



国家出版基金项目

“十二五”国家重点图书出版规划项目

水产养殖新技术推广指导用书

中国水产学会  
全国水产技术推广总站 组织编写

# 扇贝高效生态

SHANBEI GAOXIAO SHENGTAI

# 养殖新技术

YANGZHI XIN JISHU

杨爱国 王春生 林建国 编著



海洋出版社



“十二五”国家重点图书出版规划项目  
水产养殖新技术推广指导用书

中国水产学会 组织编写  
全国水产技术推广总站

# 扇贝高效生态

SHANBEI GAOXIAO SHENGTAI

# 养殖新技术

YANGZHI XIN JISHU

杨爱国 王春生 林建国 编著



海洋出版社

2014年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

扇贝高效生态养殖新技术/杨爱国, 王春生, 林建国编著.  
—北京: 海洋出版社, 2014. 3  
(水产养殖新技术推广指导用书)

ISBN 978 - 7 - 5027 - 8804 - 9

I. ①扇… II. ①杨… ②王… ③林… III. ①扇贝养殖 IV.  
①S968. 31

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 032332 号

责任编辑: 常青青

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京旺都印务有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

开本: 880mm × 1230 mm 1/32 印张: 3.875

字数: 111 千字 定价: 16.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

# 《水产养殖新技术推广指导用书》

## 编委会

名誉主任 林浩然

主任 雷霖霖

副主任 司徒建通 隋吉学 魏宝振 翟晓斌 丁晓明

主编 司徒建通

副主编 魏宝振 王清印 丁晓明 江世贵 吴灶和

桂建芳 刘雅丹

编委 (按姓氏笔划排列)

于培松 马达文 毛洪顺 王印庚 王吉桥 王奇欣

付佩胜 叶维钧 归从时 龙光华 刘亚东 刘洪军

曲宇风 何中央 何建国 吴青 吴淑勤 宋盛宪

张有清 张学成 张建东 张勤 李应森 李卓佳

李健 李霞 杨先乐 杨国梁 汪开毓 肖光明

苏永全 轩子群 邹桂伟 陈文银 陈昌福 陈爱平

陈基新 周锦芬 罗相忠 范金城 郑曙明 金满洋

姚国成 战文斌 胡超群 赵刚 徐跑 晁祥飞

殷永正 袁玉宝 高显刚 常亚青 绳秀珍 游宇

董双林 漆乾余 戴银根 魏平英

## 丛书序

我国的水产养殖自改革开放至今，高速发展成为世界第一养殖大国和大农业经济中的重要增长点，产业成效享誉世界。进入 21 世纪以来，我国的水产养殖继续保持着强劲的发展态势，为繁荣农村经济、扩大就业岗位、提高生活质量和国民健康水平做出了突出贡献，也为海、淡水渔业种质资源的可持续利用和保障“粮食安全”发挥了重要作用。

近 30 年来，随着我国水产养殖理论与技术的飞速发展，为养殖产业的进步提供了有力的支撑，尤其表现在应用技术处于国际先进水平，部分池塘、内湾和浅海养殖已达国际领先地位。但是，对照水产养殖业迅速发展的另一面，由于养殖面积无序扩大，养殖密度任意增高，带来了种质退化、病害流行、水域污染和养殖效益下降、产品质量安全等一系列令人堪忧的新问题，加之近年来不断从国际水产品贸易市场上传来技术壁垒的冲击，而使我国水产养殖业的持续发展面临空前挑战。

新世纪是将我国传统渔业推向一个全新发展的时期。当前，无论从保障食品与生态安全、节能减排、转变经济增长方式考虑，还是从构建现代渔业、建设社会主义新农村的长远目标出发，都对渔业科技进步和产业的可持续发展提出了更新、更高的要求。

渔业科技图书的出版，承载着新世纪的使命和时代责任，客观上要求科技读物成为面向全社会，普及新知识、努力提高渔民文化素养、推动产业高速持续发展的一支有生力量，也将成为渔业科技成果入户和展现渔业科技为社会不断输送新理念、新技术的重要工具，对基层水产技术推广体系建设、科技型渔民培训和产业的转型提升都将产生重要影响。

中国水产学会和海洋出版社长期致力于渔业科技成果的普及推广。目前在农业部渔业局和全国水产技术推广总站的大力支持下，近期出版了一批《水产养殖系列丛书》，受到广大养殖者和社会各界的普遍欢迎，连续收到许多渔民朋友热情洋溢的来信和建议，为今后渔业科普读物的扩大出版发行积累了丰富经验。为了落实国家“科技兴渔”的战略方针、促进及时转化科技成果、普及养殖致富实用技术，全国水产技术推广总站、中国水产学会与海洋出版社紧密合作，共同邀请全国水产领域的院士、知名水产专家和生产一线具有丰富实践经验的技术人员，首先对行业发展方向和读者需求进行



广泛调研，然后在相关科研院所和各省（市）水产技术推广部门的密切配合下，组织各专题的产学研精英共同策划、合作撰写、精心出版了这套《水产养殖新技术推广指导用书》。

本丛书具有以下特点：

(1) 注重新技术，突出实用性。本丛书均由产学研有关专家组成的“三结合”编写小组集体撰写完成，在保证成书的科学性、专业性和趣味性的基础上，重点推介一线养殖者最为关心的陆基工厂化养殖和海基生态养殖新技术。

(2) 革新成书形式和内容，图说和实例设计新颖。本丛书精心设计了图说的形式，并辅以大量生产操作实例，方便渔民朋友阅读和理解，加快对新技术、新成果的消化与吸收。

(3) 既重视时效性，又具有前瞻性。本丛书立足解决当前实际问题的同时，还着力推介资源节约、环境友好、质量安全、优质高效型渔业的理念和创建方法，以促进产业增长方式的根本转变，确保我国优质高效水产养殖业的可持续发展。

书中精选的养殖品种，绝大多数属于我国当前的主养品种，也有部分深受养殖者和市场青睐的特色品种。推介的养殖技术与模式均为国家渔业部门主推的新技术和新模式。全书内容新颖、重点突出，较为全面地展示了养殖品种的特点、市场开发潜力、生物学与生态学知识、主体养殖模式，以及集约化与生态养殖理念指导下的苗种繁育技术、商品鱼养成技术、水质调控技术、营养和投饲技术、病害防控技术等，还介绍了养殖品种的捕捞、运输、上市以及在健康养殖、无公害养殖、理性消费思路指导下的有关科技知识。

本丛书的出版，可供水产技术推广、渔民技能培训、职业技能鉴定、渔业科技入户使用，也可以作为大、中专院校师生养殖实习的参考用书。

衷心祝贺丛书的隆重出版，盼望它能够成长为广大渔民掌握科技知识、增收致富的好帮手，成为广大热爱水产养殖人士的良好益友。

中国工程院院士

2010年11月16日

## 前言

扇贝科在我国的自然分布有 18 个种，目前已进行人工养殖的种类有栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*) 和华贵栉孔扇贝 (*Chlamys nobilis*)，还有从美国引进的海湾扇贝 (*Argopecten irradians Lamarck*)、墨西哥湾扇贝 (*Argopecten irradians concentricus*) 和从日本引进的虾夷扇贝 (*Patinopecten yesoensis*)。

在我国，扇贝人工育苗技术的研究略晚于日本，但发展极为迅速。第一批栉孔扇贝苗种于 1974 年在大连培育成功，第一批华贵栉孔扇贝苗种于 1976 年在广东培育成功，1981 年在青岛和大连分别培育出第一批虾夷扇贝人工苗种，而从美国引进的海湾扇贝则于 1983 年培育出第一批人工苗种。在随后的十几年中，对扇贝半人工采苗、人工育苗和养成等关键技术突破之后，扇贝养殖业经历了辉煌的发展时期。1985 年全国扇贝总产量只有 0.6 万吨，1987 年达到 4.6 万吨，至 1996 年已达到 99.9 万吨，养殖总面积达 40 多万亩<sup>①</sup>。养殖用苗种来源于人工育苗或半人工采苗，养殖方法以浅海筏式笼养为主，此外，还包括虾池和浅海进行的底播养殖，扇贝已成为我国海水养殖业的主要种类之一，养殖规模和产量均居世界首位。栉孔扇贝、海湾扇贝、虾夷扇贝主要在山东、辽宁等北方海区进行养殖，华贵栉孔扇贝、墨西哥湾扇贝在浙江、广东、海南等南方海区进行养殖。产量最大的是栉孔扇贝，占养殖扇贝总产量的 70% 以上，其次为海湾扇贝、虾夷扇贝和华贵栉孔扇贝。

扇贝的加工产品称扇贝柱，其营养丰富、经济价值高，出口欧美及东南亚国家，其销量供不应求，深受国内外消费者的喜爱；扇贝加工的副产品称扇贝边，可作为对虾、鱼类的优质饵料。扇贝属滤食性贝类，具有食物链短、定居性强、育苗和养殖基础好、养殖成本相对较低等特点。我国有开展扇贝养殖的优越条件，发

<sup>①</sup>亩为我国非法定计量单位，1 亩 ≈ 666.7 平方米，1 公顷 = 15 亩，以下同。

展扇贝养殖很有潜力。另外，扇贝以浮游生物、有机碎屑等天然饵料为食，养殖过程不需投饵，是环境的清洁者，对改善海区环境具有促进作用，扇贝养殖业是一个养殖和环保双赢的产业。

随着社会经济的迅速发展，人们对营养丰富、质优味美的扇贝产品的需求量越来越大，而国内外市场的不断扩大，又为扇贝养殖业的发展创造了十分有利的条件。扇贝养殖业的发展也带动了与之相关的物资器材、加工、运输、销售等各项产业的发展。据估计，我国沿海地区海水养殖业及其相关产业的从业人员已达数百万人，养殖业创造的就业机会和产生的经济效益对推动整个沿海地区社会经济的发展起到了极大的作用，已成为沿海经济发展的支柱产业之一。因此，开展扇贝养殖不仅可改善人民的膳食结构，提供优质的蛋白质来源，满足人们日益增长的物质需要，而且在扩大劳动就业、增加农民收入等方面也能发挥积极作用。

编著者

2013年12月



# 目 录

<b>第一章 扇贝人工育苗技术</b> .....	(1)
第一节 概 述 .....	(1)
第二节 育苗场址的选择和设计 .....	(2)
第三节 人工育苗技术 .....	(5)
<b>第二章 扇贝人工养殖共性技术</b> .....	(23)
第一节 养殖海区的选择 .....	(23)
第二节 筏式养殖设施 .....	(24)
第三节 筏式养殖 .....	(26)
第四节 地播养殖 .....	(31)
第五节 收获和加工 .....	(32)
<b>第三章 海湾扇贝养殖新技术</b> .....	(35)
第一节 分类与分布 .....	(35)
第二节 生物学与生态学特性 .....	(35)
第三节 育苗技术 .....	(37)
第四节 养殖技术 .....	(39)
第五节 养殖实例 .....	(41)
<b>第四章 栉孔扇贝养殖新技术</b> .....	(49)
第一节 分类与分布 .....	(49)
第二节 生物学与生态学特性 .....	(49)
第三节 苗种生产 .....	(51)
第四节 养殖技术 .....	(59)



第五节 养殖实例 ..... (61)

**第五章 虾夷扇贝养殖新技术** ..... (70)

第一节 分类与分布 ..... (70)

第二节 生物学与生态学特性 ..... (70)

第三节 育苗技术 ..... (72)

第四节 养殖技术 ..... (74)

第五节 养殖实例 ..... (77)

**第六章 华贵栉孔扇贝养殖新技术** ..... (79)

第一节 分类与分布 ..... (79)

第二节 生物学与生态学特性 ..... (79)

第三节 育苗技术 ..... (81)

第四节 养殖技术 ..... (87)

第五节 养殖实例 ..... (88)

**第七章 病害防治技术** ..... (91)

**附录** ..... (95)

附录1 无公害食品 渔用药物使用准则  
(NY 5071—2002) ..... (95)

附录2 无公害食品 渔用配合饲料安全限量  
(NY 5072—2002) ..... (103)

附录3 无公害食品 海水养殖用水水质  
(NY 5052—2001) ..... (104)

**参考文献** ..... (108)

# 第一章 扇贝人工育苗技术

内容提要：概述；育苗场址的选择和设计；人工育苗技术。

## 第一节 概述

目前，我国养殖扇贝的苗种来源主要有在相当程度上依靠半人工采苗的栉孔扇贝和全部为人工育苗的海湾扇贝、华贵栉孔扇贝、虾夷扇贝。值得一提的是，栉孔扇贝自然采苗场的形成和发展，与养殖规模的不断发展有直接关系。除长岛海区以外，随着养殖面积的扩大，山东烟台、威海等海域近年来也形成了优良的栉孔扇贝自然采苗场。扇贝的人工育苗生产对养殖生产的作用非常重要，因为随着扇贝养殖业的发展，养殖者一定需要质量更高的苗种。人工育苗相对采集天然苗种具有以下突出优点：提早采苗，延长了生长期，养殖的产量较高；可以防除敌害，提高成活率；苗种质量高，规格基本一致；可以通过遗传改良，为养殖生产提供具有更好生物学特性的品系或品种，提高养殖的经济效益。人工育苗的主要缺点是成本较高，但是近几年来人工育苗技术的提高增强了人工育苗的可靠性和价格竞争力，作为扇贝养殖生产过程中的一个环节，是不可替代的重要组成部分。

## 第二节 育苗场址的选择和设计

### 一、场址的选择

选择场址时最主要的是要符合当地的规划，获得有关政府部门的许可。要求远离有污水排放的工厂或河口附近以及农业或生活污水污染了的海域，同时要注意“城市化”是否会很快延伸到已选定的场址附近，要求海水透明度高、盐度适宜，使海域周围的海水水质全年都符合要求。育苗场的位置应尽量靠近海边与海平面持平，以减少水泵抽水的水平距离和垂直距离。在基本建设方面需考虑土地价格、电力、淡水资源、劳动力和交通等因素（彩图1）。

### 二、育苗场的设计

育苗场的设计没有硬性的规定，规划应因地制宜，能综合利用。主要设施条件包括供水系统、沉淀池、砂滤设施、加热锅炉、育苗车间、饵料培育车间及其他必需的空间。

#### 1. 供水系统

(1) 水泵 水泵要根据需水量的大小选定，根据育苗场的位置要考虑到水泵的吸程和扬程。水泵的种类较多，有铸铁泵（会产生铁锈）、氯乙烯制泵（会产生低毒）、不锈钢制泵、玻璃钢制泵、陶瓷泵、钛制泵等；根据性能不同，又分为离心泵、轴流泵等。从海上提水常用离心泵，设置在水泵房内，泵房应尽量靠近海边。

(2) 管道 目前我国在陆地和室内的管道材质多选用聚氯乙烯、聚乙烯管；海上引水管多选用耐风浪的钢丝软笼管、不锈钢管和铸铁管。若使用会生锈和会产生低毒的管道，在用水之前，应将水头放掉。

(3) 动力 水泵动力用电动机或柴油机。

## 2. 沉淀池

一般条件下海水需要经过沉淀才能进入砂滤设施。沉淀池应尽量建在高处，使海水自流通通过砂滤设施，水体至少应是育苗水体的两倍以上，分为2~3格，以满足沉淀所需的时间，顶部加盖，留有溢水口。池底有一定的坡度，便于洗刷、排污，并设排污口和供水口。

## 3. 砂滤设施

海水到达育苗车间以前首先要经过砂滤，去除大小在20~40微米的较大颗粒物。维护良好的砂滤装置可以去除大部分的泥沙和有机物，避免对贝类幼虫产生不利的影 响。可采用砂滤池或砂滤罐。

(1) **砂滤池** 面积为育苗水体的1/20以上，分成两格以上，以满足供水需求，底部应高于育苗池顶部，使海水自流到达育苗池，以减少不必要的动力装置。砂滤池的底部留有1米以上的蓄水空间，其上铺有水泥筛板，筛板上密布2~3厘米的筛孔，其上分别铺有直径为4~5厘米和2~3厘米的卵石，上方铺2层网目为1毫米的聚乙烯网，再铺20厘米厚、粒径为2~3毫米的粗砂，最上一层为80~100厘米厚、粒径为0.15~0.20毫米的细砂。在海水较清澈的海区，建造了砂滤池则可以不建沉淀池。采用砂滤罐过滤海水时，高位沉淀池是必需的，并且应高于砂滤罐10米左右，压力差过小，海水难以顺利通过砂滤罐。

(2) **砂滤罐** 可以自建或直接购买，砂层铺设基本同砂滤池，滤水能力以每小时每平方米20立方米水体计算，一般情况下，以两个或更多为一组串联使用，砂滤罐应安装能进行反冲的装置，避免堵塞。

两种过滤水的方式各有利弊，砂滤池的建造费用较低，维护较麻烦；砂滤罐因需建高位沉淀池，建造费用较大，但日常管理简单，使用哪种方式需根据海区条件和经济条件而定。

在有条件的地方，从海水井中抽水是解决育苗场用水问题的最佳方案。海水井应建在育苗场附近，要有足够的深度，以满足育苗场的用水需求。海水井内的海水通过沉淀和渗水层过滤，海水



质量好,温度和盐度比较稳定。通过这种方法得到的海水基本上不需要进一步过滤。虽然建海水井的花费较大,但生产成本下降,可相互抵消。

#### 4. 加热锅炉

在我国北方海区,扇贝育苗以及多数贝类育苗,前期海水需要升温,有蒸汽锅炉和海水锅炉两种供热方式。

(1) **蒸汽锅炉** 采用蒸汽锅炉时,在育苗车间附近要安装换热器,锅炉升到一定温度,调节温度阀门可直接供水。蒸汽锅炉需要专门的技术人员管理,但可同时带动室内的升温设施,对煤炭质量无特殊要求。

(2) **海水锅炉** 采用海水锅炉时,在育苗车间附近需配有预热池,升温海水经温度调节以后才能使用。海水锅炉使用简单,不需专门的技术人员,但室内控温设施需单独设置,对煤炭质量有特殊要求。

#### 5. 育苗车间

贝类苗种生产过程包括亲贝暂养、催产、产卵、孵化、幼虫培育等环节,目前随着生产水平的提高,考虑到建设成本及使用便利,在建设育苗车间时无需考虑不同环节的特殊需求,育苗池统一规格,可以满足生产的需求(彩图2)。考虑到亲贝暂养期间温度较低,最好在育苗车间内隔离出一部分水池作为亲贝暂养使用,以利于保温。

育苗池一般建成半卧式,操作方便和有利于保温。多为长方形,盛水为20立方米左右,池的深度一般为1.3米左右,排水口在排水沟一端,进水口在排水沟的另一端,池底有一定的坡度,可将水排干,并设置充气管道。屋顶可采用大棚方式以降低投资。

#### 6. 饵料培育车间

饵料培育车间要求光线充足、空气流通,屋顶用透明的玻璃钢瓦或白色塑料布覆盖,应靠近育苗车间,总培育水体为总育苗水体的1/3左右,考虑到综合利用,每个饵料池的大小为10~20立方米,深度为1米左右。在饵料车间的一端分割出一定面积的饵料

保种室，为饵料水体的  $1/4 \sim 1/3$ ，作为饵料的一级和二级保种用。保种室要有调温设备，冬季温度不低于  $15^{\circ}\text{C}$ ，夏季温度不高于  $25^{\circ}\text{C}$ 。使用 1 万 ~ 2 万毫升的细口瓶、玻璃钢桶、乙烯薄膜塑料袋等，进行饵料的一级、二级扩大培养。

### 7. 其他必需的空间

育苗场还必须配备生活、办公、观察及仓库等设施 and 空间。

## 第三节 人工育苗技术

### 一、单细胞藻类的培养

#### 1. 作为饵料用单细胞藻的基本条件

在海产贝类人工育苗生产中，活的海洋单细胞藻类是贝类幼虫和稚贝的最佳饵料。但并非任何未经选择的单细胞藻类都可用做饵料，需具备下列基本条件。

(1) **个体小** 贝类幼虫对饵料的大小有选择性，这是由于它本身的个体小，消化道很细的原因。一般要求直径在 10 微米以下，长在 20 微米以下。

(2) **营养价值高、易消化、无毒性** 营养价值高是指含有幼虫生长发育所必需的营养成分（蛋白质、脂肪、糖类、维生素等）。有些单细胞藻虽然含有较丰富的营养成分，但不一定被消化吸收，如蓝藻、裸藻类。有些单细胞藻本身就含有毒素，这样就不能作为饵料。

(3) **繁殖快、易大量培养** 作为贝类饵料的单细胞藻要求繁殖速度快，容易培养，以便为幼虫培育提供源源不断的饵料。

(4) **浮游于水中、易被摄食** 贝类幼虫浮游于水中，不能摄食底栖性的单细胞藻，只能摄食浮游性的单细胞藻。

#### 2. 扇贝常用饵料及生态条件

扇贝育苗常用饵料为：三角褐指藻、等鞭金藻、湛江叉鞭金藻及扁藻等。饵料种类不同，对外界环境条件的要求也不同。



(1) **三角褐指藻** ①培养温度为 $5\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，最适宜温度为 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。②营养盐： $\text{N}:\text{P}:\text{Fe}=20:1:0.1$ （毫克/升）。③光照强度为 $3\ 000\sim 5\ 000$ 勒克斯。

(2) **等鞭金藻** ①培养温度为 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，最适宜温度为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。②营养盐： $\text{N}:\text{P}:\text{Fe}=20:0.5:0.1$ （毫克/升）。③另外加微量元素维生素 $\text{B}_1$ 及 $\text{B}_{12}$ 各1毫克/升。④光照强度为 $3\ 000\sim 8\ 000$ 勒克斯。

(3) **湛江叉鞭金藻** ①培养温度为 $18\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，最适宜温度为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。②营养盐： $\text{N}:\text{P}:\text{Fe}=20:0.5:0.1$ （毫克/升）。③另外加微量元素维生素 $\text{B}_1$ 及 $\text{B}_{12}$ 各1毫克/升。④光照强度为 $3\ 000\sim 8\ 000$ 勒克斯。

(4) **扁藻** ①培养温度为 $15\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，最适宜温度为 $20^{\circ}\text{C}$ 左右。②营养盐： $\text{N}:\text{P}:\text{Fe}=(20\sim 50):1:0.1$ （毫克/升）。③光照强度为 $5\ 000\sim 10\ 000$ 勒克斯。

### 3. 容器和用具的消毒

培养藻种的三角烧瓶、细口玻璃瓶等，在彻底洗净后用纸封口，然后进烘箱高温消毒。烘箱升温达 $120^{\circ}\text{C}$ ，持续2小时以上。药匙等用酒精消毒。乳胶管和聚乙烯管用开水煮沸消毒。镊子等金属小工具可直接灼烧消毒。

(1) **海水加热消毒** 加热到 $70^{\circ}\text{C}$ 持续20分钟以上、加热到 $80^{\circ}\text{C}$ 持续15分钟以上、加热到 $90^{\circ}\text{C}$ 持续5分钟，直接煮沸均可达到消毒目的。

(2) **过滤除害** 利用陶瓷过滤器过滤海水，多用于饵料二级培养。

(3) **药物处理** 常用次氯酸钠消毒。将培养池和用具先用通常清洁法洗刷干净，然后池中加水，用含有效氯 $3\sim 5$ 毫克/升的次氯酸钠泼洒在培养池中，充分搅拌。持续4小时后加硫代硫酸钠中和消除游离氯，池水即可接种培养。此法可用于培养池、水族箱和用具的消毒。

### 4. 保种

生产上常用液体保种的方法，可在较小的三角烧瓶（ $250\sim$



500 毫升) 中, 装入用棉花过滤的海水并煮开, 冷却后加入适量的营养盐, 接种少量纯净藻种, 置于采光较弱而且温度也略低的干净室内培养, 使其慢慢繁殖, 当需要使用时, 迁至适光、适温处培养, 保种视生长情况而决定更换瓶子或添加营养液。

### 5. 接种

接种的选择和要求为: ①选择生命力强, 生长旺盛的藻种。②颜色正常, 绿藻呈鲜绿色, 硅藻呈黄褐色, 金藻呈金褐色。③有浮游能力的种类上浮、活泼, 无浮游能力的种类均匀悬浮水中。④无大量沉淀, 无明显附壁, 无敌害生物污染。⑤藻种浓度较高, 接种比例随藻种浓度不同, 一般可按 1:2 ~ 1:5 的比例接种。接种最好在 08:00—10:00。

### 6. 培养方法

培养单细胞藻类的基本方法多年来几乎没有多少变化。按采收方式分为一次性培养、连续培养和半连续培养; 按培养规模和目的分为小型培养、中继培养和大量培养; 按与外界接触程度分为开放式培养和封闭式培养。正常的大规模培养又可分为一级培养、二级培养和三级培养。

(1) 一级培养 一级扩种的容器以 1 万毫升的细口玻璃瓶最适宜。洗净经烘干消毒, 所用的海水需经煮沸消毒, 冷却后加入适量的营养盐, 接种前必须进行严格的镜检, 用纯净藻种接种。接种后瓶口要用消毒纸封口, 不同种类的藻种瓶要分别放置。藻种瓶要放在室内光线较好的地方, 但要避免直射光照。每天至少摇动瓶子 3 次, 每隔 2~3 天加 1 次培养液, 如果繁殖旺盛则每天加 1 次, 加入量为原藻液的  $1/5 \sim 1/4$ 。如此接种后 7 天左右, 可达最大繁殖密度, 可及时提供给二级培养使用或及时分瓶。分瓶后按上述比例添加培养液。在培养过程中应随时观察繁殖情况, 如果繁殖速度较快, 则每次加培养液应多些, 反之酌减或隔天加少量培养液, 并经常镜检。如果发现掺入其他藻种, 则不能再做藻种使用, 但可作为供饵用, 如果发现瓶内有原生动动物污染应立即弃之, 并严防污染其他藻种。

(2) 二级培养 二级培养的容器可用 2 万毫升细口瓶、水族