

海龟研究首部中文译著
顾问 赵尔宓

海龟解剖

The Anatomy of sea Turtles

夏中荣 古河祥 译

原著 Jeanette Wyneken, Ph.D

李丕鹏 程一骏 Jeanette Wyneken 审校

编译委员会（排名不分先后）

古河祥 王少锋 夏中荣 李贵生 陶阔凤 周 婷

林日锦 端金霞 蔡进华 张飞燕 陈华灵 叶明彬

观水原 刘锦泉 张振威 李志文 麦瑞琼 赵 蕙

观玉安 李满文 蔡睿智 谢志珍 唐祖云 张伟团

 暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

海龟解剖 / [美] 维纳肯著; 夏中荣, 古河祥译. —广州: 暨南大学出版社, 2016. 1
ISBN 978-7-5668-1657-3

I. ①海… II. ①维… ②夏… ③古… III. ①海龟—动物解剖学 IV. ①Q959.6

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第254631号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市科普电脑印务部

印 刷: 广东省农垦总局印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 10

字 数: 238千

版 次: 2016年1月第1版

印 次: 2016年1月第1次

定 价: 80.00元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

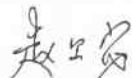
序

海龟是最大的爬行动物之一，早在恐龙时代就生活在这个星球上了，因此，海龟又有“活化石”之称，在动物考古学方面具有重要的科研价值。海龟是海洋生物中的旗舰物种，对维持珊瑚礁、海草床等生态系统的稳定性具有非常重要的作用。海龟也是一类非常特化的脊椎动物，其背腹扁平，四肢特化为鳍状肢，游泳姿态悠然自得，十分惹人喜爱。

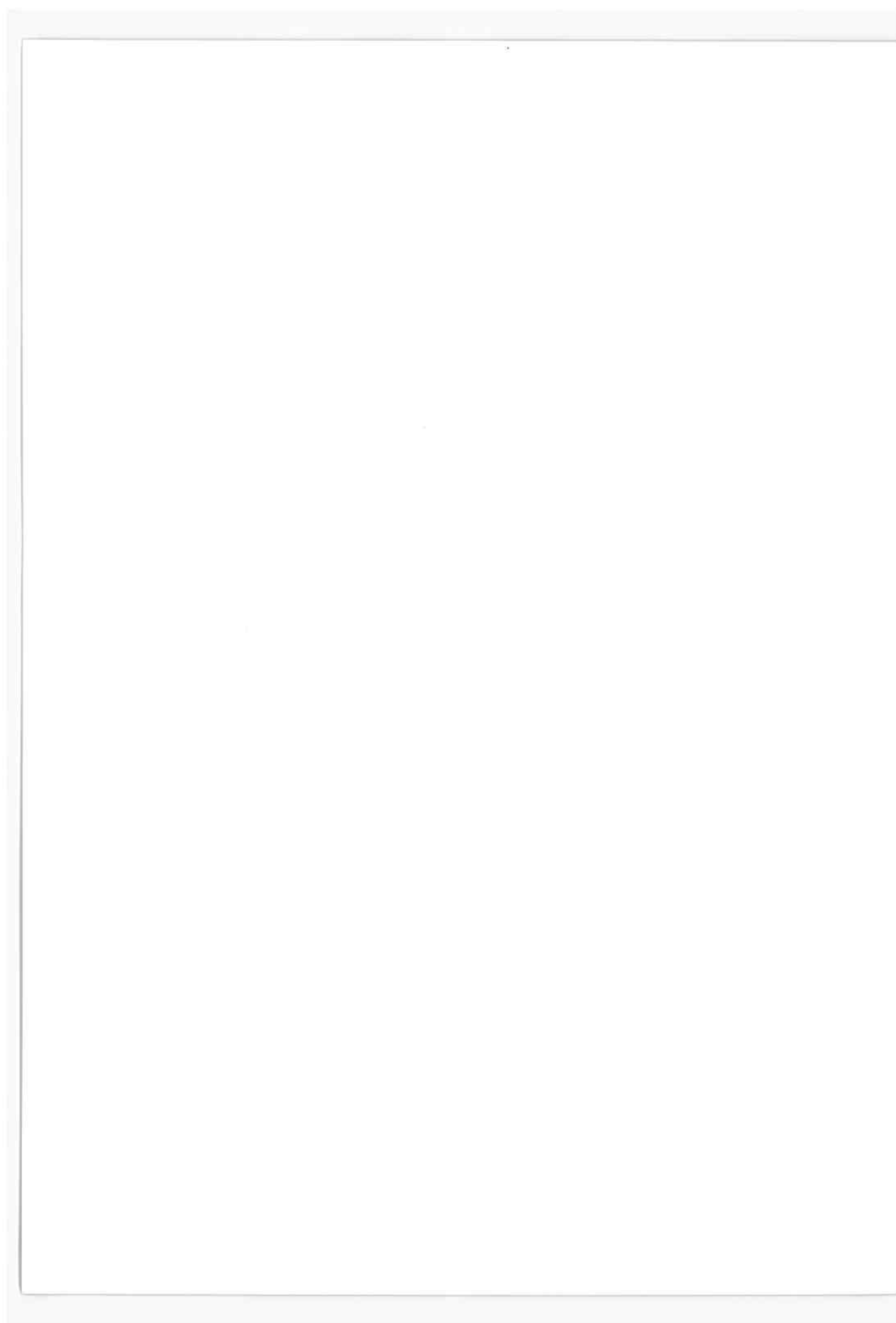
然而，由于过去几十年的滥捕乱捞（吃其肉、食其卵、用其甲）、至今仍存在的误捕致伤致死现象、海洋环境污染、觅食海域及产卵沙滩环境退化或丧失、全球气候变暖导致的性比例失衡等原因，海龟数量到了濒危甚至极危的地步。因此，研究海龟、保护海龟已成为当务之急！

在中国，从事海龟研究工作的学者寥寥无几，相关知识在科普方面多、科研方面少，而解剖知识是其他绝大多数研究工作的基础。综观本书，其内容不仅包括了海龟的皮肤、骨骼、肌肉、血液、消化、呼吸、腺体、神经、感觉及泄殖共十大系统的解剖知识，还介绍了海龟种的鉴别、标准测量方法和海龟解剖方法。此书是我国海龟研究方面的第一本专业性译著，相信对于海龟科研工作的开展和保护事业都将起到非常大的促进作用。

夏中荣是我的一位博士生，他是一位勤勤恳恳、踏踏实实的学生，短短几年，已发表了约20篇科学论文。他以海龟湾的沙滩为实验室，将全家安置在海龟保护区，立志将毕生精力奉献给海龟保护事业，海龟幸甚！我亦欣慰。

中国科学院成都生物所研究员  院士

2015年5月12日



中文版《海龟解剖》序

生物的结构反映出其生存环境、生长发育、饮食、养分传输以及疾病等情况。解剖学是一门重要的生物学科，是用来鉴别物种及其器官、探究结构与功能的有用工具。同种动物，不管在哪儿，其解剖结构都大同小异。但不同的语言却经常影响知识的交流，阻碍科研合作。感谢《海龟解剖》译者的辛勤努力，是他们排除了语言障碍，使每一位中文读者都可以学习、了解这些特殊、珍贵的海龟的详细解剖结构。全球现共有7个海龟物种，这本书就详细描述了6种海龟的解剖结构，且图文并茂。作为资料和工具书，它很适合相关科研学者、师生和环境保护、物种管理人士使用。因为这本书原为西半球读者所写，就没包括第7种海龟——平背海龟(*Natator depressus*)。这种海龟多分布在澳大利亚的海洋，身上有薄层蜡状盾片和皮肤，厚嘴，体色随个体发育而变化。我希望《海龟解剖》的中文版能成为一份重要的文献资源，帮助促进对海龟的研究和保护。

珍妮特·维纳肯博士
美国佛罗里达大西洋大学
2015年5月

PREFACE TO THE CHINESE TRANSLATION OF *THE ANATOMY OF SEA TURTLES*

The anatomy of any organism is what interacts with the environment, grows, processes food, transports nutrients, and can experience disease. Anatomy as a biological discipline is a tool that provides for the identifications of species and their parts, the constructs of structural relationships, and our understanding of functions. Most importantly, the anatomy of any animal is universal. However, the language used to describe or explain it can be a barrier to advancing understanding and achieving common scientific and medical goals. The translators of *The Anatomy of Sea Turtles* have



made accessible all the identifications, details and contexts provided by this book. Because of their hard work and attention to detail, language is not a barrier to the understanding of the structure of these unique animals. The hard work of the translators of sea turtle anatomy make the information in this book accessible wherever Chinese is written. The goal of this book is to serve as a resource or a tool that describes sea turtles by species, provides diagrams and photos of normal anatomy, and serves as a reference for normal anatomy when for scientists, students, veterinarians, and species managers. The book focuses on 6 of the 7 sea turtle species. Because the book was written for a Western Hemisphere audience, the Flatback turtle, *Natator depressus*, is not included. It is likely that much of the material in this book is be relevant to that species, as well, with the exceptions of the details of its identifying characteristics. (The flatback turtle has thin and waxy scutes and skin, thick rhamphotheca, and it undergoes ontogenetic color changes.) It is my intention that this translated book remains as an essential resource to enhance our understanding of sea turtles wherever they occur.

Jeanette Wyneken, Ph. D
Boca Raton, Florida USA
May 2015



前 言

在龟鳖研究及海龟救护工作中，常常需要进行尸体解剖（例如处理常见的海龟搁浅事故），以便于取材或找到死亡的原因。然而国内相关的参考书籍甚少，仅见有台湾海洋大学程一骏教授等编写的《台湾近海海龟伤亡混获通报死因研判国际讨论会报告书》（2006，基隆）。在美国等许多国家，海龟保育工作获得广泛的重视和认同，不仅有专门成立的海龟保护机构，还有大量工作在一线的海龟专家、学者，甚至伤病及死亡的海龟都有专人负责，兽医们利用专家编写的《偏僻地区使用的海龟解剖手册》，以最简单的工具初步判断出海龟的死因，这对海龟的疾病防治和科学管理工作皆有非常重要的作用。

在本书的翻译、出版过程中，得到了许多专家、学者的指导、帮助及支持。首先是征得原著作者美国 Jeanette Wyneken 博士的欣然同意授权，并热心为本书作序和校订勘误；感谢美国佛罗里达大西洋大学的张兴海教授的无私帮助；暨南大学生命科学学院李贵生教授投入了大量的时间和精力对书稿中的错漏之处一一指正，其严谨求实的治学作风令人敬佩；感谢周婷、赵蕙女士的大力支持；感谢黄山学院吕顺清教授、宜宾学院郭鹏教授、台湾中兴大学吴深海博士、四川大学杨军博士、安徽师范大学张方博士、香港城市大学伍家恩博士、海南师范大学汪继超博士和洪美玲博士所提出的宝贵意见。最后，还要真诚地感谢中国科学院成都生物所赵尔宓院士为本书写序并在精神上所给予的热情鼓励！

由于水平所限，不妥或错误之处在所难免，望各界专家、学者及同行不吝赐教！

译 者

2015年5月



目 录

序	1
中文版《海龟解剖》序	1
前 言	1
一、基本术语及海龟种的鉴别特征 Basic Terminology and Characters for Species Identification	1
二、种的鉴别 Species Identification	5
三、头骨解剖 Skull Anatomy	12
四、从颅骨来鉴定海龟种类 Species Identification from Skulls	16
五、嘴鞘的结构 Rhamphotheca Structure	28
六、标准测量方法 Standard Measurements	31
七、解剖方法 Methods of Dissection	36
八、骨骼解剖 Skeletal Anatomy	46
九、肌肉解剖 Muscle Anatomy	60
十、循环系统解剖 Circulatory Anatomy	72
十一、呼吸系统解剖 Lungs and Airways Anatomy	97
十二、胃肠系统解剖 Gastrointestinal Tract Anatomy	100
十三、腺体 Glands	105
十四、神经系统 Nervous System	113
十五、感觉器官 Sense Organs	131
十六、泌尿生殖系统解剖 Urogenital Anatomy	138
参考文献	149



一、基本术语及海龟种的鉴别特征 Basic Terminology and Characters for Species Identification

1. 基本术语

专门描述海龟结构空间关系的术语如下(图1-1、图1-2):

背面(**dorsal**): 指向壳顶(甲壳);

腹面(**ventral**): 指向腹甲;

前面(**anterior**): 指向头部;

后面(**posterior**): 指向尾部;

内侧(中线, **medial**): 指向中轴线;

外侧(**lateral**): 离开中轴线向两边;

近端(**proximal**): 靠近躯体或一个结构的起点;

远端(**distal**): 远离躯体或主要结构;

深处(**deep to**): 一个结构的下面。

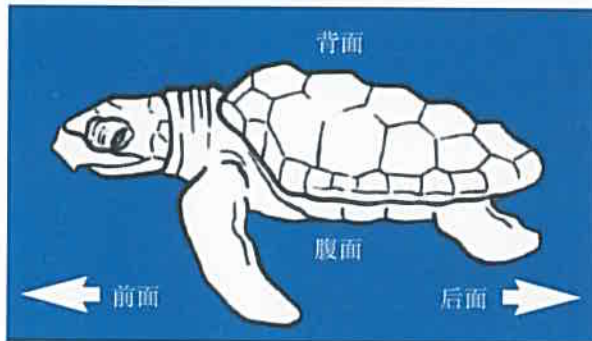


图1-1 解剖术语



图1-2 相对解剖位置

2. 海龟种的鉴别特征

依据外部特征鉴别海龟，是基于头鳞数目、颌的形状、四肢上爪的数目、壳上的骨板或盾片的数目及排列方式。背甲的盾片(壳顶)从前向后计数(图1-3)。用作关键特征的主要盾片(图1-4)是缘盾、侧盾(肋盾)、椎盾、颈盾，还有下缘盾或甲桥。

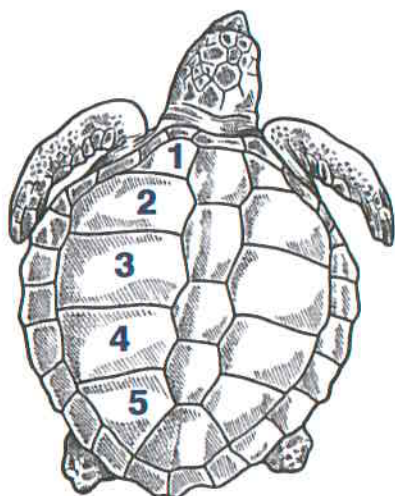


图1-3 背甲盾片的计数方式

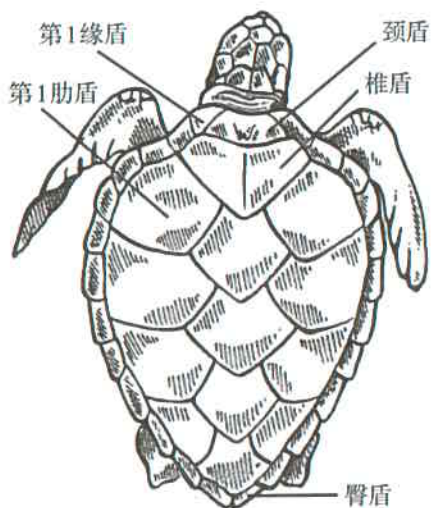


图1-4 背甲的盾片

底部的壳叫腹甲。它也有明显的盾片模式，但它更常作为内部结构的界标而不是种的鉴定特征(图1-5)。从前向后，喉间盾最接近颈部，然后(依次)是喉盾、肱盾、胸盾、腹盾、股盾和肛盾。一些个体具有单独的肛间盾(发现于肛盾之间或其后方)。

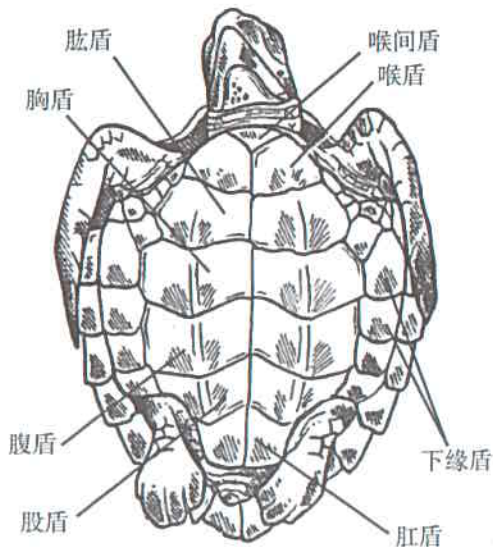


图1-5 腹甲的盾片和甲桥

背甲及腹甲的盾片。侧盾通常也叫肋盾或胸膜盾，每侧最后的缘盾学名叫臀盾(图1-4)。腹甲与背甲之间的盾片是下缘盾(图1-5)。虽然下缘盾的数目会有些变动，但最常见的总数会作为一个种的关键特征。海龟科(硬壳海龟)以头鳞、背甲、下缘盾的模式和数目，以及鳍状肢的爪数为特征(图1-6、图1-7)。多数种海龟有2个爪，第1爪通常大于第2爪，且在雄性成年时会强有力地弯曲。前后肢上的爪数目是相同的。

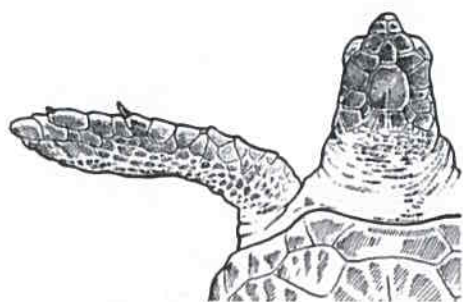


图1-6 爪的位置及数目

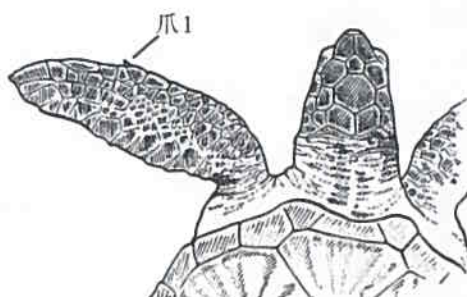


图1-7 单一爪出现在第一指(第二指无爪)

棱皮龟成年后缺少有特色的头鳞，颌上有少量的角质素覆盖。硬壳海龟的头顶及头侧有角质化的鳞片，其用于种的鉴定(图1-8)。前额的鳞片成对，一个或多个额外鳞片可能出现在内侧或分离成对。其他头鳞(眶上鳞、眶后鳞、额鳞、额顶鳞、顶鳞、顶间鳞、颞鳞、鼓膜鳞)在形状上可有轻微的变化，但相互之间的位置不变。有时候，头鳞的变化能够用来识别不同的海龟个体。若干内部骨的特征和颌(嘴鞘)的特点也可用来鉴别物种。这些在后面描述(“从颅骨来鉴定海龟种类”，P16-27;“嘴鞘的结构”，P28-30;“骨骼解剖”，P46-59)。

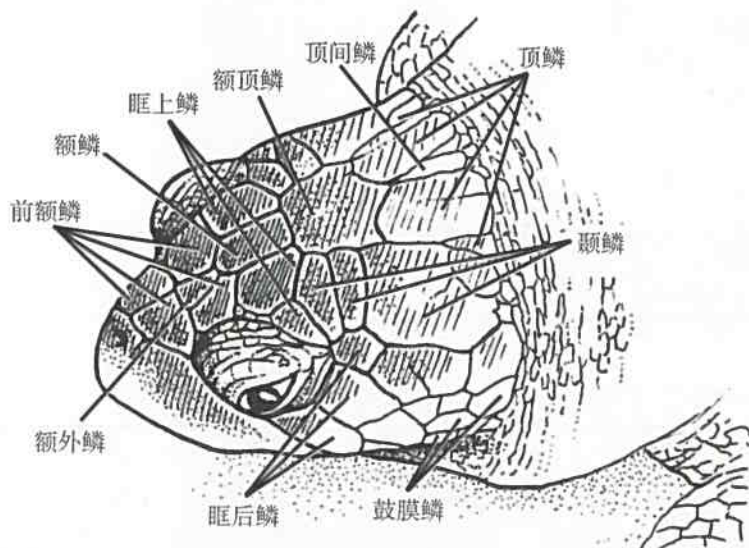


图1-8 海龟科头鳞

用于鉴定种的主要鳞片是前额鳞。在前额鳞之间经常有额外的鳞片(多个额外鳞)，它们缺少固定的式样，且较小。其他有注释的鳞片可作为界标。

以下是种的关键特征，总结了用于鉴别物种的外部特征(图1-9)。
鉴别物种的外部关键特征如下：

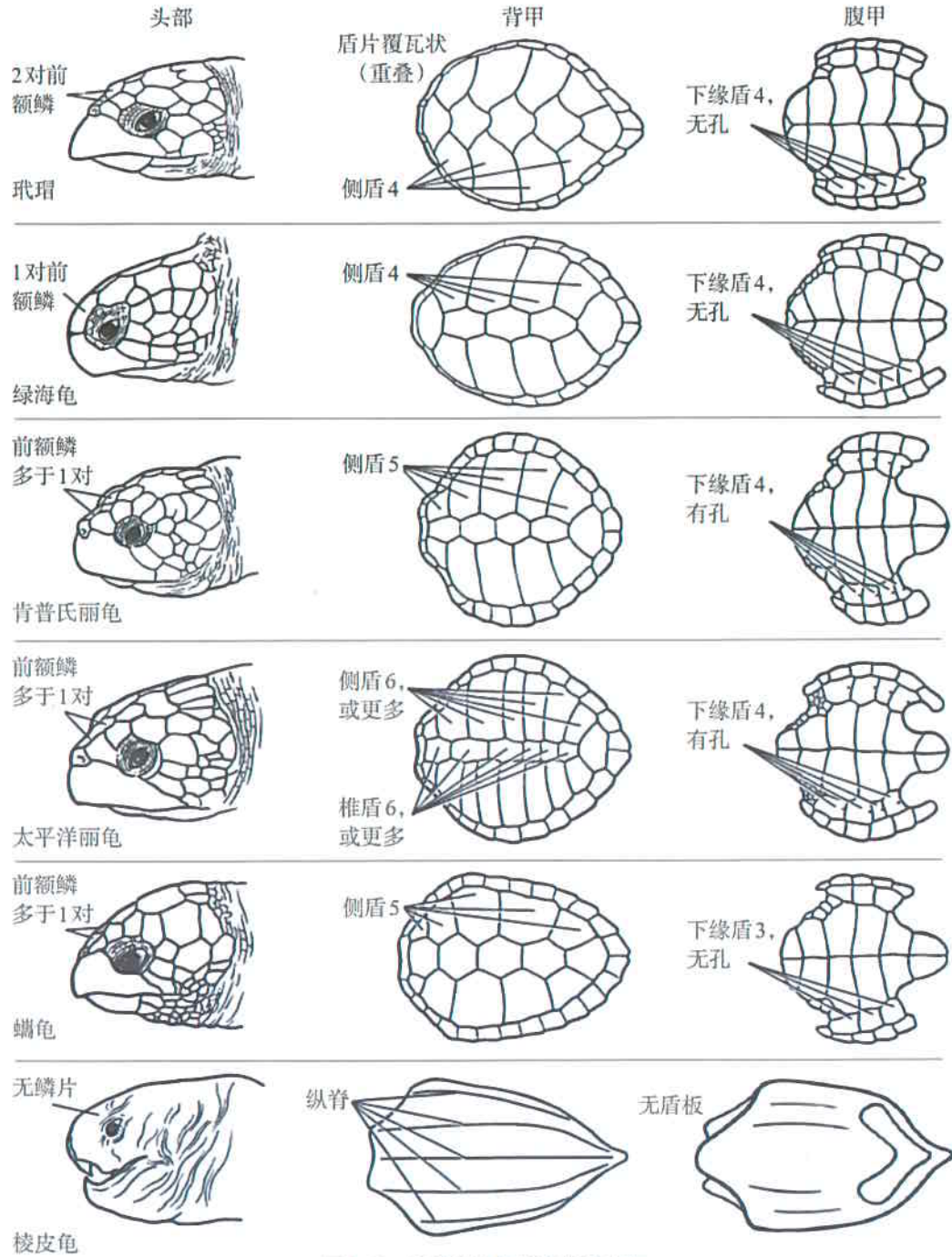


图1-9 各种海龟的外部鉴别特征

二、种的鉴别 Species Identification

海龟的皮肤可分为硬壳(海龟科)和革皮(棱皮龟科)两类。

棱皮龟科只有一属一种,即棱皮龟*Dermochelys coriacea*(图2-1、图2-2)。它的背部是黑色,上面有许多白色斑点。背上有五条纵脊,边缘有两条纵脊,腹部很少有纵脊。上颚两侧各有一个凹口,四肢无爪。



图2-1 棱皮龟成体



图2-2 棱皮龟稚龟



图2-3 绿海龟成体



图2-4 绿海龟幼体



图2-5 绿海龟稚龟

口鼻部顶端鳞片即前额鳞以及背甲鳞片的不同可以把海龟科一一区别开来。

绿海龟 *Chelonia mydas* (图2-3~图2-5)有前额鳞1对(图2-4),背甲平坦,有4对侧盾(即肋盾),背甲的颜色随着年龄的变化而变化。稚龟的背甲是黑色,幼龟的背甲是褐色或棕褐色,成龟的背甲是黄绿色或灰绿色,有时会有一些黄色或褐色的斑点。稚龟的腹甲是白色的,然后变成乳黄色,有时会暂变为粉红色或灰色。除了在某些太平洋水域发现的绿海龟(称为黑龟)的腹甲较黑外,成年海龟具有乳黄色的腹甲。绿海龟的鳍肢上有一个爪。腹甲每侧有4个下缘盾和2个拉斯克毛孔,在腋盾和胯盾上各一(“腺体”,P105-112)。

其他种的海龟有两对前额鳞(图1-8),且年幼时壳上有龙骨脊。蠍龟(即红海龟,图2-6~图2-9)有一个巨大的头部和棕色的背甲,侧盾5枚或有时4枚。颈盾(颈部背方边缘)与第一侧盾相接。稚红海龟的背甲呈棕红色,带有深浅不一的灰色(图2-6)。稚龟的腹甲从乳黄色到棕色,腹甲从幼龟的乳黄色到成龟时变为棕褐色。幼龟的背甲(图2-8)生长出黄色和棕褐色斑纹。有时幼龟体边缘的盾片之间稍有重叠,成年龟的盾片则没有重叠。背甲主要为棕色,偶尔有些个体留有棕褐色甚至黑色(图2-9)。红海龟的甲壳上常有大的体表寄生物群落,每一鳍肢上有两个爪。



图2-6 蠓龟稚龟



图2-7 蠓龟的腹甲(下缘盾3枚或可变)



图2-8 未成熟蠓龟

未成熟的蠓龟的椎盾和臀盾常有明显的脊。随着身体和年龄的增大，脊将消退，因此，发现于沿海水域的蠓龟很少有脊的。



图2-9 蠍龟成体
具有坚固耐用的喙状嘴(喙状结构),用于碾碎食物。



图2-10 玳瑁稚龟(左)和蠍龟稚龟(右)
注意:蠍龟的颈盾与第一侧盾相接,而玳瑁的不相接。

玳瑁稚龟的背甲和腹甲呈深红褐色(图2-10)。在生长过程中,其头部拉长、背甲的整个盾片发育成独特的黄、黑、棕褐色的放射状图案(图2-11)。这种颜色持续到成年期。玳瑁的颈盾不与第一侧盾相接,这点可将玳瑁与蠍龟区别开来。玳瑁的头长大约是头宽的两倍,且有一个狭长的喙状嘴或嘴鞘(图2-12)。玳瑁的鳍肢上有两个爪。



图2-11 未成熟玳瑁
狭窄的头部和重叠成瓦状的盾片清晰可见。



图2-12 玳瑁成体

最后两种出现在美国水域的海龟是丽龟属(图2-13~图2-16)的。这两种丽龟通常为灰色。肯普氏丽龟出现在东部海域,而太平洋丽龟则出现在太平洋及大西洋南部海域(偶尔“流浪”到北大西洋的热带海域)。这两种海龟的稚龟都呈灰棕色。

在丽龟的生长过程中,背甲近似圆形,缘盾变宽(图2-13),下缘盾4枚(有的3枚)。两种丽龟的每一下缘盾都有一特有的孔(图2-14)。太平洋丽龟的每个肢上有两个爪。

肯普氏丽龟呈深灰至灰绿色,侧盾5枚(通常4~6枚)。太平洋丽龟呈深灰色,正常典型的一边有6枚以上的侧盾和6枚以上排成一列的椎盾(图2-15),以及许多枚眶上鳞。



图2-13 肯普氏丽龟成体



图2-14 丽龟属的下缘盾及拉斯克孔



图2-15 丽龟属稚龟

肯普氏丽龟(右)有5个侧盾和椎盾,太平洋丽龟(左)有6个或更多侧盾和椎盾。



图2-16 太平洋丽龟成体

三、头骨解剖 Skull Anatomy

头盖骨组成内部的脑壳，即脑颅；里面容纳脑组织，其外上部骨骼构造还有咽颅。前面的咽颅沿着嘴的上部形成颌，咽颅也容纳感觉器官并提供颌肌、咽喉肌和颈肌的附着点。沿着中间线就能找到脑壳，内部被脑壳覆盖。鼻、颧骨属于咽颅。所有海龟的咽颅外面的骨头(图3-1)都是相同的，尽管它们具有特殊的结构和一些不同的关节。脑壳的形状和上颧骨的图案(图3-2、图3-3)是用来鉴定种的特征。侧面的骨骼(图3-4)是内部结构定位的重要标志，颌骨(图3-5)和脑颅也是由数块骨骼组成的。

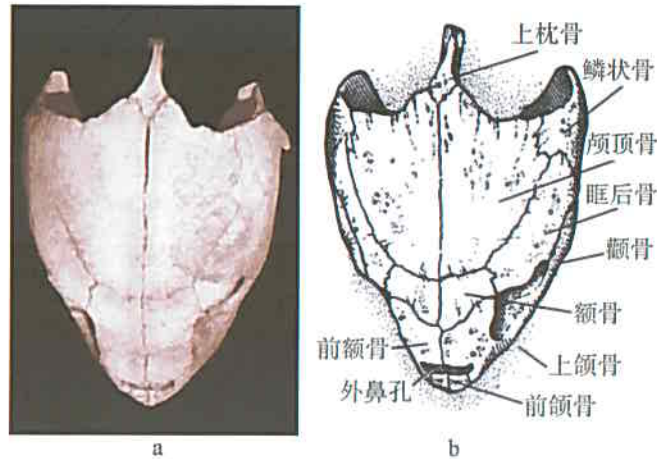


图3-1 海龟咽颅外面的骨头

图中提供了脑颅顶部和侧面的骨头鉴定，除了上枕骨，其余都是咽颅的骨头。

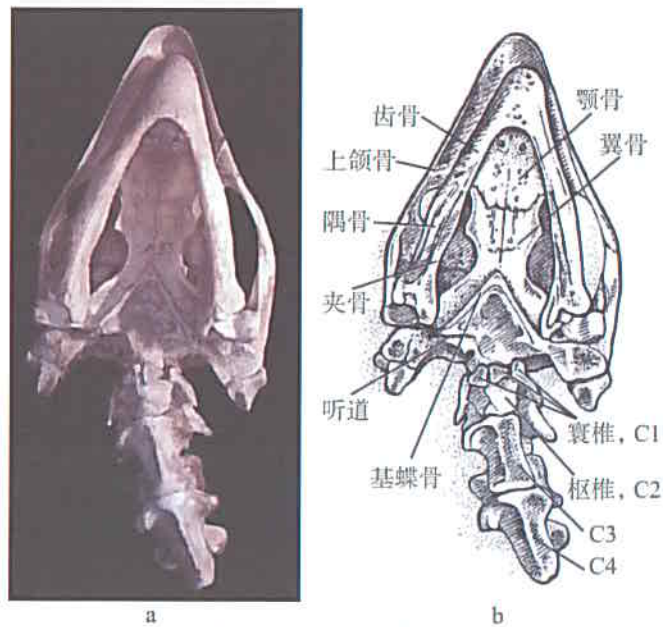
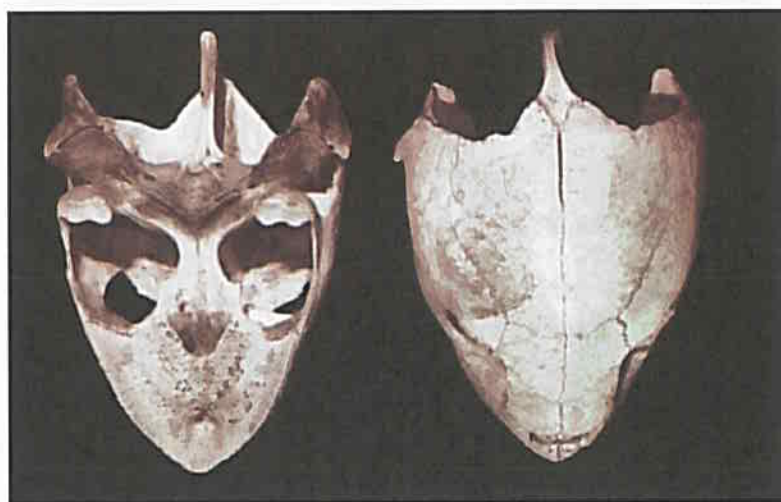
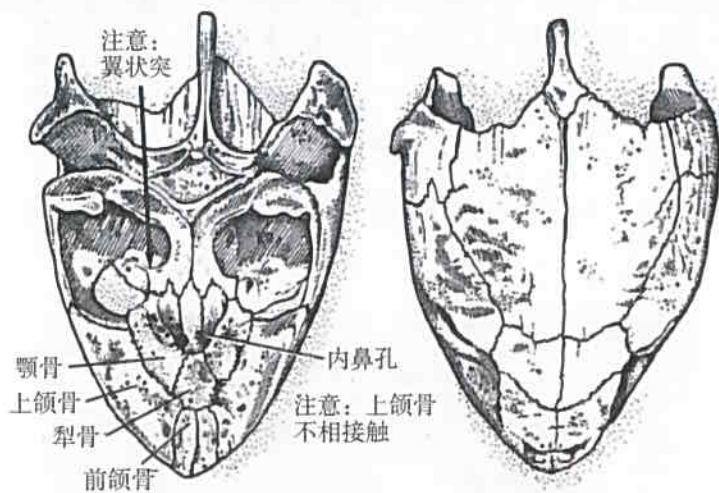


图3-2 海龟上颧骨的腹面

图片显示颅骨的腹面(咽喉部的舌骨被移除)与下颌和前端的颈椎骨通过关节相连接。上颌和下颌均由多块骨头构成。后脑壳是脑颅的一部分,通过关节与颈椎骨相连接。颈椎骨由几部分组成:一个椎体(或位于腹面的中心椎体)和背弓元件。C1—C4: 颈椎骨。



a



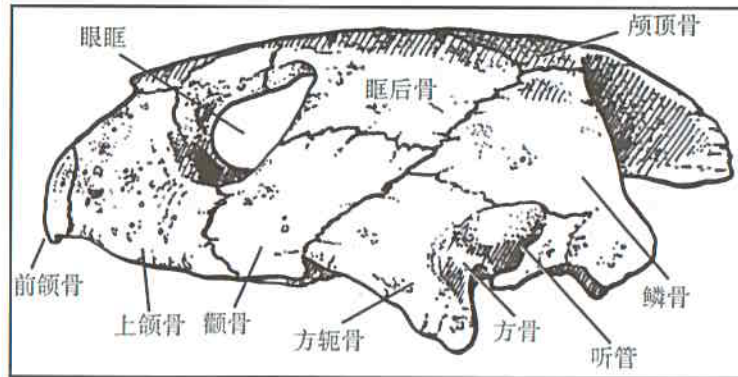
b

图3-3 海龟的头盖骨

关节的特性和骨的形状是每一物种的鉴别特征。组成上颌的骨头经常作为关键特征。例如,丽龟的头盖骨中,犁骨阻止了上颌骨的接触。在大体相似的蠪龟的头盖骨中,犁骨不与前颌骨相连,因此颞骨通过关节相连。翼状突的形状和位置也是关键特征。



a



b

图3-4 海龟头盖骨的侧面

在海龟科的不同种类中，头骨的侧面也有变化，眼球位于眼眶内，耳道位于方轭骨后部的凹槽中。

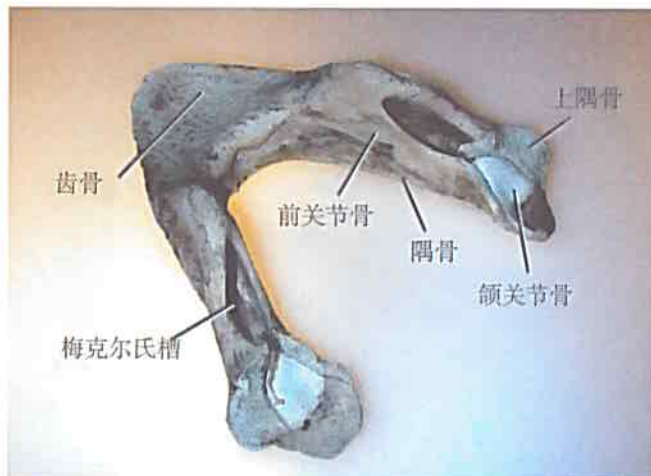


图3-5 海龟下颌骨

组成下颌的骨骼有：齿骨、隅骨、上隅骨、前关节骨、夹板骨(未显示)和颌关节骨。软骨部分为梅克尔氏软骨，在活体时发现于梅克尔氏槽中。

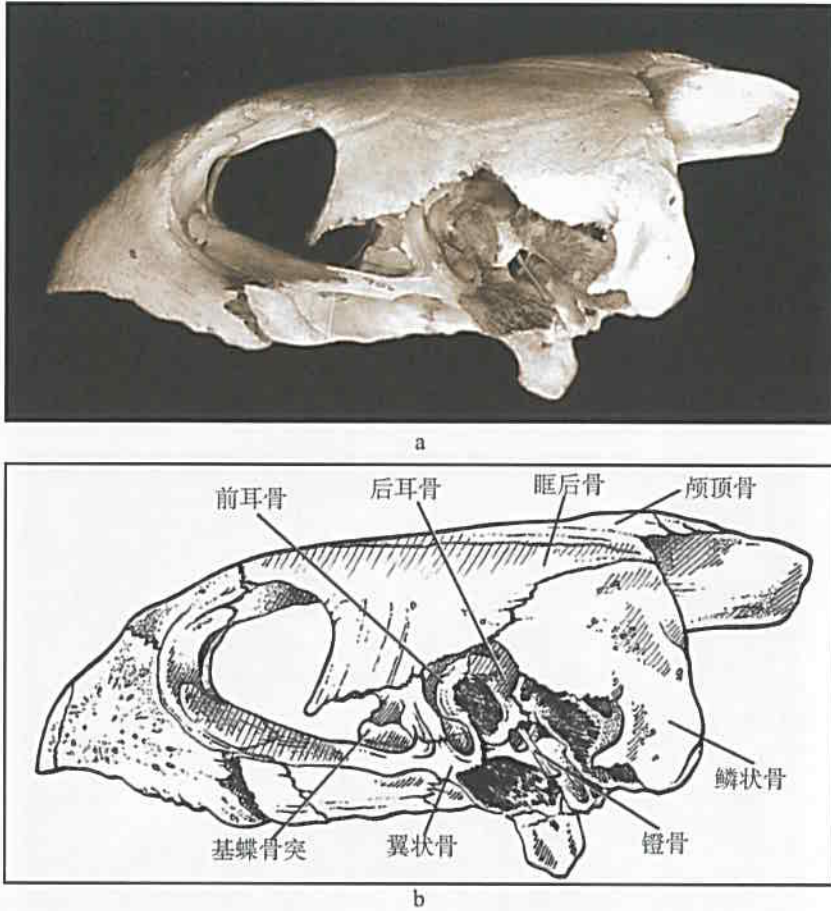


图3-6 玳瑁头骨的侧面

通过移除颞骨、方轭骨和方形骨，玳瑁的脑颅部分暴露。脑壳小并形成里面的颅顶。前面的(吻突和翼状骨)及侧面的(前耳骨和后耳骨)骨头形成了脑壳壁。

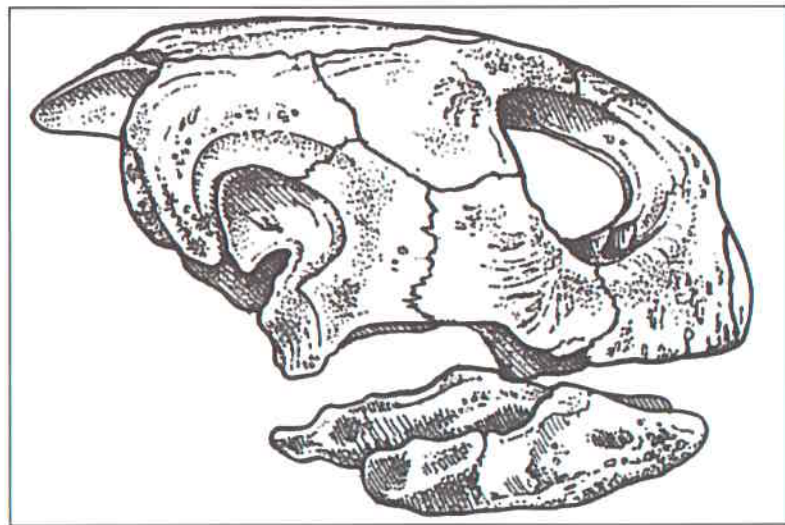
四、从颅骨来鉴定海龟种类 Species Identification from Skulls

下面的描述仅基于骨的特征，而不包括鳞片或角质喙的形成(“嘴鞘的结构”，P28-30)等其他特征。

绿海龟(图4-1~图4-3)脑壳呈圆形，有一个短吻和侧壁的浅浅刻痕(图4-1)。上颚呈平滑的“U”形轮廓，上颚边缘和内鼻孔之间的上颚有一对平行于外缘的脊(图4-2)；下颚有一平行于其内表面的脊(图4-3)和中线尖端。

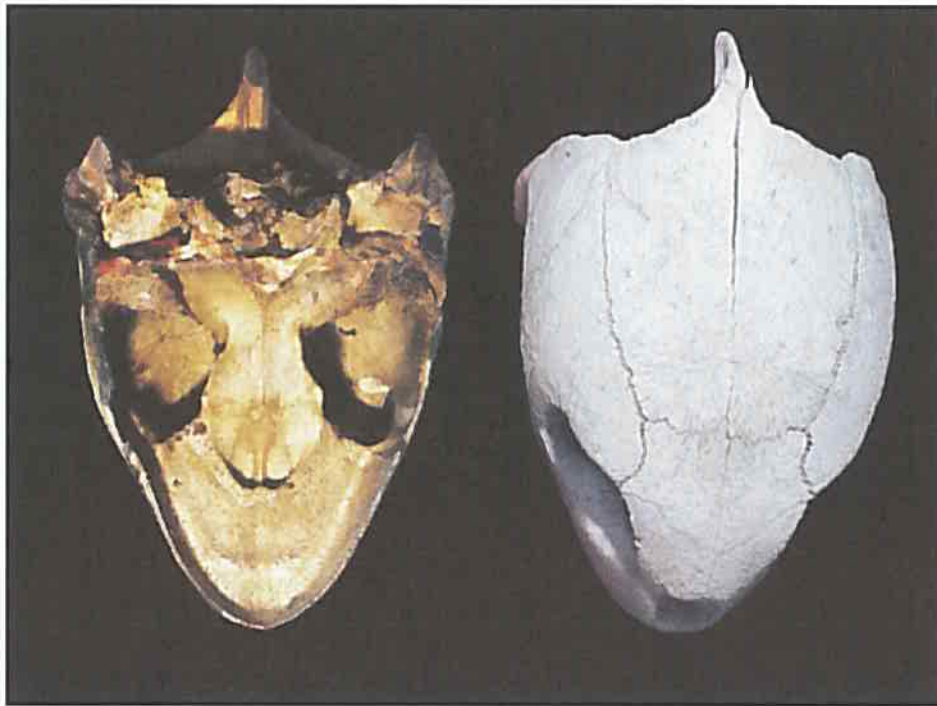


a

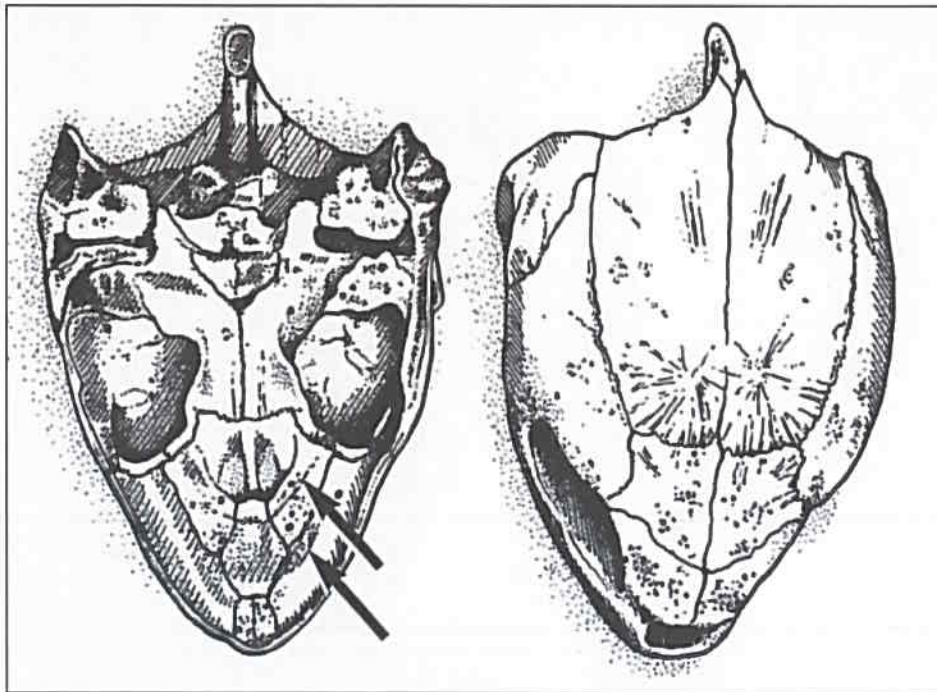


b

图4-1 绿海龟头骨的侧面观



a

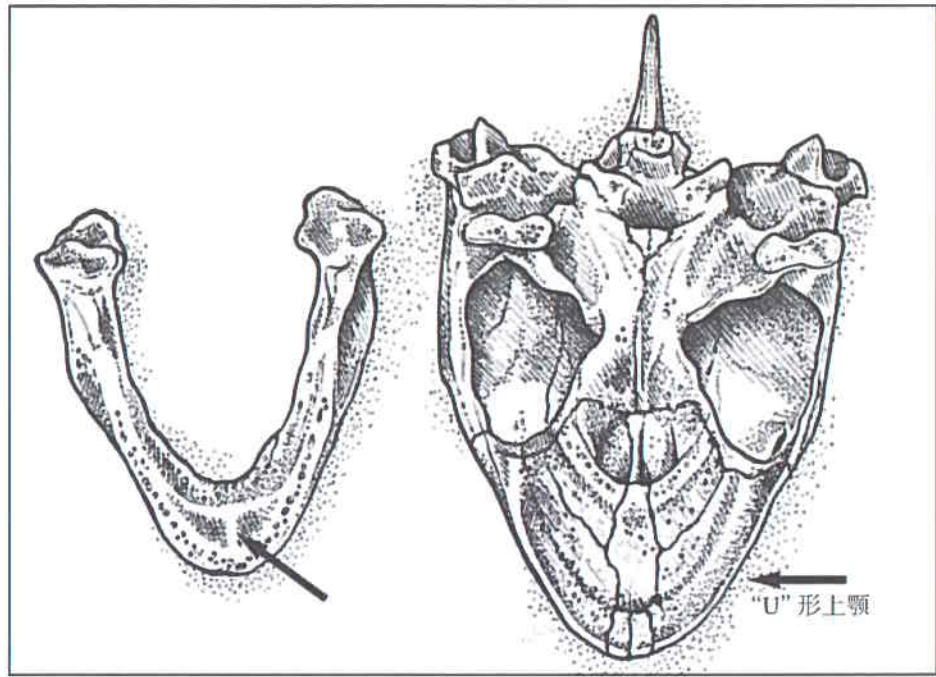


b

图4-2 绿海龟颅骨的背面和腹面观(注意箭头指向上颌的脊突)



a



b

图4-3 绿海龟颅骨的腹面(右)和下颌(左, 箭头指向下颌中线尖端)

红海龟是龟鳖目海龟科蠍龟(图4-4、图4-5)属的一种。其头相对比较大,后部变宽,并且眼眶前面的鼻吻部逐渐变窄。顶骨的“V”形凹痕(即顶骨缺口或顶切迹:由后部边缘的鳞状骨、顶骨和上枕骨形成“U”形刻痕)较大,颌坚固且外形像一个宽的“V”字。红海龟有一个相对长的次生颚(次生颚是块骨板,分开或部分分开食物和空气通道)。上颚缺少齿槽的脊和两个颞骨在前颌骨前方相互接触。上颚缺少齿槽的脊和两个颞骨在前颌骨前方相互接触。

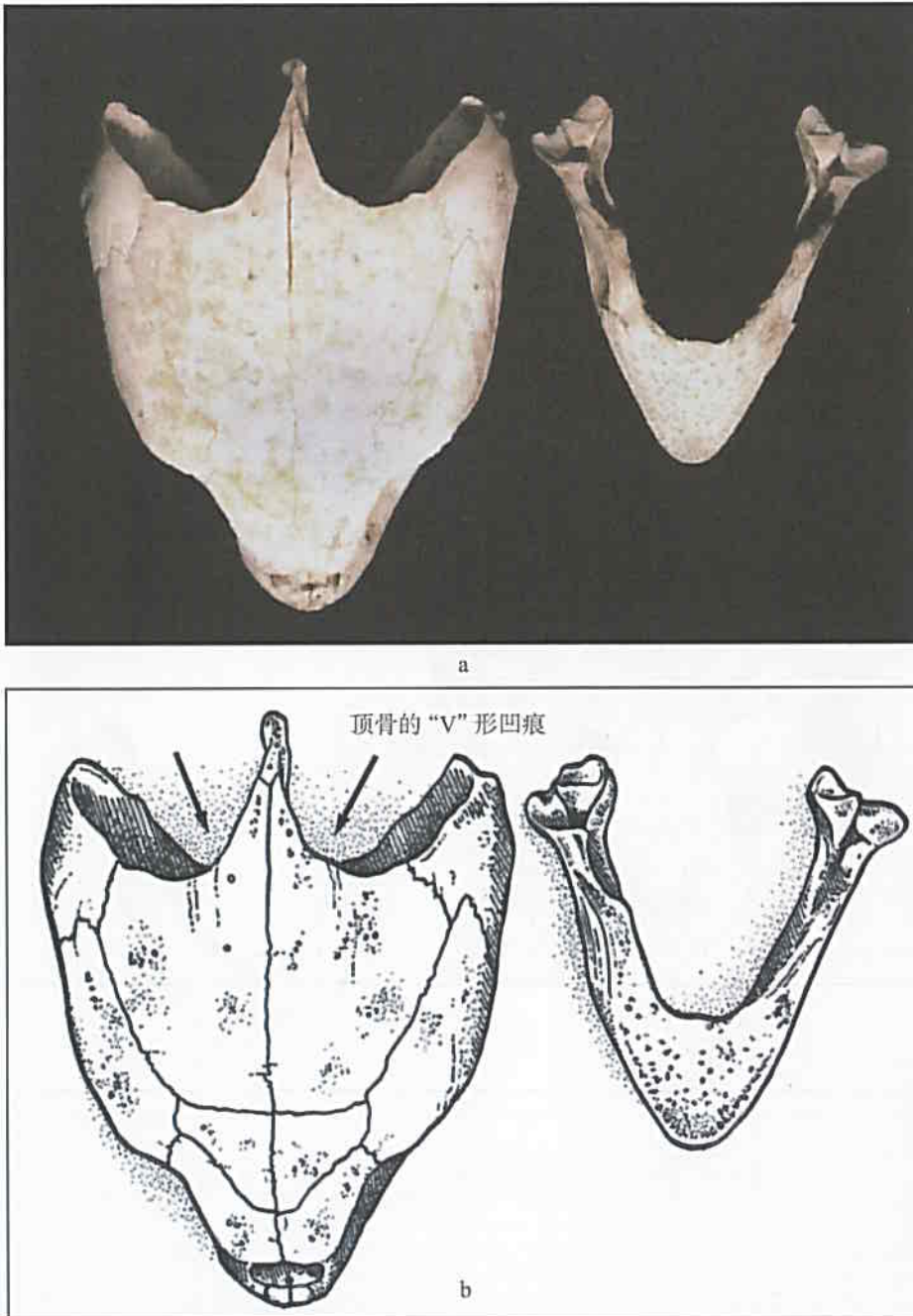
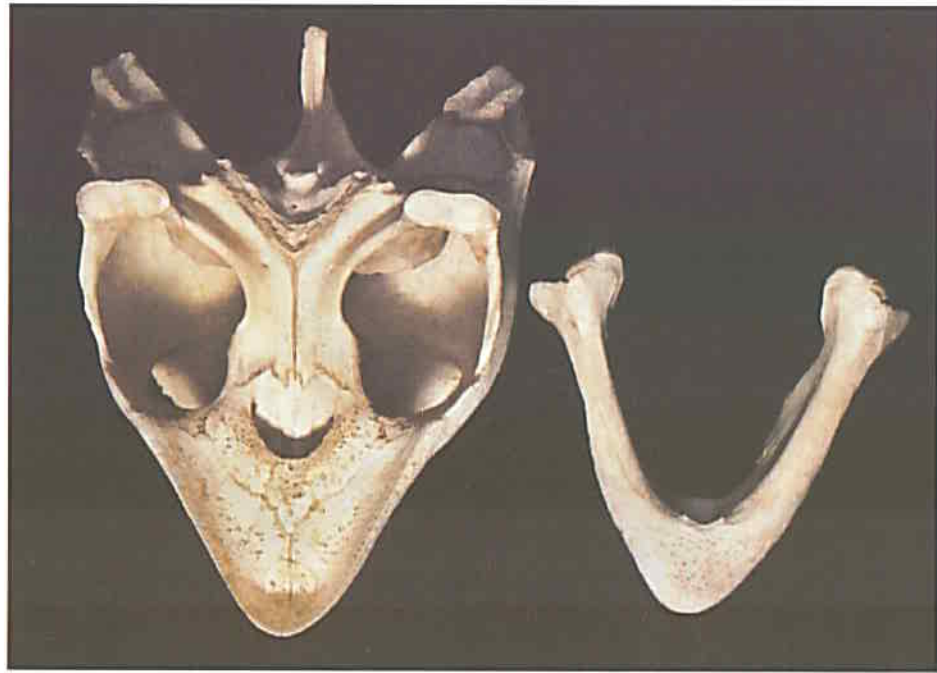
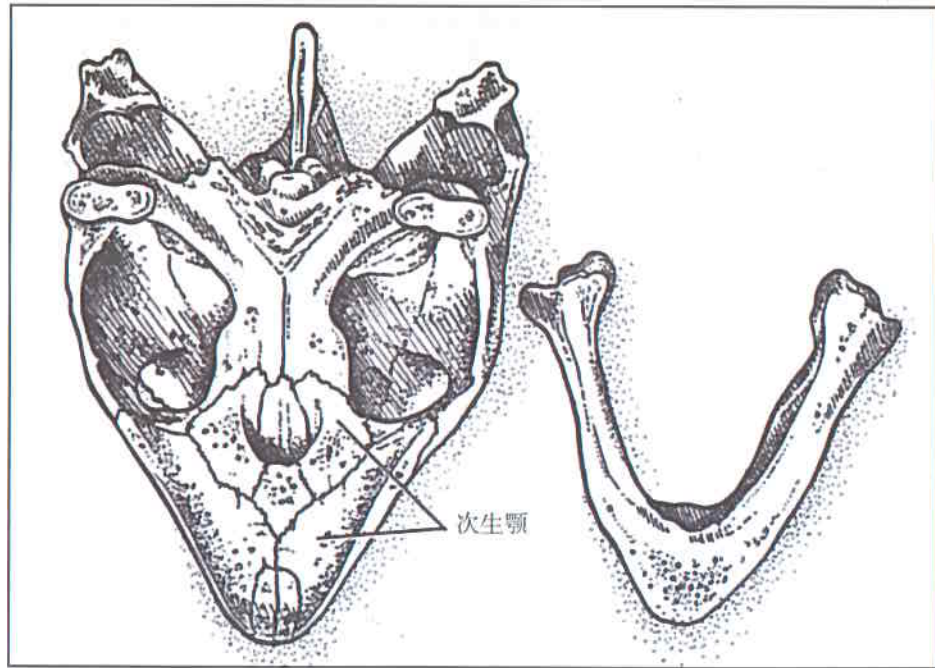


图4-4 蠍龟颅骨背面及下颌(箭头指向顶骨的“V”形凹痕)



a



b

图4-5 蠘龟的颅骨腹面及下颌(注意两颞骨在中线相接)

肯普氏丽龟(大西洋丽龟)的颅骨在整体形状上与红海龟相似,但可从颞的特征来区分。肯普氏丽龟的脑壳大体上呈三角形,顶骨的“V”形凹痕发育良好(图4-6)。眼眶前方的吻部逐渐变窄。颌的形状呈宽而弯曲的“V”字,且有一个相对长的次生颞。上颞有纵向的齿槽脊,且两个颞骨被犁骨分开(犁骨向前与前颌骨关节接合)。与其他种类相比,肯普氏丽龟的眼眶较小,且每个眼眶的背缘都有骨脊,从眶后骨前方向两侧延伸。

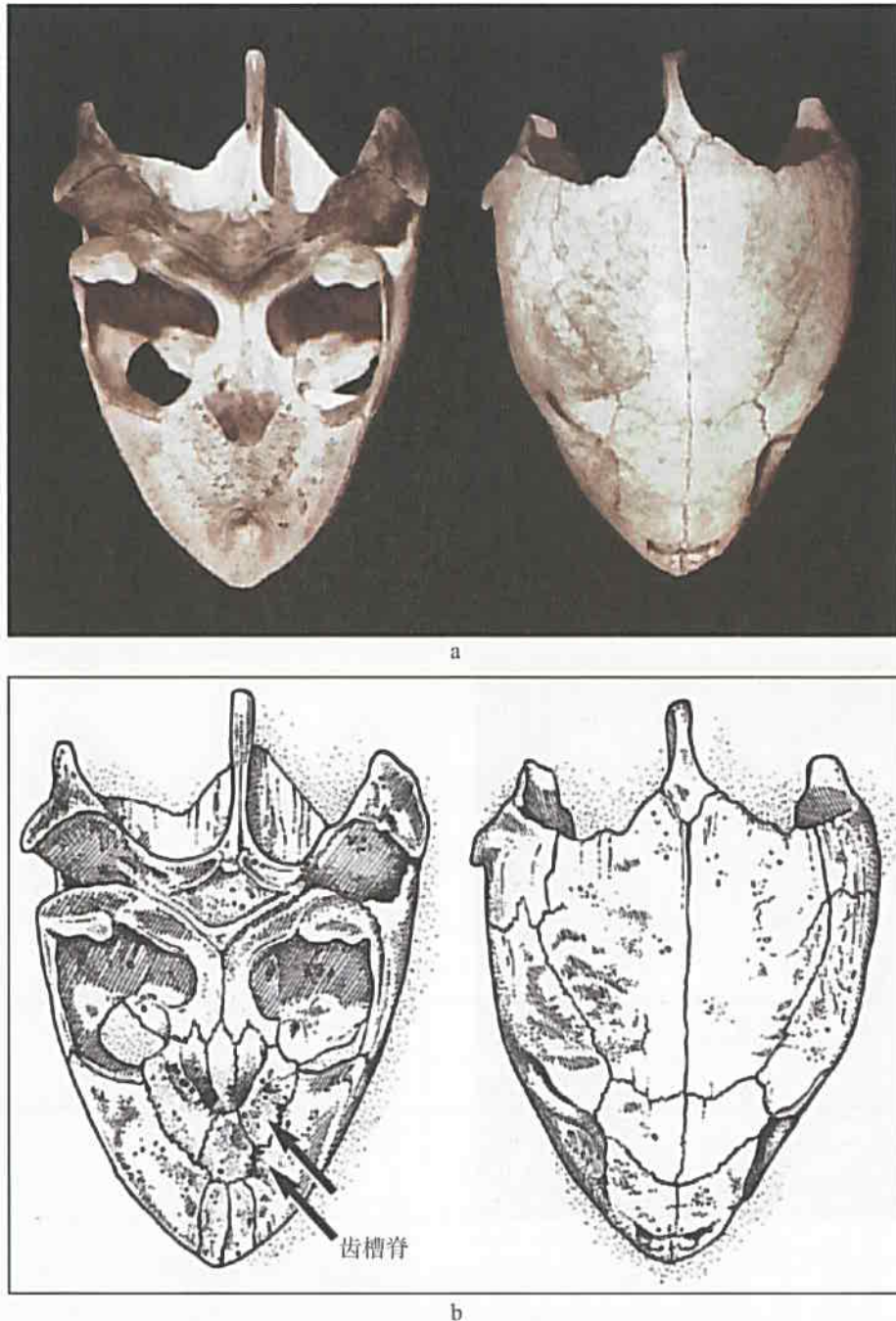


图4-6 肯普氏丽龟颅骨的背面及腹面

太平洋丽龟颅骨的形态与红海龟及肯普氏丽龟的相似(图4-7~图4-9),大体上呈三角形,后部宽,且有深的顶骨缺口。颌呈宽的“V”形,上颚缺少齿槽脊。两上颚骨被与前颌骨相关联的犁骨分开。眼眶大于肯普氏丽龟(图4-10),且其翼状骨在最窄处比其他种类的宽。

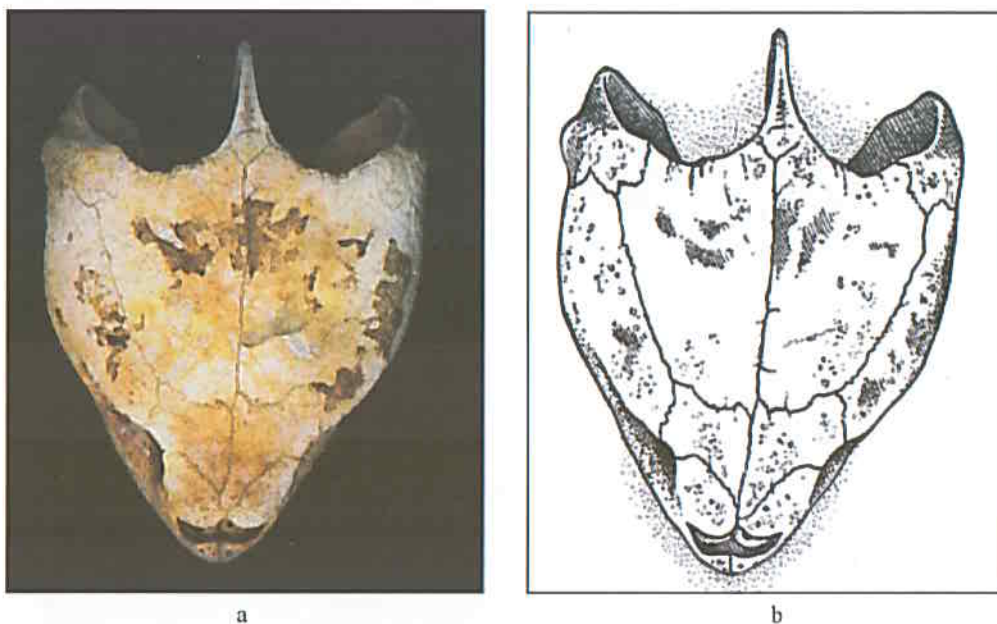


图4-7 太平洋丽龟颅骨的背面

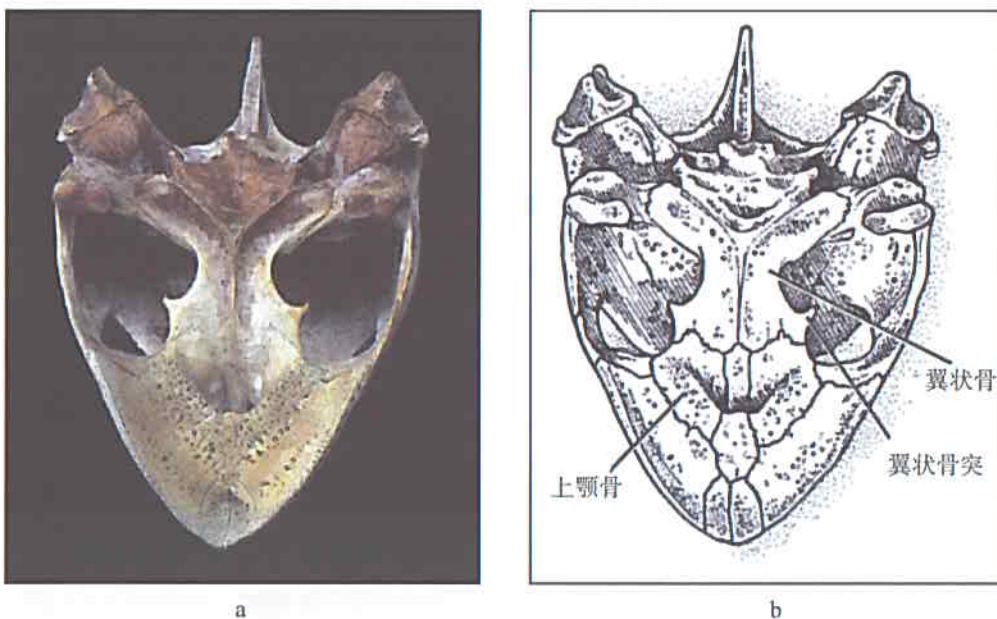


图4-8 太平洋丽龟颅骨的腹面

与肯普氏丽龟相比,太平洋丽龟的翼状骨成比例地增宽,其翼突更显著。

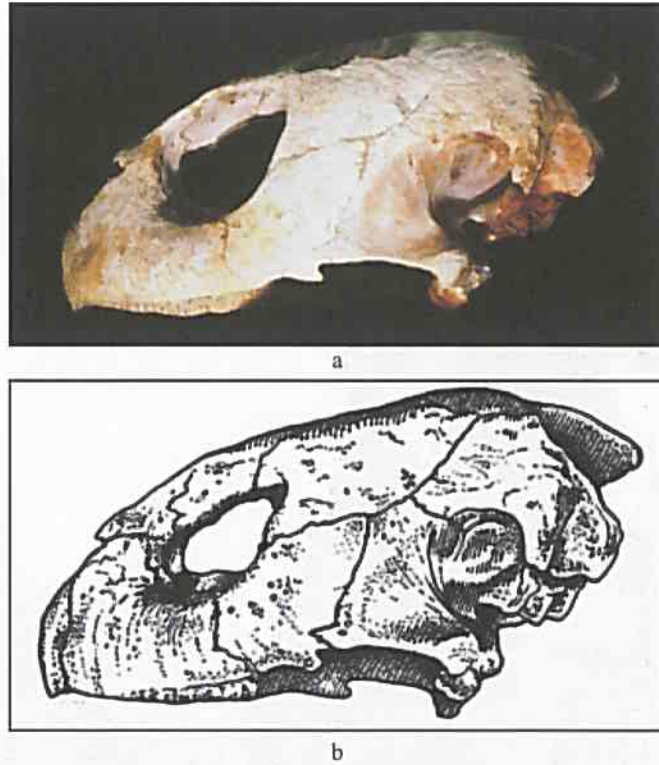


图4-9 太平洋丽龟颅骨的侧面

沿其长轴测量时，其眼眶相应地比肯普氏丽龟的大。

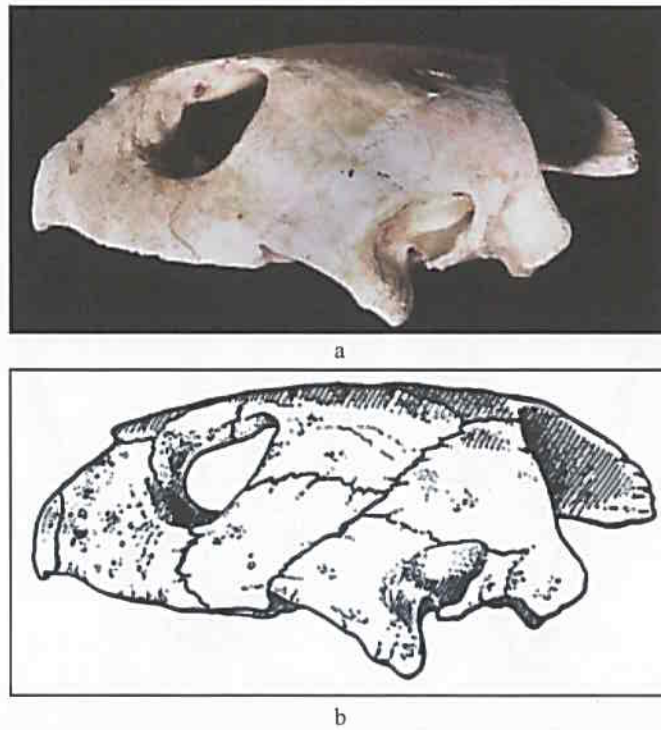


图4-10 肯普氏丽龟颅骨的侧面(注意其更小的眼眶及轻微的钩吻)

玳瑁(图4-11、图4-12)的颅骨长且窄，长度大约是宽度的2倍(脑壳最宽处)。其颅骨有深的顶骨缺口、吻部逐渐变得尖细，颌呈窄的“V”形。次生颞发育良好，内鼻孔在口腔前端的1/3处。两上颞骨被与前颌骨相关联的犁骨分开。

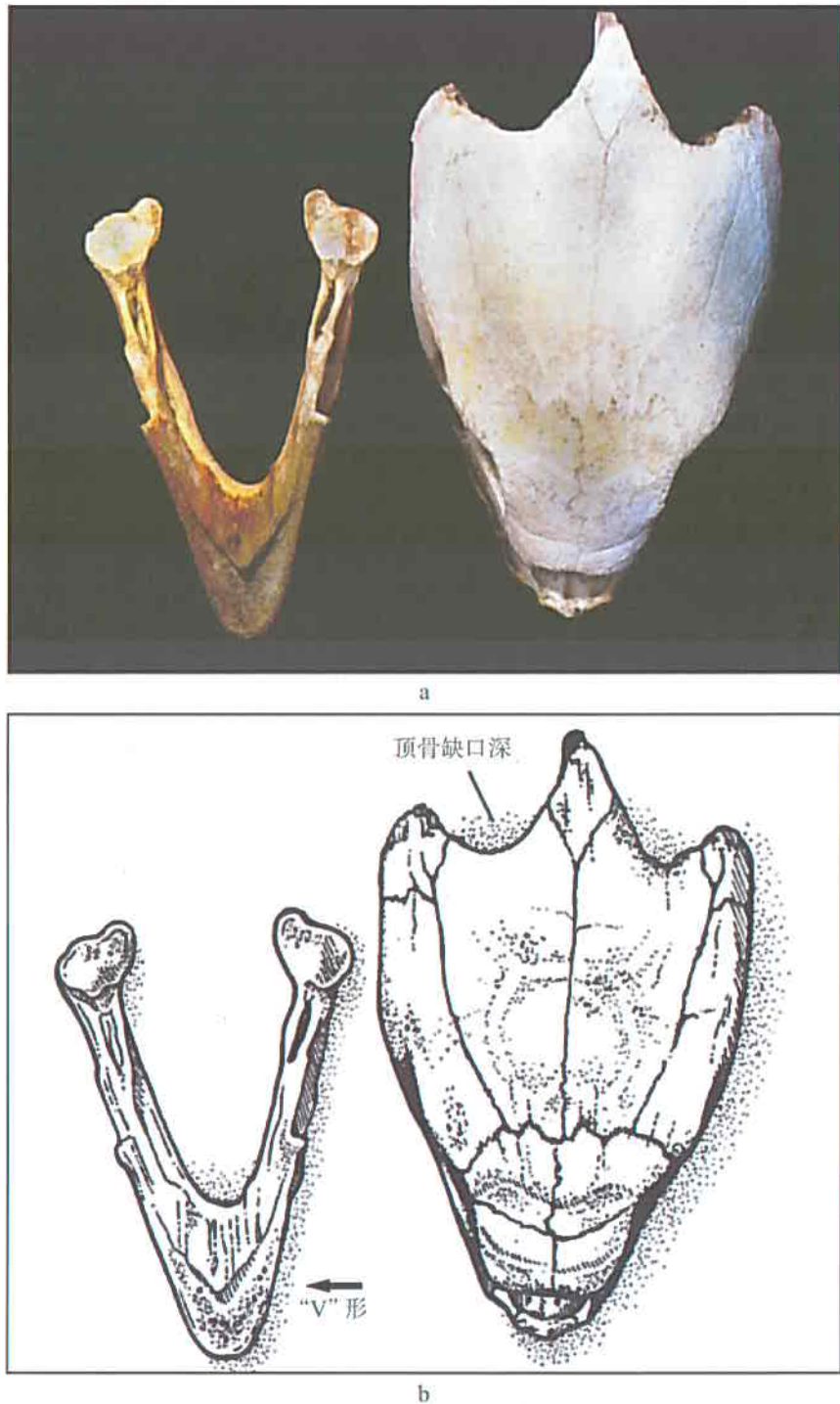
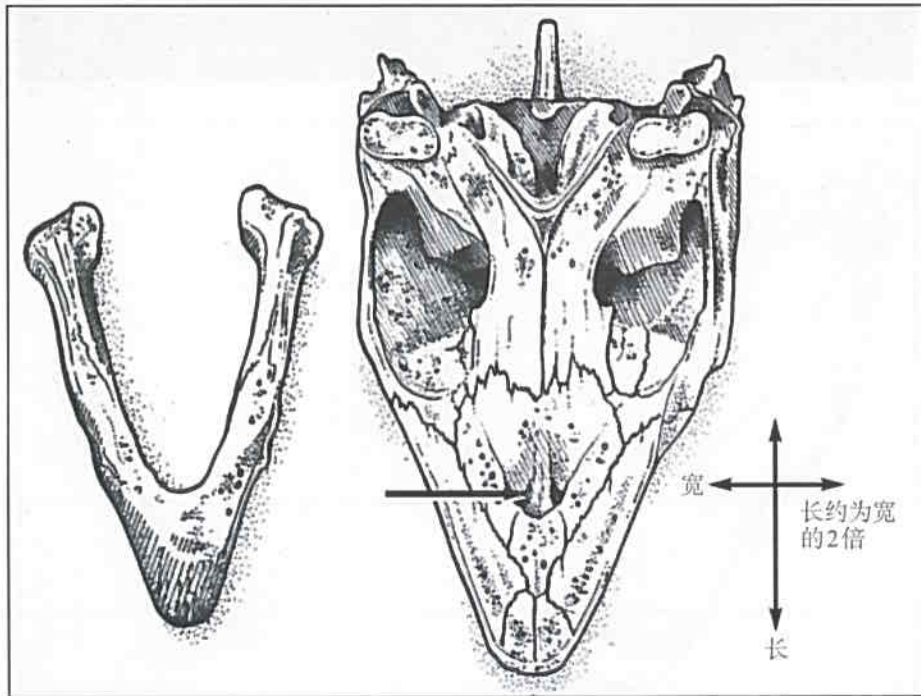


图4-11 玳瑁颅骨的背面及带有嘴鞘的下颌(颌非常窄，且呈“V”形)



a



b

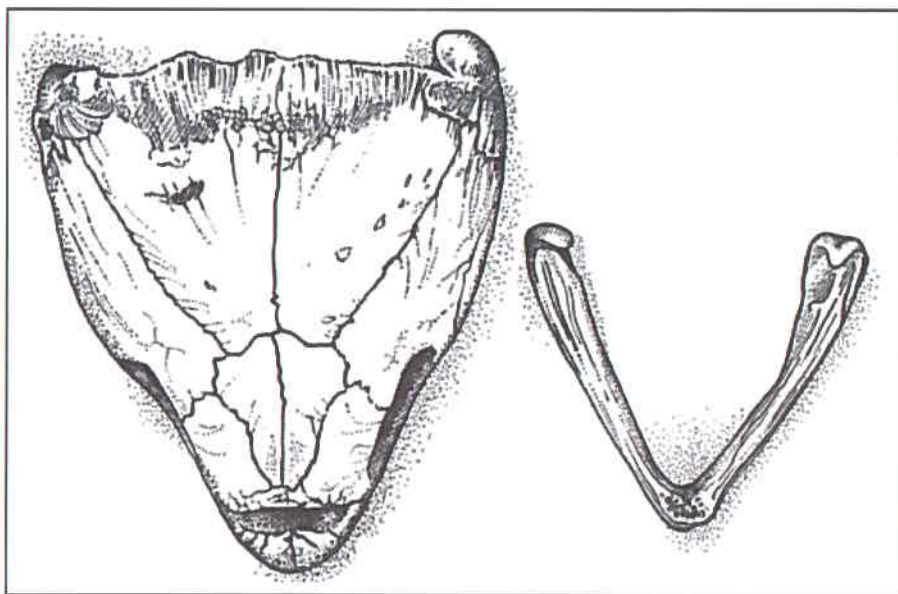
图4-12 玳瑁的颅骨腹面及下颌

玳瑁的颅骨长且窄(与其他种海龟相比), 次生颚较长, 因此内鼻孔(箭头所指)相对靠后。

棱皮龟(图4-13、图4-14)的颅骨不太可能与其他种类的混淆。其颅骨宽阔且前方有大而圆的眼眶,没有顶骨缺口。骨联结松散(缺少骨融合,此乃性早熟、幼态持续,具有胚胎期的特征);很少或无次生颞。颌缘锋利且有缺刻,在前颞骨上有突出的顶点。在颌部联合处,下颞向背部指向一点(此处是两半下颞接合点)。下颌有一个软骨部分在齿骨内侧。



a



b

图4-13 棱皮龟的颅骨背面及下颌

与其他种的海龟相比,棱皮龟的骨骼组合更疏松。因缺少骨融合,棱皮龟的颅骨及骨骼形态被描述为性早熟或幼态持续(具胚胎期的特征)。

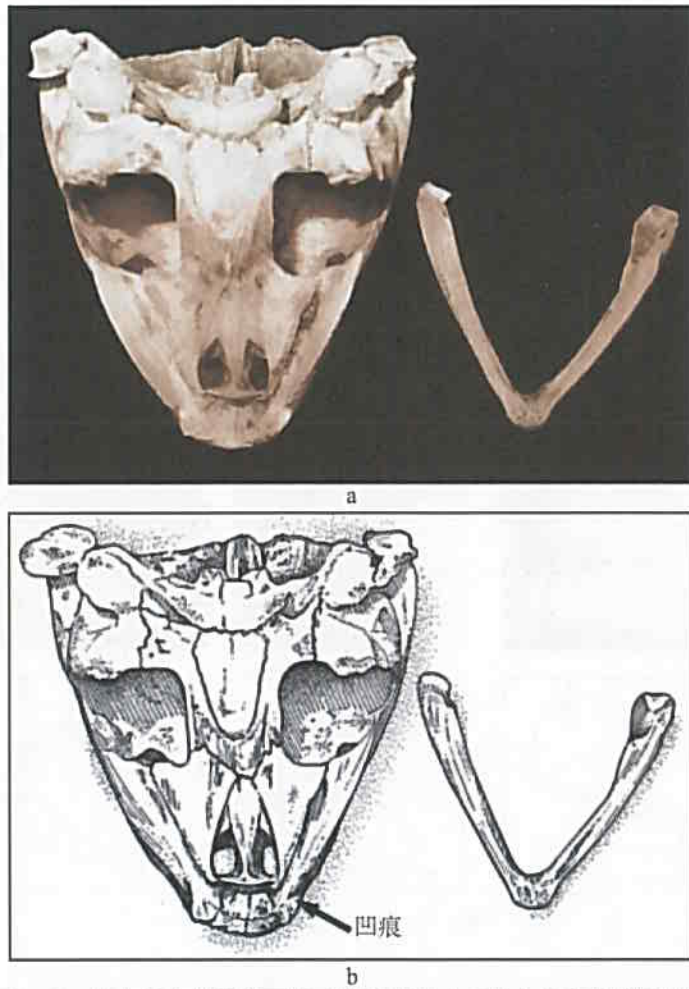


图4-14 棱皮龟的颅骨腹面及下颌(注意次生颞缺失及疏松的骨连接)



图4-15 美国海域中发现的所有海龟种的颅骨

从右上方按顺时针方向依次为: a. 棱皮龟; b. 玳瑁; c. 绿海龟; d. 太平洋丽龟; e. 肯普氏丽龟; f. 蠍龟。玳瑁、绿海龟及肯普氏丽龟的头骨来自未成年个体, 其余的是成年个体。

五、嘴鞘的结构 Rhamphotheca Structure

喙状嘴

喙状嘴是龟鳖动物角质化的上下颌(喙)。它们覆盖(保护)上颌的上颌骨、前颌骨和犁骨,以及下颌的齿骨。品种不同,食性则不同,喙亦不同,可用于鉴定。

有好几个术语是用来描述嘴或喙的位置的。齿槽发现于除龟以外的有齿爬行类的颌口的内表面和边缘,上颚是指口腔顶部的水平面。颊部是指靠近舌的下颚部。

下面是阐明和描述种的喙状嘴的特定特征,对鉴定种类非常有用(图5-1)。

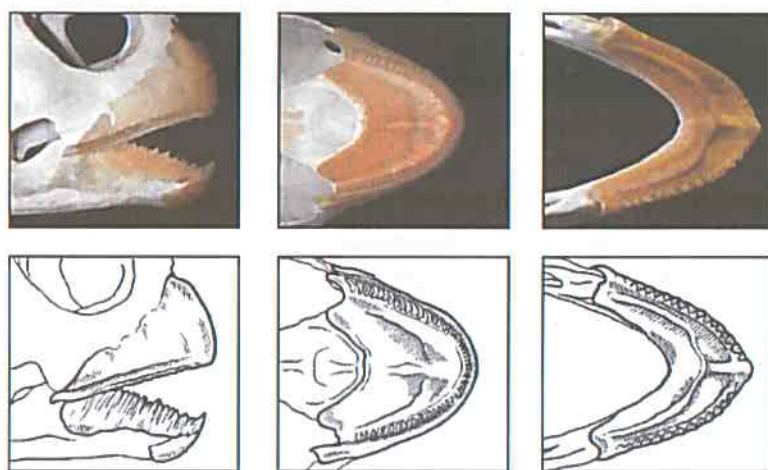


图5-1a 绿海龟的喙状嘴

其嘴吻部圆,表面角质化、平滑而细致;边缘轮廓为锯齿形和穗状尖头;上喙有锯齿状的、短的牙尖;内表面有垂直的、对齐的脊;下喙有锯齿状的、垂直的穗状突起;平行的内脊具有更细小的成排牙尖;中腹脊无尖刺连接两侧;中央脊两侧的齿槽表面有两凹沟。

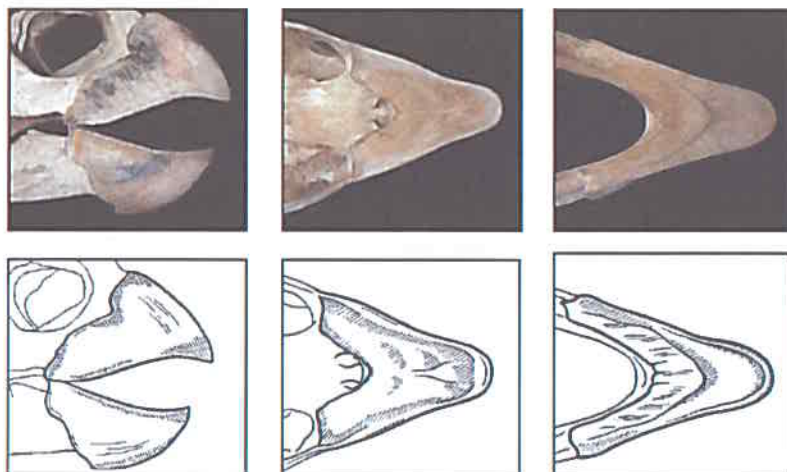


图5-1b 玳瑁的喙状嘴

其嘴构造适中；吻部狭窄、齿槽缘锋利；上喙颚非常光滑；纤细的脊与下颚平行，年老的脊可能有磨损；下喙窄而平滑；三角形的突出从口腔后缘伸向前方。

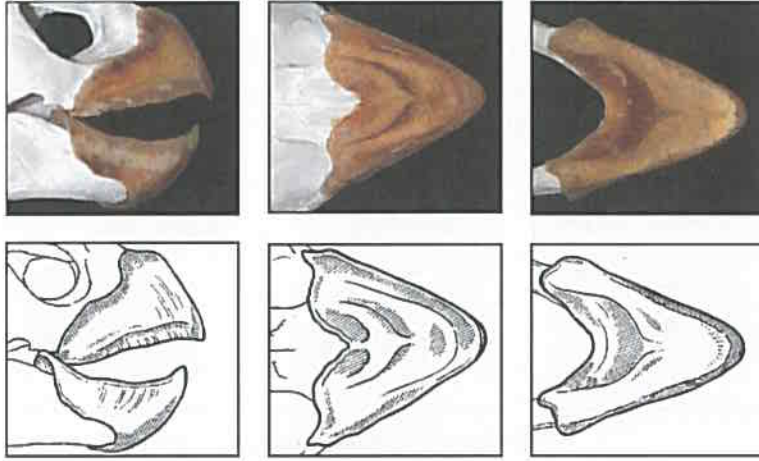


图5-1c 红海龟的喙状嘴

其喙状嘴构造坚固，齿槽的边缘锋利；年幼个体的上、下颌向前集中到一点；上喙的上颚部分宽阔，口腔内形成咀嚼面；年幼个体中发现有两个“V”形上颚脊，其在年老个体中已磨平；下喙呈槽状、咀嚼面厚；在后缘还发现有一个“U”形咀嚼面。

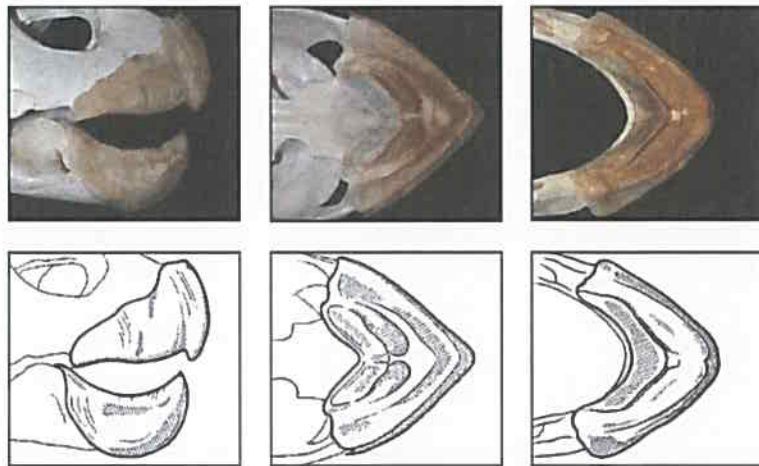


图5-1d 肯普氏丽龟的喙状嘴

其嘴由很厚的(角质化)齿龈表面构成；上下颌在前方形成钩状点；上喙咀嚼面宽阔，角质化边缘锋利；上颚部有两个大的月角；下喙呈槽状，有两个与上颚月角相对应的凹沟；后缘有锋利的“U”形脊。

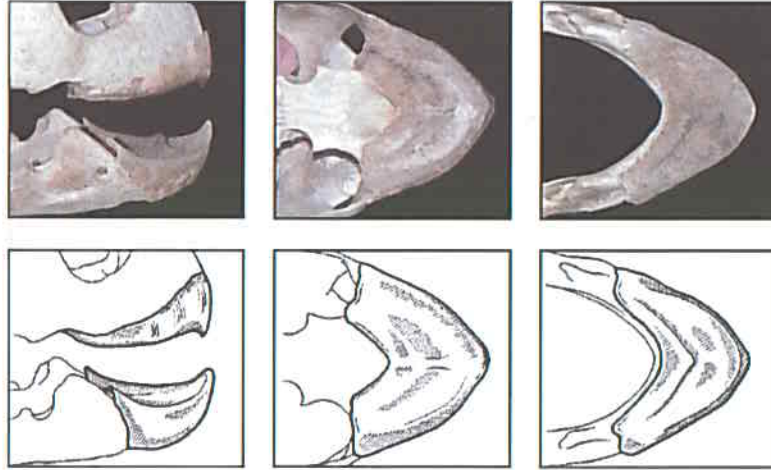


图5-1e 太平洋丽龟的喙状嘴

其嘴由很厚的(角质化)齿龈表面构成；上下喙指向前中线；上喙呈宽板状，角质边缘锋利；上颚两侧有个向前伸到内鼻孔的脊；下喙的口腔后缘有一个宽而锋利的“V”形脊。

六、标准测量方法 Standard Measurements

当描述海龟的大小时，有几个测量长度(图6-1)的不同方法。采用不同的测量法是为了能与世界各地的海龟研究分享可比较的数据。采取曲线测量法时，用一把非拉伸的卷尺，采取直线测量法时则用卡尺。下面是标准测量方法及其界线。

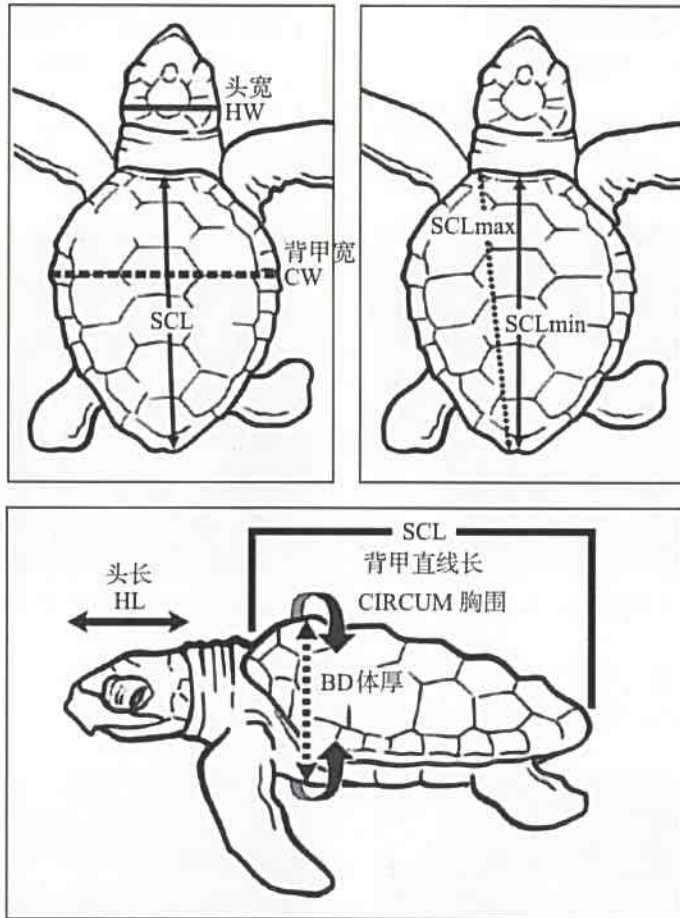


图6-1 海龟的各种测量法

海龟科的标准长度(背甲直线长SCL及背甲曲线长CCL)测量自颈盾中点到背甲最后端(图6-2、图6-3)。背甲直线长(straight carapace length = SCL): 颈盾凹陷中点至臀盾后缘顶点之间的直线长度。背甲曲线长(curved carapace length = CCL): 颈盾凹陷中点至臀盾后缘顶点之间的曲线长度(使用同样的界标但用的是卷尺)。如果卷尺越过生物个体,在测量时应该做记录描述这个偏差。测量棱皮龟的背甲直线长(SCL)是从颈背缺口中间到尾柄最末端。测量棱皮龟的背甲曲线长时,拉紧卷尺从颈背缺口中间量到尾柄终点,不必使卷尺紧贴背脊。



图6-2 背甲直线长(SCL)



图6-3 背甲曲线长(CCL)

最小背甲长(最小背甲直线长SCLmin和最小背甲曲线长CCLmin),也叫缺口对缺口的长度,是测量自颈盾中点到最后两个缘盾相接的缺口之间的距离(图6-4、图6-5)。



图6-4 最小背甲直线长(SCLmin)



图6-5 最小背甲曲线长(CCLmin)

最大背甲长(最大背甲直线长SCLmax和最大背甲曲线长CCLmax),有时也叫最大长度,是从背甲最前端部分到同侧背甲的最后端点(图6-6、图6-7)。



图6-6 最大背甲直线长(SCLmax)



图6-7 最大背甲曲线长(CCLmax)

背甲宽(背甲直线宽SCW和背甲曲线宽CCW)是测量背甲最宽处(不在特定的盾片)。棱皮龟的背甲宽通常是测量最外侧脊的最宽处。需要注意的是确保卡尺或卷尺与动物的长轴垂直。用卷尺与卡尺测量最大宽度时不会总是落在同一个点上(图6-8、图6-9)。



图6-8 背甲直线宽 (SCW)



图6-9 背甲曲线宽 (CCW)

最大头宽 **Maximum Head Width (HW)** 是用卡尺测量头部最宽处 (图6-10)。

最大头长 **Maximum Head Length (HL)** 是沿中线从上颌最前端测量到颅骨的最后端——上枕骨冠 (图6-11)，作为界标，这块骨头是通过触觉 (触诊) 进行识别的。



图6-10 最大头宽 (HW)



图6-11 最大头长 (HL)

记录体厚 **Body Depth (BD)** 时，让动物侧起身或挖一个沟使得成年动物身下的卡尺爪着地。采用这种测量法时，应保持下端卡尺爪与腹甲平行，使得卡尺在最大壳高处 (图6-12)。

测量动物时，要检查前后肢标记或标记的伤疤 (棱皮龟的标记或创伤在尾部附近，图6-13)。

腹甲长 **Plastron Length** 有直线长 (**SPL**) 和曲线长 (**CPL**)，其定义为坚硬腹甲的最后端至最前端。这些点可能超越颈部的腹底面的间喉盾或喉盾和腹甲的肛盾或间肛盾 (图6-14、图6-15)。



图6-12 体厚Body Depth (BD)

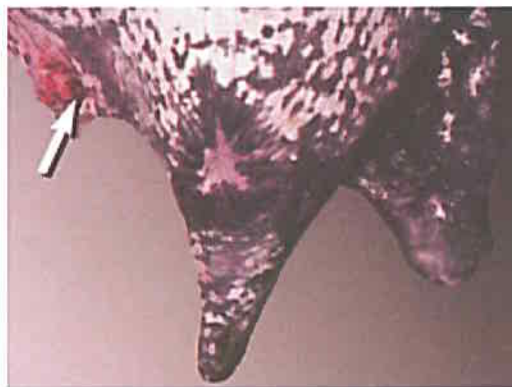


图6-13 棱皮龟标记 (Tag) 撕下的伤疤



图6-14 腹甲直线长 (SPL)



图6-15 腹甲曲线长 (CPL)

总尾长 **Total Tail Length (TTL)** 是测量腹甲最后端至尾尖的长度。腹甲至泄殖孔长度 **Plastron-to-Vent Length (PVTL)** 要单独测量，是从泄殖孔中间到腹甲最后端。泄殖孔至尾尖长 **Vent-to-Tip Length (VTTL)** 是从泄殖孔中心测量至尾尖或估算减损的长度 (图6-16、图6-17)。



图6-16 总尾长Total Tail Length (TTL)



图6-17 泄殖孔至尾尖长Vent-to-Tip Length (VTTL)

胸围 Circumference (CIRCUM) 测量与海龟体长轴相垂直的最大周长(鳍状肢除外, 图6-18、图6-19)。



图6-18 胸围 Circumference (CIRCUM)



图6-19 胸围 Circumference (CIRCUM)

七、解剖方法 Methods of Dissection

1. 工具及准备

在开始解剖之前，确定具备所有必需的工具、数据记录表、钢笔和铅笔。工具应包括大、小卡尺，卷尺(图7-1)，数码相机，一个或数个锯子，铁剪(金属或骨头大剪刀)，一个或多个锋利的刀子，手术刀片及解剖刀柄，磨刀石或磨刀钢制品，止血钳子或老虎钳(图7-2)。其他有用的工具还有：钝的探针，有齿或无齿的镊子，移液用的吸液管和(或)注射器；碗状容器、塑料袋或瓶子，细绳或橡皮筋；最低限度的保护用品包括手套、靴子、上下身连体长袖工作服或工作裙；随手可用的纸巾。开始前确保工具锋利并能够经常磨使之锋利。海龟皮肤很坚韧，可能很快令刀子及解剖刀片变钝。为了清理方便，草药和抗菌肥皂有良好的消除异味及消毒作用；10%的含氯漂白剂(次氯酸钠)溶液用来消毒地面、碗或盘子；1份含氯漂白剂通常混合9份水作为检查惯用的溶液浓度；有些牌子的漂白溶液浓度比较高，对大多数精良的工具伤害很大。



图7-1 测量工具：一条无伸缩性的卷尺及大的游标卡尺(树卡钳)



图7-2 用于解剖的工具示例

如图7-2，从左向右依次是：铁剪、钝头剪、尖头剪、止血钳、无齿镊、钝探针及各种解剖刀。针筒及刀子(上方)也很实用。

2. 指南的使用说明

通常解剖进展过程依据身体部位进行，而研究者倾向于根据系统来探求结构。因此，此处将简要地根据解剖部位来描述，而每个结构必要的更详尽的描述将会专门放在相关器官系统详细资料的章节中。

下面是关于最普通解剖的指导说明。个体不同，解剖进行的顺序亦不同。虽没有一个正确的方法，然则所有的解剖工作应该从全面的外表检查及确认种类开始。拍照对确认种类、证明异常及解决问题很有帮助。

在大多数个案中，将动物尸体腹部向上放置时，工作起来最容易(图7-3)。对于大的动物可能要用重型设备来帮助搬运尸体。

当放置解剖的尸体时，要注意邻近建筑物、排水系统和潮汐情况。因解剖过程可能需要花费好几个小时，开始解剖工作之前，要考虑到当天的时间是否充足。在某些情况下，包装好整个或部分动物放入冰箱内是一个减缓腐烂的好策略。

3. 外表检查

关于尸体的一个完整描述应该开始于外表检查。种类、大小及性别(如已成熟)必须记录下来。外来杂物、异常情况、愈合或新鲜的伤口及其位置都应描述清楚。在一些种类中，肿瘤很常见，特别是绿海龟，其肿瘤的大小、色泽、质地及位置也要记录下来。



图7-3 海龟尸体腹部朝上

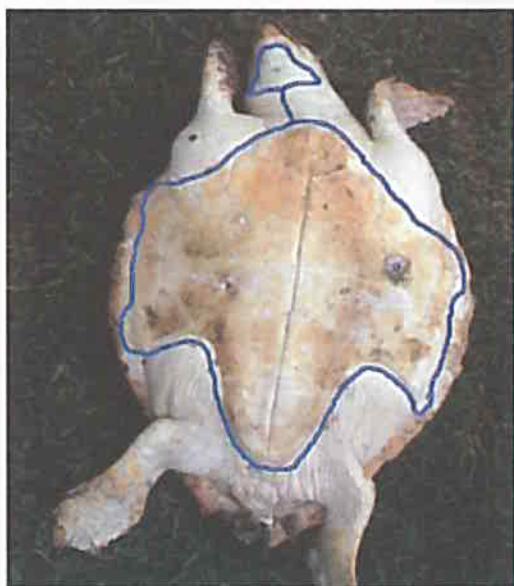


图7-4 腹部开始下刀的线路轮廓图

4. 开始解剖

由移除腹甲开始，在颈部皮肤上切个口，然后侧向延伸(图7-4、图7-5)。围绕腹甲附近的腋窝区和沿着缘盾与下缘盾之间的接缝切开(图7-5)。来自腹部骨骼的骨隆起扩展到靠近前后下缘盾的周围骨骼。因此，切口不能完全顺着接缝。后肢附近的皮肤和肌肉较薄，此处要小心，以免切破体腔。切口应沿着腹甲的后缘。



图7-5 海龟腹部切割

用刀子或手术刀片切割腹部，用刀子时，确保刀尖紧贴腹甲，防止伤及内脏。



图7-6 切除腹甲(肩峰突与腹甲间的连接要切断)

腹甲前部被厚厚的结缔组织粘附到胸部组织上(肩部骨骼)。在海龟科，这个部位在靠近中线、肱盾与喉盾会合的边际。在解剖硬壳海龟及棱皮龟时，都必须贴近腹甲切断连接

(图7-6), 以防损伤心脏、大血管或甲状腺(图7-7、图7-8)。切断连接后, 提起腹甲, 用钝器从壳上分离肌肉和血管。钝器解剖法, 是用手或钝器剥离结构, 常用来分离肩肌与腹甲及腹膜(一种覆盖在器官上的半透明结缔组织)之间的连接。



图7-7 棱皮龟巨大的胸肌及骨盆肌肉组织

体前端的两块白斑是切断的肩峰突韧带, 龟头朝下方。

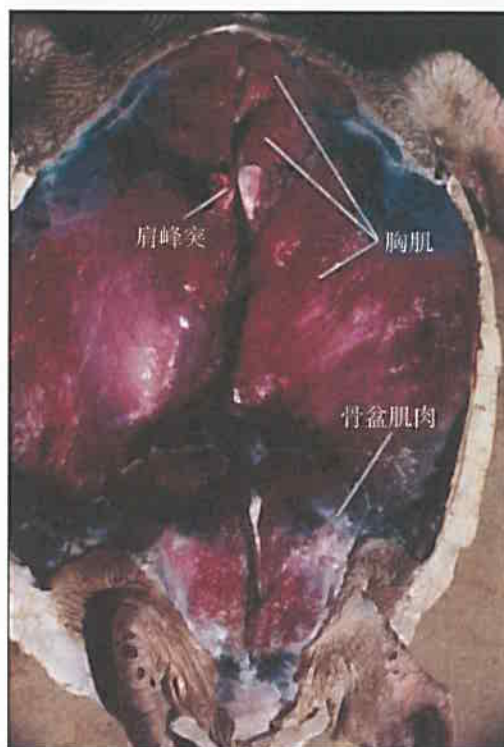


图7-8 暴露的胸腹部位

胸腹部及骨盆肌肉组织覆盖了大多数腹膜和器官, 这些必须清除以暴露腹腔。可见毗邻中线的一对肩峰突, 但胸肌遮住了扇形的喙突。龟头朝上方。

在完全从两侧移除腹甲之前, 确定绿海龟及丽龟的灰绿色拉斯克腺体的位置。拉斯克腺位于拉斯克孔(图2-14)深处, 包埋于脂肪内。触诊时, 该腺体比脂肪密度大。如需要取样, 可切下腺体, 像大多数器官一样切片; 如放入水中, 拉斯克腺会沉入水底, 而脂肪则浮于水面。这是区分二者的方法。

5. 内部界标

一旦移去腹甲, 你就会看到躯体胸腹部表面大部分覆盖着肌肉(图7-7、图7-8)。有三大主要肌群必须切除或剖开以露出内脏, 这些是沿着颈部的纵肌、用来游泳的大羽状胸肌和附着在腹甲的扇形骨盆肌肉(图7-8)。

可用来找到器官的好界标有肩峰突(图7-8)及长三角形的喙突(即前乌喙骨)。两个肩

峰突正好在体前方的颈后相交，并延伸到肩关节，其内侧有韧带相连接到腹甲，喙突从肩关节向后延伸到下腹部。这两个肩带的组成部分作为划动前肢的许多大肌肉的附着点(图7-8;“肌肉解剖”，图9-2~图9-5)。左右肩峰及喙突的边界清晰，可充当心脏、大血管和甲状腺的界标。主要的血管也可作为定位甲状腺和胸腺的标志。

旋转肩峰和喙突有助于将肌肉从腹膜(包住内脏)分离下来。通过这层腹膜可看到心脏、肝脏及主要血管(图7-9)。破坏肩胛骨到背甲的连接，移除鳍状肢和肩带，暴露内脏。割断连接甲壳和颈部的肩肌。拧断肩峰及喙突，直到从肩关节伸到背甲前端的肩胛骨游离。用钝器解剖法切除剩余的连接，然后从躯体上拿开肩带及鳍状肢。

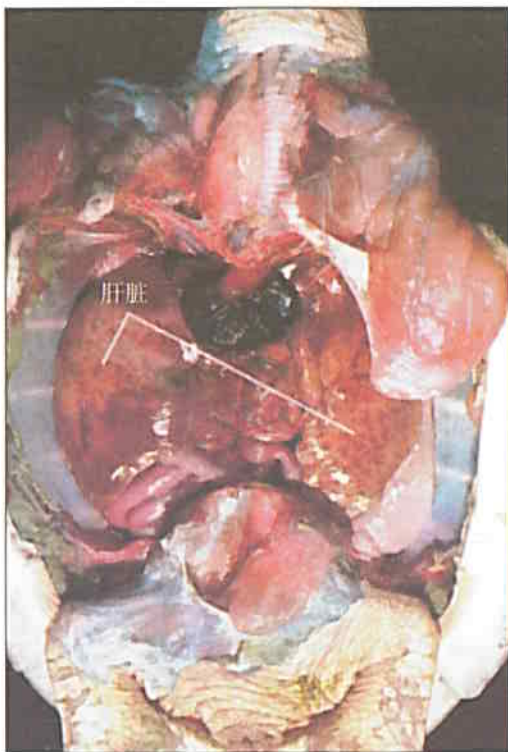


图7-9 暴露器官的布局(去除腹膜)

心脏位于中央、气管后方，肝位于心两边，右侧的肩带已切除，左侧的仍在。

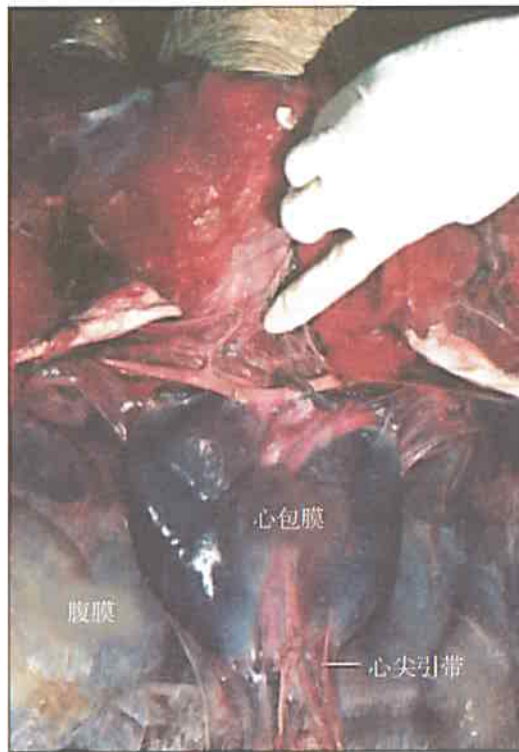


图7-10 心包膜容纳心脏及心包液

在甲状腺(指尖处)下方可见大血管(主动脉及肺动脉)及横向动脉，心脏由心尖引带(心包膜基部的组织索)系挂在后方。腹膜是一种半透明纤维膜并包围着器官，可见于心包膜两侧。

6. 心脏血管的解剖

打开心包膜(图7-10)，露出心脏。特别是那些经冷冻又解冻的标本，心包腔常有液体。

心包膜一经打开，就会看到心脏的3个腔室：心室、左心房及右心房各一(图7-11)。由一个叫心尖引带(图7-10)的纤维结缔组织索将心室联系到心包膜上。切断心尖引带后，

将心脏向前翻，就暴露出第4腔室，即静脉窦。静脉窦壁薄，收集从头部、心室、肺及躯体来的静脉血（“循环系统解剖”，图10-3）。

大血管（肺动脉、左主动脉及右主动脉）从心脏的前腹部升起。右主动脉随即发出一个分支：头臂动脉干（图7-11），接着其又向左右分支。小的甲状腺动脉由头臂动脉干产生，给单一的甲状腺供血。甲状腺摸起来好像是一个圆形的凝胶块。小心修剪掉脂肪及结缔组织，露出红色至棕色的甲状腺（图13-2）。接着头臂动脉干形成外侧的锁骨下动脉，后者伸向前肢又形成腋窝动脉。追随头臂动脉干到锁骨下动脉及腋窝动脉，就会找到左、右胸腺。在视觉上定位胸腺前，沿着锁骨下动脉及腋窝动脉用手摸就可找到胸腺。当已经识别了胸腺和甲状腺后，就可以切断所有的血管和静脉窦，移除心脏，进行仔细研究。如果想减少血液流进体腔，在切断前，也可以结扎血管。

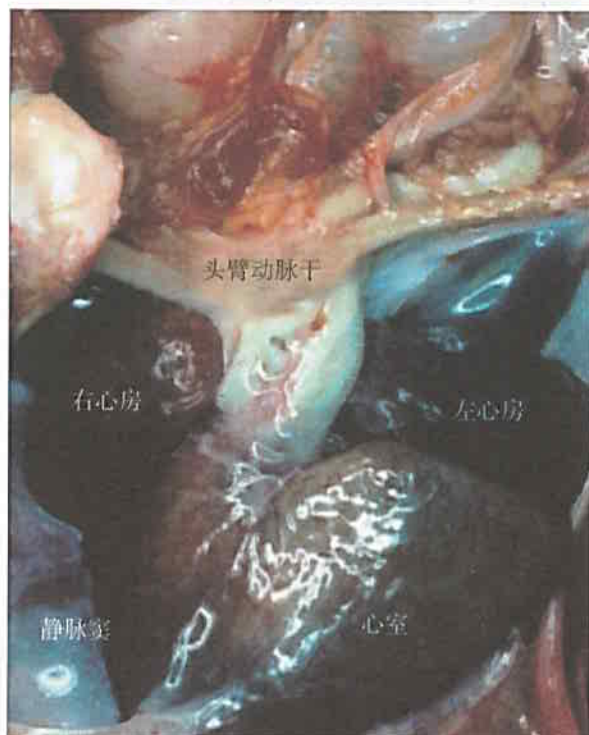


图7-11 暴露的心脏4腔

心脏有4腔：静脉窦、左心房、右心房及心室。两主动脉及肺动脉干出现于心室前方及两心房之间。头臂动脉干是定位甲状腺及胸腺的界标，心被推向外侧以显示静脉窦。

7. 胃肠道及其相关结构

接下来检查胃肠道。在颈部皮肤的中腹处切口，暴露通向胃的食道及通向肺的气管。打开颈部皮肤及肌肉深部至舌骨（支持舌及某些颈肌的骨骼结构）。沿下颌内表面切开，切除舌、声门、气管和食道。气管和食道将晚于舌器脱离。食道在气管深处稍偏右。软骨环是气管的典型特征。食道是一条瘪陷的肌肉质管子。如果难以发现食道，可以用钝器或从咽喉插管并移动探针来定位该结构。

在体腔内，食管急转向左连接到胃。胃包括消化腺（肝脏及胰腺）通向小肠。大肠与小肠末端相连，胃肠系统以直肠结束（图7-12）。



a



b

图7-12 已切除肝、脾、肠系膜及泄殖腔的玳瑁的肠管
消化道包括食管、胃、小肠及大肠，彼此间容易区别。

一旦确定食管的位置，在近口腔处用细绳或橡皮筋结扎以免滑脱，然后从口腔切断，移出肠管以便检查。用钝性剥离法将食管、胃与气管及肝脏分开。胃附着在肝左叶腹面和左肺背面。为了切除胃，且使得肝脏和左肺完整无损，这些连接必须切断或小心破坏。

继续撕扯或破坏肠系膜（悬挂、支持器官的扁平组织）及血管，移出肠管。小心别割破胃或肠，胃与小肠相接处是幽门括约肌，它是一种厚的括约肌或瓣膜。过了幽门括约肌，在十二指肠（图7-12）远端会看到胰腺，经过胆总管（到胆囊的一个短连接，胆囊位于肝右叶下）。胰腺是一种平滑、常有光泽（粉红色至桃红色，除海龟已腐烂外）的腺体，来自胆囊的胆总管可由绿色的胆汁污染来辨认。在胰腺远端附近可以找到脾脏，脾近似圆形到椭圆形，暗红色且高度血管化（“循环系统解剖”，图10-32；“胃肠系统解剖”，图12-1）。

肠子很长，必须从高度血管化、扇形的肠系膜上剪下来。肠的后端是结肠（属于大肠），以肌肉质的直肠结束（图7-12）。直肠常有着色，它进入泄殖腔，一个接收尿、卵子或精子的腔室。在完全切断直肠前，用细绳或橡皮筋结扎好。

在解剖学上，膀胱（稍后讨论）位于直肠腹面，悬挂在骨盆中线上。它也连通着泄殖腔。

在解开肠管检查内容物及内层前，将之分为三段或更多段结扎，以便描述各部分时能找到界标。借助部分结扎，可以切断肠管而没有内容物溢出。肠内层的大体外观不会总是允许你描述一个结构、组织或内容物的位置，因此，事先设定界标很有用。切开肠子时，要准备好托盘或碗器盛装内容物。

如果尚未解除肝与肠的联系，现在就小心地把从它到肺和腹膜的连接切除。密度大的肝脏由两叶组成，二者之间有一个大小不同的连接（图7-9）。右叶通常较大，在其后表面，

容纳一个圆形的胆囊。胆囊常为暗绿色，可能是饱满和凸圆的，或者崩塌和凹陷的（排空时）。

移除肠子后，很容易看到肺和性腺(图7-13)的后缘。

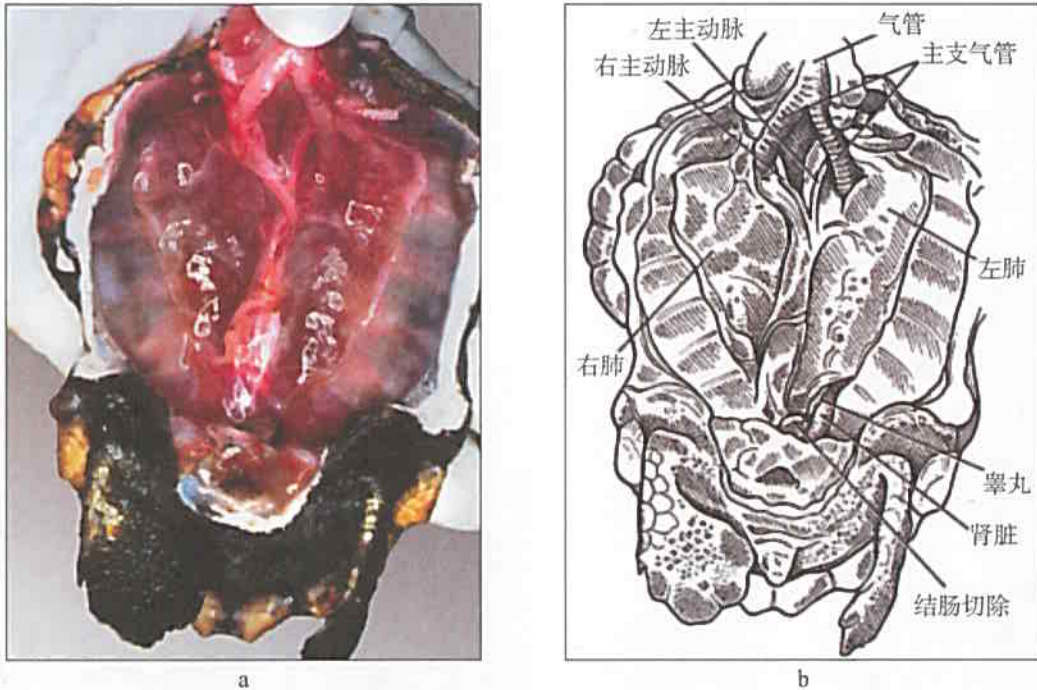


图7-13 肺与背甲相接触

循着气管向后至两个支气管，就可见到肺。肺延长至背甲的大部分长度。性腺发现于肺的底部。该动物显示了睾丸。

8. 性腺

性腺附着在腹膜壁上、肺的后方，在解剖学上位于肾脏的腹面位置。

海龟成熟的和正在成熟的卵巢中有许多直径为2 mm~2 cm的黄色、圆形的卵泡；不成熟的卵巢较紧密、平坦而狭长，外形为纺锤状的(梭状的)。卵巢呈粉红色、颗粒状，输卵管运输卵泡，成熟时运输卵子至泄殖腔，输卵管在卵巢外侧但不与卵巢相连，每条输卵管由泄殖腔向前延伸至身体的2/3长。成熟的海龟，卵巢外形似手风琴；不成熟的海龟，卵巢只是一条简单而平坦的管子。稚龟卵巢非常狭窄，而后随着年龄增长逐渐变宽(“泌尿生殖系统解剖”，图16-2~图16-7)。

睾丸呈黄色或黄褐色，平滑的梭状，背面贴着体腔壁。位于睾丸侧面的输精管是卷曲的管子，运输精子到泄殖腔，有繁殖能力的雄海龟，睾丸和输精管都会增大。性别不确定的幼龟，卷曲的输精管是一个重要的暗示(见“泌尿生殖系统解剖”，图16-3、图16-4)。

9. 肺

肺位于背侧，附着在背甲和脊柱上(图7-13)。某些种类(例如肯普氏丽龟和蠛龟)的肺比其他种类更加紧贴着脊柱。可以在体内检查肺或者将之移出。移除肺时，切除其外界的连接，小心不要伤及肺组织。肺的内侧边缘紧紧地贴附在每一侧的脊柱上。有时候，在破坏肺与脊椎之间的纤维连接前，最好先将气管与周围结缔组织分开。

气管再分支进入两个支气管。每个支气管进入一个肺，并以大量的入口进入肺。每个支气管延伸几乎到肺的末端。肺呈海绵状，高弹性。

10. 膀胱和肾脏

膀胱悬吊在骨盆背面中线上(图7-14)。它位于直肠与前骨盆(耻骨)之间。膀胱开口于泄殖腔且与肾脏没有联系。尿液从肾脏流出，经输尿管到泄殖腔。尿液从泄殖腔再进入膀胱(“泌尿生殖系统解剖”，图16-1)。

肾脏位于肺后方。它们在腹膜后方，意指其在紧靠背甲的腹膜内层下方。相对来说，肾脏在性腺深处，在肺的最后缘稍内侧位置。在腹膜上切个口将肾拉出，红色、有小裂片的肾脏及其大量的动静脉系统就会暴露出来。常难以发现的输尿管，自肾脏伸出到泄殖腔。

在每个肾脏的前端，极靠近脊柱处，有个细长的肾上腺。肾上腺常呈黄色或橙色。除了视觉，肾上腺常可通过触觉来定位(“腺体”，图13-15)。

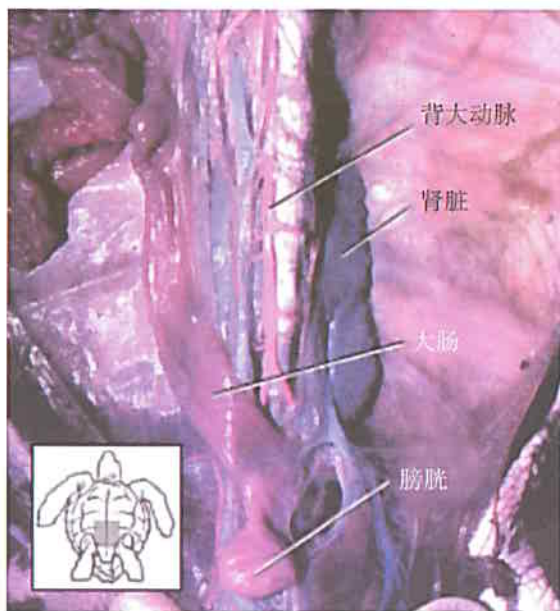


图7-14 年幼棱皮龟的肾

其血循环从静脉注入单独的动脉。膀胱见于中线，一侧是瘪陷的大肠。背大动脉沿着脊柱并发出许多分支。

11. 脑

在靠近颅骨底部切下头来检查脑。用老虎钳将颅骨固定或将之小心绑定在防滑表面。棱皮龟的脑及神经束从前向后有一系列的背腹性反转。单个切口不能很好地暴露该保护性结构。对海龟科，在没有专业锯时，一个暴露龟脑最容易的方法是：从口鼻部顶端开一个直口，继续沿着眼眶顶内部，直到头部后端(图7-15)。头盖骨一旦移开，就能看到小小的脑(图7-16)及其(从前至后)到鼻子的嗅束、视叶、大脑半球和小脑(见“神经系统”，图

14-1、图14-2)。有时候，纤维性覆盖层、硬脑膜仍覆盖在脑上，这个可切除。



图7-15 切割以暴露海龟脑

从吻端经眼眶顶部向后至上枕骨突中间，平行颅骨长轴纵切，以暴露脑。

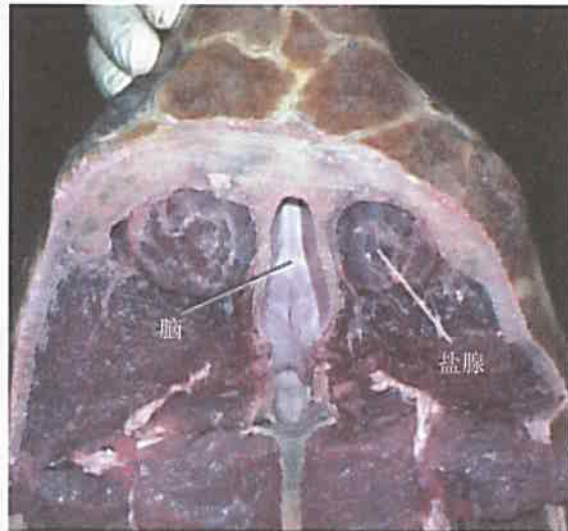


图7-16 暴露海龟的脑

顺着中线是白色细长的脑。大体上可见嗅束。嗅球、大脑半球及视叶为硬脑膜覆盖；暴露大脑的末端是单个圆形结构的小脑。如去除脑，可见侧面及腹面的脑神经和脑垂体。眼背后两个圆形分叶的结构是盐腺。其余深色的组织是肌肉。

八、骨骼解剖 Skeletal Anatomy

骨骼由硬骨和软骨组成。骨骼通常分为3部分：头骨、中轴骨骼和四肢骨骼(图8-1~图8-3)。海龟的每一个骨群都是由这几个部分组成的。头骨包含脑壳、颌和舌器(图8-4、图8-5)。中轴骨骼由龟背壳、脊椎骨、肋骨及肋骨的衍生物组成。腹甲(图8-2)由中轴和附肢骨骼的衍生物(腹部的肋骨和肩带)组成。四肢骨骼包括前鳍状肢、后肢以及它们的支撑结构(肩带和腰带)。



图8-1 未成熟的太平洋丽龟骨骼CT扫描

显示三部分骨骼的CT扫描：头骨、中轴骨骼、四肢骨骼及骨骼的空间关系。软骨(在许多骨头的末尾)在这种成像技术中是不能显示的，其使骨骼连接显得很松散。前肢的安排是这样的：肩关节在壳内。肘部屈曲，前臂因而从前外侧的位置移动到内侧的位置。

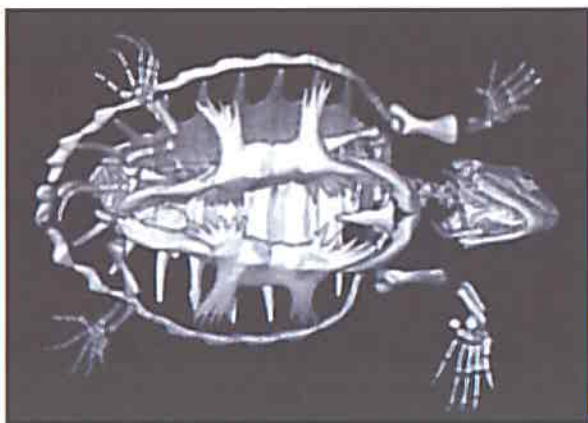


图8-2 未成熟海龟的腹板骨

在未成熟海龟中，独特的腹板骨没有融合。侧腹板突起与外围骨骼之间没有关节。在制作骨骼过程中常丢失的舌器(舌骨体及舌突)，可见于咽喉区。

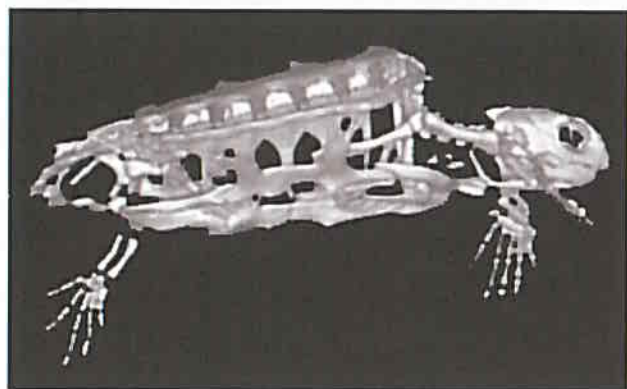
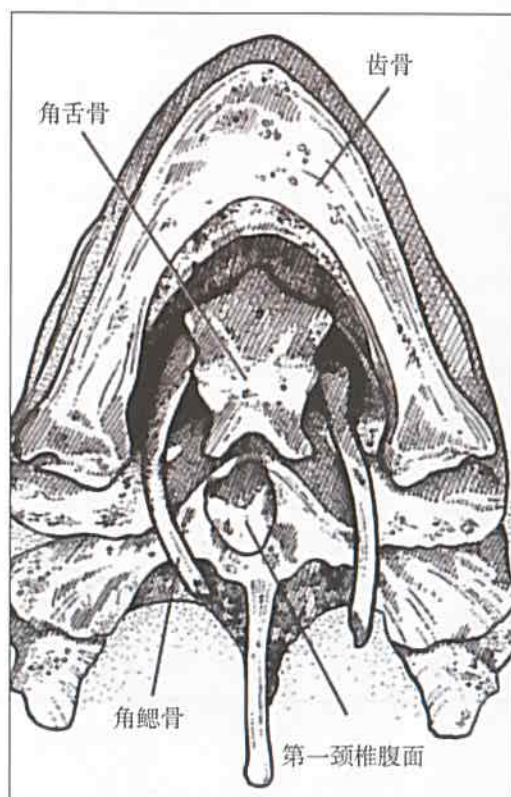


图8-3 未成熟蠍龟侧面观

舌突清晰可见，穿过颅骨的后腹面。注意眼眶包含一个支持眼球的骨环(巩膜小骨)。



a



b

图8-4 蠍龟头骨腹面观

显示部分为角舌骨或舌骨体及舌器成对的舌骨突(软骨部分已丢失)。活体时舌骨悬在下颌后方，舌器支撑舌和声门，并为喉肌提供附着点。部分寰椎(第一颈椎腹面)搁在舌器后方的枕骨上。



图8-5 舌器

舌骨体的凹面支撑着声门，喉肌附着在舌骨突(角鳃骨)，软骨突已丢失。

海龟脊椎：颈椎7、胸椎10、骶椎2~3块、尾椎 ≥ 12 块。

像所有龟类一样，海龟有7块可动的颈椎(第8块与背甲融合，图8-6、图8-7)和10块胸椎。还有2~3块骶椎及多于12块的尾椎(图8-8、图8-9)。雌龟的尾椎短而小；成年雄性的尾椎粗而大，且有背、侧突(图8-8)。每个胸椎左右两面与一对肋骨相关联，每个肋骨头对准两个椎体交界处(每个肋骨头与两个椎骨体相交合，图8-10)。椎骨、肋骨与真皮融合成独特的背甲骨。背侧的椎骨与脊柱相连，肋骨和真皮骨的扩展形成胸膜骨，外围骨形成背甲的边缘(缘板，图8-11、图8-12)。最前面的是颈板，最后面的是臀板，在最后一块背板与臀板之间的是上臀板(龟)，其没有与椎骨融合(图8-11、图8-12)。骶椎的侧突不与背甲融合(图8-8)。

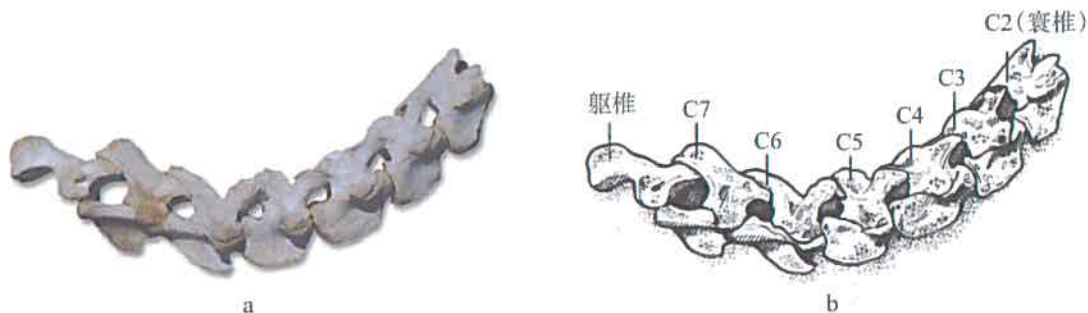


图8-6 成年绿海龟颈椎侧面观

每块椎骨由腹部椎体和背面椎弓组成。寰椎C1(已丢失)向后与枢椎C2连接，寰椎向前与头骨后的枕骨髁相关联。第7颈椎骨(C7)关节融合到背甲上，第一躯干椎骨可动，与C7关节融合。

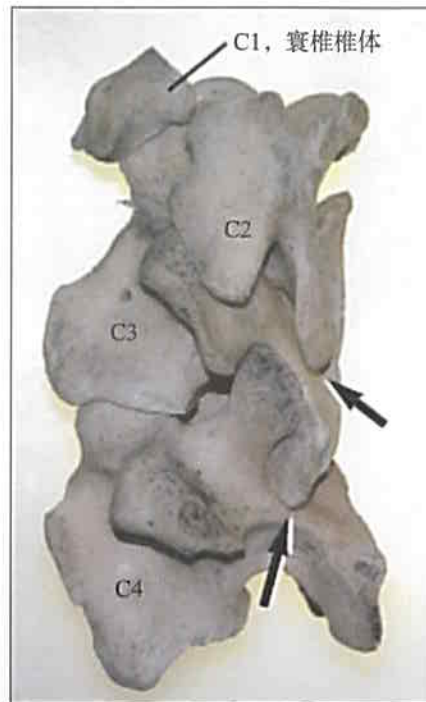


图8-7 寰椎(C1)和枢椎(C2)的复合体以及C3、C4的侧面观

右方是背侧。连续的颈椎接合通过滑动关节(箭头处)构成的椎弓使得颈部能够背腹弯曲,但不能左右扭转。每块椎骨都由单独背腹元件组成。

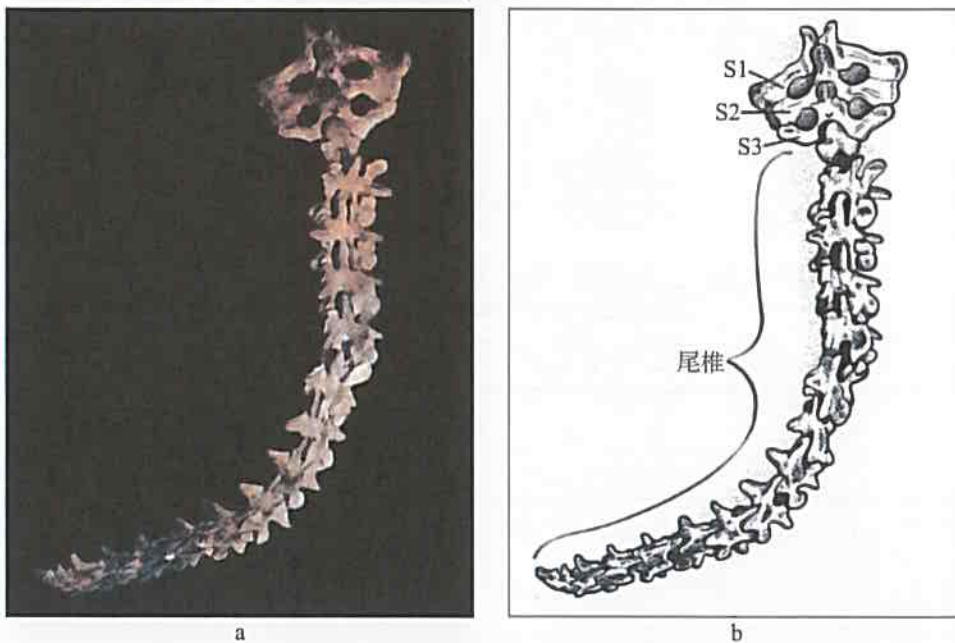


图8-8 成年雄性绿海龟的骶椎和尾椎

大的背腹突是性成熟雄龟卷缠尾肌肉的附着点。S: 骶骨。骶椎侧面扩展形成肋状突起,并与髂骨关联。

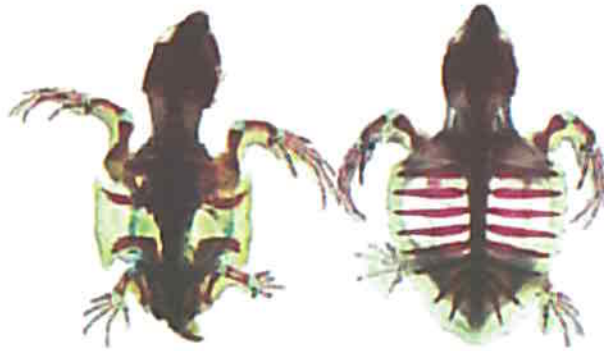


图8-9 透明及染色的蠍龟稚龟

左：移除背甲(背面观)显示椎区及稚龟骨化水平；右：背面观显示肋骨、椎骨及背甲发育过程中，最初的真皮骨沿肋骨过度生长的情况。标本的腹甲已去掉。

在海龟属稚龟和棱皮龟属，背甲由肋骨和椎骨组成。在海龟属成体，龟壳逐渐地硬骨化，肋骨间的真皮骨过度向外生长形成背甲(图8-9、图8-11、图8-12)。在红海龟、玳瑁和绿海龟，肋骨向侧面生长与缘板相遇(在缘盾的下方)。在肯普氏丽龟，缘板也是随着年龄变宽变长。肋骨与背甲之间的空隙，即肋缘窗(凶门)紧贴盾片，两者之间有一层膜。在一些成年的丽龟和红海龟，肋缘窗由骨完全闭合，但在绿海龟和玳瑁的背板后侧面，仍保留有肋缘窗(图8-12)。

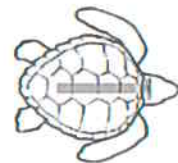


图8-10 背甲腹面观

背甲腹面观显示肋骨及椎骨体的排列。椎弓已与背甲的椎骨合为一体(看不见)。脊索行走在形成于背侧椎骨和腹面椎体之间的空隙。