

八 种
實驗无脊椎動物解剖

陈如作等著

江靜波校閱

中山大學

1959

前 言

自解放以来，我們不断的从事一年級动物学（即无脊椎动物学）的教学工作。我們积累了一些經驗，也发现好些問題，由于我們不够重視，始終沒有加以系統的钻研和整理。

1958年第二次教学改革中，同學們向我們提出了許多的意見，并且师生合作修改了教学大綱。之后，无脊椎动物学教研組的全体教师都投入了集体編写《无脊椎动物学》一书的工作。为了充实該书的内容，我們將常見的代表型动物列入研究項目，由組內教师进行研究和描述。

多年来我們从事实验指导过程中深刻的体会到，实验是否成功，技术操作的方法是具有决定性的意义。我們的青年教师初参加教学工作时，总要花許多時間从事操作方法的学习，等到自己到得純熟之后，才能很好地指导同学。我校毕业的同学，也經常回校或写信回来問我們有关技术操作的問題。因此我們觉得出版一本关于实验无脊椎动物的解剖，供这方面的参考是有很大大意义的。因此我們选定8种常見的无脊椎动物写成专册，詳細讲述其解剖方法、形态构造，訂正一些书本中常見的錯誤，供有关方面的参考。

参加这项工作的有我組陈如作、邝超源、譚健明、袁蔚文、何灌田諸同志。由陈如作同志总其成，江靜波同志負責校閱。这是我們教研組繼《无脊椎动物学》一书之后的另一本集体著作，我們学識有限，恳切地希望同志們指正。

中山大学生物系

无脊椎动物学教研組

1959年9月29日

目 录

参环毛蚓.....	陈如作 譚健明 (1)
花螺 (附左旋蜗牛与花螺的比较)	邝超源 陈如作 (7)
背角无齿蚌.....	袁蔚文 (16)
烏賊.....	譚健明 (24)
日本沼虾.....	陈如作 (33)
棉蝗.....	陈如作 何灌田 (40)
海盘车.....	邝超源 (49)

参环毛蚯蚓 *Pheretima aspergillum* (E. Parr.)

华南各地盛产参环毛蚯蚓。春夏之交，每当大雨之后，常见不少参环毛蚯蚓蜿蜒于水沟与地面，随手可拾，材料来源丰实，且体大，器官构造明显，易于解剖，因此作为环节动物寡毛纲的代表，最为适宜。

材料的采集应在春夏秋季内进行。入冬后，雨水少，天气渐寒冷，蚯蚓钻进土壤深处，较难采集。采集时用辣蓼浸水或茶籽浸水，在草地或菜园附近，倾入地中，使地完全湿润，十余分钟后，蚯蚓即向地表面钻出来。若需活标本，必须以疏齿耙挖土的方法来采集。

以长六十厘米的平底皿，含2%的福马林溶液约2厘米深，将采得的标本逐条放入其中，随即用手将它两端拉至一定长度，然后以5%的福马林溶液注入体内，将注好的标本放入50%酒精中约六小时，再换用75%酒精约浸12小时后，即可放入75%的酒精中保存。用酒精保存的方法可使标本经久存贮而不至组织硬化。只用5%的福马林溶液保存也可以，但经数月后，蚯蚓组织硬脆，不好解剖。

一、外部形态

参环毛蚯蚓体呈圆筒形，前端略尖，后端圆钝。体长约40—47厘米，体宽直径约10—14毫米。背部深褐色，略有蓝色光泽，腹面颜色较淡。活标本体表由于角质膜的反光而呈光亮的色泽。

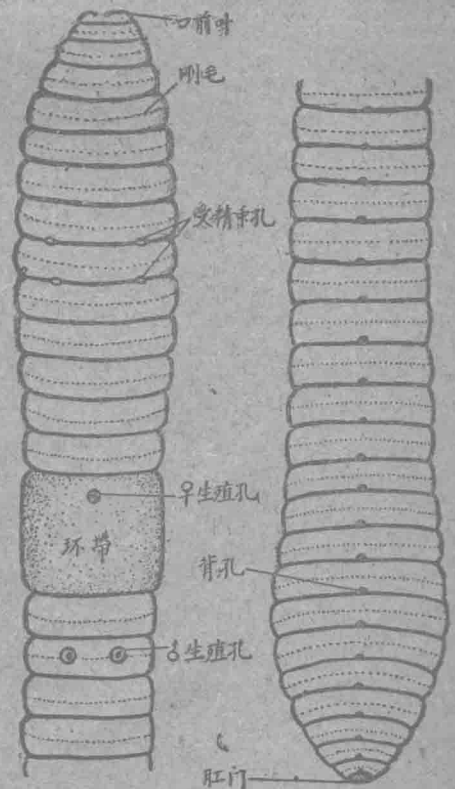
环节：虫体外表由很多环状凹缝分成很多环节，即体节，每虫的体节数目平均约为145个左右，视蚯蚓的大小而定，一般约在120—169个之间。体中部的环节较长，后端的环节较短。

口前叶：体前端第一节之前，有一个肉质环，围绕口孔，呈乳白色，可以伸缩，这部分叫口前叶。它可以向前伸展将土壤包吞入口内。

环带：在性成熟的参环毛蚯蚓的第14、15、16节外面，有一明显的指环状胶质套遮盖着，表面光滑呈深褐色，这个指环状的构造叫环带。

雌性生殖孔：有一个，位于第14个环节的腹面中央，从外表透过环带可以隐约地看到一小孔状的雌性生殖孔。

受精囊孔：共有两对，位于第7—8节和第



图一、参环毛蚯蚓外形

8—9节間的腹面两侧，呈一裂縫状，这就是受精囊孔。围绕每个受精囊孔的周围，若用放大鏡观察，可以看到一些付腺的开孔。付腺孔甚小，数目也不一定，約有8个。

雄性生殖孔：在第18个节的腹面两侧，各有一个突起，这一对突起叫雄性生殖突。在每个雄性生殖突的上面有一个雄性生殖孔。在雄性生殖孔的四周約有12—15个很小的付腺开孔，孔甚小，需用放大鏡詳細观察才可以見到。

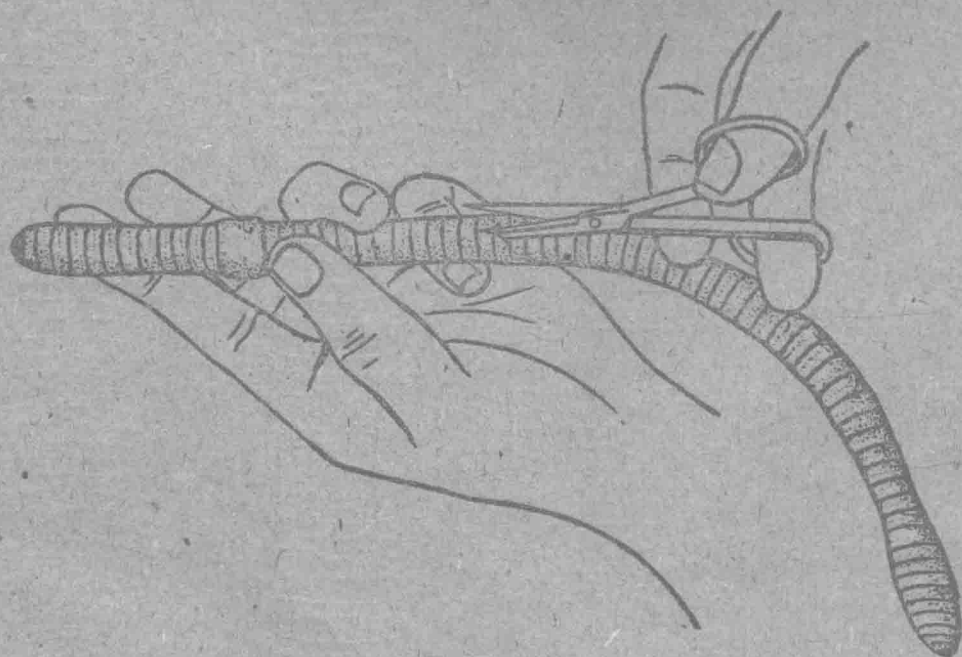
背孔：虫体的背面自第11节开始，每两节間的凹縫之前都有一个小孔，叫背孔；是穿过体壁而通体腔的孔。若从整体的外表看不清楚，可将背部体壁割下来，朝光处透視，即可明显地見到。此孔可分泌出体腔液，以潤湿体表，有助于呼吸作用。

刚毛：除第一个及后端二、三个节外，每节的中央有一环刚毛，是坚硬的几丁質刺状物，若用手指从体后向前触摩活的或已固定的标本，都可以感觉到其存在。在固定的标本，常見它向外突起成一环脊状。各节的刚毛数目不大一致，大約在30—100条之間。

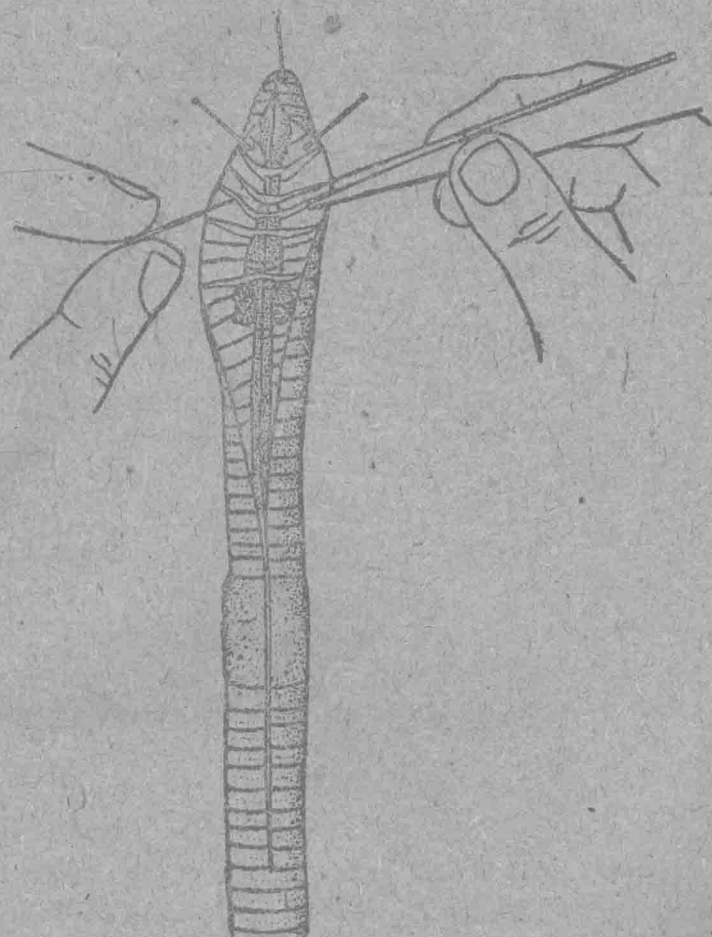
二、解 剖 方 法

1. 用左手食指与中指挟着标本的前段，以大姆指及其余二手指拿着标本的中段，以小剪刀从标本1/3的前段背面中綫略偏一点向前剪（如图二所示），注意剪刀要貼着体壁，否則会将内部器官破坏。

2. 用大头針二支，从第一节两侧插下，将标本固定在腊盘中。用解剖刀沿体壁內緣將隔膜分离（如图三、四所示），注意第七、八、九三节两侧有二对囊状的受精囊，及其侧旁的管状的育管，不要将它割掉，在第17—20节內两侧各有一个乳白色的前列腺，此处要从腸壁与前列腺之間割去隔膜，使前列腺附于体壁上。每在逢五及十的环节两侧以



图二、 剖开体壁方法示意图



图三、 固定剪后的标本于蜡盘示意图

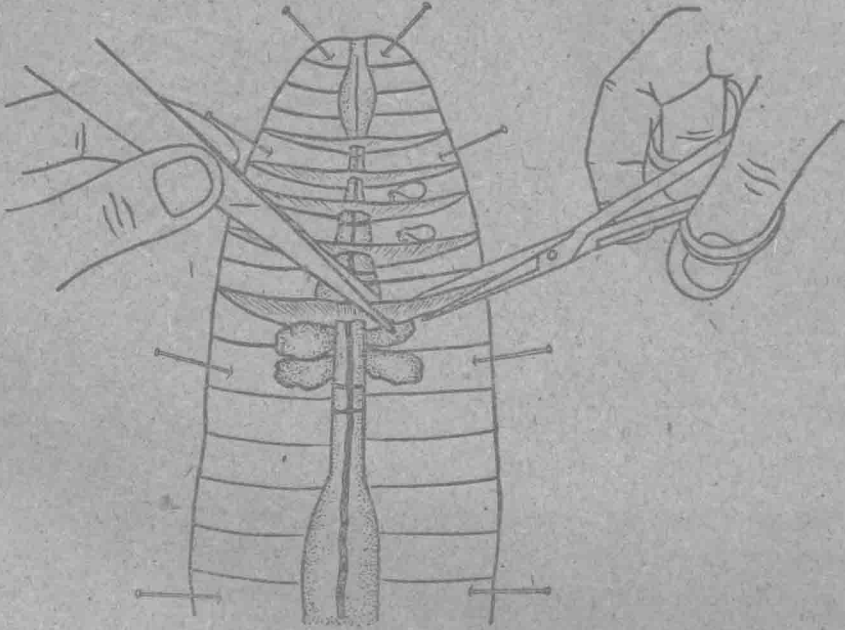
大头针对称地将体壁固定在蜡盘上，使体壁张开。蜡盘中加水使浸过标本为止。在第11—13节处消化道的上面乳白色的构造为生殖器官，将它与消化道游离。用二大头针分别将它压在两侧使贴近体壁。此时可观察消化、循环系统各部分。

3. 将消化管全部与体壁游离（如图五所示），可观察生殖系统及神经系统。

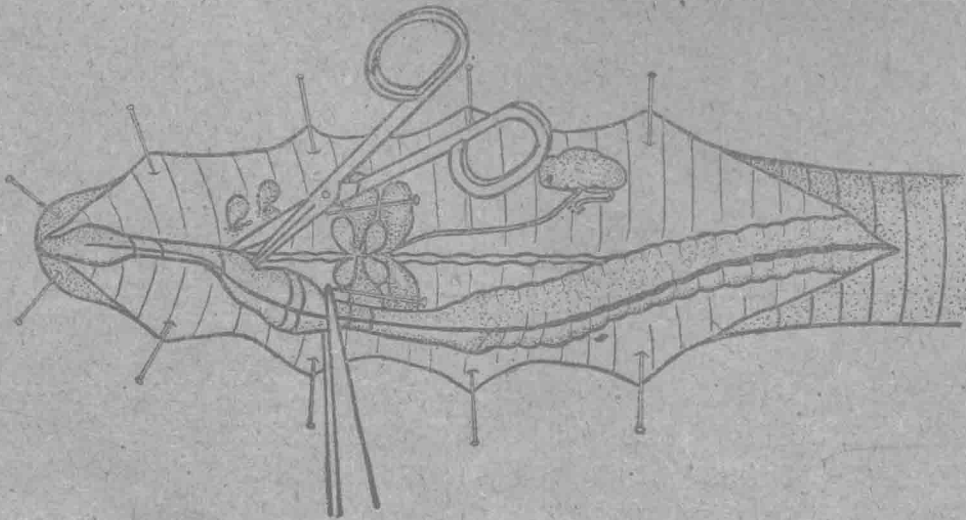
三、内部构造

消化系统：蚯蚓的消化道由前端的口至后端的肛门，是一条纵管，整条消化道在体腔中，纵贯了每节的隔膜，在第1—4体节间无隔膜，而有許多肌肉使它与体壁相连，在

图四、剪隔离膜示意图



图五、游离消化管示意图



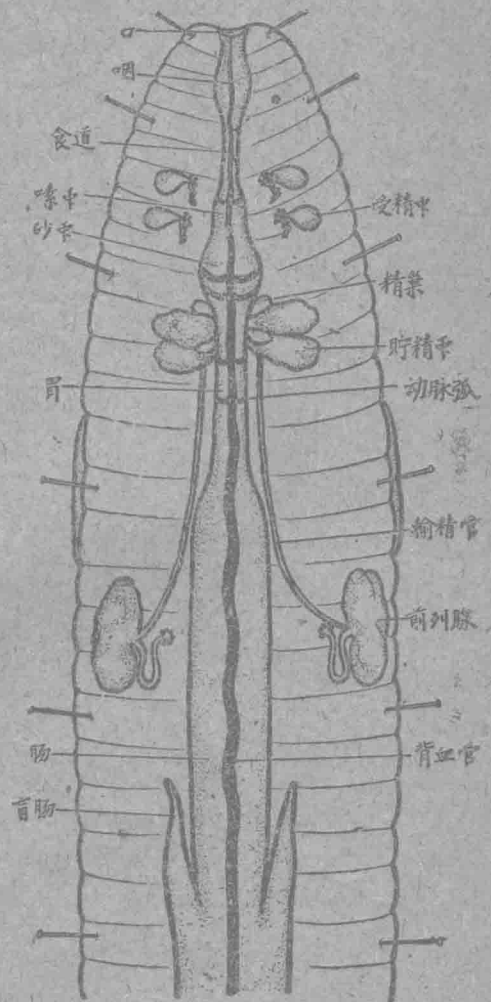
第8—10体节间的砂囊处，亦如是。消化道由前而后可分为：口，位于围口节中央，口腔，位于第一节和第二节的一部分处；咽是突于肌肉的部分，位于第2—5节；食道略弯曲，位于第6—7节；嗉囊是膨大的部分，位于第8节中；砂囊是富于肌肉的球状构造，位于第9—10节；小肠稍狭小，小肠之后就是大肠。在第26节处，肠两侧向外突起成一对盲囊，斜向前方，末端尖细，长约跨3—6节。消化管最后开口于后端之肛门。

排泄器官：排泄器官为后肾管。肾管小，数目甚多，排泄孔通肠或直接通体外，可分三种：（1）咽肾管，只分布在体前段第2—3个隔膜上，甚大，成束，开口于咽。（2）体壁肾管，甚小，数目多，散布在体壁内侧，在环带部分特别多，每一肾管是独立的，开口于体外。（3）隔膜肾管，大小介乎咽肾管和体壁肾管之间，在环带第2节之后的各体节隔膜的两面均有，是典型的后肾管形状。

循环系统：蚯蚓的循环系统是闭管式的。包括背血管一条，纵贯在消化道的背方，腹血管一条纵贯在消化道腹面与神经链之间；神经下血管一条位于神经链之腹方，此血管较小，从第14节起它分为二支，沿食管向前，叫侧食道血管。动脉弧八对，其中第五、六个体节的从背血管通咽壁；第七及十节的前一对从背血管通至腹血管，于第十位节的后一对与第十一、第十二及十三节中的，从肠上血管与腹血管相连。此外第十四节起每节有一对环血管，在隔膜上，连通背血管与神经下血管。

神经系统：中枢神经系统包括一个脑，由一对神经节合成，由两条围咽神经绕咽两侧至咽下接于咽下神经节。此后，有一对神经索向后行，每个体节有一对略膨大的神经节，左右二神经索及神经节都并合为一，整条腹神经成一条神经链的形成。由脑发出神经通咽、口腔及口前叶，此外每一神经节都有神经通隔膜及体壁。

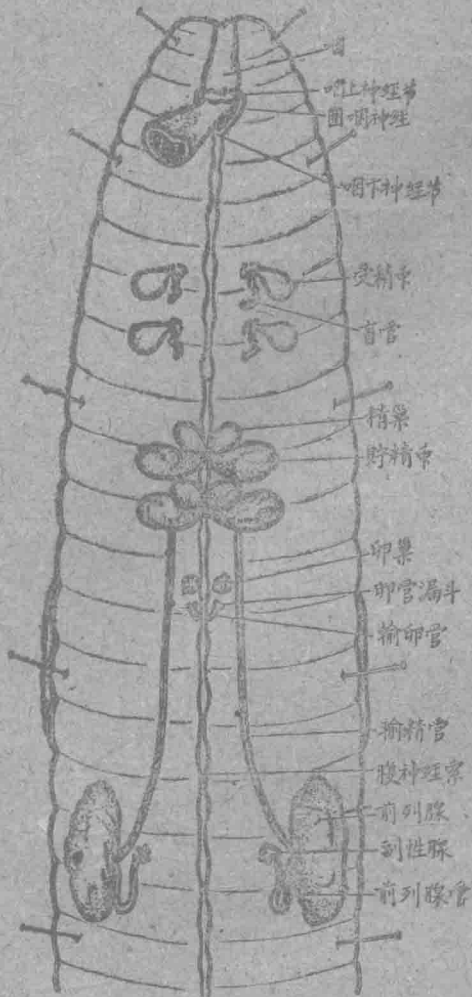
生殖系统：雌雄同体。雄性生殖系统包括二对贮精囊，附着在第十一至十二节的腹方，由两侧向上包围着消化管。两对精巢囊在贮精囊的前方，即在第10—11节，也是附在腹方的体壁上。第10节的精巢囊与第11节的贮精囊相通，第11节的精巢囊又与第12节的贮精囊相通。每一精巢囊有一漏斗与后行的输精管相连。两侧各有二条输精管包在共同的鞘内，由第12节后行至18节，由雄性生殖孔通外。有乳白色花状的前列腺在第17—19节通输精管末端近生殖孔处，可分泌物质供精子作营养。在雄性生殖孔周围，有12—15个粒状的付腺。雌性生殖系统包括一对掌状卵巢，位于13节腹面，卵巢之后，在近隔膜处有一对漏斗。漏斗开口处有纤毛，两个卵漏斗连合成输卵管。输卵管开口于第14节之雌生殖孔。此外还有二对受精囊，一对在第7—8节间两侧，另一对在第8—9环节。每一受精囊可分三部分，一个梨形的囊及接于开口的盲管，



图六、参环毛蚯的消化系统及血管

在雌性生殖孔周围，有12—15个粒状的付腺。雌性生殖系统包括一对掌状卵巢，位于13节腹面，卵巢之后，在近隔膜处有一对漏斗。漏斗开口处有纤毛，两个卵漏斗连合成输卵管。输卵管开口于第14节之雌生殖孔。此外还有二对受精囊，一对在第7—8节间两侧，另一对在第8—9环节。每一受精囊可分三部分，一个梨形的囊及接于开口的盲管，

另一略弯曲的盲管，也开口在受精囊孔。围绕受精囊孔的周围有一环约8个粒状突起的付腺。



图七、 参环毛蚓的生殖系统及中枢神经

花螺(*Achatina fulica* Férussac)的解剖

附:左旋蝸牛(*Enlota quaesita* Deshayes)与花螺(*Achatina fulica*)的比較

花螺(亦有称之为非洲蝸牛、褐云玛瑙螺)在分类学上的地位,是属于軟體动物門(Mollusca)、腹足綱(Gastropoda)、肺螺目(Pulmonata)、柄眼亚目(Stylommatophora)、玛瑙螺科(Achatinidae)。是我国南方的一种体形較大而甚常見的陆栖貝类,在广东、福建一带,尤以广东的宝安、海南島的琼山县仑头、海口市的五公祠等地为多,广州市近郊亦容易找到。一般生活在园圃草地之处,有时攀登于灌木上。春夏秋都甚活跃。通常在晚上出来,因此晨昏最为常見,采集容易。牠們以綠色的植物的叶芽为食,大量繁殖时有害蔬菜花生甚剧。在不良的条件下(飢餓、低溫)花螺常隱匿于枯叶堆里或洞穴里。牠們将足縮入壳內,分泌粘液形成稠密的防禦膜封閉壳口。当条件好轉时,便出来活动。花螺比左旋蝸牛大,解剖容易,器官构造清晰,是很好的实验材料。

一、采集及保存

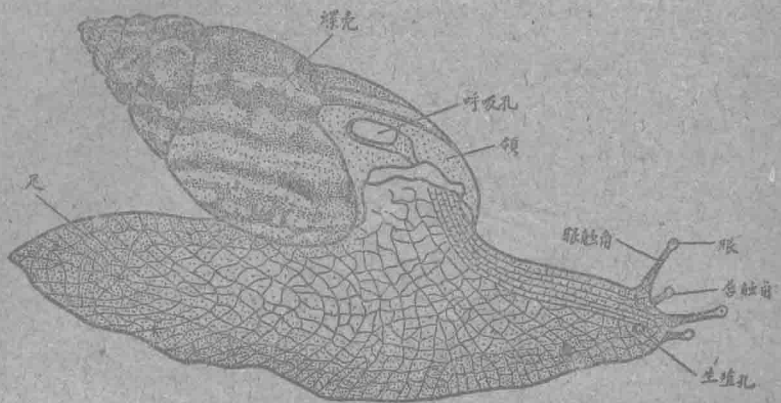
采集花螺时,春夏及秋天在园圃草地可找到,秋末及冬天須在枯叶堆中方能找到。

将采到的花螺置于盛滿清水的玻璃缸內,待牠伸出头部及足部时,徐徐加热,至水温 50°C 为止。約二小时后花螺便伸直至死。換用1%福馬林除去粘液,便可解剖。在短時間內,可以用5%的福馬林液保存;如长久保存,則須換用70%的酒精。

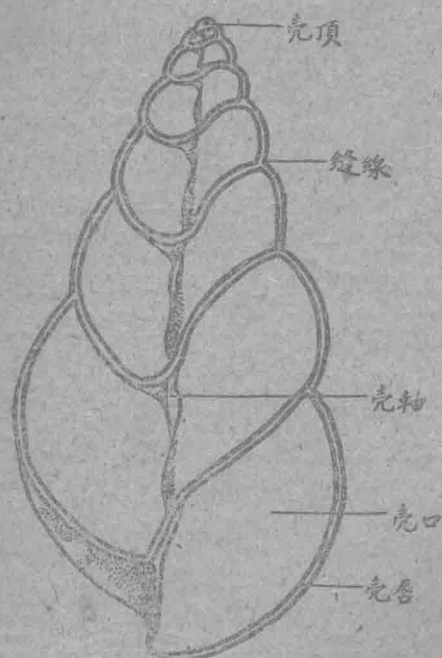
二、外部形态

1.貝壳(图一):花螺和一般腹足类一样,具有一个完整的螺旋形貝壳。貝壳的外緣輪廓长卵圆形。頂端略尖,称为壳頂。由壳頂一层层按順时針的方向向腹面旋轉,每轉一层,称为一螺层。花螺成螺一般七个螺层,間亦有7.5个螺层者。各个螺层間的界綫为縫合綫。最后一螺层特別膨大,是包含軟體部主要的一层。前边的螺层总称为螺旋部,最后一层称体螺层,体螺层較大。

壳的开口处,称为壳口,壳口位于右側,无厣(但当外界环境不良时则会分泌一层乳白色不透明的粘液膜,用以封閉壳口)。貝壳表面一般光滑而微具褶皺,色泽花紋因个体不同而有

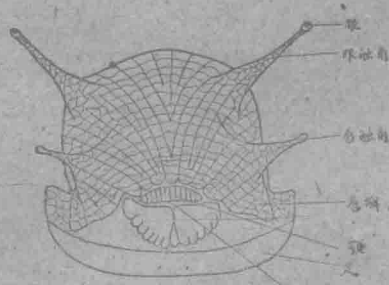


图一、花螺的外部形态



图二、花螺贝壳的纵剖面

状纹。头上有二对触角，前面为一对较短的唇触角，后面为一对较长的眼触角。眼触角顶端略偏上侧各有一黑色的眼。口在头端腹面，其左右两侧各有一唇瓣（图三）。生殖孔位于头前端右侧，右眼触角基部的下面。紧靠壳开口的边缘处有外套膜边缘增厚的领。领部有呼吸孔，内通外套腔形成的肺室，呼吸孔稍内后侧有一裂缝状的肛门。若将活花螺放在玻璃表面，待牠从贝壳中伸出头及足部时，以左手执贝壳向左侧拉动，则清楚地看到间歇开闭着的呼吸孔。当呼吸孔张开时，把壳口对着我们的视线，往里面瞧则可见到密布血管网的肺。



图三 花螺头部正面观

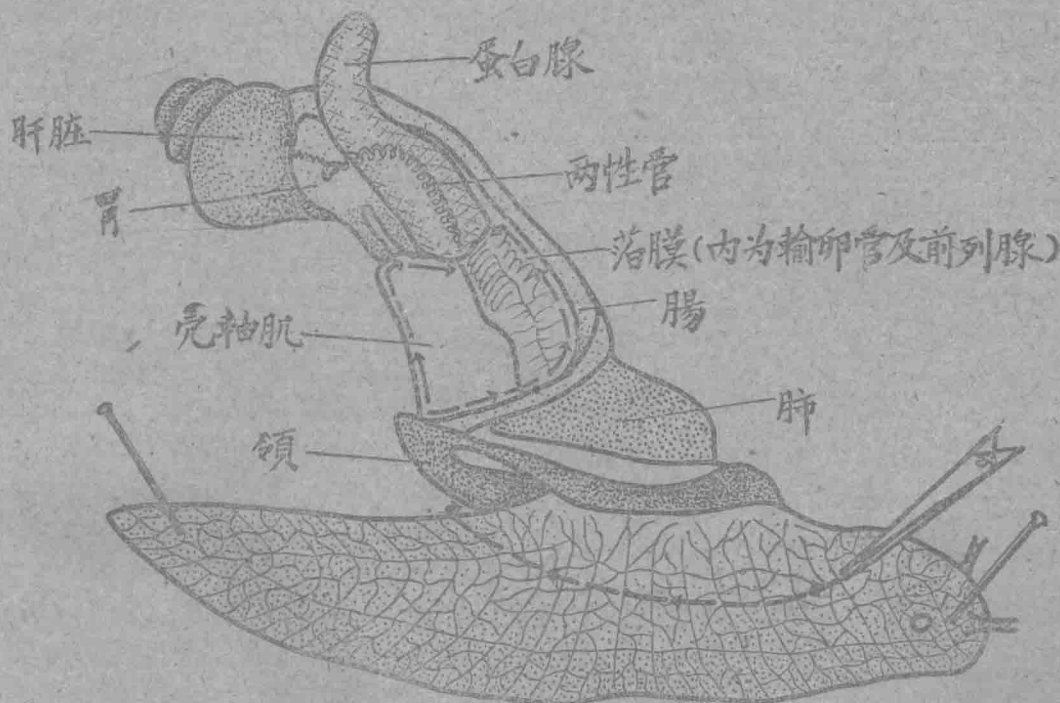
所变化。一般黄或深黄底色而带有红棕色较完整的条纹；白或淡黄底色而带有焦褐色云雾样的朦胧花纹；一般最顶部的两旋为白色，相继的其他各旋一般在白到黄的体色上有逐渐显明的棕色条纹。这些条纹或为连续的或为间断的。将贝壳纵断（图二）可见由壳顶直达壳口处的一条似“S”形扭曲的一条轴，称为壳轴，略微凹陷不成管状，无壳脐。花螺壳的构造和其他腹足类相同，分为外、中、内三层：外层又称角质层，主要作用为保护贝壳不被外界侵蚀；中层又称稜柱层；内层或称珍珠层，是具有珍珠光泽的一层。外二层由外套膜边缘所分泌；内层是由整个外套的表面所分泌而成。

2、软体部分：花螺的软体部分和其他腹足类一样，可分头、足及内脏囊三个部分，内脏囊是被外套膜所包着。活动时头及足均自壳孔伸出（图一）。头部较肥厚，足块状宽大后端较尖。全体具有粗和细的网

三、解剖方法

自体螺层起逐层顺序用锤轻轻地将贝壳打碎，小心以镊子将壳片除去，割离附着壳轴上的壳轴肌，将花螺固定在蜡盘上（如图四所示），头向右侧，足向左侧，将一大头针插入头部，另一插入足的尖端。在蜡盘上注入一些清水，以剪刀自生殖孔上方向足剪至足的中部，转向领的后缘，再剪去白色的壳轴肌和沿肠左侧的薄膜。注意剪刀慎勿伸得过深，动作时刀尖略向上提，以免损坏内部器官，尤应注意食道上下神经节和周围的神

經。用鑷子鉗住外套膜增厚的部分，扯至右側，用大头針扣在腊盘上。再用解剖針分离各部分器官，各用大头針固定在腊盘上(图五)然后仔細觀察。

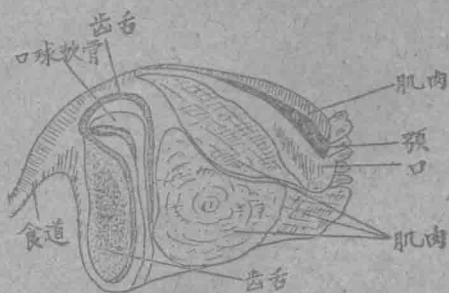


图四、花螺的解剖方法

四、内部构造

1. 消化系統(图五): 花螺的消化系統是由消化管及消化腺两大主要部分所組成的。

(1) 消化管: 很发达, 包括口、口球、食道、嚥囊、胃、腸、肛門等。口在头的前端腹方。口之后有一膨大的口球(图六), 其內背面横列着一条半圆拱形帶黃褐色的具垂直条紋的角質顎。其內腹面有一条具有許多纵排横列齿片的齿舌。齿舌并非纵臥于齿舌軟骨的背面, 而是先从口腔腹面向背面延伸; 到达頂部又弯曲向腹面下行, 形成一个中央突起部, 軟骨被包围在这个突起的內面, 齿舌繼續向內进入腹部的齿舌鞘中。口球之后連短的食道。接食道后为膨大的嚥囊。胃連接于嚥囊, 略呈馬蹄形, 色白, 胃壁較厚。胃后較狹者为腸, 腸迴旋于肝脏, 整个呈倒“S”形, 再下行由呼吸孔附近的肛門通外。

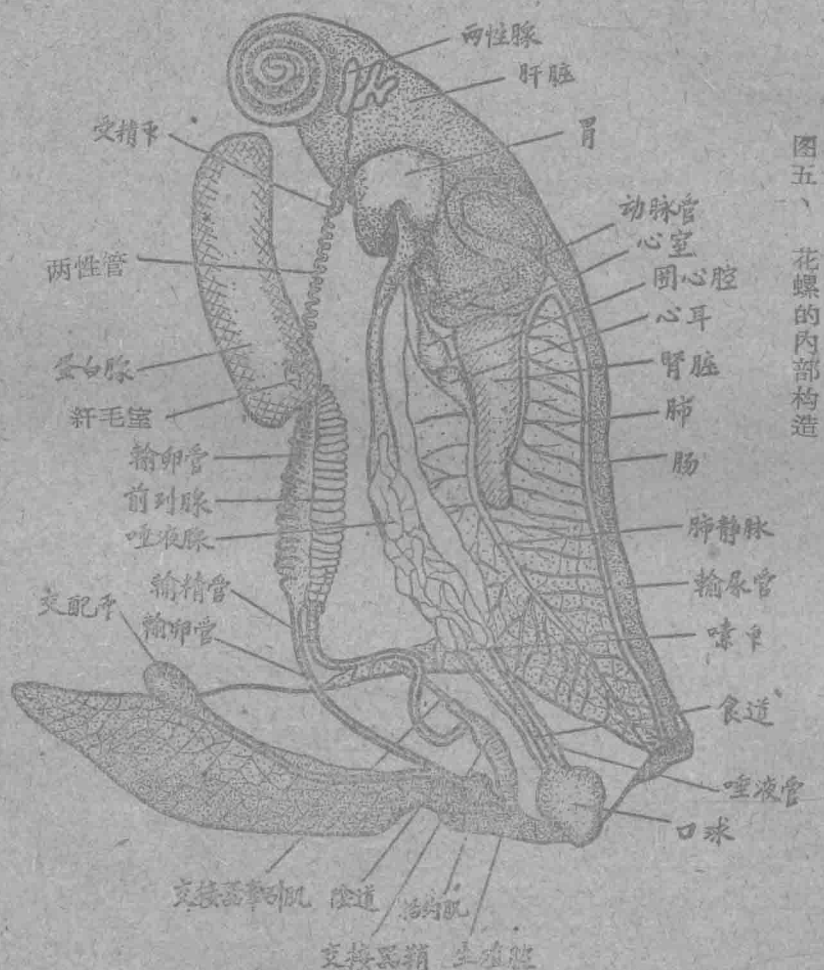


图六 花螺口球的纵剖面

(2) 消化腺: 包括唾液腺和肝脏。唾液腺一对, 略帶白色, 块状, 由結締組織維系着, 附貼在嚥囊上, 并各有一根唾液管通至口球的頂部。肝脏位于胃的周围, 为一团呈

土黄色的腺体。

2、循环系统(图五):在肺的上端,褐黄色肾脏的左侧,有囊状透明的围心腔膜包围的围心腔。腔内有葫芦状的心脏,较大壁较厚带橙黄色呈梨状者为心室;较小壁较薄带淡黄色者为心耳。自心室分出动脉管,再分二枝,一枝到头部;另一枝到内脏,将新鲜血液输送到全身各部没有血管壁的腔隙。血液的回流是由这些腔隙收集到外套膜变薄的肺上呈叶脉状分枝的静脉血管,在肺腔进行气体交换。经过交换的新鲜血液,由分枝的静脉血管集中到肺部中央的一条粗大的肺静脉,该血管从外套膜下面,纵贯于肺部中央,在经过肾脏左侧时,沿肾分出入肾血管,将新鲜血液带入肾脏。肺静脉末端



图五、花螺的内部构造

穿入围心腔膜,通入心耳而入心室,再行循环。

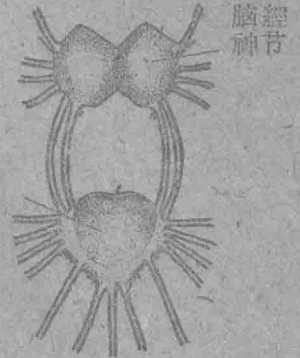
3、呼吸系统(图五):呼吸孔入内,有淡黑色很薄的囊状物,便是肺,其内表面满布着血管网,靠近呼吸孔附近的较粗大明显,特别是通入心耳的肺静脉最显著。

4、排泄系统(图五):排泄器官的肾脏一个,附于外套膜的背面,位于心脏之旁。是一长形褐黄色的腺体,包含相当于腺质部及相当于输尿管部共二部分。前者面积占整个肾脏的绝大部分,后者色较淡,仅居于腺质部的右侧缘,成长管形纵贯腺质部的

全长，然后绕胃的底部弯向右，在肠的内缘与肠相并行，在肛門附近成縫状开口。

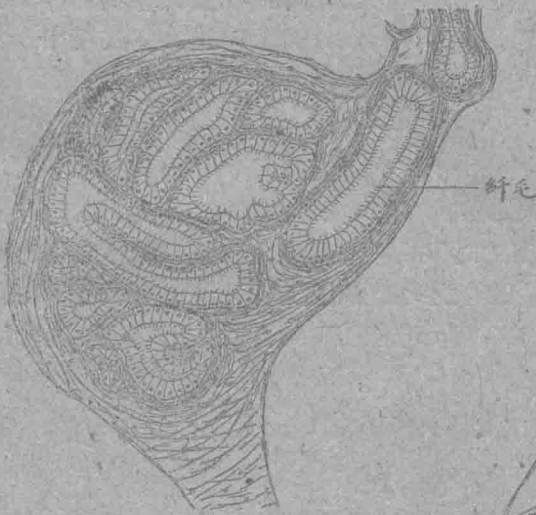
5、**神经系统**（图七）：神经节大部分集中在口球的后边，形成围食道神经。将头頸部背面中央表皮剪开，继而将食道、唾液腺管及齿舌牵引肌截断，轻轻地通过食道神经环将截断的前半部向前推出，后半部用镊子牵于一侧，则整个神经环部分便呈露出来。食道上为一对脑神经节，有神经分布于触角和口球处。食道下面有数对已合并的形成一堆的食道下神经节团，由此神经节团分出神经至足部、内脏和外套膜各部。并绕食道两侧各有二条神经与食道上面的脑神经节相連，构成环状的神經网。

图七、花螺的神经系统



6、**生殖系统**（图五）：花螺为雌雄同体。近壳頂肝脏迴旋中有微白黃色不規則形的两性腺。由两性腺发出細而屈曲白色的两性管。两性管

由两性腺发出后約三分之一处开始变粗，在該处有一受精囊（注），（性器官成熟时为黑色，未成熟时为淡黄色，且較小）两性管的下端嵌入蛋黃色成块状的蛋白腺的基部附近有一个弯曲淡黄色纤毛室，室的內壁呈皺折状，且具纤毛（图八）。由纤毛室通入一条較粗大由淡黄至褐色成皺折状

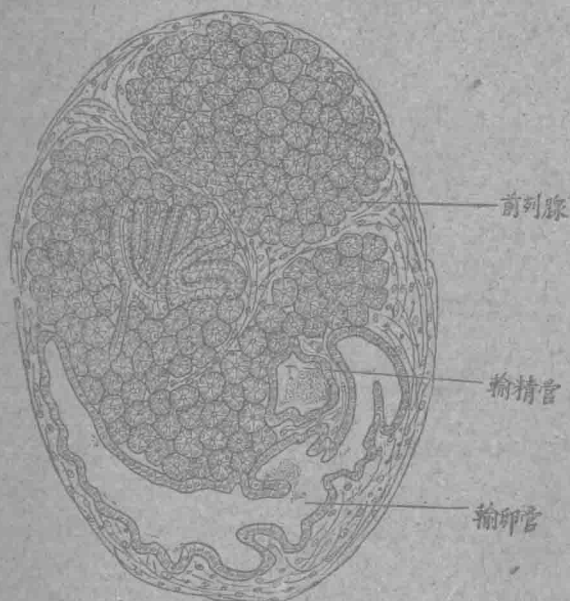


图八 花螺纤毛室的纵切

的輸卵管（其皺折可能是适应卵子成熟时面积的增加）和一条甚小的輸精管，后者埋藏于輸卵管与前列腺之間，外表难以观察。这两条管很大的一段是彼此不完全分离，在两管相連处互相沟通（图九），只有下端很短的一小段二管互不相通（图十）随即分成两条独立的輸精管和輸卵管（图十一）。輸卵管的下端通至較膨大的阴道，經球状的括約肌开口于生殖腔。在輸卵管轉入阴道的地方，接着



图九 花螺的輸精卵管横切（示两管彼此相通）

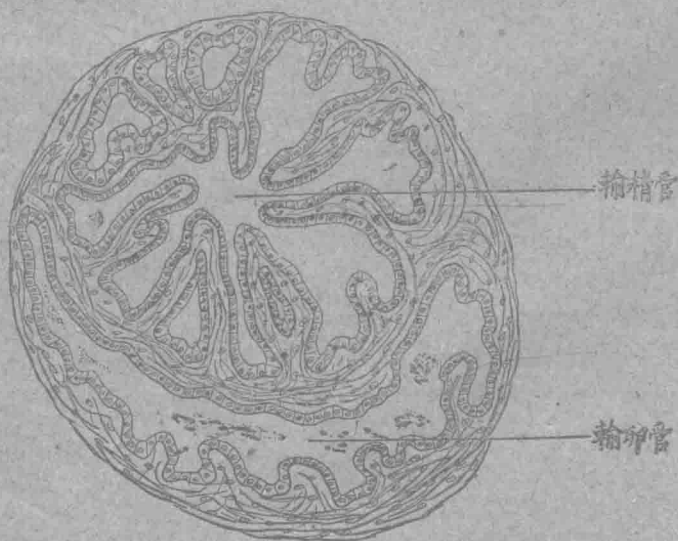


一条长的交配囊管，該管的游离端有一梨状紅色的交配囊。在輸卵管和輸精管彼此不分离的一段，輸卵管的一側附貼着一列乳白色呈米粒状的前列腺，并有管通至輸精管（图九）。輸精管的下端，通至較膨大的交接器鞘，內有富于肌肉的阴茎，可从生殖孔翻出。花螺缺少射囊（恋矢囊）、指状腺（粘液腺或称菌状腺）及鞭状体等。

〔注〕在 *Helix* 一属的蜗牛，其受精部位，許多无脊椎动物学书中皆未描述。有謂在阴道行受精（如Hegner, R.W. 1933）；有謂在蛋白腺基部的囊內行受精（如Bullough, W.S.）。

图十、花螺的輸精卵管橫切(示两管互不相通)

我們在解剖花螺时，发现两性管上有一囊，囊內充滿精子（图十二）。有的时候，在輸卵管內充滿了許多有壳的卵子，就是說，这些卵子已受了精，同时在两性管上的囊內也充滿了精子。假使精子在阴道內进行受精，那么在未入阴道前的輸卵管部的卵子已經受精的現象是很难解释的。当我们解剖蛋白腺基部的囊时，发现該囊內的精子不多，且囊壁有許多纤毛不停地摆动，因此我們称之为纤毛室，其作用很可能是驅使精子的上落。受精作用很可能在两性管上的囊內进行，因此，我們称該囊为受精囊。准确的受精部位，尚待进一步的研究。至于在輸卵管轉入阴道的地方发出的囊，一般称为受精囊，这是交配时接受来自对方的精子暂时貯藏的处所。为避免与两性管上之囊的名詞重复，因此我們称它为交配囊。



图十一、花螺的輸精卵管橫切(示两管并列彼此互不相通)



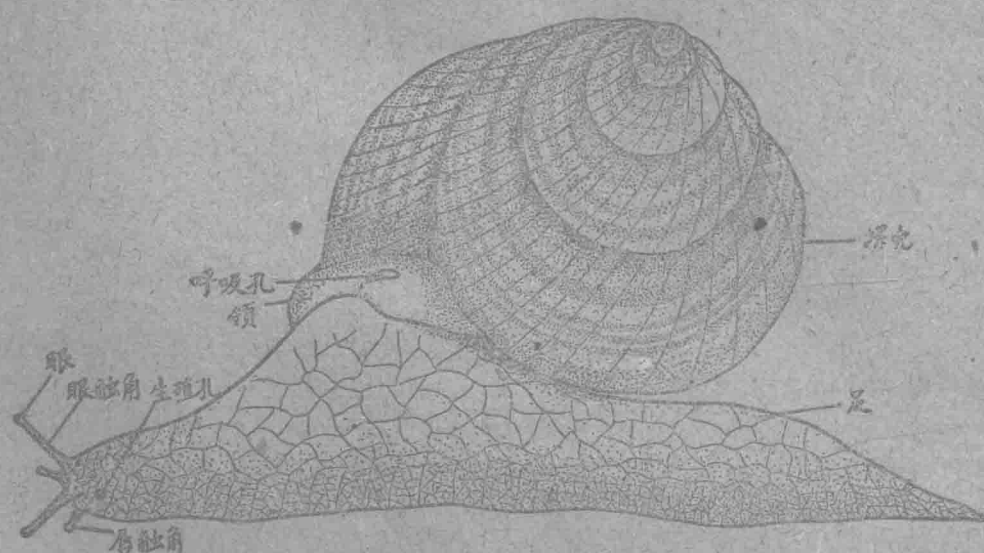
图十二、

花螺受精囊纵切

五、左旋蜗牛 (*Enlota quaesita*) 与花螺 (*Achatina fulica*) 的比较

左旋蜗牛 (*Enlota quaesita*) 也是我国南方的一种习见的陆栖贝类，我们实验室以往常用它为腹足类的代表材料。它与花螺在外部形态上有显著的不同，而在器官系统的构造上基本形式是相同的，但也有显著不同的地方。现将它们显著不同之点列表比较如下：

种类 区别	花 螺(<i>Achatina fulica</i>)	左旋蜗牛(<i>Enlota quærita</i>)
螺 旋 壳	外缘轮廓长卵圆形。成螺贝壳一般七个螺层。螺塔高，高度大于宽度。右旋，壳口位于右侧(图一)。壳轴不成管状，无壳脐(图二)。	外缘轮廓扁圆形。成螺贝壳一般五个螺层，螺塔矮，宽度大于高度。左旋，壳口位于左侧，壳唇向外反出(图十三)。壳轴成管状，有壳脐。(图十四)。
头及足部	口之左右两侧各有一唇瓣。生殖孔位于头前端右侧。呼吸孔在右侧(图一)	口之左右两侧各有二片唇瓣。生殖孔位于头前端左侧，呼吸孔在左侧。(图十三)
生殖系统	两性管上有受精囊。前列腺乳白色，呈米粒状。输精管埋藏于输卵管与前列腺之间，外表难以观察。阴道末具球状的括约肌。缺囊状体和射出管。(图五)	两性管上缺受精囊。前列腺灰色，呈块状。输精管较小，略透明，附贴在输卵管卵与前列腺之间的一侧，注意观察可能看到。阴道膨大，缺球状的括约肌。具囊状体和射出管(图十五)。



图十三、左旋蜗牛的外部形态