

# 鱼类

## 1 一般特征

鱼类生活于水中，体型多呈纺锤形或侧扁形，适应于游泳运动。部分底栖鱼类呈平扁形，穴居鱼类则可呈鳗形。鱼体分为头、躯干和尾，体表多有鳞。头和躯干以鳃盖后缘鳃孔或最后一对鳃裂为界，躯干和尾以肛门为界。鱼类有位于身体中线的奇鳍和成对出现的偶鳍。鳍由鳍膜和支持它的鳍条组成。奇鳍包括背鳍、尾鳍、臀鳍，偶鳍包括胸鳍和腹鳍。

口位于头部前方，有上下颌。颌的出现增进摄食能力，有利于捕食；且通过附生于颌的牙齿撕咬、碾磨，使原本不能直接利用的物质转化为食物，开拓食物源且促进消化吸收。因此，颌的出现为脊椎动物脊椎动物结构和功能的复杂化奠定基础。部分鱼类口周围生触须（barbels），上生味蕾。

眼一对，生于头两侧。鼻孔一对，位于口背侧。头后侧有骨质鳃盖（opercular），其后缘生鳃盖膜（gill membrane）。鳃盖下为鳃腔，内生鳃弓。鳃弓向后弯曲，鳃位于鳃弓弯曲外侧。鳃腔前通于咽，后接鳃孔。软骨鱼类无鳃盖和鳃腔，咽部有鳃孔，经体表鳃裂直通体外。躯干两侧各有一条横行的侧线，是皮肤内侧线管开口于体表的小孔连接而成，为鱼类特有的感觉器官。

皮肤由表皮和真皮组成。表皮在外，富单细胞黏液腺，分泌的黏液可润滑体表、减小摩擦阻力、调节渗透压、澄清水环境。表皮层细胞亦可集合并陷入真皮，形成毒腺（venomous gland），常位于牙或鳍条基部，司自卫、捕食、攻击。真皮位于表皮下方，较厚，常有钙质沉积形成鳞片，司保护。真皮下为皮下层（subcutis），内有色素细胞。

内骨骼系统发达，分为中轴骨骼（axial skeleton）和附肢骨骼（appendicular skeleton）。中轴骨骼包括头骨、脊柱、肋骨。鱼类头骨骨块极多，有完整的脑颅。脑颅后接脊柱。脊柱由椎骨逐节排列而成，分为躯椎和尾椎。躯椎向腹面伸出肋骨（rib）。附肢骨骼包括鳍骨和悬挂鳍骨的带骨。悬挂胸鳍的肩带（pectoral girdle）与头骨相连，悬挂腹鳍的腰带（pelvic girdle）结构简单。肌肉系统包括头部肌、躯干肌和附肢肌。头部肌包括控制眼球转动的眼肌（extrinsic eyeball muscles）和控制颌和鳃盖的鳃节肌（branchiomic muscles）。躯干肌包括位于躯干两侧的大侧肌（lateralis muscle）和控制奇鳍运动的梭肌（carinate muscle）。附肢肌控制胸鳍、腹鳍的运动。部分鱼类肌肉特化为发电器官（electric organ）。

鱼类消化道内壁常由褶皱和瓣膜，可延缓食物移动，增大吸收面积。口和咽边界不明显，统称口咽腔，内有齿和舌。口咽腔内壁上皮富单细胞黏液腺，无消化腺。口咽腔和鳃腔相连，鳃弓内侧生鳃耙（gill raker），系滤食结构，上有味蕾。食管（esophagus）短，环肌发达，内壁生味蕾。胃膨大，通过贲门（cardiac

portion) 和幽门 (pyloric portion) 与食管、肠相接。胃内壁有胃腺 (gastric gland), 分泌盐酸和各种消化酶。肠分化不明显, 肝和胰分别分泌胆汁和胰液, 经肝管和胰管通入肠, 以消化食物。

鱼类以生于鳃弓外侧的鳃呼吸。软骨鱼类通过游动, 使水流经口入咽, 经咽壁的鳃孔入鳃, 最后于体表鳃裂处排出。硬骨鱼类鳃膜紧闭, 口张开, 口咽腔扩大, 水进入口咽腔。而后闭口, 口咽腔缩小, 将水压入鳃腔, 经过鳃, 最终重开鳃膜, 经鳃孔到体外。

大部分鱼类有鳔 (gas bladder), 以调节比重。鳔内壁有分泌气体的气腺 (gas gland)。气体的排出则是通过鳔管或卵圆窗。鳔管连通食道; 卵圆窗则连通血管网, 气体经循环系统排出。

鱼类的循环系统为单循环, 动脉血和静脉血相混。心脏位于鳃弓后下方围心腔内, 有静脉窦和一心房一心室。心室前通动脉球 (bulbus arteriosus), 后通心房, 再后为静脉窦。静脉窦和心房、心房和心室、心室和动脉球之间均有瓣膜, 防止血液逆流, 提高血压。

心脏收缩, 血液经动脉球进入腹大动脉, 在咽下分为左右两支动脉弓。由动脉弓分出入鳃动脉, 并于鳃处发出毛细血管网, 与出鳃动脉连通。出鳃动脉汇入背大动脉, 背大动脉通往身体各部分, 分为毛细血管网, 而后汇合为前主静脉和后主静脉。前、后主静脉汇合为主静脉。消化管壁的毛细血管网两端分别接背大动脉和肝门静脉。肝门静脉于肝出分为毛细血管网, 而后汇合为肝静脉。主静脉和肝静脉均与静脉窦连通。心脏舒张时, 静脉窦内血液进入心脏。

组织间未被静脉毛细血管吸收的组织液可进入淋巴管 (lymphatic vessel), 成为淋巴液 (lymph)。淋巴管在最后一节尾椎处汇合, 形成一对可搏动的淋巴心, 而后通入后主静脉。

鱼类神经系统包括中枢神经系统 (central nervous system)、外周神经系统 (peripheral nervous system) 和植物性神经系统 (vegetative nervous system)。中枢神经系统包括脑和脊髓。脑最前端为嗅脑 (rhinencephalon), 其后为大脑 (cerebrum)。大脑后下方接间脑 (diencephalon), 间脑上接为中脑 (mesencephalon)。中脑后方为小脑 (cerebellum), 再后为延脑 (medulla oblongata)。延脑后接脊髓。外周神经系统包括脑发出的十对脑神经和每节脊髓发出的一对脊神经。植物性神经亦由中枢神经系统发出, 专门支配内脏器官和血管的生理活动。内分泌系统发达。

鱼类的感觉器官较多。眼位于头部两侧, 缺乏活动性眼睑。眼自外向内分别为巩膜、脉络膜和视网膜。巩膜前部形成透明角膜。脉络膜 (choriod) 前部形成虹膜 (iris), 虹膜中央为瞳孔, 瞳孔内为晶状体, 其下有晶状体缩肌。晶状体无弹性, 紧挨角膜, 故鱼类近视, 几无视觉调节能力。视网膜 (retina) 外层为感光细胞, 内层为神经细胞。神经细胞于眼后部汇合, 穿过感光细胞层, 连接视神经。眼内有晶体。

内耳一对, 包于脑颅内听囊, 浸于外淋巴液中。内耳上部为椭圆囊 (utricle) 和与之连通的三个半规管, 半规管一端膨大为壶腹 (ampulla)。内耳下部为球囊 (sacculus), 球囊后方为瓶装囊 (lagena)。球囊和瓶装囊内有石灰质耳石 (otolith)。椭圆囊、球囊和瓶装囊内有感觉上皮, 连接听神经。内耳内为膜迷路 (membrane labyrinth), 充满内淋巴液。鱼体移位或有声波时, 耳石移动, 内淋巴液压力变化, 刺激听神经。

鼻孔一对, 位于口上方, 一为出水孔, 一为进水孔。进水孔通鼻腔, 再通出水孔。鼻腔壁内陷, 形成

60 嗅囊。味蕾分布广泛，见诸口腔、舌、鳃弓、鳃耙、体表、触须、鳍等。此外，鱼类特有侧线系统（lateral  
61 line system）。侧线管埋于头骨内和体侧皮肤下，开口于体表，形成侧线孔。侧线管内充满黏液，管壁生  
62 感觉细胞。侧线能感受振动，司定向。软骨鱼吻部有罗伦氏壶腹（ampulla of Lorenzini），其基部为膨大  
63 囊状结构，壁生感觉细胞，称为罗伦瓮。罗伦瓮经罗伦管连通体外。罗伦氏壶腹感受振动、温度和电流。

64 鱼类有一对肾，司排泄和调节渗透压，位于腹腔背壁。肾由肾小体（renal corpuscle）组成，肾小体  
65 包括肾小球（glomerulus）和肾小管（renal tube）。肾小球为毛细血管团。肾小管为盲管，一侧呈杯状，  
66 包裹肾小球。另一侧盘曲汇集为输尿管。输尿管通膀胱，膀胱经泄殖腔或泄殖窦，与体表泄殖孔连接。淡  
67 水鱼类体液相对于环境是高渗溶液，环境水分渗入体内，故淡水鱼需排出大量几近于水的尿液。海水鱼类  
68 体液相对环境为低渗溶液，体内水分渗出，故海水鱼需吞饮海水，排出盐分。

69 鱼类大多雌雄异体，但部分种类存在雌雄同体、自体受精或性逆转现象。精巢位于腹腔左右两侧。硬  
70 骨鱼类营体外受精，精巢外膜后延形成输精管，左右输精管后端汇合，与尿道汇合形成泄殖窦，再开口于  
71 泄殖孔。软骨鱼类输尿管兼有输精管的功能，其连通尿殖窦（urogenital sinus），再通于泄殖腔，开口于  
72 泄殖孔。精子由泄殖腔、泄殖孔和鳍上的沟，进入雌性泄殖孔，营体内受精。

73 雌性卵巢分为游离型和封闭型。游离型卵巢无卵囊膜，卵巢内有滤泡，每个滤泡内有一卵子。滤泡破  
74 裂，释放卵子入腹腔，经输卵管腹腔口进入输卵管。封闭型卵巢外包卵囊膜，卵囊膜延申形成输卵管。卵  
75 子释放后不进入腹腔，直接进入输卵管。软骨鱼类输卵管通泄殖腔，硬骨鱼类输卵管通泄殖窦。鱼类大多  
76 为卵生，少数物种为卵胎生或胎生。

77 部分鱼类生活史中，有规律地在一定时期集群，沿固定路线迁移，以转换生活环境，满足生殖、索饵、  
78 越冬等需求，并在一段时间后重新返回原地。这种行为称为洄游（migration）。

## 79 2 鱼类的分类

### 80 2.1 软骨鱼纲（Chondrichthyes）

81 海产，内骨骼全部为软骨，体表有多对鳃孔，鳍条皮质，无鳔。肠内有螺旋瓣，生殖腺和生殖导管不  
82 直接相连，体内受精，有泄殖腔。

#### 83 2.1.1 全头亚纲（Holocephali）

84 仅银鲛目（Chimaeriformes），如黑线银鲛（*Chimaera phantasma*）。头大而侧扁，尾细，体表光滑无  
85 鳞。上颌与脑颅愈合。四对鳃裂，鳃腔外有膜质鳃盖，其后有总鳃孔通体外。背鳍两个，第一背鳍能竖立。  
86 无泄殖腔，有泄殖孔和肛门。

#### 87 2.1.2 板鳃鱼亚纲（Elasmobranchii）

88 体纺锤形或扁平形。口大，横裂于头部腹面。鳃裂直接开口于体外。上颌不与脑颅愈合，有泄殖腔。

89 鲨总目 (Selachomorpha) 体纺锤形, 眼和鳃裂在体侧, 胸鳍与头侧不愈合。尾鳍上半部大而下半部  
90 小, 为歪尾形。如短吻角鲨 (*Squalus brevirostris*)、宽纹虎鲨 (*Herterodontus japonicus*)、鲸鲨 (*Rhincodon*  
91 *typus*)。

92 鳐总目 (Batoidei) 背腹扁平, 鳃裂位于腹部, 胸鳍前缘与头侧相连。如尖齿锯鳐 (*Pristis cuspidatus*)、  
93 日本蝠鲼 (*Mobula japonica*)、日本单鳍电鳐 (*Narke japonica*)。

## 94 2.2 硬骨鱼纲 (Osteichthyes)

95 骨骼大多为硬骨。部分物种鳞片次生退化。头两侧有骨质鳃盖, 鳃盖后缘有一鳃孔, 鳍条骨质。大多  
96 有鳔, 肠内无螺旋瓣, 生殖腺外膜延申为生殖导管, 体外受精, 无泄殖腔。

### 97 2.2.1 腔棘鱼亚纲 (Coelacanthimorpha)

98 脊索发达, 无椎体。头下有一喉板 (gular plate), 无内鼻孔, 鳔退化。体被原鳞。偶鳍为原鳍型, 基  
99 部有多节的中轴骨, 且肌肉发达, 外覆鳞片。现存仅一科两属。

100 矛尾鱼 (*Latimeria spp.*) 尾鳍矛状。尾鳍上下各有一矛状副叶, 基部有中轴骨和肌肉。无鳃盖, 肠内  
101 有螺旋瓣, 动脉圆锥发达, 无泄殖腔, 卵胎生。

102 马兰鱼 (*Malania spp.*) 背鳍两个, 后背鳍大。尾鳍无副叶。体表被齿鳞。

### 103 2.2.2 肺鱼亚纲 (Dipnoi)

104 大部分骨骼为软骨, 无次生颌, 脊索保留, 内鼻孔通口腔。鳔通过鳔管通食管。鳔管血管丰富, 司呼  
105 吸。有特化的齿板, 以压碎无脊椎动物甲壳。肠内有螺旋瓣。尾鳍矛状, 为原尾形。

106 单鳔肺鱼目 (Ceratodontiformes) 仅澳洲肺鱼 (*Neoceratodus forsteri*) 一种。体侧扁, 胸腹鳍粗壮,  
107 鳞大, 鳔不成对。幼鱼有无鳃。成鱼不休眠。

108 双鳔肺鱼目 (Lepiosireniformes) 体呈鳗形, 胸鳍狭短, 鳞小且埋于皮下, 鳔成对。幼鱼有外鳃。成  
109 鱼枯水季休眠, 皮肤分泌黏液形成鱼茧, 仅以鳔呼吸。如美洲肺鱼 (*Lepidosiren paradoxa*)、非洲肺鱼  
110 (*Protopterus annectens*)。

## 111 2.3 辐鳍亚纲 (Actinopterygii)

112 无内鼻孔, 无泄殖腔, 有泄殖孔和肛门。生殖管由生殖腺壁延伸而成。

### 113 2.3.1 软骨硬鳞鱼总目 (Chondrostei)

114 多软骨, 体表有硬鳞。有动脉圆锥, 肠内有螺旋瓣, 尾鳍矛形或歪形。

115 多鳍鱼目 (Polypteriformes) 背鳍多, 偶鳍基部肉质, 尾鳍矛形。鳔开口于食管腹面, 可司呼吸。头骨  
116 和偶鳍骨有软骨, 脊椎完全骨化。幼鱼有外鳃。全部分布于非洲淡水河流。如多鳍鱼 (*Polypterus bichir*)。

117 鲟形目 (Acipenseriformes) 吻长。部分品种体被五行纵向骨板。亦有品种体表裸露, 仅尾上叶有硬  
118 鳞。尾鳍歪形。多软骨, 脊索发达。如中华鲟 (*Acipenser sinensis*)、白鲟 (*Psephurus gladius*)。

### 119 2.3.2 全骨总目 (Holostei)

120 硬骨发达, 有圆鳞或硬鳞。鳃间隔、动脉圆锥和肠螺旋瓣退化。

121 雀鳢目 (Lepidosteiformes) 有长吻, 鼻孔位于吻端。菱形硬鳞厚。背鳍靠近尾鳍, 与臀鳍相对。鳔辅  
122 助呼吸。如雀鳢 (*Lepidosteus oculatus*)。

123 弓鳍鱼目 (Amiiformes) 体被圆形硬鳞, 鳔辅助呼吸。仅弓鳍鱼 (*Amia calva*) 一种。

### 124 2.3.3 真骨鱼总目 (Teleostei)

125 体被圆鳞或栉鳞, 骨化程度高。无鳃间隔, 有动脉球, 无肠螺旋瓣。正型尾。

126 海鲢目 (Elopiformes) 为低等类群, 体被圆鳞, 腹鳍腹位, 喉板发达。如海鲢 (*Elops saurus*)。

127 鳗鲡目 (Anguilliformes) 体长圆筒形, 无腹鳍。背鳍、臀鳍、尾鳍相连。各鳍无棘, 体有圆鳞或无鳞。  
128 如日本鳗鲡 (*Anguilla japonica*)。

129 鲱形目 (Clupeiformes) 体有圆鳞, 无侧线。背鳍一个, 腹鳍腹位, 各鳍无棘。有鳔管, 鳃耙发达。如  
130 凤尾鱼 (*Coilia mystus*)、鲱鱼 (*Clupea pallasii*)。

131 鲤形目腹鳍腹位, 鳔与食管相通。体有圆鳞或无鳞。如青鱼 (*Mylopharyngodon piceus*)、草鱼 (*Ctenopharyn-*  
132 *godon idella*)、鲢鱼 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙鱼 (*Aristichthys nobilis*)、鲫鱼 (*Carassius auratus*)、  
133 泥鳅 (*Misgurnus anguillicaudatus*)。

134 鲇形目 (Siluriformes) 体表无鳞, 或被骨板。口须一至四对, 有颌齿, 咽骨有细齿, 口大, 胸鳍位置  
135 低, 胸背鳍有骨质鳍棘。如鲇鱼 (*Silurus asotus*)。

136 鲑形目 (Salmoniformes) 有颌齿, 幽门盲囊发达。如大麻哈鱼 (*Oncorhynchus keta*)、哲罗鱼 (*Hucho*  
137 *taimen*)。

138 鳕形目 (Gadiformes) 背鳍臀鳍长, 腹鳍喉位或颌位, 无鳍棘。多被圆鳞, 闭鳔。如江鳕 (*Lota lota*)、  
139 大头鳕 (*Gadus macrocephalus*)。

140 𩚰目 (Lophiiformes) 体粗短, 背腹扁平, 底栖, 无鳞。眼位于头背面或侧面。胸鳍呈足状, 司爬  
141 行。腹鳍喉位。背鳍棘移至头额部, 末端肉质, 可作为诱饵吸引猎物。如黄𩚰 (*Lophius litulon*)。

142 刺鱼目 (Gasterosteiformes) 体表多有骨板, 吻管状, 背鳍一至二个。第一背鳍可能为游离的棘。如  
143 中华多刺鱼 (*Pungitius sinensis*)、日本海马 (*Hippocampus japonicus*)。

144 合鳃目 (Synbranchiformes) 体鳗形, 无胸鳍, 奇鳍彼此相连, 无鳍棘。左右鳃孔合并于头腹面。鳃  
145 不发达, 咽和肠辅助呼吸。无鳔无鳞。如黄鳝 (*Monopterus albus*)。

146 鲈形目 (Perciformes) 腹鳍胸位或喉位。前背鳍有棘。后背鳍则无棘, 与臀鳍相对。多被栉鳞, 鳔  
147 无鳔管。如鲈鱼 (*Lateolabrax japonicus*)、鳊鱼 (*Siniperca chuatsi*)、河鲈 (*Perca fluviatilis*)、大黄鱼

148 (*Larimichthys crocea*)、罗非鱼 (*Oreochromis niloticus*)、大弹涂鱼 (*Boleophthalmus peotinirostris*)、带  
149 鱼 (*Trichiurus haumela*)、金枪鱼 (*Thunnus tonggol*)、黑鱼 (*Channa argus*)。

150 鲽形目 (Pleuronectiformes) 俗称比目鱼。底栖。体侧扁。成鱼左右不对称, 两眼位于身体同侧。无  
151 眼的一侧无色, 并以此侧平卧海底。被圆鳞或栉鳞。背鳍、臀鳍基底长, 腹鳍胸位或喉位。肛门多不在腹  
152 面中线。无鳔。如褐牙鲆 (*Paralichthys alivaceus*)、半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*)。

153 𩾶形目 (Tetrodontiformes) 体短粗。皮肤裸露, 或生小刺、骨板、粒鳞。牙齿锥形或门齿状, 或愈  
154 合为喙状。鳃孔小, 部分种类体内有气囊。如绿鳍马面𩾶 (*Thaibaconus septentrionalis*)、虫纹东方𩾶  
155 (*Takifugu vermicularis*)、翻车鱼 (*Mola mola*)。