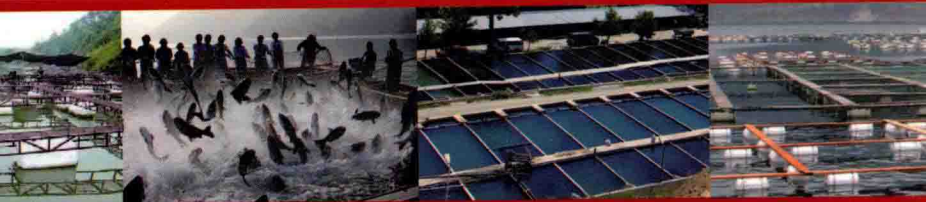




巧配水产 动物饲料

赵昌廷 编著



中国农业科学技术出版社



巧配水产 动物饲料

赵昌廷 编著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

巧配水产动物饲料 / 赵昌廷编著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2012. 8

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0977 - 9

I. ①巧… II. ①赵 III. ①水产动物 - 饲料 - 配制 IV. ①S963.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 148714 号

责任编辑 闫庆健 李冠桥

责任校对 贾晓红 郭苗苗

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010)82106632 (编辑室) (010)82109704 (发行部)

(010)82109703 (读者服务部)

传 真 (010)82106632

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 各地新华书店

印 刷 者 北京科信印刷有限公司

开 本 850mm × 1 168mm 1/32

印 张 8.5

字 数 236 千字

版 次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定 价 18.00 元

————— 版权所有 · 翻印必究 —————

内容提要

本书共五章。第一章着重介绍了营养物质的生理作用；水产动物的营养需要特点；以及常用饲料的营养特性。第二章介绍了“饲料配方调整表”电脑设计的基本原理和使用方法。第三章、第四章和第五章介绍了使用“饲料配方调整表”，配制虹鳟鱼、鳊鱼、鲢鱼、大菱鲂、鲈鱼、鳙鱼、青鱼、真鲷、虱目鱼、鲕鱼、香鱼、鲤鱼、罗非鱼、武昌鱼、草鱼 15 种鱼；中国对虾、南美白对虾、斑节对虾、罗氏沼虾、青虾、小龙虾 6 种大虾；以及蟹、鳖、龟的高蛋白饲料配方、必需氨基酸平衡饲料配方和全价饲料配方的基本步骤。同时阐述了使用“饲料配比增减表”和“营养指标增减表”配制、调整水产动物饲料配方的技巧；较好地解决了水产动物饲料配方氨基酸平衡的难题。通过大量的实例论证了其应用的灵活性、技术的可靠性和生产上的可操作性。并且通过借鉴典型饲料配方，为每一种水产动物编制了可用于不同饲养阶段的多套饲料配方，以供养殖户参照使用。

附表列出了 20 多种水产动物配合饲料的营养标准，以供养殖人员配制和调整水产动物饲料配方时参考使用。本书也是广大渔业技术推广人员，指导水产动物养殖户实施标准化饲养的理想工具书。

前 言

随着国民生活水平的提高，人们对水产品的需求量越来越大，从而促进我国水产养殖业的快速发展，使我国成为世界主要渔业国家中唯一养殖产量超过捕捞产量的国家。水产养殖的高利润回报，使渔民率先步入了小康生活，渔业已成为促进农业经济发展的重要产业。

但是，由于水产饲料工业起步较晚，水产配合饲料的普及率不足 1/3，发展速度明显滞后。从饲料的利用形式来看，许多渔民直接投喂粗加工的饲料原料，如冰冻鱼、虾等。尤其是经济价值较高的肉食性鱼类养殖的逐年上升，需要提供大量的动物性饲料。高营养的鱼用饵料，不但消耗了大量的海洋资源，而且大量未消化的有机物以及氮、磷的排泄，严重污染了水域环境。而养殖水域的污染，又使水产动物遭受病害困扰，最终导致水产品的药物残留、品质下降。要提高饲料利用率，减少养殖水域污染，就要按水产动物的营养需要配制饲料。可见，水产配合饲料的发展，已成为制约水产养殖业可持续发展的瓶颈。

科学合理地配制水产动物的饲料，是实施标准化饲养的重要环节之一。但是，由于水产动物配合饲料的特殊性，如粗蛋白质、限制性氨基酸含量高；人工合成的单体氨基酸不能很好地利用；钙磷含量不能精准确定，使全价配合饲料的配制增加了很大难度。

为了解决水产动物养殖户配料难的问题，笔者应用计算机编制饲料配方的技术原理，研制出了“饲料配方调整表”配料法。水产养殖人员只要掌握了“调整表”的使用方法，通过增加和减少饲料的配比量，就能制定出符合水产动物营养需要的饲料配方；或通过调整饲料配方的营养指标、饲料种类，配制出低成本

的配合饲料。该项技术为广大水产养殖户根据不同水产动物的食性特点、营养标准，科学配制出饲料种类多样化，各种营养含量合理的全价配合饲料；及时、灵活地调配饲料配方，提供了一条捷径。

为了满足大多数水产养殖户的需要，本书收集了 20 余种水产动物配合饲料的营养标准和常用饲料的营养成分价值表；介绍了不同水产动物的饲养特点；介绍了使用饲料配方调整表，配制、调整各种饲料配方的方法和步骤。现将该项技术撰写成《巧配水产动物饲料》一书，以供水产养殖人员及技术服务人员参考使用。

本书在编写过程中，力求实用性和可操作性相一致。若有欠缺和错误之处，敬请读者指正。

编者

2012 年 7 月

目 录

第一章 水产动物的营养与饲料	(1)
一、水产动物的营养需要	(1)
(一) 营养物质的生理作用	(1)
(二) 水产动物营养需要的特点	(5)
二、水产动物常用饲料	(11)
(一) 单一饲料的分类及营养特性	(11)
(二) 天然饲料的种类及营养特性	(20)
(三) 配合饲料的种类及营养特性	(21)
第二章 水产动物配合饲料的调配	(23)
一、饲料配方调整表的原理及特点	(23)
(一) 饲料配方调整表的原理	(23)
(二) 饲料配方调整表的特点	(24)
二、饲料配方调整表的使用方法	(25)
(一) 饲料配比增减表的使用方法	(25)
(二) 营养指标增减表使用方法	(26)
(三) 两表相结合的使用方法	(27)
三、饲料配方的调配方法	(28)
(一) 配制满足蛋白质指标的饲料配方	(30)
(二) 配制必需氨基酸平衡的饲料配方	(34)
(三) 配制全价营养的饲料配方	(38)
(四) 饲料配方的调整方法	(43)
第三章 鱼饲料的配制技巧	(46)
一、虹鳟鱼饲料的配制技巧	(46)
(一) 饲料配方的配制与调整	(47)
(二) 典型饲料配方借鉴	(53)

二、鳊鱼饲料的配制技巧	(56)
(一) 饲料配方的配制与调整	(56)
(二) 典型饲料配方借鉴	(62)
三、鲟鱼饲料的配制技巧	(65)
(一) 饲料配方的配制与调整	(66)
(二) 典型饲料配方借鉴	(71)
四、大菱鲆饲料的配制技巧	(74)
(一) 饲料配方的配制与调整	(75)
(二) 典型饲料配方借鉴	(79)
五、鲈鱼饲料的配制技巧	(81)
(一) 饲料配方的配制与调整	(82)
(二) 典型饲料配方借鉴	(88)
六、鳙鱼饲料的配制技巧	(91)
(一) 饲料配方的配制与调整	(92)
(二) 典型饲料配方借鉴	(96)
七、青鱼饲料配制技巧	(98)
(一) 饲料配方的配制与调整	(99)
(二) 典型饲料配方借鉴	(105)
八、真鲷饲料的配制技巧	(108)
(一) 饲料配方的配制与调整	(109)
(二) 典型饲料配方借鉴	(113)
九、虱目鱼饲料配制技巧	(115)
(一) 饲料配方的配制与调整	(116)
(二) 典型饲料配方借鉴	(119)
十、斑点叉尾鲷饲料的配制技巧	(122)
(一) 饲料配方的配制与调整	(123)
(二) 典型饲料配方借鉴	(128)
十一、香鱼饲料的配制技巧	(132)
十二、鲤鱼饲料的配制技巧	(135)
(一) 全价饲料配方的配制与调整	(137)

(二) 典型饲料配方借鉴	(142)
十三、罗非鱼饲料的配制技巧	(146)
(一) 全价饲料配方的配制与调整	(147)
(二) 典型饲料配方借鉴	(152)
十四、武昌鱼饲料的配制技巧	(156)
(一) 全价饲料配方的配制与调整	(157)
(二) 典型饲料配方借鉴	(161)
十五、草鱼饲料的配制技巧	(165)
(一) 全价饲料配方的配制与调整	(166)
(二) 典型饲料配方借鉴	(171)
第四章 虾类饲料的配制技巧	(175)
一、对虾饲料的配制技巧	(175)
(一) 中国对虾饲料配方的调配	(176)
(二) 南美白对虾全价饲料配方的调配	(181)
(三) 斑节对虾饲料配方的调配	(185)
(四) 典型饲料配方借鉴	(190)
二、罗氏沼虾饲料的配制技巧	(198)
(一) 饲料配方的配制与调整	(199)
(二) 典型饲料配方借鉴	(204)
三、青虾饲料的配制技巧	(205)
(一) 饲料配方的配制与调整	(206)
(二) 典型饲料配方借鉴	(210)
四、小龙虾饲料的配制技巧	(211)
(一) 饲料配方的配制与调整	(212)
(二) 典型饲料配方借鉴	(216)
第五章 蟹、鳖、龟饲料的配制技巧	(219)
一、河蟹饲料的配制技巧	(219)
(一) 饲料配方的配制与调整	(220)
(二) 典型饲料配方借鉴	(225)
二、鳖饲料的配制技巧	(226)

（一） 饲料配方的配制与调整 (228)

（二） 典型饲料配方借鉴 (232)

三、 乌龟饲料的配制技巧 (234)

（一） 氨基酸平衡饲料配方的调配 (236)

（二） 典型饲料配方借鉴 (241)

附录 (245)

附表 水产动物配合饲料的营养标准 (245)

参考文献 (260)

第一章 水产动物的营养与饲料

一、水产动物的营养需要

营养是动物维持生命活动、发挥生产能力的物质基础。不同种类，不同品种的水产动物，因年龄、食性、生理状态、水域温度等方面的不同，对营养物质的需要量有一定差异。这些营养物质主要包括蛋白质、碳水化合物、脂肪、维生素、无机盐及水六大类。

（一）营养物质的生理作用

饲料中的各种营养物质在动物体内的生理作用可概括为三个方面：一是构成动物身体的各个组织器官；二是参与或促进新陈代谢过程；三是为动物的生命活动提供必需的能量。

1. 蛋白质的生理作用

蛋白质是构成动物各个组织器官的基础物质。水产动物风干后的体蛋白含量约占 50% 以上；肌肉的蛋白质含量高达 80% 左右。蛋白质还是极其重要的营养物质，幼龄水产动物的生长发育，成年水产动物产卵；组织损伤修复等，均以蛋白质作为物质基础。蛋白质独特的营养功能，不能被其他营养物质所代替。

饲料中的蛋白质必须先被动物消化分解成为各种氨基酸，吸收后再合成体蛋白质，机体蛋白质是由大约 20 种氨基酸所构成。其中可在动物体内合成的称“非必需氨基酸”；不能合成或合成的速度不能满足机体需要，必须由饲料中获得的称“必需氨基酸”。与其他动物一样，鱼类蛋白质中的必需氨基酸也有 10 种，即精氨酸、组氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙

氨酸、苏氨酸、色氨酸、缬氨酸。其中又以赖氨酸和蛋氨酸最为重要，它们是否满足与平衡，限制着蛋白质合成的效率。有一些种类的必需氨基酸与非必需氨基酸在动物体内具有转化关系，例如增加饲料中胱氨酸的含量，可减少蛋氨酸的需要量；增加酪氨酸的含量，可减少苯丙氨酸的需要量。还有些必需氨基酸因比例不当而出现颉颃作用，如亮氨酸含量高可导致异亮氨酸的缺乏。

当饲料中缺乏蛋白质时，可造成体重减轻，生长速度减缓甚至停止，抗病力减弱，易于发生传染病。

2. 脂肪的生理作用

脂肪是肌体组织细胞的重要组成部分，其主要营养作用是供给机体热能。据测试，1g 脂肪氧化分解所产生的能量，相当于 2.25g 碳水化合物所产生的能量。

脂肪还是脂溶性维生素的溶剂，如维生素 A、维生素 D、维生素 E、维生素 K 及胡萝卜素等必须先溶于脂肪中，而后才能被肌体吸收利用。当饲料中脂肪缺乏时，会影响这些维生素的吸收。

构成脂肪的脂肪酸分为饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸。在不饱和脂肪酸中有几种在动物体中不能合成，必须由饲料中供给，这些不饱和脂肪酸称为“必需脂肪酸”。

当必需脂肪酸缺乏时，可影响胆固醇在体内的运转与正常代谢。

3. 碳水化合物的生理作用

碳水化合物也是动物组织器官的构成物质之一，参与许多生命过程。碳水化合物包括无氮浸出物和粗纤维两部分。无氮浸出物的主要成分是淀粉和少量简单的糖类，在动物消化道内转化为葡萄糖被吸收利用，为动物生命和生产活动的消耗提供能量。而粗纤维几乎不被消化，只起刺激胃肠蠕动，帮助消化的作用。

饲料中多余的碳水化合物可在动物体内转化为糖原和脂肪作为能量储备。当饲料中的碳水化合物不足时，体内储备的糖原和脂肪被分解利用。

4. 维生素的生理作用

维生素是维持肌体正常生理功能所必需的一类有机化合物，其特点是用量微，作用大。维生素按其溶解性可分为脂溶性和水溶性两大类。

(1) 脂溶性维生素 这一类维生素包括维生素 A、维生素 D、维生素 E 和维生素 K。

维生素 A 的生理作用是维持黏膜上皮细胞的正常结构，维持眼睛的正常视觉。缺乏时视觉减弱或丧失。

维生素 D 的生理作用是调节钙、磷代谢，维持血液中钙、磷的正常浓度，从而促进骨骼的钙化与正常发育。缺乏维生素 D 会影响骨骼钙化。

维生素 E 的生理作用是抗氧化，与硒协同保护多种不饱和脂肪酸不被氧化破坏。当缺乏时，易发生消瘦、贫血、肌肉纤维萎缩、眼球突出等症状。

维生素 K 的生理作用是促进血液的凝固，当缺乏时血液凝固迟缓，容易发生内出血或皮下出血。

(2) 水溶性维生素 这一类维生素包括 B 族维生素和维生素 C。B 族维生素中主要是维生素 B₁（又称硫胺素）、维生素 B₂（又称核黄素）、维生素 B₃（又称泛酸）、维生素 B₅（又称烟酸）、维生素 B₁₂（又称钴胺素）等。B 族维生素分别表现不同的生理作用，如维生素 B₁ 参与碳水化合物的代谢过程，有增强胃肠道消化功能的作用；维生素 B₂ 参与多种辅酶的合成，在促进碳水化合物、脂肪和蛋白质的代谢过程中发挥极其重要的作用。

维生素 C（又称抗坏血酸），对增强机体抗病能力，预防中毒和组织出血具有重要作用。

5. 矿物质的生理作用

矿物质包括常量矿物元素和微量矿物元素两类。是参与体组织构成和体内代谢所必需的物质，也是酶系统的重要催化剂，其生理功能是多方面的。

(1) 常量矿物元素 常量矿物元素主要有钙、磷、钠、氯、

镁、硫、钾等，有以下生理功能。

①钙和磷 钙和磷是动物体中含量最高的两种元素，主要存在于骨骼中，是构成骨骼的重要成分。部分游离钙存在于软组织、细胞外液及血液中，与骨骼中的钙保持着动态平衡，即血液中的钙不断地沉积于骨骼中，而骨骼中的钙又不断地释放于血液中，使骨骼中的钙不断得到更新。此外，神经兴奋性的传导和感应性的维持，都必须有一定数量的钙离子参与。存在于软组织和体液中的磷主要是以磷蛋白、核酸和磷脂的构成成分而发挥作用。当钙、磷不足或比例失调时，可表现与维生素 D 缺乏相同的病症。

②氯和钠 氯和钠对维持动物体液的渗透压、酸碱平衡和水的代谢有着重要作用。氯和钠是以食盐的形式补给的，当饲料中缺乏食盐时，动物表现食欲减退，消化机能降低，异食。

③镁 参与骨骼的构成。缺少镁会影响骨骼系统和糖、蛋白质的正常代谢。

④硫 家畜体内的硫主要存在于含硫氨基酸（蛋氨酸、胱氨酸和半胱氨酸）、含硫维生素（硫胺素和生物素）以及激素中。动物皮毛生长期对硫的需要量增加。

⑤钾 与钙、钠、镁等均是维持肌体各种组织细胞生理状态的必需成分，如维持神经和肌肉的兴奋性，调节体液渗透压和保持细胞容量等。

（2）微量矿物元素 微量矿物元素中最不能缺乏的是铁、铜、锌、碘、硒等，虽然在动物体中含量甚微，但其生理作用极其重要。

①铁 铁是形成血红蛋白所必需的元素，主要参与氧的交换、运输等过程。

②铜 铜是许多种酶的构成成分，在赖氨酸氧化酶、细胞色素氧化酶、过氧化物歧化酶等催化的生化反应中起着非常重要的作用。铜还是虾蟹等甲壳类动物血液中血蓝蛋白的重要组成成分，如虾体内 40.0% 的铜存在于血蓝蛋白中。铜作为酪氨酸酶的

辅助因子参与鱼体的黑色素代谢。并且铜能增强机体的免疫机能。

③锌 锌也是多种酶的组成成分或激活剂。动物缺锌时表现食欲不振，生长受阻，发生皮肤不全角化症。

④碘 碘主要存在于动物的甲状腺中，构成甲状腺素。而甲状腺素是调节机体新陈代谢的重要物质，对动物的健康、生长和繁殖均有重要作用。

⑤硒 硒的主要生理功能是抗氧化作用，防止细胞膜的脂质结构遭到氧化破坏，协同维生素 E 保护细胞膜的完整。缺硒可表现与维生素 E 缺乏相同的症状。

6. 水的生理作用

水约占体重的 60% ~ 75%，年龄越小则含水量越高。体内的水分具有极其重要的作用，饲料的软化与消化、营养物质的吸收与转运、代谢废物的运转和排泄等均需要水的参与。尤其是生活在水环境中的动物，水质的好坏不但直接影响正常的生理活动，而且直接危害生命。

各种营养物质在参与机体生理活动的同时，它们之间还存在着相互转化、相互配合、相互制约的复杂关系，从而维持了生理平衡，保证了生命的活力。

（二）水产动物营养需要的特点

水产动物种类不同、年龄不同、生活水域的温度不同，对营养物质的需要有较大差异。

1. 鱼营养需要的特点

（1）对蛋白质需要的特点 鱼类对饲料蛋白质的需要量高，摄入的饲料蛋白质一部分用于生长，另一部分被分解用于能量的贮存和消耗。鱼的种类不同，要求饲料中蛋白质的含量不同。如肉食性鱼类要求饲料中蛋白质的含量为 40% 以上；杂食性鱼类为 30% ~ 40%；草食性鱼类为 30% 以下。年龄不同，要求饲料中蛋白质的含量也不同，如仔鱼、幼鱼生长旺盛，则要求高；而成鱼

生长缓慢，则要求相对较低。

鱼类不能有效地利用饲料中的游离氨基酸或结晶氨基酸，主要依赖配合饲料中氨基酸的互补作用，满足对必需氨基酸的需要。

(2) 对脂肪需要的特点 鱼类对脂肪的需要十分重要，配合饲料中添加一定量的脂肪，可减少蛋白质的转化供能，从而起到节约蛋白质的作用。鱼类对脂肪有特别高的利用能力，其利用率可达 90% 以上。不同的鱼种对饲料中脂肪的需要量也不同，如淡水鱼类对必需脂肪酸的需求要比海水鱼类低得多。并且水域环境的温度高低，对饲料中脂肪含量也有影响，水温高则脂肪添加量多一些，反之则少一些。一般冷水性鱼类对脂肪的需要量高，饲料中添加量可达 10% 以上。而温水性鱼类对脂肪的需要量低，饲料含量一般幼鱼 5% 以上，成鱼 4% 以上。即配合饲料中添加 1% ~ 2% 的油脂，鱼的生长速度和对饲料的转化效率会保持在较高的水平。

当饲料中脂肪含量不足或缺乏时，可导致鱼的代谢紊乱，蛋白质的利用率降低，并发生脂溶性维生素和必需脂肪酸缺乏症。

但是，如果饲料中脂肪过量，可在鱼的肝脏中大量沉积，而导致脂肪肝，使肝功能减弱，解毒能力下降。

鱼类对氧化变质的脂肪非常敏感，轻者使饲料的利用率降低，饲料系数增加，而鱼的生长速度减慢；重者首先发生脂肪浸润，然后形成脂肪肝、肝纤维化、肝细胞坏死，使死亡率显著增加。

(3) 对碳水化合物需要的特点 鱼类不能有效地利用碳水化合物，其利用率的高低因种类和食性不同而有很大差异。一般认为肉食性鱼类对碳水化合物的适应能力较差，一般要求饲料中的含量在 20% 以下；杂食性鱼类的适应范围为 30% ~ 40%；草食性鱼类的适应能力最强，可高达 40% 以上。但是摄入量过多同样会使脂肪大量沉积而导致脂肪肝。在碳水化合物中单糖的利用率最高，其次是麦芽糖、半乳糖、蔗糖、糊精和淀粉，利用率最差的

是半纤维素和纤维素。由于大分子的纤维素几乎不能被鱼类消化吸收，因此，一般在饲料中限制含量，草食性鱼类为 10% ~ 20%；杂食性鱼类为 12% 以下；而肉食性鱼类不宜超过 8%。

(4) 对维生素需要的特点 鱼类饲料以高蛋白、低能量为特点，这决定了对氨基酸代谢有关的 B 族维生素的需求较高；鱼类肠道短，肠道内细菌种类和数量极少，几乎不能合成维生素 C；体内转化 β -胡萝卜素为维生素 A 的能力低；也就是说，鱼类体内不能合成维生素或合成数量较少，不能充分满足机体需要，所以必须经常由食物中供给。若饲料中某一种维生素长期缺乏或不足时，可能要引起代谢紊乱以及出现病理状态。因此，在生产配合饲料时，一定要考虑添加多种维生素。

(5) 对无机盐类需要的特点 鱼类能有效地利用水中溶解钙，当水体钙含量充足时，有些鱼类（如鲤鱼、虹鳟、美洲鲈等）几乎不需要由饲料中供给钙就能满足生长需要。另外，鱼类还能从水中吸收部分镁、铁、铜、锌、碘等。但是对水体中的磷不能有效利用；对饲料中溶解性差的磷源，如植酸磷、骨骼磷、磷酸三钙等利用率也很低。而对可溶性无机磷的吸收率很高，如鲤鱼对磷酸二氢钙中的磷吸收率为 94%。研究证明，饲料中的无机磷对鱼类的重要性是第一位的。如鲤鱼缺乏磷会造成头盖骨、鳃盖骨畸形和眼球突出；团头鲂缺磷时会出现鳃盖凹陷、残缺和肋骨畸形等软骨症状。鱼的配合饲料中应按 1 : (1 ~ 1.5) 的比例添加钙和磷。

鱼类对铜非常敏感，添加过量会造成生长发育受阻，甚至中毒死亡。

2. 虾营养需要的特点

(1) 对蛋白质需要的特点 虾类对饲料蛋白质的要求比较高，并且对蛋白质的需要量与水体的盐度有关。有研究表明，南美白对虾在盐度为 46‰ 的海水中，饲料的蛋白质含量为 45% 时生长最快；而在盐度为 12‰ 的半咸水中，饲料的粗蛋白质含量为 35% 和 25% 的两组，反而比粗蛋白质 45% 的一组生长快。