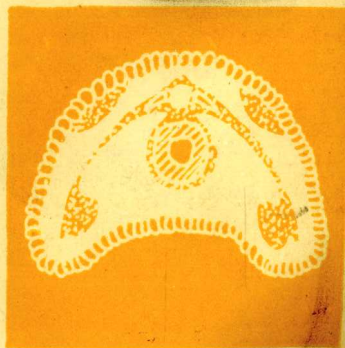
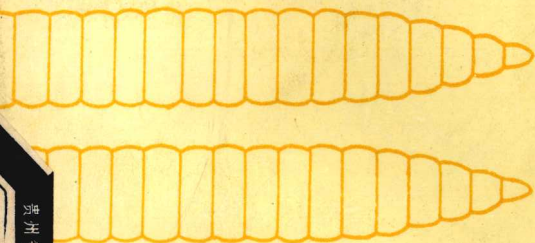
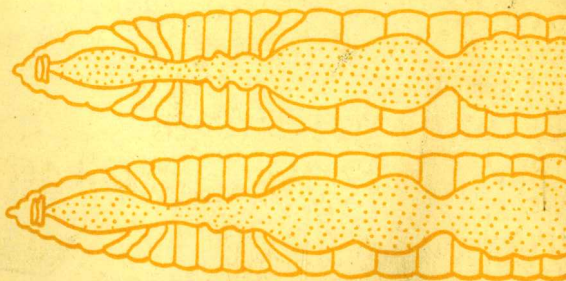


蚯蚓的结构与功能



江苏科学技术出版社

蚯蚓的结构与功能

许智芳 王峰松 陈昭伟 编译

江苏科技

蚯蚓的结构与功能

许智芳 王峰松 陈阳伟 编译

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：徐州新华印刷厂

开本 787×1092毫米1/32 印张 2.75 字数 57,000

1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

印数 1—2,000册

书号 16196·254 定价0.57元

责任编辑 张士冷

编译前言

近年来，国内外对蚯蚓的养殖及其综合利用的工作做得较多，在解决动物性蛋白质饲料来源的过程中，起了一定的作用。在取得一定的社会效益和经济效益的同时，丰富的实践经验充实了寡毛类（蚯蚓）基础理论的研究，也为基础理论的研究提出了新的课题，要求它更好地为生产服务。鉴于以上情况，编译者认为将瓦尔渥克（Wallwork, J. A.）的《蚯蚓生物学》（Earthworm Biology）一书介绍给读者是完全必要的。在编译时除了基本保持了它的结构和内容以外，为了更好地普及这方面的知识，还特地参考了国内外其他有关著作和文献，以使编译本《蚯蚓的结构与功能》的内容更全面、更完善，并更切合实际。

编译本的内容不仅包括有关蚯蚓的形态解剖、生理、生殖和生态等方面的知识，还为改良土壤，环境净化等方面的工作，提出了理论依据，这能使更多的读者利用这些知识来指导生产实践，让蚯蚓更好地为四化建设服务。

在编译工作过程中，许智芳负责第一、二、五、六、七章，附录和绘图工作，王峰松负责第四、八章，陈昭伟负责第三章。由于蚯蚓生物学是近年才被重视的学科，特别是对涉及生态学方面的一些新名词和新概念，需要做出规范的翻译和确切的解释，这常使我们感到力不从心。因此，在编译本中难免有错误和不当之处，恳请专家、读者与同行们指正。

编译者

许智芳

一九八五年八月于南京

目 录

第一章 环虫类：首次出现的体腔动物

一、引言	1
二、体腔	3
三、体内的各种空腔	4
四、液态骨骼	5
五、蠕形运动	6
六、隔膜	7
七、分节现象与节间沟	8
八、背孔	8

第二章 蚯蚓的分科和它们的分布

一、引言	10
二、蚯蚓的分科	10
三、蚯蚓的生物地理学	12
四、生活方式和穴居的习性	14
五、我国陆蚯蚓的分布	15

第三章 食物、取食和排粪

一、引言	16
二、消化道	17
三、消化酶	20
四、消化酶的来源	21
五、蚯蚓和土壤的形成	23

第四章 血液和呼吸

一、引言	29
二、蚯蚓的“心脏”	30
三、血管	30
四、呼吸系统	32
五、生态学上的意义	35

第五章 排泄和水分的关系

一、引言	37
二、肾管及其基本结构	38
三、排泄产物	44
四、排泄产物的来源	45
五、盐分和渗透压的调节	45

第六章 感觉和感受性

一、引言	49
二、感受器	49
三、神经系统与中枢神经系统	52
四、反射弧、反射动作与条件反射	56

第七章 蚯蚓的生殖

一、引言	57
二、生殖系统	57
三、交配和蚓茧	60
四、受精后的发育	62
五、孤雌生殖	63
六、季节性和夏蛰	64

第八章 蚯蚓的生活方式

一、引言	65
二、 r 和 K 选择 (型)	65
三、对环境的预测性	66
四、蚯蚓作为“开拓者”	66
五、种群形成的过程	67
六、结束语	72

附录 名称和名词英汉对照

第一章 环虫类：首次 出现的体腔动物

一、引言

有的作者认为须腕动物应当作为环节动物门的第五个类群（克拉克Clark, 1978），但一般都认为环节动物门只包括以下四个纲：多毛纲、寡毛纲、原环虫纲和蛭纲。多毛类几乎全为海产的，可分管栖的隐居目、自由生活的游走目和营寄生的吸口目。在管栖隐居和游走类型的体上，两侧具有按节排列而呈桨状的疣足。每个疣足有二根针毛和二束刚毛，因此，这些疣足有助于游泳和摄食。这一纲中的种类，在每个体节上具有很多刚毛，故称多毛类。在它们的生活史中也包括有担轮幼虫，这种幼虫具有顶纤毛束、口前纤毛环、口后纤毛环、肛前纤毛环和肛纤毛环等各种纤毛，身体呈陀螺状，营浮游的或底栖的生活。担轮幼虫及其变态在动物进化上具有重要的意义。

有的分类学家，将原环虫纲放在多毛纲之前。原环虫纲是一种原始的和次生性退化的异质型类群，在它们的身体上没有刚毛，或者刚毛退化了，身体的分节也不明显。这一纲的环虫还保留有不发达的体腔和循环系统这些简单的结构。在某些原环虫中具有担轮幼虫期，而在另一些中则没有。因此，这是一些结构比较原始的海产动物。

为大家较熟悉的蚂蟥是蛭纲特化或退化的演变例子；它

们适应一种食肉性或吸血的体外寄生生活，常在身体的前后端各有一个便于行动和附着在宿主体上的吸盘。体节不明显，体环明显。体腔退化，刚毛常没有，直接发育，在生活史中没有明显的幼虫期，多数陆栖或淡水产，陆栖的俗称山蚂蝗，淡水中的俗称水蚂蝗。

须腕动物是一类海产管栖的蠕虫，栖管由虫体分泌形成，很象多毛类，它的身体可以分成三个部分，即前节、中节和后节。在这三节中各有分隔开来的体腔囊，各称第一体腔囊、第二体腔囊和第三体腔囊，并没有消化系统，只是依靠触手行体外消化，然后进行吸收。后节极长，又称躯干部，也没有象前面所说的那些环虫类的分节现象。

蚯蚓属于寡毛纲，主要在淡水和土壤中栖居。一般来说，按节排列的刚毛呈环状排列或变成了四对，这显示出从多毛类刚毛较多的情况退化形成。某些类群则有较多的环列刚毛，因此被称为环毛蚓。

蚯蚓无疣足或吸盘（极少数例外），在它们的生活史中也没有自由游泳生活的浮浪幼虫时期，因此是直接发生的。体节明显，头部不明显，未全分化或退化。通常，在淡水中生活的寡毛类可根据它们排泄器官肾管的发育程度来和陆栖的种类进行区别。这些排泄器官呈管状，在体内的开口象一个纤毛漏斗，称肾漏斗或肾口（图8）。肾管将积聚在体腔液内的排泄物质输送到体外去。蚯蚓肾漏斗的上唇很发达，但在水栖的种类，上唇退化成几个细胞或没有上唇了。这些明显的解剖学上的区别并没被前人所重视，而在這本書中将尽量作为可以解决的问题来进行讨论。蚯蚓是生活在土壤和腐殖质中并确实为大家所熟悉的环虫类。正蚓属的肾管为典型的大肾管，在每个体节内仅有一对，而环毛属的肾管，除

了某些特殊情况外，均为小肾管，在每个体节内有很多，根据它们的形态和所在位置的不同，可分为体壁小肾管、肠壁小肾管和隔膜小肾管。体壁小肾管开口体外，肠壁小肾管和隔膜小肾管开口肠腔，所以蛋白质分解后的含氮废物，可直接由体壁小肾管排出体外，或排入肠内后与蚓粪同时排出体外。肠壁小肾管、隔膜小肾管在陆蚯蚓还有湿润食物的消化作用。



环虫类的出现，在身体结构方面，为无脊椎动物的演化提供了进一步发展的基础。在体壁和肠壁上都有肌肉层和体腔膜，位于肠壁和体腔膜之间，围绕着消化道并将消化道与体壁分离的一个空间，称体腔，它的出现标志着这个解剖学上的进展。环虫的体腔是在胚胎发育的过程中形成的。在囊胚腔中出现中胚层细胞层，最后由于这些细胞的分裂，分成内外两层，各称为脏壁中胚层和体壁中胚层（图1），其间的空腔为原始的分节的体腔。囊胚腔完全消失，这个体腔很大，充满了含有变形细胞的液体，包围在消化道和别的内脏器官外面的体壁中胚层和脏壁中胚层各自分化为体壁和消化道的肌肉、上皮或体腔膜。

首先，决不只是体腔发达，保留至今的主要功能可能是聚集从没有开口的体腔管和肾管来的生殖物质和排泄产物，或其中之一。其次，由体壁肌肉来控制蚯蚓的活动，而不是依赖控制食物摄入的消化道肌肉的作用，体壁上的肌肉组织与消化道壁上的肌肉组织最后分开是必然的结果。这两种功能的分开，将大大增进蚯蚓的活动和消化系统的效率。由此

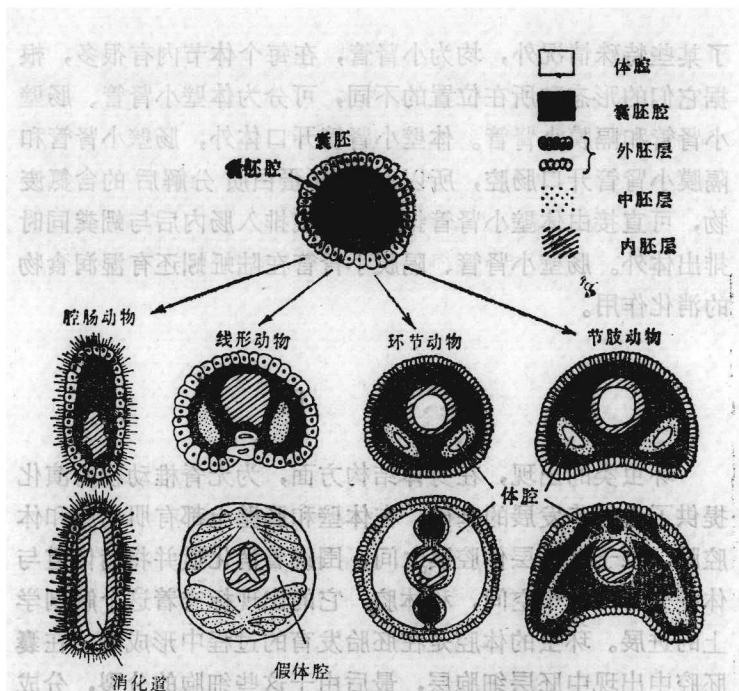


图1 不同无脊椎动物体内的各种空腔

可见，这种体腔无论在系统发生或个体发生上看，都比线虫类的原体腔要出现得迟，故又称次生体腔。次生体腔内充满体腔液，并容纳着各种内部器官。

三、体内的各种空腔

不管体腔的来源如何，体腔的出现对包括蚯蚓在内的环虫类来说是提供了有利的条件。为了了解这些或介绍更低等的后生动物体腔的发展情况是十分必要的。原始后生动物的腔肠动物，它们身体的基本结构是一个

两侧辐射对称的盲囊，而其中的一个空腔并不是一个体腔，这个空腔被人们称为腔肠，这个腔肠与外界相通的只有一个开口，这个开口具有口和肛门二者的功能，也就是说它既能摄食，又能排出废物。当这个开口紧闭的时候，体壁内的肌肉细胞收缩，液体充满了腔肠，以致产生了一种压力，反之，当体壁内的肌肉细胞松弛时，这种压力可以使腔肠动物的身体伸长。由于这种情况，能变的身体可以改变它的形状，并且活动起来。大家所熟知的水螅翻筋斗的运动，就是这种运动方式的一个极好例子。因此，当口张开时，腔肠内的液压将随之消失，致使动物在这个时候就不能运动。

四、液态骨骼

我们能很快的了解诸如腔肠动物充满液体的体内空腔；它的功能就象一种骨骼，是一种能作为肌肉颌颚作用动力的液态骨骼来控制身体的形态与活动。利用这个空腔，也能作为一个消化腔，显然，为了这些目的，这样的结构并不理想。在体壁肌肉组织和消化道肌肉组织被间质或实质所分开的这一点来看，扁虫类比腔肠动物要高等一些，在它们的体内仅有一个体内空腔，即消化道，它也只有有一个开口，被称为口。纽虫类发展到有一个完整的肠，这个肠已具备口与肛门，这种情况，比扁虫类又高等了一点。然而，扁虫类虽有湿润的间质，消化腔内有微流的液体，但并不能利用这些来作为一种能松弛和收缩体壁肌肉的液态骨骼。很显然，这种结构的任何改进必定导致体壁肌肉可以直接活动，而消化道发展成为一种充满液体，又能独立自主的空腔。线虫类和它们的亲缘类有一个空腔，它是由具有空泡的中胚层细胞分裂

形成的，称假体腔或原体腔。至少线虫类是这样的情况，它们具有一层厚的角质层，这一层是由皮层、基质和纤维三层组成的，这种多层结构的角质层，严密地约束住体形的任何改变，因此，不再限于影响运动，而是为了保持体形，也是用以保护身体，免被宿主消化液所消化的适应结构。例如人蛔虫只有纵肌而无环肌，因此，身体只能弯曲，而不能改变粗细。当纵肌松弛时，因体腔液的压力和角质层的弹性作用，使虫体恢复原状。

在环虫类的中胚层内分化出一个次生性的体腔，称真体腔或次生体腔，这是一个真正的体腔，上述问题就得到了更有力的解释。具有弹性的体壁，以及体壁肌肉收缩的颀颀作用可不受消化道正常功能影响而改变体形。

五、蠕形运动

蚯蚓的体壁由角质层、表皮细胞、环肌、纵肌和体腔膜等部分组成，其中的环肌只有一薄层，而纵肌则较厚。蚯蚓运动时，体壁的肌肉层和刚毛都参与活动，体腔液对蚯蚓的运动也有一定的作用。环肌收缩，纵肌舒张时，蚯蚓变细长；反之，环肌舒张，纵肌收缩时，蚯蚓变粗短。当身体前端的环肌收缩时，这部分的体腔液受到放射状的压缩，因为体腔液的容积是不变的，液压导致处于松弛状态的纵肌伸长，蚯蚓的前端变细，利用该处的刚毛支撑在地上，将身体向前延伸。紧接着纵肌收缩，体腔液受到纵向的压力，而环肌松弛，身体前端变粗。连续的缩短和松弛，收缩和膨胀，形成了波浪式的蠕形运动，这种情况，并不是限于少数种类，而是在很多种类均有的。

六、隔 膜

无脊椎动物中属于星虫门的种类，它们的身体不分节，体腔大而不分隔开，是贯穿全身的，任何一部分的体腔液受到了压力，均能很快地传送到身体的其他部分。连续不断的环状和纵向的压缩波也是它们产生蠕形运动的特点。辐射和纵向的压力结合在一起的时候，则可以干扰蠕形运动。为了要将这两种压力波分开，必须出现体腔分隔开来的一些类型，这为蚯蚓体内出现隔膜提供了条件，蚯蚓体内肌肉质的分隔物，称为隔膜，它将身体分成了体节，这是无脊椎动物在进化过程中一个极重要的标志。

在环虫类中，蚯蚓隔膜的发展是最明显的。蚯蚓的蠕形运动是依靠从前到后的连续不断的肌肉收缩的蠕形波，使身体向前突出而运动的。这种运动方式完全适用于蚯蚓穴居在土内和有机物质中的生活习性。蚯蚓身体前端蠕形的膨胀，将土粒推向旁边，形成洞穴。蚯蚓身体的横切面是圆的，它们的体形是圆柱形的，用全身的体壁肌肉的力量插进土中，并紧贴着洞壁。依靠肌肉的伸缩和刚毛的支撑作用，使蚯蚓身体向前运动。身体某一部分的刚毛起支撑作用的时候，而另一部分的刚毛则向前移动。蚯蚓也能缩回来或依靠身体的纵轴进行弯曲运动。在结实土壤中的洞穴内，蚯蚓的蠕形运动的作用很小，它是依靠将土粒摄入与排粪来迁移土壤颗粒，以进行活动的。

七. 分节现象与节间沟

隔膜发展以后的结果，是环虫身体的分节，这对内部器官的排列有很重要的影响。分节是特化的开始，每个体节内可容纳各种器官，例如循环、排泄、生殖和神经等，较高等的种类，生殖器官仅局限在某几个体节内。于是隔膜的作用，使每个体节变成了相对独立自主的单位。每个体节必须有自己的血液、中枢神经系统和外周神经系统，排出代谢废物的排泄系统和生殖腺，结果在每一体节内就有血管、神经节和神经、排泄器官（肾管）和生殖腺。全身各节器官连续性的重复，就称为分节现象。环节动物基本上是同律分节，即除了前两节和最后一节外，其余各个体节，在形态上基本相同。有的因生活习性不同，例如多毛类的隐居目动物，因管栖习性，是异律分节的。蚯蚓在分节问题上是有变化的，这点放在后面再向大家介绍。

分节现象和运动有关，对外界环境的适应能力可大大加强，所以身体的分节是生理上分工的开始。随着分节现象出现的同时，在各体节之间形成缝合线，这种缝合线称为节间沟。这是蠕形动物在进化过程中作蛇形运动时，在最易弯曲的、阻力最小的体壁上形成的一种褶皱，然后在前后褶皱之间，长出特殊的肌肉群，最后形成了体节。

八、背 孔

虽然在大多数蚯蚓中的背孔是不明显的，背孔还是在全身的大部分体节与体节之间的节间沟内存在的（仅在前面的

几个节间沟内没有背孔)。因此,身体从前到后都有背孔,平时紧闭,遇干燥或刺激时,背孔是将体腔液射至体外的通道。这种放射是由于驱拒和分泌的作用,对防止身体干燥,保持身体表面湿润,以利于呼吸作用的进行,以及便于在土壤中钻洞和保护体表是有帮助的。背孔的有无,以及起始的位置,均是蚯蚓分类的依据。

蚯蚓的排泄器官是 nephridia (排泄管), 每个体节都有一对, 位于背孔的下方, 排泄管的上端开口于体腔, 下端开口于体外。排泄管的上端开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial funnel (排泄管漏斗), 漏斗的壁上有一个小的开口, 称为 nephridial pore (排泄管孔), 排泄管孔的开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝), 排泄管分枝的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial sac (排泄管囊), 排泄管囊的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝)。

蚯蚓的生殖器官是 nephridia (排泄管), 每个体节都有一对, 位于背孔的下方, 排泄管的上端开口于体腔, 下端开口于体外。排泄管的上端开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial funnel (排泄管漏斗), 漏斗的壁上有一个小的开口, 称为 nephridial pore (排泄管孔), 排泄管孔的开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝), 排泄管分枝的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial sac (排泄管囊), 排泄管囊的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝)。

蚯蚓的排泄器官是 nephridia (排泄管), 每个体节都有一对, 位于背孔的下方, 排泄管的上端开口于体腔, 下端开口于体外。排泄管的上端开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial funnel (排泄管漏斗), 漏斗的壁上有一个小的开口, 称为 nephridial pore (排泄管孔), 排泄管孔的开口处有一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝), 排泄管分枝的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial sac (排泄管囊), 排泄管囊的末端是一个小的膨大, 称为 nephridial diverticulum (排泄管分枝)。

第二章 蚯蚓的分科和

它们的分布

一、引言

“蚯蚓”这个名称，不同的作者用法不同，在大不列颠虽然具有陆栖代表性寡毛类的一些科，例如线蚓科，它和正蚓科一样的普通，但鲜为人知。在西非，许多普通的蚯蚓属于真蚓科，在南非有微毛蚓科，在澳大利亚和远东的其他部分是巨蚓科，等等。也许在目前来提供蚯蚓的各个科和略述它们在全世界的分布情况是不恰当的。

二、蚯蚓的分科

蚯蚓的种类很多，根据常用的分类系统，蚯蚓属于环节动物门中的寡毛纲。寡毛纲又分为若干目，各个目的下面又分若干个科，各科下又分属，各属下分种，各种下有亚种。任何一种蚯蚓都被归属于以上有关的几个阶元。寡毛纲的分类系统，最早由密契尔逊 (Michaelsen) 制订，后经斯蒂芬森 (Stephenson)、盖茨 (Gates)、山口英二 (Yamaguchi) 等人修订。

虽然这些分类体系对人们的影响不大，但蚯蚓在科这一级阶元的分类是个引起某些争论的问题 (参见爱德华兹和洛夫特 Edwards and Lofty, 1977)。实质上，世界上真正陆