



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

鱼类学实验指导

● 孟庆闻 李婉端 周碧云 编著

● 淡水渔业、海水养殖、水生生物及鱼类资源专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

鱼类学实验指导

孟庆闻 李婉端 周碧云 编著

淡水渔业、海水养殖、
水生生物及鱼类资源专业用

中国农业出版社

全国高等农业院校教材

鱼类学实验指导

孟庆闻 李婉端 周碧云 编著

责任编辑 林维芳

出 版 中国农业出版社
(北京市朝阳区农展馆北路2号)

发 行 新华书店北京发行所

印 刷 中国农业出版社印刷厂

* * *

开 本 787mm×1092mm16 开本

印 张 10 字数 227 千字

版、印次 1995 年 10 月第 1 版

1999 年 10 月北京第 3 次印刷

印 数 5 301~7 300 册 定价 12.80 元

书 号 ISBN 7-109-03567-0/S·2273

ISBN 7-109-03567-0



9 787109 035676 >

前 言

鱼类学实验原包括形态学、分类学和生态学三个部分。经全国高等农业院校教材指导委员会水产学科组讨论,认为鱼类生态学已作为一门独立课程,有关其生态学实验,应并入鱼类生态学教材。本实验只包括形态学和分类学两个部分。形态学共8个实验,其中外部形态2个实验,内部构造6个实验。选用的实验鱼类具有代表性,且分布广,材料易得;软骨鱼类以尖头斜齿鲨为代表;硬骨鱼类以鲤为代表,兼观察鲢、鲈等鱼类。每一实验介绍解剖和观察方法,并配合插图,布置作业进行思考。使学生在教师指导下自己动手,能顺利地完成实验要求。

分类学共11个实验。考虑到分类系统性,选用实验鱼类162种,观察标本58种,分隶于3纲、36目和125科,配有220种鱼图;选用各分类阶元要有代表性种,也要分布广,具有经济价值的鱼类。实验要求记述各目和重要科的主要特征,以检索表为主进行检索,是为各校教师在不同地区根据具体情况,选用有关鱼类进行实验。检索表可检索到601种鱼,其中软骨鱼纲66种、鲤形目118种及鲈形目204种。分类系统基本依据《中国鱼类系统检索》,但也采用一些新的分类文献作了补充和修正。

形态学部分实验一至四由李婉端编写;分类部分实验七至十一由周碧云编写,其余部分由孟庆闻编写。本稿承蒙大连水产学院秦克静教授审阅,提了许多宝贵意见;我校苏锦祥教授支持和提出宝贵意见;路安民先生描制所有插图,一并致以衷心的感谢。

限于作者水平,书中难免有遗漏和错误之处,请读者给予指正。

编 者

1993年3月

目 录

第一章 鱼类形态学实验	1
实验一 外部形态	1
实验二 鳞片与色素细胞	3
实验三 骨骼系统	6
实验四 肌肉系统	15
实验五 消化、呼吸、尿殖系统	20
实验六 循环系统	28
实验七 神经系统	33
实验八 感觉器官和内分泌器官	38
第二章 鱼类分类学实验	45
实验一 鱼体测量及描述	45
实验二 圆口纲和软骨鱼纲的分类	50
实验三 硬骨鱼纲鲟形目、海鲢目、鼠鱗目、鲱形目、鲑形目及灯笼鱼目的分类	62
实验四 鳗鲡目、鲤形目的分类（一）	70
实验五 鲤形目的分类（二）	80
实验六 鲤形目（三）及鲇形目的分类	87
实验七 鱈形目、银汉鱼目、颌针鱼目、鳕形目、金眼鲷目、刺鱼目、海鲂目、鲻形目及合鳃目的分类	94
实验八 鲈形目的分类（一）	104
实验九 鲈形目的分类（二）	116
实验十 鲈形目的分类（三）	126
实验十一 鲉形目、鱈形目、鮠形目、海蛾鱼目及鮫鱈目的分类	137
国外引进养殖鱼类	152
参考文献	153

第一章 鱼类形态学实验

实验一 外部形态

一、目的要求

通过下列各种不同体型鱼类的观察，了解鱼类体型的多样性以及体型与生活环境、生活习性的相互关系。

二、实验材料和工具

1. 实验材料 尖头斜齿鲨、鲤、团头鲂、鳊、鲃、牙鲆、箱鲀、鲀共八种鱼的浸制标本。
2. 工具 尖头镊子、分规、直尺、解剖盘。

三、观察内容

将以上 8 种鱼列表比较其体轴（头尾轴、背腹轴、左右轴）的长度（以毫米 mm 表示）变异，并说明各鱼属何体型（参阅图 1 及分类实验一，图 3）。

种类 \ 体轴	头尾轴	背腹轴	左右轴	体 型	说 明
尖头斜齿鲨					
鲤					
团头鲂					
鳊					
鲃					
角木叶鲈					
棘箱鲀					
黄鲀					

（说明一栏记载以何轴最短，并试说明和分析栖息水层与运动状况）

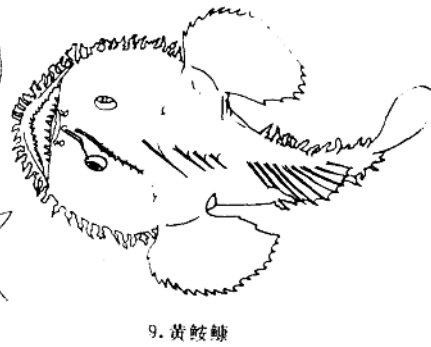
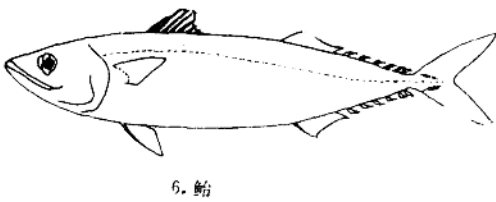
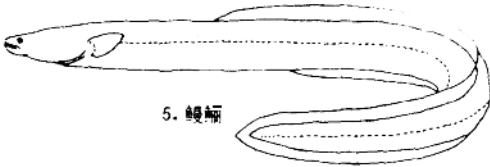
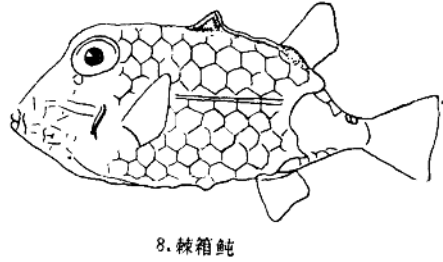
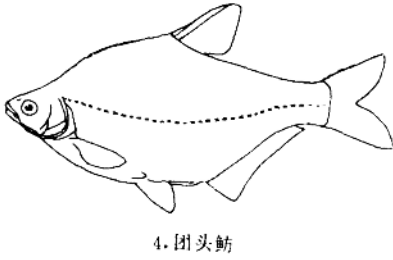
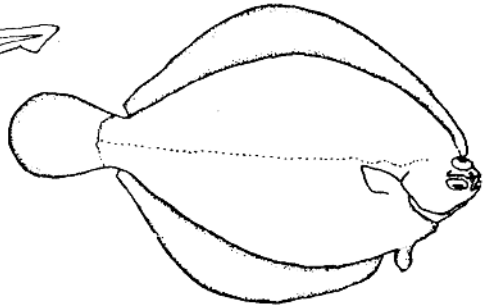
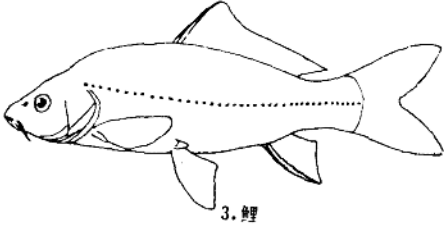
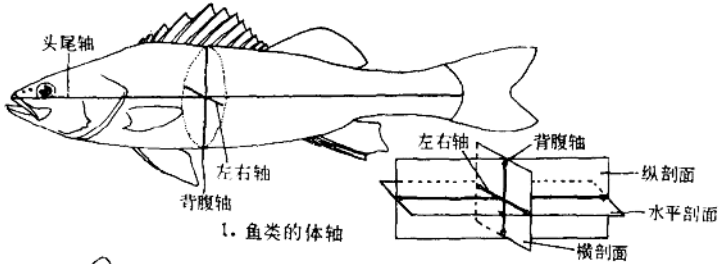
观察体型的同时，对各种鱼的头部器官和身体其他部分的特征进行详细记载。

1. 尖头斜齿鲨 口位何处，其上下颌有无齿，形状和行数如何？鼻孔位何处？大小和数目多少？眼有无瞬褶或瞬膜？眼后方有无喷水孔？头部两侧是否具鳃盖？各有几个鳃孔？背、臀鳍的位置和数目？尾鳍属何型？

2. 鲤 有无颌齿？口须几对，位何处？背、臀鳍的硬棘有否分节？棘有无纵缝？属何类型？头部有无鳞片？背、臀鳍的鳍式如何写？

3. 团头鲂 有无颌齿？腹鳍位置？背、臀鳍是否都具棘？

实验一 图



4. 鳗鲡 前鼻孔的位置及形状? 眼的大小如何? 是否被皮肤所遮盖? 背、臀鳍和尾鳍的大小及形状? 鳞片形状及排列方式如何?

5. 鲈 眼的位置及大小如何? 有无脂眼睑? 颌齿大小如何? 有几个背鳍? 背鳍鳍式如何写? 背、臀鳍后方有几个小鳍? 胸、腹鳍的位置和形态如何? 尾鳍的形态如何?

6. 角木叶鲮 注意两眼的位置, 颌齿、腹鳍等方面是否对称? 背、臀鳍的大小及鳍条性质如何? 左右侧的体色是否相同?

7. 棘箱鲀 口的大小及齿的形状如何? 鳃孔大小及鳞片变异情况如何?

8. 黄鲛鲮 头部大小如何? 口的大小和位置, 口四周边缘有哪些结构? 颌齿形状及行数如何? 是否可以倒伏? 背鳍与胸鳍有无变异结构? 鳃孔和腹鳍位何处?

鱼体外部分区 观察尖头斜齿鲨、鲤和角木叶鲮的头、躯干及尾三部分的划分标准及各区的分界范围。

四、作业

1. 依图 1 测量各标本, 并填写表格要求。
2. 回答上述每种鱼所提问题。
3. 就实验标本分析鱼类体型、头部各器官及鳍与生活习性的相互关系。

实验二 鳞片与色素细胞

一、目的要求

通过不同类型鳞片的观察, 了解盾鳞和骨鳞的基本结构, 骨鳞中侧线鳞及棱鳞的形态和构造。观察活金鱼皮肤色素细胞, 鱼类体色的由来, 为今后学习鱼类分类学和鱼类生物学奠定基础。

二、材料与工具

1. 实验材料 盾鳞(鲨类)、骨鳞(鳊、鲃、鲤、鳗鲡、鳙、鲈及鲛类的鳞片)、活金鱼。
2. 工具 显微镜、解剖镜、载玻片、吸管, NaOH 或 KOH、甘油等药品。

三、鳞片的制作方法与观察内容

(一) 制作方法

1. 盾鳞 取浸制鲨类标本, 在背鳍下方, 切割一小片皮肤, 放入 100ml 烧杯中, 加半杯水, 再加入 NaOH 或 KOH 2—3 片, 浸泡数天, 药片溶解, 皮肤稍膨胀, 放在电炉或煤气喷灯上加热煮沸, 直到皮肤溶解为止, 此时盾鳞从皮肤上脱落下来, 沉淀于溶液底部, 倒去上层碱液加入清水, 冲洗数次, 然后将甘油与水配制成 1:2 溶液, 盾鳞可放此溶液中保存。

2. 骨鳞 鳞片取自鱼体背鳍下方侧线上方的位置, 此区鳞片形状较典型, 磨损也少。鳞片表层通常有粘液及皮肤覆盖, 故需先放入碱性溶液中浸泡 24 小时, 然后取出用清水漂

洗干净，吸干水分，最后压在两载玻片中，载玻片两端用胶纸或胶布固定。

(二) 观察内容

1. 盾鳞 用吸管吸取几颗已分散的盾鳞，置放载玻片上，用低倍显微镜观察。外形上分两部分，露在皮肤外面，且尖端朝后的部分为棘突；埋在皮肤内面部分为基板；棘突外层覆以类珐琅质，内层为齿质，中央为髓腔；基板底部有一孔，神经和血管由此通入。盾鳞为软骨鱼类所特有。

2. 骨鳞 为真骨鱼类所特有。每一鳞片分为上下两层，上层为骨质层，比较脆薄，为骨质组成，使鳞片坚固；下层柔软，为纤维层，由成层的胶原纤维束排列而成。表面可分四区：前区，亦称基区，埋在真皮深层内；后区，亦称顶区，即未被周围鳞片覆盖的扇形区域；上、下侧区分别处于前后区之间的背腹部。表面结构有骨质凹沟的鳞沟（辐射沟），骨质层隆起线的鳞嵴（环片）及鳞中心位置的鳞焦。依后区鳞嵴的不同结构可将骨鳞分成圆鳞与栉鳞。

(1) 圆鳞：后区边缘光滑，如鲱形目、鲤形目等鱼类具有。依结构的不同又可分三种类型：① 鲤型鳞，整个鳞片表面都有鳞嵴环绕中心排列，后区鳞嵴常变异成许多瘤状突起。鳞焦偏于基区或顶区。鳞沟辐射状或仅向基区或顶区辐射，许多鲤科鱼类属之，如鲤的鳞。② 鲱型鳞，鳞嵴作同心圆排列，而鳞沟呈波纹状平行排列，故鳞嵴与鳞沟几直角相交，见于鲱科鱼类，如鲟、太平洋鲱等。③ 鳕型鳞，鳞嵴呈小枕状，沿鳞焦作同心圆排列，鳞焦偏基区，鳞沟向四区辐射排列，如鳕科鱼类。

(2) 栉鳞：后区缘具齿状突起，手感粗糙。鳞沟仅向基区辐射。鳞焦偏顶区，如鲈科的鲈。

(3) 侧线鳞：侧线鳞是被侧线管所贯穿的鳞片，从头后纵列至尾基，外观呈点线状，其数目是分类依据之一。侧线管在基区开口于外表面，在顶区开口于内表面。观察时可用一条黑细线穿入前后侧线鳞的侧线管中。

(4) 棱鳞：鲭科大多数鱼类侧线上的鳞，中央纵嵴状隆起，鳞片近菱形，后缘尖突。此外鲱科鳊属等鱼类腹部正中的鳞片呈V形，下后缘尖突，腹缘锐尖；均称棱鳞。

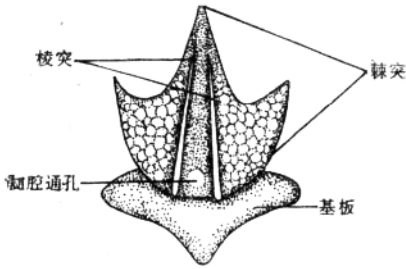
(5) 年轮：鱼类在生长过程中鳞片也随着生长而变化鳞嵴间距或形状，生长缓慢时鳞嵴相互接近，或中断或改变走向；每年周而复始形成年轮。鲤科鱼类鳞片在两侧区相邻鳞嵴改变走向，呈U形和O形鳞嵴，相交且相切，形成切割型年轮。鲱科鱼类鳞嵴出现波纹断裂的年轮特征。

3. 色素细胞 取活金鱼的鳞片放在载玻片上，置于解剖镜下观察。色素细胞分布在真皮的疏松层、致密层下方和皮下层处；鱼类基本色素细胞有四种：黑色素细胞、黄色素细胞、红色素细胞和反光体。金鱼无红色素细胞，黑色素细胞呈星状，内有黑色素颗粒，收缩时呈黑点，则鱼体色变淡；扩张时呈多分枝的星状，黄色素细胞形状不规则，内有黄色素颗粒，属脂色素族，可溶于酒精、福尔马林中，故浸制标本黄色消失。反光体细胞呈多边形或卵圆形，内有鸟粪素，需在高倍镜下观察，具蓝绿色荧光。

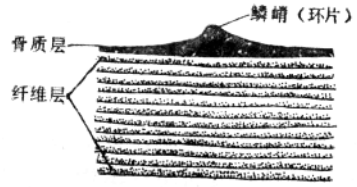
四、作 业

1. 参阅图 1，绘出尖头斜齿鲨的盾鳞；参阅图 2，绘鲤的鳞片。

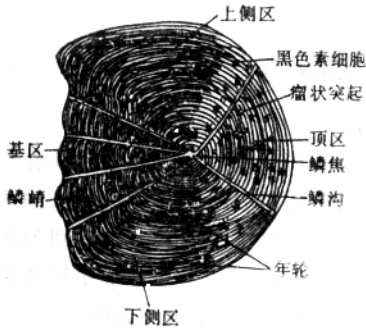
实 验 二 图



1. 梅花鲨的盾鳞 (表视)



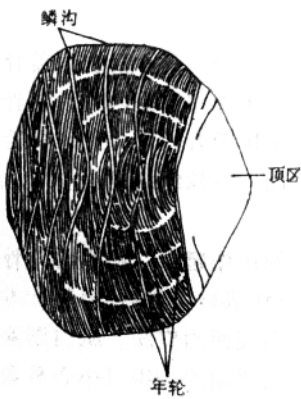
4. 骨鳞的横切面



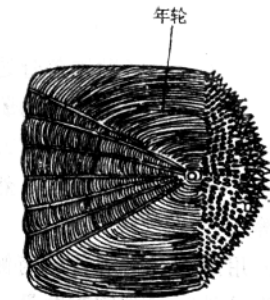
2. 鲨的鳞片分区及表面结构



5. 鲨的鳞片



3. 太平洋鲱的鳞片



6. 鲱的栉鳞

2. 观察鳙和鲟的鳞片，将鲟鳞片与图 3 对照比较不同点。观察鳊的鳞片，并和鳙的鳞片相比较。

3. 绘金鱼的色素细胞。

实验三 骨骼系统

一、目的要求

通过鱼类内骨骼的观察，以了解、熟悉、掌握骨骼的一般结构和演化关系，同时为学习鱼类的肌肉系统等及鱼类分类学奠定基础。

二、材料与工具

1. 实验材料 尖头斜齿鲨和鲤（或鲢）的新鲜标本。或上述二种鱼的已剥制好的骨骼标本。

2. 工具 解剖盘、解剖剪、解剖刀及尖头镊子、双氧水。

三、解剖方法与观察内容

（一）解剖方法

1. 尖头斜齿鲨 将鱼置于解剖盘中，用解剖刀分离上颌后上方的舌颌软骨与眼眶后方的关节面，然后用镊子小心清除和分离上颌腭方软骨的两个腭突与鼻囊后方的两个关节面的结缔组织，这样即可将咽颅与脑颅分离。接着沿鱼体腹中线剪开，注意别损坏胸鳍及腹鳍之间的带骨，然后去除内脏。将去除咽颅后的整条鱼放入 80—90℃ 水中稍煮片刻，即拿出，再用镊子撕去皮肤及附在骨骼上的肌肉，注意别撕坏与皮肤肌肉紧贴着的一些骨骼，如口角、鼻瓣及鳃间隔中的一些骨骼，当骨骼外面只附少量肌肉时，再浸入 5% 福尔马林溶液中数日，然后用清水漂洗除去所有肌肉，最后保存在 5% 福尔马林溶液或稀酒精中，并加 1/4 纯甘油液即可。

2. 鲤

（1）用解剖刀紧贴鳃盖骨边缘，将鳃盖膜与主鳃盖骨分离，沿着鳃盖骨边缘，向前腹方移动，直至切断齿骨腹缘的肌肉。另外将舌弓的茎舌骨与鳃盖内方舌颌骨的关节面切开，接着再切断头部腹面胸鳍前方的部位，注意别损伤尾舌骨，这样就可将舌弓的大部分和鳃弓一起，从脑颅腹面取出，然后把舌弓和鳃弓上的一些软组织剔除（包括肌肉、鳃耙、鳃丝等）。

（2）用解剖刀沿鲤背鳍两侧，从头部后方直剖到尾鳍起点，将肌肉与骨骼分离，注意别损坏脊椎骨腹面两侧的肋骨；躯干部及尾部两侧大块肌肉切除后，再将标本浸泡在 10% 福尔马林溶液中，浸泡 24 小时后取出，继续小心将骨骼表面的皮肤、肌肉剔除。

（3）将眼球、嗅囊从骨骼凹窝内取出，去除嗅囊周围的组织时小心鼻囊后方的薄片状鼻骨及嵌藏在眼眶周围皮肤内的片状眶骨。或稍保留嗅囊及眼球周围皮肤，等骨骼稍干燥后，这些小骨骨缝较明显时，再用镊子小心剔除周围组织。

（4）剔除紧靠头骨后方第 1—3 脊椎骨两侧肌肉时，注意别损坏两侧的韦伯氏器（四块

小骨连成一串的结构)。

(5) 待整条骨骼基本剔除干净后, 浸入30%浓度的双氧水中浸泡2—3天后取出, 用清水漂洗, 再晾干, 待骨缝清楚后即可观察。

(二) 观察内容

1. 尖头斜齿鲨 内骨骼为软骨, 由中轴骨骼的颅骨和脊柱, 附肢骨骼的肩带和腰带及支鳍骨所组成。

(1) 颅骨: 包围脑、内耳及眼球的脑颅和支持上下颌、舌及鳃的咽颅所组成。

脑颅: 由整块软骨构成, 故称原颅, 外观颇似小提琴。

背面观: ①吻软骨, 突出于脑颅前方的三条棒状软骨, 前中央有一小孔, 腹面中央的一条为中央棒, 两侧为侧棒, 前端彼此愈合, 为支持吻部的骨骼。②鼻囊, 位脑颅前部两侧一对薄壁的椭圆囊, 内包嗅觉器官, 其腹面为鼻孔, 在鼻孔的前后方各有突出的软骨瓣, 即鼻瓣软骨。③前凶, 吻软骨后方中央一个椭圆形孔, 上覆有纤维薄膜。④眼窝, 鼻囊后方两侧, 容纳眼球的凹窝, 其后上方的突起称眶后突, 侧壁内有大小不等的脑神经和血管通孔。⑤耳囊, 眼窝后方两侧的隆起, 透过透明软骨可见埋藏半规管的痕迹, 是为耳囊, 其腹面的软骨是构成口腔顶壁的基板。⑥内淋巴窝, 位耳囊之间的中央部, 内有2对开孔。外侧1对较小的为内淋巴管孔, 内侧1对较大的为前庭窗或称外淋巴管孔, 这些管道均与内耳相通。⑦枕髁及枕骨大孔, 位脑颅最后端的1个大孔, 称枕骨大孔。是延脑与脊髓相通的部分, 也是脑颅与脊柱相连部分, 孔两侧的突起称枕髁, 为脑颅与第一脊椎骨相关节的部分, 其两侧具舌咽神经及迷走神经的通孔。

腹面观: ①鼻囊与鼻孔, 前端两侧膨大的软骨囊为鼻囊, 内藏嗅觉器官的嗅囊, 腹面的孔即鼻孔。②腭突关节面, 鼻囊后侧的一对凹窝, 与上颌的腭突相关节。③舌颌骨关节面, 在眶后突的侧面, 有一对凹窝, 与舌颌软骨相关节, 其内侧各有两对开孔, 外后方一对为外颈动脉孔, 前内方一对为内颈动脉孔。

咽颅: 包括7对软骨, 第一对支持上下颌为颌弓, 第二对为舌弓, 第三对至第七对为鳃弓。

颌弓: ①上颌骨, 亦称腭方软骨, 为一对大而扁平的软骨, 中部较窄, 两端较宽, 其前背方有一突起, 称腭突, 此突起借韧带与脑颅鼻囊后方两侧凹窝相关节。腭方软骨的后端与下颌米克尔氏软骨相关节。②下颌骨, 亦称米克尔氏软骨, 为一对扁平软骨, 其后背侧有凹关节面与上颌的腭方软骨相关节, 后端外背方借结缔组织与第二对舌弓的舌颌软骨相关节。

舌弓: 由五块软骨构成: ①舌颌软骨, 位于舌弓背面的一对软骨, 背面与颅骨耳囊的外侧缘相接, 腹面与米克尔氏软骨相接, 这种与脑颅的连接方式称舌接型, 其后缘附有许多细长的鳃条软骨, 支持鳃间隔。②角舌软骨, 位于舌颌软骨腹面的一对软骨, 呈弧形棒状, 其外侧亦附有细长鳃条软骨。③基舌软骨, 位于腹面前中央, 左右角舌软骨之间的一块三角形软骨, 为支持舌的软骨。

鳃弓: 共5对, 前方3对均由左右成对的八块软骨所组成, 后2对稍有变异, 从背至腹为: ①咽鳃软骨, 共4对, 位咽的顶部, 鳃弓的背部, 紧贴在脊柱下方, 呈扁平狭长三角形, 背端游离, 腹端与上鳃软骨相关节, 第4、第5对鳃弓的咽鳃软骨愈合一块较小

的三角形软骨。②上鳃软骨，位于鳃弓背面，咽鳃软骨与角鳃软骨之间，其背面有纵沟，血管经此而入鳃，第1—4对上鳃软骨后缘附有支持鳃间隔的鳃条软骨。③角鳃软骨，位于鳃弓腹面，前端与下鳃软骨相接，后端与上鳃软骨相接，第1—4对角鳃软骨上也附有鳃条软骨。④下鳃软骨，位于腹面短而细的软骨棒，前端与角鳃软骨相关节，第1、第2对较长，第3对甚短，第4、第5对缺如。⑤基鳃软骨，位于鳃弓腹面正中的扁平软骨，后端尖突，第4、第5对角鳃软骨直接与基鳃软骨相关节。⑥外鳃软骨，第2—5对鳃弓的背和腹外侧，各有4对细长而弯曲的软骨棒，位于鳃间隔外缘，支持鳃间隔。

(2) 脊柱：由脑颅后端到尾鳍背叶的中轴骨骼，由许多椎骨组成，按其形态和位置不同，可分成躯椎和尾椎两种。

躯椎：由髓弓、椎体和椎体横突所组成。

髓弓：呈弧形，内藏脊髓，此腔称椎管，由几块小软骨片所围成，骨骼阴干后，能清楚辨别，它由髓棘、髓板和间插片（间髓板）所组成。①髓棘，位髓弓的顶壁，由左右成对的三角形小软骨片所构成；在背中线，彼此以韧带相连。②髓板，位髓棘下方，左右成对，每一髓板的上下方各有一个小孔，这是脊神经背腹根的通孔，髓板前上方的通孔为背根孔，髓板后下方通孔为腹根孔。③间插片，位于前、后髓板间的六角形小软骨片，与髓板共同构成髓弓的侧壁。

椎体：位于髓弓腹面的圆柱形软骨，前后两面呈凹漏斗形，是为两凹椎体；在前后邻接的两个椎骨的椎体间形成球形腔，脊索残留其间；椎体横剖面软骨区具四个辐射状的钙化辐射条。

椎体横突：椎体腹面两侧的小突起为椎体横突，其末端连接肋骨，尖头斜齿鲨肋骨不发达。

尾椎：除具髓弓及椎体外，尚具脉弓及脉棘，尾椎无椎体横突和肋骨。①脉弓，位椎体腹面，左右骨片会合成弧形，内藏尾动脉和尾静脉，脉弓围成的管称脉管。②脉棘，位脉弓腹面的小突起。

(3) 带骨及支鳍骨：

带骨：支持偶鳍的骨骼，均位于身体的腹面，支持胸鳍的为肩带，支持腹鳍的为腰带。肩带，位于咽颅后方，由“U”形软骨所构成，不与椎骨相接；在腹面的鸟喙部和两侧突向背方的肩胛部之间具关节面，与胸鳍的鳍基软骨相关节。腰带，位泄殖腔前方，是“一”字形软骨，其两端与左右腹鳍的鳍基软骨相关节。

支鳍骨：为支持鳍的骨骼，可分为偶鳍支鳍骨与奇鳍支鳍骨。偶鳍支鳍骨，可分胸鳍支鳍骨与腹鳍支鳍骨。胸鳍支鳍骨，可分两部分，基部与肩带相关节的是3块鳍基软骨，由外向内分别为前、中及后鳍基软骨，后鳍基软骨最长，并分为2节；其后外侧均附有3列分节的辐状软骨，最外一列背腹面附有许多角质鳍条，外覆皮肤。腹鳍支鳍骨，基部与腰带相关节的仅有两块前、后鳍基软骨，其外附有2列辐状软骨。雄鱼内侧有由腹鳍演变来的鳍脚，其内部骨骼是由鳍基骨向后延伸而成的主轴软骨，此外尚有腹缘软骨、辅端软骨、背端和腹端软骨等组成。

奇鳍支鳍骨：背鳍和臀鳍的支鳍骨由3列辐状软骨所组成，最外一列嵌夹在左右角质鳍条的中间；背、臀鳍支鳍骨借背方的背中隔和腹方腹中隔的韧带连接于脊柱。尾鳍支鳍

骨只一列辐状软骨，此软骨与脊柱之间靠结缔组织相连，外覆角质鳍条。

2. 鲤 内骨骼为硬骨，由主轴骨骼的头骨和脊柱及四肢骨骼的带骨和支骨组成。

(1) 头骨：由脑颅和咽颅所组成。

脑颅：可分成嗅区、眼区、耳区及枕区四个区。

嗅区：包围在鼻窦周围的骨骼。包括有：①鼻骨，长椭圆形的一对薄片骨，位中筛骨基部两侧，内侧与中筛骨相接。②前筛骨，位于脑颅前方背面中央的一块棒形小骨。③中筛骨，位脑颅背方前端中央，呈三角形，外侧与侧筛骨相接。④犁骨，位脑颅腹面前端中央，紧贴于中筛骨腹面。⑤侧筛骨（又称前额骨）位于中筛骨后方两侧的一对骨骼。

眼区：包围在眼球周围的骨骼。包括有：①额骨，位脑颅背面，中筛骨后方的一对长方形骨片，后缘与顶骨相接。②眶蝶骨，位脑颅腹面中央，左右两眼眶之间的一块鞍状骨。③翼蝶骨，一对，位脑颅腹面，眶蝶骨后方两侧。④副蝶骨，位脑颅腹面中央，最长的一块骨骼，前端分叉，有细锯齿缘，嵌在犁骨与侧筛骨之间，后端紧贴在基枕骨腹面，整个骨骼呈“十”字形。⑤围眶骨，位于眼球四周的一组骨骼，每侧具6块。

耳区：包围在内耳周围的骨骼。包括有：①顶骨，位脑颅背面，额骨后方的一对骨骼。②蝶耳骨，一对，位于额骨后外侧，其腹侧缘有一纵行凹面与舌颌骨相关节，后背侧覆有翼耳骨，腹面突起与前耳骨相接，前腹内缘与翼蝶骨相接。③翼耳骨，位于顶骨外侧的一对骨骼，后侧有一关节面与后颞骨相关节，后背缘与鳞片骨相关节，前缘与额骨、蝶耳骨相关节，腹缘与前耳骨相关节。④上耳骨，位顶骨后方的一对笠状小骨，外侧与鳞片骨及翼耳骨相接，前缘与顶骨相接，内侧与上枕骨相接，后缘与外枕骨的后缘相接，构成耳腔的后顶壁。⑤前耳骨，位脑颅腹面，前缘与翼蝶骨相接，外侧与蝶耳骨、翼耳骨相接，后内侧与外枕骨、基枕骨相接，内侧缘分成背腹两翼状纵行突起，背突起与对侧的前耳骨背突起相接，腹面的突起与副蝶骨的后背面相接，构成颅腔底壁；共同组成动眼肌室（即眼肌蚕）的骨腔，以容纳眼球的四对直肌，骨腔后端终止于基枕骨前端。⑥鳞片骨，位于脑颅背后方两侧的一对三角形骨片，紧贴在翼耳骨后缘与上耳骨外侧，后方接在后颞骨上。⑦后颞骨，紧贴在鳞片骨、上耳骨与翼耳骨后缘间，后端覆盖着肩带上匙骨的前部。

枕区：包围在脑颅最后端枕骨大孔周围的骨骼。包括有：①上枕骨，位脑颅背后端中央，背面中央有较高的上枕脊突起，中部两侧具翼状侧突，前缘与顶骨后缘相接，两侧仅与上耳骨相接。②外枕骨（侧枕骨），位上枕骨两侧，左右外枕骨在后方正中相接，腹面形成一大孔，即枕孔，为脑和脊髓的通孔，腹后端有椭圆形的枕髁，与第1脊椎骨的前关节突相接。③基枕骨，位脑颅腹面后端正中，前端腹面部分为副蝶骨所覆盖，前接前耳骨，腹面具骨质底盘，其腹面紧贴一块角质垫，称咽磨，与咽齿形成相对的咀嚼面。

咽颅：包括有7对硬骨咽弓，与软骨鱼类结构基本相似。

颌弓：组成口缘和支撑咽腔前部的骨骼，分为上颌与下颌两部分。上颌共有7对骨骼组成，即：①前颌骨，本骨为一对“Γ”形膜骨，后缘与上颌骨的腹端突起相关节，仅有前颌骨构成上颌前缘，背中央后方突起以韧带与前筛骨相接。②上颌骨，位前颌骨后方的一对膜骨，背端前方与前颌骨关节，后方与腭骨相关节，腹端以结缔组织与下颌的齿骨后端相接。③腭骨，位犁骨前方两侧的一对长形骨骼，内侧面与犁骨前端两侧相关节，后端

与中翼骨相关节。④翼骨（亦称前翼骨），较小，一对，呈扁平菱形，紧贴方骨前缘，前接腭骨，其后背缘与中翼骨相接。⑤中翼骨，位眼眶内侧，呈梯形，薄片状骨骼，前缘具凹形关节面与腭骨的突起相关节，背缘与副蝶骨腹外侧以结缔组织相连，腹缘与翼骨、方骨关节，后端与后翼骨相接。⑥后翼骨，位于中翼骨后方的一对薄片状骨骼，背后缘与舌颌骨相接，腹缘与续骨、方骨相接。⑦方骨，位中翼骨腹缘，背上方以软骨与中翼骨、后翼骨相接，前缘与翼骨相接，腹后方突起与续骨相嵌合，前腹端有一鞍状关节突，上颌诸骨借此与下颌的关节骨后端凹面相关节。下颌由4对骨骼组成，即：①齿骨，为下颌最前端一对骨骼，后部分叉，后背突起以结缔组织与上颌骨相连，背腹叉之间，嵌有关节骨及细棒形米克尔氏软骨。②米克尔氏软骨，紧贴在关节骨内侧面，其前端与齿骨内侧面中部相接。③关节骨，嵌于齿骨后部两叉形突起之间，背后方的关节面与方骨突起相关节，后腹端与隅骨愈合，内侧面中央紧贴着米克尔氏软骨。④隅骨，紧贴在关节骨后腹面的颗粒状小骨。

舌弓：共由11对骨骼组成，此外尚有单一的基舌骨和尾舌骨及3对鳃条骨。即：①茎舌骨（或称间舌骨），位前鳃盖骨内侧面的一对圆柱状骨，背端与续骨和舌颌骨的腹端相关节。舌弓借此与上颌各骨相关节。②上舌骨，位茎舌骨腹面的一对扁平三角形骨，前方与角舌骨相关节，腹外侧附有鳃条骨。③角舌骨，位上舌骨前方的一对扁平长方形骨片，前端与下舌骨相关节，腹外侧也附有鳃条骨。④下舌骨，为2对小骨，位舌弓腹面中央，外侧与角舌骨相关节，背中央后方与基舌骨关节，腹面中央与尾舌骨相接。⑤基舌骨，位舌弓最前端腹面中央突出的一块长扁平的骨骼，前端圆钝，后端较细，与后中央基鳃骨和两侧的下舌骨相接，本骨突出口腔底壁，外覆粘膜，构成鱼类的舌。⑥尾舌骨，位于腹面前方中央一块似箭形的骨，背中央有隆起颇高的纵脊，腹中央亦稍凹入，前端与左右下舌骨相关节。⑦续骨，一对细棒状骨骼，紧嵌在方骨后方突起的背缘，其背方与后翼骨相接，借此骨缝合着后翼骨和方骨，故又称缝合骨，后端内侧与茎舌骨和舌颌骨相接。⑧舌颌骨，位于头骨侧面，眼眶后方的一对骨骼，背缘有一近圆形关节突与蝶耳骨、前耳骨、翼耳骨所共同构成的凹窝相关节，背缘后方的关节突与主鳃盖骨前背缘凹窝相关节，其后缘紧贴前鳃盖骨，此骨腹端与后翼骨、续骨、茎舌骨相接，舌颌骨起着维系脑颅与咽颅的重要作用。⑨主鳃盖骨，位于头部后方侧面近长方形膜骨，前背缘有圆形的凹窝与舌颌骨突起相关节，在腹缘覆盖着下鳃盖骨，前缘接前鳃盖骨，前下缘接间鳃盖骨。⑩前鳃盖骨，位主鳃盖骨前缘，呈“J”形，弯曲部外侧面有一弧形突起，后腹缘光滑，前缘与舌颌骨、续骨、茎舌骨、方骨相接，腹缘覆盖在间鳃盖骨外侧面。⑪间鳃盖骨，大部被前鳃盖骨所覆盖，后缘覆盖着主鳃盖骨前下缘和下鳃盖骨前缘。⑫下鳃盖骨，位于主鳃盖骨腹缘，前端依在间鳃盖骨和主鳃盖骨之间，后端狭长而尖突。⑬鳃条骨，3对，都为长条形骨片，附着于角舌骨、上舌骨的外侧缘。

鳃弓：共5对，围绕口咽腔的后部，第5对变异为下咽骨，其余4对的结构与软骨鱼类鳃弓相似，从背至腹由咽鳃骨、上鳃骨、角鳃骨、下鳃骨、基鳃骨所组成。第5对鳃弓的角鳃骨特化成下咽骨，鲤的下咽骨扩大，上具咽齿，齿式为1·1·3/3·1·1，下咽骨前端借韧带连于第4基鳃骨后端。

（2）脊柱：约有36个脊椎骨连接而成，其中躯椎16枚，余为尾椎。躯椎具髓弓、棘

突、椎体、椎体横突与肋骨相关节；椎体背面前后方有两对细短突起，即前关节突，与前一椎骨的后关节突相接；后关节突与后一椎骨的前关节突相接。尾椎在椎体腹面突出脉弓与脉棘。

第1—3脊椎骨两侧有4对小骨，借韧带相连，是为韦伯氏器。前两对小骨，即带状骨和舶状骨盖着外枕基枕骨孔，孔通入有外淋巴液的沟内，其前方为内耳。①带状骨，最小，呈椭圆形漏斗状，由第一椎骨的髓棘演变而来，位第1椎骨的椎体和髓弓之间，大部分被舶状骨所覆盖。②舶状骨，呈扁圆形，腹缘有向前后方突出的细支，由第一髓弓演变而来；外侧后方有粗韧带与第3、4对小骨相连。③间插骨，位于第2椎骨髓弓的腹缘，由第2髓弓演变而来。为“Y”形小骨，后方叉状部分以结缔组织贴在第2、3椎骨的椎体侧面。④三脚骨，为小骨中最大者，呈三角形，位于第2、3椎骨的椎体横突之间，由第3椎骨的椎体横突演变而来。前端以韧带与前两骨相连，后方尖端埋在鳔前室鳔壁的结缔组织内。鳔中气体压力的变动都通过这一组骨片传导到内耳。鯉形目鱼类较灵敏，这与它们在内耳和鳔之间有效地传递感觉有关，故亦称此目为骨鳔目。

3. 肋骨 鯉仅具腹肋，肋骨一端与躯椎的椎体横突相关节。

4. 肌间骨 按节排列，位于躯部轴上肌各肌隔内及尾部轴上肌和轴下肌各肌隔内，为细刺状弧形小骨。

5. 带骨及支鳍骨

(1) 带骨：包括支持胸鳍的肩带和支持腹鳍的腰带。

①肩带：每侧的肩带由6块骨骼组成，由背至腹为：

上匙骨：呈棒状，前后端稍尖，位于后颞骨后方，后端覆盖着匙骨。

匙骨：为肩带中最大的一块，背上方呈尖形突起，其外侧面部分为上匙骨所遮盖，后缘内侧附有后匙骨，腹缘与乌喙骨相接，内侧面中央后方紧贴有肩胛骨。

后匙骨：呈“S”形，背方以结缔组织附于匙骨后内侧面。

肩胛骨：位匙骨后内侧，呈不规则形状，前缘与中乌喙骨关节，腹缘与乌喙骨相接。

乌喙骨：呈菜刀形，位匙骨腹缘，其后背缘与肩胛骨、中乌喙骨相关节，前背缘与匙骨关节，背缘中部与匙骨间形成一椭圆形大孔。

中乌喙骨：位于肩带内侧面的弧形小骨，背外侧与肩胛骨关节，腹缘与乌喙骨相关节。

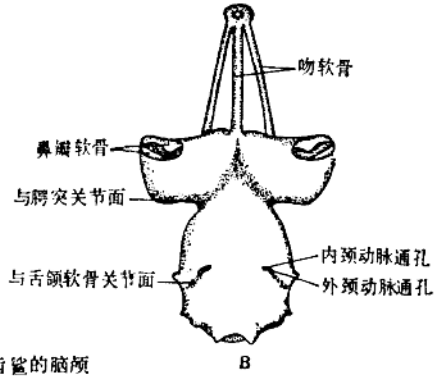
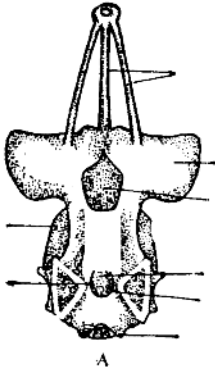
②腰带：仅有一块无名骨构成，位于腹鳍前方，前部较宽，前端叉形，后部为细棒状，位于两腹鳍中间。

(2) 支鳍骨：

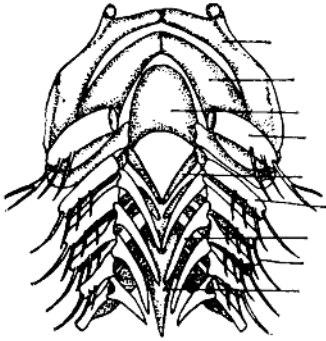
①偶鳍的支鳍骨：每一肩带基部具4块排列成一列的支鳍骨，位于肩胛骨与乌喙骨后缘，另端与鳍条相接；腹鳍仅具一块支鳍骨，位于无名骨后缘。

②奇鳍支鳍骨：背、臀鳍的支鳍骨在每一根鳍条下方有二节支鳍骨，鳍间骨颗粒状较小，嵌在左右鳍条基部之间；鳍条基骨较大，每侧有突出纵嵴。尾鳍支鳍骨由下列各骨组成：尾杆骨由最后几个脊椎骨愈合而成，呈棒状，背腹各一根；尾上骨一块，位背尾杆骨上方；尾下骨五块，在背腹两尾杆骨之间有四块，腹尾杆骨前下方有一块。

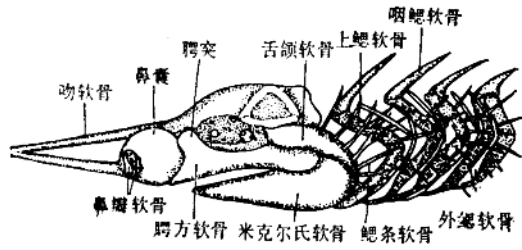
实验三图



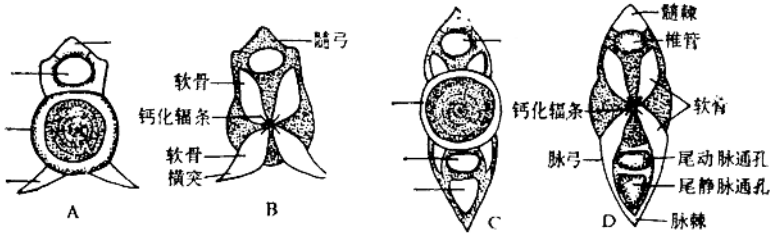
1. 尖头斜齿鲨的脑颅背视(A), 腹视(B)



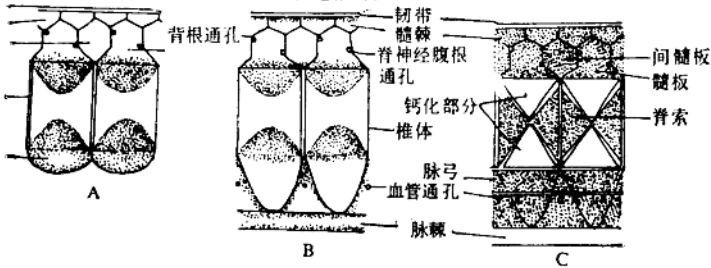
2. 咽颌背视



3. 脑颅和咽颌侧视



4. 躯椎和尾椎前视(A, C); 横剖面(B, D)



5. 躯椎(A)和尾椎(B)侧视; 纵剖面(C)