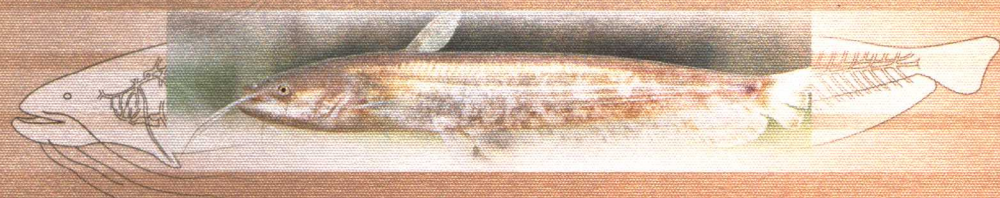


张耀光 著
Zhang Yaoguang

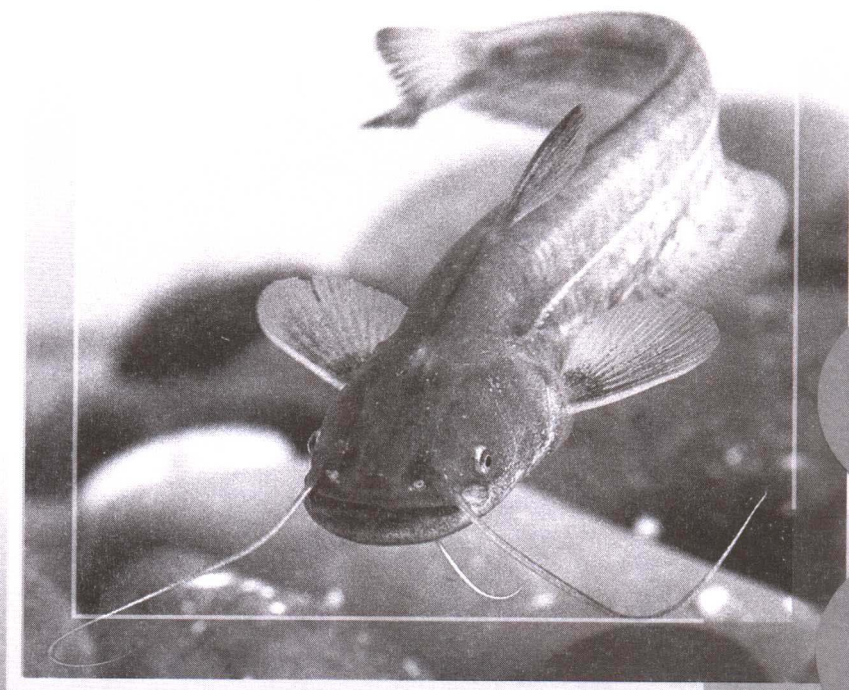


南方鲇解剖



*ON THE GROSS ANATOMY
OF THE SOUTHERN CATFISH
SILURUS MERIDIONALIS CHEN*

西南师范大学出版社



Zhang Yaoguang

张耀光 著

*ON THE GROSS ANATOMY
OF THE SOUTHERN CATFISH
SILURUS MERIDIONALIS CHEN*

南

方

鲇

解

剖

西南师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

南方鲇解剖/张耀光著. —重庆: 西南师范大学出版社, 2005.3

ISBN 7-5621-3318-2

I.南… II.张… III.鲇科—动物解剖学
IV.Q959.46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 067108 号

南方鲇解剖

张耀光 著

责任编辑:米加德 杨光明

封面设计:王正端

出版发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编 400715)

(网址:www.xscbs.com)

设计制作:重庆双安分色制版有限公司

印 刷:重庆市金雅迪彩色印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11

字 数:200 千字

版 次:2005 年 8 月第 1 版

印 次:2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5621-3318-2/S·54

定 价:40.00 元

前 言

南方鲇 (*Silurus meridionalis* Chen), 又名南方大口鲇、大口鲇、河鲇, 地方名鲇巴郎, 隶属于鲇形目 (Siluriformes)、鲇科 (Siluridae)、鲇属 (*Silurus*), 是一种广布于长江流域的重要经济鱼类。刘成汉 (1965) 在《鲇鱼种的新资料》一文中首次对其作了描述, 陈湘麟 (1977) 在《我国鲇科鱼类综述》中将其描述为一个新亚种, 称作南方大口鲇 (*Silurus soldatovi meridionalis*), 戴定远于 1987 年将其提升为种。在我国的研究著述中均称南方鲇, 在水产养殖行业多称为大口鲇。

湖北省水生生物研究所 (1976) 对分布于长江的种群作过形态描述, 西南师范大学对该鱼作了长期深入而系统的研究: 施白南 (1980) 作了《嘉陵江南方大口鲇的生物学》研究; 谢小军从 1982 年起对南方鲇的年龄与生长、胚胎与幼鱼发育、能量生态学与营养生态学等进行了系统的研究, 并率先催产江河南方鲇获得成功 (1983), 为将其驯化为新的名特优水产养殖对象作出了奠基性贡献; 张耀光等对其结构、发育、繁殖生物学及繁殖技术进行了研究, 何学福、王德寿、洪锡钧、陈定福、张其中等分别在南方鲇的人工繁殖、生殖生理、细胞学、生物化学、病害及其防治等方面做了大量工作。水产养殖工作者卓有成效的工作, 极大地推进了南方鲇规模化养殖的进程。谢小军、张耀光等有关南方鲇的研究获国家自然科学基金三等奖 (1999)、重庆市人民政府科技进步一等奖 (1998)、重庆市中青年专家科研基金优秀项目二等奖 (1995)。

南方鲇是我国的特有鱼类, 具有个体大、肉质好、生长快、抗病力强、经济价值高等特点, 已成为重要的养殖鱼类新品种, 产生出明显的经济效益和社会效益。同时, 该鱼也是一种很好的科学试验、研究材料, 在解剖特征上具有很多鱼类所没有的独特结构。为了更好地开展该鱼的研究工作, 丰富鱼类形态学的内容, 我们完成了南方鲇的解剖工作并编撰出版。

金丽、赵海鹏参与该书撰写的部分工作, 相辉影社摄影师相辉在照相器材和技术方面提供了很大帮助, 西南师范大学出版社领导和责任编辑为该书的出版付出了辛勤的劳动和汗水, 一并致以衷心的感谢!

由于作者学术水平所限, 书中难免有错误和不当之处, 敬请读者批评指正。

张耀光

2004 年 12 月 18 日

目 录

1	第一章 外部形态
5	第二章 骨骼系统
15	第三章 肌肉系统
23	第四章 消化系统
30	第五章 呼吸系统
34	第六章 循环系统
42	第七章 排泄系统
44	第八章 生殖系统
47	第九章 神经系统
57	第十章 感觉器官
64	第十一章 内分泌器官
68	参考文献
70	外文索引
75	附图

Contents

1	Chapter 1	the external feature
5	Chapter 2	the skeletal system
15	Chapter 3	the muscular system
23	Chapter 4	the digestive system
30	Chapter 5	the respiratory system
34	Chapter 6	the circulatory system
42	Chapter 7	the excretory system
44	Chapter 8	the reproductive system
47	Chapter 9	the nervous system
57	Chapter 10	the sense organ
64	Chapter 11	the endocrine organ
68	References	
70	Index	
75	figures	

第一章 外部形态 (the external feature)

南方鲇 (*Silurus meridionalis* Chen), 又名南方大口鲇, 大口鲇, 河鲇, 地方名鲇巴郎, 洼子。分类上隶属于鱼纲 (Pisces), 鲇形目 (Siluriformes), 鲇科 (Siluridae), 鲇属 (*Silurus*)。

一、外形描述 (图 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5)

头部宽扁, 身体延长, 侧扁, 躯干部延长纵高, 体表光滑无鳞, 有丰富的黏液。口宽大, 上位, 下颌明显突出于上颌之外, 上颌在眼下方从上颌须至口角形成明显凹陷, 上颌末端位于眼后缘的垂直下方。下颌外下缘有 20 个左右的白色黏液孔呈一行间距排列, 孔口周沿略高于皮肤, 往内与下颌骨上相应孔凹相接。上颌之前颌骨, 下颌之齿骨以及犁骨和咽骨上着生许多铺石状绒毛细齿, 齿尖一律呈倒钩向口咽喉腔内倾斜。眼小, 侧生, 外被透明薄膜, 眼间距极宽。外鼻孔 1 对, 每一鼻孔分为前后 2 个孔, 前后鼻孔外具明显的由皮肤延长而形成的鼻瓣, 其开口略呈椭圆形。鳃孔大, 闭合时被鳃盖膜遮掩。成鱼有须 2 对, 上颌须位于眼前内侧, 由须骨支撑, 从基部往前逐渐变细, 活体时可前后转动, 颜色较深, 特长, 其末端达胸鳍基后。下颌须着生于头部腹面, 下颌内侧, 长度远不及上颌须的一半, 颜色较浅, 多呈灰白色。体长在 150mm 以下的幼鱼还有一对颐须, 在以后的生长中逐渐退化消失。

背鳍短小, 前缘无硬棘, 其具分枝鳍条 5~6 枚。胸鳍圆, 前缘有一粗壮硬棘, 并有可转动关节, 其外缘有细弱锯齿状缺刻。雄鱼胸鳍棘内缘有显著锯齿 10~22 枚, 雌鱼则较光滑或有微弱锯齿, 可藉此区分成鱼雌雄。胸鳍有分枝鳍条 14~16 枚。腹鳍小, 腹位, 无粗壮硬棘, 其末端到达或超过臀鳍起点, 具分枝鳍条 10~12 枚。臀鳍极长, 起自肛门后缘, 末端与尾鳍相连, 从前往后渐渐缩小, 有分枝鳍条 73~86 枚, 无硬棘。尾鳍短小, 内凹, 上叶略长于下叶, 有分枝鳍条 14~15 枚。

侧线白色点状, 可分为头部侧线和躯干部侧线。头部侧线在鳃盖前缘略呈弧形, 可见 15 个左右侧线孔。躯干部侧线沿轴上肌和轴下肌间排列贯穿躯干全长, 约有 65 个开孔。躯干部侧线同时向上、向下垂直发出前后几乎等距的分支。

胸鳍基部后方有略呈椭圆形的白色毒腺开口 (图 1-7), 轻压或遇较强刺激有乳白色毒液从毒腺口流出。被胸鳍棘刺破的伤口沾染毒液后会红肿发炎。

体色随环境的不同而有变化。通常背部及体侧呈灰褐色, 黄褐色, 黄绿色或灰黑色, 有明显或不明显的不规则斑块, 幼鱼多黄绿色。腹部灰白色或几近白色,

有黑色小点，各鳍灰黑色。具较强的变色能力，在暗处色浅，暴露在强光之下体色迅速变深。人工养殖个体较江河野生个体色深，但若在江河中饲养一段时间后体色与江河个体相似。

二、外形测量（图 1-6）

全长：由下颌端至尾鳍末端。

体长：由下颌端至最后一枚尾椎骨，外观可见最后一枚尾椎骨处有一凹陷或切迹。

头长：下颌端至鳃盖膜后缘。

躯干长：由鳃盖膜后缘至生殖突后缘。

尾部长：由生殖突后缘至最后一枚尾椎骨。

体高：过背鳍基前缘背腹之垂直距离。

吻长：眼前缘至下颌端距离。

眼后头长：眼后缘至鳃盖膜后缘的距离。

眼径：和体轴平行的眼前后直径。

口裂宽：左右口角之间的距离。

口长：从下颌中央至下颌口角之间的垂直距离。

眼间距：左右眼内缘间的距离。

鼻间距：左右后鼻孔之间的距离。

头高：头最高处的背腹之垂直距离。

背鳍长：背鳍基前后缘间的长度。

胸鳍长：胸鳍基前后缘间的长度。

臀鳍基长：从臀鳍基前缘至最后一枚臀鳍基的距离。

背鳍高：背鳍前缘的长度。

胸鳍高：胸鳍基至最长一枚分枝鳍条的长度。

须长：须基部至端部的长度。

生殖突长：生殖突基部至末端的长度。

唇褶：位于口内缘的皮肤褶，上颌内缘的为上唇褶，下颌内缘的为下唇褶。

三、鱼体各部长度的比例

鱼体各部长度的比例与年龄有较大关系，变化幅度如表 1-1，1-2，1-3：

表 1-1 同龄个体各部长长度比例关系 (长度: mm, 体重: g)
Table 1-1 Ratios between morphometric characteristics of *Silurus meridionalis* in the same age (length: mm, weight: g)

年 龄	性 别	全 长	体 长	体 重	体长/ 上颌须 长	体长/ 头长	体长/ 体高	体长/ 头高	体长/ 眼径	头长/ 吻长	头长/ 眼间距	头长/ 头宽	头宽/ 口裂宽
2	♂	630	580	1700	580/146	580/117	580/105	580/44.5	117/6.8	117/38	117/68	117/95	95/68
2	♀	490	450	1080	450/109	450/100	450/86	450/49	100/6.5	100/32	100/50	100/80	80/61
2	♀	485	445	850	445/95	445/100	445/78	445/44	100/6.8	100/30.5	100/57.5	100/77	77/60
2	♀	480	440	810	440/122	440/100	440/784	40/39	100/5.5	100/30	100/55	100/69	69/56
2	♂	440	395	560	395/106	395/90	395/673	95/39	90/4.9	90/28	90/49	90/66	66/52
2	♀	490	445	750	445/112	445/102	445/744	45/40	102/5	102/30	102/52	102/74.5	74.5/61
2	♂	470	420	750	420/110	420/91	420/75	420/36	91/5	91/28	91/51	91/71	71/56

表 1-2 不同年龄个体头形与体型的变化

Table 1-2 Variations between the shapes of head and body of *Silurus meridionalis* in different ages

年 龄	检 查 标 本 数	体长(mm)			体长/头长			体长/头高			体长/体高		
		范 围	平 均	范 围	范 围	平 均	范 围	范 围	平 均	范 围	范 围	平 均	范 围
0~1	5	230~395	338.0	42~75	48.0	48.0	36~55	44.0	44.0	38~84	51.9	51.9	51.9
1~2	10	338~670	542.0	90~158	43.9	43.9	47~140	73.4	73.4	38~140	59.2	59.2	59.2
2~3	13	515~780	640.0	65~190	46.6	46.6	58~120	77.1	77.1	65~150	62.6	62.6	62.6
3~4	14	680~745	715.0	120~170	50.0	50.0	90~120	71.1	71.1	100~135	68.8	68.8	68.8
4~5	1	1010	1010				120	84.2	84.2	140	77.2	77.2	77.2

表 1-3 不同性别，不同年龄个体体长，体重比较
Table 1-3 Comparisons of the body length and weight of *Silurus meridionalis* in different sexes and ages

年龄	性别	检查 标本 数	体长(mm)		体重(g)		♀♂个体平均数	
			范围	平均	范围	平均	体长	体重
1 (0~1+)	♀	7	155~550	363.0	40~110	567.0	329.0	497.0
	♂	2	253~338	295.0	155~750	427.0		
2 (1+~2)	♀	4	552~610	573.5	1050~2200	1937.0	569.9	1912.5
	♂	4	520~620	566.2	1400~2900	1888.0		
3 (2+~3)	♀	14	615~750	671.5	2100~3250	2717.5	643.5	2694.5
	♂	8	600~700	615.7	1750~5500	2671.4		
4 (3+~4)	♀	3	820~830	825.0	5225~5400	5283.3	825.0	5283.3
	♂							
5 (4+~5)	♀	3	930~1200	1000.0	6700~6900	6800.0	1000.0	6800.0
	♂							
6 (5+~6)	♀	2	1000~1200	1100.0	10000~14000	12000.0	1100.0	12000.0
	♂							
7+	♀	1	1170	1170.0	14500	14500.0	1170.0	14500.0
8+	♀	1	1290	1290.0	15025	15025.0	1290.0	15025.0
11+	♀	1	1280	1280.0	19500	19500.0	1280.0	19500.0

第二章 骨骼系统 (the skeletal system)

一、观察方法

观察骨骼系统必须先制作骨骼标本。选取外形完好的不同大小和性别的鲜活个体做成整体和零散骨骼标本供观察研究用。将鱼腹部朝上,由胸、腹鳍之间的腹正中线剖开挖出内脏。腰带是一对支持腹鳍的骨骼,应将其取下,剔除肌肉后另行保存,避免遗失。然后用解剖刀分别从头部后背脊两侧向后纵剖开,并向腹面方向逐渐剔除附着在脊柱两侧的肌肉。背鳍、臀鳍的鳍担骨和脊柱上的髓棘等之间的肌肉不要全部剔除,让鳍与脊柱相连,以防骨骼分散。剔除肋骨间肌肉后,可将头骨与脊柱分离,为便于操作也可将脊柱分成2~3段,将鳃部和肩带取下,再将脑(从枕骨大孔)和眼球挖出。尽可能将头部和肩带上的肌肉去除干净,或对剔除肌肉后的骨骼用开水适度冲淋,用镊子小心去除肌肉,保留骨间连接,再用清水洗干净晾干;或将基本去除肌肉的骨骼浸入0.5%~0.8%NaOH中1~4d后取出,清水冲洗,剔除残留肌肉(高温季节要降低浓度,并经常观察避免骨节分离),晾干后浸入汽油中脱脂。脱脂后放入0.5%~0.8%Na₂O₂中1~4d,待骨骼洁白后取出,入清水中洗净,无Na₂O₂也可用15%的H₂O₂漂白;或先用洗衣粉涂抹于骨骼表面,约0.5h后用牙刷在骨骼表面来回搓刷,用清水洗净,尽量去除水分,再用H₂O₂涂抹,也能使骨骼洁白。骨骼上的残留肌肉应剔除干净,最后把纵向肌膈剔去一部分,但不影响鳍担骨与髓棘之间的联系。若做成整体骨架,再经过整形和装架即成。骨骼经漂白后,韧带很易分离。应先将骨骼平放在阳光下晒片刻或在阴处晾干,略为干燥后再整理成适当姿态。干燥中各鳍的鳍条很易卷曲变形,需用洁净的厚纸或吹塑片夹住,待干燥后取下。对较大个体,脊柱与头骨应用金属丝作支撑,腰带与腹鳍用细铅丝连于相应位置脊柱。对小个体标本,可先将鱼窒息死亡后平放于解剖盘中,用开水反复冲淋3~5min,即很易去除皮肤肌肉,再取出内脏获得非常完整的骨骼标本。

零散骨骼标本的获得,可将鱼置容器内置火上煮致骨肉、骨骨分离,去除肌肉,清洗干净,晾干即可。若有油脂浸出可置浓洗衣粉溶液内浸泡后再洗净晾干。

二、结构描述

南方鲇的骨骼系统包括由头骨、脊柱和肋骨构成的中轴骨骼,以及由肩带、腰带和鳍骨构成的附肢骨骼两部分(图2-1)。

(一) 中轴骨骼 (axial skeleton)

1. 头骨 (skull) (图 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7)

头骨分为脑颅 (neurocranium) 和咽颅 (splanchnocranium)。脑颅是包围脑和眼、耳、鼻等感觉器官的一系列骨块, 咽颅是支持颌、舌、鳃的一系列骨块。

(1) 脑颅 (neurocranium)

脑颅背面观可以看见中筛骨 (os mesethmoidale)、侧筛骨 (os ethmoidale lateralis)、上鼻骨 (os supranasal)、鼻骨 (os nasale)、须骨 (os barbel)、围眶骨系 (os circumorbitale)、额骨 (os frontale)、上枕骨 (os supraoccipitale)、蝶耳骨 (os sphenoticum)、翼耳骨 (os pteroticum)、上耳骨 (os epioticum)、鳞骨 (os squamosum)。腹面观除可见中筛骨、侧筛骨、额骨、蝶耳骨、翼耳骨、上耳骨外, 还可见犁骨 (os vomer)、副蝶骨 (os parasphenoidale)、眶蝶骨 (os orbitosphenoidale)、前耳骨 (os prooticum)、基枕骨 (os basioccipitale)、外枕骨 (os exoccipitale)。现将各骨块特征描述如下。

中筛骨 (os mesethmoidale): 1 块, 位于颅骨前端正中, 较粗壮, 整体背面观略呈蚕蛾形, 前端中央呈弧形内凹, 两侧各向左右成翼状突出, 主体部分较宽大, 向后渐次缩小, 后缘中部内凹成一长拱形缺陷, 成为前囟的大部分, 骨表面有一浅的放射状凹陷, 两侧中前部各有一大一小两个突起, 前一突起小, 末端呈刺状, 后一突起较大, 呈多刺状突出。腹面观主体部分似一展翅飞翔的大鸟。前囟孔不明显, 两侧凹陷, 其前面部分被前颌骨和犁骨遮盖 (图 2-2, 2-8, 2-9, 2-10)。

侧筛骨 (os ethmoidale lateralis): 1 对, 位于中筛骨两侧, 单块骨呈一鸟头状, 背面观前端及内侧缘略呈圆弧形, 外侧有一喙状突出。整个外侧较薄, 构成眼眶的内缘, 除靠前端有一圆形神经孔外, 还有 4 个近圆形凹陷。前内侧被中筛骨遮盖, 后部与额骨前段相接, 彼此间均形成紧密连接, 连接面似页岩状突起。腹面观边缘较为光滑, 中部凹陷众多 (图 2-6, 2-11, 2-12)。

上鼻骨 (os supranasal): 1 对, 甚细小, 位于嗅囊背方, 略呈“S”形, 骨中空, 前中后部形成 3 个明显凹陷。前端压在中筛骨翼状突中部后侧, 后端压在额骨与外筛骨交界处, 均通过韧带相连 (图 2-2, 2-6)。

鼻骨 (os nasale): 1 对, 位于前颌骨和侧筛骨之间, 并和中筛骨翼状突末端相邻, 背面观似梨形, 侧面有一粒状突起, 底部与须骨相连, 腹面观近似三角形, 侧面有一明显凹陷 (图 2-2, 2-6, 2-13, 2-14)。

须骨 (os barbel): 1 对, 与鼻骨紧接, 下大上小, 基底中部略内凹, 须基部即嵌入其上端的凹陷中 (图 2-2, 2-6, 2-13, 2-14)。

围眶骨 (os circumorbitalia): 共 4 对, 全为线形骨。第 1 对较短小, 略呈“人”字形, 位于嗅囊外上方, 外筛骨喙状突前缘。第 2 对最粗长, 呈内大外小的长杆

状,内侧与侧筛骨的喙状突形成一个牢固关节,构成眼眶前缘。第3对略呈“V”形,外侧支略长,内侧支略短,外侧支位于第2对围眶骨外端背面。第4对略呈“~”形,较细长,构成眼眶后缘,外端与第3对围眶骨内侧支联系,内端处于游离状态(图2-2, 2-5, 2-6, 2-13, 2-14)。

额骨 (os frontale): 1对,位于颅顶中央,中筛骨和侧筛骨后面。单块额骨似刀状,背面观,前部宽而扁平,靠中线侧厚实,后部狭窄,内侧成脊状隆起,外侧形成明显凹陷。左右额骨中部相连,连接处的前部左右分离,形成与中筛骨后端内凹的拱形凹陷相对的空隙组成前囟的后部。前囟两侧有凹陷与凸起,形成许多放射纹。两额骨后部未愈合的线形狭裂与上枕骨前端中间裂缝一起构成脑颅中间的长缝,即后囟。额骨前外侧与侧筛骨,后外侧与蝶耳骨相连。腹面观相对平坦,但亦有一些凹陷与放射纹,不如背面显著(图2-2, 2-6, 2-7, 2-15, 2-16)。

上枕骨 (os supraoccipitale): 1块,紧邻额骨之后脑颅之正中线上,前外缘与蝶耳骨相连,正侧面与翼耳骨相接。背面观,前后突出,中间两侧扩展,前突出中央深凹成叉状,形成后囟的一部分,中央部分向背方隆起成脊状,后突出两侧凹陷,上枕棘不发达。上枕骨右侧边缘较光滑,左侧边缘凹凸不平。腹面观整体面略微内凹,两侧各有一些较大凹陷(图2-2, 2-6, 2-17, 2-18)。

蝶耳骨 (os sphenoticum): 1对,位于额骨与上枕骨外侧,左右骨排在一起略呈“八”字形。背面较平坦,后部边缘有深浅不一的锯齿状突起。腹面观凹凸不平,中央的关节面和突起显著(图2-7, 2-19, 2-20)。

翼耳骨 (os pteroticum): 1对,位于上枕骨之两侧,近于等腰三角形,前后尖突,中部向两侧成圆弧状突出,外侧中后部有一小尖突。背面中部有圆形或椭圆形凹陷,其中一个较大,腹面有较多纵棱和凹陷。翼耳骨腹面前内方接前耳骨,前外方接蝶耳骨,并与蝶耳骨外缘一起,形成半椭圆形的关节面,供舌颌骨与脑颅关节(图2-2, 2-5, 2-6, 2-7, 2-19, 2-20)。

上耳骨 (os epioticum): 1对,位于上枕骨后外侧,翼耳骨之后,上匙骨的背支压在其上(图2-6, 2-7, 2-21, 2-22)。

鳞骨 (os squamosum): 1对,细条状,背方与翼耳骨相连,腹方与舌颌骨的关节突外侧相接(图2-2, 2-6)。

犁骨 (os vomer): 1块,位于颅骨腹前部正中线上,由犁骨和犁骨齿带组成,背面观,犁骨体呈“T”形,前缘略外突成弧形,表面有众多凹陷和网状小孔,齿带从两侧伸向后外方,齿带呈较薄的弧形片状,腹面观其掩住大部分犁骨体,表面着生有7~8行较小的铺石状锥形齿,去齿后可见众多小窝,齿即嵌入窝内(图2-3, 2-7, 2-23, 2-24)。

副蝶骨 (os parasphenoidale): 1块,位于腹正中线上,前端部分被犁骨体遮

盖, 后端与基枕骨呈锯齿状嵌接, 呈“十”字形, 正中隆起, 中部向两侧和背方扩展且边缘有明显缺刻, 而靠中线两侧各有一个椭圆形切迹。背面观中部有蝶形突起, 平托着脑腹面, 其周缘与副蝶骨两侧缘间形成凹陷。侧面观副蝶骨中线笔直, 中部向外突出, 可见大小不一的凹陷 (图 2-3, 2-5, 2-7, 2-25, 2-26, 2-27)。

眶蝶骨 (os orbitosphenoidale): 1 对, 位于副蝶骨两侧及其中前部背方, 中部缢缩, 两端向外侧扩展并向背方隆起且向背中线靠近, 围成一个背方开口的空腔, 背正中裂隙正好与中筛骨和额骨形成的前囟重合, 嗅神经等正好沿腔底两侧行走。腹面观眶蝶骨与侧筛骨有显著的“八”字形缝隙 (图 2-3, 2-5)。

前耳骨 (os prooticum): 1 对, 腹面观位于副蝶骨后段两侧, 近于菱形。侧面观近于五边形, 表面形成比较大的凹凸。背面观位于副蝶骨后段背方, 在副蝶骨蝶形突起后方形成大的凹陷容纳脑。侧壁厚实, 关节面间有大小不一的凹陷 (图 2-5, 2-7)。

基枕骨 (os basioccipitale): 1 块, 位于副蝶骨后端的腹中线上, 圆锥形, 前面与副蝶骨合缝, 两侧为外枕骨, 圆锥基部两侧与上匙骨腹支形成关节, 后接第 1 脊椎骨的椎体 (图 2-3, 2-5, 2-7)。

外枕骨 (os exoccipitale): 1 对, 不规则形, 腹面观, 位于基枕骨两侧, 靠内侧向后形成一个支突, 支突基部有显著凹陷, 后外侧斜向后外方。背面观位于基枕骨背方, 周缘隆起, 中部内陷, 左右骨在腹中线形成一个半圆形孔, 为枕骨大孔的一部分 (图 2-3, 2-5, 2-7)。

颅骨侧面观可见在容纳眼球部形成显著内凹, 另外可见两个明显的神经孔, 前一个近三角形, 由眶蝶骨、翼蝶骨和副蝶骨共同围成, 视神经等由此穿出; 后一个近圆形, 由前耳骨、翼蝶骨、副蝶骨共同构成, 动眼神经 (Ⅲ)、滑车神经 (Ⅳ)、三叉神经 (Ⅴ)、外展神经 (Ⅵ) 和颜面神经 (Ⅶ) 由此穿出 (图 2-2, 2-4, 2-5)。

(2) 咽颅 (splanchnocranium)

咽颅由颌弓 (arcus maxillomandibularis)、舌弓 (arcus hyoideus) 和鳃弓 (arcus branchialis) 三部分组成。

构成颌弓的骨块主要有:

前颌骨 (os premaxillare): 1 对, 位上颌之前端, 中筛骨腹面, 弧形, 构成上颌的主体, 左右骨在中间以韧带相连, 腹面着生铺石状锥形齿 7~8 行, 齿尖一律向内弯曲 (图 2-2, 2-5, 2-6, 2-7)。

上颌骨 (os maxillare): 1 对, 位于前颌骨外端上方, 内侧与中筛骨翼状突相邻, 后侧与鼻骨形成可动关节, 下大上小, 基底中部略内凹, 上颌须基部即插入其上端的凹陷中。该骨退化成支持上颌须的须骨 (图 2-1)。

腭骨 (os palatinum): 1 对, 细棒状, 前端被犁骨遮盖并与外筛骨通过韧带相

连, 后端与中翼骨相接 (图 2-7)。

方骨 (os quadratum): 1 对, 位于中翼骨、舌颌骨外侧, 续骨前内侧, 关节骨与之相连。方骨属于扁平骨, 与关节骨关节端成半球形, 后内端略呈扇形展开, 中部有一小隆起, 腹面平坦 (图 2-2, 2-28, 2-29, 2-30, 2-31, 2-32, 2-33)。

中翼骨 (os mesopterygoideum): 1 对, 扁平, 前连腭骨, 后端分别与舌颌骨和方骨相接, 近长方形 (图 2-2, 2-3, 2-28, 2-29, 2-30, 2-31)。

齿骨 (os dentale): 1 对, 位于下颌最前端, 左右借韧带相连, 整个齿骨前后呈弓形, 从内往外逐渐变小, 末端呈刺状, 口面平坦, 着生 3~11 行铺石状锥形齿, 齿尖向后弯曲。齿骨内缘中部往后形成逐渐增大的沟槽, 关节骨前端插入其中, 外缘有等距离且相互通连的 7~10 个椭圆形孔, 经皮肤开口于体表, 孔内成为血管和神经的通路 (图 2-2, 2-3, 2-4, 2-28, 2-29, 2-34, 2-35, 2-36, 2-37, 2-38, 2-39)。

关节骨 (os articularia): 1 对, 近似于箭形, 前部较扁而尖长, 中部较宽, 后部较粗壮, 内侧面有一沟槽, 后有一近圆形凹陷, 侧部形成向外的突起, 其前端插入齿骨沟槽内形成关节 (图 2-2, 2-3, 2-4, 2-28, 2-29, 2-34, 2-35)。

麦克尔氏软骨 (Meckel's cartilage): 1 对, 为条形软骨, 位于下颌内方, 前端插入齿骨沟槽, 后端嵌入关节骨内侧 (图 2-38)。

隅骨 (os angulare): 1 对, 甚小, 位于关节骨后端腹面, 多与关节骨愈合, 其后方有韧带使之与前鳃盖骨和上舌骨相连 (图 2-2, 2-28, 2-34, 2-35)。

构成舌弓的骨块主要有:

舌颌骨 (os hyomandibular): 1 对, 位于蝶耳骨、翼耳骨外侧, 形状不规则, 内侧与脑颅相连, 外侧与续骨相连, 前连中翼骨, 后面的关节突和鳃盖骨的关节凹相接, 舌颌骨中部有纵行隆起和凹陷, 内侧前缘有刺状突起, 靠前侧有椭圆形孔, 亦与颅骨起到关节作用。舌颌骨、方骨和中翼骨间有“人”形缝隙 (图 2-2, 2-3, 2-28, 2-29, 2-30, 2-31)。

续骨 (os symplecticum): 1 对, 似船形, 外缘略呈弧形, 中部突起呈方形, 前后尖细, 突起的前部与方骨相连并共同围成中间的小孔, 后上方与舌颌骨相连, 后部紧邻鳃盖骨和舌颌骨后缘, 并与舌颌骨间形成一个椭圆形小孔 (图 2-2, 2-3, 2-28, 2-29, 2-30, 2-31, 2-42, 2-43)。

间舌骨 (os interhyale): 1 对, 短细棒状, 有韧带使它与舌颌骨、续骨连接, 下与上舌骨紧密相连, 有较好的关节作用 (图 2-29, 2-46, 2-47)。

上舌骨 (os epihyoideum): 1 对, 较粗状, 似等腰三角形, 后方通过韧带与间鳃盖骨相连, 间舌骨着生于上舌骨后端背方 (图 2-28, 2-29, 2-47)。

角舌骨 (os ceratohyoideum): 上舌骨之前是角舌骨, 1 对, 中间狭, 两端宽,

但后端更甚，为舌骨中最长者（图 2-28，2-29，2-46，2-47）。

下舌骨 (os hypohyoideum): 2 对，位于角舌骨之前，第 1 对腹面观呈三角形，前段内背方有一个三角形凸起，左右下舌骨便借此相连。第 2 对下舌骨为一对“7”字形小骨，两臂分别与第一对下舌骨相愈合，中间围成一个小孔（图 2-28，2-29，2-46，2-47）。

尾舌骨 (os urohyoideum): 1 块，位于左右下舌骨之间，前与下舌骨后端相连，腹面前突与背方的第一块基鳃骨及左右下鳃骨相连，后端宽大呈菱形。腹面平坦，背方在正中线上有一薄的脊状隆起，尾舌骨通过强大的肌肉附于鳃弓腹面（图 2-28，2-29，2-48，2-49）。

鳃条骨 (os branchiostegal ray): 15 对，着生于角舌骨中后部和上舌骨前部腹面，全部呈肋骨状向后作弧形弯曲，由前到后逐渐增长增粗（图 2-28，2-29，2-46，2-47）。

鳃盖骨 (os operculum): 1 对，近三角形，位于头骨后外侧，内端粗壮，边缘较薄，粗壮端形成关节窝与舌颌骨后外侧形成关节。背面观从内往外有众多呈放射状凹陷由深渐浅，腹面观放射状凹陷短小，集中在关节窝附近。表面可见明显轮纹（图 2-2，2-3，2-28，2-29，2-44，2-45）。

间鳃盖骨 (os interoperculum): 1 对，较鳃盖骨小，位于续骨外方，亦近三角形，前端通过韧带与隅骨后部，方骨内下方及上舌骨后端相连，与鳃盖骨一样，其余部分游离（图 2-2，2-3，2-28）。

鳃弓主要由下列骨块组成：

咽鳃骨 (os pharyngobranchiale): 2 对，位于鳃弓背方，近于长方形，彼此相互连接并牢固地着生在咽磨（上咽骨）上。同时，各上鳃骨与之关节（图 2-50，2-51，2-52，2-53）。

上鳃骨 (os epibranchiale): 4 对，位于鳃弓背方，长条形。第 1~2 对上鳃骨内端重叠而与第 1 对咽鳃骨之上部相接。第 3 对上鳃骨在第 1~2 对咽鳃骨的交界处与之相接，第 4 对上鳃骨与第 2 对咽鳃骨的两侧相连（图 2-50，2-51，2-52，2-53）。

角鳃骨 (os ceratobranchiale): 4 对，位于前二骨之腹侧，长杆状，构成鳃弓的主体。第 1~2 对角鳃骨仅具外列鳃耙，第 3~4 对角鳃骨则具有内、外两列鳃耙。角鳃骨外端次第与上鳃骨形成可动关节，另一端与下鳃骨相接（图 2-50，2-51，2-52，2-53）。

上鳃骨背方，角鳃骨腹方均内陷成沟槽，鳃丝等便着生于其中。

下鳃骨 (os hypobranchiale): 4 对，位于基鳃骨两侧，前后排列，第 1~2 对较大，呈扇形，已完全骨化，后两对条状，较小，仍处于软骨阶段（图 2-50，

2-51, 2-52, 2-53)。

基鳃骨 (os basibranchiale): 3块, 位于腹中线上, 前后相连, 前两块长形, 已完全骨化, 后一块扁平仍处于软骨状态。基鳃骨两侧是下鳃骨, 第1对下鳃骨与第1块基鳃骨前侧面相连, 第2~3对分别在3块基鳃骨的两个交界处与基鳃骨相连, 第4对位于第3块基鳃骨两侧 (图 2-50, 2-51, 2-52, 2-53)。

上咽骨 (os suprapharyngeum): 1对, 位于咽鳃骨和上鳃骨内端腹面, 椭圆形, 腹面突出成球面状, 背方下凹, 腹面前2/3的面积上着生有大量的绒毛状锥形齿, 齿尖朝向内方 (图 2-50, 2-51, 2-52, 2-53)。

下咽骨 (os hypo-pharyngeum): 1对。位于第4对鳃弓角鳃骨内侧, 前端与最后一块基鳃骨相接, 近似一片羽状, 前2/3宽大, 背面着生绒毛状锥形齿, 齿尖倒向后方, 后1/3细棒状, 表面光滑, 通过韧带与第4对鳃弓的角鳃骨后段相连 (图 2-50, 2-51, 2-52, 2-53, 2-54, 2-55)。

2. 脊柱、肋骨和韦伯氏器 (vertebral column, rib and Weberian apparatus) (图 2-1, 2-56, 2-57, 2-58, 2-59, 2-60, 2-61, 2-62, 2-63, 2-64, 2-65, 2-66)

(1) 脊柱 (vertebral column): 由65~66枚脊椎骨相互串接而成, 按结构与功能的差异分为躯干椎和尾椎两部分, 第1~18枚椎骨属于躯干椎, 往后属于尾椎。第1~5枚脊椎骨愈合成复合椎骨, 第1椎骨只有椎体和关节突, 髓棘与椎体横突消失。第2~3椎骨体消失, 髓棘在背方愈合形成发达的髓板, 髓板前段向两侧扩展并在上方裂成二叉状, 该分叉正好与上枕骨嵴向腹方的片状突起相嵌合, 形成稳固的连接关系, 髓板中后部向背方突起成薄片状与第4椎骨髓棘相连, 薄片状突起基部两侧有众多呈放射状大小不一的孔。第4~5椎体从两侧看似愈合为一整体, 椎体两侧呈裂片状, 好似众多纤维相嵌, 在背方和腹方可见椎体间界限。第4椎体横突特别发达, 基部宽扁, 可分前后两个部分。前支粗壮, 与椎体垂直, 向两侧伸出并略斜向腹方, 在外侧端形成一个匙状关节面, 与上匙骨的内后侧支相关节。后支细小呈刺状, 向后外侧伸出。髓棘发达, 斜向后方, 略呈三角形, 基部较宽, 背方略略有浅沟, 端部微叉状。第5椎体腹方两侧向后突出形成关节突, 横突刺状, 较第4椎体横突后支略粗, 髓棘薄片状, 略直向背方, 但端部较第4椎骨髓棘粗。复合椎骨的椎体腹正中形成背大动脉沟, 椎体两侧与横突基部间形成较深凹陷为主静脉沟。第6椎骨椎体腹方两侧关节突粗壮, 不在椎体前沿, 而在腹侧中部, 与第5椎体腹侧向后延伸的关节突形成关节, 横突较短小, 有关节面与第1肋骨相关节, 片状髓棘直向背上方, 髓棘基部两侧向前呈二叉状, 第4髓棘相嵌其中。第7~11枚椎骨形态相似, 髓棘呈二叉状, 第7~9分叉最深, 第11枚仅部分分叉, 背鳍的基鳍骨斜向插入其中, 形成稳固的连接。每一横突背方与髓棘交界处形成一近圆形凹陷。除第7枚椎体腹方两侧有向前突出的细小关节突外, 其余