

第一章 水产品养殖的基本条件

第一节 一般养殖的基本环境条件

养殖环境是水产品养殖的基本条件之一。养殖所在地因为要适合养殖种类的生长需要，应是生态环境良好，没有或不直接受工业“三废”及农业、城镇生活、医疗废弃物污染的水域或地域。

养殖地域内以及上风向、取用水源的上游，必须没有对产地环境构成威胁的污染源。

养殖用水体的底质应该无异色和异臭，无工业废弃物和生活垃圾，无大型植物碎屑和动物尸体。

养殖所用池塘底质的有害、有毒物质最高限量应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 池塘底质中有害、有毒物质最高限量 mg/kg

有害、有毒物质	最高限量(湿重)
总汞	0.2
镉	0.5
铜	30
锌	150
铅	50
铬	50
砷	20
滴滴涕	0.02
六六六	0.5

一般水产品养殖池塘面积可因地制宜，既要考虑养殖品种的

特点，又要考虑日常管理等多种因素进行设计和改造。单池以面积 1~10 亩为宜，但也可以使用大面积池塘，大面积池塘最好配备舟船等工具。

水深要求最好能够调整，排灌水系统要实用，水源要充足，注排水方便，使水深最高能达到 1.5~2 m 为宜。小池塘要建造整齐规范 即使是超过 6 亩的较大面积的土池底部也要求尽量平坦。

池塘底质在养殖过程中起到重要的作用，一般要求是不渗漏，池底平坦，淤泥较少，已养过鱼的成鱼塘，最好干塘越冬。利用冬季修补池边，加固堤埂，疏通注、排水渠道，设置拦鱼栅等。底泥通过冬季的冻结和曝晒不仅可以杀菌和清除敌害，而且可以进一步改善池底的底质，极大程度地减少底泥的胶体状态。某些不良的有机物质在阳光曝晒和干燥状态下容易氧化分解，也可以提高池塘的整体生产力。

对于包括水泥池在内的所有养殖池要做到清塘消毒再进行养殖。特别是成鱼池和鱼种池，一定要做好清塘，杀灭病菌和蝌蚪等鱼类敌害，从而减少鱼类病虫害的发生，包括清除水生植物和早生的池边杂草，待药物毒性消失再正式放养水产品。一般主养需要肥水性种类的池塘，应施足基肥。初次向鱼池灌水时，不应过深，使水温容易升高，有利于水体转肥和以后鱼群的摄食。

对于不耐药物的幼体，养殖水体在放养前用生石灰等药物彻底清塘消毒后，预计药性消失，需要用该池塘水试养少量等待放养的幼体 12~24 小时，确知无害后才能正式批量放养。

暂养亲鱼用的池塘或长期养殖亲鱼的水池的面积不宜过大，一般以室内水泥池或室外 0.5~4 亩水面的水池为宜。因为当池塘面积过大，会增加捕捞难度和次数。如果使捕捞、拉网次数过多，会影响亲鱼的生长并导致性腺的退化，降低催产率。而后备亲鱼塘可稍大一些。

一般养殖温水性亲鱼的养殖池水宜深，室外池应该有加水到

2~3 m 的池塘容纳能力。因为水深保温性好，冬季一般要增加水深使养殖对象安全越冬；早春回温，应适当降低水位，以便使光线增强，有利于提高水温，从而促进亲鱼性腺的成熟。亲鱼池的排、灌水要方便。

亲鱼池的位置要选择靠近催产池，有利于运输和操作。亲鱼池环境宜安静。应每隔 1~2 年彻底清塘一次，其中以生石灰清塘最适合。室外的多草的亲鱼池，要清除多余的水草，去掉过多的淤泥。

亲鱼放养的密度不宜过大，主要要考虑性腺发育。以重量计算放养时，要考虑水温、溶氧量、流水刺激、光照等生态条件因素。

产卵池要求设在水源充足、水质良好、安静且排、灌水方便的地方，具有滤水和集卵等全套设备，也要求产卵池靠近亲鱼池和孵化场地，便于操作方便和节省时间。

第二节 一般养殖的水质条件

水产品养殖的好坏和生长速度，关键取决于水质。水质质量应符合 GB 11607 的规定。

首先，是要有合适的水温。水温直接影响鱼类的生理活动，包括摄食、生长和新陈代谢强度。在适宜的温度范围内，随着温度的升高，鱼类的新陈代谢加强，摄食量有所增加，生长速度也适当加快。处于繁殖阶段时，水温会直接影响性腺发育的程度和产卵的时间。

水温也影响到水体其他理化条件的变化，而这些理化条件会影响到养殖对象的生存状态。溶氧量就受到水温的影响。水体温度高时，水中的溶氧量相对较低，当水体温度低时，水中的溶氧量相对较高。水温高时鱼类的耗氧增高，呼吸加快，同时由于水温的升高，池塘中其他耗氧因子的作用加强，会直接影响到水体的溶氧

度。净水中一个大气压下的溶氧如表 1-2 所示。

表 1-2 净水中一个大气压 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) 下的溶氧

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	水体溶氧 (mg/L)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	水体溶氧 (mg/L)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	水体溶氧 (mg/L)
1	14.62	14	10.37	27	8.07
2	13.84	15	10.15	28	7.92
3	13.48	16	9.95	29	7.77
4	13.13	17	9.74	30	7.63
5	12.8	18	9.54	31	7.50
6	12.48	19	9.35	32	7.40
7	12.17	20	9.17	33	7.30
8	11.87	21	8.99	34	7.20
9	11.59	22	8.83	35	7.10
10	11.33	23	8.68	36	7.00
11	11.08	24	8.53	37	6.90
12	10.83	25	8.38	38	6.80
13	10.60	26	8.22		

其次，要有合适的水体溶氧量。白天由于池塘中有浮游植物和水生植物的存在而有明显的光合作用，水体溶氧量高，当水体过肥、浮游植物量过大时，加上阳光充足，可能造成水中溶氧过饱和，有时甚至达到饱和度的 200% 以上。出现的规律是下午 2~4 时溶氧量呈现最高值。夜晚天空光线极弱，各种植物的光合作用基本停止，各种生物的呼吸使水体内的溶氧逐渐减少，至黎明前降到最低值。这时为了避免发生突然情况引起缺氧，而且也有利于水体有毒物质的转化解毒，就要在有可能缺氧的时候预先采取人工增氧的方法对水体增氧。特别是孵化育苗池的水体要始终保持高溶氧。

如果养殖水体要求肥水，培养浮游生物要检查有机物耗氧量，要控制有机物耗氧量指标在 20~35 mg/L 这时肥水效果较好 而

且不会对养殖品种有不利的影响。当有机物耗氧量超过 40 mg/L, 表示有机物超过肥水的要求, 处于过高状态, 要及时控制。

有些淡水养殖的虾类, 在抱卵和孵化期间必须在海水中度过, 例如南美白对虾。孵化出的幼体经过了淡化才能进入淡水养殖。这一阶段的海水要按照《海水养殖用水水质》规定调节好水质使之达到标准。

在一般的池塘水体中, 硫酸根 (SO_4^{2-}) 含有 20~30 mg/L, 相对来说海水、地下热水井的水和温泉水含硫酸盐量较多, 有时可以超过 1.0 g/L。如果有过多的硫酸盐, 再加上有机质较多和缺氧条件, 硫酸盐就有可能被硫酸盐还原细菌作用而成为硫化氢, 产生对鱼虾类的毒害, 所以, 养殖水体一定要保持充分的溶氧, 控制不能有超量的硫酸盐存在。

水体的 pH 值应保持在中性或微碱性为好, 底质中有大量的腐殖质沉淀, 有机物腐烂分解, 或施肥过多, 底质将会呈酸性, 酸性水质对一般的养殖品种的生长会有所影响, 暴雨后尤其应该检测水体情况。

水体 pH 值主要决定于游离二氧化碳和碳酸氢盐的比例。二氧化碳越多 pH 值越低; 二氧化碳越少, 水体含氧量提高, pH 值也随之提高。pH 值的改变, 会直接影响水中胶体物质的带电状态, 从而导致这些胶体对水中的特定离子的吸附和释放, 影响池塘使用肥料的效果和鱼虾对腐殖质和腐屑的利用。pH 值的改变, 会影响水中氨与胺离子的平衡, 所以, 酸性水对鱼虾不利, 而且过酸的水体会抑制水中的硝化过程, 造成有机物分解减慢, 光合作用不强。会使鱼虾不爱活动、新陈代谢低落、摄食和消化能力减弱, 生长速度受到影响。过酸的水体对繁育和发育影响也很大, 甚至使所产出之卵不能孵化。所以一般高产养殖水体, pH 值都是中性或弱碱性, 如果水性变酸, 就要及时泼洒生石灰调节, 因为生石灰呈弱碱性, 不仅对偏酸的水体一般用生石灰能进行改良, 而且由

于生石灰对水体能提供较多的钙质，对于鱼虾的生长极为有利。

透明度和 COD 反映水中有机物的多少。有机物过多则影响鳃组织有效利用水中氧气，同时有机物消耗水中氧气分解释放出胺和亚硝酸盐。透明度和 COD 又反映水中含有浮游生物的多少。透明度和 COD 的波动幅度越大说明水质越不稳定，对水质管理不利。

投喂人工饲料会使水质产生变化，如果日常管理和水体消毒不当，很容易使底质有机物不断积存后腐败变质，进而引起水质变坏。对于多年的老池塘，为了消除污泥的有毒物质和中和水体的酸性，可以使用生石灰。用量为 20~30 kg/亩，一般方法是水溶后泼洒，不直接把生石灰放入池中。南美白对虾等一般采用天然海水作为育苗用水，海水消毒需先经过沉淀，然后经过过氯处理，按每升海水通入氯气 2 mg 计算。使用前再用活性炭或硫代硫酸钠（大苏打）脱氯使用。如果不经过氯，也可以直接投放次氯酸钠或漂白粉，指标是在水体中达到有效氯为 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的浓度。

在有条件的地方，还可以在进水时以紫外线对水源进行消毒，杀灭病原微生物。

第三节 用于苗种生产的亲鱼条件

亲鱼是为鱼类的人工繁殖准备的。特别是良种场，只有选择好亲鱼，才能繁育出量多质优的鱼苗来。

亲鱼一般要求体质健壮、体形好、生长快、无外伤和病症，此外，在从外地选购亲鱼时，要注意年龄不宜过大。目前一般在捕捞时就进行选取，这时选择亲鱼，不易受伤，也易于运输，但捕鱼的网具最好采用大型张网，这样的亲鱼，鱼体损伤少。在利用本场鱼池中亲鱼时，除体质、体形等一般条件外，最好不要近亲交配产生的后代，这种后代产生的子代再行交配，子二代有明显的退化现象，

一般表现为生长慢，性腺成熟早。留选预备亲鱼最好培育自然水域采集的天然鱼。也可采自不同水系的亲鱼进行杂交，或利用精液冷冻保存法，采集不同水系亲鱼的精液，运到本场，然后与本地水系的成熟雌亲鱼进行人工授精，这样产生的后代留作预备亲鱼，会在遗传性状上产生良好的效果。

亲鱼运输要事前制订周密的运输计划，要针对亲鱼个体大，价值高，收集不容易，数量不多，对运输工具、中途换水、消毒药物、麻醉药物、充氧设备、尼龙袋、鱼篓等都要仔细准备，捕鱼和起运的时间要特别衔接好，长途转运前 1~2 天少喂或停止喂食，以减少运输途中的排泄物。

成熟度比较好的雌鱼，腹部膨大、柔软有弹性，两侧卵巢轮廓较明显。取卵检查时可以看出成熟的卵粒大小整齐，且颗粒饱满，颜色鲜明。熟度比较好的雄鱼，轻压腹部，有乳白色精液流出，入水可以均匀散开。

为了更好的做好繁殖工作，有时要对亲鱼催产，对亲鱼催产要根据亲鱼的发育程度。一般用的催产剂主要有鱼类脑下垂体（PG）绒毛膜促性腺激素（HCG）和促黄体释放激素类似物（LRH-A）等。

一般来说，雄鱼所用剂量为同种雌鱼的 50%。当鱼类发育不好时，也可适当加大剂量。

第四节 苗种孵化繁育的环境条件

(1) 必须有适宜的孵化用水，要求达到水质清新，无污染，严格过滤，达到无杂物和无其他有害生物，水体溶氧满足具体鱼类的要求标准值。

(2) 孵化容器有富裕体积，切忌密度过大。要严格洗刷和检查滤水设备，各种滤水设备和纱罩、纱窗要经常洗刷检查，保证进出

水畅通，遇有损坏及时修理，防止漏卵逃苗。

(3)控制调节好水流和温度，避免出现意外情况。

(4)育苗所用环道、普通水泥池和其他形式的设备要严格消毒。

(5)出苗时间最好在上午进行，炎热的中午或下午都不宜进行。操作时一般用出苗网箱较好，要注意不让鱼苗贴住网壁。

(6)鱼苗池要求水源充足 水质良好 注、排水方便 不漏水 阳光适宜，面积不宜过大，池底向排水端逐渐倾斜。

第五节 对养殖有影响的管理方面要求

(1)注意投饵和水质。投喂量要根据观察和分析具体情况，视养殖对象生长和水质情况酌情增减。特别是进行施肥培养浮游生物的养殖池，使水中增加了各种营养物质，促使食料生物大量繁殖，要注意追肥次数，过多的施肥会引起水质恶化，造成氧气不足，从而危及鱼类。追肥还取决于施肥的时间和数量，当施肥过多，会迅速耗氧，要及时换水，调节水体到合适的肥度。注意控制好水质的情况。根据鱼类的摄食习性制定合理的给饵方式，投饵率的计算以鱼类八分饱为宜，并做好“四定”投饲，充分发挥饲料的生产效能，降低饲料系数。

(2)要注意投入品的质量和正确使用，违禁品坚决不要使用。各种投入品一定要有科学的使用指标，要严格按照生产技术标准和工作标准控制使用的过程，达到无公害标准化水产养殖。要注意使用光合细菌、芽孢杆菌等能分解有害物质、净化水质、减少病害侵袭鱼体的有益生物，以改善水质，提高经济效益。

(3)放养鱼苗或放养鱼种前 10~15 天要认真进行池塘药物清塘，以杀灭池塘中的病原体和敌害生物。常用方法为生石灰 75 kg / 亩或漂白粉 4~5 kg / 亩。清塘后 预计药性消失 确知无害

后才能放养鱼。最初养殖时水位要求一般不高，以增加水温。以后分期注水，每次注水 10%~15%，鱼种养殖时因为水体负载量加大，可加至最大水位。

(4) 池塘放养苗种后一定要坚持巡塘。巡塘要求每天早晚各 1 次，巡塘时要随时清除池内污物以及有害生物，观察水色和鱼群活动情况，同时计算安排次日投饵，准备施肥、注水、防病等工作。

(5) 注意养殖各期的分塘工作。当鱼苗经一个阶段培育，池水鱼类负载量加大需要分塘时，即可准备分塘。分塘时可以直接拉网。如果不太急于分塘，也可以采取常规的缓拉办法。分塘时可以经适当的筛选，筛选分塘后，继续进行苗种正常培育。

(6) 加强鱼种培育阶段的管理工作。这时鱼的生长特性基本与成鱼相同，但因鱼体幼小，不能直接放入成鱼池，而应经过强化培育的鱼种阶段，苗种投放应选择无风的晴天，入水的地点应选在向阳背风处。鱼种培育是重要生产过程，必须精心管理和饲养。

(7) 必须随时预防鱼病的发生。做到有效的预防鱼病才能培育出体质健壮的大规格鱼种，养出高质量的成鱼。预防鱼病要合理控制放养密度和鱼种池中放养夏花的密度，应根据各种具体条件，合理地掌握。通常池塘面积大、水深、水肥、饲料充足、排灌方便的池塘可以密养，条件差一些则应该稀养。

预防鱼病要做好鱼种消毒、工具消毒、食场消毒、肥料消毒和饲料消毒。保证不投喂发霉变质的饲料，有机肥下塘前一定要经过腐熟、发酵处理。

(8) 要注意确定放养的规格和提高质量。在同一养殖培育池中，养殖对象的苗种、规格要求尽可能一致，以防止小的体弱的个体生长受到抑制，使成活率下降。除规格一致外，在具体选择放养时，还要求养殖对象外表完整无损、色泽鲜艳正常、活动力强。必须在放养前做好一系列的准备工作，确定好养殖对象的放养密度，制订周密的饲养计划，落实管理人员，同时按照管理人员的标准落

实具体工作。

(9)选择正确的养殖模式进行合理的混养，在有条件的情况下提倡早放养。合理的混养不仅可提高单位面积产量，对鱼病的预防也有较好的作用。此外，混养不同食性的鱼类，特别是虾、蟹、龟养殖中合理混养杂食性和滤食性的鱼类，能吃掉水中的有机碎屑和部分病原细菌，起到了净化水质的作用，减少了疾病发生的机会。

第二章 水产品养殖的营养基础

第一节 概述

鱼类等水生生物的生长需要不断由外界摄取各种主要营养成分。从生长来说，蛋白质等提供了基础能源；从疾病防治方面来说，营养元素特别是维生素及无机盐类等保证了抑病因子。维生素及无机盐类在肌体内积累量的减少，是造成免疫力下降、发生鱼病的重要原因。例如，当饲料中缺乏维生素 A、维生素 E、维生素 B、维生素 C 等重要物质及锌元素时，就容易引起营养缺乏而致病，表现出活动缓慢，或基本停止摄食。鱼体内维生素及微量元素积累很少或因营养不足甚至会导致肝肾损坏，鱼体免疫力下降，易感染病原体，严重时会造成患重病死亡。因此，必须重视各种饲料的主要营养成分和重要因子的作用，在此基础上合理的配制实用饲料。

饲料的主要营养成分可以分为蛋白质、糖类、维生素、无机盐和微量元素。这些物质成为了养殖水产品的生存和生长基础。

一、蛋白质

像其他动物一样，蛋白质是鱼类摄入体内的主要营养成分。所有水生动物，体内的一切细胞和组织主要是由蛋白质构成的。在大多数细胞中，蛋白质约占细胞干物质的 90% 以上。蛋白质占鱼体湿重的 16%~18%。蛋白质分子中含有碳、氢、氧、氮，另外还有的蛋白质含硫和磷。由于食物提供的脂肪和糖只含有碳、氢、氧，不含氮，所以，饲料中的蛋白质是鱼体中氮的主要来源，粗蛋白成为饲料指标的一项重要内容。

水生动物的许多具有重要生理作用的物质也是由蛋白质构成的。例如，在体内新陈代谢的生物化学过程中具有催化和调节作用的酶和激素；承担着运输氧的血红蛋白等；进行肌肉收缩的肌纤凝蛋白和构成机体支架的胶原蛋白等都是以蛋白质为主构成的。此外，体内酸碱平衡的维持，水分在鱼体内正常的分布和遗传信息的传递，以及许多重要物质的转运等都与蛋白质有关；所以蛋白质是生命存在的形式，也是生命的物质基础。

从水生动物养殖的经济成本角度考虑，蛋白质比糖类和脂肪的价格高，因此，饲料中的蛋白质含量应以能满足鱼体组织修复和最大生长需要为限度。至于鱼体内的能量来源主要考虑由糖类和脂肪来提供。因此，设计饲料配方时，要从营养学和经济学两个方面来考虑配合饲料中蛋白源饲料成分和能量饲料成分的合理比例。

二、糖类

饲料中的糖类主要被作为生物体的能源来源。糖类也是构成机体的一种重要物质，并参与许多生命活动过程。作为生物体的能源，糖能在生物化学反应中较快地放出热能，特别是葡萄糖能够很快地被氧化生成二氧化碳和水并供给能量，从而满足机体的需要。

从生物结构来说，糖类是糖蛋白、黏蛋白和糖脂不可缺少的成分。糖蛋白是细胞膜的组成成分之一，黏蛋白是结缔组织的重要成分。神经组织中也含有糖脂，而核糖和脱氧核糖参与核酸的构成，此外，维持正常的神经活动也需要糖。

糖类在鱼体内蛋白质的代谢过程所起的作用也很重要，摄入蛋白质的同时摄入糖类可增加鱼体内形成三磷酸腺苷的数量，三磷酸腺苷在代谢中提供机体肌肉活动所需能量，从而有利于氨基酸的活化以及蛋白质的合成。基于饲料中有一定数量的含糖物质可使鱼体活动消耗蛋白质的量减少，因此糖配比可增加饲料的实用性。

三、脂肪

脂肪亦称甘油三酯，是一种富含热能的成分，对鱼的正常运动、生长和生存十分重要。

饲料中如果含有一定数量的脂肪，可以促进维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 和胡萝卜素等脂溶性维生素的吸收。

脂肪在保存中自身很容易氧化变质，一般不饱和脂肪酸尤其是油酸酯极容易发生这种变化。氧化作用的本质是在温度、空气等条件适宜的情况下，脂肪分解成为醛类和醛酸类。这两种物质易挥发，且对鱼类有毒。所以在加工配合饲料时应注意多添加一些能抗氧化的维生素 E 或其他抗氧化剂，以减缓脂肪的自动氧化。另外还可以从饲料储存方面加以注意，一般储存期不要超过 3 个月，尽量使用新鲜的原料配制饲料，以便有较好的饲料品质。

四、维生素

维生素是维持鱼体正常生理功能所必需的一类化合物。它们在鱼体内不提供能量，一般也不是机体的构造成分，但正常的生理功能绝对不可缺少。它们的种类很多，理化性质各不相同，都存在于天然食物中，机体只需要极少的数量即可满足并维持正常生理功能的需要。维生素一般在水生动物体内不能合成或合成数量较少，鱼对维生素的需要量虽然不多，但是由于合成的这部分维生素不足以满足机体需要，所以必须经常由食物来供给补充。

当饲料中某种维生素长期缺乏或不足时，可能引起水生动物代谢紊乱以及出现病理状态而导致维生素缺乏症。维生素缺乏的原因，除食物中含量不足外，还可能由于维生素在体内因吸收障碍或破坏分解过程增强和生理需要量增高等引起。所以饲料中的维生素供给量，一定要充足，防止维生素缺乏症出现，保证水生动物机体的良好健康水平。例如在饲料中仅添加 0.1% 左右的维生素

C，就能足够防止维生素 C 营养缺乏的相关症状。

根据维生素的物理性质可分脂溶性维生素和水溶性维生素两类。表 2-1 是它们对水生动物的生理功能。

表 2-1 常见维生素的功能

类别	维生素	生理功能
脂溶性维生素	维生素 A	①视网膜杆状体形成 ②缺乏维生素 A 时,对于传染病的抵抗力就会降低 ③有促进生长,保护上皮组织的作用
	维生素 D	抗佝偻病因子,能增进钙和磷的吸收和代谢,与形成骨质及骨钙化等有密切关系
	维生素 E	①防止维生素 A、胡萝卜素、B 族维生素和脂肪酸的氧化,可抗贫血 ②与正常生殖机能有关
	维生素 K	凝固血液机理
水溶性维生素	维生素 B ₁	①参与碳水化合物代谢 ②抗神经炎性疾病
	维生素 B ₂	参与能量代谢,促进正常生长、呼吸和生殖
	维生素 B ₆	①辅酶的成分,是氨基酸转移反应等生化反应的催化剂 ②抗皮肤疾病
	维生素 C	有助于生长和骨骼发育
	烟酸	氧化还原反应的催化剂,抗神经障碍,抗消化障碍
	泛酸	促进微生物增殖,作为辅酶 A 的成分在脂肪酸代谢方面起重要作用
	胆碱	有乳化作用和抗脂肪肝的作用
	叶酸	①促进血细胞正常成熟,抗营养性贫血 ②是参与蛋白质的代谢辅酶的构成成分
	维生素 B ₁₂	①抗恶性贫血因子 ②可增强蛋白质的利用效率,有促进动物幼体生长的作用
	生物素 (维生素 H)	是糖、蛋白质和脂肪的代谢过程中的一种辅酶
	肌醇	在生化反应中有时与生物素共同作用

五、无机盐和微量元素

无机盐和微量元素是不可忽视的营养物质，它们是构成机体组织的原料，也是维持正常生理功能所必需的，虽然不能供给鱼体能量，但在正常的生命活动中具有重要意义。

存在于鱼体的各种元素中，除碳、氢、氧、氮这几种主要元素以有机化合物的形式出现外，其余各种元素统称为无机盐。其中含量较多的有钙、钾、钠、镁、磷、硫、氯等 7 种元素。其他元素如铁、铜、碘、锌、锰、钴等 由于在鱼体内存在数量极少 故称为微量元素。

无机盐的生理作用很多，例如，钙、磷、镁是骨骼、鳞片的重要成分；磷、硫是构成组蛋白的成分；铁是血红蛋白及细胞核的重要组成成分，也是生理过程中很多生物催化剂的主要成分。另外，无机盐与蛋白质协同维持组织细胞的渗透压，因而在维持体液平衡和酸碱平衡过程中起重要的作用。钾、钠、钙、镁离子是维持神经、肌肉兴奋性和细胞膜通透性不可缺少的物质。

还有的无机元素是维持机体某些具有特殊生理功能的重要成分。如血红蛋白和细胞色素酶系统中不可缺少的铁、甲状腺激素中的碘、谷胱甘肽过氧化物酶中的硒和作为氧化磷酸化酶类的激活剂的镁等。

在自然生活状态下，鱼体虽可从水环境中摄取无机盐，但每天都有一定数量的无机盐从各种途径排出体外，因而有必要予以补充。就要把无机盐作为补充成分配制配合饲料时添加。

六、纤维素

一般认为有些鱼类例如罗非鱼对纤维素是不能消化吸收的，但是纤维素能促进肠道蠕动，有助于其他营养素的消化吸收，并有助于粪便的排出。

第二节 人工配合饲料

一、配合饲料

配合饲料就是以养殖对象的营养学为基础，根据养殖对象动物不同的生长阶段对营养的不同要求，把蛋白质饲料等多种原料按科学的比例配合起来，通过合适的加工后成为各种类型的配合饲料。这种饲料营养全面、平衡，能充分满足鱼类生长对营养的需要。所以，在现代水产养殖中越来越多地采用人工配合饲料。

人工配合饲料的原料要求应该符合各类原料标准的规定，不得使用受潮、发霉、生虫、腐败变质及受到石油、农药、有害金属等污染的原料。其中最主要的成分鱼粉的质量应符合 SC/T 3501 的规定。皮革粉应经过脱铬、脱毒处理。大豆原料应经过破坏蛋白酶抑制因子的处理。鱼油的质量应符合 SC/T 3502 中二级精制鱼油的要求。使用的药物添加剂种类及用量应符合农业部《允许作饲料药物添加剂的兽药品种及使用规定》中的规定。

配合饲料具有以下优越性：

(1) 可充分各营养成分之间的互补作用，从而达到营养平衡，能满足养殖对象的营养需要，缩短饲养周期，通过正确搭配做到最大限度的进行合理的经济运作，养殖出合格的水产品。

(2) 人为机械加工制粒过程有加热作用 尤其是膨化技术的使用，可提高饲料蛋白质和淀粉的消化率。同时，加热过程中还能破坏某些原料中的抗代谢物质，这将进一步提高养殖动物对饲料的利用率。

(3) 可以人为的扩大饲料使用率。许多饲料源单独用于养殖效果较差 作为配合饲料就可以和其他饲料源达到互作 增强使用效果。

(4) 配合饲料的利用率高，对水质污染较少，培育的苗种体质健壮，对疾病的抵抗能力强，故可减少鱼病发生和传染的机会，可

减少对环境的污染，提高养殖对象的成活率。

(5)配合饲料可根据养殖对象摄食的特点设计并加工成适合不同规格鱼类要求的不同浮性和不同粒径的颗粒饲料，如可加工成软颗粒、硬颗粒、膨化颗粒、团块饲料以及微囊饲料等，从而提高饲料的适口性，有利于进行大规模的产业化、工厂化生产养殖。

(6)配合饲料可掺入各种添加物和防病药物，有利于健康安全养殖，还可添加鱼喜食的引诱剂以及抗氧化剂或防霉剂等，做到防病治病。

(7)配合饲料便于运输、贮存和投喂，特别是适合现代养殖业的机械化、自动化投饵 降低了人员的劳动强度 提高了劳动生产率。

人工配合饲料的生产中要用的动物性饲料原料主要是动物的直接产品或其副产品。因为是动物性原料，含有大量蛋白质，并且蛋白质的品质好，这类产品的无氮浸出物很少，几乎不含纤维素，主要来源于骨骼和甲壳；钙、磷含量丰富且比例适当，尤其是维生素 B₂、维生素 B₁₂、维生素 D 及维生素 A 等维生素合适，必需氨基酸如赖氨酸，蛋氨酸和色氨酸等也比较齐全，所以营养丰富。

动物性饲料原料主要是：

(一)鱼粉 将全鱼或除去可食部分的剩余物经蒸煮、压榨、干燥、粉碎后可以制成鱼粉。鱼粉质量参照 SC/T 3501 标准。鱼粉等级及主要指标如表 2-2 所示。

表 2-2 鱼粉等级及主要指标 %

各项指标	鱼粉等级			
	特级品	一级品	二级品	三级品
粉碎粒度	至少 98% 能通过筛孔为 2.80 mm 的标准筛			
粗蛋白质	≥60	≥55	≥50	≥45
粗脂肪	≤10	≤10	≤12	≤12
水分	≤10	≤10	≤10	≤12
盐分	≤2	≤3	≤3	≤4
灰分	≤15	≤20	≤25	≤25
砂分	≤2	≤3	≤3	≤4