

## 什么是动物？

动物胚胎发育的一般规律:

**受精：**精子、卵子各自的单倍体基因组相融合形成二倍体合子的事件。精卵接触时的顶体反应。

改变膜的极性；通过受精膜的迅速膨胀。

**卵裂：**受精卵经过多次分裂，形成很多**分裂球**的过程。与一般细胞分裂的不同之处在于，是一系列迅速的细胞分裂，每次分裂之后，分裂球未及长大又开始新的分裂，所以分裂球越来越小。

卵黄对卵裂的影响：均黄卵：海胆；中等黄卵：蛙类；端黄卵：扁形，软体，脊椎动物；中央黄卵：节肢动物。

完全卵裂：等裂-文昌鱼      不完全卵裂：盘状卵裂-鸟类和爬行类

## 表面卵裂-昆虫

**螺旋卵裂：**螺，蚌，纽虫（软体、环节、节肢动物）

**囊胚：** 合子分裂成越来越小的细胞，最后由许多小细胞构成一个中空的球。代谢作用单纯。

根据胚孔的发展，将三胚层多细胞动物分为：

**后口动物：**胚孔成为成体的肛门（或封闭），成体的口是在胚孔相当距离之外重新形成。棘皮动物、半索、所有的脊索动物。

不是所有的原口动物都具有真体腔，后口动物都是真体腔动物。原生生物、后生生物（植物、动物、真菌）

神(shen)经胚：神经板期-神经沟期-神经管期

神经板期：胚体伸长，背部的外胚层细胞分裂快，数目增多，形成神经板；

神经沟期：神经板两侧向上隆起形成神经褶，中央凹陷为神经沟。中胚层背部正中形成脊索，两侧形成体节，同时沿侧壁向腹部延伸。

神经管期：神经褶向背部中央靠拢、融合，形成神经管，脱离外胚层进入胚胎内。中胚层继续沿侧壁向腹部延伸，分裂成体壁中胚层和脏壁中胚层。由内胚层包围的原肠胚形成原始的消化道。

植物极与动物极区分：精子附着于动物极而进入卵细胞，动物极分裂快，体积小；植物极细胞难分裂，体积大；

极点的释放位点为动物极，植物极是受精卵中含卵黄多的一端。

物种的定义：物种是生物多样性描述与分类的基本单位，是具有一定形态、生理和生态特征，占有相应的自然地理分布区域，

以一定的生活方式进行繁衍并相互交流基因的自然生物类群。这样的类群与其他类群在生殖上相互隔离。

标准：形态学、遗传学（生殖隔离）、地理学标准

## 一、原生动物门 最简单的动物，最复杂的细胞

原生动物的定义：一类体型微小、结构最简单，进化地位最低等、最原始的单细胞动物。

（进化地位）已知的最原始的真核单细胞；类器官；分布广；行单细胞（多数）或多细胞群体生活；

体微小（最小的真核生物，一般在 10-200 微米之间），体形结构多样化，身体裸露或能分泌特殊外壳或体内有“骨骼”。

出现运动胞器，运动的基本形式一种是以鞭毛或纤毛打动水流；另一种则靠原生质的流动形成伪足进行变形运动。

1.具光合、吞噬和渗透三种生物营养类型（黄金滴虫兼有 3 种方式，说明了原生动物的原始性）。

少数自养-光合营养（最原始），如绿眼虫，具色素体（植物性营养）；

多数异养-吞噬营养（最普遍），如草履虫，胞吞（动物性营养）；

渗透营养，如孢子虫，体表渗透或胞饮（腐生性营养）。

2.排泄主要通过体表渗透。大多淡水种类的水分调节和代谢废物排泄主要靠伸缩泡实现。

3.类器官：原生动物特有的构造，它是由细胞中的部分细胞质分化成的若干特殊的结构，执行着类似于高等动物某些器官的功能，故叫类器官，也称细胞器，完成各种生理机能。

运动胞器：鞭毛，纤毛，伪足； 营养胞器：食物泡，胞口，胞咽

排泄胞器：伸缩泡+收集管； 感觉胞器：眼点

4.多种多样的生殖方式（4+2）：

无性生殖：二分裂（最普遍）：胞质胞核均等分，分为纵二分裂（眼虫）和横二分裂（草履虫）

出芽生殖：如管足虫

复分裂（核先分裂）：裂体生殖和孢子生殖（疟原虫）

质裂（虫体先分裂）：多核变形虫、蛙片虫

有性生殖：配子生殖：团藻

接合生殖：纤毛虫特有

5.大多数在环境恶劣的条件下能形成包囊，部分原生动物在包囊内行无性生殖，如眼虫、变形虫。

包囊的形成过程：不良环境下缩回伪足或脱落鞭毛与纤毛-身体缩成球形-细胞向外分泌胶质，形成坚厚的外膜包裹身体

降低代谢-不停繁殖-条件改善时分裂的诸个体破囊而出-重现生命现象。

意义：抵抗外界不良环境，有利于个体生存；有利于传播；有利于在不利环境下进行繁殖。

6.具有对环境刺激的协调与应激性，如趋光性、趋热性。

应激：表膜下纤毛系和根丝体控制纤毛和鞭毛。

趋性感应：对外界刺激有趋向或躲避的方向移行表现，这种反应的物质基础是神经肽。

神经肽与动物的疼痛、温度感受、睡眠、记忆有关，从猪脑中分离被首次发现，棘尾虫中发现至少 6 种。

从原生动物中发现神经肽的意义：揭示了由神经肽进化到神经系统，证实了动物的进化路线，为低等单细胞动物的进化提供新标准；可通过原生动物获取昂贵的药物神经肽。

7.具有动物的各种机能：运动、排泄、呼吸（大多体表渗透，少数光合作用）、循环（借体表扩散或内质流动来运送物质）

8.主要类群及代表动物：

分类依据：运动类器官的有无、类型和营养类型

鞭毛纲：眼虫(植鞭亚纲)；锥虫、利什曼原虫(动鞭亚纲)

(1)具鞭毛，一条或多条，是运动胞器。

(2)营养方式：光合营养（植物性）、渗透营养（腐生性）、吞噬性营养（动物性）

(3)生殖：无性——纵二分裂，可形成包囊。有性——配子生殖

赤潮（水华）：**夜光虫**（光带）、裸甲腰鞭毛虫等大量繁殖，消耗氧气，分泌毒素造成海洋生物大量死亡，引起海水变色。

眼虫的**有益方面**：作为有机物污染环境的生物指标；眼虫有耐放射性的能力，有净化水的放射性物质的作用；作科研材料。

动鞭亚纲：**五大寄生虫病**：黑热病、疟疾、钩虫病、丝虫病、血吸虫病

利什曼原虫：寄生在人体巨噬细胞内（无鞭毛体），引起黑热病。利什曼原虫的中间寄主是白蛉子（前鞭毛体）。

锥虫：侵入人体脑、脊髓的神经系统。引起非洲昏睡病、马苏拉病（马体瘦发热）。传播媒介：舌蝇、吸血蝽。

披发虫：与白蚁共生，帮助消化纤维素。

### 肉足虫纲：大变形虫

1)以伪足运动和摄食，根据伪足形态分类。2)部分种类可以分泌形成坚硬的外壳。3)细胞内质中的凝、溶胶质可互换。

4)繁殖方式:无性→二分裂，有性→配子生殖。

痢疾内变形虫（溶组织阿米巴）：寄生在人体的大肠和盲肠，分泌溶化组织的物质，导致阿米巴痢疾。

**滋养体**：原生动物摄取营养，能活动生长，是寄生原虫的寄生阶段。包囊是原虫的感染阶段，不摄取养料。

**孢子虫纲**：疟原虫、血孢子虫（马热病）、球虫、粘孢子虫（引起鱼类大量死亡）

1) 全寄生生活，渗透营养，成体无运动器。2) 具顶复合器→侵入寄主 C→侵入寄主后→复合器消失。

3) 生活史复杂，**世代交替**→包括三个时期：A.裂体生殖期：营养体 ↔ 裂殖体（无性）

B.配子生殖期：配子→合子（有性）

C.孢子生殖期：合子→子孢子（无性）

疟原虫：我国五大寄生虫病之一引起疟疾（打摆子），传播媒介：人体（裂体生殖，红细胞）、按蚊（配子、孢子生殖）。

发病机理：疟原虫裂殖体在红细胞内发育成熟后，引起红细胞破裂，流入血液刺激机体，引起发冷发热、贫血。

**裂殖体**：滋养体逐渐增大，成熟后通过复分裂进行裂体生殖。

**纤毛虫纲**：草履虫（前端钝圆，后端稍尖）、小瓜虫（引起鱼类组织发炎）、结肠肠袋虫（痢疾）

1)体表终生具有纤毛，以纤毛为运动细胞器。

2)结构复杂，胞核和胞质高度分化。中间层和内层膜构成表膜泡镶嵌系统。表膜上有纤毛和口沟。

刺丝泡：外质中垂直于表膜的纺锤形杆状结构，有小孔开口于体表，受刺激时释放内含物，有防御功能。

细胞核：大核（营养核），小核（生殖核）。无专门的呼吸、循环胞器。

3)生殖为无性的横二分裂和有性的接合生殖（2个母细胞交换部分核物质后分裂形成8个子细胞）。

## 二、侧生动物（海绵动物门）

①体制多数辐射对称或不对称，营固着生活。

②体壁由内（胃层，领鞭毛细胞）外（皮层，单层扁平细胞）2层细胞及中胶层构成；细胞没有组织分化和器官系统。

③胚胎为“逆转”发育。无性生殖有出芽生殖和形成芽球两种。

有性生殖：领细胞吞食精子，失去鞭毛和领成为变形虫状，再将精子带入中胶层中的卵进行受精。

实胚幼虫：寻常海绵纲。两囊幼虫：钙质海绵纲。

④具特殊的水沟系统。通过水流完成摄食、呼吸、排泄、生殖等生理机能。其生理代谢机能都是处于细胞水平的。

⑤通常具有钙质、硅质或角质的骨针，由造骨细胞分泌形成；

⑥没有消化腔，只有中央腔，只行细胞内消化。在胚胎发育中还未到达原肠胚阶段。

⑦没有神经系统，因此感受刺激以及反应能力十分缓慢；

⑧具有特殊的领鞭毛细胞，类似于原生动物的领鞭毛虫，在其它多细胞动物中不曾发现。

1、**领细胞**：每个领细胞有一透明领围绕一条鞭毛。领是由一圈细胞质突起和突起间的很多微丝相联构成。（像羽毛球）

功能：**鞭毛摆动水流**，带进食物颗粒（如微小藻类、细菌和有机碎屑）和氧，被**领细胞过滤吞噬**，形成食物泡进行胞内消化，或将食物传给变形细胞消化。变形细胞将消化残渣排到水中，随水流出。

中胶层：皮层与胃层之间的细胞结构层，其中有变形细胞和骨针。

中央腔：由领细胞包围的腔。

2、**水沟系统**：是海绵动物所特有的结构，适应于固着生活方式，可见海绵的进化过程是由简单到复杂。从单沟型的简单直管到双沟型的辐射管，再发展到复沟型的鞭毛室，领细胞数目逐渐增多，增加了水流通过海绵体的速度和流量；同时扩大了摄食面积，能使海绵获得更多的食物和氧气，同时不断地排出废物。海绵的摄食、呼吸、排泄、生殖等都要靠水沟系的水流实现。

不同种的海绵其水沟系的结构不同，基本类型有 3 种：

1) **单沟型**：如白枝海绵。

最简单的水沟系。水流从孔细胞的进水小孔流入，直接到**中央腔**，然后经出水孔流出，中央腔的壁是领细胞。

2) **双沟型**：相当于单沟型的体壁凹凸折叠而成，领细胞在辐射管的壁上。水流从**流入孔**流入，经流入管、前幽门孔、**辐射管**、后幽门孔、中央腔，由**出水孔**流出。流入管内是**扁平细胞**，辐射管内是**领鞭毛细胞**。如毛壶。

3) **复沟型**：体壁进一步折叠，在中胶层内形成许多鞭毛室。水流由流入孔流入，经流入管、前幽门孔、**鞭毛室**、后幽门孔、流出管、中央腔，再由出水孔流出。如浴海绵，淡水海绵。

3、**逆转**：海绵动物在发育成两囊幼虫后，动物极的小细胞内陷成为内层，而植物极细胞留在外层，与其他多细胞动物正常形成原肠的过程相反，这种现象称为“逆转”现象。

侧生动物：很早就从原始的祖先分化出来成为独立的一支，不再发展。

海绵动物的经济意义：

骨骼，海绵质纤维吸收液体的能力强，可供沐浴及医学上吸收药液、血液等用，如浴海绵。

有些淡水海绵要求一定的物理化学生活条件，可作为水环境质量优劣的评价指标；

海绵细胞的分化程度低，可作为发育生物学的研究材料。

药用价值，如提取抗癌活性物质。

### 三、腔肠（刺胞）动物

多细胞动物中最原始的一类，真正后生动物的开始（若将海绵看作侧支）

①体壁有两层细胞构成，外层来自胚胎发育时期的外胚层，内层来自胚胎发育时期的内胚层；

皮层司保护和感觉；胃层司消化、营养和运动机能。

海绵动物虽然具有二胚层，但是只称为二层细胞。刺胞动物才是真正的两胚层动物。

中胶层：主要以胶原蛋白形式存在，作为弹性骨骼，起支持作用。

②身体呈辐射对称（2 个以上对称(chen)面）或两侧辐射对称（只有 2 个对称面）体制；

③出现**原始消化循环腔**。消化循环腔只有一个开口(有口无肛)；

④除细胞内消化，还具有细胞外消化；没有专门的呼吸、排泄器官，由细胞吸收氧、排出代谢废物。

⑤有原始的组织分化。出现了感觉器官，**网状神经系统**。

两辐射对称：只有两个对称面，介于辐射对称和两侧对称之间。如栉水母、珊瑚。为动物进化到两侧对称体制，使身体出现前后、左右、背腹之分，适应主动运动和生活打下基础。

无性生殖：出芽生殖，藪枝螅的芽体不脱离母体，形成群体。

有性生殖：精卵结合。水螅的生殖腺由间细胞分化形成。

**原始消化循环腔**：由内外胚层所围成的腔，即胚胎发育中的原肠腔。与海绵动物中央腔不同，具消化功能（胞内及胞外）

生物学意义：开始出现消化腔，兼具消化和循环功能，可将消化后的营养物质输送到身体各部。

有口无肛，消化后的残渣由口排出，口兼具摄食和排泄功能。口为原口。

**网状神经系统**：多级神经细胞具有多个触突，彼此联络成网状神经系统。多极神经元，传导无定向，无神经中枢，缓慢。

**刺细胞**：防御作用，腔肠动物所特有，遍布于体表。刺细胞内有一刺丝囊，囊内贮有毒液及一盘旋的管状细丝，胞外有一刺针，当受刺激时，刺丝向外翻出，可把毒素射入捕获物体内。栉水母的触手无刺细胞而是粘细胞。

**浮浪幼虫**：也称实囊幼虫，为海产腔肠动物的幼虫，可自由游泳或爬行。圆柱形或卵形，长有纤毛。

**世代交替**：生活史中有不同形态和不同生殖方式的个体轮番出现现象。

藪枝螅水母的生活史：有性生殖世代为水母体，雌雄异体。生活史包括水母体、水螅体、子茎（生殖鞘，出芽生殖）

分类：

**水螅纲**：体小，单体或群体生活；少数淡水生活。多数生活史有水螅型（如水螅）和水母型（桃花水母）两个世代，具世代交替现象；水螅体为主要阶段，水母体由水螅体无性繁殖产出。水母型具缘膜，触手基部有平衡囊。刺细胞存在于外胚层，生殖腺由外胚层产生。如三身翼水母、僧帽水母。

**钵水母纲**：全为海产大型的水母类；生活史有或无世代交替现象；水母体发达，为生活史中的主要阶段，水螅体退化为幼虫。

无缘膜，感觉器官为触手囊；生殖腺来源于内胚层；内外胚层均有刺细胞。如海月水母、海蜇。

**珊瑚纲**：全为海产，多数具骨骼；生活史无世代交替，有水螅型，无水母型；水螅体构造复杂，口道发达，由外胚层内陷而成，内胚层及中胶层向内突出形成隔膜，具有隔膜丝；生殖腺来源于内胚层；内外胚层均有刺细胞。如珊瑚、海葵

刺胞动物与人类的关系：抗肿瘤药物；仿生学制造风暴预报仪；天然长堤坚固海岸，海底暗礁妨碍航行；珠宝

## 四、扁形动物

两侧对称、不分体节、三胚层、无体腔、消化系统有口无肛、原肾管排泄系统、梯形神经系统

**皮肤肌肉囊**：扁形动物的中胚层多层肌肉组织与外胚层单层表皮细胞相互紧贴而组成的体壁。

具保护、强化运动和促进消化排泄的功能。

**两侧对称的进化意义**：

1. 神经和感官向前集中，为脑的形成和分化创造了条件，对外界反应更迅速更准确；
2. 由不定向转为定向运动，扩大了自主活动和摄食范围；
3. 既可游泳，又可爬行，生活方式多样化，更能适应复杂环境，为动物从水生到陆生提供了重要基础。

首次形成中胚层，并分化为实质组织和肌肉组织。

实质组织：合胞体结构（一层细胞膜包裹多个核）的柔软结缔组织。能贮存水分和养料，输送营养物质，保护内脏器官，分化和再生新器官，提高机体抗干旱、耐饥饿能力。

**首次出现肌肉组织**：使运动速度加快，神经和感觉器官更趋完善，出现梯形神经系统；

更有效地摄取食物，由原始消化腔进化为不完全的消化系统；

新陈代谢能力增强，相应的异化作用加强，出现原肾形排泄系统。

**中胚层出现的进化意义**：中胚层分化形成了许多重要的器官、系统，使动物机体结构达到了器官系统的水平

- 1、极大减轻了内外胚层的负担，增加了运动机能、活动空间和速度；



2、促进了感觉器官的发展，更能迅速有效地摄取食物；

3、机体代谢功能进一步加强，促进了消化系统的发展和排泄生殖器官的形成。

中胚层的形成为器官系统的进一步分化和发展创造了条件，是动物机体复杂化和体型大型化的物质基础。

**不完全消化系统**：分为口、咽、肠三部分。

自由生活类：有口无肛。寄生类：消化系统趋于退化（吸虫）或完全消失（绦虫）。

**原肾管排泄系统**：由身体两侧外胚层陷入形成，具许多分支的排泄管构成，有排泄孔通体外（原肾管体内封闭，体表开口）  
分支末端由焰细胞（帽细胞和管细胞）组成盲管。

功能：调节渗透压，吸收多余水分，排泄代谢废物。

**梯形神经系统**：原始的中枢神经系统。神经细胞向前集中，形成“脑”；由“脑”向后形成纵神经索，之间有横神经相连；

自由生活类常具眼点和平衡囊，寄生生活类的神经系统退化或消失。

生殖和发育：中胚层分化形成了**固定的**生殖腺和生殖导管以及利于生殖细胞产生的附属腺（前列腺，卵黄腺）

多为雌雄同体，体内受精。海产种类为螺旋卵裂，多数具**牟勒氏幼虫**阶段。

吸虫纲具附着器官，如吸盘、锚、小钩等；生活史复杂，有自由生活阶段（涡虫自由生活，绦虫无自由生活阶段）。

吸虫的生活史：卵，**毛蚴**，**胞蚴**（第一中间宿主）；**雷蚴**；**尾蚴**；**囊蚴**（第二中间宿主），成虫

寄生的适应结果：身体部分结构加强，部分退化。

消化和运动器官退化（取食方便而直接，绦虫肠道消失）；神经和感觉器官退化（对外界刺激的感应减弱）；

表皮特化成皮膜（抵御寄主体内酶的侵蚀）；产生固着器官如吸盘（固着在寄生部位）；

生殖系统特别发达，绦虫的孕节内全为生殖器官（寄主转换的过程中大量死亡）。

寄生虫对寄主的危害：争夺营养物质；化学性毒害；机械性损伤；传播病原微生物。

寄生虫更换寄主的生物学意义：获得更多生存机会；避免对寄主造成更大伤害；演化中后出现的为终宿主。

肝片吸虫中间寄主：椎实螺

日本吸血虫中间寄主：钉螺

## 五、假体腔动物：蛔虫

共同特点是具有三胚层假体腔，完整的消化管，体表被角质层，原肾管型排泄系统，无循环和呼吸系统，。

**1. 假体腔**：又称原体腔、初生体腔。指体壁中胚层和消化道内胚层之间的空腔，是保留下来的囊胚腔，没有中胚层形成的体腔膜包围，不是真正意义上的体腔。中胚层只有体壁中胚层，没有肠壁中胚层与肠系膜。腔内充满了体腔液或含有胶质的物质和间质细胞，没有体腔膜。

**假体腔的形成**：受精卵经过螺旋卵裂，发育成囊胚，以端细胞法形成中胚层，胚胎发育后期中胚层与上皮的内层结合形成体壁，囊胚腔在肌肉层和肠道之间继续保留下来，成为所谓的假体腔。

**假体腔的意义**：●为内脏器官系统发展提供了空间。

●能更有效地输送营养和代谢物质。

●在体壁与内脏之间形成膨压，使身体保持一定体形。

2、**完全消化系统**：假体腔动物的消化道出现了肛门，具发达的肌肉质咽，但肠壁无肌肉层。为**管中套管**结构。

完全消化道的出现使消化道进一步出现分工，食物残渣可以固定地由肛门排出体外，不必再返回口中，加强了消化能力。

3、**原肾型排泄系统**：腺型，由1-2个原肾细胞构成，常见于自由生活种类。

管型，一般由1个原肾细胞特化而成，由纵贯全身的两条纵排泄管及它们之间的横管构成H形。

4.无循环和呼吸系统。体腔液的流动起循环作用，体表呼吸。

5.部分雌雄异形，如蛔虫。

6.圆筒状神经系统（围咽神经环、神经索构成），感觉器官不发达。

7.长管型生殖系统（蛔虫），双管型（雌）、单管型（雄）

8.代表动物：

蛔虫：泄殖孔，肛门和生殖孔合二为一，雄虫尾呈钩状，具交合刺。体壁为皮肤肌肉囊，由角质膜（保护身体，抵御寄主体内消化液的腐蚀）、表皮、肌肉（只有纵肌没有环肌，只能弯曲不能收缩）组成。

## 六、环节动物（高等无脊椎动物的开始）

①出现了分节现象，同律分节；

②具有发达的真体腔（指由中胚层形成的体腔膜包围的各种脏器腔室），

环节动物以端细胞法形成中胚层、以裂体腔法形成真体腔；

③具有刚毛和疣足等特殊的运动器官；

④闭管式循环系统；无专门呼吸器官，气体交换在体表进行，一些水生种类出现鳃。

⑤雌雄同体或异体，主要行有性生殖，受精卵行（xing）螺旋卵裂；

⑥链状神经系统（索式神经系统）；

⑦陆生、淡水种类直接发育；海产种类间接发育，具担轮幼虫（海产环节动物（多毛类，如围沙蚕）和软体动物的幼虫时期，外形似陀螺，顶端有成束纤毛，原肾管原体腔，在海水中营（ying）漂浮生活，经变态后形成成体）。

### 真体腔出现的意义：

1、次生体腔的出现，是动物结构上一个重要变化。

2、肠壁外附有肌肉，使肠道蠕动，提高了消化机能，使得消化道在形态和功能上进一步分化；

3、消化功能加强→同化功能加强→异化功能加强→排泄功能加强，排泄器官：原肾管型→后肾管型；

4、同时消化管与体壁为次生体腔隔开，真体腔形成过程中残留的囊胚腔形成血管系统，

从环节动物开始出现真正的循环系统，使动物体的结构进一步复杂，各种机能更趋完善。

### 1、身体分节

(1)假分节：指动物体内分节但是体表不分节（如涡虫等内部消化道、生殖腺等排列有分节现象）或体表体内分节现象不一致（如绦虫），是分节现象的起源。

(2)真分节：①同律分节：除身体前、后端少数几个体节外，其余各体节在形态上基本相同，称为同律分节。

②异律分节：身体自前而后各体节发生分化，并且相邻体节相互愈合形成体区，是高等的分节现象。

### 分节现象的意义：

(1)是无脊椎动物在进化过程中的一个重要标志。

(2)体节之间以内隔膜相分隔，体表相应地形成节间沟，为体节的分界。

(3)许多内部器官出现重复排列的现象，这对促进动物体的新陈代谢，增强对环境的适应能力，有着重大意义。

(4)不仅增强运动机能，也是生理分工的开始。

(5)体节分化，形态结构发生改变，功能出现分化，是使动物体向更高级发展，逐渐为头、胸、腹各部分的分化成为可能。

### 2、特殊的运动器官：刚毛和疣足

疣足并非真正附肢，为体壁扁平状突起，其顶端一般着生刚毛。其功能主要用于游泳。

3、后肾管：为环节动物及以后的大多数动物所有。

两端开口，一端开口于真体腔（肾口），另一端经排泄管开口于体外或肠腔（肾孔）。

**原肾管**：是细胞内管，一部分无脊椎动物（如涡虫-扁形动物门）所具有的原始排泄器官。**焰细胞**是基本单位，通过细胞膜的渗透而收集体中多余水分、液体、废物，把它们送到收集管，再送到较大的排泄管、最后由排泄孔排出体外。

4、**原口动物（扁形、原腔即线形、环节、软体、节肢）**：是在胚胎发育中由原肠胚的胚孔形成口的动物。

**后口动物（棘皮、半索、脊索）**：指在胚胎的原肠胚期其原口形成为肛门而与之相对的后口形成嘴部的动物总称。

5、**链状神经系统**：更集中，身体前部一对咽上神经节愈合成脑神经节，向后每个体节都有一个神经节，连接成链状纵贯全身

## 七、软体动物 仅次于节肢动物门的第二大门，腹足纲（螺类、蜗牛）是仅次于昆虫纲的第二大纲

真体腔不分节的原口动物，出现所有器官体系（出现循环系统、呼吸器官）且都很发达，所有海洋种类具担轮幼虫期

① 身体两侧对称，具有 3 个胚层和真体腔。（体制为左右对称，但腹足纲动物在发育过程中发生扭转而变得不对称）

② 初生体腔和次生体腔并（bing）存，开管型循环系统。

③ 分为头、足、内脏团、外套膜 4 个部分，通常有外套膜分泌的石灰质的贝壳或退化。

④ 排泄系统后肾型，包括后肾管和围心腔腺。腹足类扭转后肛门位于前端。

⑤ 大多雌雄异体，均为异体受精；多为间接发育，出现担轮幼虫、面盘幼虫，淡水河蚌还具钩介幼虫期。

⑥ 螺旋式完全卵裂（头足类为不完全盘裂），与扁形、环节动物相似。

⑧ 神经系统(包括脑、脏、侧、足四对神经节)一般不发达，但头足类很发达。

⑧ 消化系统呈 U 字形，许多种类具齿舌，具肝脏。

**齿舌**：软体动物特有如蜗牛，位于口腔底部，由规律排列的角质齿片组成，由肌肉收缩使角质齿片前后活动锉碎食物。

⑨ 软体动物靠鳃、外套膜或外套膜形成的“肺”呼吸。

水生种类以肺呼吸，陆生种类以外套膜一定区域的微血管密集成网的“肺”呼吸。

1、身体结构和运动方式与头和足的发达程度密切相关。

**头部**：头部具有摄食和感觉器官，主要为眼和触角

底栖或附着生活的类群——头部不发达或退化消失，如石鳖、角贝、河蚌（头部消失）等；

活动的类群——头部发达并有发达的感觉器官，如蜗牛、乌贼等。

**足**：适于基质上匍匐爬行者，如鲍、石鳖等，足呈块状；

适于底质上潜掘栖居者，如瓣鳃纲的足为斧状，掘足纲的为柱状；

游泳生活者，如头足类，足已经与头部愈合，并环绕头部分裂成若干条长腕；

一些附着生活者，如贻贝足不发达，足部具足丝腺，能分泌足丝；营固着生活者，如牡蛎成体，足完全退化。

**2、外套膜**：身体背侧皮肤延伸形成的薄膜，一般包被内脏团、鳃甚至足。外套膜通常分三层，外层和内层为表皮细胞层；中间层为肥厚的结缔组织。

水生种类：外套膜表面或边缘密生纤毛，通过摆动激起水流，实现呼吸、滤食、排泄等活动。

陆生种类：外套膜富有血管，有进行气体交换的呼吸功能。

头足类的外套膜呈囊状，富含肌肉，收缩时挤压外套腔的水射出，靠水流反作用力前进，适于快速运动。

**外套腔**：外套膜与内脏团、鳃、足之间的空隙。很多软体动物的排泄孔、生殖孔、呼吸、肛门甚至口都在外套腔内。

贝壳：由外套膜分泌形成的贝壳，通常位于身体最外面，为保护器官，分为角质层、棱柱层、珍珠层（珍珠的形成是外套膜对外来异物的反应）。（头足类退化为内壳，称为“鰓鞘”）

3、**开管式循环系统**：（头足类是闭管式）



血液从心耳进入心室，由动脉流入组织间不规则的血窦，再从血窦回到心耳。

真体腔不发达，局限于围心腔、生殖腺腔和排泄器官管腔。初生体腔与次生体腔同时存在于身体各器官组织之间，这些组织间隙充满的不是体腔液而是血液，故名**血窦**或**血腔**。

**闭管式循环系统**：背血管、腹血管、心脏、遍布全身的毛细血管网构成一个封闭的系统。背血管血液由后向前流动，到达环血管后由背向腹面流动，然后由腹血管收集血液，由体前向后流动。血液始终封闭在血管内流动。**头足类**是闭管式循环系统，体腔也发达得多，以适应它们在水中快速捕食和躲避敌害。

4. **后肾管**：一端以肾口开口于围心腔（即真体腔），另一端以肾孔开口于外套腔。

5、头足类（适应快速运动、不是螺旋卵裂）

①神经系统复杂，神经节集中于头部；

②足部发达，头侧具构造完善的眼；

⑦ 闭管式循环系统，体腔发达，适应快速捕食。

④头足类神经系统发达，神经节集中在食道周围形成脑，并有一个中胚层分化的软骨匣包围，是适应快速运动的特殊结构。

## 八、节肢动物 身体分节的真体腔动物、原口动物最进化类群、真正适应陆地生活的无脊椎动物类群

①**异律分节**，身体分部，肢分节。

②发达的外骨骼和强有力的横纹肌。体被几丁质蛋白质复合体的外骨骼。横纹肌发达，能迅速收缩。

③附肢分节并有关节。

④混合体腔，开管式血液循环系统

⑤独特的消化系统。由于取食方式不同，口器发生特化。具直肠垫，回收水分。消化道分为前肠、中肠和后肠。

⑥高效多样的呼吸器官，体壁内陷（陆生，形成书肺或气管）或外凸（水生，鳃）作为呼吸器官。

⑦排泄器官多样，与后肾管同源。排泄系统由肠壁向外突起而形成。

⑧ 神经系统和感觉器官发达。

⑨ 生殖方式多样，多具变态现象。绝大多数属雌雄异体，体内受精。

**附肢分节的意义**：（附肢各节之间及附肢与躯干之间具可动关节。故名“节肢动物”）

1. 灵活性大大增加，附肢高度特化，更能适应复杂生境。

2. 附肢特化导致功能分化。除步行外，还有游泳、呼吸、交配、防卫、捕食、咀嚼及感觉等功能。

所以附肢分节是动物进化的一个重要标志。

**横(heng)纹肌的进(jin)化意义**：

发达的横纹肌成对成束排列，两端附着于相邻(lin)的外骨骼片上，互为拮抗作用，为动物的捕食、避敌和运动提供了动力。

**节肢动物的循环系统与呼吸系统的复杂程度呈负相关**：

1. 体表呼吸的：循环系统退化或仅有心脏而无血管。如水蚤。

2. 鳃呼吸的种类如虾蟹，循环系统较发达。

3. 气管呼吸的种类，循环系统较简单，一般只保留身体背部的管状心脏。

**血腔和开管式循环的生物学意义**：

开管式循环由于血液主要在血腔和血窦中运行，压力较低，可避免动物机体因附肢折断而引起的大量失血或致死。

**呼吸机制**有气管系统和血管系统两种：

陆生：气管：体壁内陷形成分支的管状结构，无毛细血管分布，直接将氧气输送到组织细胞，动物界最高效的呼吸器官。

**书肺**：体壁内陷折叠成书页状，为陆生蜘蛛、蝎的呼吸器官。

水生：体壁：低等的小型甲壳类动物，如水蚤

鳃：水生甲壳动物在足的基部，由体壁向外凸起的薄膜结构，充满毛细血管。如虾蟹。

**书鳃**：由足基部的体壁向外凸起折叠成书页状，有血管分布，为肢口纲的鲎的呼吸器官。

由腹部第 2-6 对附肢外肢内侧的页状突起构成，其内有血管网，可进行气体交换。

排泄器官多样，与后肾管同源。

低等种类：无专门排泄器官，代谢废物随蜕皮时排除

部分种类：专门腺体（与后肾管同源），如甲壳纲的绿腺。

大部分种类：**马氏管**（位于中、后肠之间的细小盲管，游离于血腔之中，收集尿酸等排泄废物，与食物残渣一起经后肠由肛门排出），如昆虫、蜘蛛等。

灵敏的感觉器官和发达的神经系统

**链状神经系统**，体节愈合，头部 3 对神经节愈合成脑，更集中。

前脑：视觉、行为中心

中脑：触觉中心。蜘蛛等（没有触角）没有中脑的分化。

后脑：发出神经分布到下唇、消化道。

## 1、外骨骼：

（由外向内）表皮 上表皮：最薄，蜡质，由蛋白质及脂质组成，不透水（防止体内水分丢失）；

外表皮：由几丁质与蛋白质结合的糖蛋白，最坚硬（保护内脏器官，避免机械损伤）；

内表皮：几丁质及少量蛋白质组成，柔韧。

上皮 活细胞层，由单层多角形细胞构成。

基膜 是糖蛋白、黏多糖蛋白等凝结的不定形颗粒状薄膜，与结缔组织相连，

具有支持、防止摩擦损失和半渗透性滤膜的作用。

**蜕皮**：节肢动物的外骨骼起到了保护内脏器官、支持机体运动的作用，但也限制了动物的生长，因此出现蜕皮现象。

节肢动物在个体发育过程中，在体内激素的控制下，蜕去旧皮，形成新皮以适应身体间歇性生长的现象。

**龄期**：相邻两次蜕皮之间所经历的时间。

昆虫纲分类依据：触角、眼、口器、翅、足

蟹的身体分为头胸部和腹部，腹部折叠在头胸部下方，叫做蟹脐（雄蟹为三角形，雌性为圆形）。

为什么虾蟹煮熟后会变红色？

虾蟹的外骨骼内含有虾青素，其与蛋白质结合后会因蛋白质的种类不同而呈现出红、黄等不同颜色，当蛋白质在高温时变性，虾青素与蛋白质分离，颜色变回原来的橙红色。虾青素是一种类胡萝卜素，首次从龙虾中分离出来的天然抗氧化剂，存在于微藻（雨生红球藻）、虾蟹壳、三文鱼和真菌中。

蜈蚣和马陆对比：

蜈蚣：背腹扁平，每节一对附肢，具毒腺，肉食，遇刺激反抗或逃跑。

马陆：半圆筒形，每节两对附肢，具臭腺，植食或腐食，遇刺激卷曲成团。

蝴蝶与蛾的区别：

蝶：触角为棒状或锤状，停息时翅竖立

蛾：触角为丝状或羽状，停息时翅平置

### 3、适应进化的本领

①保护色：动物的色泽与周围环境色泽一致的现象。

②警戒色：动物具有的鲜艳的颜色，可对其他动物起着警戒信号的作用，因而称为警戒色。如猫头鹰蝴蝶。

③拟态：动物身体的形状和颜色与周围物体或动物相象的现象。

卵胎生：受精卵不产出体外（卵生是受精卵在体外发育）而在母体内发育成幼体再产出，但受精卵与母体不产生营养关系。

孤雌生殖（单性生殖）：雌虫不经交配，或卵不经受精就能繁殖新的个体，如蚜虫。

多胚生殖：一个卵在发育过程中分裂形成许多胚胎，形成许多幼虫，如小茧蜂。

幼体生殖：幼虫体内生殖细胞提前发育形成后代，如童瘦蚊。

4、**变态**：昆虫从孵化到发育为成虫，在外部形态、内部结构和生活习性上都要经历一系列的变化，这种变化称作变态。

①完全变态：卵 孵化 一龄幼虫 蜕皮 二龄幼虫…五龄幼虫化蛹→蛹羽化成虫

②不完全变态：卵 孵化 幼体 几次蜕皮 成虫（在从卵到成虫发育过程中不出现蛹的阶段）

1)渐变态：如蝗虫、虱子。幼体形态和生活习性与成体相同，幼体称若虫。

2)半变态：如蜻蜓、蜉蝣。幼体生活习性与成体不同，幼体水生，以鳃呼吸，称作稚虫。

## 九、触手冠动物

1.固着生活，身体柔软，具外壳

2.身体不分节，具真体腔；

3.身体前端有总担（触手冠），具捕食和呼吸的功能

4.消化管呈“U”型，肛门位于身体前方

5.进(jin)化地位：同时具有原口和后口动物的特征，是介于原口和后口动物之间的过渡类群。

与原口动物的相似之处：

体不分节，具真体腔；发达的后肾兼作生殖导管；在胚胎发育过程中，胚孔形成口，具自由游泳的与担轮幼虫相似的幼虫期

与后口动物的相似之处：

发育过程中出现前中后体腔，中间有体腔膜相隔；

外肛动物和腕足动物是辐射卵裂，不再是螺旋卵裂。

腕足动物以体腔囊法（肠体腔法）形成中胚层和真体腔。

## 十、脊索动物门 动物界最高等的类群

### 无脊椎动物：

身体背侧没有脊椎或脊索的动物，

包括海绵、腔肠、扁形、线形、软体、环节、节肢、棘皮动物

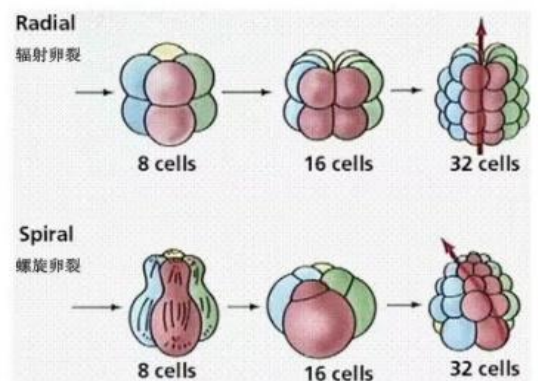
主要特征：原口、螺旋卵裂（棘皮动物是后口、辐射卵裂）

### 脊索动物门的特征

共同特征：**脊索、背神经管、鳃裂**

其他特征：肛后尾、心脏位于消化管腹面、内骨骼、闭管式循环、后口、肌节

**脊索 (notochord) :**



胚胎发育过程中，由原肠背侧的部分细胞离开肠管成为中胚层而形成的棒状结构。位于身体背部、消化道上方、神经管的下面。既结实又有弹性，能支撑身体。低等脊索动物种类终生具有脊索，高等的种类仅出现在胚胎期，成长时退化并被脊柱取代。

#### 背神经管：

位于身体背部脊索或脊椎上方的管状结构，来源于外胚层。高等动物种类的背神经管前方分化为脑，后段成为脊髓。

**咽鳃裂：**位于咽部两侧，左右成对，是消化管前段的两侧裂开与体外相通而形成的裂孔，内有咽鳃。低等脊索动物的咽鳃裂终生存在，是**呼吸器官**；高等种类只见于胚胎或幼体，随后完全消失。

脊索动物起源假说：

1. 起源于环节动物假说（已被遗弃）：都是两侧对称，都有分节的排泄系统和发达的体腔，都是**密闭式循环系统**。如果把环节动物背腹倒置，则其腹神经索就和脊索动物的背神经管位置一样，心脏的位置以及血流方向也相同。但背腹倒置之后，口和脑的位置不同，并且脊索、鳃裂以及胚胎发育等方面也存在差异。
2. 起源于棘皮动物的假说：胚胎发育过程属于后口动物，以体腔囊法形成体腔。棘皮动物的短腕幼虫和半索动物的柱头幼虫在形态结构上相似，生物化学方面，棘皮动物含有精氨酸和肌酸，而其他无脊椎动物仅含精氨酸。

#### 脊索动物门的分类

头索动物和尾索动物是脊索动物中的低等类群；

尾索动物营固着或自由生活，常能用出芽繁殖以形成群体，也有有性生殖和世代交替现象，海鞘是最普遍的尾索动物。

头索动物具有脊索动物的三个主要特征，文昌鱼是代表。

##### 1.尾索动物亚门：海鞘、住囊虫

最低级类群。脊索仅在尾部，变态后消失。

背神经管退化成神经节，鳃裂存在，成体披背囊，有特殊围鳃腔。

大多数营固着生活，常能用出芽法繁殖以形成群体，有有性生殖和世代交替现象，海鞘（qiao）是最普遍的尾索动物。

无内骨骼，水流产生压力支撑身体。

呼吸在咽部完成，水流流经鳃裂时进行气体交换。开管式循环，周期性改变循环方向，无动脉静脉之分。

无排泄器官，在肠弯曲处有具排泄功能的细胞（小肾囊），内含尿酸等废物，从围鳃腔排出体外。

雌雄同体，异体受精，体外发育。

无集中的感觉器官。

**逆行变态：**脊索动物经过变态后失去一些构造，形体变得更为简单的现象。也称退化变态。如柄海鞘，从自由生活的幼体变为营固着生活，发达的尾连同内部的脊索和尾肌逐渐萎缩，神经管及感觉器官也退化而残存为一个神经节。

##### 2.头索动物亚门（脊椎动物的姐妹群）：文昌鱼

脊索纵贯全身并伸长到身体最前端，超过了神经管的长度，又称全索。终生保留三大特征。

#### 文昌鱼：

无头和躯干之分，无骨骼，支持系统为脊索，呼吸在咽部及身体表面进行。

没有集中的肾，位于咽壁背方两侧的肾管是排泄器官。

循环：无心脏，闭管式。血液无色，氧气通过渗透进入血液。

生殖：雌雄异体，体外受精。生殖腺按体节排列于围鳃腔两侧，无生殖管道，成熟生殖细胞经腹孔排出体外。

神经系统：神经管是中枢神经系统，无脑和脊髓的分化，神经管前端管腔稍膨大为脑泡。

##### 3.脊椎动物亚门

背神经管前端膨大，形成明显头部。

脊柱代替脊索支持躯体。

除圆口类外，出现上下颌（he），主动捕食；

出现成对附肢，更利于运动和平衡。

水生脊椎动物的鳃裂和鳃进一步完善，陆生脊椎动物仅胚胎期或幼体用鳃呼吸，成体用肺呼吸。

肾代替分节的肾管，排泄系统进一步完善。

肌肉质的有收缩机能的心脏代替腹大动脉，血液中有红细胞，循环系统进一步完善。

甲胄鱼：不具上下颌，身体前部大多覆盖有坚硬的大块骨甲，是目前已知最古老的化石脊椎动物。

**圆口纲**（无颌类）最原始的无颌脊椎动物，现存脊椎动物中最低等最原始的一纲

口为吸附型（圆形的口吸盘），没有上下颌，无成对附肢，外形像鱼，但比鱼类低等；

脊索终生存在，无脊椎，但出现了雏形脊椎骨和不完整头骨（文昌鱼脊索终生存在，但无骨骼）；

有头（文昌鱼无头），有心脏和血细胞（文昌鱼没有）；

具集中的肾脏和生殖腺，无生殖管（文昌鱼：肾管和生殖腺分节排列，无生殖管）

背神经管分化为脑和脊髓，但脑的分化程度低，有集中感官（文昌鱼无明显脑，无集中感官）；

只有奇鳍，没有偶鳍；

只有一个鼻孔，位于头部的中线上；

独特的呼吸器官鳃囊；

内耳只有一个或两个半规管；

营寄生或半寄生生活方式，危害渔业。

七鳃鳗：眼后两侧各有 7 个鳃裂开孔。身体前端具口漏斗（吸附于寄主体表或钻入体内），尾前部腹面有肛门和泄殖孔。

具角质齿的舌。幼体为沙隐虫，许多特征近似文昌鱼。

起源与进化：圆口纲动物与最早的脊椎动物化石甲胄鱼具有许多共同特征，有共同的祖先。

## 鱼类

进化地位：最低等的有颌变温脊椎动物，适应水生生活、具有成对的附肢、脊柱代替了脊索

鱼的定义：终生生活在水中，通常用鳃呼吸，用鳍协助运动和维持身体平衡，大多数体被鳞片。

外形：

1. 纺锤型：最普遍，全身呈流线型，能减少运动阻力，因而这种体型的鱼善于游泳，如金枪鱼、鲈鱼。
2. 侧扁型：左右轴最短，而背腹轴相对增加。如鲳、团头鲂。
3. 平扁型：背腹轴特别短，左右轴特别长，适于底栖生活，行动缓慢，如鳐、爬岩鳅。
4. 棍棒型：适于穴居。如黄鳝、鳗鲡。

鳍的功能：

偶鳍主要是维持身体平衡和改变运动方向。

奇鳍均位于身体纵轴中线上，背鳍和臀鳍的功能是保持身体平衡，防止倾斜，尾鳍和尾部肌肉的活动作为前进动力，起推进器的作用。

快速并能长距离游泳的鱼类，尾部肌肉发达，尾鳍强大。

骨骼系统：支持身体、保护柔软器官、配合肌肉产生动作。软骨鱼类的鳍脚为交配器。



肌肉系统:

躯干肌肉: 最大最重要的肌肉, 由结缔组织组成的隔膜截成肌节。分为轴上肌和轴下肌。

**红肌**: 位于躯干表面, 脂肪含量高, 需氧代谢, 与持续游动有关。

**白肌**: 不含脂肪和肌红蛋白, 厌氧代谢, 产生急速运动, 缺乏持久耐力。

鲑鱼的红肌属于白肌, 由于野生的三文鱼以海藻、鱼虾为食, 甲壳类的虾青素转移到鱼肉中呈橙红色。

发电器官: 肌肉的变态物, 与御敌、捕食、求偶等活动有关。

运动: 主要方式是游泳, 借助于连续的肌节收缩与舒张。

**呼吸系统**: 呼吸器官为鳃, 形状似梳子。鳃具有气体交换面积大、壁薄、富含毛细血管、逆流交换系统等特点。

**鳃的机能**: 比重调节、呼吸作用(相当于肺)、感觉作用(测压、传声)、发声(共鸣器)

循环系统: 血液循环与鳃呼吸密切相关, 封闭式循环, 单循环

排泄系统: 肾脏、膀胱、输尿管

肾脏: 通过肾小体的过滤作用和肾小管的吸收作用完成

鳃: 氮化物(氨、尿素)和盐分的排泄, 海水硬骨鱼类的鳃上有泌盐细胞, 向外分泌盐分。

### **渗透压的调节**

**泌盐细胞**(排氯细胞): 位于硬骨鱼鳃小片基部, 淡水硬骨鱼类的泌盐细胞从水中摄取盐分, 海水硬骨鱼类的排出盐分。

**淡水鱼类**: 体液盐分浓度高于外界水环境。肾小体发达, 肾脏将过多水分排出体外, 肾小管上有吸盐细胞, 重新吸收过滤液中的大部分盐分。鳃上有特化的氯细胞(吸盐细胞), 吸收过鳃水中的氯离子。从食物中补充盐分。

**海水硬骨鱼类**: 体液浓度低于外界水环境。通过食物、吞海水等途径获取水分, 肾小球退化或消失, 肾小体数目减少, 排尿少。鳃上有泌盐细胞, 将多余盐分排出体外; 肾小管分泌一些二价的离子。

**海水软骨鱼类**:

血液中含有大量尿素, 使其体液浓度稍高于海水; 依靠尿素进行渗透调节, 当血液中尿素含量高时, 从鳃进入的水分增多, 冲淡血液浓度, 排尿量随之增加(鳃通过控制进入的水分调节排尿量从而调节尿素含量), 多余盐分经直肠腺排出。

**洄游性鱼类**: 广盐性鱼类, 能适应从海水到淡水盐度急剧改变。

鳗鲡: 在淡水中依靠肾脏调节水分, 在海水中通过鳃上的泌盐细胞将多余盐分排出体外而保留水分, 同时肾脏过滤功能退化, 排尿量大大减少。

赤鲱: 氯细胞在海水中能排出盐分, 而在淡水中则能吸收盐分。

### **消化系统**

**消化管**: 口腔咽、食道、胃、肠

口腔咽: 齿用于捕食、咬住食物, 撕裂和咬断食物, 一般不具备咀嚼作用。鳃耙的数目和形状与食性密切相关。

鳃耙: 硬骨鱼类的鳃弓内缘生有的两排并列的骨质突起, 用于阻挡食物和沙粒随水流经鳃裂流出以免损伤鳃瓣, 是鳃部的过滤器管(鳃包括鳃耙、鳃弓和鳃丝)

**消化腺**: 胃腺、肝脏、胰脏

肝脏: 分泌胆汁, 解毒, 储存糖原以调节血糖平衡。

胰脏:

软骨鱼类的胰脏为单叶或双叶, 与肝脏明显分开;

硬骨鱼类为弥散性的腺体, 常有一部分或全部埋在肝组织中, 合称肝胰脏。

能分泌蛋白酶、脂肪酶和淀粉酶。一些种类具有胰岛细胞, 能分泌胰岛素, 调节血糖平衡。

**神(shen)经系统**：脑分化为端脑（嗅脑、大脑）、中脑、间脑（视叶）、小脑、延脑 5 个部分。

鱼脑构造的生态适应：依靠视觉器官觅食的鱼类，视叶特别发达；

以摄取小型浮游生物为主的鱼类，触觉中枢比较发达，有发达而分化的延脑；

底栖鱼类，具有发达的纹状体，小脑较小，嗅叶大，延脑特别分化

### 感觉器官

皮肤感觉器官：感觉芽、丘状感觉器、侧线感官、罗伦瓮

感觉芽：最简单的皮肤感觉器，具有触觉和感觉水流的作用

丘状感觉器：又称陷器。能感受水流和水压，底栖鱼类的陷器发达。

**侧线系统**：构造最高度分化、鱼类及水生两栖类所特有的皮肤感受器，呈沟状或管状。

感觉水流、确定方向、辅助趋流性定向、感受低频率声波

罗瓦瓮：软骨鱼类特有，为水流、水压、水温的感觉器

听觉器官：内耳：平衡、听觉作用

视觉器官：眼，无眼睑和泪腺

嗅觉器官：嗅囊，以外鼻孔与外界相通

生殖方式：卵生、卵胎生、假胎生      生殖系统：卵巢和精巢

卵生：将成熟的卵直接产在水中，在体外进行受精和全部发育过程。

**卵胎生**：卵子不仅在体内受精，而且在雌鱼生殖道内进行发育，胚胎营养依靠自身的卵黄，母体不提供营养，胚胎呼吸依靠母体，如一些鲨鱼、食蚊鱼、孔雀鱼。

**假胎生**：胚体在体内发育，发生循环上的联系，其营养不仅依靠自身卵黄而且依靠母体。如灰星鲨，鳉鱼

生殖洄游：溯河洄游、降海洄游、江河半洄游

恒温鱼类：月亮鱼，通过煽动胸鳍产生热量。

起源与进化：进化中最重要的事件是颌的出现，棘鱼类是首批出现的有颌鱼类，为硬骨鱼的祖先。

盾皮鱼类出现于泥盆纪早期，为软骨鱼类的祖先。硬骨鱼的分支**肉鳍鱼类**在泥盆纪演化出陆生脊椎动物的祖先。

### **两栖纲** 从水到陆的过渡类群

从水到陆面临的挑战：支撑体重、陆生运动；在空气中呼吸；防止体内水分散失

在陆地上繁殖；维持一定的体内温度；与之适应的感官、神经系统

外形：头、颈、躯干、四肢（陆地运动能力）

骨骼：头骨的枕骨有两个枕髁（ke），脊柱首次分化出颈椎和荐椎，尾椎中首次分化出胸骨（陆栖四足类特有结构）

肢骨：从两栖类开始，发展了陆生五指（趾）型附肢。由三个地方组成，即前肢的上臂、前臂和手，后肢的股、胫和足。

肌肉系统：分节现象变得不明显；躯干肌肉在水生种类特化不显著；附肢肌发达，肌肉分层，增强了机动性和坚韧度。

消化系统：口、口腔咽、食道、胃、大肠、小肠、泄殖孔、泄殖腔

消化腺：胰脏、肝脏

口腔：牙齿无咀嚼功能，口腔底部有舌。口腔腺，只能湿润食物，帮助吞咽，无化学消化。

气体交换结构：肺、皮肤、鳃、口腔

肺：壁薄，囊状，内表呈蜂窝状

心脏：不完全的双循环

从两栖动物开始有完整的淋巴系统：淋巴管、淋巴腔、淋巴心

排泄器官：肾脏、皮肤、肺

繁殖方式的多样性：

体内受精：如蝾螈；体外受精：无尾类

神经系统：五部脑：分化程度不高，排列在同一平面

大脑半球保留着神经细胞·的古脑皮（旧脑皮），与鱼类相比，在顶部也发生了零星的神经细胞，称作原脑皮，机能仍与嗅觉有关。

脊髓：发展成两个膨大部分，颈膨大和腰膨大。

脊神经：由于出现了四肢，有些脊神经集成臂神经丛和腰荐神经丛，分别进入前、后肢。

感觉器官：

侧线：两栖动物的幼体都具有侧线，有许多感觉细胞形成的神经丘所组成，用作感知水压的变化，幼体变态后侧线消失殆尽

感觉器官：

视觉器官（初步适应陆栖）：半陆生的蛙蟾类有能活动的眼睑和瞬膜，还有泪腺和哈氏腺，这些结构及腺体分泌物都能使眼球润滑，免遭伤害和干燥，有利于陆地生活。

嗅觉器官：鼻腔开始兼具嗅觉（嗅粘膜）和呼吸的功能。

听觉器官：两栖动物的内耳除有平衡感觉之外，还首次出现了听觉机能。中耳腔内有一枚与鱼类舌颌骨同源的耳柱骨。

两栖动物的起源与演化：古生代的泥盆纪，某些具有“肺”的古总鳍鱼登陆，可能演化为了两栖动物。

最早发现的两栖类化石鱼头螈与古总鳍鱼类在头骨结构、肢骨等方面均有惊人的相似。

## 爬行纲 第一种真正的陆生脊椎动物

羊膜动物（繁殖脱离“水环境”）：

羊膜动物产生羊膜卵，羊膜卵在胚胎发育过程中产生羊膜、绒毛膜、尿囊膜等胚膜，利用羊膜和羊水包围胚胎，使胚胎能脱离水域而在陆地干燥环境下发育。爬行纲、鸟纲和哺乳纲都能产生羊膜卵，因此称为羊膜动物。

羊膜卵意义：

让羊膜动物的繁殖过程不再依赖水环境，可产在陆地上并在陆地上孵化；

体内受精，受精过程摆脱对水环境的依赖；

胚胎悬浮在羊水中，使胚胎自身仍在水域中发育，环境更稳定，既避免了陆地干燥的威胁，又减少振动，以防机械损伤。

爬行动物适应陆生的特征：

产羊膜卵，体内受精，直接发育；

表皮角质化，被鳞，皮肤干燥；五趾型附肢进(jin)一步增强，趾端具爪；出现胸廓，完全以肺呼吸；

骨化程度增强，头骨有颞窝，脊柱分化明显，出现次生颞；出现新脑皮，12对脑神经。

外形：蜥蜴型（前后肢均为五趾型，末端具爪）、蛇型（四肢退化，颈部不明显）、龟鳖型（躯干部包于骨质硬壳内）

皮肤：表皮高度角质化且外被角质鳞片，皮肤干燥，皮肤腺很不发达以减少水分蒸发。真皮较薄，富于色素，有丰富体色。

蜕皮：爬行动物的鳞被有定期更换规律。

龟甲：由表皮形成的角质盾与真皮来源的骨板共同愈合而成。

龟鳖类不会蜕皮，通过骨缝持续生长，龟甲是重要的年龄鉴别特征。

骨骼系统：

脊椎骨分化为陆生脊椎动物典型的 5 个区域：颈椎（分化为寰椎、枢椎，感官更灵活）、胸椎、腰椎、荐椎、尾椎

出现颞窝：头骨两侧，眼眶后部的凹陷孔洞。为咀嚼肌收缩提供足够的空间，提高了对食物的摄食能力。

出现胸廓：羊膜动物特有。胸椎、肋骨与胸骨形成胸廓，可保护内脏和加强呼吸作用。

**肌肉系统：**

出现肋间肌：牵引肋骨升降改变胸廓容积以完成呼吸动作。

出现皮肤肌：连接角质鳞片，收缩牵引鳞片爬行，蛇类尤其发达。

**消化系统：**

**次生腭：**使口腔和鼻腔分隔（消化道和呼吸道分开）。内鼻孔后移，使呼吸通畅效率提高，在吞食大型食物时可正常呼吸，解决了口腔中呼吸和消化不能同时进行的矛盾。鳄类有完整的次生腭，鼻腔和口腔完全分隔。

牙齿：类型多样，无咀嚼作用，帮助吞咽。口腔和咽明显分化，食道延长。口腔腺发达，湿润食物、帮忙吞咽。

受损脱落后可不断更新长出再生齿。

毒牙：毒蛇前颌骨和上颌骨上的几枚特化的大牙。

因表面有沟或中央有管而分别称为沟牙及管牙，通过毒牙基部的排毒导管与毒腺相连。

消化道出现盲肠。泄殖腔孔是消化道通向体外的出口。

**呼吸系统：**

肺：一对囊状的呼吸器官，内部具有复杂的间隔，将肺分隔成无数蜂窝状小室。

（比两栖动物更能有效地扩到交换气体地表面积）

在蛇类和蛇蜥中，左肺大多萎缩或退化，失去呼吸机能而形成残留器官。

蜥蜴和避役类的肺脏结构比较特殊，前部为呼吸部，后壁平滑并伸出若干膨大的气囊，分布在内脏间，称为贮气部，无交换气体作用，这种结构在进化到鸟类获得更完善的发展。

**呼吸方式：**

口咽氏呼吸：借助口底运动，与两栖动物呼吸类似。

**胸腹氏呼吸**（羊膜类动物特有）：靠胸廓的扩张和缩小，使肺内和呼吸道中的气压与外界的大气压产生差别，而将气体吸入或排出。

水栖龟鳖类：以咽壁和突出在泄殖腔两侧的副膀胱（或称肛囊）作为辅助器官，因此能较长时间潜伏在水中。

循环系统：不完全的双循环。心脏由二心房、一心室和退化的静脉窦组成，心室具有不完全分隔。鳄类的心室隔膜仅留一个孔，已基本属于完全双循环。动脉圆锥消失。

**排泄系统：**

**盐腺：**特殊排盐器官，执行肾外盐排泄技能，通过盐腺分泌物将血液中多余的盐分带出体外。位置视动物种类而不同。

**生殖系统：**

羊膜卵，体内受精，雄性有交配器；卵生，体外发育，少数种类亚卵胎生，如石龙子。

**亚卵胎生：**受精卵在母体输卵管内已初步发育，至产卵前可进入器官形成阶段，并出现了脑泡及眼点等，是介于卵生和卵胎生之间的一种过渡类型。

神经系统：纹状体增大加厚，使大脑增大；大脑顶壁出现锥体细胞，构成大脑表皮的新脑皮。

爬行动物开始具有 12 对脑神经：一嗅二视三动眼，四滑五叉六外展，七面八听九舌咽，十迷十一副舌下全。

嗅神经、视神经、动眼神经、滑车神经、三叉神经、外展神经、

面神经、位听神经、舌咽神经、迷走神经、副神经、舌下神经

脑皮的进化阶段：古脑皮、原脑皮（肺鱼和两栖类）、新脑皮（爬行类出现，到哺乳类得到高度发展）

感官系统：鼻甲骨在爬行动物鼻腔内首次出现，表面覆有嗅上皮，分布着嗅神经和嗅觉感觉细胞，是真正的嗅觉区。

感觉系统：除了蛇、蜥蜴类的蛇蜥和壁虎科动物外，爬行动物都有活动性的上、下眼睑和瞬膜。

在龟鳖类、鳄类和蜥蜴中出现了泪腺。后眼房内通常有一个从脉络膜突出的锥状突，由结缔组织构成，有营养眼球的作用。

眼球中有巩膜骨，是某些古爬行动物遗留下的性状，也是与现代鸟类共有的特征，有保护眼球的作用。

视觉系统：楔齿蜥和一些蜥蜴于两眼稍后方的头部正中，有单个顶眼。

顶眼：基本结构与正常眼相似，具有很小的角膜、水晶体和视网膜，但是不能使物体在视网膜上成像，仅有感光功能。

听觉：鼓膜（凹陷形成锥形的外耳道）、中耳（耳柱骨、耳咽骨）、内耳（椭圆窗、正圆窗）

蛇类适应穴居生活，中耳、鼓膜和耳咽骨均已退化，但是耳柱骨仍保留。

蛇类听觉感知途径：地面振动-下颌骨-颅骨上的方骨-耳柱骨-内耳

红外线感受器：蝮科蝮亚纲和蟒科蛇类头部特有的热能感受器。

颊窝：眼鼻之间的凹陷。

龟鳖目：肩带转移至肋骨内侧，这是脊椎动物中独特的特征。

毒蛇和无毒蛇的区别

毒蛇：头部膨大呈三角形；体色鲜艳；有颊窝；颈部显著；尾自泄殖孔后自然变细（无毒蛇的尾逐渐变细）

头背鳞片细小；咬伤后有大而深的毒牙牙痕；前半身能竖起，颈可膨大变形；栖息时常盘团；性凶猛，常主动攻击。

**鸟纲** 体表覆羽、有翼、恒温、卵生的脊椎动物。

具有高而恒定的体温（40 度左右）；具有迅速飞翔的能力，主动迁徙：

皮肤腺缺乏，皮肤干燥；角质喙，消化迅速；前肢变成翼，身体流线型，体表被羽；

具有发达的神经系统和感官；血液循环为完全双循环；骨骼中空、头骨仅有 1 枚枕髁；气囊特殊呼吸器官；

完善的繁殖方式和行为；卵生羊膜动物。

形态：纺锤型、流线形的形态有助于降低空气阻力，提高飞行能力，在仿生学中得到了广发运用。

羽毛：主要分正羽（分为羽轴、羽片，飞行）、绒羽（棉花状，保温）、纤羽（毛发状，触觉感知）、饰羽、头羽

羽毛和爬行动物的鳞片是同源器官；须是变形的羽毛，触觉功能；换羽（冬羽、夏羽），迁徙、越冬、繁殖。

**爬行动物与鸟类的关系：**

爬行动物的进步性适应特征：羊膜卵、完全体内受精、完全肺呼吸、大脑出现新皮层，

彻底实现了脊椎动物由水生生活向陆生生活的完全适应。

爬行动物在进化适应上的不足：

变温动物、不完全双循环、蛋的孵化主要依靠外界环境温度、缺少孵蛋行为

爬行动物往空中演化发展促进了鸟类的出现

羊膜动物：胚胎在发育期间，受精卵发生羊膜、绒毛膜和尿囊等一系列的胚膜形成羊膜卵的动物，可让胚胎在羊水里发育。

主要包括爬行动物、鸟类和哺乳动物。

**羊膜卵演化意义：**

羊膜卵可以在陆地上产出和孵化，彻底摆脱了动物繁殖对水环境的依赖；

体内受精，受精不必借助于水作为介质；

胚胎悬浮在羊水中，使胚胎在自身形成的水域中发育，环境更稳定，既避免了陆地干燥的威胁，又减少振动以防机械损伤。



恒温动物：相对于变温动物，具有高而恒定的体温的动物。

特点：

高而稳定的新陈代谢水平，完善的调节产热、散热能力，保持体温稍高于环境温度（分子运动活跃），具备快速运动能力。

恒温的意义：

1. 提高体内各种酶的活性，大大促进新陈代谢水平，促进各器官系统高效运行；
2. 神经、感官、肌肉、代谢、循环等相关器官和系统对外界刺激反应迅速而持久，不仅有利于躲避天敌，也有利于提高捕食能力，提高消化效率；
3. 减少动物对外界环境的依耐性，有利于扩大动物分布区（扩散到寒冷地区）获取更多资源，利于种群增长；
4. 保持产热和散热的平衡，提高了物种对气候变化的适应能力，利于物种存活。

如何保持恒温：

代谢水平高，产热量大；摄食量大，消化能力强；运动捕食能力强；循环系统完善；氧气供应充足，呼吸效率高；发达的神经系统，完善的体温调节能力；有良好的保温措施。

产热的三种方式：运动产热、代谢产热、适应性产热

皮肤系统：

薄（减轻重量，利于飞行和散热）、松软（利于大幅度的剧烈飞行运动）、干（缺乏皮肤腺，无汗腺，减轻(qing)体重，避免滋生细菌）、分区（羽区和裸区，减轻重量、利于飞行）

羽的主要功能：保持体温、形成隔热层；飞翔器官-飞羽和尾羽；减少空气阻力；保护皮肤。

骨骼系统特点：

1.轻而稳固、中空充气；2.愈合变形；3.椎体异凹形（关节面呈“马鞍型”）4.骨梁结构

中轴骨骼：头骨、脊柱（颈椎（寰椎、枢椎）、胸椎、荐椎（由胸椎、腰椎、尾椎愈合而成）、尾椎

胸骨和肋骨：龙骨突、肋骨有钩状突

带骨与附肢骨：肩带、前肢骨、腰带、后肢骨

肌肉系统：

背部肌肉退化，颈部肌肉发达；胸肌发达，肌体部分集中于躯体中心，有利于重心平衡。

后肢有适于栖树握枝的肌肉-栖肌；皮肤发达，羽毛可竖起；鸣管有肌肉，鸣禽发达。

消化系统：具角质喙，颌骨和咀嚼肌群；舌有角质鞘，口腔内有唾液腺；食道长，嗦囊；胃分腺胃和肌胃。

腺胃有消化腺分泌粘液和消化液，肌胃内有沙砾，外壁肌肉，内壁革质；直肠极短，不贮存粪便，减少飞行负荷；植食性鸟类盲肠发达；肛门开口于泄殖腔；消化力强，消化过程迅速，食量大。

呼吸系统：肺体积小，为支气管网。双重呼吸，气体交换效率高。

双重呼吸：在吸气和呼气时都能在肺部进行气体交换的呼吸方式称为双重呼吸，是鸟类适应飞翔生活的特殊呼吸方式。

鸟类除具有肺外，还有从肺壁突出而形成的薄膜气囊，飞翔时通过胸肌运动进(jin)行双重呼吸。

气体经肺进入气囊，再从气囊经肺排出，由于气囊的扩大和收缩，肺部进行两次气体交换。

提高呼吸速率、减轻身体比重、冷却身体、减小摩擦。

循环系统：两心房两心室，静脉窦消失，血液循环迅速，完全双循环（肺循环、体循环）。

排泄系统：尿由尿酸(不溶于水、白色)构成，肾小管和泄殖腔水分重吸收，无膀胱。

神经系统：脑容积大，大脑皮层发达。

感觉器官：视觉发达，双重调节（调节晶状体、角膜的凸度，改变晶状体到视网膜的距离），

味觉不发达，皮肤感受器不发达。

生殖系统：大多数雄鸟无交配器，“踩蛋”。雌性右侧卵巢和输卵管退化。

鸟类飞行起源假说：树栖假说、奔跑假说

雏鸟类型：早成鸟：孵出时已充分发育，有绒羽，眼已睁开，能随亲鸟觅食；晚成鸟：出壳时无羽毛，需亲鸟饲喂。

**哺乳纲** 全身被毛，运动快速、恒温、胎生和哺乳的脊椎动物

哺乳纲的主要特征：

恒温；胎盘，胎生，哺乳，提高后代成活率；体表被毛，皮肤腺发达；具 12 个枕（zhen）髁，颈椎通常为 7 枚；

下颌由单一齿骨组成，牙齿为再出齿、异型齿，有口腔咀嚼和消化；

肉质唇，是哺乳和语言的基础，有可活动的眼睑和肉质外耳；

四肢位于身体下方，适应多种形式的陆地运动，运动快速；四腔心脏，完全双循环，保留左体动脉弓；

肺呼吸，具横膈，声带发音；后肾排泄系统；神经感官高度发达，脑神经 12 对。

胎生：受精卵在母体子宫内通过胎盘进行营养物质和氧气的传输，胚胎充分发育后从阴道产出。

哺乳：母兽乳腺分泌乳汁，用乳头哺乳幼兽，为幼兽提供优越的营养条件和保护。

三个特殊结构：胎盘、乳房、肉质嘴唇（精细化觅食的基础）

胎盘：由绒毛膜、尿囊与母体子宫内膜结合而成，胚胎发育过程中所需营养和氧气以及排泄废物均通过胎盘来传递。

意义：为发育的胚胎和幼兽提供持续的营养和保护，提供温暖稳定的发育条件，保证胚胎生长发育所需代谢活动的正常进行。

极大地降低外界环境对胚胎发育的不利影响，使胚胎能得到充分的发育，大大提高了后代存活率。

皮肤衍生物-角：某些哺乳动物头部的表皮与部分真皮的特化产物，在生殖、防卫或进攻中有重要作用。

常见的有洞角（又称牛角，牛、羊）及实角（鹿、麋）。鹿茸：刚生出的鹿角。；瘤角：长颈鹿

骨骼系统：四肢承重、前后关节缓冲弹跳

肌肉系统：肌肉强大，适应运动奔跑；特殊的膈肌，将体腔分为胸腔和腹腔，改变胸腔容积。

消化系统：出现颊部，防止食物脱落；牙齿是真皮与表皮的衍生物。

呼吸系统：肺为海绵状，肺泡气体交换，胸廓式呼吸（肋间肌）和腹式呼吸（膈肌）。

循环系统：肾门静脉、腹静脉消失；淋巴系统发达，淋巴系统是热血动物防止体内细菌和病毒滋生的重要防御机制。

排泄系统：后肾排泄，由肾脏、输尿管、膀胱和尿道组成，皮肤也是排泄器官。

肾单位由肾小球（原尿）和肾小管（终尿）构成，肾小球过滤形成原尿，肾小管对水分和无机盐重吸收。

神经系统：大脑发达，新脑皮层构成。出现胼胝体。延脑发达，内脏活动中枢（活命中枢）。

## 动物结构与功能

动物具有四种不同类型的组织：上皮组织，结缔组织，肌肉组织，神经组织

上皮组织：覆盖在动物的体表及各个器官和腔系的内外表面。上皮组织内缘有基底膜。保护、吸收、分泌。

结缔组织：联接和支持其他组织，包括结缔组织细胞和非细胞的机制。

肌肉组织：脊椎动物的肌肉组织分为骨骼肌、心肌、平滑肌 3 类。由肌细胞组成，肌细胞内有肌纤维，能接受神经信号并收缩。心肌细胞间存在闰盘结构，有利于加快心肌细胞间的信号传递。

神经组织：感受刺激并将信号传递至动物全身。结构与功能的基本单位是神经元。

器官与器官系统：消化系统；循环系统；呼吸系统；免疫和淋巴系统；排泄系统；内分泌；繁殖系统；神经系统；

被覆系统；骨骼系统；肌肉系统；

限制动物体型的物理原则：表面积/体积比

细胞表面担负着输入养分、排出废物的重任。细胞生长，表面积和体积之比下降，代谢速率下降。

流体动力学原则限制生活，在流体中的动物应具有适宜游泳的体型。

稳态系统：通过各种调节机制来降低内外环境波动对机体内环境造成的影响。

## 运动与神经系统

神经系统的功能是控制行为（运动）；骨骼系统为运动提高支撑和框架；肌肉收缩牵引骨骼产生运动，为运动提供能量；

肌肉的功能：牵拉骨骼产生肢体运动；维持姿势；推动内容物在中空的管道或器官内运动；

排空器官内容物；产生热量；稳定关节；发声。

骨骼肌通过肌腱附着在骨骼上。成对分布的屈肌和伸肌被称为拮抗肌。

骨骼肌纤维的结构：多核、有条纹的细胞，细胞内含有大量肌原纤维（由粗肌丝和细肌丝组成），

肌丝中含有收缩蛋白，即肌动蛋白和肌凝蛋白。

粗肌丝中的肌凝蛋白：肌凝蛋白的横桥具有 ATP 酶活性，横桥具有结合细肌丝上的肌动蛋白的位点。

细肌丝包含肌动蛋白（结合肌凝蛋白）、原肌凝蛋白（呈细长线形，覆盖结合位点）和肌钙蛋白（包含 3 个亚基），

为什么骨骼肌和心肌纤维呈现条纹状？

肌原纤维的收缩蛋白，规则的空间结构决定了骨骼肌和心肌纤维交叉结合的条纹。

骨骼肌的肌管系统。横管、纵管（z 线附近膨大形成终池，是钙离子储存的位置。

骨骼肌收缩的机制：

钙离子与肌钙蛋白结合改变原肌凝蛋白的空间结构，暴露出肌动蛋白与肌凝蛋白结合位点；

肌凝蛋白的横桥与肌动蛋白结合；

横桥结合 ATP，获得能量产生倾斜，与肌动蛋白分离；

横桥与下一个肌动蛋白再次结合，并通过结合 ATP 产生倾斜，再与肌动蛋白分离；

反复结合和释放，拖动细肌丝滑动。

慢氧化纤维：红色，耐力。

快氧化纤维：红到粉，中等度的运动

快酵解纤维：糖酵解产 ATP，速度和力量

## 进化

生命进化的三个阶段：太古代-元古代-显生宙

物种起源的 2 个进化理论：共同由来学说、自然选择学说

同源结构（同源器官）：因起源于共同祖先而具有的相似结构，但其在功能以及外部形态上显著不同，

如人的手臂、猫的前肢、鲸的鳍、蝙蝠的翼等。

小进化：自然选择在物种之内作用于基因，产生小的进化改变；种群层次上的进化。

小进化的主要意义：小进化是大进化的量变过程，是大进化的基础；

小进化是生物体保持连续性所必需的；

小进化是生物体适应多变的环境所必需的；

小进化是生物多样性的原因之一。

无性繁殖生物的进化地位：无性繁殖系

有性生殖生物的进化地位：种群

种群：生活在同一生态环境中能自由交配和繁殖的一群同种个体。

种群基因库：一个种群在一定时期内，其组成成员的全部基因的总和。是相对恒定的时候。

小进化的具体表现是无性繁殖系或种群的遗传组成的变化-基因频率的改变

小进化的主要因素：突变、选择、迁移、遗传漂变，其他因素-近交、杂交、配对策略等

遗传漂变：小种群基因频率的随机波动

迁移：种群一般不完全独立，个体可以迁入或迁出，导致基因流动，造成种群基因库的改变。

自然选择：不同基因型有差别地延续，可理解为随机变异（突变）的非随机淘汰与保存。会引起适应性进化。

会发生自然选择的 3 个情况：

1. 种群中存在突变和不同基因型的个体。
2. 突变影响表型，影响个体的适应度。
3. 不同基因型个体之间适应度有差异。

适应进化：

适应是生物界普遍存在的现象；生物在各个组织层次上都表现出结构与功能的适应。

生物各种生理功能和行为与生活环境相适应

自然选择实例：白桦蛾工业黑化

平衡定律：在一个随机交配、足够大的种群中，如果没有选择、突变、迁移和遗传漂变发生时，从一代到下一代。等位基因和基因型频率不会发生改变，种群基因库始终保持恒定，只能发生在没有进化发生的种群中。

大进化：种和种以上分类群的进化，表现为物种的灭绝和新种的形成。

可以看作是在大的时空范围内，生物与地球环境之间的关系的调整过程。

新种形成和新的生态关系的建立，表面生物与环境之间从不平衡又达到新的平衡。

物种是大进化的基本单位。

大进化形式 1：渐变、间断平衡形式（新种以跳跃的方式快速形成）

物种概念：物种是由种群所组成的生殖单元（与其他单元生殖隔离），在自然界占有一定的生境地位，在宗谱线上代表一定的分支，是一个进化的单元。

种形成方式：渐进、量子

辐射（同源器官）：由一个祖先物种在较短的时间内进化产生各种各样不同的物种，以适应不同环境或生态位，从而形成一个同源的辐射状进化系统。进入不同的适应域，占据不同的生态位，又称适应辐射。

埃迪卡拉动物群：后生动物第一次适应辐射。

趋同进化（同功器官）：两种或两种以上亲缘关系甚远的生物，由于栖居于同一类型的环境之中，从而演化成具有相似的形态特征或构造的现象。例如蜻蜓和蝙蝠为了适应飞行生活，都具有翅。

平行进化：由共同祖先分出来的后代有关进化具有同样趋势的现象。

寒武纪大爆发：后口动物、蜕皮动物、轮腕动物快速分异。澄江生物群提供了直接证据。

## 动物的消化与营养

具有一端开口的消化道（有口无肛）：腔肠动物、扁形动物

两端开口的消化道最早出现于：假体腔/线形动物

植食性和肉食性动物消化道的区别：

盲肠（肉食性的盲肠不发达或消失）；植食性消化道更长（因为难以消化、提高对营养的吸收效率）、胃更大（营养低）

反刍胃（特有的由于食草而演化，牛的盲肠退化到几乎没有，反刍动物体型较大）：

瘤胃、网胃（收缩功能，挤压食物再次回到口中咀嚼）、口、瓣胃、皱胃（和其他哺乳动物相同，可以分泌消化酶）

哺乳动物消化道基本结构：浆膜（结缔组织），肌肉层，黏膜下层（疏松结缔组织），粘膜层（大量腺细胞，分泌消化液）

胃酸的作用：胃蛋白酶原，为酶活动提供最适 PH 环境；使蛋白质变性；杀菌抑菌；

促胰液素分泌使胰液、胆汁、小肠液分泌；促亚铁离子和钙离子吸收。

三对唾液腺：颌下腺、舌下腺、腮腺（最大）

肝脏：消化吸收、代谢、清除、解毒排泄功能。肝脏是体内最大的腺体；肝细胞分泌胆汁，从胆管里进入十二指肠，

胆囊有贮存和浓缩胆汁的作用；胆汁内的胆盐帮助脂肪吸收。

胰液的作用：碳酸氢根( $\text{HCO}_3^-$ )离子：中和盐酸，保护胃黏膜；为各种胰酶的活动提供最适环境。

胰酶：胰淀粉酶（将淀粉转化为麦芽糖），胰脂肪酶，蛋白酶原

小肠是食物吸收的主要部位的原因：吸收面积大；食物停留时间长；毛细血管和淋巴管丰富；食物已被充分消化。

## 十一、棘皮动物门

最原始的后口动物，最高等的无脊椎动物

受精卵辐射卵裂，而不是其他各类无脊椎动物的螺旋卵裂

中胚层形成内骨骼，之前类群出现外胚层形成外骨骼

以内陷法形成原肠胚，肠体腔法形成中胚层和真体腔

特化：部分体腔形成水管系统，血系统和围血系统

外部形态：成体五辐射对称（次生性），幼虫期两侧对称，身体表面具棘和刺

体壁与骨骼：

真皮：表皮层，结缔组织

**中胚层起源的内骨骼**：由钙化的小骨片组成，骨片或彼此成关节，如海星、海蛇尾、海百合等类；

或骨片愈合成整个胆壳，如海胆类；或散布在体壁中，如海参类；还可以形成棘和刺，突出体表之外。

表面粗糙因而得名棘皮动物。

皮鳃：表皮和体腔上皮向外突出形成。

水管系统：是真体腔的一部分，是相对封闭的管装系统，里面液体和海水等渗，担负运动机能。

没有专门的呼吸和排泄系统，依靠管足、皮鳃和体表来进行。

无专门的循环器官，主要依靠体腔上皮细胞的纤毛打动体腔液完成营养物质的输送。

血系统：与水管系统相应的管道。

围血系统：体腔的一部分，围绕在血系统之外的一套窦膜，包括生殖窦和环窦。

神经系统：分散，有 3 个神经系统：外、内、下。

感觉器官不发达，腕顶端有感光的眼点；表皮中有大量神经感觉细胞。

呼吸树：海参特有的呼吸、排泄器官。由消化道末端膨大成泄殖腔，由此分出一对分支的树状结构，称呼吸树或水肺。

**真体腔出现的意义：**

1、次生体腔的出现，是动物结构上一个重要变化。

2、肠壁外附有肌肉，使肠道蠕动，提高了消化机能，使得消化道在形态和功能上进一步分化；



3、消化功能加强→同化功能加强→异化功能加强→排泄功能加强，排泄器官:原肾管型→后肾管型；

4、同时消化管与体壁为次生体腔隔开，真体腔形成过程中残留的囊胚腔形成血管系统,从环节动物开始出现循环系统，使动物的结构进一步复杂，各种机能更趋完善。

**中胚层出现的进化意义：**中胚层分化形成了许多重要的器官、系统，使动物机体结构达到了器官系统的水平

1、减轻了内外胚层的负担，增加了运动机能、活动空间和速度；

2、促进了感觉器官的发展，更能迅速有效地摄取食物；

3、机体代谢功能进一步加强，促进了消化系统的发展和排泄生殖器官的形成。

中胚层的形成为器官系统的进一步分化和发展创造了条件，是动物由水生进化到陆生的重要的物质基础条件。

**两侧对称的进化意义：**

a.神经和感官向前集中，为脑的形成和分化创造了条件，对外界反应更迅速更准确；

b.运动由不定向转为定向，扩大了自主活动和摄食范围；

c.既可游泳，又可爬行，生活方式多样化，更适应复杂环境，为动物从水生发展到陆地生活提供了重要条件。

原口动物一般是以**端细胞法**形成中胚层，以**裂体腔法**形成体腔；

后口动物以**体腔囊法**形成中胚层，以**肠（体）腔法**形成真体腔。

以**端细胞法**形成的中胚层，在继续发育的过程中，会以**裂体腔法**形成真体腔；

或者中胚层不裂开，只是分化形成肌肉和实质组织，如扁形动物；

或者只是分化形成肌肉组织与外胚层的皮肤贴合，最后囊胚腔保留形成假体腔。

以**体腔囊法**形成的中胚层，在继续发育的过程中，以**肠（体）腔法**形成真体腔，如后口动物（包括绝大多数的脊椎动物）

**假体腔：**体壁和消化道之间的空腔，假体腔与体壁中胚层和肠壁内胚层所接触，没有中胚层形成的体腔膜所包围，不是真正意义上的体腔。

意义：●为内脏器官系统发展提供了空间。

●能更有效地输送营养和代谢物质。

●在体壁与内脏之间形成膨压，使身体保持一定体形。

**真体腔：**

是指由中胚层形成的体腔膜包围的各种脏器腔室，因为系统进化上出现得比初生体腔晚，故又称次生体腔。

**混合体腔：**节肢动物的体腔在发育早期形成中胚层的体腔囊，在继续发育的过程中，不扩展为广阔的真体腔，而是退化为生殖管腔、排泄管腔和围心腔。在以后的发育过程中，围心腔壁消失，使**体壁和消化道之间的初生体腔与围心腔的次生体腔相混合**，形成混合体腔。混合体腔内充满血液，故也称作**血腔**。

## 一、胚层

两胚层（海绵、腔肠），三胚层（扁形、假体腔、软体、环节、节肢）

## 二、体腔

无体腔（海绵、腔肠、扁形），假体腔（假体腔动物），真体腔（软体、环节），混合体腔（节肢）

## 三、体制

不对称（海绵），辐射对称（海绵、腔肠），两侧对称（扁形、假体腔、软体、环节、节肢）

## 四、消化系统

**胞内消化、无消化腔（海绵），原始消化循环腔（腔肠），**

**有口无肛不完全消化系统（扁形），完全消化系统（假体腔、软体、环节、节肢）**

单细胞原生动物和海绵：细胞内消化、无消化腔；

刺胞（腔肠）动物：最早出现胞外消化，原始消化循环腔，但保留胞内消化；

扁形动物：不完全消化系统，消化道有消化吸收和运输功能，只有一个开口，有口无肛，如涡虫；

假体腔，环节动物（蚯蚓），昆虫（节肢），高等动物：完全消化系统，有口有肛门，消化道分为不同的功能区

## 五、神经系统

**无神经系统（海绵），网状（腔肠），梯形（扁形），圆筒状（假体腔），4对神经节（软体），链状（环节、节肢）**

单细胞和低等多细胞生物（海绵）：无神经系统，由细胞对环境产生反应；

刺胞（腔肠）动物：神经网络（网状神经系统，最早出现的神经系统），没有中枢、无周围之分，无方向性；

扁形动物：出现神经节，有1对脑神经节+2条腹神经索；

环节和节肢动物：链状神经系统，神经细胞体集中为神经节和神经纤维成束，从而共同组成神经；

脊椎动物，中空背神经管，前部发育成脑，后部发育为脊髓。

## 六、排泄系统

**无专门排泄器官（腔肠），原肾型排泄系统（扁形、假体腔），**

**后肾型排泄系统（软体、环节），无专门排泄器官、马氏管（节肢）**

伸缩泡：淡水原生动物，海绵动物，纤毛虫。渗透压调节水盐平衡的胞器，排水和代谢废物。主动转运，线粒体供能。

原肾管：扁形、纽形、轮形（假体腔）、腹毛（假体腔）

末端有膨大的焰细胞，体液通过焰细胞进入管状系统（开口于体外），绒毛运动促使管内液体流动。

后肾管：软体，环节动物。排水和代谢废物，两端均开口，与真体腔有关，由肾口、细肾管、排泄管、排泄孔组成

马氏管：节肢动物。回收水和盐分。一端开口于中、后肠之间，一端为封闭的盲管，位于血腔中。

肾：脊椎动物，最重要的渗透调节和排泄器官。包括肾单位（肾小体（肾小球和肾小囊）和肾小管）和肾间质。

## 七、循环系统

**原始消化循环腔（腔肠），无循环系统（扁形、假体腔），闭管式循环系统（环节）**

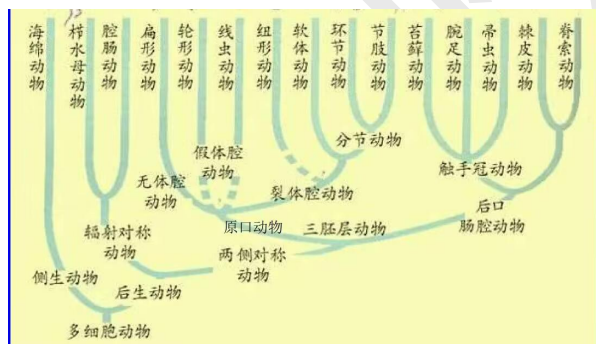
**开管式循环系统（软体，头足类是闭管），开管式循环系统（节肢）**

纽虫（最早，最初级）：没有心脏，无方向但可收缩，全封闭，2条血管位于消化道两侧，在身体前后端相通

环节动物（真正的循环系统）：有心脏，有方向收缩，封闭，3条主要血管，背血管，副血管，神经下血管

软体和节肢动物：开管式，血液从心脏流向血管（开放到包围在内脏之外的血腔之中，内脏浴于血液之中）

脊椎动物：双循环，体循环+肺循环



扁形动物各纲鉴别特征

	体表	肠道	吸盘或口钩	生活方式
涡虫纲	有纤毛	发达	无	自由生活
吸虫纲	有皮膜	简单	有	寄生生活 (生活史中 有自由生活 阶段)
绦虫纲	有微毛	无	有	寄生生活 (生活史中 无自由生活 阶段)

扁形动物常见寄生虫病相关寄主\*\*\*

致病动物	第一中间寄主	第二中间寄主	终寄主	俗称
华枝睾吸虫	沼螺	鲤科鱼	人、猫、狗 (肝胆管)	
肝片吸虫 (羊肝蛭)	椎实螺		人、牛、羊 (肝胆管)	
布氏姜片虫	扁卷螺	荸荠、菱角、 莲藕、茭白	人、猪(小肠)	
日本血吸虫	钉螺		人、畜 (门静脉、肠 系膜静脉)	血吸虫病(危害 大, 五大寄生 虫病之一)
猪带绦虫	猪(肌肉)		人(小肠)	
牛带绦虫	牛(肌肉)		人(小肠)	
细粒棘球绦虫	人、牛、马、羊(肝肺肾脏)		狗、狼(小肠)	包虫病
九江头槽绦虫	剑水蚤		淡水鱼(肠)	干口病

三. 几种重要的寄生线虫

几种重要的寄生线虫

	感染虫态	传播途径	寄生部位	病症
蛔虫	胚胎卵	经口感染	小肠	营养不良、 发育不良
蛲虫	受精卵	经口感染 (逆行感染)	大肠	贫血、消瘦 肛门瘙痒
钩虫	感染蚴	经肤感染	小肠	严重贫血、 异嗜症
血丝虫	感染蚴	接种感染	淋巴系统	乳糜尿、 象皮肿

---

櫻桃紅夢 /