

21世纪高等院校教材

植物地理学 实验与实习教程

马丹炜 主 编

张 宏 李 群 王石英 副主编



科学出版社

www.sciencep.com

植物地理学实验与实习教程

马丹炜 主编

张 宏 李 群 王石英 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是2008年由科学出版社出版的《植物地理学》(马丹炜,张宏)的配套教材,也是四川省精品课程植物地理学的配套教材。内容包括基础性实验、综合性实验和设计性实验三部分,涵盖植物的形态结构、植物界的多样性、植物种类的野外调查、植物区系分析、植物种群的种间分布格局和种间关联、植物群落数量特征的调查与分析、植物群落的聚类分析和排序、植被分布规律、地理信息系统在植物地理学实习中的应用,以及植物地理学设计性实验的选题、设计和实施等内容。本书强调提高学生的综合素质,培养学生的创新精神与实践能力。附录部分附有高等植物标本的采集与制作、数据处理的基本方法、高等植物分科检索表,以备查阅。

本书可作为高等院校地理科学、生物科学和环境科学专业的植物地理学实验与实习指导用书,也可作为相关学科科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

植物地理学实验与实习教程/马丹炜主编. —北京:科学出版社, 2009
21世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-024262-4

I. 植… II. 马… III. ①植物地理学-实验-高等学校-教材②植物地理学-学习-高等学校-教材 IV. Q948.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第037609号

责任编辑:郭 森 刘希胜/责任校对:刘小梅
责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏志印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年4月第一版 开本:B5(720×1000)

2009年4月第一次印刷 印张:10 1/2

印数:1—3 000 字数:202 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《植物地理学实验与实习教程》编委会

主 编 马丹炜

副主编 张 宏 李 群 王石英

编 委(按姓氏拼音为序)

杜 娟 何 磊 李 群 刘金萍

刘 爽 马丹炜 王石英 谢贤健

张 宏 张 伟 赵景峰 周雪林

前 言

植物地理学是地理学和植物学之间的交叉学科,是研究生物圈中各种植物和各种植被的地理分布规律、生物圈各结构单元(各地区)的植物种类组成、植被特征及其与自然环境之间相互关系的科学。自 1807 年 Alexander von Humboldt 创立植物地理学以来,随着研究的深入,植物地理学逐渐分支发展成为几门独立的学科。近年来植物地理学及其分支学科无论在理论上还是方法论上都取得了迅猛的发展,在植物系统研究、自然地理、植物资源、环境保护以及环境影响评价中都得到了广泛应用。

现代科学技术不断向植物地理学及其分支学科渗透,尤其是计算机、高分辨率遥感仪器和地理信息系统等技术的成熟,极大地促进了植物地理学向着实验科学发展。因此,加强课堂实验和野外实习对素质教育和实践创新能力的培养已成为植物地理学十分必要和迫切的教学环节,植物地理学实践课程在我国高等院校正日益受到重视,大部分高等院校的地理科学专业本科教学中设置了野外实习实践环节,开设植物地理学课堂实验的高等院校也呈递增趋势,然而目前缺乏紧扣植物地理学及其相关学科发展动态、可操作性强、与创新人才培养相适应的实验与实习教材。为此,我们组织了多所高等院校植物地理学教学的一线骨干教师,在积累的多年教学经验的基础上,结合我国本科教学特点,编写了《植物地理学实验与实习教程》,作为马丹炜等编写的由科学出版社 2008 年出版的《植物地理学》的配套教材,希望本书的出版能够在提高学生的综合素质、培养学生的创新精神与实践能力方面发挥作用。

随着创新人才教育的开展,能力培养已引起国家和学校的普遍重视,实践教学在植物地理学课程中所占的比重越来越大,除野外实习环节外,课堂实验课程也在各学校逐渐开设。因此,本书在实验设计上力求满足野外实习和课堂实验课程的需要,将实验分为基础性实验、综合性实验和设计性实验三种类型。基础性实验是经过精选的最基本的、最代表学科特点的实验方法和技术,通过学习使学生掌握相应学科的基本知识与基本技能,为综合性实验奠定基础;综合性实验和设计性实验为植物地理学野外实习而设计,综合性实验由多种实验技术和多层次的实验内容所组成,主要训练学生对所学知识和实验技术的综合运用能力,为设计性实验的顺利开展做好准备;设计性实验是在完成基础性实验和综合性实验的基础上,以相应学科的研究为主,结合其他学科的知识与技术,由学生自己设计实验方案,开展科学研究,撰写课程研究论文,使学生得到科学研究的初步训练,为毕业论文研究工

作的开展打下基础。

附录部分列出了高等植物标本的采集与制作、植物地理学数据处理的基本方法、高等植物的分科检索表,供学生随时查阅与鉴定植物。

在本书的使用过程中,各学校可根据自身的学时数和地区特点灵活选取实验内容。除了实验 1、实验 2 和实验 3 外,其余实验均可安排在野外实习中进行。因此,本书能满足植物地理学实践环节教学的全部需要。

参加本书编写工作的单位包括四川师范大学生命科学学院、四川师范大学地理与资源科学学院、重庆师范大学地理科学学院、内江师范学院资源与环境科学学院以及六盘水高等师范专科学校生物与地理科学系。本书的出版得到了四川师范大学教务处专项经费的资助和各参编单位的大力支持,在此一并表示最诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,望使用本书的教师、学生和相关科学工作者提出宝贵意见,以便我们及时修正。

编 者

2008 年冬

目 录

前言

第一部分 基础性实验	1
实验 1 植物营养器官的形态观察	1
实验 2 植物繁殖器官的形态观察	12
实验 3 植物的多样性与植物检索表的编制和使用	23
实验 4 植物群落的数量分类和排序	31
实验 5 植被图的绘制和阅读	40
实验 6 植被的分布规律	44
实验 7 地理信息系统在植物地理学实习中的应用	46
第二部分 综合性实验	54
实验 8 种子植物的野外调查和植物区系分析	54
实验 9 种群空间分布格局和种间关联分析	59
实验 10 植物群落数量特征的调查及分析	65
第三部分 设计性实验	78
实验 11 植物地理学设计性实验的选题、设计与实施	78
主要参考文献	80
附录	82
附录 I 高等植物标本采集与制作	82
附录 II 植物地理学数据处理的基本方法	85
附录 III 世界主要植被类型图	94
附录 IV 蕨类植物分科检索表	95
附录 V 裸子植物分科检索表	104
附录 VI 被子植物分科检索表	106

第一部分 基础性实验

实验 1 植物营养器官的形态观察

植物的根、茎、叶与营养物质的吸收、合成、运输和储藏有关，称为营养器官。

根是植物体的地下器官（除少数气生根外），主要作用是固着、支持和从环境中吸收水分和营养，同时亦兼有储藏的作用。不同植物主根的生长状况、各级侧根的生长和分枝式样以及所包含的不定根的数目不同，因而形成了不同类型的根系。根系有两种基本类型：有明显的主根和侧根区别的根系，称为直根系；无明显的主根和侧根区别的根系，或根系全部由不定根及其分枝组成，粗细相近，无主次之分，呈须状的根系，称为须根系。

茎是植物体地上部分联系根和叶的营养器官，生理功能主要是输导作用和机械支持作用。茎上有节（node）和节间（internode）。节上着生有叶和芽，而与根相区别。

叶是植物进行光合作用和蒸腾作用的主要器官，通常由叶片、叶柄和托叶三部分组成，同时具有这三部分的叶称为完全叶，缺少其中任一部分者都称为不完全叶。

在长期演化过程中，植物与环境相互影响与作用，形成了各自不同的生长方式和多种多样的形态，无论哪种发展趋势都是植物自身适应环境以获得充足阳光，制造、储藏营养物质和繁衍后代的需求。

识别植物是区域地理调查和植被调查中必不可少的内容，植物的形态结构是鉴别植物类群必不可少的分类特征。尽管繁殖器官的形态特征是鉴别植物最可靠的依据，但是在野外工作时，往往因为季节关系无法见到植物的繁殖器官，所以经常用根、茎、叶的特征来鉴别植物。

【实验目的】

通过本实验学会使用科学的语言对植物的形态特征进行描述；了解根的基本形态和根系的类型；了解茎的基本形态；掌握叶的形态特征及相关术语；了解根、茎、叶各种变态器官的形态特征；了解根和茎的主要区别。

【材料与器材】

植物根、茎、叶的标本；放大镜或体视显微镜、解剖针、镊子、刀片。

【实验内容】

1 植物根和根系的形态观察

观察蚕豆 (*Vicia faba*)、向日葵 (*Helianthus annuus*)、玉米 (*Zea mays*)、小麦 (*Triticum aestivum*) 等植物的根系，区分主根、侧根和不定根，并判别其根系类型。

2 植物茎的形态观察

2.1 茎的外形

茎是植物体地上部分的轴 (图 1.1)，着生叶和芽的茎称为枝条 (shoot)。叶与茎之间形成的夹角称为叶腋；着生叶的部位称为节，两节之间的部分，称为节间。当叶脱落后，在节上留有痕迹即叶痕 (leaf scar)；叶痕中的点状突起是枝条与叶柄间的维管束脱离后留下的痕迹，称为维管束痕 (简称束痕)；顶芽 (腋芽) 开放时，其芽鳞片脱落在枝条上会留下密集痕迹，这种痕迹称为芽鳞痕。枝条的外表可以看见一些小型白色或褐色的皮孔。皮孔的形状、颜色和分布的疏密情况因植物而异。此外，有些植物的枝条上还有表皮毛、腺毛等多种类型的毛状附属物。

取多年生木本植物如杨 (*Populus*)、桃 (*Prunus persica*)、小叶黄杨 (*Buxus microphylla*) 等植物的枝条，观察其形态特征。先区分节和节间，再由枝顶端向枝基部观察，在枝条的顶端具有顶芽，在新开放的枝条与较老的枝条交界处具有数圈密集环纹是芽鳞痕。根据芽鳞痕的数目能够判断枝条的年龄。试判断枝条的生长年限及每年增长的长度是否相等，再用放大镜观察枝条上的皮孔。

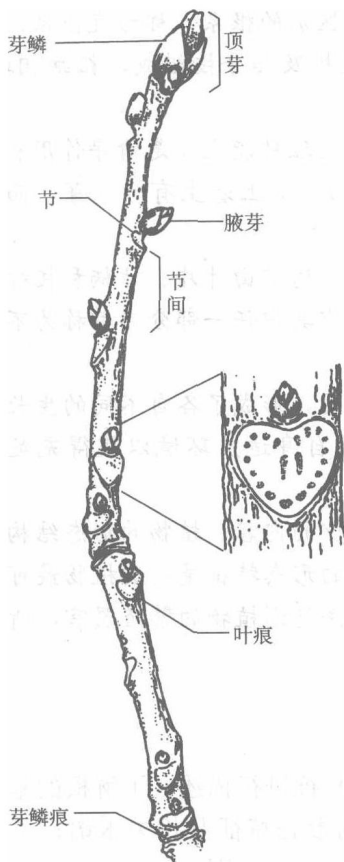


图 1.1 枝条的形态
(汪小凡和杨继, 2006)

大部分植物的茎为圆柱形，少数植物具有方柱形、三角形的茎。观察益母草 (*Leonurus heterophyllus*) 等唇形科植物的方柱形茎和莎草科植物的三角形茎。

在木本植物中，节间伸长显著的枝条，称为长枝，节间短缩的叫做短枝，短枝上的叶因节间缩短而呈簇生状态，长枝多为营养枝，短枝多为生殖枝。观察银杏 (*Ginkgo biloba*) (或其他代表植物) 的枝条，注意区分植物的长枝和短枝。

2.2 植物芽形态和结构的观察

芽 (bud) 是处于幼态而未伸展开的枝、花或花序。按照芽的生长位置，可将芽分为定芽 (包括顶芽和腋芽) 与不定芽，被叶柄膨大的基部覆盖的腋芽称为叶柄下芽；按照发育性质可将芽分为叶芽 (一般小而瘦)、花芽 (一般大而圆) 和混合芽，根据芽鳞有无将芽分为鳞芽和裸芽，根据芽活动能力将芽分为活动芽和休眠芽。

观察桃、杨、紫藤 (*Wisteria sinensis*)、紫穗槐 (*Amorpha fruticosa*)、落地生根 (*Bryophyllum pinnatum*)、天竺葵 (*Pelargonium hortorum*) 等植物的芽，根据芽着生的位置，能否区别出顶芽与侧芽 (腋芽)? 桃的芽通常三个并生，中间一个是主芽，两旁的芽叫做副芽 (花芽)；紫穗槐的腋芽上、下排列，上面的芽是副芽，下面的芽是主芽；落地生根在叶缘上着生的芽叫做不定芽，它着地后能长成一株小植物。观察悬铃木 (*Platanus*) 的叶柄下芽。

根据芽外面是否具有芽鳞，区分哪种植物具有鳞芽? 哪种植物具有裸芽?

将桃、杨、紫藤等植物枝条上的芽纵切，用镊子轻轻剥去芽鳞，放在放大镜下观察，判断花芽、叶芽和混合芽。

在靠近枝条基部有些不开放的芽，称为什么芽?

2.3 茎的分枝方式

茎的分枝具有一定的规律性，可分为二叉分枝、单轴分枝、合轴分枝以及假二叉分枝等方式。观察杨、柳 (*Salix*)、榆 (*Ulmus*)、丁香 (*Syringa oblata*) 等的枝条，试根据分枝的特征判断其中哪种植物是合轴分枝? 哪种植物是单轴分枝? 哪种植物是假二叉分枝? 分枝与整个植株生长的形态及树冠形态有何关系?

禾本科植物的分枝比较特殊，特称为分蘖，这些植物在四五叶期，茎基部节上的某些腋芽发育为新枝，同时在发生新枝的节上形成不定根，新枝的基部以后还可再形成新枝。观察禾本科植物小麦的分蘖，在小麦茎的基部靠近地面或埋在土壤中的几个节膨大，向上产生腋芽，向下产生不定根。产生分蘖的地方就叫分蘖节，分蘖的发生是有一定顺序的，所观察植株的分蘖情况如何? 具有几级分蘖?

2.4 茎的质地

不同植物茎的木质化程度差异很大,据此可将植物分为木本植物和草本植物。木本植物的茎含有大量的木质素,一般比较坚硬,又可以分为乔木(有明显主干的高大树木)和灌木(主干不明显,比较矮小,基部常分枝);草本植物含木质素很少,可分为一年生草本(生活周期在本年内完成)、二年生草本(生活周期在两个年份内完成)和多年生草本(植物地下部分生活多年,每年继续发芽生长)。茎的质地是鉴别植物的重要依据。观察柳、女贞(*Ligustrum lucidum*)、蚕豆、小麦等植物,区别木本植物和草本植物。

2.5 茎的生长习性

在长期的进化过程中,不同植物的茎形成了不同的生长习性,以适应外界环境,使叶在空间合适分布,尽可能地充分接受日光照射,制造自身生活需要的营养物质,并完成繁殖后代的生理功能。茎的生长方式主要包括四种类型:直立茎、缠绕茎、攀缘茎和匍匐茎。

观察松(*Pinus*)、扁蓄(*Polygonum aviculare*)、藜(*Chenopodium album*)、牵牛(*Pharbitis nil*)、紫藤、葡萄(*Vitis vinifera*)、南瓜(*Cucurbita moschata*)、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata*)等植物的茎,根据茎生长习性的不同,判断上述植物中哪些是直立茎,哪些是缠绕茎,哪些为攀缘茎,哪些为匍匐茎。

3 叶的形态观察

3.1 叶的组成和形态

叶一般由叶片、叶柄和托叶三部分组成(图 1.2)。禾本科植物的叶由叶片和叶鞘(leaf sheath)两部分组成,叶片和叶鞘连接处为叶枕(pulvinus)(或叶颈),两侧有叶耳(auricle),腹面有叶舌(ligulate)(图 1.3)。

叶的形态包括叶片(图 1.4)、叶尖(图 1.5)、叶基(图 1.6)、叶缘(图 1.7)、叶裂(图 1.8)及叶脉(图 1.9)等。

叶的厚度、表皮组织的厚度、叶脉的机械组织发达程度等均影响叶片的质地。根据叶的质地,可将叶分为革质(叶厚韧似皮革)、膜质(叶薄而呈半透明,不呈绿色)、草质(叶薄而柔软)和肉质(叶肥厚多汁)。

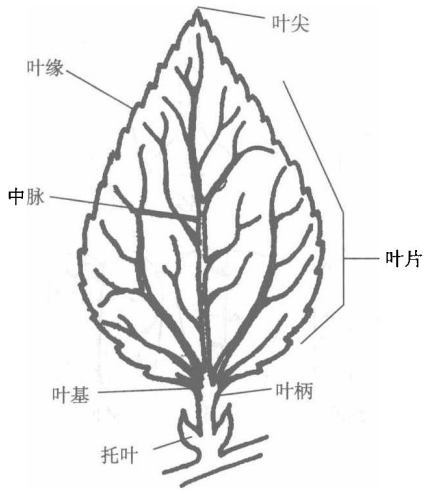


图 1.2 叶的形态 (杨继, 2000)

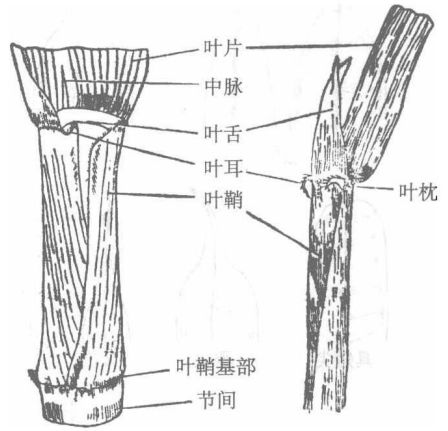


图 1.3 禾本科植物叶的形态 (武吉华和刘濂, 1983)

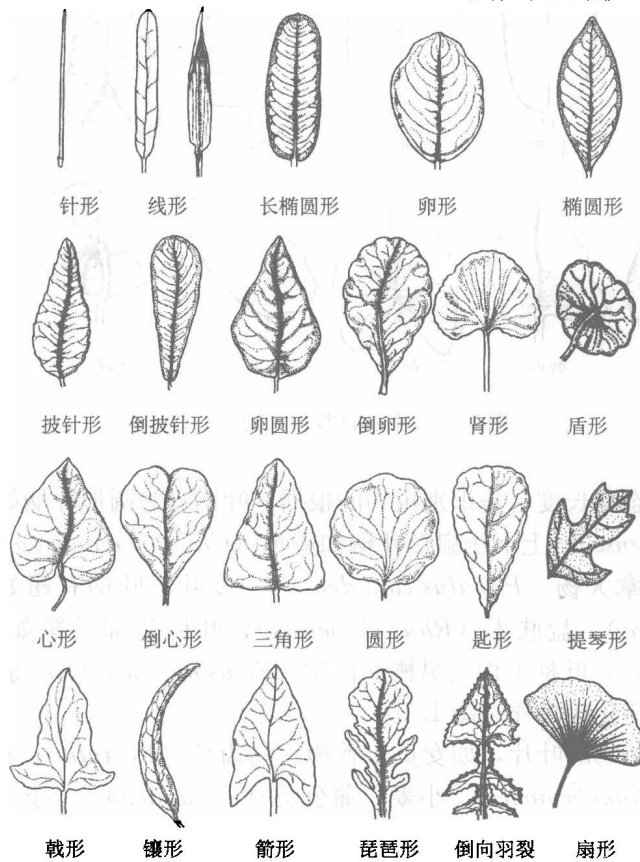


图 1.4 叶片的形态 (杨继, 2000)

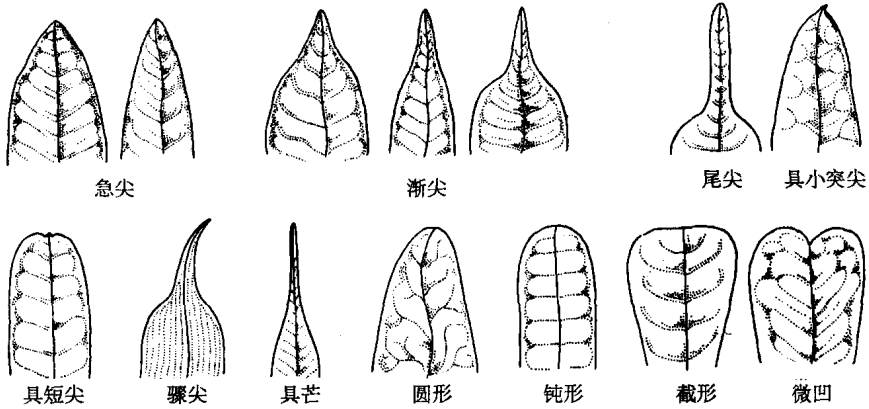


图 1.5 叶尖的形态

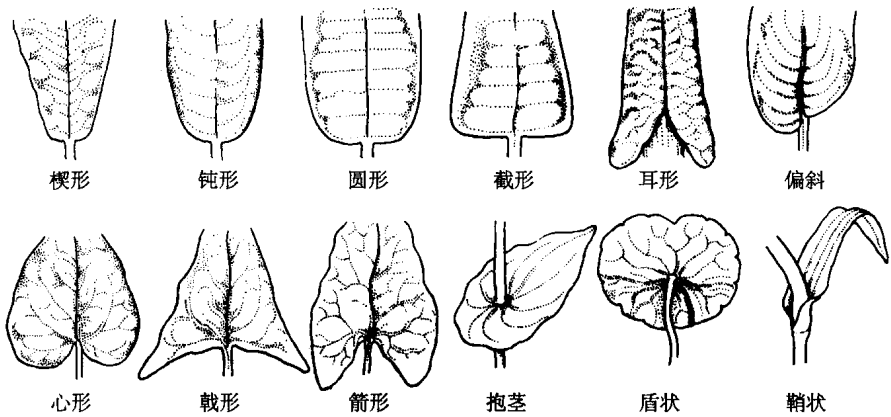


图 1.6 叶基的形态 (杨继, 2000)

叶柄的形态和长度也是识别植物的根据。叶柄分为圆形叶柄如鹅掌楸 (*Liriodendron chinense*)、上下压扁形叶柄如香樟 (*Cinnamomum camphora*)、两侧压扁形叶柄如加拿大杨 (*Populus canadensis*)。复叶总叶柄有翅如枫杨 (*Pterocarya stenoptera*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)；叶柄基部具鞘如竹类、胡萝卜 (*Daucus carota*)；叶柄上面具纵槽如榕树 (*Ficus microcarpa*) 等。

托叶形态变化较多样 (图 1.10)。

观察新鲜植物的叶片，如女贞、香樟、马齿苋 (*Portulaca oleracea*)、益母草、百合 (*Lilium brownii*)、小麦、蒲公英 (*Taraxacum mongolicum*) 等，分别描述其形态。

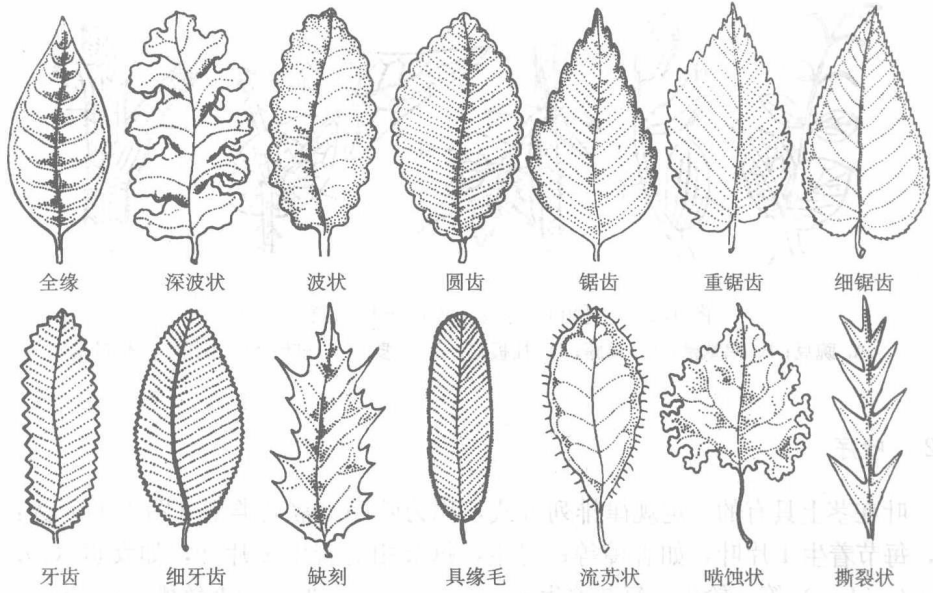


图 1.7 叶缘 (杨继, 2000)

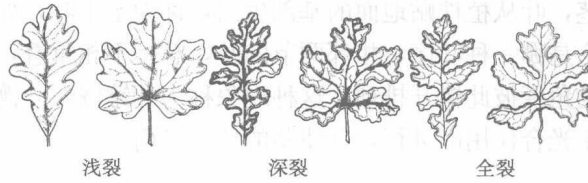


图 1.8 叶裂 (杨继, 2000)

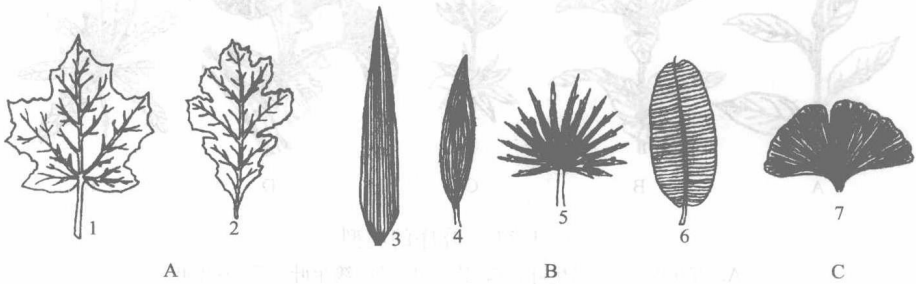


图 1.9 叶脉的类型 (周云龙, 2004)

A. 网状脉序; B. 平行脉序; C. 叉状脉序;

1. 掌状脉序; 2. 羽状脉序; 3. 直出脉; 4. 弧形脉; 5. 射出脉; 6. 侧出脉; 7. 叉状叶脉

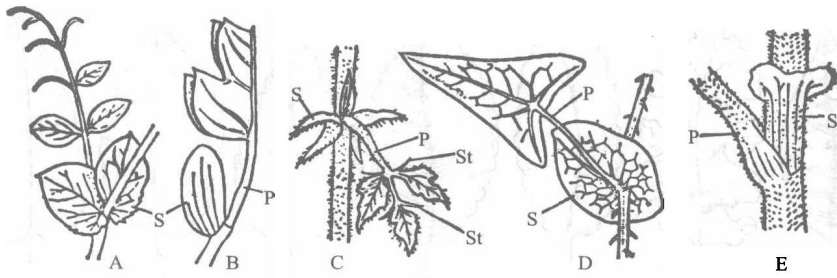


图 1.10 托叶的类型 (武吉华和刘濂, 1983)

A. 豌豆; B. 鹅掌楸; C. 葛藤; D. 杠板归; E. 红萝卜; S. 托叶; St. 小托叶; P. 叶柄

3.2 叶序

叶在茎上具有的一定规律排列方式，称为叶序。常见类型（图 1.11）为：互生，每节着生 1 片叶，如香樟等；对生，每节相对着生 2 片叶，如女贞 (*Ligustrum lucidum*) 等；轮生，每节着生 3 片或 3 片以上的叶，如夹竹桃 (*Nerium indicum*)、猪殃殃 (*Galium aparine* var. *tenerum*) 等；簇生 (丛生) (fascicled)，节间缩短密接，叶成簇着生在短枝上，如银杏、金钱松 (*Pseudolarix pseudolarix*)；植物无明显的地上茎，叶从植株贴地面的基部生出，称为基生叶，如蒲公英等。叶在茎上的排列，不论是哪一种叶序，相邻两节的叶，总是不相重叠，往往通过叶柄长短变化或以一定的角度彼此错开排列，这种现象称为叶镶嵌。叶镶嵌使茎上的叶片互不遮蔽，有利于光合作用的进行，并使茎的负载平衡。

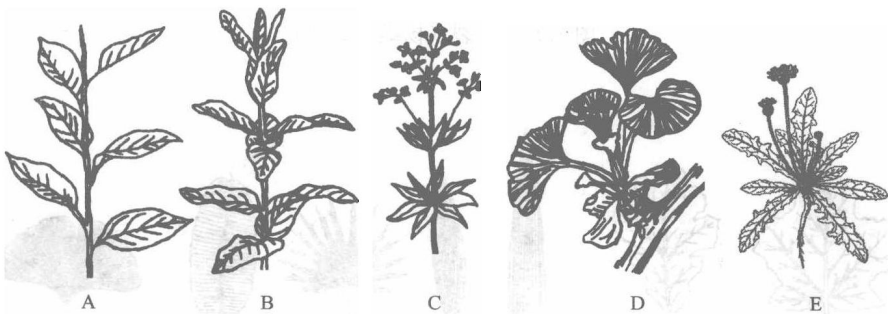


图 1.11 叶序的类型

A. 互生叶; B. 对生叶; C. 轮生叶; D. 簇生叶; E. 基生叶

3.3 叶的类型

单叶是在一个叶柄上只生 1 片叶片；复叶是在叶柄上着生 2 片以上完全独立

的小叶片。复叶的叶柄称为叶轴或总叶柄。叶轴上所生的许多叶称为小叶，小叶的叶柄即为小叶柄。根据小叶在总叶柄上的排列方式，可将复叶分为多种类型（图 1.12）。

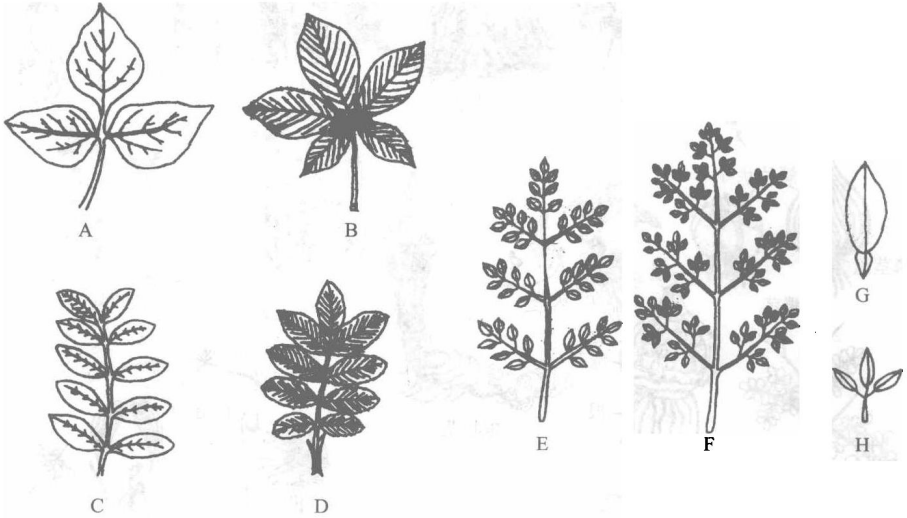


图 1.12 复叶的类型（周云龙，2004）

- A. 羽状三出复叶；B. 掌状复叶；C. 偶数羽状复叶；D. 奇数羽状复叶；
E. 二回羽状复叶；F. 三回羽状复叶；G. 单身复叶；H. 掌状三出复叶

复叶和单叶有时易混淆，这是对叶轴和小枝未加仔细区分的结果。叶轴和小枝实际上有着显著的差异，叶轴的顶端没有顶芽，而小枝常具顶芽；小叶的叶腋一般没有腋芽，芽只出现在叶轴的腋内，而小枝的叶腋都有腋芽；复叶脱落时，先是小叶脱落，最后叶轴脱落；小枝上只有叶脱落；叶轴上的小叶与叶轴成一平面，小枝上的叶与小枝成一定角度。

观察龙牙花 (*Erythrina corallodendron*)、刺槐 (*Robinia pseudoacacia*)、南天竹 (*Nandina domestica*)、柑橘 (*Citrus reticulata*)、红花酢浆草 (*Oxalis corymbosa*) 等植物的叶，判别叶的类型。

4 植物营养器官的变态

有些植物的营养器官在形态、结构和生理功能等方面发生了较大的变化，这种变化叫做变态。这是由于植物体在某些条件的影响下，这些器官改变其机能，获得另外的机能，引起与之相适应的形态结构的变化。在长期的发展过程中，这些变态特性变得很稳定，一代代遗传下来，适应外界的环境条件（图 1.13）。

观察有关变态器官的图片、标本或实物，了解各类变态器官的主要类型、形

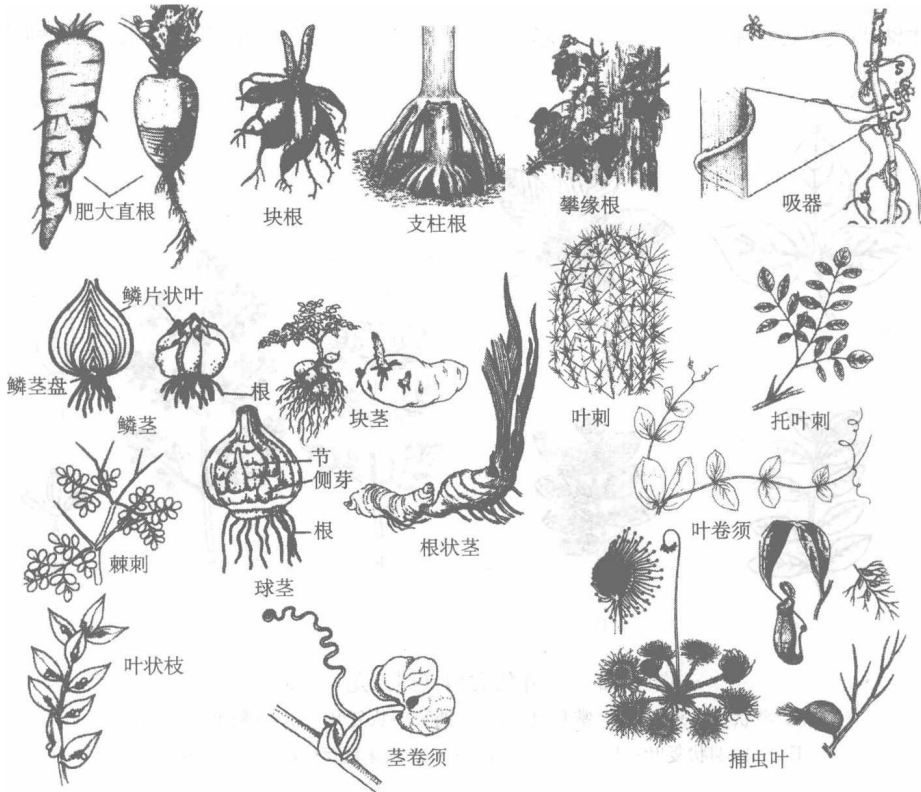


图 1.13 营养器官的变态

态特征和功能，找出变态茎的节、节间、鳞片、顶芽、腋芽、不定根等，如何说明它们是茎的变态？根据什么特征判断茎卷须和叶卷须？如何区分叶刺和枝刺？

【作业与思考题】

1. 直根系和须根系相比，哪种根系的吸水效率更高？哪种根系的固着能力更强？
2. 举例说明所观察的营养器官的变态与功能的关系。
3. 根据哪些特征来判断营养器官变态的种类？
4. 将观察的几种植物的茎按照其形态、质地和生长习性填入表 1.1 中。
5. 将观察的几种植物叶的形态特征填入表 1.2 中。