HAI ZAO XUE GAI LUN

李伟新　朱仲嘉　刘凤贤　编

# 海藻学概论

上海科学技术出版社

.2

## 内 容 简 介

本书是一本综合论述海藻基本理论的重要参考书。主要介绍海藻的外部形态、内部构造、生殖器官发育、繁殖、生活史、生态、地理分布、分类、经济价值、海藻与栽培的关系等，内容广泛而系统，可供水产院校师生、大专院校生物系师生和水产部门的工作人员参考。


**海 藻 学 概 论**

湛江水产学院　李伟新

厦门水产学院　朱仲嘉　编

上海水产学院　刘凤贤

上海科学技术出版社出版

（上 海 瑞 金 二 路 450 号）

新华书店上海发行所发行　上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092　1/16　印张 16.25　字数 379,000

1982 年 11 月第 1 版　1982 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—3,100

统一书号：13119·985　　定价：（科五）2.00 元

# 序　　言

海藻学，是在藻类学的基础上发展起来的。由于海藻与人们的生活、生产有着密切的关系，又有丰富的天然资源，故引起了人们的重视和对之进行了广泛的研究。近数十年来这门学科发展比较快，先后有不少专著问世，比如：我国著名的藻类学家曾呈奎教授等著的《中国经济海藻志》，岡村的《日本藻类图谱》及《日本海藻志》，远滕吉三郎的《海产植物学》，F. E. Fritsch 的《藻类的结构和生殖》等。这些专著不但充实了海藻学的内容，而且为进一步开拓海藻资源提供了理论依据。

我国的海藻研究，解放前在形态、分类等方面进行了研究工作；解放后，我国的藻类学家和藻类学工作者对海藻的形态、分类、生态、生理、遗传育种、综合利用及人工栽培等方面，作了深入的调查和研究，取得了不少可喜的成果，对海藻学的发展作出了贡献。

《海藻学概论》一书，是应我国水产院校教学参考的需要，以及为海藻学的科研和生产提供参考资料而编写出版的。本书阐述了各门海藻的外部形态、内部构造、生殖器官的系统发育、繁殖、生活史等基础知识，对红藻、褐藻、绿藻等经济海藻作着重的介绍。由于海藻种类繁多，所以各门只分类到属，对栽培种类、经济种类、常见种类则列举了代表种。我们还引用了一些国外近代海藻资料，使这本书的内容更充实。

本书由湛江水产学院李伟新主编，参加编写的有夏门水产学院朱仲嘉、上海水产学院刘凤贤。第一章、第三至八章和第十一章由李伟新编写，由湛江水产学院丁镇芬描绘插图；第二章、第十章和第十二章由朱仲嘉编写；第九章和附录由刘凤贤编写。

本书在编写过程中得到有关同志的热情支持和帮助：初稿承中国科学院海洋研究所曾呈奎、张峻甫、张德瑞及山东海洋学院郑柏林审阅，参加审稿的还有中国科学院海洋研究所郭玉洁、夏邦美、董美龄、陆保仁、华茂森、杨宗岱、徐法礼、周汉秋及山东海洋学院王筱庆等，此外中国科学院海洋研究所冯明华、王立明和郑树栋等也给予热情帮助，我们表示衷心感谢！

由于我们水平有限，本书的内容难免有缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编　　者　1981.10.

# 目　　录


序言…… 1
第一章　绪论…… 1
　第一节　海藻学的意义和范围…… 1
　第二节　海藻的形态特征…… 1
　第三节　海藻细胞的构造…… 2
　　一、细胞壁…… 3
　　二、细胞质…… 3
　　三、细胞核…… 4
　　四、色素体…… 5
　　五、线粒体…… 6
　　六、高尔基体…… 7
　　七、内质网…… 7
　　八、贮藏物质…… 7
　第四节　海藻细胞的分裂…… 7
　　一、有丝分裂…… 7
　　二、无丝分裂…… 8
　　三、减数分裂…… 8
　第五节　海藻的繁殖…… 9
　　一、无性繁殖…… 9
　　二、有性繁殖…… 9
　第六节　藻类的分类…… 10
　第七节　海藻在自然界中的作用和经济上的意义…… 10
第二章　蓝藻门 Cyanophycophyta …… 13
　第一节　蓝藻的形态、分布和经济价值…… 13
　　一、蓝藻的形态结构…… 13
　　二、蓝藻的繁殖…… 15
　　三、蓝藻的分布和经济价值…… 16
　第二节　蓝藻门的分类…… 17
　　蓝藻纲 Cyanophyceae…… 17
　　(一)色球藻目 Chroococcales…… 17
　　(二)管胞藻目 Chamaesiphonales…… 18
　　(三)宽球藻目 Pleurocapsales …… 18
　　(四)念珠藻目 Nostocales …… 19
　　(五)真枝藻目 Stigonematales …… 22
第三章　红藻门 Rhodophycophyta …… 24
　第一节　红藻门的形态、分布和经济价值…… 24

一、红藻的形态构造……24
二、红藻的繁殖……26
三、红藻的生活史……26
四、红藻的分布……27
五、红藻的经济价值……27
第二节 红藻门的分类……27
一、原红藻纲 Protoflorideophyceae……28
(一)紫球藻目 Porphyridiales……28
(二)角毛藻目 Goniotrichales……28
(三)红毛菜目 Bangiales……28
二、红藻纲 Florideophyceae……35
(一)海索面目 Nemalionales……35
(二)柏桉藻目 Bonnemaisoniales……41
(三)石花菜目 Gelidiales……43
(四)隐丝藻目 Cryptonemiales……48
(五)杉藻目 Gigartinales……57
(六)红皮藻目 Rhodymeniales……73
(七)仙菜目 Ceramiales……77
第四章 隐藻门 Cryptophycophyta……92
第一节 隐藻的形态、构造及繁殖……92
一、隐藻的形态构造……92
二、隐藻的繁殖……92
第二节 隐藻门的分类……92
隐藻纲 Cryptophyceae……92
(一)隐胞藻目 Cryptomonadales……92
(二)隐球藻目 Cryptococcales……93
第五章 甲藻门 Pyrrophycophyta……94
第一节 甲藻门的主要特征……94
第二节 甲藻门的分类……94
甲藻纲 Pyrrophyceae……94
一)纵裂甲藻亚纲 Desmokontae……94
(一)纵裂甲藻目 Desmomonadales……94
(二)双甲藻目 Prorocentrales……94
二)横裂甲藻亚纲 Dinokontae……95
(一)裸甲藻目 Gymnodiniales……95
(二)多甲藻目 Peridiniales……96
(三)球甲藻目 Dinococcales……98
第六章 金藻门 Chrysophycophyta……99
第一节 金藻门的主要特征……99
第二节 金藻门的分类……100
一、金藻纲 Chrysophyceae……100

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

(一)单鞭金藻目 Chromulinales …… 100
(二)金囊藻目 Chrysocapsales …… 100
(三)硅鞭藻目 Dictyochales …… 100
(四)金球藻目 Chrysosphaerales …… 100
(五)金枝藻目 Chrysotrichales …… 100
二、定鞭金藻纲 Haptophyceae …… 101
(一)等鞭金藻目 Isochrysidales …… 101
(二)定鞭金藻目 Prymnesiales …… 101
第七章　硅藻门 Bacillariophycophyta …… 103
第一节　硅藻门的主要特征 …… 103
第二节　硅藻门的分类 …… 108
一、中心纲 Centricae …… 108
(一)圆筛藻目 Coscinodiscales …… 108
(二)根管藻目 Rhizoleniales …… 109
(三)盒形藻目 Biddulphiales …… 110
二、羽纹纲 Pennatae …… 110
(一)无沟目 Araphinales …… 110
(二)有沟目 Raphinales …… 111
第三节　硅藻的分布和养殖上的关系 …… 112
第八章　黄藻门 Xanthophycophyta …… 113
第一节　黄藻门的主要特征 …… 113
第二节　黄藻门的分类 …… 114
(一)异鞭藻目 Heterochloridales …… 114
(二)异球藻目 Heterococcales …… 114
(三)异管藻目 Heterosiphonales …… 114
第九章　褐藻门 Phaeophycophyta …… 117
第一节　褐藻门的形态、分布和经济价值 …… 117
一、褐藻的形态构造 …… 117
二、褐藻的繁殖 …… 121
三、褐藻的生活史 …… 123
四、褐藻的分布 …… 124
五、褐藻的经济价值 …… 124
第二节　褐藻的分类 …… 125
(一)水云目 Ectocarpales …… 126
(二)褐壳藻目 Ralfsiales …… 130
(三)索藻目 Chordariales …… 131
(四)毛头藻目 Sporochnales …… 136
(五)酸藻目 Desmarestiales …… 137
(六)马鞭藻目 Cutleriales …… 138
(七)线翼藻目 Tilopteridales …… 139
(八)黑顶藻目 Sphacelariales …… 139
(九)网地藻目 Dictyotales …… 141

(十)网管藻目 Dictyosiphonales …… 145
(十一)萱藻目 Scytosiphonales …… 148
(十二)海带目 Laminariales …… 154
(十三)墨角藻目 Fucales …… 165
第十章 绿藻门 Chlorophycophyta …… 173
第一节 绿藻门的形态、分布及经济价值 …… 173
一、绿藻的形态构造 …… 173
二、绿藻的繁殖 …… 177
三、绿藻的生活史 …… 178
四、绿藻的分布 …… 180
五、绿藻的经济价值 …… 180
第二节 绿藻门的分类 …… 181
绿藻纲 Chlorophyceae …… 181
(一)团藻目 Volvocales …… 181
(二)四孢藻目 Tetrasporales …… 186
(三)绿球藻目 Chlorococcales …… 187
(四)丝藻目 Ulotrichales …… 189
(五)胶毛藻目 Chaetophorales …… 190
(六)石莼目 Ulvales …… 192
(七)溪菜目 Prasiolales …… 197
(八)刚毛藻目 Cladophorales …… 198
(九)管枝藻目 Siphonocladales …… 200
(十)绒枝藻目 Dasycladales …… 205
(十一)管藻目 Siphonales …… 207
第十一章 海藻的生态 …… 218
第一节 海藻的生态区域 …… 218
一、海洋生物生态区的划分 …… 218
二、潮间带的划分 …… 219
第二节 海藻生长的海洋环境 …… 220
一、海藻的生态因子 …… 220
二、藻类的生命型 …… 227
第十二章 海藻的地理分布和区系 …… 232
第一节 海藻的地理分布、温度及海流的关系 …… 232
一、海藻地理分布的意义 …… 232
二、海藻地理分布和温度的关系 …… 232
三、海藻地理分布与海流的关系 …… 234
第二节 我国一些经济海藻的地理分布 …… 234
一、绿藻门 …… 234
二、褐藻门 …… 234
三、红藻 …… 235
第三节 海藻的垂直分布 …… 235

第四节　我国及北太平洋西部的海藻区系 …… 236
一、研究海藻区系的意义 …… 236
二、我国的海藻区系 …… 237
三、北太平洋西部的海藻区系 …… 239
四、物种发源地及可栽培海区的布局 …… 240
附录　海藻标本的采集、制作和保管 …… 242
主要参考文献 …… 248

# 第一章 绪 论

## 第一节 海藻学的意义和范围

在植物界中，藻类是属于低等植物。因为它们不开花，不结实，而是用孢子进行繁殖，故又称孢子植物，或者叫隐花植物，目前一般都称为孢子植物。

藻类种类繁多，已记载的有 24,000 种之多。分类学家林奈(Linnaeus, 1707～1778)在《自然系统》一书中把藻类的拉丁文名定为 Algae，目前仍沿用此名。从地质学化石证明，藻类在地球上出现最早，在寒武纪的石灰质中已发现了它们。

藻类的分布极其广泛，凡是潮湿的地带到水域都可找到它们的踪迹。生长在海洋中的藻类称为海藻。海藻种类多，产量大，是很有经济意义的海洋资源之一。人们在长期的生产实践和科学实验中积累了大量的藻类生物学知识，建立了一门独立的藻类生物学，称为藻类学 (Phycology)。它包括藻类的形态、生理、生长发育、生态、分类等。凡研究海藻的形态构造、生理机能、繁殖方式、系统发育、生态和分类等方面的科学，则称为海藻学(Marine phycology)。

解放前，我国海藻学是一门基础薄弱的学科。解放后，在党的重视下，我国的藻类学家和藻类学工作者经过长期的努力，积累了大量的海藻生物学知识，丰富了本学科的内容，成为一门比较完整的海藻生物学。

## 第二节 海藻的形态特征

海藻形态各异，大小悬殊。海藻有单细胞、群体和多细胞各种形态。单细胞海藻个体微小，要借助显微镜才能看到；群体海藻由单细胞个体群集而成；多细胞藻体的大小从几厘米至数米以上，最大的海藻长达 60 米以上。

与高等植物相比，海藻的构造十分简单，藻体没有真正的根、茎、叶分化，整个藻体为简单的叶状体，既能吸收周围的养料，又能进行光合作用，制造有机物质。有些海藻如海带(*Laminaria*)、马尾藻(*Sargassum*)的藻体有类似于根、茎、叶的分化，但还不具有象真正根、茎、叶中的维管束结构。藻体含有叶绿素，有许多种类除含叶绿素外，还含有其他辅助色素，因此，藻体呈现绿、红、褐、黄等颜色。海藻的繁殖单位是单细胞的孢子或合子，没有如高等植物那样有生殖和营养部分的分化。在生活史中，没有胚的发育过程。

现将各门藻类的主要形态特征简介如下：

蓝藻为单细胞、群体或丝状体，有的是有假分枝或真分枝的丝状体，也有的为多列细胞组成的复杂丝状体。细胞没有真核，它是最古老型的藻类之一，但现代的蓝藻与几亿年前的祖先比较，也没有多大的区别。

红藻类少数单细胞或群体，多数为多细胞，形态多样化，有扁平叶状、丝状、线状或圆柱状分枝。内部有单轴与多轴之分，具有髓部与皮层的分化。

隐藻类、裸藻类、甲藻类、金藻类、硅藻类及黄藻类，多数为单细胞或群体，有的个体具有 1～2 条鞭毛；有的不具鞭毛，在水中浮游或漂游生活，极少数为固着生活的丝状体。

褐藻类没有单细胞或群体，较简单的是异丝体，即分为匍匐与直立两部分，后者为分枝状的丝状体，如水云属(*Ectocarpus*)。较复杂的为假膜体和膜状体，具有髓部和皮层的分化，外形有圆柱状分枝，扁平叶状、囊状、管状和扁平叉状等不同形态，藻体基部都有圆盘状或根状的固着器，高度发展的藻体具有假根状固着器，类似柄、叶的区分，如海带及马尾藻。不少褐藻是大型的，最大的长达数十米以上。

绿藻类的最简单藻体为单细胞，如衣藻属 (*Chlamydomonas*) 为球形或卵形的单细胞，前端有二条鞭毛，能在水中自由游动，其次为单细胞组成的群体，在多细胞的种类中，简单的为不分枝的丝状体，如丝藻属(*Ulothirx*)或分枝丝状体如刚毛藻属(*Cladophora*)；比较复杂的是膜状体如石莼属(*Ulva*)，或异丝体如胶毛藻属(*Chaetophora*)的种类，还有不具细胞横壁的管状体如蕨藻属(*Caulerpa*)。

轮藻类多生于淡水，极少数生于半咸水，藻体具有假根、茎和叶的分化，具有节与节间的区分，它在水生的绿色藻类中较为高级和进化的类型。

## 第三节 海藻细胞的构造

海藻细胞的构造与高等植物细胞基本相似，皆由原生质体构成，原生质体包含细胞质

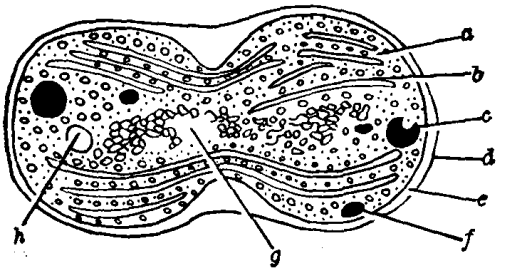


图 1-1 蓝藻细胞内的类囊体排列

*a*.胆蛋白； *b*.类囊体； *c*. 构造颗粒； *d*. 细胞壁； *e*.质膜； *f*.类脂颗粒； *g*.核区； *h*. 磷酸颗粒

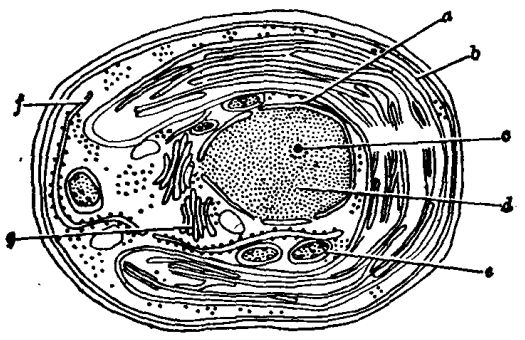


图 1-2 小球藻的真核细胞的纵切面

*a*.核膜； *b*.叶绿体膜； *c*. 核仁； *d*. 细胞核； *e*.线粒体； *f*. 内质网； *g*. 高尔基体

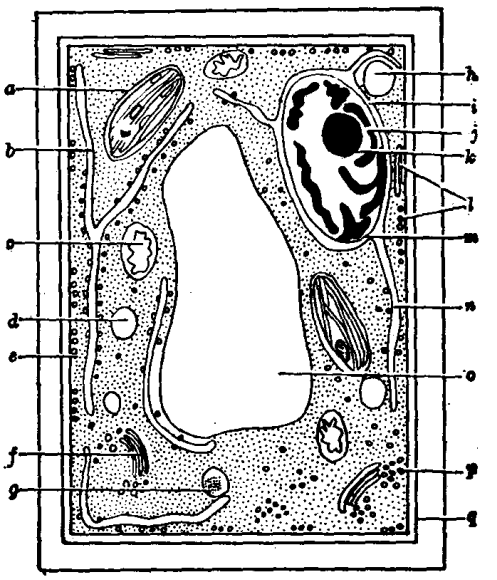


图 1-3 一般植物细胞内主要成份图 (1970，细胞内各部分并不是按相互正确比例画的)

(仿中国科学院植物研究所五室细胞组)

*a*.叶绿体； *b*.内质网； *c*. 线粒体； *d*. 圆球体； *e*.核糖核蛋白体； *f*.高尔基体； *g*.*h*.微粒体； *i*.细胞核； *j*.染色质； *k*. 核仁； *l*. 微管； *m*. 核膜； *n*. 内质网； *o*. 液泡； *p*.质膜； *q*.细胞壁

(原生质)和细胞核等主要部分。但比较低等的蓝藻植物细胞,没有真正的细胞核,在细胞质中央只有含核物质的区域,细胞质的分化也简单,故称为原核细胞(prokaryotic cell),如图1-1表示在电子显微镜下观察到的蓝藻细胞图。除蓝藻类外,其他藻类的细胞皆有真细胞核,故称真核细胞(Zukaryotic cell),如图1-2及图1-3表示在电子显微镜下观察到的小球藻及一般植物细胞内主要成份图,从图中可见真核细胞中除有核膜包裹着的细胞外,还有线粒体、高尔基体及叶绿体等,此外,还含有多种贮藏物质如淀粉核、油滴、甘露醇、硝酸盐和糖类等,它们是原生质和生命活动中产生的物质或光合作用的产物。在细胞外围还有一层细胞壁,它是由细胞质分泌出来的产物,现将构成细胞的各种主要物质分述如下。

## 一、细胞壁

藻体细胞除生殖细胞不具细胞壁外,一般都有细胞壁,它是原生质体分泌的物质所构成,包围于细胞质的最外一层。红藻类的细胞壁分为内、外两层,内层为纤维素,外层为藻胶质,如琼胶、海萝胶及卡拉胶等。在珊瑚藻属(*Corallina*)的细胞壁往往钙化,因其含大量的石灰质所致。绿藻类的细胞壁外层为果胶质,内层为纤维质,但刚毛藻属的细胞壁,在果胶质外还有一层很薄的几丁质。硅藻类的细胞壁则由果胶质和硅质组成。一般海藻的细胞壁外都具有各种不同的胶质,它们都属亲水胶体,吸水性很强,加热则溶解于水中,冷却成凝胶,这些凝胶在工业上有广泛的用途。除单细胞藻类及群体外,多细胞藻体的细胞壁皆有孔间联系。

## 二、细胞质

它是藻体细胞的主要生活物质之一,它能产生各种生命现象,如生长、刺激反应、营养和呼吸等,它是一种无色、透明粘液状的胶体,与水不相混合,通常在显微镜下观察是发亮的,其主要成份是蛋白质,它的分子很大,形成很多微粒,分散在水中,由于每个微粒都带有电荷,相同的电荷互相排斥,因此,它们永远呈运动状态,叫"布朗运动"。这种不断运动的微粒,呈无色、透明液胶状态,称为液胶体,但它在一定条件下可以变成半固体状态的凝胶体,同时亦可恢复成为液胶体,这对于细胞生命活动有密切关系。如果我们将藻类细胞加热至50～60℃时,则会将它的原生质的胶体状态破坏成为不可逆转的凝团,致使细胞死亡,这说明为什么一般藻类细胞不能生活在高温水中的原因。

细胞质的主要成份,除蛋白质外,还有脂类化合物、碳水化合物及无机盐等。蛋白质是由碳、氢、氧、氮等元素组成,通常还有硫或磷。脂类化合物主要是拟脂,为细胞质的基本成份。碳水化合物在细胞质中是一种贮藏物质。无机盐类在细胞质中只少量存在,主要为硝酸盐和磷酸盐。此外,细胞质中还含有60～90%的水分。其量如此之多,可见对细胞质发生各种生命变化中起了重要的作用。

一般在幼年藻类的细胞中,细胞质是充满整个细胞的,但随着细胞的不断成长,在细胞质中则形成各种大小不同的空泡,其内贮存着泡液,故称液泡。由于液泡不断合并而增大体积,细胞质就被挤向四周而紧贴着细胞壁,例如,松藻属(*Codium*)及羽毛藻属(*Bryopsis*)的老成细胞内,中央是一个很大的液泡,其细胞质被挤向四周仅呈一薄层,贴近于细胞壁。

在细胞质贴近细胞壁的表面,往往有一层很薄的细胞质膜,叫做质膜,出入细胞质的物质都要经过这层质膜,但不是所有的物质都能透过,一般水及葡萄糖的水溶液可以透过,而蔗糖的水溶液则不能透过,为一种选择渗透性膜,也叫半透性膜。但这个特性也随着细胞内、外的条件变化而变化的,同一种物质有时透过得快,有时则透过得慢,有时全不透过,可

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

见它的选择渗透性，是和细胞的生命活动有关的。因此，只有生活的细胞才能显示出这种特性。

生活细胞内的细胞质能不断地流动着，它是一种生命活动的表现。一般流动有两种方式：一种叫回转式流动，即细胞质在大液泡的周围常循着一个方向回旋运动着，例如，我们将蕨藻的生活细胞放在显微镜下观察，则见其中央大液泡周围的一薄层细胞质常循着一定方向流动着；另一种叫循环式流动，这常见于含有数个液泡的细胞中，细胞质可形成几支小流，其方向有时相同，有时则相反，流动速度也不一致，例如羽纹藻属(*Pinnularia*)中的某些种类，则常有这种流动方式。一般细胞质的流动是和水温、光线和化学物质影响有关，尤其是受温度影响最显著，在一定限度内，细胞质随水温的升高而加速运动，但升高到一定限度后，水温如果继续增加，其运动速度反而降低，甚至完全停止，而且在低温下也影响其运动。可见细胞质也和生物有机体一样有感性和运动的生命活动现象，它能促进细胞内物质的运动和新陈代谢的作用，也能促进细胞的生长和发育。

**三、细胞核**

细胞核位于细胞质中，在生活细胞中比较难发现，如果用酒精、醋酸、铬酸及苦味酸等快速固定液将细胞杀死固定后，再用苏木精、洋红或番红染色后，则容易看到，因其比原生质贮存较多的染色素，故在固定和染色后，则可在细胞质中，较明显地显示出来。大部分的藻类都具细胞核，一般在一细胞中只有一核，也有两个以上的，有的幼小细胞中只有一核，老细胞则有 1～2 个以上的，有些藻类细胞是多核的，如刚毛藻属的小细胞只有 1～2 个核，老细胞则有 50 多个以上；同样松藻属和羽毛藻属等藻类的细胞也是多核的。可是在蓝藻门的藻类细胞中则没有真正的细胞核，但有构成核的物质——核质，集中在细胞质的中央，形成中央体(centroplasm)，与细胞质无明显的界限，故为原始状态的核。

细胞核的形状和大小，在不同的藻类及不同的组织中有些差异，但一般为圆球状、卵形或椭圆形等。幼龄的细胞，其细胞核常为圆球状，位于中央，长成的细胞，其内部中央常有一个大液泡，细胞核被挤于边缘。核的大小也因各细胞而不同，褐藻类的表皮细胞核较小，皮层的细胞核较大，最小的核直径不过 1～2 微米，一般达 3～15 微米左右；红藻的核直径平均 3 微米，但轮藻类(Chara)的假根中的细胞核，长度可达 275 微米左右。普通核的数目愈多，它的体积也就愈小，这种情况可见于刚毛藻和松藻等藻类的细胞中。

静止的细胞核有几部分的构造：(1)核膜：在核的外面有一薄层与原生质相隔，即为核膜。(2)核质：在显微镜下观察，在核膜内充满无色透明的液体，即核质，在通常的情况下，核质的分布是均匀的，但其中由核酸组成的物质，极易被碱性染料染色，故此物质又称为染色质(chromatin)，其主要成份是 DNA，(脱氧核糖核酸)和 RNA(核糖核酸)，有时核质因固定剂的作用也会引起一些网状结构，这并非是活细胞核中原有的结构，是由于人为引起的现象。(3)核仁：通常为圆球状，一般在核质中有 1～2 个，也有多个的，例如红藻门的藻类细胞核中，通常有 2 个以上的核仁，核仁常在细胞分裂的时候消失。

细胞核也是一种胶体的物质，其粘滞性较原生质大，其主要成份是 DNA、RNA、碱性蛋白、高级蛋白、酶、脂类、其他磷化物和无机物，它在细胞的生命活动中起重大的作用，如果细胞失去细胞核，则新陈代谢就不正常，也不能正常生长和进行分裂，最后必定死亡。苏联学者格拉西莫夫曾以水绵(*Spirogyra*)进行研究，当水绵分裂时，他用骤然冷冻和麻醉的方法，使其在正常分裂过程受到影响和阻碍，结果形成无核及含两核的两种细胞。而具两核的细

胞，能进行正常的新陈代谢作用，细胞能生长，相反无核的细胞则不能形成细胞壁，新陈代谢不正常，光合作用产生的淀粉不能溶解，分解作用增加，细胞生长停止，不久即死亡。可见含细胞核的细胞则能正常生长下去，无核细胞则不能生存。同时有核细胞，如果细胞壁受到损伤，也能迅速恢复。此外，细胞核中的染色质是细胞遗传物质的载体，核仁是制造 RNA 及蛋白质的中心，亦有传递遗传信息的功能。

**四、色素体**

色素体是藻类光合作用的场所，在 18 世纪初期已经发现。可是，长期以来，由于光学显微镜的水平限制，未能进一步研究它们的超微结构。近二十年来，由于电子显微镜的进一步观察研究，在藻类色素体的超微结构方面的报道已有一千余篇论文。

除蓝藻植物(原核藻类)外，其他各门藻类都含叶绿体或色素体。在一般的教科书中都把含有叶绿素 a 和叶绿素 b 的光合器称为叶绿体，如绿藻门、裸藻门及高等植物的光合器是叶绿体，其余藻类的光合器则称为色素体。但目前在报刊上发表的学术论文中都统称为叶绿体，而本书则沿用一般教科书的用名。

单细胞绿藻的叶绿体多为杯状(如衣藻)，多细胞绿藻的则为环状、片状或颗粒状。在红藻中，低等种类，如紫球藻属(*Porphyridium*)和红毛藻属(*Bangia*)等的色素体为星状和裂片状。高等种类例如节夹藻属(*Lomentaria*)和凹顶藻属 (*Laurencia*) 则为圆盘状。在电子显微镜下观察到一般藻类的色素体是由两层以上的被膜包围着的，内含有光合器——类囊体(thylakoid)，它是扁平小囊体。蓝藻无真核，为原核生物，故没有色素体，它的光合器是类囊体，仅单条分散在整个细胞中，为原始的光合器。大多数蓝藻的类囊体不分布在细胞中央，而是单条平行于细胞壁，呈周位排列，在表面有颗粒状的藻胆体(phycobilisomes)，其中含藻红蛋白(phycoerythrin)，和藻蓝蛋白(phycocyanin)，在光合作用过程中能分解水分并放出氧气，有固氮和进行呼吸作用的能力(图 1-1)。红藻细胞的色素体由二层被膜包围，被膜的功用主要是使色素体和原生质分开，同时，它又是一种半透性膜，控制着代谢物质进出色素体。红藻的色素体中只有单条分离状的类囊体。一般裂片状的色素体 (图 1-4: A) 无周位类囊体，有些或多数的类囊体末端靠近色素体的被膜；圆盘状色素体则有周位和中央类囊体(图 1-4: B)，甲藻类色素体(图 1-5)和裸藻类的叶绿体有三层被膜包围

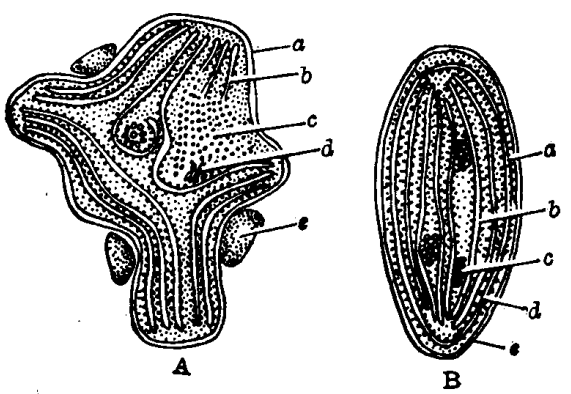


图 1-4　红藻色素体内囊体的排列
A.列片状色素体：　*a*.包膜；　*b*.类囊体；　*c*.胆蛋白；　*d*.基因体；　*e*.淀粉粒；　B.圆盘状色素体：　*a*.周位类囊体；　*b*.中央类囊体；　*c*.基因体；　*d*.胆蛋白；　*e*.包膜

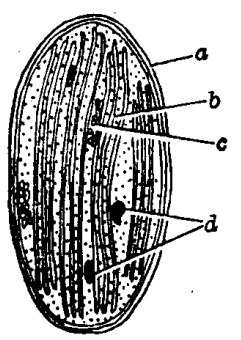


图 1-5　甲藻叶绿体内类囊体排列
*a*.叶绿体被膜；　*b*.3-类囊体束；　*c*.基因体；　*d*.质体球

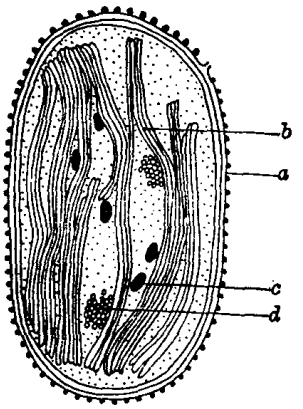


图 1-6 裸藻叶绿体内类囊体的排列

*a*.被膜； *b*.3-多类囊体束； *c*.质体球； *d*.基因体

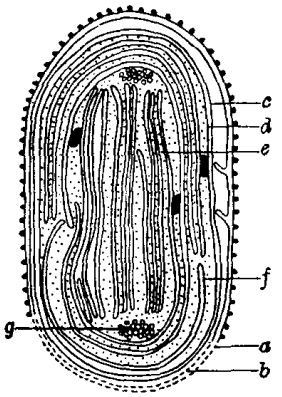


图 1-7 黄藻、金藻、褐藻色素体

*a*、*b*.色素体被膜； *c*、*d*.色素体层膜； *e*.中央片层； *f*.周位片层； *g*.基因体

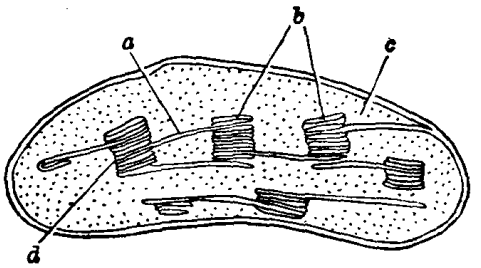


图 1-8 高等植物叶绿体内类囊体排列

*a*.基质片层； *b*.基粒； *c*.基质； *d*.类囊体

(图 1-6)，褐藻类、金藻类、黄藻类、硅藻类和隐藻类在二层色素体被膜外面还有二层膜，它们的类囊体在色素体中常由三条组成一束 (图 1-7)；但隐藻类的类囊体常二条成束地排列在色素体中。绿藻类及高等植物的叶绿体由二层被膜包围，其中由许多类囊体重叠形成基粒(图 1-8)，从顶面观基粒呈圆形或烧饼形，侧面观则看到许多层，每层即为一个类囊体，因此，一般植物的每一个基粒都是由 10～100 个类囊体重叠而成的。上述可知，绿藻门和裸藻门的叶绿体中主要含叶绿素 a、b，因此它们与高等植物所含的色素相同。但绿藻还含有叶黄素和胡萝卜素。裸藻不含叶黄素。此外，各门的色素体都含叶绿素 a、c，胡萝卜素和叶黄素，蓝藻不含叶绿素 c，而红藻也不含叶绿素 c 则含叶绿素 a 和叶绿素 d，还含有藻胆素、叶黄素及胡萝卜素，蓝藻和甲藻也都含藻胆素，硅藻、金藻、甲藻及褐藻还含有藻褐素 (fucoxanthin)。叶绿体和色素体都是光合作用的中心，它能吸收和利用光的辐射能，吸收水和 $CO_2$，进行光合作用，制造淀粉粒或蛋白质并贮藏于细胞中。

**五、线粒体**

除蓝藻外其余藻类细胞皆有线粒体，在植物细胞内约有 100～3,000 个，呈小球状、椭圆、棒状或其他形状，直径为 0.5～1.0 微米，其主要成份为磷脂类。在电子显微镜下观察线粒体是由内、外二层膜组成，内膜向内腔基质中折叠形成搁板状或管状突起的嵴 (crista)，

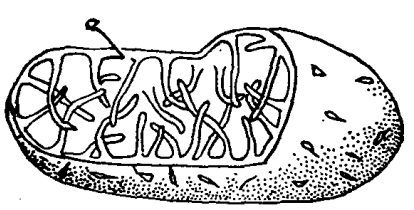

图 1-9 线粒体超微结构图解 (仿 A. Frey-Wyssling)

*a*.管嵴

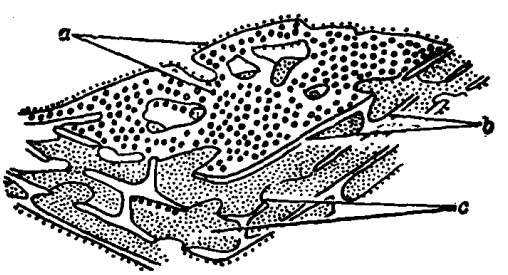


图 1-10 内质网的立体图解 (仿 E. D. P. De Robertis)

*a*.核糖核蛋白体； *b*.膜； *c*.基质

植物细胞内的线粒体常呈管状的蜷（图 1-9）。在线粒体中含有与呼吸作用关系密切的各种酶，它们能分解碳水化合物、脂肪和蛋白质，并释放能量，供细胞生命活动的需要。此外，有人认为，线粒体中含有能自我复制的遗传物质 DNA 和 RNA。

**六、高尔基体**(golgi body)

它在 19 世纪末由意大利人高尔基在观察用药品固定和染色后的动物神经细胞中首先发现，故定名为高尔基体。它在高等植物及真核藻类的细胞中普遍存在，在电子显微镜下看到的高尔基体是由一些扁平囊泡所组成（图 1-3），它们的数量和形状是与细胞生长机能有密切的关系，生长旺盛的细胞，它们发育很好，在衰老细胞中，它们则退化或缩小。它们的作用与细胞内的贮存和转运有关，此外还有合成植物细胞壁的果胶和纤维素等作用。

**七、内质网**(endoplasmic reticulum)

它在细胞中由膜组成的网状结构，如图 1-10 的立体构造图所示，它将细胞质分隔成许多间室，能更好地支持细胞质和利于进行各种不同的生化反应。有的内质网膜的表面有核糖体，它可能与合成蛋白质有关。有人认为内质网的存在对细胞壁的形成也有作用。

**八、贮藏物质**

常见的有液泡（图 1-3），它是原生质在生命活动过程中所产生的混合物，其内含有碳水化合物、有机酸、单宁和结晶体等，年幼细胞中是没有液泡的，或只有具粘性的小滴存在，但随着细胞的成长，原生质在代谢过程中产生一些物质和水分，与小滴混合成水溶性的液泡，一般大小不同的液泡可混合成一个大液泡，因此，在老年细胞中，液泡数目少而大，可在中央形成一个大液泡，这种现象的演变是在细胞成长过程的正常现象。

此外在细胞质中还有其他的贮藏物质，如淀粉核、糖类、酒精类、硝酸盐、类脂体、脂肪滴和甘露醇等。

## 第四节　海藻细胞的分裂

海藻的成长也和陆生高等植物一样，是以分裂方法增加细胞数量和细胞体积，其分裂的方式一般分为有丝分裂（间接分裂）、无丝分裂和减数分裂，现分述如下：

**一、有丝分裂**

为高等植物和海藻营养细胞的一种常见的分裂方式，现以一般高等植物的细胞分裂为例，细述其细胞分裂过程，它分为前期、中期、后期和末期，共四个时期（图 1-11）。

（一）前期　静止的细胞核发生变化，首先在核中出现许多微小的颗粒，此物质容易染色，故称为染色质。但随着染色质的数量不断增多，便相互凝结成念珠状，最后便缩短变粗，成为外形平滑而较粗的染色体，其主要成份为 DNA，这时核仁也渐渐归于消失，染色体复制成为两染色单体，但两者以着丝点连接，最后核膜也消失了。

（二）中期　这时成对的染色单体互相分离排列在细胞当中的赤道板上，中心体内的两个中心粒彼此分开，在细胞两极出现细小的丝体叫纺锤丝，渐伸至赤道与染色体相接，形成纺锤形称为纺锤体。

（三）后期　纺锤体渐向两极收缩，把赤道上的两组染色体分别牵引至两极。

（四）末期　两组染色体分别到达两极后，即开始分散成为微小的染色质颗粒，在颗粒之间出现核酸，最后染色质粒消失，附近的纺锤丝也渐消失，核仁出现，并产生核膜，形成两子

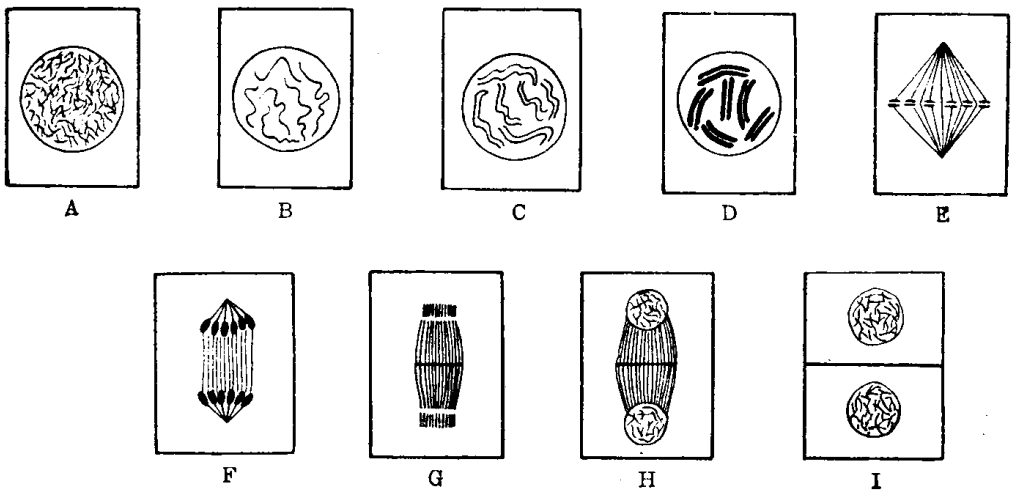


图 1-11 植物细胞有丝分裂的过程(仿岩本)
A～D.前期; E.中期; F、G.后期; H、I.末期

核,同时在赤道附近的纺锤丝增粗,并与周围的原生质连成细胞板,把一个细胞隔成两个子细胞,每个子细胞包含一个子核和一部分原生质,它们的大小约相等,此即为两个新细胞。

**二、无丝分裂**

通常在低等藻类的营养细胞中最常见的一种分裂方法,也叫直接分裂,即在分裂过程中,细胞核不形成染色体,也不形成纺锤丝,首先核仁分裂为两个细胞核,不断引长,中间凹入,并断裂为两个子核细胞质,也分裂为两份,同时中间产生新细胞壁,将一个细胞内的细胞质和细胞核划分为两部分,形成两个新细胞。

**三、减数分裂**

此为一般海藻生殖的孢子母细胞的一种分裂方式,在生殖过程中,孢子母细胞的核有染色体出现,但最后形成的子细胞,其细胞核的染色体比母细胞核的染色体减半,因此它与有丝分裂不同。减数分裂包括两次不同分裂过程,在第一次分裂过程中,静止的孢子母细胞核中出现细长的染色体,彼此成对并列,并向细胞核的外层移动,最后核膜消失,染色体排列在赤道板上,原生质中出现纺锤丝,和染色体相连,另一端聚集于两极,形成纺锤体,接着进入

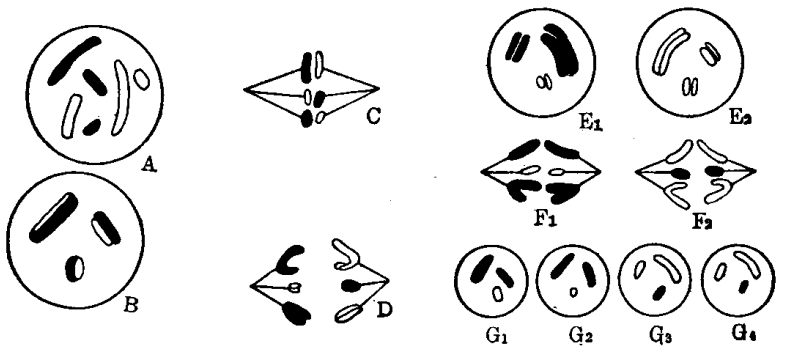


图 1-12 植物细胞减数分裂图解(仿岩本)
A、B. 第一次分裂前期; C. 第一次分裂中期; D. 第一次分裂后期;
$E_1$、$E_2$. 第二次分裂前期; $F_1$、$F_2$ 第二次分裂中期; $G_1$～$G_4$.第二次分裂后期

后期，染色体不纵裂成两半，整个染色体向不同两极分离，形成两新子核，这样两新子核内的染色体只有半数，叫单倍体，第一次分裂过程到此结束。接着两新子核开始与有丝分裂相似的第二次分裂，最后形成4个新细胞，每个细胞的核都是单倍体。一般海藻在无性生殖过程中，孢子母细胞的细胞核要经减数分裂，因此形成的游孢子为单倍体，由它直接萌发为新藻体(图1-12)。

## 第五节　海藻的繁殖

一般分为无性繁殖和有性繁殖两种。

### 一、无性繁殖

海藻与陆生高等植物一样，植物体在水中生长发育到一定阶段，即有繁殖后代的能力，由植物体某部分细胞形成生殖细胞产生新个体。一般单细胞藻类的繁殖方式简单，它的生殖方法是细胞分裂，也有的藻体在发育至一定阶段，内部的细胞质与细胞核等内含物质发生变化，然后分裂为数个原生质体，每个质体内含一个新核，然后它可形成具有鞭毛或不具鞭毛的孢子。具有鞭毛的孢子称为游孢子 (zoospore)，不具鞭毛的叫不动孢子(aplanospore)。成熟时，破孢子母细胞壁出来在水中，直接萌发为新个体，例如甲藻门的一些种类可以产生4～8个不具鞭毛的不动孢子或者产生具两条鞭毛的游孢子。一般游孢子圆形或卵形，有纵横两沟，沟内各有一条鞭毛，能在水中游泳，继续发育成新个体，很多单细胞藻类都属此种繁殖方法，其主要特点，单细胞藻体自身能变成孢子母细胞，体内的原生质等内容物可直接分裂成孢子。但多细胞的藻体，则在植物体中的某部分细胞变成孢子母细胞，然后发育为孢子囊，其内的物质亦分裂形成2、4、8、16个以上的孢子。一般孢子都具有两条以上的鞭毛，孢子梨形、卵形或椭圆形，没有细胞壁，有一眼点及一色素体，当孢子发育成熟后，孢子囊破裂，里面的孢子即散出于水中，有趋光性，在适宜的环境下，能附着于水底基层上，直接萌发成新植物，一般游孢子在形成之前，必须经减数分裂，成熟的游孢子从孢子囊内逸出于水中，并附着在基层上，直接萌发为新藻体，一般绿藻的丝状体，除基部细胞外，其余细胞都能变成孢子囊，每一囊能产生2～16个各具4条鞭毛的游孢子，常见的如丝藻属，又如一些片状体的藻类，如石莼属，则在藻体边缘细胞形成孢子囊，每囊亦产生4、8、16或32个具4条鞭毛的游孢子。褐藻植物如海带科 (Laminariaceae)植物，一般在孢子叶的表皮细胞形成孢子囊，每一囊内可产生多数的游孢子，皆为梨形，侧面具两条长短不一的鞭毛，但是水云目 Ectocarpales 的藻类，在藻体上可形成单室孢子囊和多室孢子囊，前者在形成游孢子时须经减数分裂；后者则不经减数分裂，游孢子皆为梨形或卵形，侧生两条长短不一的鞭毛，由它萌发为新植物。还有一些藻类如红藻则产生不具鞭毛的不动孢子，即四分孢子(tetraspore)，但也有产生单孢子(monospore)或多孢子(polyspore)的。

### 二、有性繁殖

一般由游孢子或不具鞭毛的不动孢子萌发成的新藻体，在生长发育至一定阶段，植物体的某部分细胞即形成配子囊，其中产生2、4、8、16、32或64个以上的配子，每个配子与游孢子相似，梨形、卵形或椭圆形，但一般只具两条鞭毛，内含一色素体。总之，配子数目较游孢子多，个体较小，但是配子是一种有性细胞，它们在水中必须结合成接合子，由它萌发为新植物。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com