

国家级水产科学实验教学示范中心——水产类实验系列教材

水生生物学 实验指导

Experiments of Hydrobiology

王丽卿 主编



科学出版社



国家级水产科学实验教学示范中心——水产类实验系列教材

水生生物学实验指导

王丽卿 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据水生生物学课程教学内容编排了 27 个实验,内容包括常见水生生物类群如浮游植物、水生维管束植物、浮游动物和底栖动物等的形态识别与种类鉴定,还包括了水域生态学研究常规的水生生物调查方法,突出了水生生物学课程注重形态分类能力培养的特点,同时加强了对学生水生生物野外调查基本方法与技能的培养。

本书可作为农林院校、综合性院校等开设水产养殖、水族科学与技术、生物科学、环境科学等相关专业的实验教材,也可供与水生生物学相关的研究生、教师和科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

水生生物学实验指导 / 王丽卿主编. — 北京: 科学出版社, 2014. 7
国家级水产科学实验教学示范中心水产类实验系列教材
ISBN 978-7-03-041067-2

I. ①水… II. ①王… III. ①水生生物学—实验—高等学校—教材 IV. ①Q17-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 125045 号

责任编辑: 陈 露 封 婷
封面设计: 殷 靓

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>

北京科印技术咨询服务公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2014 年 7 月第一次印刷 印张: 9 1/2

字数: 220 000

定价: 36.00 元

《水生生物学实验指导》编辑委员会

主 编 王丽卿

副主编 张瑞雷 张 玮

编 委 (按姓氏笔画排序)

王丽卿 张 玮 张瑞雷

范志锋 季高华 潘宏博

目 录

前言

第 1 章 教学实验	1
实验 1 蓝藻门常见属种的形态特征	1
实验 2 硅藻门常见属种的形态特征	5
实验 3 金藻门、黄藻门、隐藻门常见属种的形态特征	11
实验 4 裸藻门、甲藻门常见属种的形态特征	14
实验 5 绿藻门常见属种的形态特征	17
实验 6 红藻门、褐藻门、轮藻门常见属种的形态特征	23
实验 7 水生维管束植物常见属种的形态特征	25
实验 8 原生动物门常见属种的形态特征	30
实验 9 轮虫动物门常见属种的形态特征	35
实验 10 枝角类常见属种的形态特征	41
实验 11 桡足类常见属种的形态特征	45
实验 12 多毛纲、寡毛纲常见属种的形态特征	51
实验 13 腹足纲常见属种的形态特征	56
实验 14 瓣鳃纲常见属种的形态特征	61
实验 15 头足纲常见种类的形态特征	66
实验 16 无甲类和贝甲类常见属种的形态特征	68
实验 17 糠虾类和端足类常见属种的形态特征	70
实验 18 磷虾类、口足类和蔓足类常见属种的形态特征	72
实验 19 十足类常见属种的形态特征	74
实验 20 水生昆虫常见属种的形态特征	78



第 2 章 水生生物调查方法	81
实验 21 浮游植物的调查	81
实验 22 着生藻类的调查	83
实验 23 浮游动物的调查	88
实验 24 底栖动物的调查	92
实验 25 浮游植物初级生产力的测定	96
实验 26 浮游动物次级生产力的测定	99
实验 27 浮游植物叶绿素 a 含量的测定	105
主要参考文献	108
附录 1 浮游生物的显微镜观测方法	113
附录 2 水生生物常见采样器具	115
附录 3 生物检索表简介	121
附录 4 水生生物调查常用表格	123
附录 5 浮游生物生物量计算	130

第 1 章 教学实验

实验 1 蓝藻门常见属种的形态特征

【实验目的】

1. 掌握蓝藻门的主要形态特征。
2. 认识蓝藻门中的常见属种。

【实验材料】

色球藻属、平裂藻属、微囊藻属、颤藻属、螺旋藻属、席藻属、鱼腥藻属、项圈藻属、念珠藻属等标本。

【实验用具】

显微镜、盖玻片、载玻片、滴管、纱布、擦镜纸等。

【实验步骤】

将样品摇匀,用滴管从标本瓶里取少量样品滴于干净的载玻片上,盖上盖玻片,制成临时装片,在显微镜下观察。

注意样品不宜取太多,以免影响观察,盖盖玻片时不要形成气泡,观察时先用低倍镜找到观察对象,再转到高倍镜下仔细观察形态构造。

【实验内容】

1. 色球藻属 *Chroococcus*

植物体多为由 2 个、4 个、6 个或更多个细胞组成的群体。群体中两个细胞相连处平直。群体内细胞球形或半球形,原生质体均匀或具颗粒,假空泡有或无。个体细胞胶被均匀或分层;群体胶被较厚,均匀或分层,透明无色或黄褐色。注意观察细胞内有无假空泡及个体细胞和群体外的胶被,本属种类个体较小,需要在高倍镜下观察。见图 1-1。

2. 平裂藻属 *Merismopedia*

植物体由一层细胞有规则地排列成平板状群体。通常细胞两两成对,两对成一组,四组形成一小群。细胞球形或椭圆形;内含物均匀或具微小颗粒,少数种具假空泡;呈淡蓝绿色至亮绿色,少数玫瑰色或紫色。群体胶被无色,透明而柔软;个体胶被不明显。本属种类个体大多微小,需在高倍镜下观察。见图 1-2。

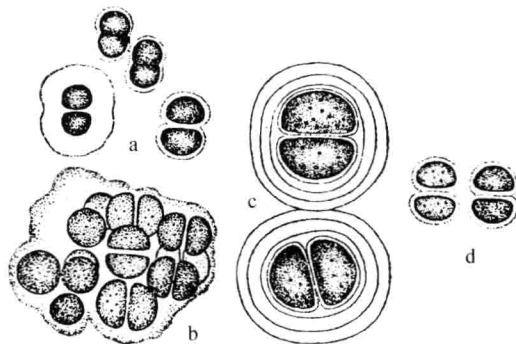


图 1-1 色球藻属 *Chroococcus* (引自胡鸿钧等,1980)

- a. 小型色球藻 *C. minor*; b. 湖沼色球藻 *C. limneticus*;
c. 束缚色球藻 *C. tenax*; d. 微小色球藻 *C. minutus*

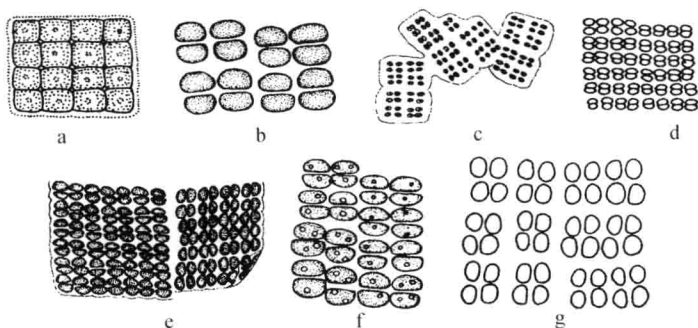


图 1-2 平裂藻属 *Merismopedia* (引自朱浩然, 2007; 梁象秋等, 1996; 赵文, 2005)

- a. 中华平裂藻 *M. sinica*; b. 优美平裂藻 *M. elegans*; c. 细小平裂藻 *M. minima*;
d. 微小平裂藻 *M. tenuissima*; e. 旋折平裂藻 *M. convoluta*;
f. 银灰平裂藻 *M. glauca*; g. 点形平裂藻 *M. punctata*

3. 微囊藻属 *Microcystis*

植物体为多细胞群体。群体中细胞数目极多, 紧密无规则地排列成球形、不规则形或穿孔状。细胞呈淡蓝色、亮蓝绿色、橄榄绿色, 常有假空泡。群体胶被明显, 均匀无色, 有的群体胶被不明显; 无个体胶被。注意观察群体胶被的情况, 细胞内有无假空泡和标本在标本瓶中的状况。见图 1-3。

4. 颤藻属 *Oscillatoria*

植物体为多个细胞组成的不分枝丝状体, 或由许多藻丝组成皮壳状或块状的藻块, 无鞘或罕见极薄的鞘。藻丝直或扭曲, 横壁收缢或不收缢, 顶端细胞多样, 末端增厚或具帽状体。细胞短柱状或盘状, 内含物均匀或具颗粒, 少数具假空泡, 无异形胞和厚壁孢。注意观察丝状体上有无段殖体(藻殖段), 细胞内有无假空泡。见图 1-4。

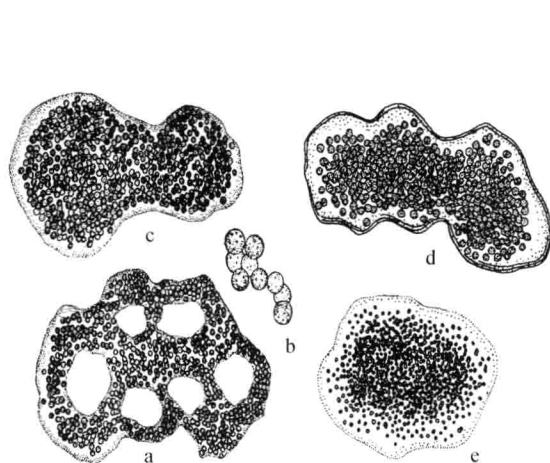


图 1-3 微囊藻属 *Microcystis* (引自胡鸿钧等, 1980)

- a, b. 铜绿微囊藻 *M. aeruginosa*; c. 水华微囊藻 *M. flos-aquae*; d. 具缘微囊藻 *M. marginata*;
e. 不定微囊藻 *M. incerta*

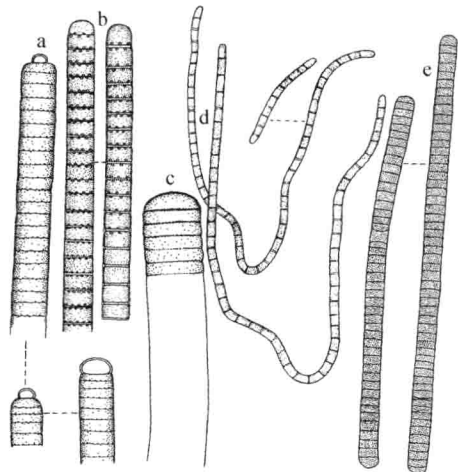


图 1-4 颤藻属 *Oscillatoria* (引自朱浩然, 2007)

- a. 头冠颤藻 *Oscillatoria sancta*; b. 小颤藻 *O. tenuis*;
c. 小颤藻亚洲变种 *O. tenuis* var. *asiatica*;
d. 柔细颤藻 *O. subtilissima*; e. 岩栖颤藻 *O. rupicola*



5. 螺旋藻属 *Spirulina*

植物体为单细胞或由多细胞组成的不分枝丝状体。丝状体圆柱形,呈疏松或紧密的有规则的螺旋形弯曲,细胞间隔明显或不明显,顶端细胞钝圆,无帽状结构。外壁不增厚,内含物均匀或有颗粒。无异形胞、厚壁胞、胶鞘。见图1-5。

6. 席藻属 *Phormidium*

植物体胶状或皮状,由许多藻丝组成,着生或漂浮;丝状体不分枝,直或弯曲;藻丝具鞘,有时略硬,彼此粘连,有时部分融合,薄而无色,不分层;藻丝能动,圆柱形,横壁收缢或不收缢,末端细胞呈头状或不呈头状,细胞内不具气囊;繁殖形成藻殖段。见图1-6。

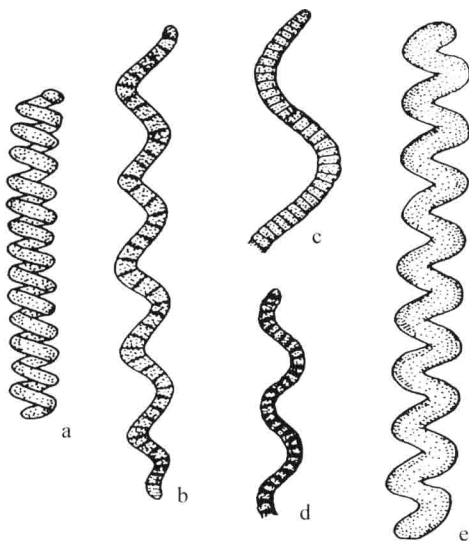


图1-5 螺旋藻属 *Spirulina* (引自胡鸿钧等,1980)

a. 大螺旋藻 *S. major*; b. 极大螺旋藻 *S. maxima*; c. 钝顶螺旋藻 *S. platensis*; d. 方胞螺旋藻 *S. jenneri*; e. 为首螺旋藻 *S. princeps*

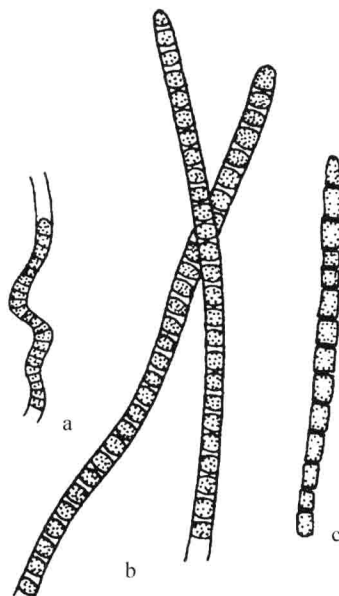


图1-6 席藻属 *Phormidium* (引自胡鸿钧等,1980)

a. 纸形席藻 *P. papyraceum*; b. 窝形席藻 *P. foveolarum*; c. 小席藻 *P. tenue*

7. 鱼腥藻属 *Anabaena*

植物体为由念珠状细胞构成的不分枝丝状体、不定形胶质块或柔软膜状。藻丝等宽或末端尖,呈直或不规则的螺旋形弯曲;细胞球形、桶形;无胶鞘,异形胞常间生,厚壁孢子一个或排列成小链,远离异形胞或与异形胞直接相连。注意观察异形胞和厚壁孢子在丝状体上的位置及相互关系。见图1-7。

8. 项圈藻属 *Anabaenopsis*

丝状体单一,螺旋形弯曲或环形弯曲(仅一种 *A. lssatschenkois* 连成黏质群体),直形较少。无明显衣鞘。异形胞端生(仅具一个极节球),罕有间生。在藻丝上产生新生异形胞,由营养细胞分裂成两个细胞所形成,它们总是成对的,暂时间位,到成熟时藻丝在两异形胞处断裂,形成两新生藻丝,异形胞端位。厚壁孢子间生,与异形胞无规律性联系。见图1-8。

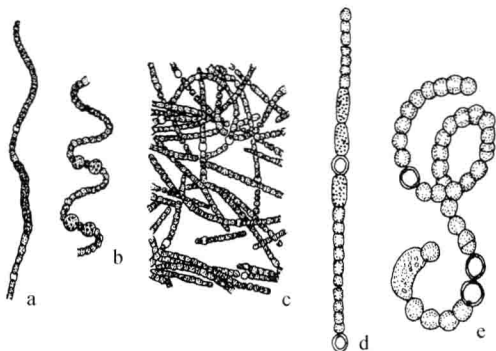


图 1-7 鱼腥藻属 *Anabaena* (引自梁象秋等, 1996; 赵文, 2005)

a. 多变鱼腥藻 *A. variabilis*; b. 螺旋鱼腥藻 *A. spiroides*; c. 固氮鱼腥藻 *A. azotica*; d. 类颤藻鱼腥藻 *A. oscillarioides*; e. 卷曲鱼腥藻 *A. circinalis*

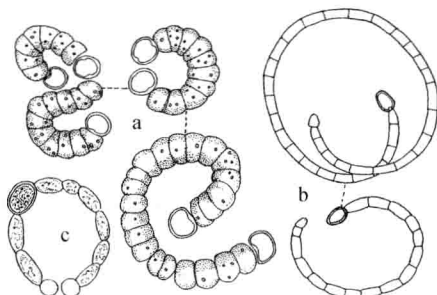


图 1-8 项圈藻 *Anabaenopsis* (引自朱浩然, 2007)

a. 环圈项圈藻 *A. Circularis*; b. 鲜明项圈藻 *A. tanganyikae*; c. 叶氏项圈藻 *A. elenkini*

9. 念珠藻属 *Nostoc*

植物体为胶状、革质的定形群体。群体呈球形、不规则形或发状等。浓厚的公共胶被中充满了许多类似鱼腥藻的藻丝。异形胞间生, 常成串。厚壁孢子球形或长圆形。见图 1-9。

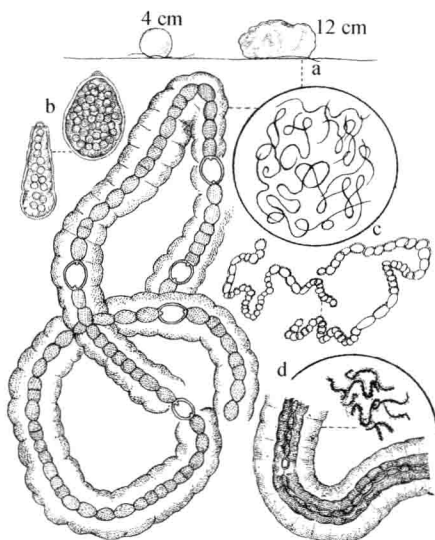


图 1-9 念珠藻 *Nostoc* (引自朱浩然, 2007)

a. 地木耳 *N. commune*; b. 点形念珠藻褐色变种 *N. punctiforme* var. *fuscescens*; c. 植内念珠藻 *N. entophytum*; d. 西藏念珠藻 *N. tibeticum*

【作业】

1. 名词解释：胶被、异形胞、伪空泡、厚壁孢子。
2. 蓝藻门的主要形态特征是什么？
3. 从实验材料中任选四个属的种类绘图。

实验2 硅藻门常见属种的形态特征

【实验目的】

1. 通过观察进一步认识硅藻细胞的三轴三面及细胞壁的间生带、隔片、壳缝(纵沟)、细胞表面纹饰和突出物等形态构造。
2. 掌握硅藻门分类方法及常见纲、目的特征,认识常见属种。

【实验材料】

直链藻属、骨条藻属、圆筛藻属、小环藻属、根管藻属、角毛藻属、双尾藻属、针杆藻属、舟形藻属、羽纹藻属、桥弯藻属、异极藻属、菱形藻属、双菱藻属等标本。

【实验用具】

显微镜、盖玻片、载玻片、滴管、纱布、解剖针、擦镜纸等。

【实验步骤】

将样品摇匀,用滴管从标本瓶里取少量样品滴于干净的载玻片上,盖上盖玻片,制成临时装片,在显微镜下观察。一边观察一边用解剖针轻轻推动或拨动盖玻片,以观察硅藻标本的不同面(环面、壳面),提高识别标本的能力和准确性。

【实验内容】

1. 直链藻属 *Melosira*

细胞圆球形或圆柱形,由壳面相连成链状或念珠状。壳面圆形,细胞通常很厚,有细点纹或孔纹。有的种类的相连带上有一线形的环状缢缩,称环沟或横沟,两细胞之间的沟状缢入部称假环沟。有的种类壳面具棘或刺,有的种类具龙骨突。见图2-1。

2. 骨条藻属 *Skeletonema*

细胞透镜形或圆柱形,壳面圆而鼓,着生一圈细长的刺,与邻细胞的对应刺相接组成长链,刺内有细管。细胞间隙或长或短,参差不齐。壳套上的细纹平行于壳环轴。壳面点纹极细微,不易看到。色素体1~10个。细胞核在细胞中央。见图2-2。

3. 圆筛藻属 *Coscinodiscus*

细胞多呈圆盘状,壳面圆形(少数椭圆形),孔纹一般为六角形,排成辐射型、束型或线型。孔纹在壳面正中心,有时特别粗大,称为中央玫瑰区;正中心有时有小块的无纹区,称为裂缝,面积较大时称为中央无纹区。壳围部分称为外围,最外围孔纹之间常有小刺,有时还有真孔,能分泌胶质,使细胞附着。带面柱形或楔形。见图2-3。

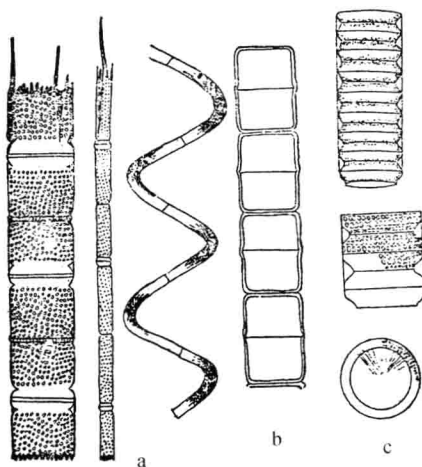


图2-1 直链藻属 *Melosira*(引自赵文,2005)

a. 颗粒直链藻 *M. granulata*; b. 变异直链藻 *M. varians*; c. 具槽直链藻 *M. sulcata*

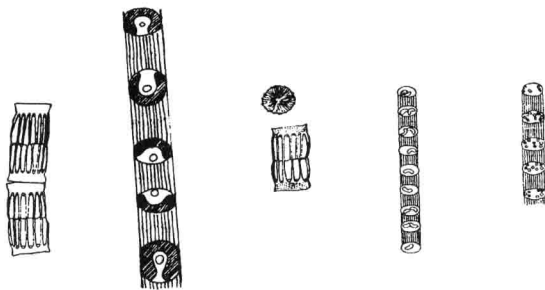


图 2-2 骨条藻属 *Skeletonema* (引自金德祥等, 1965)

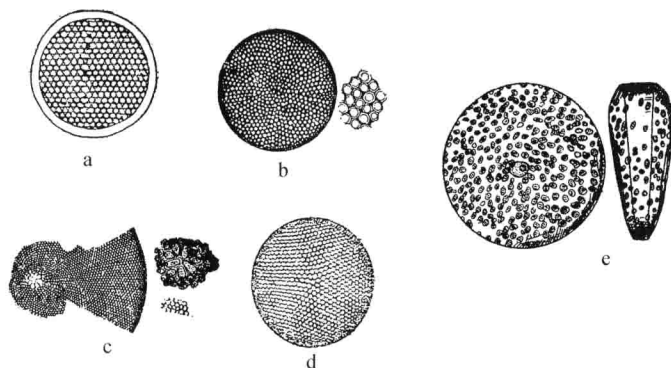


图 2-3 圆筛藻属 *Coscinodiscus* (引自金德祥等, 1965; 赵文, 2005)

a. 线形圆筛藻 *C. lineatus*; b. 辐射圆筛藻 *C. radiatus*; c. 星脐圆筛藻 *C. asterromphalus*; d. 偏心圆筛藻 *C. excentricus*; e. 格氏圆筛藻 *C. granii*

4. 小环藻属 *Cyclotella*

植物体单细胞或 2~3 个细胞相连。细胞圆盘形, 壳面花纹分外围和中央区, 外围有向中央伸入的肋纹, 肋纹有宽有窄, 少数呈点条状。中央区或大或小, 平滑无纹或具向心排列的不同花纹, 壳面平直或有波状起伏, 或中央部分向外鼓起。见图 2-4。

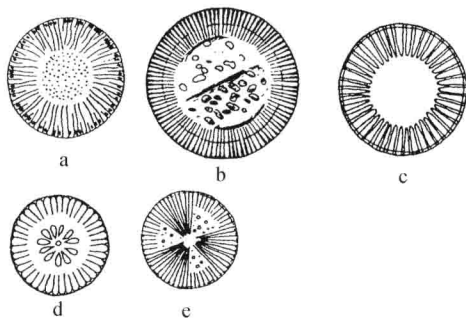


图 2-4 小环藻属 *Cyclotella* (引自金德祥等, 1965; 胡鸿钧等, 2006)

a. 扭曲小环藻 *C. comta*; b. 条纹小环藻 *C. triata*; c. 梅尼小环藻 *C. meneghiniana*; d. 具星小环藻 *C. stelligera*; e. 科曼小环藻 *C. comensis*

5. 根管藻属 *Rhizosolenia*

植物体为单细胞或链状群体，链直或弯曲，或呈螺旋状排列。细胞长圆柱形，直或略弯，断面呈椭圆形至圆形。壳面扁平、略凸或十分伸长而呈圆锥形突起。突端在壳的中央或偏向一边，末端具刺，刺常伸入邻胞而连成群体，少数种类突端无刺。壳环面长，节间带呈环形、半环形或鳞片状。细胞壁薄，壁上有纹，排列规则。见图2-5。

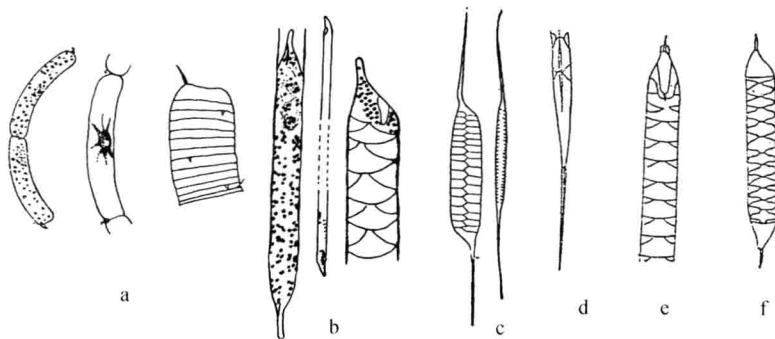


图2-5 根管藻属 *Rhizosolenia* (引自金德祥等, 1965)

a. 托根管藻 *R. stolterfothii*; b. 翼根管藻 *R. alata*; c. 长刺根管藻 *R. longiseta*;
d. 刚毛根管藻 *R. setigera*; e. 笔尖根管藻 *R. styliiformis*; f. 距端根管藻 *R. calcaravis*

6. 角毛藻属 *Chaetoceros*

植物体为链状群体，少数单细胞。细胞呈扁椭圆形，常以角毛与邻细胞角毛交接成链，或靠壳面相互连接成链。壳面椭圆形，壳环面为方形。色素体1~2个或多个，分布于细胞内或粗大的角毛中。仔细观察标本中有无休眠孢子及其形态结构。见图2-6。

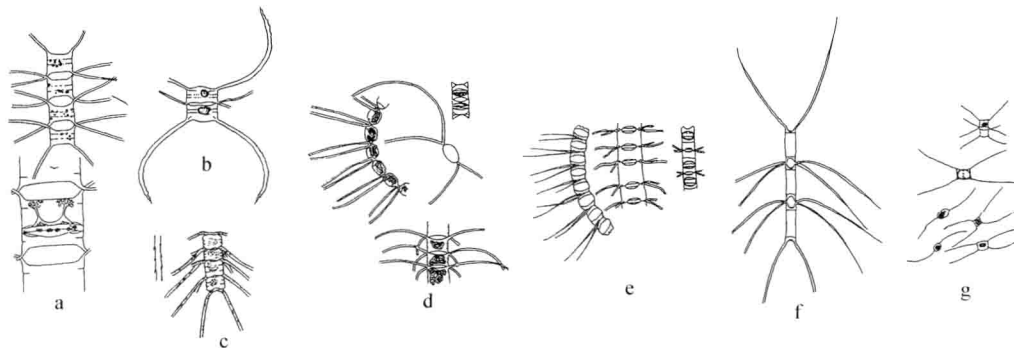
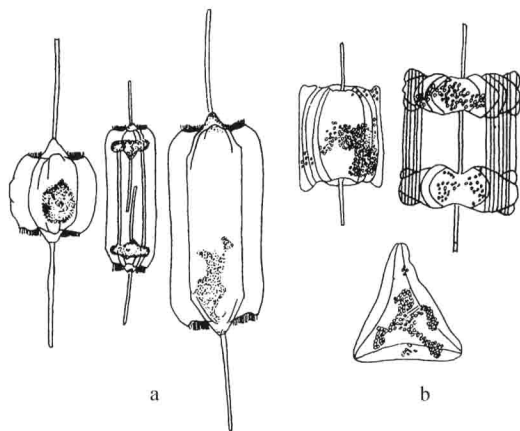


图2-6 角毛藻属 *Chaetoceros* (引自郑重等, 1984; 赵文, 2005)

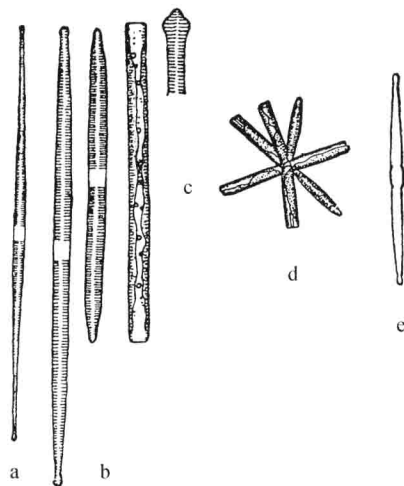
a. 洛氏角毛藻 *C. lorenzianus*; b. 窄隙角毛藻 *C. affinis*; c. 密联角毛藻 *C. densus*; d. 旋链角毛藻 *C. curvisetus*;
e. 假弯角毛藻 *C. pseudocurvisetus*; f. 垂缘角毛藻 *C. laciniosus*; g. 牟勒角毛藻 *C. muelleri*

7. 双尾藻属 *Ditylum*

单细胞，呈三角形、柱形、四角柱形或圆柱形。壳面中央有一条粗直、中空之长刺，与贯壳轴平行。有的种类在壳面四周有许多小刺。壳环面的长短随间生带多少而改变。细胞壁薄，花纹不明显。见图2-7。

图 2-7 双尾藻属 *Ditylum* (引自金德祥等, 1965)

- a. 布氏双尾藻 *D. brightwellii*;
b. 太阳双尾藻 *D. sol*

图 2-8 针杆藻属 *Synedra* (引自 B 福迪, 1980)

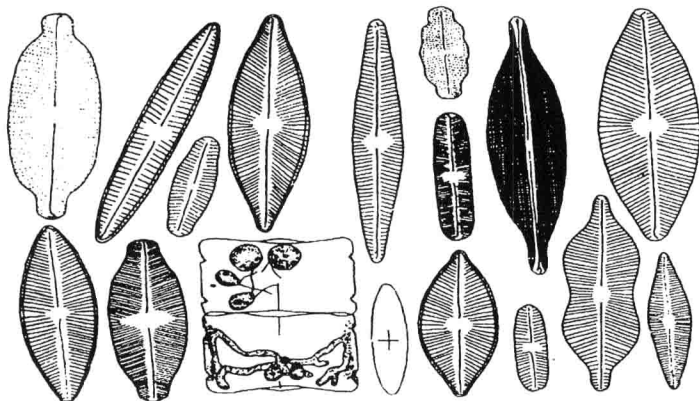
- a. 尖针杆藻 *S. acus*; b. 尺骨针杆藻属 *S. ulna*;
c. 头状针杆藻属 *S. capitata*; d. 柏洛林针杆藻属 *S. berolineensis*; e. 尾针杆藻属 *S. rumpens*

8. 针杆藻属 *Synedra*

植物体单个或为放射状、扇状群体。细胞长线形，壳面线形、披针形或针形，通常直，中部至两端渐窄，或等宽，末端呈头状。壳面中央常有方形或长方形的无纹区，具假壳缝，假壳缝两侧具横线纹或点纹。壳环面长方形，末端截形，具明显的线纹。色素体带状，位于细胞的两侧，片状，2 个，每个色素体常具三到多个蛋白核。见图 2-8。

9. 舟形藻属 *Navicula*

植物体单细胞。细胞三轴对称，壳体舟形，壳面线形、披针形、椭圆形或菱形，末端头状或钝圆。中轴区狭窄，壳缝发达，具中央节和极节，壳面具横线纹、布纹或窗孔纹。壳环面长方形，平滑。色素体片状或带状，多为 2 个，位于细胞两侧。见图 2-9。

图 2-9 舟形藻属 *Navicula* (引自朱蕙忠等, 2000; 金德祥等, 1965)

10. 羽纹藻属 *Pinnularia*

植物体为单细胞或丝状群体，上下左右均对称；壳面线形、椭圆形、披针形，线形披针



形或椭圆披针形,两侧平行,少数种类两侧中部膨大或呈对称的波状,两端头状或喙状,末端钝圆;中轴区狭线形、宽线形或宽披针形,有些种类的中轴区超过壳面宽度的三分之一,中央区圆形、椭圆形、菱形、横矩形等,具中央节和极节;壳缝发达,直或弯曲;带面长方形,无间生带和隔片;色素体片状、大,2个,各具一个蛋白核。见图2-10。

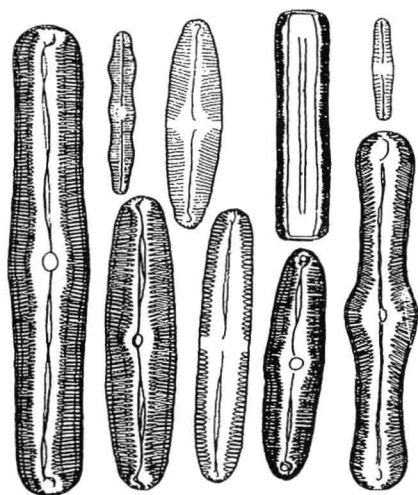


图2-10 羽纹藻属 *Pinnularia* (引自朱蕙忠等,2000)

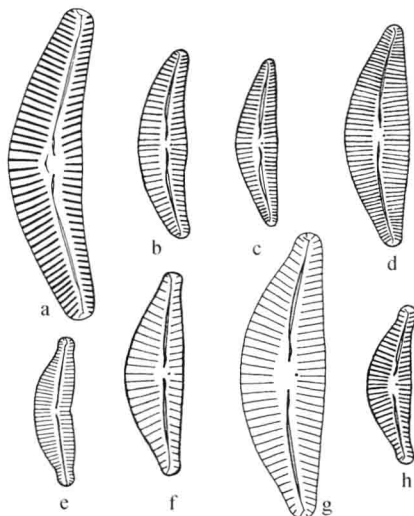


图2-11 桥弯藻属 *Cymbella* (引自施之新,2013)
a. 斯特隆桥弯藻 *C. strontiana*; b~c. 微细桥弯藻 *C. parva* (其中b为初期细胞, c为中期细胞); d. 膨胀形桥弯藻 *C. turgiduliformis*; e~g. 切断桥弯藻 *C. excise*; h. 切断桥弯藻近头状变种 *C. excisa* var. *subcapitata*

11. 桥弯藻属 *Cymbella*

植物体单个或以胶质柄附着在他物上或位于胶质管中。壳面纵轴两侧(纵轴)不对称,呈半月形或近舟形。壳缝偏于腹侧,直或弧形弯曲,中轴区和中心区明显。点条纹常略呈放射状排列。壳面扁平,壳环面两侧近平行。色素体1个,板状。见图2-11。

12. 异极藻属 *Gomphonema*

细胞常在分枝胶质柄上,营固着生活。壳面披针形或棒状,两端(横轴)不对称,上端比下端宽。中轴区狭、直。壳环面多成楔形,末端截形。色素体1个,片状,侧生。注意观察壳缝、中央节、极节及壳面花纹的排列情况。见图2-12。

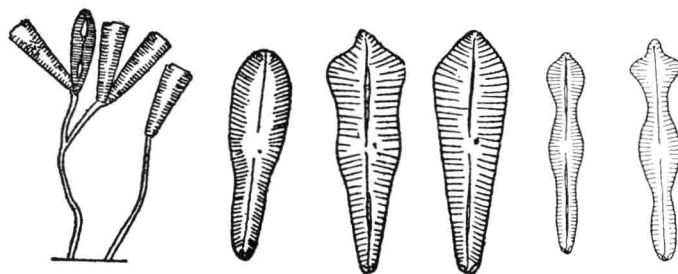


图2-12 异极藻属 *Gomphonema* (引自朱蕙忠等,2000)



13. 菱形藻属 *Nitzschia*

植物体多为单细胞,或形成带状或星状的群体,或生活在分枝或不分枝的胶质管中,浮游或附着;细胞菱形、茧形、“S”形或线形。管壳缝内壁龙骨点明显,上下龙骨突起,彼此交叉相对。壳面具横线纹或横列点纹,壳环面成菱形。色素体侧生、带状。见图 2-13。

14. 双菱藻属 *Surirella*

细胞单独生活。壳面卵圆形,一般左右对称,也有不甚对称者。细胞扁平或扭转,每壳有管纵沟一条,在壳缘翼状的龙骨突上,由壳的一端绕壳缘经过另一端而再回到起点。因此每壳虽然只有一条管纵沟,但在壳的两侧都有。见图 2-14。

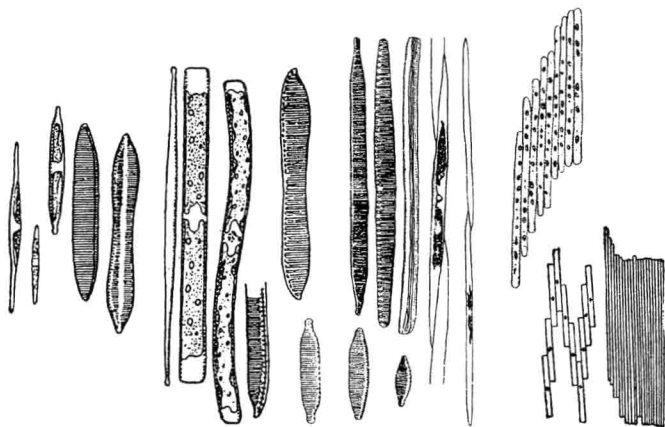


图 2-13 菱形藻属 *Nitzschia* (引自赵文, 2005)

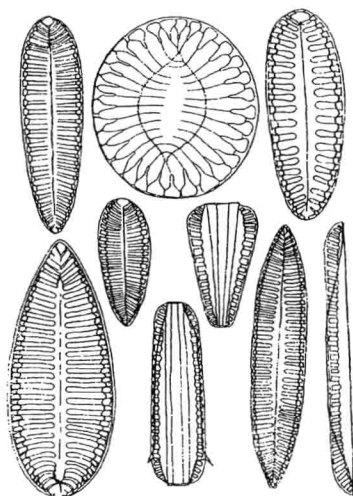


图 2-14 双菱藻属 *Surirella*
(引自胡鸿钧等, 1980)

【作业】

1. 如何判断硅藻细胞的壳面和壳环面?
2. 从实验材料中任选五个属的种类绘图。
3. 以实验中的观察标本为例,编制羽纹纲常见属的检索表。

实验3 金藻门、黄藻门、隐藻门 常见属种的形态特征

【实验目的】

1. 掌握金藻门、黄藻门和隐藻门的主要形态结构特征,认识常见属种。
2. 通过观察进一步理解囊壳、“H”形节片的概念。

【实验材料】

单鞭金藻属、锥囊藻属、三毛金藻属、黄群藻属、黄丝藻属、隐藻属、蓝隐藻属等标本。

【实验用具】

显微镜、盖玻片、载玻片、滴管、纱布、擦镜纸等。

【实验步骤】

将样品摇匀,用滴管从标本瓶里取少量样品滴于干净的载玻片上,盖上盖玻片,制成临时装片,在显微镜下观察。注意样品不宜取太多,以免影响观察,盖盖玻片时不要形成气泡,观察时先用低倍镜找到观察对象,再转高倍镜仔细观察形态构造。

【实验内容】

1. 单鞭金藻属 *Chromulina*

细胞球形至纺锤形,裸露且可变形。色素体片状,1~2个,有2个色素体的种类,色素体位于细胞两侧。细胞核1个,其位置在细胞前端、中部或后端。有的种类具一个红色眼点。细胞后端常有一大的白糖体。见图3-1。

2. 锥囊藻属 *Dinobryor*

多为树枝状群体,少数为不分枝群体或单细胞。细胞具圆锥形、钟形或圆柱形的囊壳。囊壳前端开口,原生质体纺锤形、圆锥形或卵形,前端具2条不等长鞭毛,长的一条伸至囊壳开口外。基部以细胞质短柄附着于囊壳底部。眼点1个,伸缩泡一至多个,色素体1~2个。见图3-2。

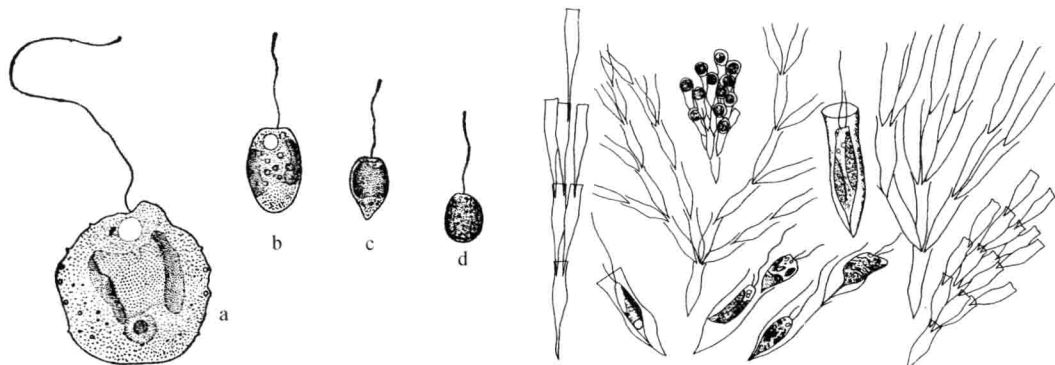


图3-1 单鞭金藻属 *Chromulina*(引自胡鸿钧等,1980)

图3-2 锥囊藻属 *Dinobryor*(引自梁象秋等,1996)

a. 变形单鞭金藻 *C. mutabilis*;
b~d. 卵形单鞭金藻 *C. mutabilis*