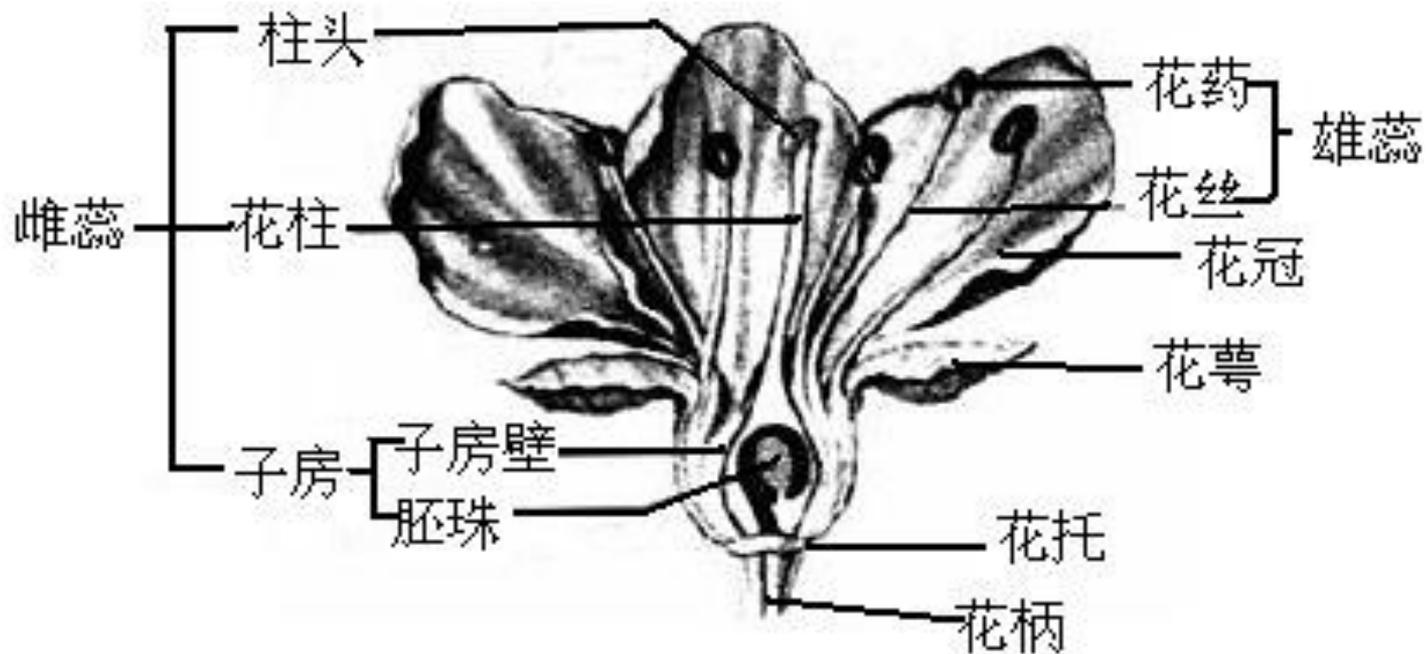


瓣裂
(樟、小檗)

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。



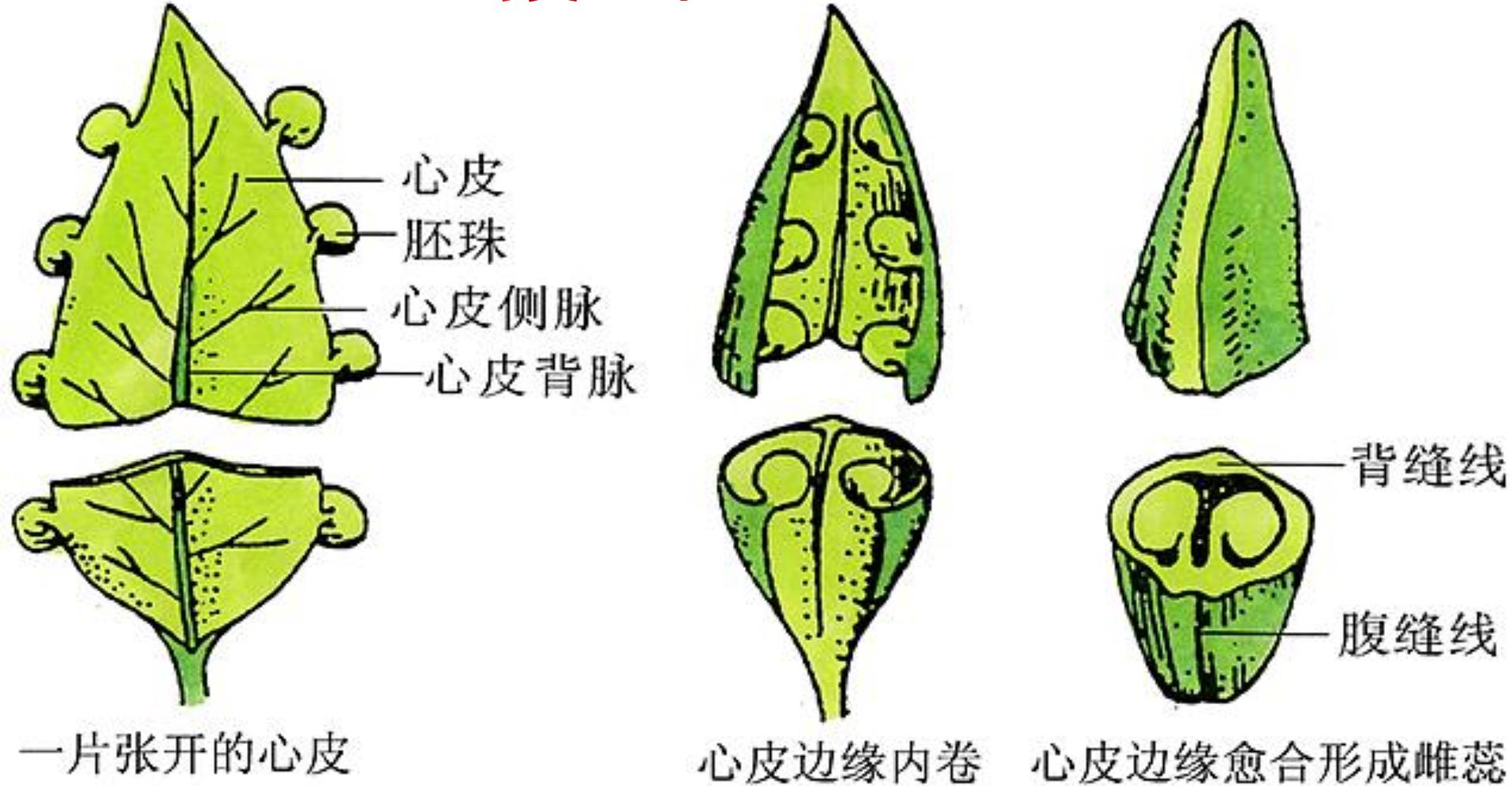
花的结构

金丝桃 藤黄科金丝桃属
(雌蕊合生)

雌蕊



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

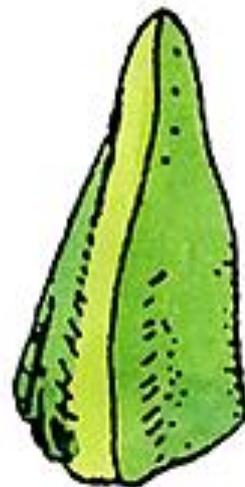
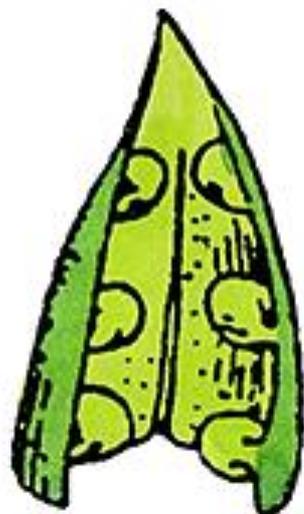


心皮发育成雌蕊的示意图

腹缝线：心皮边缘相接合处。

背缝线：心皮中央相当于叶片中脉的部位。

在腹缝线和背缝线处各有维管束通过，分别称为**腹束**和**背束**。



心皮边缘内卷

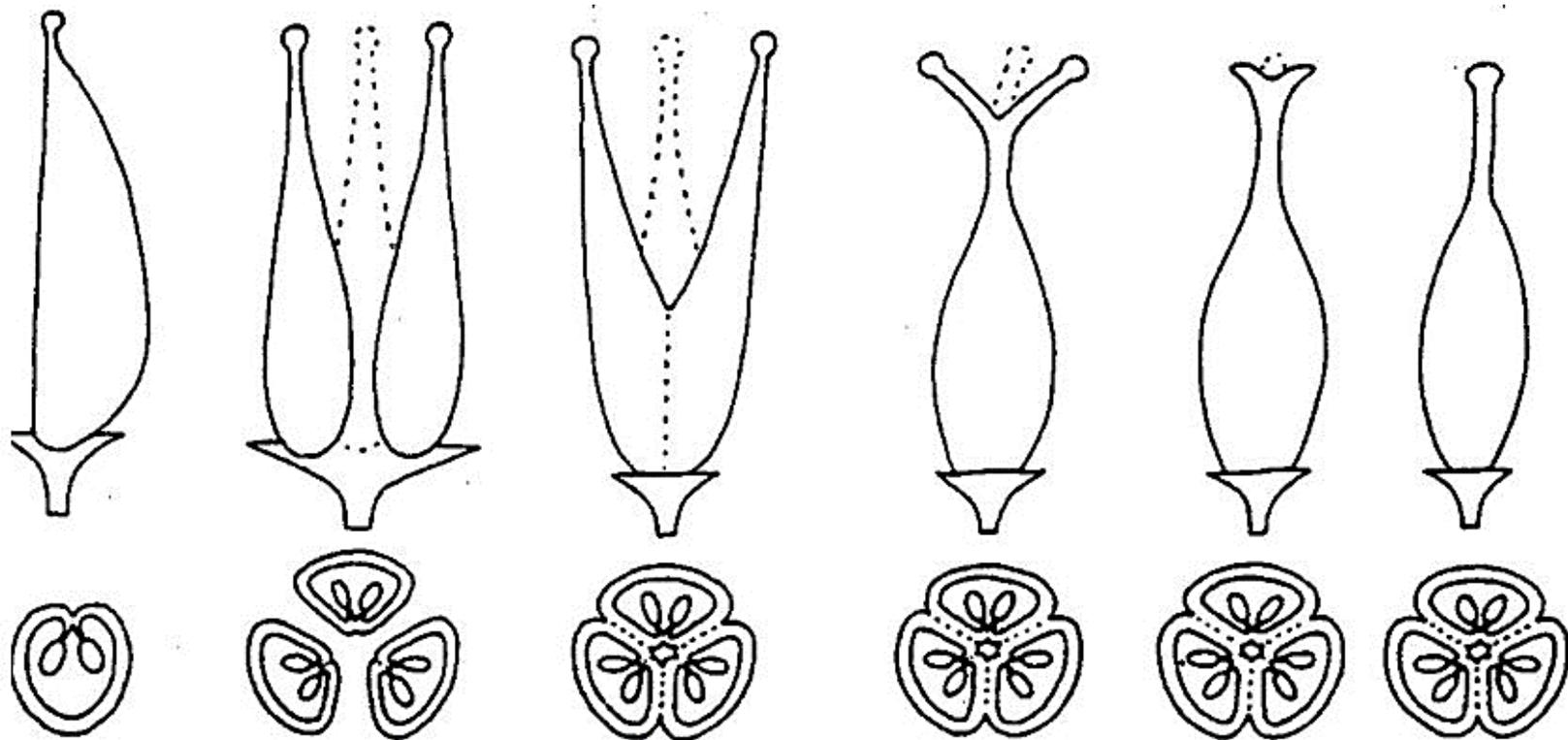
心皮边缘愈合形成雌蕊

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。

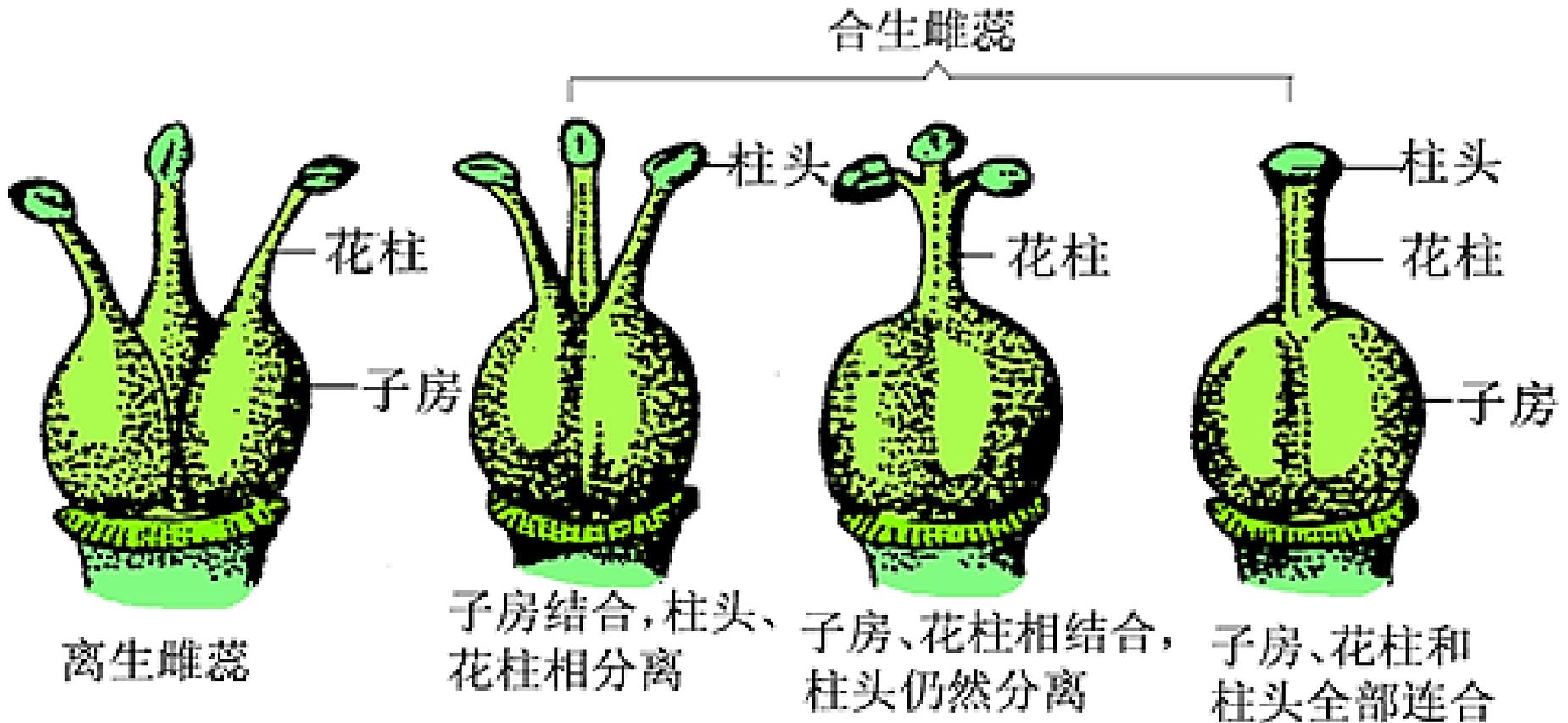
单雌蕊： 由一个心皮构成的雌蕊。

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。



合生雌蕊各部分结合的情况不同,有的子房、花柱和柱头全部结合;有的子房和花柱结合,而柱头分离;有的仅子房结合,而花柱、柱头都是分离的。



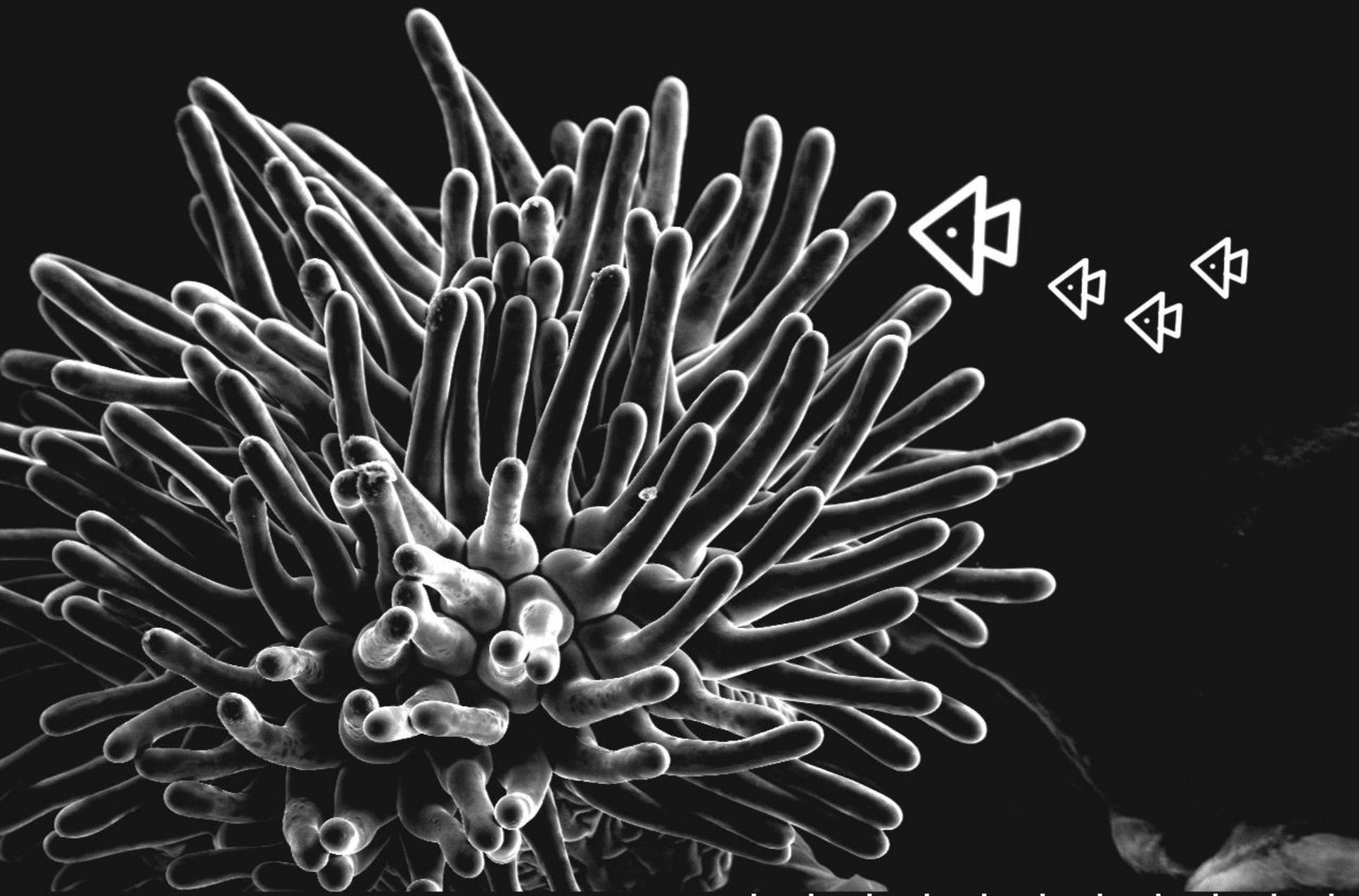
柱头：位于雌蕊的顶端，是承受花药的地方，一般膨大或扩展成各种形状。

花柱：柱头和子房的连接部分，也是花粉管进入子房的通道。

子房：雌蕊基部膨大的部分，是雌蕊的最主要部分，由子房壁(ovary wall)、胎座(placenta)、胚珠(ovule)组成。

子房的中空部分称为**室**(locule)。





S-3400 15.0kV 20.2mm x180 SE 6/16/2011

300um

胎座：着生胚珠的部位。

主要胎座式类型：

- (1) **侧膜胎座** (parieta placenta);
- (2) **中轴胎座** (axile placenta);
- (3) **特立中央胎座** (free central placenta);
- (4) **边缘胎座** (marginal placenta);
- (5) **顶生胎座**
- (6) **基生胎座**



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

各种不同的子房和胎座

单雌蕊，
单子房，
边缘胎座



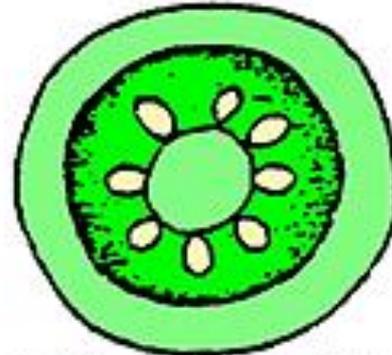
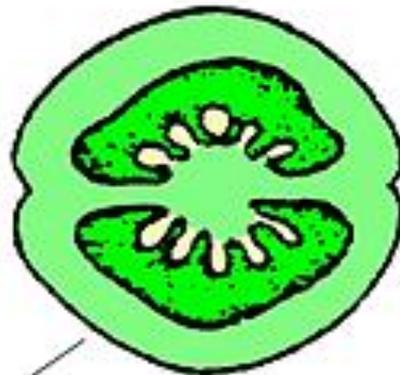
复雌蕊，离生雌蕊，
单子房，边缘胎座



复雌蕊，
合生雌蕊，
单室复子房，
侧膜胎座



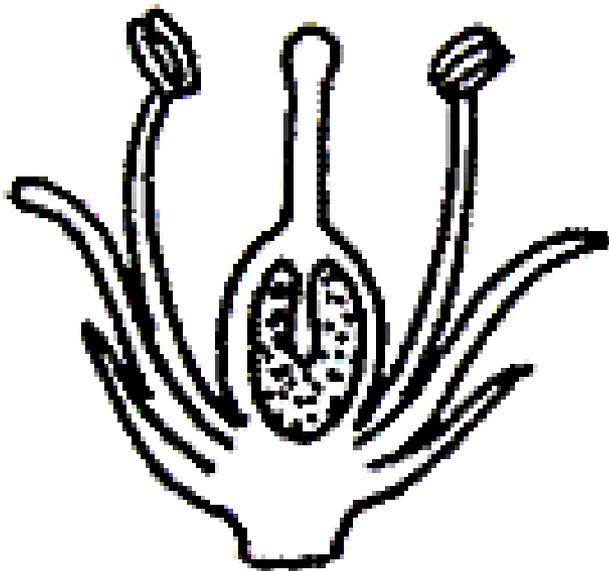
复雌蕊，合生雌蕊，
多室的复子房，中轴胎座



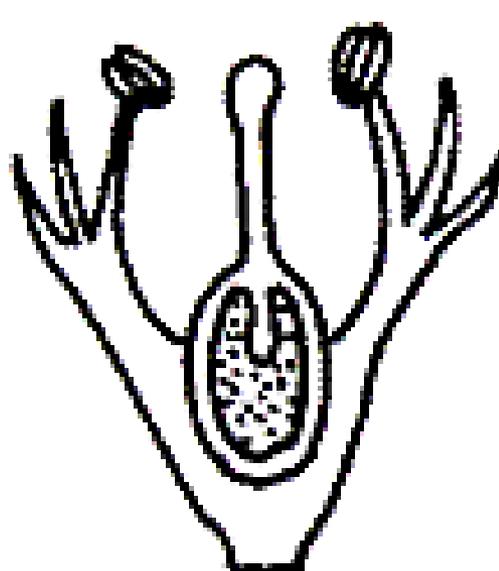
子房横断，示特立
中央胎座

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：

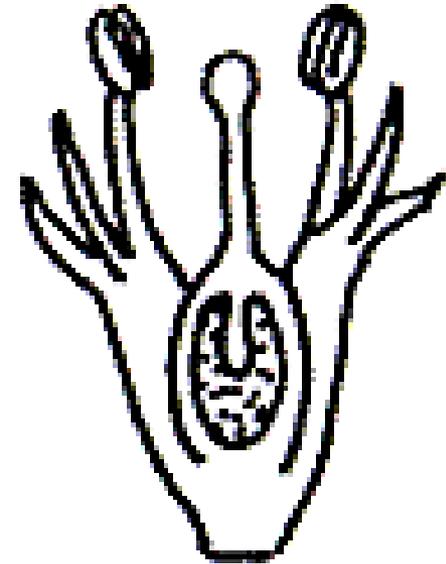
- ▲上位子房 (superior ovary)——下位花；
- ▲下位子房 (inferior ovary)——上位花；
- ▲半下位子房 (half - inferior ovary) ——周位花



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。

金丝桃 藤黄科金丝桃属
(雌蕊合生)

雌蕊

雄蕊



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)。

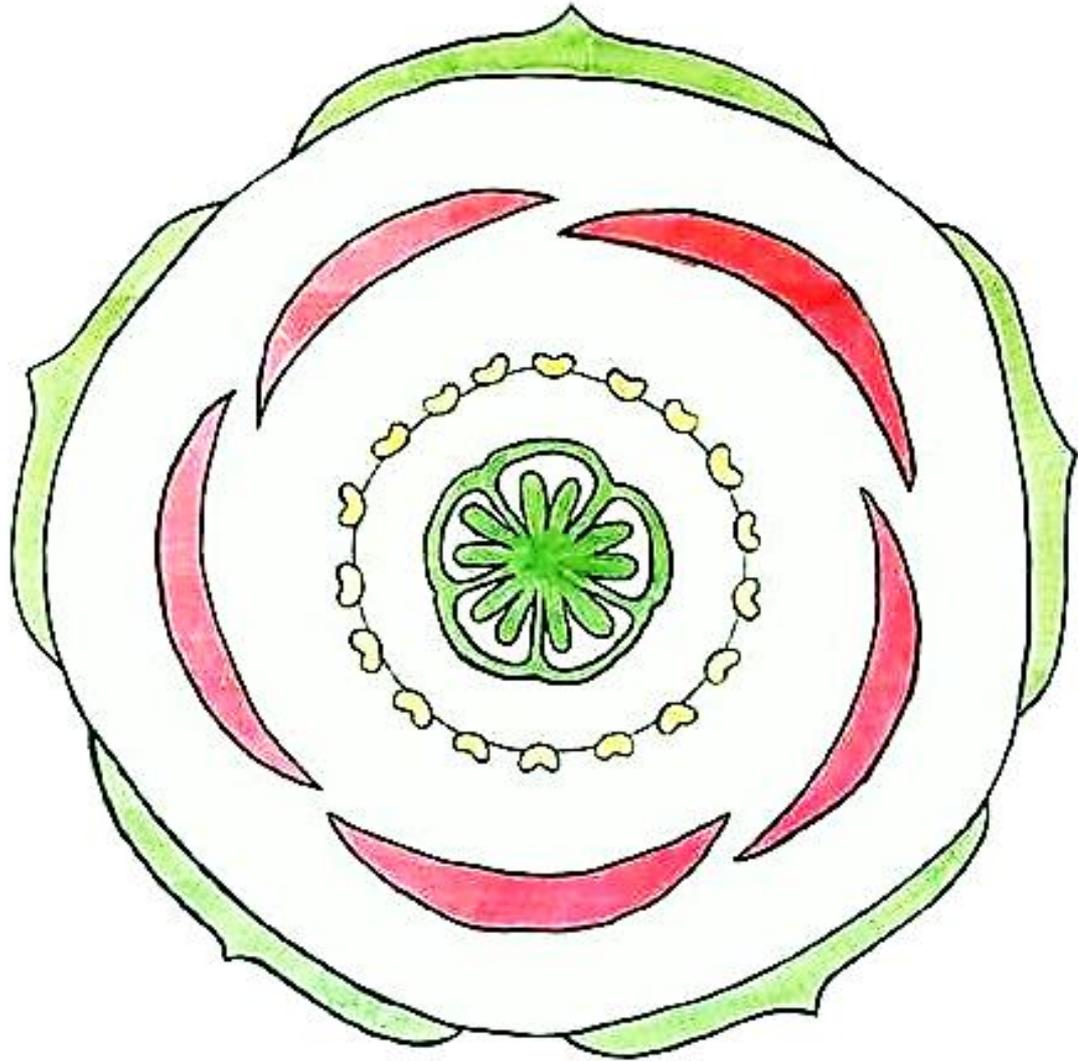
2.花图式： 图解来说明花的结构、各部组成、排列、位置以及它们之间的关系，科学地进行描述和记载。

朱瑾 锦葵科



拍摄日期: 2016-04-23 16:44:13

花程式与花图式

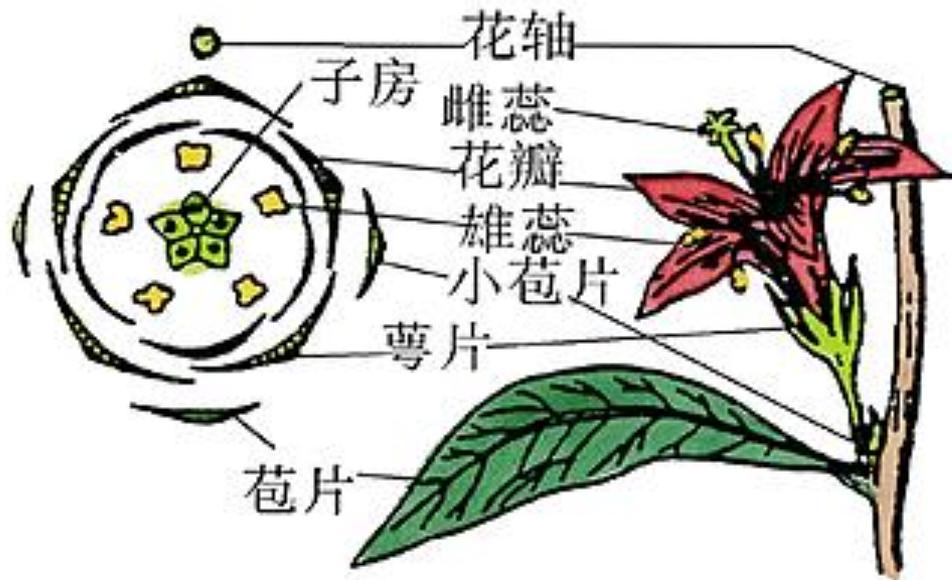


大红花花图解

花公式： $K_{(5)}C_5A_{(\infty)}G_{(5:5:\infty)}$

单体雄蕊
中轴胎座

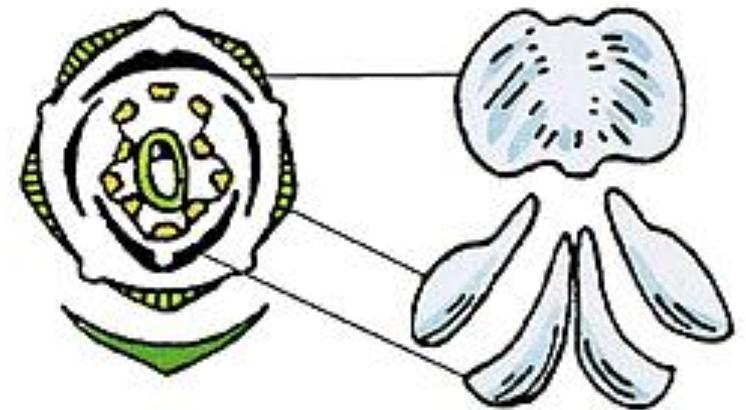
花图式



花图式绘制模式图



百合的花图式

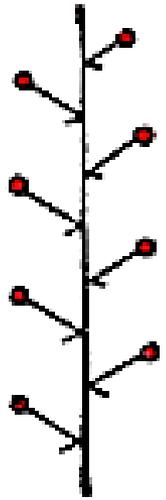


蚕豆的花图式

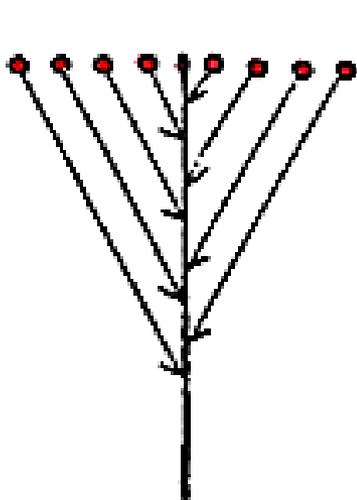
四、花序

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

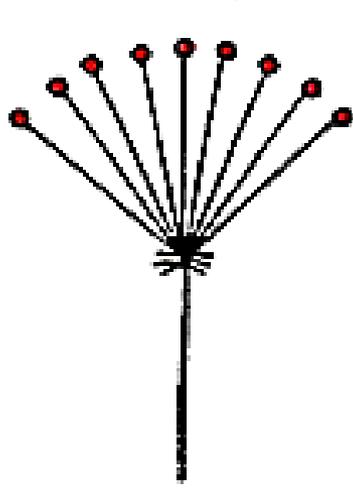
简单无限花序



总状花序



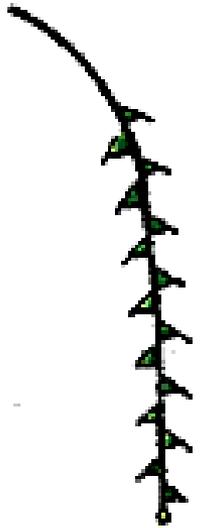
伞房花序



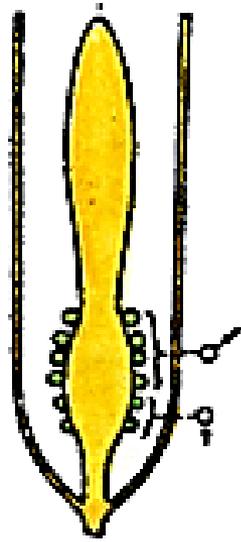
伞形花序



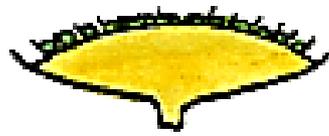
穗状花序



柔荑花序



肉穗花序



头状花序

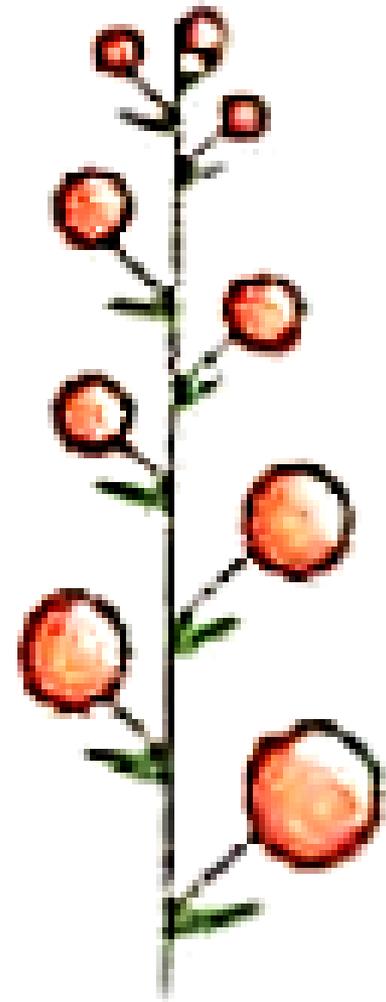


头状花序



隐头花序

总状花序:花序轴单一, 较长,
由下而上生有近等长花柄的
两性花。

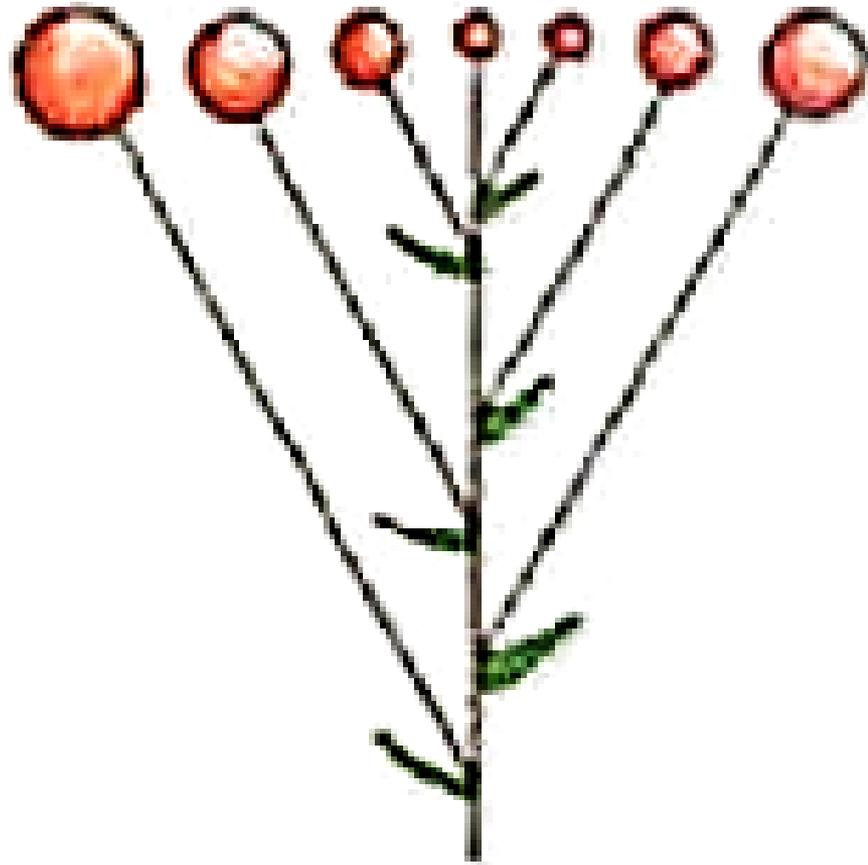


油菜 十字花科芸薹属



总状花序

伞房花序：花序轴较短，着生在花轴上的花，花柄长短不一，基部花的花柄较长，越近顶部的花柄越短，各花分布近于同一水平上。

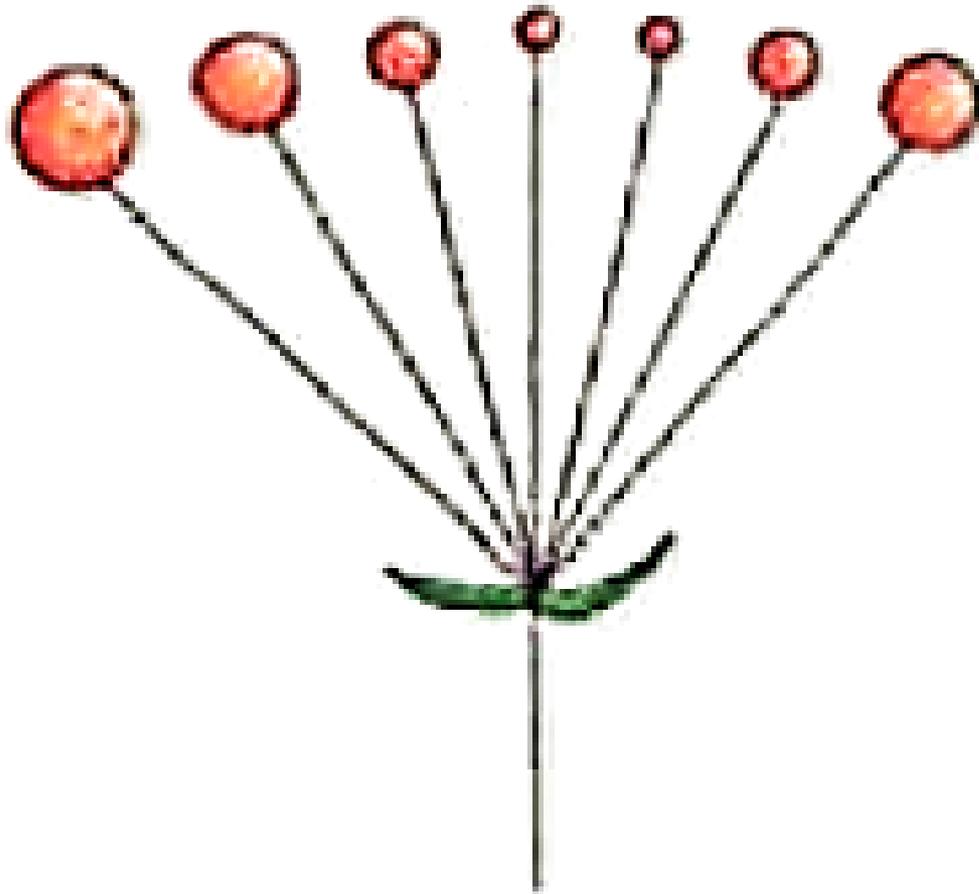


苹果 蔷薇科苹果属

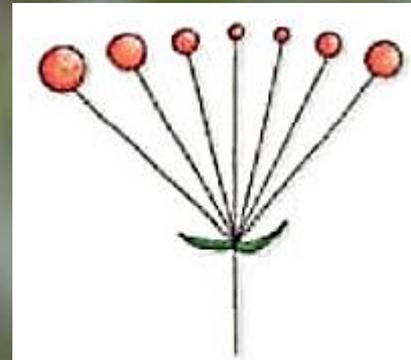


伞房花序

伞形花序: 花序轴进一步缩短, 各花自轴顶生出, 花柄等长, 花序如伞状。

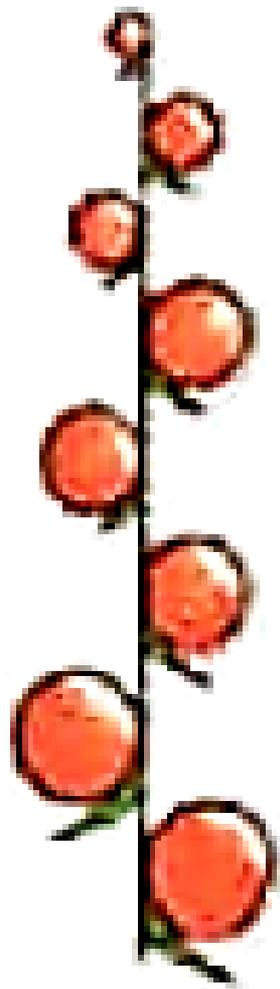


三七 五加科人参属



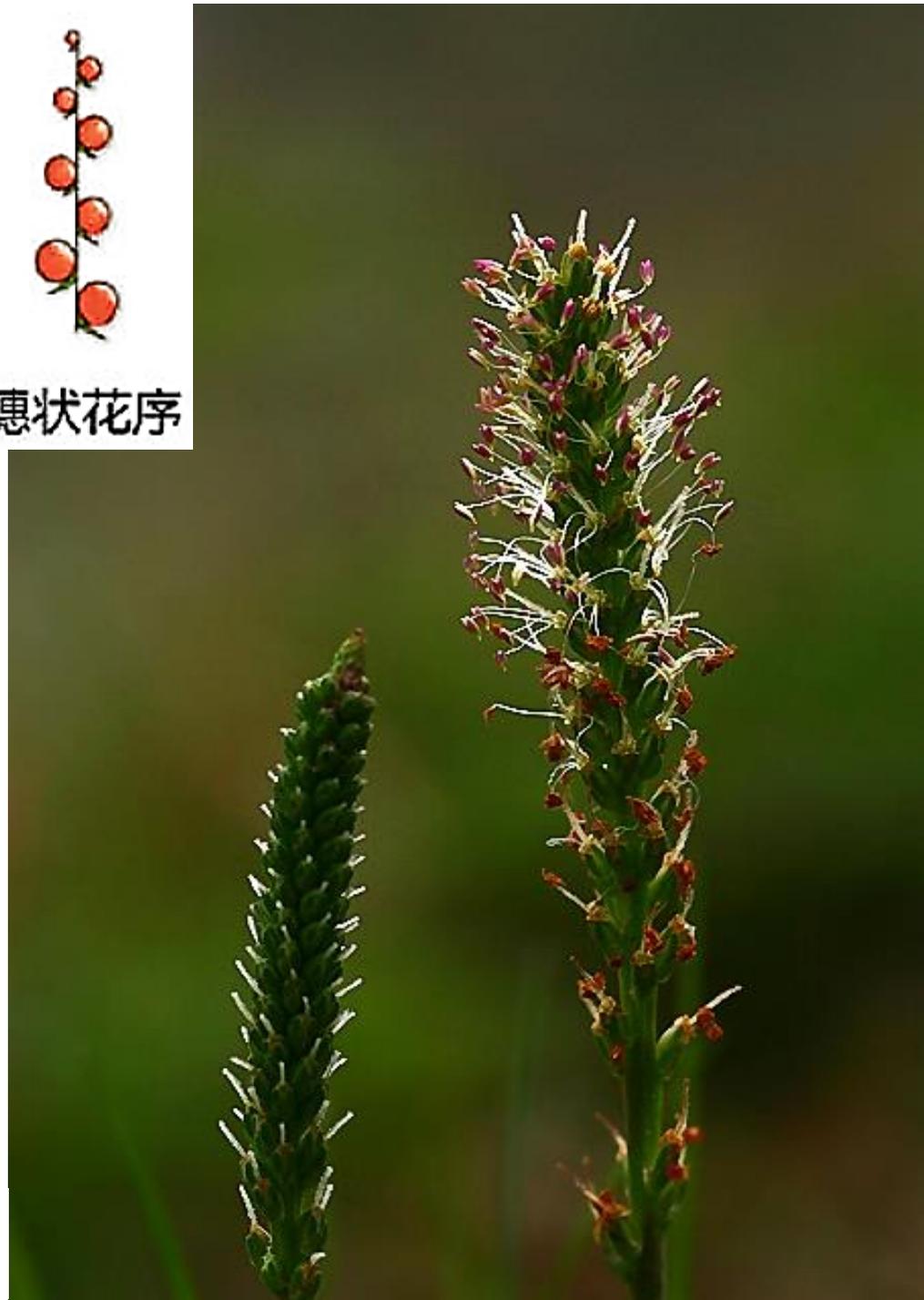
伞形花序

穗状花序：花序轴直立，较长，其上着生许多无柄的两性花。



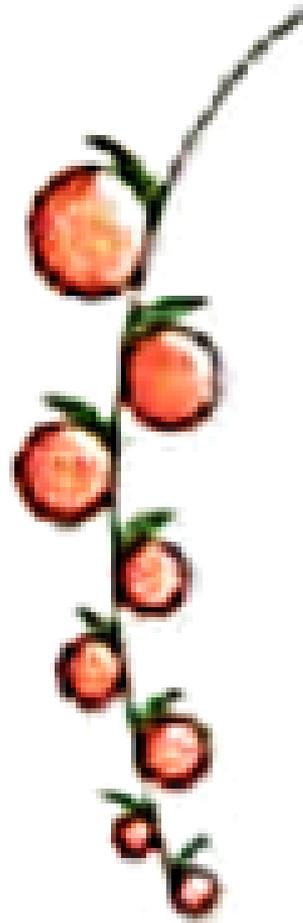


穗状花序

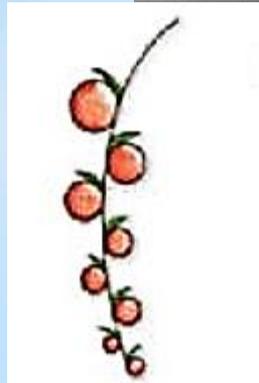


车前 车前科车前属

柔荑花序：花序轴上着生许多无柄或具短柄的单性花，通常雌花序轴直立，雄花序轴柔软下垂，开花后，一般整个花序一起脱落。



杨树 杨柳科杨属

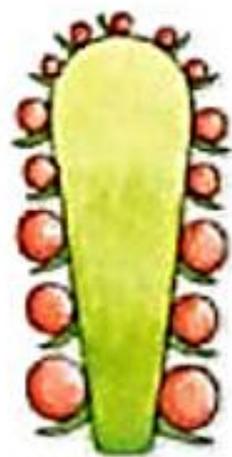


柔荑花序

肉穗花序：花序轴膨大、肉质化，其上着生许多无柄的单性花的花序。



香蒲 香蒲科香蒲属



肉穗花序

头状花序：花序轴缩短呈球形或盘形，上面密生许多近无柄或无柄的花，多数总苞片常聚成总苞，生于花序基部。

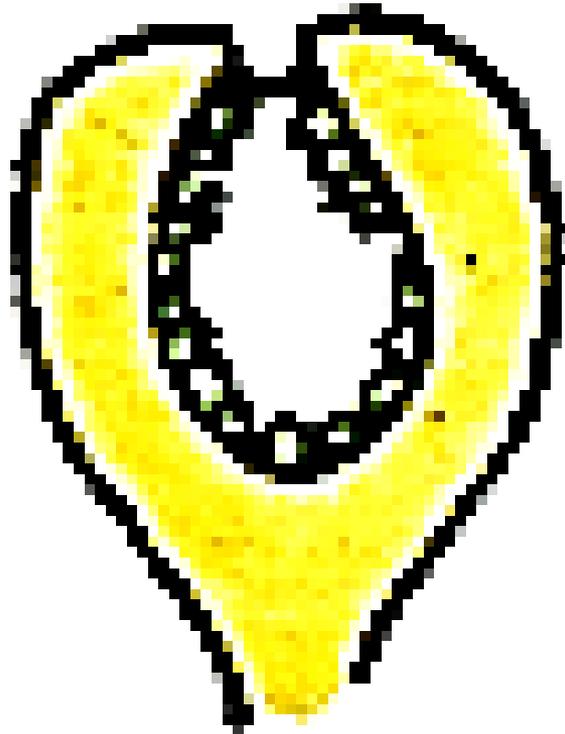


向日葵 菊科向日葵属



头状花序

隐头花序:花序轴肉质,特别肥大并内凹成囊状,许多无柄单性花隐生于囊体的内壁上,雄花位于上部,雌花位于下部。整个花序仅囊体前端留一小孔,可容昆虫进出以行传粉。



无花果 桑科榕属

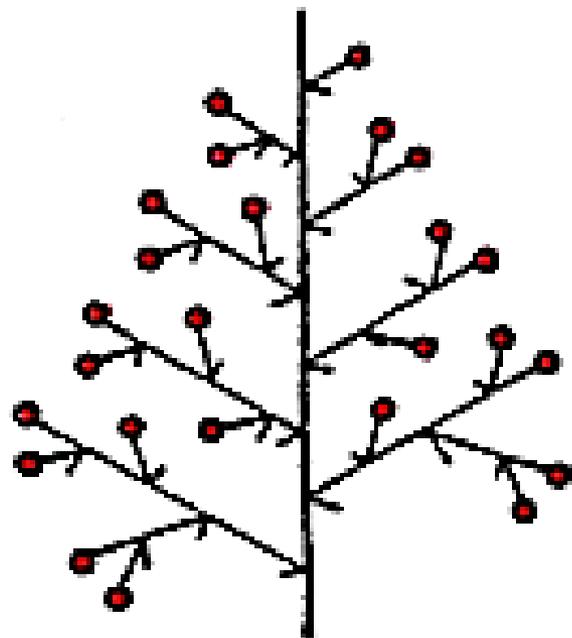


隐头花序

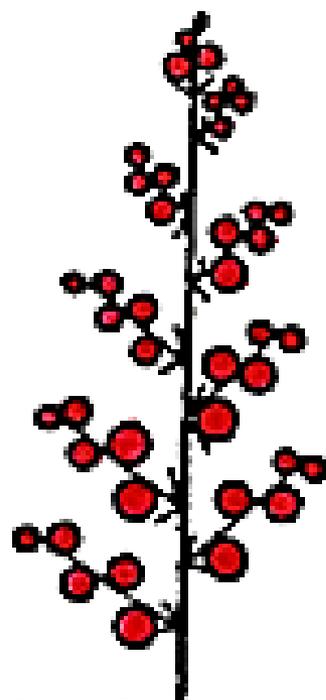
- **复合无限花序：**

- (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。

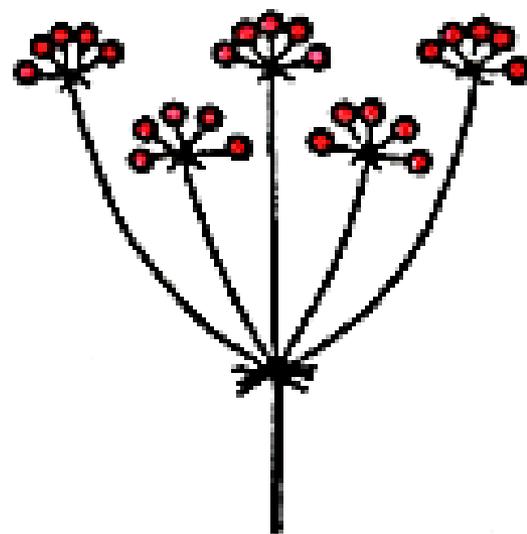
复合无限花序：



圆锥花序

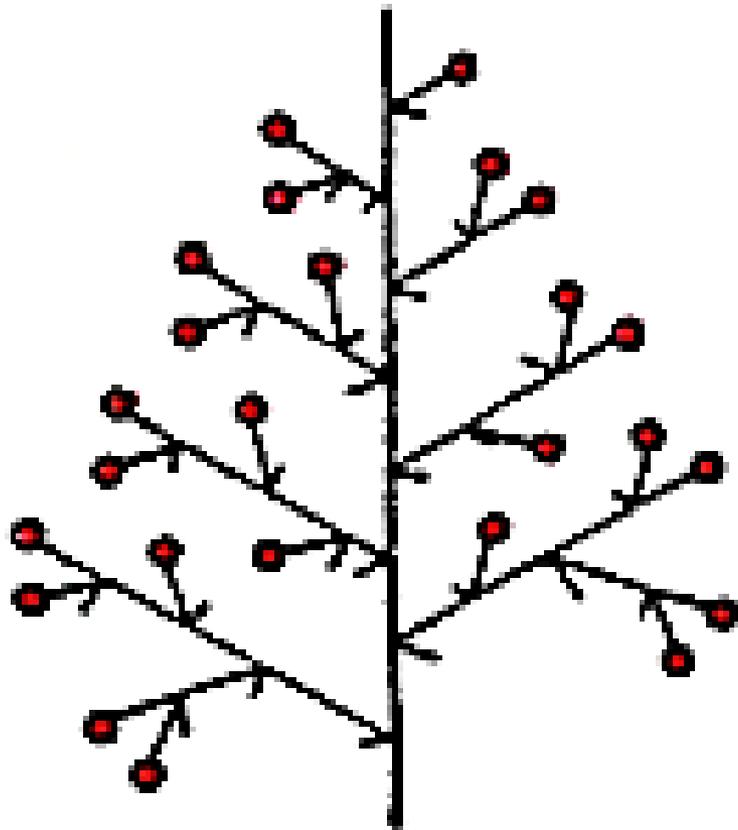


复穗状花序



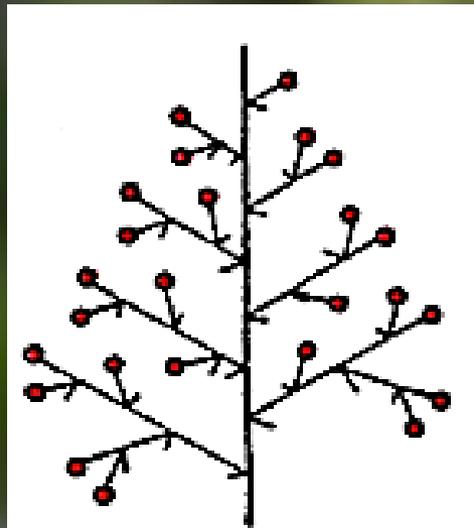
复伞形花序

圆锥花序：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。



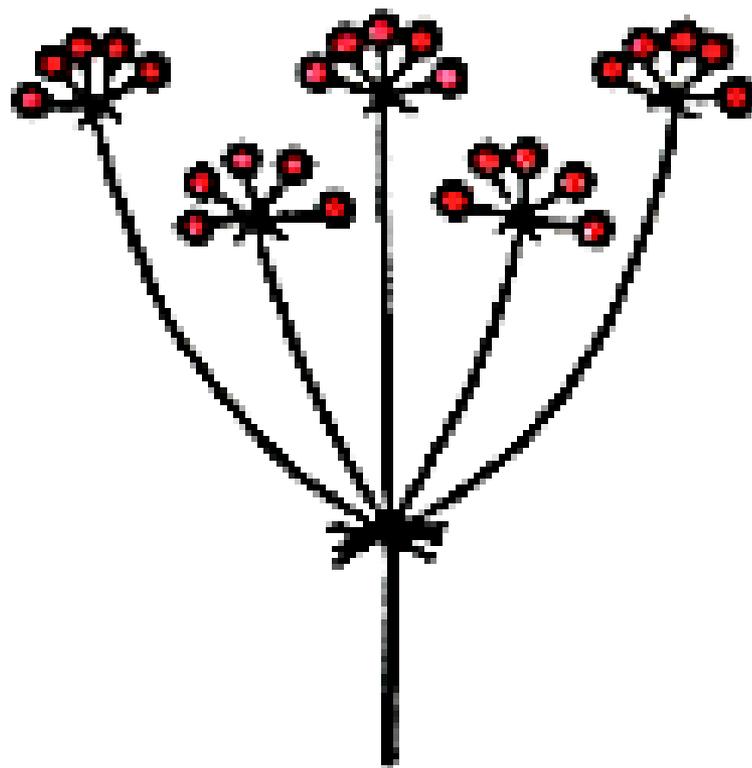
圆锥花序

女贞 木犀科女贞属

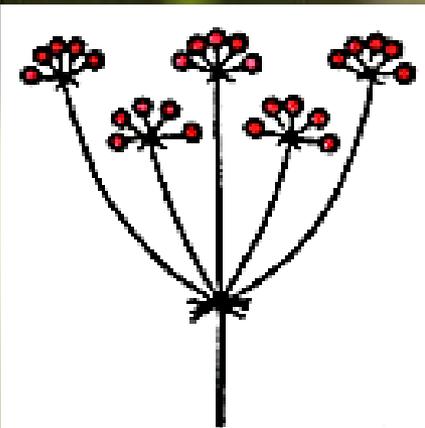


圆锥花序

复伞形花序:花序轴的分枝作伞房状排列,每一分枝再为伞房花序。



胡萝卜 伞形科胡萝卜属



复伞形花序

2. 有限花序

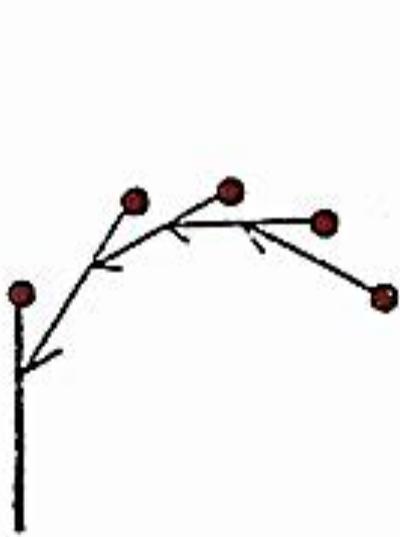
有限花序：顶端花先开，基部花后开；或者是中心花先开，侧边花后开。有限花序常又称为**聚伞类花序**，有时也称为**离心花序**。

(1) **单歧聚伞花序** (monochasium)。

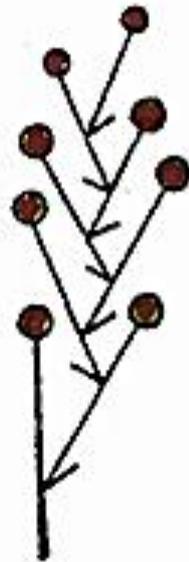
(2) **二歧聚伞花序** (dichasium)。

(3) **多歧聚伞花序** (pleiochasium)。

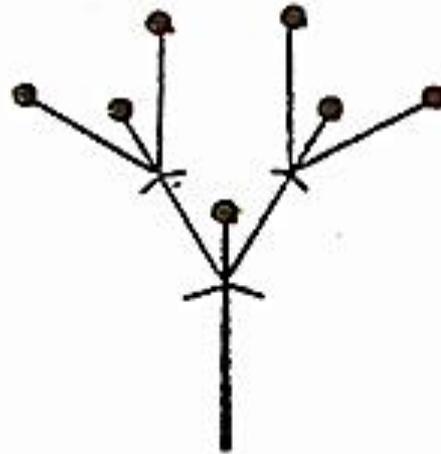
有限花序的类型



螺状聚伞花序

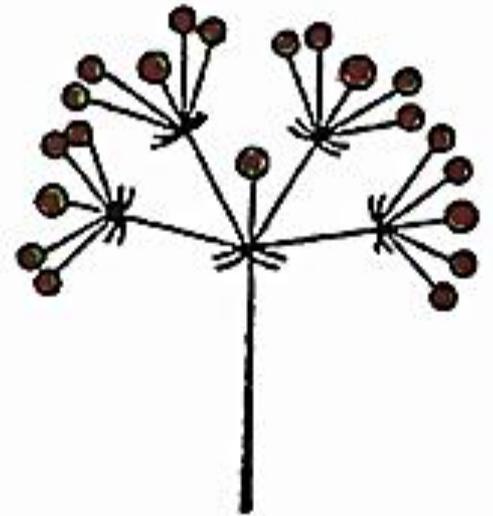


蝎尾状聚伞花序



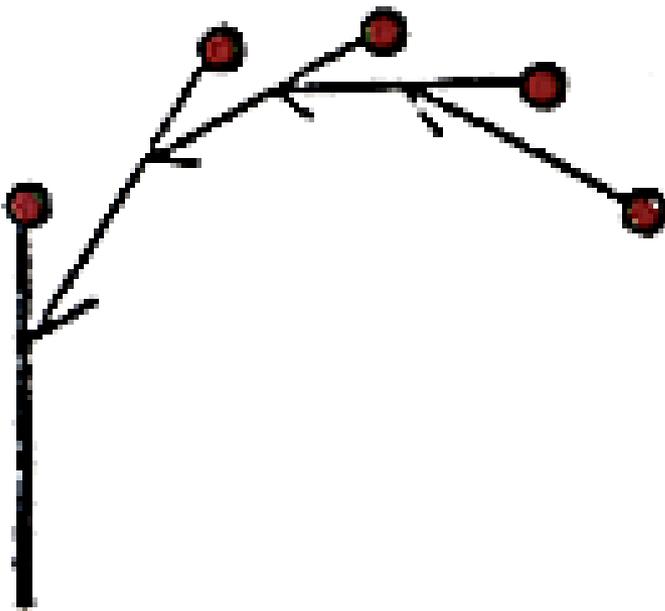
单歧聚伞花序

二歧聚伞花序



多歧聚伞花序

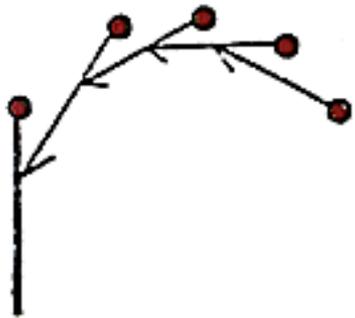
单歧聚伞花序中，如果各次分枝都从同一方向的一侧长出，最后整个花序成为卷曲状，称为**螺状聚伞花序**。



螺状聚伞花序

大尾摇 紫草科天芥菜属

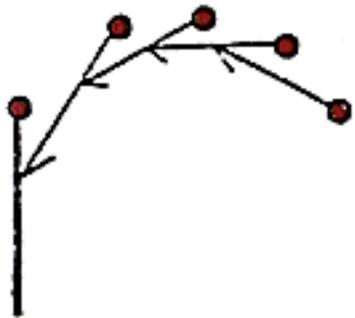




螺状聚伞花序

螺状聚伞花序





拍摄日期: 2016-05-15 18:01:38

螺状聚伞花序

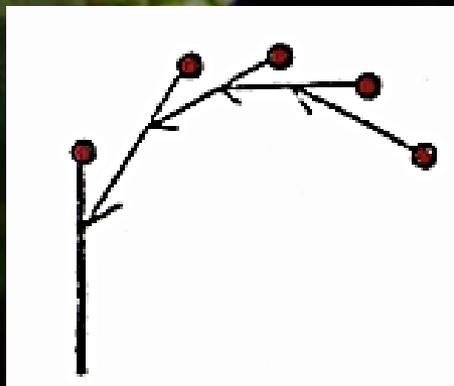


拍摄日期: 2016-05-15 18:00:30

附地菜 紫草科附地菜属

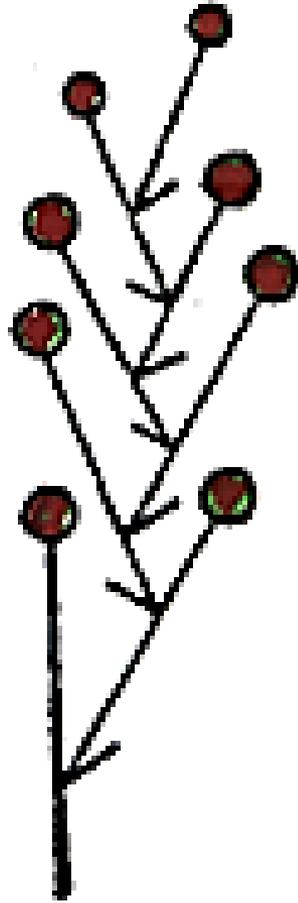


Wang Yun



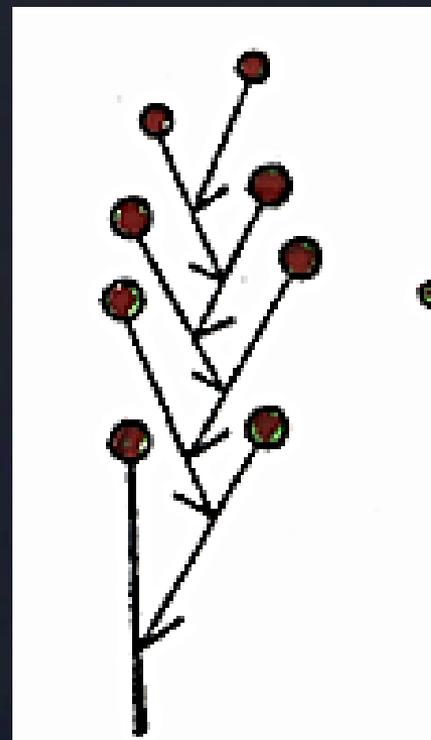
螺状聚伞花序

单歧聚伞花序中，如果各次分枝是左右相间长出，整个花序左右对称，称为**蝎尾状聚伞花序**。



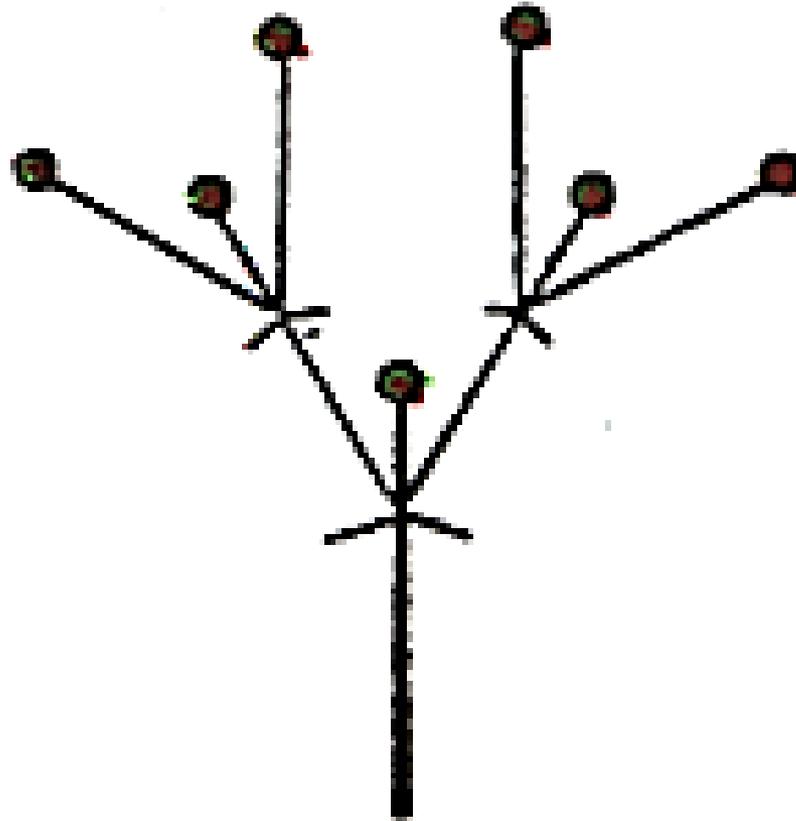
蝎尾状聚伞花序

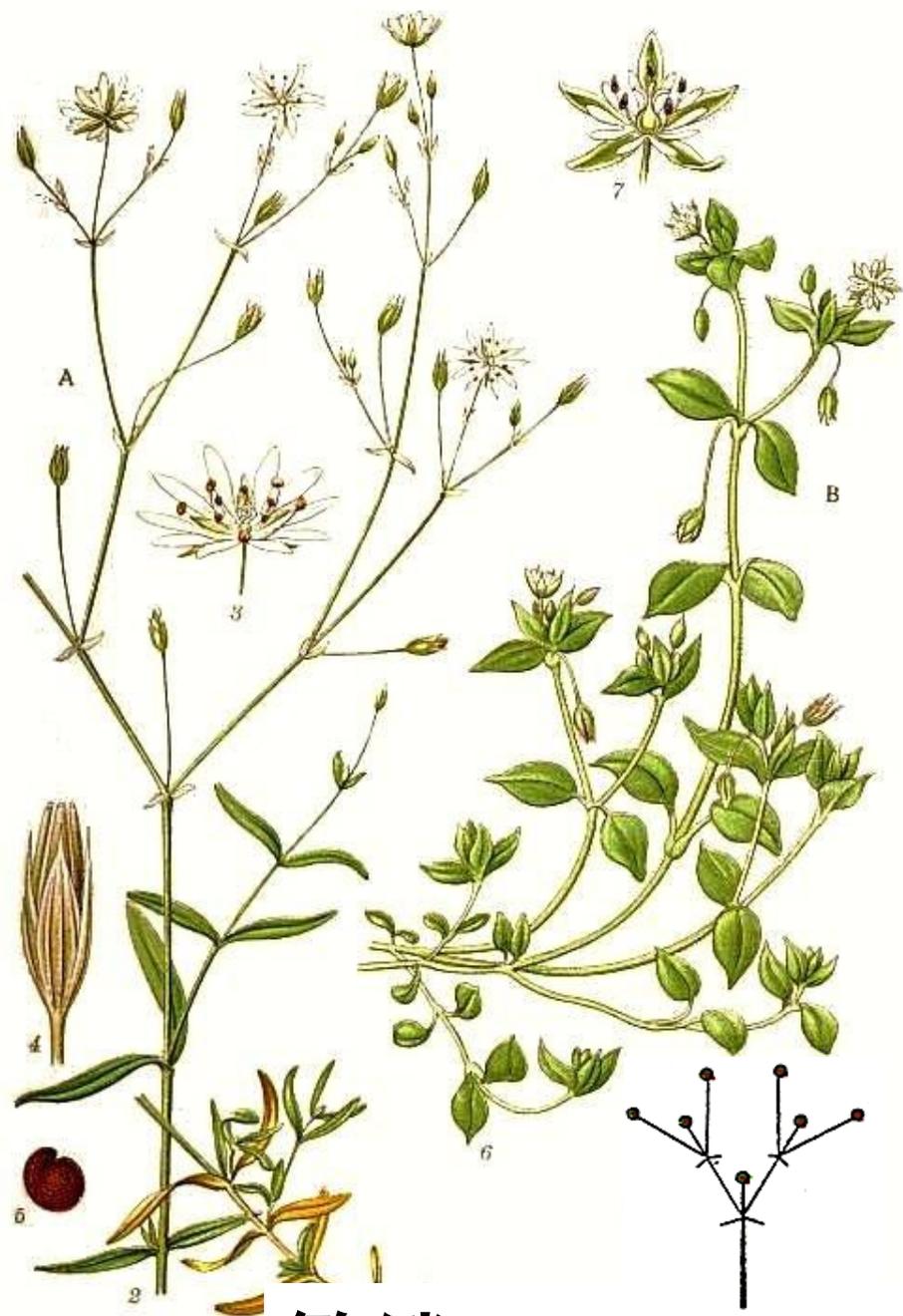
唐菖蒲 鸢尾科唐菖蒲属



蝎尾状聚伞花序

二歧聚伞花序：顶花先形成，然后在其下方两侧同时发育出一对分枝，以后分枝再按上法继续生出顶花和分枝。





繁缕 石竹科繁缕属

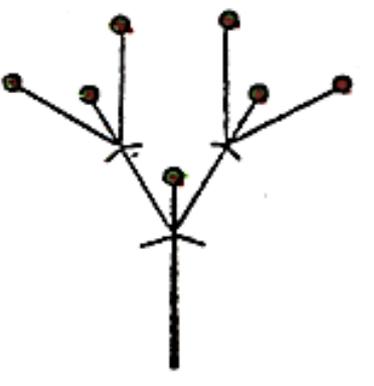


繁缕 石竹科繁缕属

大青 马鞭草科大青属

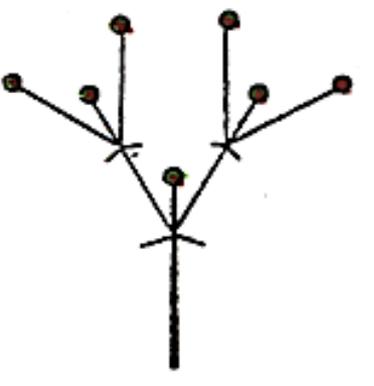


拍摄日期: 2016-07-10 18:03:25

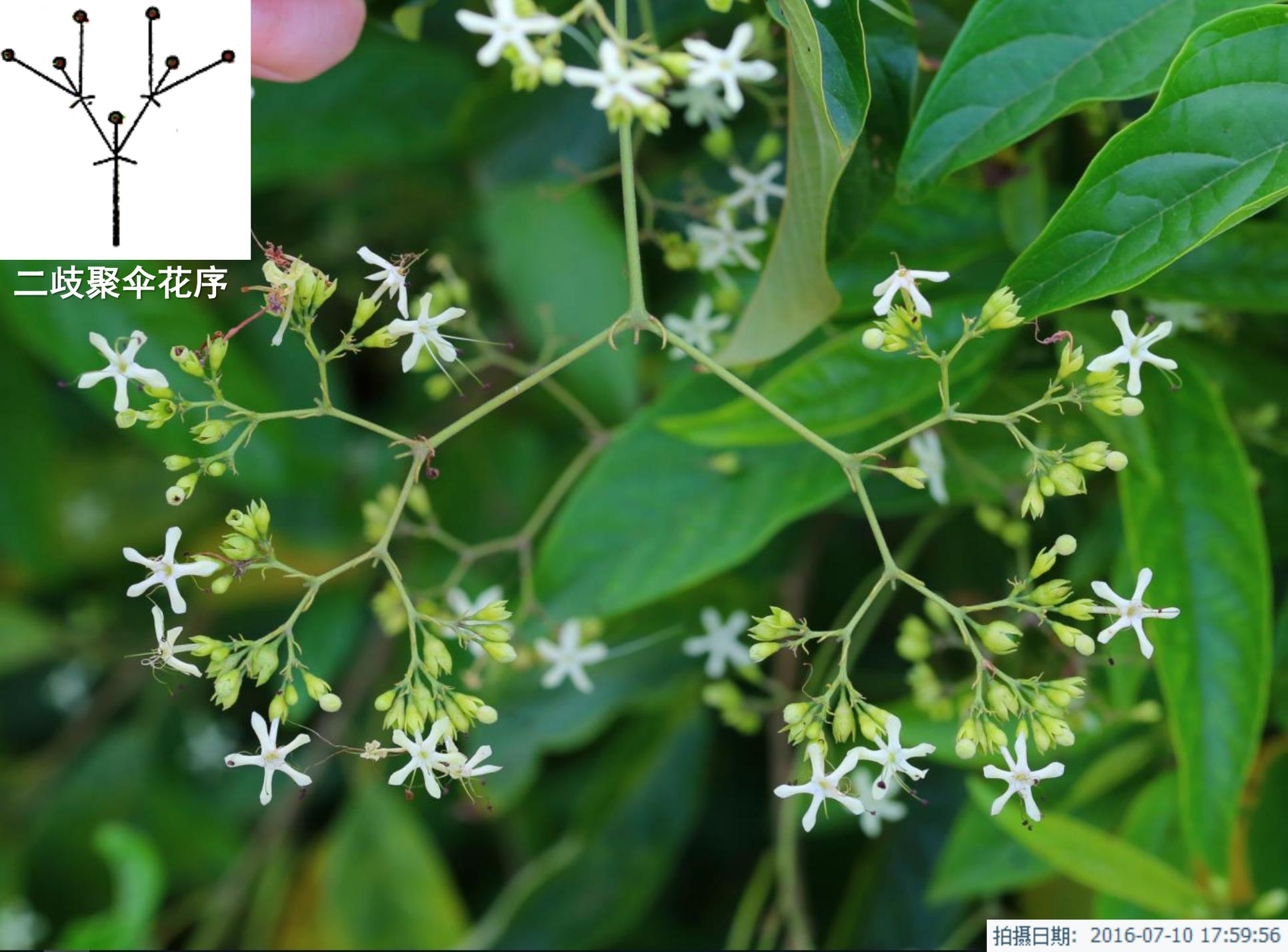


二歧聚伞花序





二歧聚伞花序



五、花芽分化

- **花芽分化**：植物在营养生长过程中，感受了一定的**光周期、温度、营养条件**等调节发育的刺激，使一些芽的分化发生了质的变化，在茎上一定部位的顶端分生组织 (生长锥)，有的不再产生叶原基，而分化出花的各部分原基或花序各部分原基，最后发育形成花或花序。

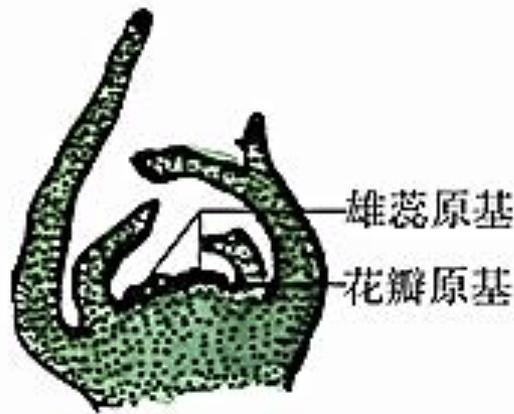
棉花芽的分化过程



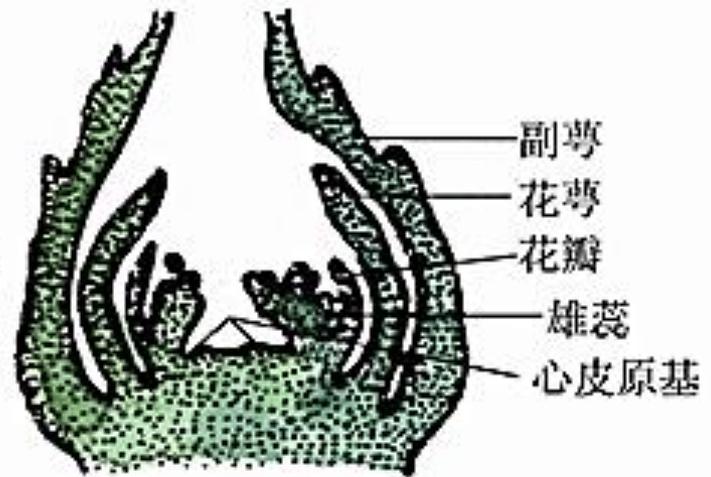
副萼原基的分化



花萼原基的分化



花瓣、雄蕊原基的分化



心皮原基的分化

白花鬼针草 菊科鬼针草属



菊花 菊科菊属



五爪金龙 旋花科番薯属



酢浆草 酢浆草科酢浆草属

