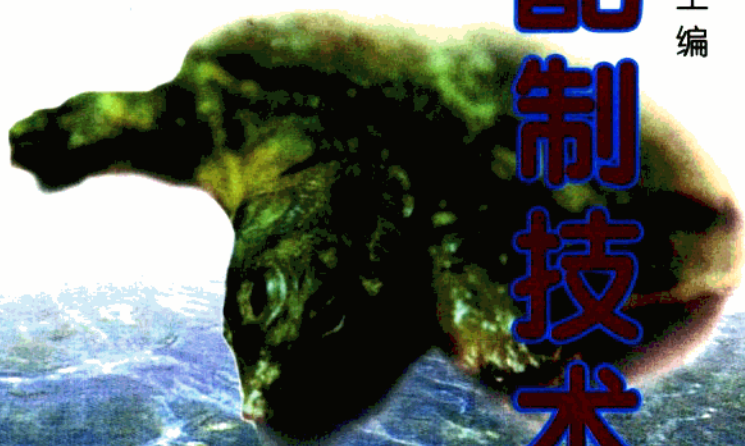


甲鱼

饲料配制技术

马得莹 主编

中国农业大学出版社



主 编 马得莹

参 编 者 宋建兰 王纪亭 林 海

责任编辑 张玉兰

封面设计 郑 川

前 言

甲鱼原名鳖，又叫脚鱼、团鱼、圆鱼、水鱼、清鱼、王八、神守，或称中华鳖、中国鳖。属于爬行纲，龟鳖目，鳖科，鳖属。

甲鱼是水产品中营养丰富，味道鲜美的佳肴，在医药上有滋阴除热，破结软坚的功能，系民间常用药物，又是我国出口创汇的重要水产品，经济价值甚高。

甲鱼为杂食性动物，喜食动物性饲料，在天然水域中，幼年甲鱼摄食水蚤、水生昆虫、蝌蚪、小虾、水蚯蚓等，成年甲鱼摄食螺蚌、泥鳅、小鱼、动物尸体和内脏，也摄食植物性饲料。

甲鱼营养需要的研究起步较晚。70年代初，日本饲养甲鱼以新鲜鱼或蚕蛹为主要饲料，后来逐步采用市场上购买的鳊鱼配合料。迄今，日本已有数家公司专门出售甲鱼配合饲料，并形成系列化和工业化。国内甲鱼配合饲料（包括台湾省）起初也多以鳊鱼料为饲料，近年来，已在研制生产专用甲鱼配合饲料。

本书比较系统地介绍了甲鱼的生物学特性、营养需要、常用饲料原料、人工配合饲料的配制与加工、配合饲料营养价值的评定方法及投饲技术等。主要供具有初中以上文化程度的甲鱼养殖专业户，渔场职工，城乡水产技术推广站，城乡

水产养殖爱好者阅读；也可作有关科研单位、专业学校、农村经济管理部门的参考书。

由于养殖甲鱼是一项新兴的事业，养殖、饲料配制技术等尚不完善，有待进一步提高和改进，加之编者水平所限，书中疏漏及谬误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1998 年 12 月

目 录

一、甲鱼的生物学特性.....	(1)
(一) 外部形态	(1)
(二) 内部结构	(3)
(三) 食性	(7)
(四) 年龄与生长	(8)
(五) 繁殖习性	(9)
(六) 生活习性	(11)
二、甲鱼的营养需要.....	(16)
(一) 对蛋白质的需要	(16)
(二) 对氨基酸的需要	(17)
(三) 对脂肪的需求	(21)
(四) 对糖类的需求	(21)
(五) 对维生素的需求	(22)
(六) 对无机盐的需求	(23)
(七) 对能量的需求	(24)
三、甲鱼常用饲料原料.....	(25)
(一) 植物性饵料	(25)
(二) 动物性蛋白质饵料	(28)
(三) 饲料添加剂	(33)
(四) 开发甲鱼常用饲料的途径	(42)

四、甲鱼人工配合饲料的配制与加工	(51)
(一) 配合饲料的配制	(51)
(二) 人工配合饲料的配方	(57)
(三) 甲鱼用配合饲料的加工	(63)
(四) 配合饲料的质量管理与检验	(74)
五、甲鱼配合饲料营养价值的评定方法	(76)
(一) 化学评价法	(76)
(二) 生理学评价法	(102)
(三) 生物学评价法	(103)
(四) 经济学指标	(104)
六、投饲技术	(106)
(一) 投饲量	(106)
(二) 投饲技术	(108)

一、甲鱼的生物学特性

(一) 外部形态

甲鱼体扁平，呈椭圆形。其体色多呈灰黑色和墨绿色，也有黄绿色、茶褐色和橄榄绿色。甲鱼的体色与其所生活的环境相适应，为自我保护的体色。

甲鱼的整体可分为头、颈、躯干、尾和四肢五部分。

1. 头部

头部前端稍扁，背观呈三角形，后端近似圆筒状，形似蛇头并具皮肤褶皱，比颈部粗 $1/3$ 左右。吻钝，吻部朝前延长形似管状，称之为吻突，长度约等于眼径。一对鼻孔开口于吻突的前端，左右鼻孔由鼻中隔分开，呼吸时身体无需外露，只要吻突稍露出水面即可。因此，吻突既是甲鱼的呼吸器官也是觅食器官。甲鱼的这一特点，对于隐蔽身体，免遭敌害侵袭有重要的作用。眼圆而小，位于头顶两侧，眼窝稍外突，上侧有眼睑和瞬膜。口较大，位于头的腹面，上颌稍长于下颌，上下颌均无齿，但颌缘有角质硬鞘，称之为喙，角质喙边缘极其锋利，能行使牙齿的功能，能咬住并切碎食物。唇为肌肉质，上唇和下唇左右两瓣分别向上和向下卷，在吻突中部汇合成裂缝。口内有发达的短舌肌肉质短舌，但不能自如伸展，仅起帮助吞咽食物的功能。

2. 颈部

甲鱼的颈部粗长且有力，基部没有颗粒状疣。近似圆筒形，伸缩肌发达，因而可以灵活地转动和伸缩，当颈缩入壳内时，其颈椎呈“U”形弯曲。颈向背部伸长后，口可超过后肢基部，约为背长的80%，但颈向腹部伸长时，只能达到前肢附近，这是因为腹甲前端长于背甲，妨碍头部的伸长。因此，人们利用此特性，在捉甲鱼时，先将其迅速推翻，使其腹脚朝天，然后，立即用左手按住背甲的尾部，同时用右手拇指和食指插入两后肢的腋窝，既可安全地捉住甲鱼，防止被其咬伤。

3. 躯干部

甲鱼的躯干部短宽且扁平，有背、腹二甲，背甲扁平近似卵圆或椭圆形，由不完全骨化的骨板和表皮软组织组成，背甲稍隆起，腹甲较平坦，背、腹二甲一起形成一个硬壳保护腔，机体主要组织器官均在此腔中。腹甲较背甲小；同样为不完全骨化的软骨，各骨板之间有缝隙。背、腹甲骨板均来源于真皮，其骨板外层为来源于表皮柔软的革质皮肤所覆盖。背、腹甲由韧带相连构成不能活动的甲壳。背甲左、右两侧及后缘的结缔组织很发达，形成柔软细腻的肉质裙边，裙边上有明显的疣状颗粒，游泳时裙边上下波动，可以随意改变方向，并保持身体的平衡，裙边含丰富的蛋白质和胶质，因而被视为滋补佳品。甲鱼的体表皮没有皮肤腺，这样其在陆地或淤泥中生存时能减少体内水分的蒸发，免于体表干燥。

4. 尾部

尾部较短，呈扁锥形。甲鱼尾的长短是识别其雌雄的一个重要标志，雄性的尾部较长，能伸出背甲之外；雌性的尾

部较短，达不到裙边；尾部还能协助裙边维持身体平衡。泄殖孔位于尾基部腹侧。

5. 四肢

四肢粗短扁平且有力，位于身体两侧，肢背部有少数阔大横鳞，基部具皮肤褶皱。前后肢均为 5 趾型，位于躯干的前后两侧，能缩入甲壳内，后肢较前肢发达。前肢可分为上臂、前臂和手 3 部分，后肢分大腿、小腿和足。肢端各有 5 趾，趾间有发达的蹼膜，游泳时用来划水，类似鱼鳍的作用，上浮呼吸或潜水下沉也离不开蹼的作用。第 1~3 趾端均具有钩形利爪，突出于蹼膜之外；第 4~5 趾爪不明显或退化，藏于蹼膜之中。粗壮的四肢和宽大的蹼膜，既适于水中游泳划行，又能支持身体在陆地上爬行活动。甲鱼在水中划行时，靠前后四肢划水前进，靠裙边上下摆动来改变方向。锐利的爪可兼作捕食器官。

(二) 内部结构

甲鱼的内部结构可分为骨骼、肌肉、消化、排泄、呼吸、循环、神经和生殖 8 大系统。

1. 骨骼系统

甲鱼的骨骼系统由外骨骼和内骨骼两大部分组成。外骨骼包括骨甲（由 25 块骨板组成）和腹甲（由 9 块骨板组成），内骨骼主要包括：中轴骨（脊椎、胸骨、肋骨和头颅骨）和四肢骨（图 1-1）。头骨结构较复杂，主要由头盖骨、额骨、颌骨、枕骨、犁骨、基蝶骨等组成。主轴骨包括：脊柱、肋骨；脊柱由 32~34 个脊椎组成，脊椎明显地分为颈椎、躯椎、骶椎和尾椎 4 个部分；无胸骨，没有胸廓，肋骨和躯椎与背甲

骨板愈合。四肢骨或附肢骨由带骨和肢骨组成，带骨又由肩带骨和腰带骨组成。肩带骨包括：鸟喙骨、锁骨和肩胛骨；腰带骨包括：髌骨、坐骨和耻骨。肢骨由前肢的肱骨、桡骨、尺骨、腕骨、掌骨、指骨和后肢的股骨、胫骨、腓骨、跗骨及趾骨组成。

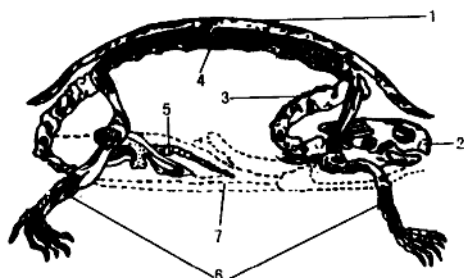


图 1-1 鳖的骨骼

1. 背甲 2. 头骨 3. 颈骨 4. 胸脊骨
5. 尾脊骨 6. 四肢骨 7. 腹壳

2. 肌肉系统

甲鱼的全身大约由 150 条肌肉组成，分为体肌和脏肌两类。甲鱼的肌肉很发达，尤其是头、颈部和四肢的肌肉。因此，甲鱼在陆地或水中均有很强活动能力。

3. 消化系统

甲鱼的消化系统分为消化道和消化腺两部分。消化道由口、口腔、咽喉、食道、胃、小肠、大肠和泄殖腔组成，无盲肠。消化腺由发达的肝脏、胰脏、脾脏、胆囊和肠腺组成。能分泌消化食物的消化液、胰液、胆汁和肠液。

4. 排泄系统

甲鱼的主要排泄器官为肾脏，基本结构和功能与一般四足动物没有本质区别。左右各一个肾脏，对称排列，各有一条输尿管，从其腹面通出，纵行向后开口于泄殖腔两尿道背壁。尿道背壁有薄膜囊为膀胱（图 1-2）。此外，有肾上腺、副膀胱（内有微血管具呼吸作用）。

5. 呼吸系统

甲鱼用肺呼吸，甲鱼的肺很发达，分为左右两大叶，呈柳叶状，紧贴于背甲的内侧，从肩胛骨与背甲相连处开始，一直延伸到近髂骨。因此，甲鱼的肺活量大，呼吸的间隙也长，尤其在潜入水底后，可以维持较长时间不浮出水面呼吸，同时也与它的代谢水平低，心跳慢，对血液中二氧化碳的敏感性差以及缺氧时可以厌氧性的糖酵解获得能量等生理特性有关。甲鱼在呼吸时，空气由鼻孔经气管到肺。呼吸运动主要靠腹壁及附肢肌肉的活动

改变内脏器官对肺的压力进行。甲鱼口咽腔及副膀胱壁的粘膜上有许多微血管，上、下颌有鳃状组织（群乳状小突起），它们能直接吸收水中的溶解氧，是甲鱼的主要辅助呼吸器官，冬眠期主要靠其维持呼吸代谢。因此，要及时清除甲鱼池中的污物，经常保持水质洁净和溶氧丰富。特别要注意

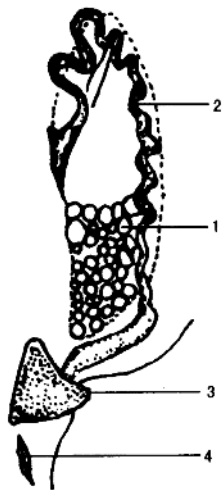


图 1-2 雌鳖
生殖系统

1. 卵巢 2. 输卵管
3. 膀胱 4. 泄殖腔孔

温房中稚、幼甲鱼培育池的清理，以免造成中毒或诱发疾病。

6. 循环系统

甲鱼的心脏包括：二心耳、二心室，心室间有较发达的隔膜，但没有彻底分隔开心室，中间仍有孔相通，因此，动脉血和静脉血没有完全分开，内含混合血，为不完善的双循环。心室发3对动脉弧（肺动脉、右体大动脉、左体大动脉），肺动脉弧由心室右侧发出，随机分成左右肺动脉入肺；右体大动脉弧，由心室隔膜左侧发出；左体大动脉弧由心室的中间偏右发出，左右大动脉最后相连成背大动脉，输送血液到各内脏器官。静脉主要有肺静脉和前、后大静脉。由于从心室流出的血液为混合的半新鲜血液，含氧量很低，因此，甲鱼的代谢率也不高；另外，甲鱼调节体温的能力不强，体温随外界温度的变化而变化，为变温动物。

甲鱼的造血器官为脾脏。

7. 神经系统

甲鱼的神经系统比两栖类发达，脑已分成嗅叶、大脑半球、间脑、中脑、小脑和延脑6部分。大脑半球和小脑半球可分为白质和灰质，灰白质界限明显。大脑已分化成叶，出现新皮组织。调节运动的能力较强，小脑尤为发达，较大，有利于水中游泳时协调完善四肢的运动。脑神经12对，脊神经和交感神经发达，已接近高等动物，中脑视叶为高级中枢。甲鱼的感觉器官中嗅觉十分灵敏，包括两个外鼻孔、鼻腔及其后端为鼻粘膜所在的嗅窝。鼻腔和嗅粘膜有所扩大，嗅觉发达并且具有探测化学气味的感觉功能，这与甲鱼生活在水中，主要依靠嗅觉探知食物和水中的有害物质有关。触觉也较灵敏，因甲鱼皮肤及裙边上有游离的神经末梢和感觉小体，能

感受到水流压力和各种机械刺激。视觉器官也较发达，可借助改变水晶体位置和形状来调节视力。听觉器官包括中耳和内耳，无外耳，最外面是鼓膜，在水中声波通过头骨传到内耳；在地面爬行时，声波通过鼓膜、耳柱骨或直接通过头骨传到内耳，从而获得听觉。皮肤感觉灵敏。

8. 生殖系统

甲鱼为雌雄异体，体内受精。雄性精巢1对，位于体腔背面后方肾脏之前，浅黄色椭圆形睾丸，精液借输精管到达泄殖腔。泄殖腔内有一肌肉质的棒状体为阴茎，它的末端为5个尖形小瓣称之为阴茎龟头。雌性卵巢1对，位于体腔中后部背面，1对白色输卵管迂回于卵巢两侧，一端开口于腹腔，前端膨大为喇叭口，位于体腔背中线靠近肺门处；另一端螺旋而下，后端膨大为子宫，开口于泄殖腔。甲鱼多产黄卵，成熟个体卵巢很大，其内有大小不一、发育程度不同的数以百计的卵子。成熟卵从卵巢排出口进入体腔，从喇叭口进入输卵管，受精在输卵管上端进行，受精卵沿输卵管下行，在输卵管下段陆续被管壁所分泌的蛋白质和卵壳包裹，卵产出后自然孵化。

（三）食 性

甲鱼的食性广而杂，为杂食性，以摄取含高蛋白质的动物性食物为主。在自然界中，刚孵出的稚甲鱼、幼甲鱼主要是摄食大型浮游生物（枝角类、桡足类）、虾的蚤状幼体、虾苗、鱼苗、水生昆虫及水蚯蚓等底栖动物。也摄食少量植物碎屑。成年甲鱼以摄食鱼、虾、蟹、螺、蚌、蛇等为主，也食部分植物性饵料，如瓜、菜、水草和嫩叶等。要求食物鲜、活、嫩。在人工养殖条件下，食谱更广，常以贝、螺类，鱼

糜，动物的内脏、血，尚未变质的家禽尸体，蚕蛹与蚯蚓等为主食，搭配部分瓜、菜。规模养殖则以人工全价饲料为佳。

甲鱼的摄食能力较强，它既贪食又具有特别强的耐饥饿能力，在较长时间内不摄食也能存活，但会停止生长而且体重减轻。甲鱼的摄食方式为吞食，主要利用其锐利的爪及伸缩敏捷、转动自如的头颈猎取食物，并将猎获的食物吞入口中，经上、下颌特化的角质喙的切割、压碎并拌以唾液腺分泌的唾液吞咽到食道。甲鱼喜欢在水域底层蹒跚，潜行觅食底栖动物，也喜欢在飘浮水生植物群下潜伏，伺机吞食游到近处的鱼、虾，一般不主动追击。

（四）年龄与生长

甲鱼能活多少年，至今无人知晓。其主要原因是甲鱼的年龄不好判断，人们还没有找到很明显而且准确的甲鱼年龄标志。尽管有人用甲鱼肩胛骨上存在的疏密相同的纹理来判断年龄，但对于高龄甲鱼来讲，这种方法则成问题。自古以来就有“千年王八，万年龟”的传说，甲鱼为动物界中长寿动物之一。虽然，目前尚不能肯定甲鱼的寿命有千年之久，但人们相信它可以活到100年不成问题。

甲鱼的生长速度极慢，从甲鱼生长的内因来看，它是不完全的双循环动物，从心室流出的血只是半新鲜的血液，含氧量低，因而，代谢率也就低；另外，它的整个身体由背、腹甲所包裹，背、腹甲的生长速度就决定了它整个身体的生长速度，而动物的骨骼生长速度要比身体其它组织的生长速度慢，这样甲鱼就难以生长。从甲鱼生长的外因来看，在自然条件下适宜它生长的时间不长，在华中地区，1年当中几乎一

半的时间是在冬眠中渡过的，剩余的半年里适于它生长的时间也很短，水温低于 25℃ 或高于 35℃ 对它的生长都不利。因此，1 年中真正适宜它生长的时间只有 4~5 个月，这样甲鱼在自然界里要长到商品规格（每只 500 克左右）需要较长时间。长江中下游地区需 3~4 年，华南沿海及海南需 2~3 年，华北、西北和东北则需 4~6 年。甲鱼的生长速度还与饵料、生长阶段以及性别不同而存在着差异。饵料丰富，营养价值又高，甲鱼生长就快。第 1~2 年，甲鱼的相对生长速度快，而绝对增重慢；第 3~4 年，则相反，绝对生长快，相对生长则慢，体重在 50~100 克的甲鱼，个体净增重最快，年增重可达 70~150 克。雄性和雌性个体在生长初期并不表现出很大的生长差异，体重在 100~300 克时，雌性比雄性生长快，在 300~400 克时两性生长速度相近，400~500 克体重时，雄性生长速度反而超过了雌性，500~700 克时，雄性比雌性生长几乎快 1 倍，700 克以上的甲鱼，雌雄生长都减慢。甲鱼和其它动物一样，同一批孵出的稚甲鱼在同样的条件下，其个体生长速度也存在着很大差异。在人工养殖过程中必须按规格大小分级饲养。

（五）繁殖习性

1. 性成熟年龄与体重大小

甲鱼为雌雄异体，体内受精，卵生。甲鱼性成熟的年龄因地区不同而有先后，热带和亚热带地区一般为 3 年。华南地区为 3~4 年，长江流域为 4~5 年，华北地区为 5~6 年。因此，可以说水温能决定甲鱼的生长速度，同时也决定了甲鱼性腺成熟的早晚。因此，无论任何地区只需将甲鱼置于人工

控制温度条件下饲养 ($28\sim 30^{\circ}\text{C}$)，完全可以促使甲鱼早成熟，早产卵，多产卵。在自然环境中，甲鱼性成熟体重差异很大，这与其环境优劣、饵料丰久等因素有关。据认为性成熟的最小体重为 0.5 千克左右，2~3 千克的性成熟甲鱼繁殖力最强，但考虑到经济因素，选择亲甲鱼以 1~0.5 千克的为宜。

2. 繁殖季节

甲鱼产卵繁殖期为每年的 5~8 月，但以每年 6~7 月为高峰期。在热带地区，因甲鱼不会冬眠，全年都会产卵繁殖。在我国华中地区以及长江以南地区，在 3 月底至 4 月初水温达 15°C 左右时，甲鱼逐渐从冬眠中陆续苏醒过来，活动 2 天后开始摄食。当水温升到 20°C 以上时，达到性成熟的甲鱼开始发情交配，交配季节为每年的 4~10 月。

3. 繁殖行为

甲鱼第一次发情交配时间多在 4 月下旬至 5 月上旬，水温 20°C 以上。甲鱼的交配一般在水中进行，交配前有明显的调情过程，先是雌、雄甲鱼在一起游玩，然后，雄性甲鱼发情戏水追逐雌性甲鱼，一旦追上，雄性就爬上雌性背上，用前肢抱持雌性的前部，最后尾部下垂接近雌性的泄殖孔，交配器插入雌性的泄殖腔中，雄性将精液射入雌性的子宫及输卵管中。甲鱼发情交配可延续 5~6 小时，而交配过程只需几分钟就可完成，精、卵细胞在输卵管上端结合成受精卵。雌性甲鱼交配后 2 周左右，即 5 月下旬就开始产卵，产卵后 20 天左右会再次交配。甲鱼 1 年内能多次交配并产卵，或 1 次交配数次产卵。当水温达到 30°C 左右时，甲鱼的产卵也达到高峰。由于我国南北气温相差较大，因而，南方和北方甲鱼的产卵高峰期及产卵期也就不一样。

甲鱼有多次产卵的习性，1年可产卵3~5次，间隔10~30天，每次产卵数大多为8~15枚，个别甲鱼产卵少到4枚或多到20枚。甲鱼还有掘穴产卵的习性，因此，甲鱼产卵除与温度密切相关外，同时与气候条件有关。往往是雨后晴天和久晴雨后产卵较多。若是刮风下雨，阴雨连绵，或久晴不雨，天气过于干燥，水分蒸发量大，气温骤然升高或降低，均能停止产卵。甲鱼常在夜间选择沙质疏松的土壤挖穴，在夜晚安静时上岸掘穴产卵，因此，如遇骤降大雨，土壤板结，或人声喧闹，甲鱼都会终止产卵。

4. 繁殖力

甲鱼为多次产卵，但是产卵次数、每次产卵的数量以及所产出卵的卵径大小都与所处的地理位置、亲甲鱼的年龄、体重大小和营养状况等因素密切相关。一般来说，年龄大、体重大而营养条件又好的繁殖力就强；相反的就弱。每只雌性甲鱼每年产卵批次在北方为2~3批，长江中下游地区为4~5批，而广东、广西沿海及海南、台湾等地区的甲鱼可达6~7批。每次产卵的数量南、北方相差也很悬殊，从几枚至几十枚不等；另外，雌性甲鱼的年龄、体重大小和营养状况不仅影响产卵的数量，而且还影响卵的质量。甲鱼卵一般卵径为1.5~2厘米，重3~5克；最大卵径可达2~3厘米，重7~8克。

（六）生活习性

1. 生活规律

甲鱼对外界温度变化十分敏感，体温的高低直接影响它的活动能力和摄食程度，所以，甲鱼生活规律和外界温度变化有着十分密切的关系。每年春天当水温升到15℃以上时，