

普通生物学讲课文本

绪 论

思考题：1. 生物的分界系统有哪些？2. 生物的基本特征是什么？3. 什么是动物学？4. 什么是细胞学说？其意义是什么？5. 学习和研究动物学有哪些方法？

一、生物分界：物质世界是由生物和非生物二部分组成。

非生物界：所有无生命的物质，如：空气、阳光、岩石、土壤、水等。

生物界：一切有生命的生物。

非生物界组成了生物生存的环境。生物和它所居住的环境共同组成了生物圈。

生物的形式多样，种类繁多，各种生物在形态结构、生活习性及对环境的适应方式等方面有着千差万别，变化无穷，共同组成了五彩缤纷而又生机勃勃的生物界。

最小的生物为病毒，如细小病毒只有 20nm 纳米，它是一种只有 1600 对核苷酸的单一 DNA 链的二十面体，没有蛋白质膜。最大的有 20-30m 长的蓝鲸，重达 100 多吨。

(一)生物的基本特征

1. 除病毒以外的一切生物都是由细胞组成。构成生物体的基本单位是细胞。

2. 生物都有新陈代谢作用。

同化作用或称合成代谢：是指生物体把从食物中摄取的养料加以改造，转换成自身的组成物质，并把能量储藏起来的过程。

异化作用或称分解代谢：是指生物体将自身的组成物质进行分解，并释放出能量和排出废物的过程。

3. 生物都有生长、发育和繁殖的现象。

任何生物体在其一生中都要经过从小到大的生长过程。在生长过程中，生物的形态结构和生理机能都要经过一系列的变化，才能从幼体长成与亲代相似的个体，然后逐渐衰老死亡。这种转变过程总称为发育。当生物体生长到一定阶段就能产生后代，使个体数目增多，种族得以绵延。这种现象称为繁殖。

4. 生物都有遗传和变异的特性：生物在繁殖时，通常都产生与自身相似的后代，这就是遗传。但两者之间不会完全一样，这种不同就是变异。生物具有遗传性才能保持物种的相对稳定和生物类型间的区别。生物的变异性才能导致物种的变化发展。

(二)动物的基本特征：动物自身不能将无机物合成有机物，只能通过摄取食物从外界获得自身建设所需的营养。这种营养方式称为异养。

(三)生物的分界：地球上生活着的生物约有 200 万种，但每年还有许多新种被发现，估计生物的总数可达 2000 万种以上。对这么庞大的生物类群，必须将它们分门别类进行系统的整理，这就是分类学的任务。

1. 二界分类：公元前 300 多年，古希腊亚里士多德将生物分为二界：植物界、动物界。

2. 三界分类：1886 年德国生物学家海克尔(E. Haeckel)提出三界分类法：

原生生物界：单细胞动物、细菌、真菌、多细胞藻类；植物界；动物界。

3. 四界分类：由美国人科帕兰(Copeland)提出。

原核生物界：包括蓝藻和细菌、放线菌、立克次氏体、螺旋体、支原体等多种微生物。

原生生物界：包括原生动物和单细胞的藻类。动物界。植物界。

4. 五界分类：1959 年美国学者魏泰克(Whitaker)提出五界分类法：

原核生物界：细菌、立克次氏体、支原体、蓝藻。特点：环状 DNA 位于细胞质中，不具成形的细胞核，细胞器无膜，为原核生物。细胞进行无丝分裂。

原生生物界：单细胞的原生动物、藻类。特点：细胞核具核膜的单细胞生物，细胞内有膜结构的细胞器。细胞进行有丝分裂。

真菌界：真菌，包括藻菌、子囊菌、担子菌和半知菌等。特点：细胞具细胞壁，无叶绿体，不能进行光合作用。无根、茎、叶的分化。营腐生和寄生生活，营养方式为分解吸收型，在食物链中为还原者。

植物界：包括进行光合作用的多细胞植物。特点：具有叶绿体，能进行光合作用。营养方式：自养，为食物的生产者。

动物界：包括所有的多细胞动物。特点：营养方式：异养。为食物的消费者

5. 六界分类：我国生物学家陈世骧提出了六界分类系统：

I 非细胞生物 III 真核生物

1. 病毒界 4. 植物界

II 原核生物 5. 真菌界

2. 细菌界 6. 动物界

3. 蓝藻界

二、动物学及其分科

(一) 动物学的定义：动物学是以动物为研究对象，以生物学的观点和方法，系统地研究动物的形态结构、生理、生态、分类、进化、与人类的关系的科学。

(二) 动物学的主要分科：

依据研究内容的不同，动物学分化为许多不同的分科，主要有以下几类：

动物形态学：研究动物体内外结构以及它们在个体发育和系统发展过程中的变化规律的科学。其中解剖学是研究器官构造及其相互关系的科学。研究细胞与器官的显微结构的科学，称为细胞学和组织学。用比较现代动物器官系统的异同来研究进化关系的，称为比较解剖学。研究个体发育中动物体器官系统形成过程的，称为胚胎学。此外；研究绝灭动物在地层中的化石的，称为古动物学。

动物分类学：研究动物类群之间彼此相似或相异的程度，并分门别类，列成系统；似阐明它们的亲缘关系、进化过程和发展规律。

动物生理学：研究动物体的生活机能(如消化、循环、呼吸、排泄、生殖、刺激反应性等)、各种机能的变化、发展情况以及在环境条件影响下所起的反应等。

动物生态学：根据有机体与环境条件的辩证统一，研究动物的生活规律及其与环境中非生物与生物因子的相互关系。

按照研究的动物对象分为原生动动物学、昆虫学、寄生虫学、鱼类学、鸟类学和哺乳动物学等。

由于生物学与物理和化学的互相渗透，形成了生物物理学、生物化学等边缘学科。

生物化学的迅速发展，对包括动物学各分科在内的生物科学，影响特别显著。如对基因物质 DNA 的深入研究，使定向改变生物的特性，甚至创造目前世界上所没有的生物种，已成为可能。这方面的研究，被称为遗传工程。再如有人对人、黑猩猩、猴、鸡等生物细胞色素丙的结构进行比较研究、完善了生物进化树，为分类学和进化论据供了进一步的科学依据。

近年来，从分子的水平来阐明生命现象的本质，已涉及生物学科各个方面，对这方面的研究称为分子生物学。分子生物学已成为当前生物学中的一个最活跃的领域。

另外，研究动物的构造原理，为其它新的工程技术提供依据的科学，叫做仿生学。

三、动物学发展简史

动物学的发展经历了极其漫长的过程，大致分为三个阶段：

(一) 描述生物学阶段

切身利益，积累知识。形态的、解剖的、分类的、生长发育的、繁育的、等等。

①动物学之父—亚里士多德(Aristotle, 384~322 B.C.)：动物志。②贾思勰：齐民要术。③李时珍：本草纲目。

④胡克(Hooke, R)：显微镜。⑤细胞学说(cell theory)：植物和动物的组织都是由细胞构成；所有细胞是由细胞分裂或融合而来的；卵和精子都是细胞；一个细胞可分裂而形成组织。由德国植物学家 Schleiden, M. J. 和动物学家 Schwann, T. 于 1838~1839 年共同提出的。

细胞学说的重要意义：在细胞水平上提供了有机界统一的证据，证明了植物和动物有着细胞这一共同起源，为 19 世纪自然科学领域中辩证唯物主义战胜形而上学、唯心主义，提供了一个有力的证据；为近代生物科学发展，接受生物进化的观念准备了条件，推动了近代生物学的研究。

⑥林奈(C. Linne, 1700—1778)：创立了动植物分类系统，植物种志，植物属志

⑦达尔文(C. Darwin, 1809—1882)：物种起源，进化论

(二) 实验生物学阶段

在实验条件下研究生命活动的规律：①孟德尔和摩尔根：遗传学的分离、连锁和交换三大定律。②巴斯德：微生物学，致病微生物传染。

(三)分子生物学阶段：①蛋白质分子结构、酶的性质、DNA 双螺旋结构。② DNA—RNA—Protein 中心法则。③基因的组成、表达、遗传、标记、分离、提取、转导、沉默、缺失、突变、跳动、序列测定等等。④人体基因组计划。⑤克隆技术、胚胎移植、干细胞研究等等。⑥生物学与三大难题。未来的生物学将是数理化天地生等的大综合科学。

四、研究动物学的基本观点和方法

自然界是一个相互依存，互相制约，错综复杂的整体，动物是生物界的一个组成部分。要学习研究生命科学，首先要具有正确的生物学观点。对复杂的生命现象的本质的探讨，不能用简单的方法做出结论，需要用生物学的观点善于对科学的事实加以分析和综合。

(一)基本观点：生物学观点：动态地注意形态与功能的统一，生物体对环境的适应，整体与局部之间的相互关系，有机体各层次之间的联系，以及个体发育与系统发育的统一。

(二)基本方法

1. 观察描述法：观察是动物学研究最基本的方法，通过观察从客观世界中获得原始第一手材料。科学观察的基本要求是客观地反映所观察的事物，并且是可以检验的。观察结果必须是可以重复的。只有可重复的结果才是可检验的，从而才是可靠的结果。观察需要有科学知识。观察切不可为原有的知识所束缚。描述即将观察的结果如实地记录下来。包括：文字描述、绘图(生物图)、摄影、摄像、仪器记录等。

2. 比较法：没有比较就没有鉴别。没有比较就无从揭示生命的统一性和多样性之间的关系。没有比较就无法处理生物界从简单到复杂，从低等到高等的大量材料。

只有通过对不同种属动物从宏观的形态结构到微观的细胞、分子水平的比较，才能对有关动物学的各种问题进行研究并得到正确的结论。

3. 实验方法：实验是在人为干预、控制研究对象的条件下，对生命现象进行观察研究的方法。

4. 人工模拟生命：动物药理实验、动物病理实验、计算机模拟(输入动物声音，探索高级神经思维活动的规律)。

(三)动物学课程的教学要求

用生物学的观点和比较分类、归纳求同、演绎推理的方法，掌握动物的体制结构，形态机能，生活习性和生活规律等基础知识，并加深对以动物代谢和适应为中心，发育为骨干，及动物界的个体发育与系统发育的统一、形态与机能的统一、机体与环境的统一的动物学原理的理解。

(四)学习动物学的目的

动物学是农业科学的基础。动物学的新理论、新概念对农牧业的生产 and 人、畜的医疗保健事业，必然具有促进作用。因此，学习动物学的目的，就在于揭露和掌握动物生命活动的客观规律，为进一步利用、控制和改造动物提供理论依据。

对于动物科学和动物医学专业，简明扼要地介绍动物界的一般现象和规律，使学生具备一定的动物学基本知识，为进一步学习专业有关课程奠定必要的基础。

动物体的基本结构

思考题：

1. 细胞的基本结构和机能是什么？2. 组成细胞的物质有哪些？其功能各是什么？3. 什么是原核细胞？什么是真核细胞？4. 简述细胞膜的流动镶嵌假说。5. 物质通过细胞膜运输有哪些形式？6. 简述各主要细胞器的构造和功能。7. 细胞分裂有哪些形式？8. 简述有丝分裂和减数分裂的过程，二者有何不同？9. 简述减数分裂的特点和生物学意义。10. 名词解释：细胞周期、同源染色体、拟核、染色体联会、胞饮、胞吐、吞噬。

第一节 细 胞

细胞是构成生物体的结构和功能的基本单位。除了病毒，生物有机体都是由单个或许多个细胞构成。

一、细胞的一般特征

(一)细胞的形状和大小：细胞的形状和大小取决于其遗传性、生理功能、对环境的适应以及分化状态等。

1. 细胞的大小：绝大多数细胞体积都很小。体积小，表面积大，有利于和外界进行物质交换，对细胞生活有特殊意义。

如一个 30mm 边长的正方体表面积 5400mm²，若分成 27 个小正方体(边长 10mm)，则表面积为 16200mm²，是原来的 3 倍。也有少数细胞肉眼可见，如鸵鸟卵细胞直径约 50mm。

2. 细胞的形状：细胞形状与其担负的功能和所处的位置有关，与机能相适应。

游离的细胞多为圆形或椭圆形，如血细胞和卵；排列紧密的细胞有扁平、方形、柱形等；具收缩功能的肌细胞多为纺锤形或纤维形；具传导机能的神经细胞星形，有长的突起。

(二) 细胞的共同特征

1. 细胞的结构：细胞膜、细胞质(含各种细胞器)和细胞核。

具有核被膜和各种细胞器的细胞，称为真核细胞。只有拟核、没有细胞器的细胞，称为原核细胞。分别称为原核生物和真核生物。

2. 细胞的机能：①利用能量和转变能量，从化学能到热能和机械能。②生物合成，从小分子到大分子，如蛋白质、核酸。③自我复制和分裂繁殖。④协调有机体整体生命。

二、细胞的化学组成

(一) 元素：107——92——24

主要化学元素是：碳、氢、氧、氮占 96%。

少量几种元素是：硫、磷、钠、钙、钾、铁等。

极微量的其它化学元素：钡、硅、矾、锰、钴、铜、锌、钼等，0.1%。

各元素的比例基本恒定，对维持正常 de 生理活动是必要的。

(二) 组成细胞的物质

：有机物：糖类、脂类、蛋白质、核酸、维生素、激素。

无机物：矿物质和水。

1. 糖类：糖类化合物含碳、氢、氧三元素，又称为碳水化合物。可分为单糖、双糖和多糖三类。①单糖：是不能用水解的方法再降解成更小糖单位的糖类。最重要的单糖是五碳糖和六碳糖，前者如核糖和脱氧核糖，是核酸的组成成分之一；后者如葡萄糖(C₆H₁₂O₆)，是细胞内能量的主要来源。动物血液中的葡萄糖称为血糖。②双糖：是由两个单糖分子脱去一个水分子聚合而成，植物细胞中最重要的双糖是蔗糖和麦芽糖。两个分子葡萄糖脱掉一分子水结合形成麦芽糖，淀粉被消化时也产生麦芽糖。由一个葡萄糖和一个果糖结合而成蔗糖。蔗糖主要来自甘蔗和甜菜，高等植物多以蔗糖形式转运。③多糖：是由许多单糖分子，脱去相应数目的水分子聚合而成的高分子糖类化合物，植物细胞中最重要的多糖有纤维素、淀粉、果胶等，动物体内的多糖—淀粉不同于植物淀粉，称为糖元。

2. 脂类：由碳、氢、氧元素构成，含氢原子的比例高。

①中性脂肪和油：脂肪的能量比同等重量的糖类可高达二倍多。脂肪分子是由一分子甘油和三分子脂肪酸组成。甘油分子中的三个羟基(-OH)，分别与脂肪酸分子中的羧基(-COOH)作用，脱去一分子的水而形成。脂肪分子中的三个脂肪酸，相同或不同。其碳原子数，4 至 24 个，最常见的是 16 个和 18 个，偶数。油：液态，不饱和脂肪酸。脂肪：固态，饱和脂肪酸。②蜡。③磷脂：膜，脑、心、肾、肺、骨髓、卵、大豆。④类固醇：胆固醇、植物固醇。⑤萜类：类胡萝卜素、视黄醛(动物感光)。

脂类的功能：●膜组成成分 ●贮存能量 ●保护层 ●活性物质

3. 蛋白质：是极其重要的高分子有机化合物，含量仅次于水，占干重的 60%。结构物质、贮藏物质、酶。除碳、氢、氧、氮等元素外，还含有硫、磷、碘、铁、锌等元素。

①蛋白质的组成：由很多氨基酸聚合形成的高分子长链化合物。氨基酸有 20 多种。由于氨基酸的数量、种类、排列顺序等的差异，可形成各种各样的蛋白质。

蛋白质与其它物质的分子或离子结合形成脂蛋白、核蛋白和色素蛋白等。

酶：是生化反应的催化剂，一种酶只能催化一种反应。在一个细胞内约有 3000 种酶，特定功能和特定酶有关。酶的非蛋白质组分很多，如维生素、核苷酸或某些金属等。酶可以从细胞中分离出来，并保持其活性，这在工农业生产、医疗等方面有广泛的实用价值。

②蛋白质的结构：一级结构：多肽链中氨基酸的数目、种类和线性排列顺序。

二级结构：多肽链向一个方向卷曲形成的立体结构。

α —螺旋： α 角蛋白，指甲、毛发、纤维蛋白等。

β —折叠： β 角蛋白，蛛丝、蚕丝。

三级结构：球蛋白、肌动蛋白、蛋白质激素、抗体、细胞质和细胞膜中的蛋白。

四级结构：血红蛋白。

蛋白质在重金属离子、酸、碱、乙醇以及高温、X射线等的作用下可发生变性，其空间结构改变，沉淀。

4. 核酸：是重要的遗传物质，由许多单个核苷酸经脱水聚合而成的高分子有机化合物。

单个核苷酸由一个含氮碱基、一个五碳糖和一个磷酸分子组成。核酸中仅有五种含氮碱基，它们是两种嘌呤——腺嘌呤(缩写 A)和鸟嘌呤(缩写 G)；三种嘧啶——胞嘧啶(缩写 C)，胸腺嘧啶(缩写 T)和尿嘧啶(缩写 U)。

根据所含有的糖的不同，核酸可分为核糖核酸(缩写 RNA)和脱氧核糖核酸(缩写 DNA)。

DNA 主要存在于细胞核内，是构成染色体的遗传物质；RNA 则主要存在于细胞质中，而在碱基种类上，DNA 含 A、G、C、T 等四种，在 RNA 中则以 U 代替 T。在分子结构上，RNA 是以单链存在，而 DNA 则以双链形式存在。

5. 维生素：属于小分子有机物。绿色植物能够自身合成维生素，动物必须从食物中摄入，是动物体内必需的一类有机物，否则就会发生维生素缺乏症。

维生素的共同特点：●都是有机物 ●不是能源物质和结构物质 ●需要量很少，但对代谢影响很大，为正常生活所必需的。

根据维生素水解的性质不同，可分为脂溶性和水溶性两大类。前者如维生素 A、D、E、K 等，后者如维生素 B1—B12、C、P 等。

6. 矿物质(无机盐)：无机物对有机体起重要的作用。除了碳、氢、氧、氮和硫之外，生物体内的元素是以盐类的离子形式存在的。例如：一般含有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Fe^{+++} 和 Cl^- 、 SO_4^{--} 、 HPO_4^- 、 HCO_3^- 等。

各种离子对生物体都具有重要的生理作用。例如，维持体液的正常渗透压，酸碱度以及维持神经、肌肉的正常兴奋性等。

有一些呈不溶解状态的无机物，形成固体的沉积物，作为支持和保护性的结构，如碳酸钙是软体动物贝壳的主要成分，脊椎动物的骨骼含有碳酸钙和磷酸钙以及镁、氟等离子。

7. 水：含量最多，一般占 60~90%。不同种类的细胞，含水量相差很大。水成为生物的一个理想的组成成分：●常温下为液态，是有机物和无机物的良好溶剂和运输介质。●水是细胞内化学反应的参加者或产物。没有水，生物就不可能生存。●水有较大的比热，对温度的调节很重要。

三、细胞的基本结构

(一)原核细胞

核区(类核体、拟核)：染色体只由环状 DNA 组成，不含组蛋白。

细胞器：仅有核糖体，70S。

细胞壁：主要成分为含乙酰胞壁酸的肽聚糖。

(二)真核细胞

细胞膜、细胞质、细胞核。

1. 质膜(细胞膜)：生活细胞的外表，都有一层薄膜包围，将细胞与外界分开，这层薄膜称为细胞膜或质膜。细胞膜与细胞内的所有膜统称为生物膜，是一种半透性膜，对进出细胞的物质有很强的选择透性，其物质组成和基本结构相似。

①质膜的组成：主要是脂类物质和蛋白质，还含有少量的多糖、微量的核酸、金属离子和水。②质膜的结构：在电镜下呈现暗—明—暗三条平行的带，即内外两层暗的带(由大的蛋白质分子组成)之间，有一层明亮的带(由脂类分子组成)，这样的膜称单位膜。③膜的流动镶嵌假说：脂类物质分子的双层形成了膜的基本结构的衬质，膜的蛋白质分子则和脂类层内外表面结合，或嵌入，或贯穿。膜及其组成物质是高度动态的、易变的。其磷脂和蛋白质都有一定的流动性，使膜的结构处于不断变动状态。膜中的蛋白质有的是特异的酶类，具有识别、捕捉、和释放物质的能力，从而对物质的透过起主动的控制作用。④物质通过膜的运输：单纯扩散：通过膜上的小孔，从高浓度到低浓度。协助扩散：由载体协助，从高浓度到低浓度。主动运输：由载体协助，并且要消耗能量，从低浓度到高浓度。

胞吞和胞吐：质膜能向细胞内形成凹陷，吞食外围的液体或固体的小颗粒。吞食液体的过程称为胞饮作用，吞食固体的过程称为吞噬作用。

将细胞内的分泌小泡或其它由膜包被的物质排出细胞外的过程，称为胞吐作用。

2. 细胞质：是细胞膜以内，细胞核以外的原生质。可分为胞基质和细胞器。细胞器是细胞内具有特定结构和功能的亚细胞结构。胞基质是包围细胞器的、没有特定结构的细胞质。

胞质运动：生活细胞的胞基质在细胞内不断流动。

(1) 线粒体：除了细菌、蓝藻和厌氧真菌，生活的细胞一般都有线粒体。

线粒体是进行呼吸作用的主要细胞器，是细胞能量代谢的中心。呈球状、杆状、具分枝或其它形状的。直径一般为 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ ，长约 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 。不同细胞中，线粒体数目差别较大。

用电镜观察，线粒体外有双层单位膜。外膜包被整个线粒体，内、外层膜之间有宽约 80 \AA 的间隙，内膜在许多部位向内伸入到线粒体基质中，形成片状或管状的内褶，称为嵴。内膜及其所形成的嵴的内表面上，均匀地排布有形似大头针状的结构，称为电子传递粒(缩写 ETP)，ETP 含有 ATP 酶，能催化 ATP 的合成。在嵴之间基质，与呼吸作用有关的一系列酶，定位在基质和内层膜中，基质中还含有 DNA、脂类、蛋白质、核蛋白体和含钙颗粒。

细胞内的糖、脂肪和氨基酸的最终氧化是由线粒体进行的，最后释放能量，供细胞生活的需要。线粒体经分裂或“出芽”增殖。

(2) 核糖核蛋白体(核蛋白体，核糖体)：是合成蛋白质的主要场所。存在于胞基质、细胞核、内质网外表面及质体和线粒体的基质中。完整的核蛋白体是由两个近于半球形而大小不等的亚单位结合而成。由几个到几十个核蛋白体和 mRNA 长链结合，成为念珠状复合体，称多聚核糖核蛋白体。

(3) 内质网(缩写 ER)：是由膜围成的扁平的囊、槽、池或管，并形成相互沟通的网状系统。在 ER 腔内充满了液状基质。

有些内质网的外表面有核蛋白体，称为粗糙型内质网(缩写 rER)；另一些内质网外表面则没有核蛋白体，称为光滑型内质网(缩写 sER)。

ER 膜可和核膜的外层相连，也可经过胞间连丝和相邻细胞的 ER 相连。

内质网的功能：●具有制造、包装和运输代谢产物的作用。rER 能合成蛋白质和脂类，合成的物质可能经 ER 运到 sER，再由 sER 形成小泡，运输到高尔基体中，然后分泌到细胞外。●ER 是许多细胞器的来源，如液泡、高尔基体、圆球体及微体都可能由 ER 特化或分离出的小泡而来。●内质网的分室作用：分隔细胞成许多小室，使各种不同的结构隔开，能分别地进行着不同的生化反应。

(4) 高尔基体：是一叠由平滑的单位膜围成的囊组成，囊作扁平圆形，边缘膨大且具穿孔。每一个囊称为潴泡或槽库，从囊的边缘可分离出许多小泡—高尔基小泡，它们可转移到胞基质中，和其他小泡融合，也可和质膜结合。

高尔基体凸出的面是形成面，凹入的面是成熟面。高尔基体在来源上和 ER 有密切的关系。

(5) 中心体：位于细胞核附近。光镜下的中心体通常是两个球形细粒，称中心粒，其周围有一层浓稠物质，称中心球。

电镜下，呈圆柱状结构，直径约 $0.15 \mu\text{m}$ ，长 $0.3 \sim 0.6 \mu\text{m}$ 。两个中心粒互相垂直排列。整个圆柱由九组纵行的微管很有秩序地排列而成，每组有微管三根。在细胞分裂时，染色体的移动以中心粒为方向，当中心体遭到破坏时，细胞即失去分裂能力。

(6) 溶酶体：是分解蛋白质、核酸、多糖等生物大分子的细胞器，具单层膜，含多种水解酶。

功能：分解从外界进入细胞内的物质(异体吞噬)，也消化自身局部的细胞质或细胞器(自体吞噬)。当细胞衰老时，其溶酶体膜破裂，释放出水解酶，消化整个细胞而使细胞死亡(自溶作用)。

溶酶体是由内质网分离出来的小泡形成的。凡含有溶酶体酶的小液泡，就是溶酶体。

(7) 细胞骨架：是由 3 种蛋白质纤维组成的支架。

3 种蛋白质纤维是微管、肌动蛋白和中间丝(中间纤维)。

●微管：直径 24 nm 的中空长管状的纤维。除红细胞外，真核细胞都有微管，纺锤体、鞭毛、纤毛都由微管构成。

微管蛋白：a 和 b 亚基双分子螺旋排列构成微管。

秋水仙素能与 a、b 双体结合，阻止 a、b 双体连接成微管。(多倍体)；长春花碱破坏纺锤体，使癌细胞死亡；紫杉醇阻止微管解聚，促使微管单体聚合。

●肌动蛋白丝(微丝)：是实心纤维，直径 $4 \sim 7 \text{ nm}$ 。肌动蛋白由哑铃形单体相连成串，两串以右手螺旋形式扭缠成束。肌动蛋白丝有运动的功能，与细胞质流动有关。

●中间纤维：介于微管与微丝之间的纤维，8-10nm。构成中间纤维的蛋白质 5 种多，常见的是角蛋白、波形蛋白、层粘连蛋白。

3. 细胞核：是细胞的控制中心，遗传物质 DNA 几乎全部存在于核内。

(1) 细胞核的形态：大小、形状、位置、数目。

(2) 细胞核的结构：核膜、核仁和核质等三部分。

●核膜(核被膜)：是由内、外两层单位膜组成的。双层膜在一定间隔愈合形成小孔—核孔，容许某些物质进出，如输入 RNA、DNA 核苷酸前体、组蛋白和核蛋白体的蛋白质，输出 mRNA、tRNA 和核蛋白体的亚单位等。在核被膜的外膜和细胞质接触面上，有核蛋白体；在一些部位，外膜向外延伸到细胞质中去，可以和内质网膜相连。因此，内、外膜间的间隙和内质网的基质是连续的，似可经过内质网和相邻的细胞相通。

●核仁：一个或几个核仁，是细胞核内形成核蛋白体亚单位的部位。

●核质：以碱性染料染色后，可分为着色物质—染色质和不着色物质—核液。

染色质：是由核酸和蛋白质的复合物组成的复杂物质结构，含有大量的 DNA 和组蛋白，较少量的 RNA 和非组蛋白蛋白质。间期核内染色质常伸展成为宽度约 10~15nm 的细长的纤丝，这些染色质的细丝，到有丝分裂时高度地螺旋缠绕—螺旋化，成为染色体。当分裂结束，进入间期时，染色体的螺旋又松散开来，扩散成为染色质。染色质就是间期的染色体。

染色质细丝：是由许多核小体连接而成，组成串珠状。每个核小体的中心有 8 个组蛋白分子，DNA 双螺旋盘在它表面，核小体之间有一段 DNA 双螺旋，并与另一个组蛋白分子相连。这就是染色质的基本结构，由此再进一步螺旋缠绕形成 2 级、3 级、4 级结构，成为染色单体，从而构成染色体。

基因：是遗传物质的基本单位，存在于染色质(体)的 DNA 分子链上。

四、细胞分裂

生物的生长发育、代代相传、延续种族的基础是细胞分裂。繁殖是生物或细胞形成新个体或新细胞的过程。

(一) 细胞周期及其概念

从一次分裂开始，到下一次分裂完成的整个过程，称为细胞周期，分为 DNA 合成前期(G1 期)，DNA 合成期(S 期)，DNA 合成后期或有丝分裂准备期(G2 期)，分裂期(M 期或 D 期)。前三者合称间期，是细胞进行生长的时期，合成代谢最为活跃，进行着包括 DNA 合成在内的一系列有关生化活动并且积累能量，准备分裂。

1. DNA 合成前期(G1 期)：DNA 合成以前的准备期，染色体由一条 DNA 分子的染色单体组成。G1 期细胞极其活跃地合成 RNA、蛋白质和磷脂等。

2. DNA 合成期(S 期)：合成 DNA 时期，染色体发生复制，DNA 含量比 G1 期增加一倍。

3. DNA 合成后期或有丝分裂准备期(G2 期)：G2 期的每条染色体由两条完全相同的染色单体组成，含一个完全相同的 DNA 分子。

4. 分裂期(M 期)：是进行有丝分裂的时期。

(二) 细胞分裂的类型

无丝分裂、有丝分裂、减数分裂等。

1. 无丝分裂：是指间期核不经任何有丝分裂时期，直接分裂，形成差不多相等的两个子细胞。

2. 有丝分裂：又称间接分裂，分为核分裂和胞质分裂。一个细胞经过一次有丝分裂，产生染色体数目和母细胞染色体数目相同的两个子细胞。据核的变化，又分为前期、中期、后期和末期。

(1) 前期：核内的染色质凝缩成染色体，核仁解体，核膜破裂以及纺锤体形成。间期核的染色质是细长的细丝，分裂前期，染色质螺旋缠绕逐渐增粗，为念珠状的细丝，继续螺旋化缩短、变粗，成为分离的染色体，染色体缩至最短，核仁解体，其组成物质的一部分转移到了染色体。前期最末，核膜破裂，和内质网结合，此时核液和细胞质混合起来，此外，前期終了前，核的两极出现少量的微管细丝，开始形成纺锤体。

(2) 中期：是染色体排到赤道面上，纺锤体完全形成的时期。核膜破裂，标志着前期的结束，各染色体的染色单体清晰可见，微管伸长，形成纺锤丝，有的通过两极，有的从一极附着到染色单体的着丝点上。每个染色单体，各有一个着丝点，所有的纺锤丝形成了一个纺锤状的构象，称为纺锤体。纺锤丝在染色体的运动上起重要作用，由于微管的作用，染色体移动，到细胞中部，染色体的着丝点，都排在赤道面。中期时便于计数染色体数目。

(3)后期：各个染色体染色单体分开，由赤道面移向细胞两极的时期。后期时，染色体仍继续缩短，达最短程度。染色体从着丝点分开，向两极移动，到两极集中。

(4)末期：是形成二子核和胞质分裂的时期。到达两极的子染色体，膨胀而失去轮廓，螺旋解开，变为染色质细丝，并形成新的核膜，核仁出现，形成了两个子核。

经过核分裂和胞质分裂，一个母细胞成为两个子细胞，子细胞染色体的数目和母细胞的相同，为 $2N$ 。

凡是进行有性生殖的动植物都有减数分裂的过程。两个性细胞，即配子(精子或卵)融合为一，成为合子或受精卵，再发育成新的一代，称为有性生殖。

3. 减数分裂：包括两次连续的分裂，但其 DNA 只复制一次，一个母细胞经过减数分裂以后，形成 4 个子细胞，这样，每个子细胞染色体的数目(以 N 表示)，比母细胞($2N$)减少了一半。所以称为减数分裂。

如人的体细胞含 23 对(46 条)染色体，经减数分裂产生的精子和卵细胞(配子)染色体数目只有 23 条，受精后又恢复为 46 条。

减数分裂也分为间期和分裂期。间期细胞进行 DNA 的复制。分裂期细胞进行两次连续的分裂。

(1)减数分裂的第一次分裂：称为减数分裂 I，包括 4 个时期。

①前期 I：又可分为以下 6 个时期：

◆前细线期：核中染色体极细，在光镜下难以分辨，但染色体已开始凝缩，出现螺旋丝。

◆细线期：染色质经螺旋化，形成细长线状的染色体，每条染色体含有 2 条染色单体。细胞核和核仁增大，RNA 含量增加一倍。

◆偶线期(合线期)：同源染色体(一条来自父本，一条来自母本，两者的形状，大小很相似，而且基因顺序也相同的染色体)两两靠拢，准确的配对，这种现象称为联会(配对的染色体称为二价体)。

◆粗线期：染色体缩短变粗。二价体的数目为原来二倍体染色体数目的一半。每个二价体含有 4 条染色单体，也称为四联体(每一条染色体由 2 条染色单体组成)。此期有一个很重要的现象是，二价体中不同染色体的染色单体之间，可在若干相对应的位置上发生横断，并发生染色单体片段的互换和再结合，而另两条染色单体则不变。这种现象称为交换，即在粗线期同源染色体的非姊妹染色单体间发生局部交换。交换对生物的遗传和变异有重大意义。

◆双线期：染色体继续缩短变粗。配对的同源染色体彼此排斥并开始分离，但在染色单体之间发生交换的地方一交叉点，仍然连接在一起。因此联会的染色体呈现出 X、V、8、0 等形状。

◆终变期：染色体变得更为粗、短，染色体对常分散排列在核膜内侧，因此，这一时期是观察、计算染色体数目最适宜的时期，此期末，核膜、核仁相继消失，纺锤丝开始出现。

②中期 I：成对的染色体(二价体)排列在细胞中部的赤道面上，两条染色体的着丝点分别排列在赤道面的两侧，纺锤体形成。这个时期也是对染色体进行计数和研究的适宜时期。

③后期 I：在纺锤丝的牵引下，二价体中两条同源染色体分开，分别移向两极。这样每一极染色体数目只有原来母细胞的一半。(但注意的是，每一个染色体仍然含有 2 条染色单体，实际上减数分裂就是在此减数)。

④末期 I：染色体到达两极。染色体螺旋解体，重新出现核膜，形成两个子核，并进行胞质分裂。

(2)减数分裂的第二次分裂：减数分裂的第二次分裂紧接着第一次分裂，或有一个极短的分裂间期。在第二次分裂前没有 DNA 的复制和染色体的加倍。减数第二次分裂与有丝分裂相似，也可分为 4 个时期。

①前期 II：此期很短。已伸展的染色体又螺旋化缩短变粗，核膜再度消失，纺锤丝重新出现。

②中期 II：染色体以着丝点排列在子细胞的赤道面上，纺锤体形成。

③后期 II：着丝点分裂，染色单体彼此分离，在纺锤丝的牵引下分别移向两极。

④末期 II：移到两极的染色体解螺旋，核仁，核膜出现，各形成一个子核，并进行胞质分裂，这样就形成 4 个子细胞。

(3)减数分裂的基因组合：减数分裂时，同源染色体随机分配，因而配子的染色体组成多种多样。基因是染色体上的特定核苷酸序列，因此基因组合也是多种多样。

如果一种生物有 2 对染色体，产生 $2^2=4$ 种配子；如果一种生物有 3 对染色体，则产生 $2^3=8$ 种配子。人有 23 对染色体，精子和卵各有 $2^{23}=8388608$ 种染色体组合。

(4)减数分裂的特点：●减数分裂只发生在生物的有性生殖过程中。●减数分裂形成的子细胞染色体数目为母细胞的

一半。●减数分裂由两次连续的分裂完成，一个母细胞形成四个子细胞。●减数分裂过程中发生了同源染色体的配对、交叉、互换等现象。

(5)减数分裂的意义：●减数分裂产生的子细胞染色体数目减为母细胞的一半，细胞内只有一组染色体，由此形成的精细胞及卵细胞也是单倍体。精、卵结合形成受精卵又恢复了亲代的染色体数目，这就使每一种植物的染色体数目保持了相对的稳定性，也就是在遗传上保持了物种的相对稳定性。●减数分裂过程中，发生同源染色体间的交叉，即遗传物质的交换和重组，使后代出现了变异性。这对增强植物的适应能力，繁衍种族，都有重要意义。

第二节 组织、器官和系统

思考题：◆名词解释：组织、器官、系统。◆上皮组织分为哪些类型？各有何特点及功能？◆结缔组织的分类是什么？各有何特点和功能？◆肌肉组织的分类、特点。◆神经组织的组成是什么？神经元的构造是什么？

多细胞生物体的细胞，由于形态的分化和功能的分工，形成不同的组织、器官和系统。

一、组织的概念

组织是由相同功能和相似构造的细胞群以及细胞间质构成的。每种组织各完成一定的机能。

二、动物组织的类型

根据细胞的形态和功能的不同，细胞间质的多少和结构上的差异，可将动物的组织分成四大类：上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织。

(一)上皮组织：由形态规则、排列紧密的细胞和少量细胞间质组成，无血管(营养物质来自毛细血管渗透)，细胞间有明显的连接复合体。呈膜状覆盖在动物体表和体内各种腔、管和囊的内表面。

上皮组织不断更新，如人体表皮每个月更新2次，胃上皮每2—3天更新1次。

上皮组织的功能：保护、吸收、排泄、感觉、分泌、呼吸、生殖等。

根据形态可分成单层和多层上皮两大类。

1.单层上皮：仅有一层细胞组成。

◆扁平上皮：细胞扁平，分布在血管壁和体腔内表面。

◆立方上皮：细胞呈立方形，核位于细胞中央。大多组成腺体。

◆柱状上皮：细胞柱形，核卵圆形，常位于细胞基部。组成胃、肠的内壁、呼吸和生殖器官的一部分。

2.复层上皮：由一层以上、处于不同发育阶段的细胞组成。

◆迁移上皮：细胞和层数随所在器官生理状况的改变而变迁。组成膀胱和输尿管的上皮。

依据功能可分为三种类型：

1.被覆上皮：覆盖在机体的内外表面，无脊椎动物的常单层，脊椎动物的常多层。

2.腺上皮：由特化的上皮细胞组成，具有制造和分泌物质的功能。如汗腺、唾液腺、乳腺、肠腺等等。

3.感觉上皮：为特化的上皮细胞，具有感觉功能，如听觉上皮、嗅觉上皮、视网膜、味蕾等。

4.生殖上皮：精细胞和卵细胞是特化上皮组织，位于睾丸和卵巢。

(二)结缔组织

形态特点：由多种细胞和发达的间质组成。细胞间质特别发达，细胞数量少，排列分散。

功能：联接、固缚躯体各部分；填充体内空隙，保护体内柔软组织；支持动物机体；制造血球。

细胞间质：由含糖较多的基质和纤维组成。

纤维有二种。胶原纤维：由胶原蛋白组成，有韧性，常集成束。弹力纤维：由弹力纤维组成，有弹性。

结缔组织的分类：依据生理功能的不同和细胞间质的性质和分散在基质中的纤维成分的不同而形成三种不同状态的结缔组织：液态结缔组织、粘胶态结缔组织、固态结缔组织。

1.液态结缔组织：包括血液和淋巴。

(1)血液：由血浆和血细胞组成。

■血浆：为一种液态的细胞间质，是含有各种溶解物质的胶状物质。溶解物质包括：血清蛋白、纤维蛋白原、酶、糖、脂肪等。纤维蛋白原：在血浆中处于溶解状态，在一条件下可凝结成纤维状从血浆中析出，使血液凝固。清除了纤维蛋白的血浆成为一种黄色液体，称为血清。

■血细胞：包括红血细胞、白血细胞、血小板。

红血细胞：细胞内含有血红蛋白，能与氧结合，具输氧功能。人的红血细胞无细胞核，圆形，两面凹陷。

白血细胞：具吞噬功能，可清除细菌、体内异物和坏死组织。根据形态可分成两大类：多形核白血细胞：嗜中性白血球、嗜酸性白血球、嗜碱性白血球。

单核白血球：单核白血球和淋巴细胞。

血小板：为形状不固定的小体，具凝血作用。

(2) 淋巴：淋巴由淋巴液和数量不等的白细胞(大部分是淋巴细胞)和脂肪小滴组成。

淋巴液：进入淋巴毛细管的组织液即称淋巴液。为一种不透明的无色或淡黄色液体。

组织液：毛细血管中的渗出物形成的液体。

2. 粘胶态结缔组织

(1) 疏松结缔组织：有排列疏松的纤维和分散在纤维间的多种细胞组成，纤维和细胞埋在基质中。形态特点：■纤维排列不整齐。■基质丰富。功能：填充、联系、固定、营养、保护。

(2) 致密结缔组织：由大量胶原纤维和弹力纤维组成，如骨膜、肌腱。

形态特点：■纤维多而致密，排列整齐。■细胞、基质很少。功能：能承受机械压力，具有支持和保护功能。

(3) 弹性结缔组织：如韧带，弹性纤维(弹性大，弹性蛋白)组成。

(4) 网状结缔组织：如淋巴结、肝、脾等器官的基质网，由网状纤维组成。

(5) 脂肪组织：由大量脂肪细胞聚集而成，并由疏松结缔组织将脂肪组织分隔成许多小体。

功能：贮存营养物质，维持体温，具支持保护作用，参与能量代谢。

3. 固态结缔组织(支持结缔组织)：依据基质的强度、分布部位及功能，可分为软骨和硬骨。

(1) 软骨组织：由软骨细胞、纤维和基质组成。依据基质中纤维的性质，可分为三种类型：透明软骨、纤维软骨和弹性软骨。

①透明软骨：基质为透明的凝胶状固体，软骨细胞埋在基质的胞窝内，基质内有少量胶原纤维。分布：关节，软肋，气管。②纤维软骨：基质内有大量成束的胶原纤维，软骨细胞分布在纤维束之间。分布：椎间盘，关节盂。③弹性软骨：基质内有大量弹力纤维。分布：耳廓，会厌。

软骨的功能：支持作用，防止和减少碰撞的作用，如关节处的软骨。胎儿期为软骨；鲨鱼等软骨鱼终生为软骨。

(2) 硬骨组织：由骨细胞、骨胶纤维和基质组成。基质内有大量固态无机盐(硫酸钙、磷酸钙)沉积，使骨组织坚硬。骨胶纤维平行排列在基质内，形成骨板。

哺乳动物的骨板有二种：

骨松质：构成硬骨的内层，骨板形成有许多较大空隙的网状结构，网孔内有骨髓。

骨密质：构成硬骨的外层，由骨板排列而成，形成下列结构：

外环骨板：排列在骨表面的骨板。内环骨板：围绕骨髓腔排列的骨板。哈氏板：内、外环骨板之间的呈同心圆排列的骨板。哈氏管：同心圆中央的管道，内有血管、神经分布。骨陷窝：骨细胞位于其中。

(三) 肌组织：是具有伸缩能力的一种组织，由肌肉细胞组成。细胞细长呈纤维状一个肌细胞即一根肌纤维。功能：能将化学能转变为机械能，具强烈的收缩作用。

依据肌细胞的形态结构、功能和分布，肌肉组织分三类：横纹肌、平滑肌、心肌。

1. 横纹肌特点：■具横纹。■肌肉收缩受意志支配，又称随意肌。■收缩力强，易疲劳。分布：主要附着在骨骼上，又称骨骼肌。

2. 平滑肌特点：■细胞呈梭状。■无横纹。■不受意志支配(不随意肌)。■收缩力较弱，不易疲劳。分布：内脏壁。

3. 心肌特点：■有横纹。■细胞短柱状，有分支。■细胞联接处有闰盘。■收缩有自动节律性。分布：心脏。

(四) 神经组织

：由神经细胞和神经胶质细胞组成。

功能：神经细胞能感受刺激，传导兴奋；神经胶质细胞对神经元起支持、营养和修复作用。

1. 神经细胞(神经元)：神经细胞是神经组织的结构和功能单位。

特点：■由胞体和胞突起组成 ■细胞体位于脑和脊髓的灰质中 ■细胞质内含有神经原纤维

细胞突起分成二类：

轴突：细而长，单根，传导冲动离开胞体。

树突：呈树枝状分支，接受刺激传导冲动至胞体。

2. 神经胶质细胞特点：■呈星形，有突起。 ■细胞质内无神经原纤维 ■突起无树突轴突之分
人的神经细胞 1010 个，长 30 万 Km，等于地球到月亮。

三、器官和系统

(一)器官：器官是由几种不同类型的组织综合而成的，具有一定形态特征和生理机能的结构。

高等动物的器官比较复杂，如胃、肝、心、肾、肺等都是各种不同的器官，其中胃是一种消化器官，由上皮组织、结缔组织、肌肉组织和神经组织构成。

(二)系统：一些在功能上密切关联的器官，相互协同以完成机体某一方面的功能，称为系统。如由口腔、咽、食道，胃，小肠，大肠，肝，胰等构成消化系统。

动物的生殖和个体发育

思考题：1. 名词解释：生殖、原口动物、后口动物、生物发生律、个体发育、系统发育。2. 无性生殖和有性生殖各有哪些形式？3. 简述精子和卵子的发生过程。4. 卵子的类型有哪些？5. 卵裂的形式、囊胚的形式各有哪些？原肠胚形成的方式有几种？6. 原肠胚期的外中内三个胚层，将来各分化形成什么组织或器官？

生物的寿命各不相同，但终将衰老、死亡。生命的延续不是靠个体的长生不老，而是靠产生后代、代代相传来实现的。因此，生殖是最重要的。

生物以一定的方式产生与自己相似的新个体，这种现象称为生殖。

第一节 生殖的方式

一、无性生殖：凡不涉及性别、没有配子(精子和卵)参与、没有受精过程的生殖都称为无性生殖。

(一)裂殖：单细胞生物，如细菌、草履虫、变形虫、眼虫、疟原虫等。

(二)出芽：酵母菌、水螅。

(三)孢子生殖：真菌和藻类能产生大量孢子。

(四)动物的再生作用：原生动物再生能力很强，如纤毛虫，只要有核，便可再生。

腔肠动物和涡虫的再生能力从前到后递减。

蚯蚓头部再生能力比后部体节强，如果摘除腹神经，便失去再生能力。

海星、海参等的再生能力也很强。切碎的海星，只要有一部分中央盘，就能再生完整的海星。

脊椎动物的再生作用：例子很多，如手指破了，不用创可贴也会很快愈合，但其再生作用只限于修修补补，而不能产生新的生物个体。

二、有性生殖

(一)同配生殖：2 个配子的大小、形态完全相同，但生理上已有雌雄的分化，有鞭毛或纤毛，能运动。如衣藻。

(二)异配生殖：2 个配子大小不同，但形态相同，都有鞭毛，能运动。如实球藻。

(三)卵式生殖：卵子大、富含营养物质，但不能运动；精子小，含营养物质很少，但运动能力强。

(四)雌雄同体：有性生殖 ♀ 雌雄配子 ♂ 两性分化，生物体不一定都分为雌性个体和雄性个体。许多生物是雌雄同体，如植物的雌雄同株、两性花、杂性花，多为异花传粉；无脊椎动物的大多数寄生虫(绦虫)、蚯蚓、蛤、蚌等雌雄同体，大多为异体受精，其精巢先成熟，释放精子后退化，卵巢成熟晚，产卵；脊椎动物大多为雌雄异体。

(五)孤雌生殖：很多无脊椎动物，如轮虫、甲壳类、某些昆虫等的卵不经受精即可发育为成虫的生殖方式。①轮虫：秋末有雄虫出现，以厚壳受精卵过冬。②蚜虫：环境恶化时，精、卵结合。

保证种族繁衍，丰富了基因的交流、组合。

蜜蜂、蚂蚁、白蚁等昆虫孤雌生殖产生雄性个体，其唯一功能就是产生精子。

第二节 精子和卵子的形态

动物界中较原始的种类如变形虫等只进行无性生殖，较高等的类群大都进行有性生殖。多细胞动物体中形成精子的器官称为精巢或睾丸，形成卵子的器官称为卵巢。

有些动物同一个体上具备精巢和卵巢，即雌雄同体，如扁形动物、环节动物、甲壳动物等。大多数动物雌雄异体，

分别产生卵子和精子。

一、生殖细胞的发生

(一)精子的发生：一个精原细胞连续进行有丝分裂形成多个精原细胞，其中一部分分化为初级精母细胞。一个初级精母细胞进行第一次减数分裂，形成两个次级精母细胞，接着进行第二次减数分裂，形成四个单倍体的精细胞，每一个精细胞分化发育为一个精子。

(二)卵子的发生：卵原细胞陆续分裂分化而产生很多初级卵母细胞，一个初级卵母细胞进行第一次减数分裂形成两个细胞，体积很大的一个细胞称为次级卵母细胞，体积很小的一个细胞称为极体，即第一极体。次级卵母细胞进行第二次减数分裂产生一个有效的大细胞即卵细胞和一个极体。而第一极体减数分裂又产生两个极体，极体不能受精发育，总是附在卵细胞的动物极上。

从卵巢排出的卵是次级卵母细胞，当精子进入次级卵母细胞后，才进行第二次减数分裂。

二、精子和卵子的形态

(一)精子：除了线虫，各种动物的精子都是同一类型，均可分为头、颈、尾三部分。

1. 头部：染色体集中的地方，细胞质很少，便于精子入卵。头前端是一个顶体泡，内含水解酶，能帮助精子穿过卵膜。头的后部有两个中心粒。

2. 颈部：圆柱状，是由中心粒演变而来。

3. 尾部：分为中段、主段和末段。中段较短，中央是轴丝，围有 9 列微管，轴丝外有螺旋线粒体鞘，为精子运动提供能量；主段较长，轴丝外无线粒体鞘；末段仅有轴丝，外围有质膜。

精子体小灵活，运动能力很强。线虫的精子无尾部，但能变形，靠伪足运动。

(二)卵子：不能运动，细胞质多，核糖体和 mRNA 十分丰富，并含有卵黄，其主要成分为磷脂、中性脂肪和蛋白质。

1. 均黄卵：又称少黄卵，其卵黄少，分布均匀。大多数无脊椎动物、头索动物、尾索动物以及高等哺乳动物的卵是均黄卵。

2. 中黄卵：节肢动物的卵，卵黄集中于卵的中央。

3. 端黄卵：鱼类、两栖类、爬行类和鸟类的卵，其卵黄大量集中于卵的一极或一端。如鸟类的卵细胞很大，鸡蛋的蛋黄部分是一个卵细胞，绝大部分是卵黄，只有小部分是细胞核和核周围的细胞质，这一部分称为胚盘。胚盘所在的一极称为动物极，卵黄所在的一极为植物极。

第三节 受精作用

精子和卵子融合而成为受精卵或合子的全过程称为受精。

一、体内受精和体外受精

体外受精：精子和卵子都排出体外，在水中结合，其受精率低。如沙蚕、海胆、海鞘、鱼、蛙、蝾螈等。体外受精要求有大量的精子，且精子和卵子要同时排放。

体内受精：多数高等动物进行体内受精，由雄体把精子送入雌体体内，接着和卵子在雌体体内结合，其受精率高。

二、自体受精和异体受精

雌雄同体的动物，其本身产生的精子与卵子结合，叫自体受精，如绦虫。自体受精的在动物界中比较少见。

雌雄同体的动物(如水螅、蚯蚓等)，虽然有雌、雄两套生殖器官，能产生雌、雄两种性细胞，但两性不在同一时间成熟，因此仍要以异体受精的方式进行繁殖。

三、精子与卵子的寿命：不同动物排放精子的数量有差别。猪每次排出的精子数量高达 200 亿—800 亿。有人研究小鼠的体外受精，低浓度精子($0.31-1.25 \times 10^5/\text{ml}$)的受精率相当低，高浓度精子($30 \times 10^5/\text{ml}$)的受精率相当高。

精子既缺少细胞质，又十分活跃，所以离体后生命十分短暂，几分钟到几天便失去受精能力，而排在雌体生殖道中的精子寿命仅为几小时到几天时间，只有极个别动物，如蜜蜂、蝙蝠等可达几个月至几年。排出的成熟卵具有受精能力的时间较短，一般为几小时至几天，在这段时间内不受精，卵子就逐渐分解。如人是一天左右，猪约 12 小时至 48 小时。

四、精子与卵子的结合

棘皮动物海胆是研究动物受精较好的材料，在精子细胞膜的表面具有凝集素受体(糖蛋白、糖脂或糖的复合物)，这种受体参与精卵识别、精卵结合和精卵融合等作用。当精子接触卵时，其顶体分泌多种酶，消化出一条穿过卵膜的通道，精子即由此进入卵子内。首先发生细胞质的融合，然后发生细胞核的融合，形成受精卵。尽管有数十万精子包围卵，但

在正常情况下, 仅有一个精子能与卵融合, 若有二个精子与卵子结合, 则出现非二倍体细胞。卵子在受精后, 必须提供一种屏障, 防止额外的精子入卵。不同动物有不同的机制, 如鱼的卵有一个卵膜孔, 只允许单个精子通过, 一旦精子通过, 便分泌物质堵塞卵孔。许多动物的卵不具卵膜孔, 任何位置均可进入精子。当第一个精子入卵后, 便形成屏障, 如哺乳动物卵的外侧有透明带(糖蛋白), 在受精后, 透明带硬化, 使其它精子不能与卵细胞结合。

第四节 动物的胚胎发育、胚后发育

一、个体发育和系统发育

(一) 个体发育: 是指多细胞动物从受精卵开始, 经过细胞分裂、组织分化、器官形成, 直至子代个体形成、成长, 性成熟直至死亡的全过程。在个体发育过程中, 个体的生理功能、组织结构和器官形态都发生一系列变化。

动物的个体发育过程可分为三个阶段: ◆ 胚前期: 从亲代生殖细胞形成到成熟的阶段。◆ 胚胎期: 从受精卵形成开始到幼体形成破卵而出或离开母体之前的阶段。◆ 胚后期: 从幼体破卵而出或脱离母体以后的阶段。

(二) 系统发育: 即种族发展史, 也可称为系统发生。

动物的系统发育是动物界漫长的演化历史, 是指动物由最低等的形式(原生动物)发展到多细胞结构的后生动物, 并逐步完善, 复杂化, 进而发展成为最高级形式的动物, 直至人类的全部种族发展史。系统发育也可指一个类群(如某个科、属、种)的发生和发展历史。例如马的系统发生: 经历了六千万年的演变。由始祖马→中新马→上新马→真马→现代马。

二、多细胞动物胚胎发育的一般规律:

胚胎发育是指受精卵发育为幼体, 并从卵膜孵出或从母体产出的全都过程。动物的早期胚胎发育可以划分成几个阶段, 如卵裂、囊胚形成, 原肠形成以及三胚层的形成和分化等。

(一) 卵裂: 受精卵分裂。卵裂形成的细胞称为分裂球, 经多次有丝分裂形成上千个细胞的囊胚, 但卵裂与普通的有丝分裂不同, 分裂球只分裂而不生长。尽管囊胚含有上千个细胞, 但与受精卵体积相仿。

卵裂的类型与卵黄含量多少和分布有关, 通常分为两大类:

1. 完全卵裂: 整个卵细胞都进行分裂, 见于均黄卵、少黄卵。

均等卵裂: 卵黄少, 分布均匀, 卵裂时形成的分裂球大小相等, 如文昌鱼。

不均等卵裂: 卵黄少, 分布不均匀卵裂时形成的, 分裂球大小不均匀, 如蛙。

2. 不完全卵裂: 又称偏裂, 卵裂在不含卵黄的部分进行, 见于端黄卵、中黄卵。

盘裂: 卵裂只限于动物极的细胞质部分, 如鸡。

表面卵裂: 卵裂只限于卵的表面, 见于中黄卵, 如昆虫。

(二) 囊胚: 当卵裂到 8 和 16 个分裂球时, 细胞间形成腔隙, 这个腔隙随着分裂球的增多, 成为一个圆形的空腔, 这样的胚称为囊胚, 中空的腔为囊胚腔。哺乳动物在 8 到 50 个细胞时称为桑椹期。囊胚腔的出现使胚体细胞的活动有了充分的空间。

卵裂类型不同, 形成的囊胚也不同, 有四种类型:

1. 腔囊胚: 均黄卵或少黄卵卵裂形成球状囊胚, 中间形成大的囊胚腔。哺乳动物的囊胚也属于腔囊胚。动物极有一团细胞, 称为胚结或内细胞团。

2. 实心囊胚: 有些均黄卵卵裂中间无腔, 形成一个实心的球体, 如水螅、水母、某些环节动物、软体动物等。

3. 表面囊胚: 中黄卵如昆虫, 一层分裂球包在一团卵黄外, 无囊胚腔。

4. 盘状囊胚: 端黄卵囊胚为盘状, 覆盖于卵黄上。

(三) 原肠胚: 囊胚继续发育, 形成双胚层或三胚层的原肠胚。其主要特征是各种动物在原肠胚形成中, 细胞发生迁移运动。

由于动物种类繁多, 原肠胚形成的方式和过程也比较复杂, 仅介绍一般的三种方式:

1. 内陷: 囊胚期植物极细胞向内陷入, 形成两层细胞。外层的为外胚层, 内陷的一层为内胚层, 内胚层包围的腔为原肠腔, 原肠腔与外界相通的孔为胚孔, 中胚层由胚孔部分向内卷入, 介入内外胚层间。

2. 内移: 囊胚一部分细胞移入内部形成内胚层。

3. 外包: 动物极细胞分裂快, 植物极细胞卵黄多, 分裂慢, 其结果动物极细胞逐渐向下包围植物极, 形成外胚层, 被包围的植物极成为内胚层。

原肠期出现了原肠腔、内胚层、外胚层和原口。

原口动物：在胚胎发育过程中，原口形成口的动物。包括扁形动物，线形动物，环节动物，软体动物，节肢动物。

后口动物：在胚胎发育过程中，原口形成动物的肛门，在相反方向的一端由内胚层内陷形成口的动物。棘皮动物以后的动物属于后口动物。

原肠胚期的外中内三个胚层，将来分化形成各种组织、器官。

外胚层：形成神经系统、眼、内耳上皮、皮肤的表皮、毛发、羽、鳞、甲、皮肤腺等皮肤衍生物。

中胚层：形成肌肉、骨骼、脂肪、循环系统、生殖系统和气管等。

内胚层：形成肝、胰、肺等。

(四)多细胞动物胚胎发育的一般规律

所有多细胞动物在胚胎发育早期都要经过上述阶段，这是动物胚胎发育的共性。

动物种类的不同，使这些发育阶段的形成方式也不同。这是由于不同种类动物具有不同类型的卵，从而引起的卵裂、囊胚和原肠形成方式的多样性，这是动物胚胎发育的特殊性。

从多细胞动物胚胎发育的一般规律来看动物界系统发育的历史过程，可以更清楚地看到两者间存在着统一的一条客观规律，即生物发生规律。

生物发生律：由德国科学家赫克尔(E. Haeckel)于1866年提出。

从大量的动物胚胎发育过程的研究中发现：动物个体胚胎发育的几个早期发育阶段非常相似，都按一定渐进的顺序进行的，这种相似性正好反映了动物界系统发育渐进的顺序性。

系统发育：单细胞动物→群体原生动物→二胚层动物→三胚层动物

个体发育：受精卵→囊胚→原肠胚→中胚层形成后的胚胎

要点：生物的个体发育过程中，按顺序重演其祖先的主要发育阶段，是生物进化的重要依据。

三、胚后发育：从卵膜内孵出或从母体生出后的胎儿发育，称为胚后发育。

鱼、爬行类、哺乳动物幼体与成体间区别较小，胚后发育主要是身体长大，性成熟，身体各部分比例改变等等，这种发育方式又称为直接发育。

低等动物中，许多动物的幼虫(幼体)与成体间差别很大，需要经过一次或数次变态，这种发育方式称为间接发育或变态发育，如昆虫、蛙等。

动物的分类学知识

第一节 生物分类方法

思考题：

★生物多样性包括哪些方面？★什么是自然分类法？为什么说它是科学的分类方法？★自然分类系统有哪些分类等级？

★物种的定义是什么？★什么是双名法？什么叫学名？★动物界主要分为哪些门？

生物多样性包括物种多样性，遗传基因多样性，生态系统多样性。我国是生物多样性最丰富的国家之一，居世界第八位，而且我国生物特有性程度较高，特有种超过一万种，如银杏、水杉、大熊猫、金丝猴、扬子鳄等。

一、人为分类法

人们按照自己的意愿，根据生物体的简单特征，将生物进行分类的方法就是人为分类法。该法不能如实反映生物之间的亲缘关系，如粮食、油料作物，芳香植物等，但由于方便实用，至今在生产栽培和经济利用上仍有重要价值。

如，李时珍的《本草纲目》将植物分为：草部、谷部、菜部、果部和木部；将动物分为：虫部、鳞部、介部、禽部和兽部以及人部。

二、自然分类法

用科学的方法从形态、生理、遗传、进化等方面的相似程度和亲缘关系来确定动物在动物界中的系统地位。这种分类方法能反映彼此之间亲缘关系以及种族发生的历史，基本上反映了动物界的自然类缘关系，所以称之为自然分类法。

到目前为止，人们还没有提出一种分类系统，能够准确的解析而又客观地反映生物之间亲缘关系和进化次序。

随着科学的发展，现代生物分类学综合运用了形态解剖学、生理学、细胞学、胚胎学、遗传学、生态学、孢粉学、地理分布等等其它学科的研究成果，特别是近几十年来生物化学、免疫学、遗传学及分子生物学，也用于分类学的研究。更准确地反映生物间的进化关系和亲缘关系。

第二节 分类等级

一、分类的阶元(等级): 在自然分类系统中, 分类学家将生物划分为: 界、门、纲、目、科、属、种七个阶元, 有时为了将种的分类地位更精确地表达出来, 在种以前的六个基本分类等级之间加入中间阶元。

如在某一分类等级下可加设亚-(Sub-), 即: 亚门、亚纲、亚科、亚种等。

在某一分类等级上可加设总-(Super-), 即: 总纲、总目、总科等。

界 Kingdom, 门 Phylum, 亚门 Subphylum, 总纲 Superclass, 纲 Class, 亚纲 Subclass, 总目 Superorder, 目 Order, 亚目 Suborder, 总科 Superfamily(-oidea), 科 Family(-idae), 亚科 Subfamily(-inae), 属 Genus, 亚属 Subgenus, 种 Species, 亚种 Subspecies

野猪所属的各级分类单位:

动物界(Animalia); 脊索动物门(Chordata); 脊椎亚门(Vertebrata); 哺乳纲(Mammalia); 真兽亚纲(Eutheria); 偶蹄目(Artiodactyla); 不反刍亚目(Non-Ruminantia); 猪科(Suidae); 猪属(Sus); 野猪种(Sus scrofa L.)

小家鼠所属的各级分类单位:

动物界(Animal), 脊索动物门(Chordata),

脊椎动物亚门(Vertebrata),

哺乳纲(Mammalia),

啮齿目(Rodentia),

鼠科(Muridae),

小家鼠属(Mus),

小家鼠(M. musculus)

二、物种(Species)的概念

种即物种(species), 按照自然法, 种是分门别类的最基本阶元。但给物种下一定义却很难, 因为不同专业生物学家对物种概念有不同的理解。随着科学发展, 综合提出多维性物种的概念。

物种的定义:

●生物的种是具有一定形态特征和生理特性以及一定自然分布区的生物类群。

●种是形态、生理、行为和生殖的动态群。

●种是由种群组成的生殖单元, 在自然界占有一定的生境, 在系谱上代表一定的分枝。这个定义是我国陈世骧教授提出的, 是一个被广泛接受的较完善的定义。

不同的种存在形态、生理、地理、生殖隔离。

一个物种中的个体一般不能与其它物种中的个体交配, 或交配后一般不能产生有生殖能力的后代。例: 骡→公驴×母马, 具杂种优势: 抗病耐劳, 挽力持久, 寿命长于亲代。

亚种: 种下分类阶元, 指同一种内由于地理隔离, 彼此分化形成的个体群。变种(variety): 个体变异。变形(form): 差异很小。品种(cultivar 或 breed): 生产实践中培育的具有某些经济性状的类型, 是非生物分类单位。

三、种的命名方法: 给生物起名字, 不同国家、不同民族、不同地区对同一种生物可有不同的名称, 出现许多混乱, 主要表现在两个方面: 同物异名和同名异物。

早在 1768 年, 瑞典的分类学家林奈在《自然系统》中制定了双名法命名生物, 现在已规定生物的命名必须用双名法进行命名。

每一种生物都有一个国际通用的名字——学名。

双名法规定, 每个学名由二个拉丁文或拉丁化形式的词组成, 属名在前, 种名在后, 属名是名词, 第一个字母要大写, 种名是形容词, 第一个字母要小写, 在种名之后, 还应加上命名人姓名、姓氏或其缩写。

如狗家犬的学名: Canis familiaris Linne., Canis 是属名, 表示犬属。familiaris 是种名, 意思是熟悉的。Linne(有时可缩写为 L.) 表示家犬的学名是林奈定的。

小家鼠的学名: Mus musculus Linne., musculus 意思是小鼠的。

黑斑蛙的学名: Rana nigromaculata Hallowell, nigromaculata 意思是黑色斑点的。

书写规则:

印刷体: 学名用斜体排版, 命名人姓氏用直体排版; 手写体: 学名下加下划线。

当某个研究对象的种本名尚未确定时可用：属名+sp. 表示。

例如：Culux sp. 即为库蚊属的某种蚊子。

属名的更改：学名的属名更改后，在学名的初定名人姓氏上加括号。

如池鹭 Buphus bacchus Bonaparte 更改为：Aedeola bacchus (Bonaparte)

四、亚种的命名：亚种的学名命名方法采用三名制，由属名+种本名+亚种名三部分组成

例如：大蟾蜍的学名为：Bufo bufo gagarizans Cantor

第三节 动物界的分门

动物的分门：1. 原生动物门 Protezoa 2. 多孔动物门 Porifera(海绵动物门) 3. 腔肠动物门 Coelenterata 4. 扁形动物门 Platyhelminthes 5. 线形动物门 Nematelminthes 6. 环节动物门 Annelida 7. 软体动物门 Mollusca 8. 节肢动物门 Arthropoda 9. 棘皮动物门 Echinodermata 10. 脊索动物门 Chordata；
脊索动物门又分为半索亚门、尾索亚门、头索亚门和脊椎亚门。

原生动物

思考题

：●什么是原生动物？●原生动物门的主要特征是什么？●原生动物分为哪几个纲，各有什么代表动物？●大变形虫和草履虫的构造各是什么？●草履虫是怎样繁殖的？●简述疟原虫的生活史。●了解原生动物与人类的关系。

第一节 原生动物门的主要特征

动物界最低等的类群，约 3 万种，大都由一个细胞构成，因此又称为单细胞动物。也有多细胞群体，但各个细胞具有相对的独立性。

原生动物的定义：原生动物是一个完整的、能营独立生活的、单细胞结构的有机体，整个身体由单个细胞组成。体形一般很微小，需在显微镜下才能看到。

一、结构

具有一般细胞所有的基本结构：细胞膜、细胞核、细胞质、细胞器(线粒体、核糖体、内质网等)。这种单细胞又是一个具有一切动物特性和生理机能的、独立完整的有机体。如具有运动、消化、呼吸、排泄、感应、生殖等机能。

以上生理机能是由各种特殊的细胞器来完成。

如：运动胞器：纤毛、鞭毛、伪足。

摄食胞器：胞口、胞咽、食物泡。

感觉胞器：眼点。

调节体内水分的胞器：收集管、伸缩泡。

二、运动方式

许多原生动物利用鞭毛、纤毛或伪足运动，也有不少原生动物固着生活。

三、营养方式

多为异养性营养，有的能够摄取固体食物，有的则营腐生性营养，有的寄生种类和一部分自由生活种类通过体表渗透作用吸收营养；也有少数种类，含有叶绿素，能够进行光合作用而营自养性营养。

四、分布：海水、淡水和潮湿的土壤中都有分布，营共生和寄生生活的种类也不少，有些寄生原虫往往是人、畜某些严重寄生虫病的病原体。

五、包囊的形成

在不良环境下能形成包囊，在失去大部分结构后缩成一团，并分泌胶质在体外形成包囊膜，使自身与外界环境隔开，新陈代谢水平降低，处于休眠状态。等环境条件良好时又长出相应结构，脱囊而出，恢复正常生活。

六、生殖方式：某些原生动物没有有性生殖，但大多数原生动物兼有无性生殖和有性生殖两种方式。

七、分类：主要分为四纲，鞭毛纲、肉足纲、孢子纲和纤毛纲。

运动器官	营养方式	代表动物
鞭毛纲	鞭毛	植鞭亚纲，自养 眼虫
	动鞭亚纲，异养 (渗透、吞食)	锥虫

纤毛纲	纤毛	异养	草履虫
肉足纲	伪足	异养	变形虫
孢子纲	无	异养	疟原虫

无论是形态结构还是生理功能，原生动物在各类动物中是最简单、最原始的，反映了动物界最早祖先类型的特点。

第二节 原生动物门的分类

一、鞭毛纲(Mastigophora)

主要特征是以鞭毛运动。鞭毛的数目一般 1—2 根，有的种类有 4—8 根或更多。

鞭毛：轴丝(微管)、原生质鞘。

营养方式：无色鞭毛虫异养；植鞭毛虫多数自养，少数兼性自养和异养。

生殖方式：多数为无性繁殖，少数可进行有性生殖。

生活方式：自由生活或寄生。

1. 绿眼虫(*Euglena viridis*)：自养和异养。

2. 衣滴虫属(*Chlamydomonas*)

3. 盘藻属(*Gonium*)

4. 实球藻属(*Pandorina*)

5. 空球藻属(*Eudorina*)

6. 团藻(*Volvox*)

7. 锥虫属(*Trypanosoma*)：柳叶形，鞭毛从身体的后端伸出，沿着虫体向前与细胞质的突出部分形成波动膜，在身体的前端成为游离的鞭毛。

锥虫大多寄生于动物的血液或其它体液中，靠渗透方式吸收营养物质，以纵分体法进行繁殖。它们或者直接感染宿主或者借某些吸血昆虫作为传播的媒介。

危害人体的利什曼原虫(*Leishmania*)主要是杜氏利什曼原虫，是黑热病的病原体，寄生在人体的肝，脾，骨髓、淋巴结等细胞内，以白蛉子为中间媒介。如在人体内，体形很小，呈椭圆形，无鞭毛。在白蛉体内，逐渐变成锥虫形状，具有鞭毛。

二、肉足纲(Sarcodina)

运动和摄食都是由身体临时形成的伪足来完成的，细胞质分为外质和内质，外质呈凝胶状态，内质呈溶胶状态。由于局部的外质和内质的胶态变化，细胞质向该处流动，使身体形成临时性的突起，称为伪足。伪足可以随时形成或消失，因而动物的体形经常改变，形成特有的变形运动，或称为阿米巴运动。伪足具有运动和摄食的机能。

三、孢子纲(Sporozoa)

全部营寄生生活，且大多为细胞内寄生。没有运动和营养的类器官，靠渗透方式从宿主获得营养。生活史中有孢子生殖。孢子虫的生活史非常复杂，包括无性生殖和有性生殖，两种生殖方式往往交替进行，一般分为裂体生殖、配子生殖和孢子生殖几个阶段，有些种类还有更换宿主的现象。

疟原虫(*Plasmodium*)：寄生于人体红细胞内。

流行于我国的通常有三种，其中以间日疟原虫(*P. vivax*)最为普遍。人为中间宿主，按蚊为终末宿主。无性世代在人体内，有性世代在蚊体内。

在人体内：感染疟原虫的按蚊→吸血→疟原虫的孢子进入人体血液→侵入肝细胞→裂体生殖形成许多裂殖子→裂殖子随肝细胞破裂而出。

一部分侵入红细胞，一部分再侵入肝细胞，重复感染，破坏红细胞和肝细胞。

疟原虫在红细胞内经过几代裂体生殖以后，有些裂殖子在红细胞内发育为大、小配子母细胞。

在按蚊体内：配子母细胞发育为大、小配子，受精形成合子，合子发育成动合子，穿入蚊的胃壁，发育为卵囊，再形成许多孢子。孢子进入到蚊的唾液腺中，当按蚊吸血时，随其唾液侵入人体。

四、纤毛纲(Ciliata)

体表具有纤毛，比较短小、纤细，数目较多，用于运动和摄食。

纤毛虫构造较复杂，具有多种形态和功能的细胞器，几乎达到了单个细胞所能特化的极限。许多种类具有两种细胞

核，一个大核，一个或多个小核。大核对动物的正常代谢具有重要作用，小核则与生殖有关。

1. 草履虫 (*Paramecium caudatum*)

结构和功能：

表膜：包被草履虫体表的膜，即细胞膜或质膜。分三层：最外层膜连续覆盖在体表和纤毛上；中间层和内层膜形成表膜泡镶嵌系统。表膜上有纤毛和口沟：纤毛：为细胞质的丝状突起，是草履虫的运动器官。纤毛的基部有复杂的微管纤维网，控制和协调纤毛的运动。原生动物的纤毛、鞭毛与高等动物的精子鞭毛具有相同的结构：由 9+2 双联体微管纤维组成。口沟：从草履虫身体后端开始，在表膜上的一条斜沟，伸向身体的中部，沟的末端为口。

细胞质：分成外质和内质二部分。外质：为表膜下面的一薄层，较透明。刺丝泡分布在外质中。刺丝泡：为纺锤形小杆状结构，有小孔开口于表膜。当受到外来刺激时，能释放出内含物，吸水后聚合成丝，能麻痹敌害，有防御功能。

内质：内含颗粒状结构，有流动性。有许多重要结构分布在内质中。

食物泡：散布在内质中的许多泡状结构。食物泡的形成。食物泡的消化功能。

伸缩泡和收集管：位于内外质的交界处，2 组，身体前后半部的中部各一对。

功能：排除体内多余水分。

草履虫体内水分来源：●大部分由外界通过表膜渗透进来。●一部分随食物经胞口和食物泡进入细胞质。●小部分为新陈代谢过程中产生的代谢水。

细胞核：位于细胞中央，有二种。大核一个，肾形，位于胞咽附近。功能是主管营养代谢、细胞分化，称为营养核。小核一个或多个，位于大核凹陷处。功能是主管生殖、遗传，称生殖核。

草履虫与其它原生动物一样，无专门的呼吸、循环器官。呼吸、排泄靠表膜渗透；循环靠内质环流。

无性生殖：横二分裂，小核先作有丝分裂，大核再作无丝分裂，各自延长，分成二部分。虫体从身体中部横缢，形成两个子体

有性生殖：接合生殖，通过接合生殖，2 个母细胞交换了部分核物质，经过一系列分裂变化后，形成 8 个子细胞。

2. 肠等毛虫 (*Isotricha*)

3. 有尾内毛虫 (*Entodinium caudatum*)

第三节 原生动物与人类的关系

一、对人类造成危害

1. 危害人体健康的病原体

	寄生部位	引起疾病	症状	传播媒介
痢疾内	肠道	阿米巴痢疾	大便血	经口
变形虫		多脓少		
利什曼	巨噬细胞	黑热病	肝脾肿大、	白蛉
原虫		发烧		
锥虫	脑、脊髓	非洲睡眠病	昏睡、致死	舌蝇
阴道滴虫	泌尿生殖	滴虫性	白带增多，	
系统	阴道炎	外阴瘙痒		
		月经不调		
	滴虫性	尿频、血尿		
	尿道膀胱炎	排尿灼样疼痛		

2. 危害牲畜的病原体

粘孢子虫：引起鱼类大量死亡。

艾美球虫：引起鸡、兔死亡率很高的球虫病。

血孢子虫：引起牛、马血尿。

3. 海洋中鞭毛纲的夜光虫等大量快速繁殖，形成赤潮，造成生成鱼、虾、贝类等海洋生物大量死亡，对海洋养殖带

来很大危害。

二、有益于人类的方面

1. 组成海洋浮游生物的主体。
2. 古代原生动物大量沉积水底淤泥，在微生物的作用和复盖层的压力下形成石油。
3. 原生动物中有孔类化石是地质学上探测石油的标徵。
4. 利用原生动物对有机废物、有害细菌进行净化，对有机废水进行絮化沉淀。
5. 科学研究的重要实验材：草履虫、四膜虫是研究真核细胞细胞器的实验材料。

附：多孔动物门(Porifera)

又称海绵动物门，是多细胞动物中最原始的类群。也是最简单、处于细胞水平的多细胞动物。

特点：★只有细胞分化，没有胚层和组织分化。★身体的各种机能由基本独立活动的细胞完成。★身体有两层细胞组成，中间为中胶层。★具有特殊的水沟系统。★体形大多不对称。

海绵动物绝大多数栖息于海水中，淡水的种类很少。成体营固着生活，大多形成群体，附在海底、岩石或其它物体上。

海绵动物的体壁由内，外两层细胞和中胶层组成，并有许多入水孔与体内所特有的水沟系统相通。外层保护，中胶层骨针、海绵丝支持，内层细胞具鞭毛，摄食和消化。

海绵动物在动物进化上是一个盲枝，即没有发现有其它后生动物是由海绵动物进化而来的，故称为侧生动物。

腔肠动物门(Coelenterata)

思考题：★腔肠动物门的主要特征有哪些？★腔肠动物门主要包括哪些类群？★腔肠动物门的神经系统有何特点？★水螅两层体壁各由哪些细胞组成？各种细胞的功能是什么？★水螅是如何进行繁殖的？★名词解释：辐射对称，消化循环腔

第一节 腔肠动物门的主要特征

腔肠动物是真正的双胚层多细胞动物。在动物界的系统进化上占有很重要的地位，所有高等的多细胞动物，都可看作是经过这种双胚层的结构阶段发展来的。大多海产，少数生活于淡水中。营固着或漂浮生活。有的为独立的单个个体，有的形成群体。

一、躯体辐射对称

：是指通过身体的中轴可以有二个以上的切面把身体分成两个相等的部分。是一种原始的对称形式。辐射对称有利于营固着(水螅型)或漂浮(水母型)生活。

二、躯体由二个胚层组成：由内胚层和外胚层组成，两胚层之间为中胶层，中胶层具有支持的作用。由内胚层所围绕的空腔称为消化腔，只有一个口孔与外界相通。

腔肠动物第一次出现胚层分化，是真正的两胚层动物。

外胚层：外层体壁，具保护，运动和感觉功能。

内胚层：内层胃层，具消化，营养功能。

三、出现原始消化腔：通过胃层腺细胞分泌消化液，使食物在消化腔内进行初步消化，是动物进化过程中最早出现细胞外消化。消化腔内水的流动，可把消化后的营养物质输送到身体各部分，兼有循环作用，故也称为消化循环腔。

消化腔只有一个对外开口，是原肠期的原口形成的，兼有口和肛门两种功能。

四、有原始的组织分化：有明显的组织分化，内胚层分化为内皮肌细胞、腺细胞、感觉细胞；外胚层分化为外皮肌细胞、刺细胞、感觉细胞、神经细胞等。

原始的上皮组织：皮肌细胞既是上皮细胞，又是原始的肌肉细胞，具有上皮和肌肉两种功能。

原始的神经组织：由各种类型的神经细胞构成弥散型的网状神经系统。

原始性表现：无神经中枢，传导无方向性，传导速度慢(比人的神经传导慢 1000 倍)。

五、有水螅型水母型两种基本形态

六、具多态现象

腔肠动物有些营群体生活的种类，有群体多态现象：群体内出现二种以上不同体型的个体，有不同的结构和生理上

的分工，完成不同的生理机能，使群体成为一个完整的整体。

如蕨枝虫：有二种个体，水螅体：专司营养；生殖体：专司生殖。

七、生殖方式

1. 无性生殖：出芽生殖。

2. 有性生殖：雌雄同体，产生精巢和卵巢。

有些种类生活史中有两种体型，水螅型为无性世代，无性生殖产生水母型个体；有性世代为水母型，有性生殖产生水螅型个体。

八、强的再生能力

第二节 腔肠动物门的分类

约 900 种，分为三纲。

一、水螅纲(Hydrozoa)

■生活史有水螅型和水母型世代交替现象，无骨骼。■水螅型有垂唇。■水母型有缘膜，小型。■生殖细胞由外胚层产生。

(一)水螅(Hydra)的形态结构

身体由内外两层细胞组成，中间夹着中胶层。

1. 外层：来源于外胚层，细胞层较薄，排列整齐，分化成六种细胞：

(1) 外皮肌细胞：细胞基部的肌原纤维纵向排列，细胞收缩使身体和触手缩短。

(2) 感觉细胞：细胞小，有感觉毛，基部与神经细胞相连。

(3) 神经细胞：分布在外胚层基部，神经细胞向四周伸出突起，相互连结成神经网络。

(4) 腺细胞：全身分布，口的周围和基盘处较多。能分泌粘液和气体。

(5) 间细胞：散布在外层细胞之间，是一种小型的未分化细胞，能分化成刺细胞和生殖细胞等。

(6) 刺细胞：腔肠动物所特有的一种攻击和防御性细胞。遍布整个外层。

2. 内层：来源于内胚层，细胞层较厚，以内皮肌细胞为主。

(1) 内皮肌细胞：细胞基部的肌原纤维横向排列，细胞收缩使身体和触手伸长变细。

一部分细胞顶端长有鞭毛，其摆动能使消化腔内形成水流。

一部分细胞顶端能伸出伪足吞噬食物颗粒，进行细胞内消化。

内皮肌细胞具收缩和营养双重功能，也称为消化细胞。

(2) 腺细胞：分布在内层不同部位的腺细胞，具有不同的功能，除分泌粘液、气泡外，大部分分泌消化酶，对消化腔内的食物进行细胞外消化。

(3) 感觉细胞：少量分布。

(4) 间细胞：少量分布。

(二)摄食和消化：

1. 摄食：利用触手上的刺细胞放出刺丝麻痹、捕获食物，用触手将食物送入口中。2. 消化：腺细胞分泌消化酶对食物进行细胞外消化。

经消化后的小分子物质由消化细胞吞噬后进行细胞内消化。不能消化的残渣经口排出体外。

(三)呼吸与排泄，无专门的呼吸和排泄器官。

1. 呼吸：靠外层和内层细胞通过细胞膜的渗透扩散作用与水环境进行气体交换。

2. 排泄：代谢产生的废物通过细胞膜排到体外。

(四)感觉和运动

1. 感觉：分布在外皮肌细胞间的感觉细胞受到刺激后把冲动通过神经传导给皮肌细胞。

2. 运动：在内外皮肌细胞协同作用下，使水螅产生运动。

(五)生殖

1. 无性生殖：出芽生殖

2. 有性生殖：外层的间细胞分化形成卵巢、精巢。

受精卵发育成实心原肠胚后包上粘性厚膜形成休眠体，从母体脱落下来。次年春末环境条件适宜时，胚胎脱膜而出，继续发育成小水螅。

二、钵水母纲(Scyphozoa):

水螅世代不发达，不具骨骼，有垂唇。水母型非常发达，无缘膜。生殖细胞由内胚层产生。

三、珊瑚纲(Anthozoa)

：只有水螅型，无水母型。生殖细胞由内胚层产生。

海葵：单体生活，无骨骼。珊瑚：群体生活，有发达的骨骼。

	水母型	水螅型				
体型	缘膜	垂唇	隔膜	口道	生殖腺来源	

水螅纲 小 有 有 无 无 外胚层

钵水母纲 大 无 有 有 无 内胚层

珊瑚纲 无 无 有 有 内胚层

海葵：单体，无骨骼。珊瑚：群体，外胚层分泌物质形成外骨骼。

扁形动物门

思考题： 名词解释：扁形动物、皮肤肌肉囊、原肾管。 扁形动物门的主要特征是什么？ 中胚层形成的意义是什么？ 中胚层形成哪两种组织？其功能是什么？ 吸虫纲有哪些主要的寄生虫？ 简述日本血吸虫的生活史。 简述绦虫的构造和生活史。 举例说明寄生生活适应性变化的一般规律。

第一节 扁形动物门的主要特征

扁形动物是一群背腹扁平，两侧对称，具三胚层而无体腔的蠕虫状动物。

一、身体扁平，体制为两侧对称：通过身体的中轴，只有一个切面能把身体分成左右相等的两个部分。

从辐射对称到两侧对称是动物在体制上的进化。运动由不定向转为定向，不仅增加了动物的活动性，而且使动物对外界反应更迅速而准确。两侧对称的体制使动物体分化出前后端、左右侧和背腹面。身体各部分功能出现分化，头部：神经和感觉器官向前端的头部集中。背面：具有保护作用。腹面：承担运动和摄食的功能。

二、中胚层的形成：内外胚层间出现中胚层。因为动物的许多重要器官、系统都由中胚层细胞分化而成，这促进了动物身体结构的发展和机能的完善，是动物体形向大型化和复杂化发展的物质基础。

扁形动物首次形成中胚层，并分化成二种组织

1. 实质组织：为合胞体结构的柔软结缔组织，也称间质。

分布：充满在各组织器官之间，使体内无明显的空隙，扁形动物也称为无体腔动物。

功能：●贮存水分和养料，抗干旱和耐饥饿。●保护内脏器官。●输送营养物质和排泄物。●分化和再生新器官。

中胚层的形成不仅为器官系统的进一步分化和发展创造了条件，而且也是动物由水生进化到陆生的基本条件之一。

2. 肌肉组织：首次出现肌肉组织，促使扁形动物的结构和机能产生一系列变化。

肌肉形成使运动速度加快，导致神经和感觉器官发展完善。

原始的网状神经系统→梯形神经系统

●肌肉形成使运动速度加快，能更有效地摄取较多食物。

原始的消化腔→不完全的消化系统

●消化系统发展导致新陈代谢能力加强

相应的异化作用加强→出现原肾管型排泄系统

三、皮肤肌肉囊：肌肉组织(环肌、纵肌、斜肌)与外胚层形成的表皮相互紧贴而组成的体壁称为皮肤肌肉囊。功能：保护、强化运动、促进消化和排泄

四、不完全的消化系统：有口而无肛门，称为不完全消化系统。寄生种类消化系统趋于退化(如吸虫)或完全消失(如绦虫)。

五、原肾管排泄：原肾管是由焰细胞、毛细管和排泄管组成的。纤毛的摆动驱使排泄物从毛细管经排泄管由排泄孔

排出体外。

六、梯形神经系统

第二节 扁形动物门的分类

一、涡虫纲(Turbellaria): 自由生活, 体表、腹面有纤毛, 肠道发达。

涡虫(Euplanaria), 生活于淡水溪流的石块下。

1. 形态: 体长 10-15mm, 身体扁平柔软, 头部有一对耳突。背面灰褐色, 腹面灰白色, 密生绒毛。

2. 体壁由三层构成:

●表皮层: 由单层柱状上皮细胞组成, 里面分布有杆状体, 具防御功能; 腹面上皮细胞外表面长有纤毛。

●基膜: 为非细胞结构, 有弹性, 位于表皮下面。

●肌肉层: 分为三层, 环肌紧靠在基膜下; 斜肌位于中间, 肌层薄; 纵肌位于内层, 肌层厚。由单层上皮细胞和多层肌肉相互连接组成皮肤肌肉囊, 具有保护和运动功能。

3. 消化系统由口、咽和肠道组成。

口: 位于身体腹面近后端 1/3 处。咽: 呈长吻状, 取食时从肌肉质的咽鞘中伸出。肠: 分三支, 每一支又分出许多小支, 末端为盲管, 因无肛门而属于不完全消化系统。

4. 循环和呼吸: 无专门的循环和呼吸系统。循环功能由肠道和实质组织来执行。

呼吸功能: 由于扁平的体形与身体体积相比具有较大的表面积, 依靠表皮的渗透和扩散进行皮肤呼吸。

5. 排泄系统: 身体两侧各有一条弯曲而分支的原肾系统。

原肾是由焰细胞、排泄管和排泄孔组成, 原肾管型排泄系统的特点只有一个排泄孔对外开口。

6. 神经系统和感觉器官: 典型的梯形神经系统, 一对脑神经节向后伸出两条粗大的腹神经索, 中间有许多横神经相连。

感觉器官:

眼点: 一对, 不能成像, 只能感光。

特点: 避强光, 趋弱光。

耳突: 一对, 富有感觉细胞, 能感受味觉和嗅觉。

7. 生殖系统

生殖方式: ●无性生殖: 横二分裂, 在口的后部收缩、缢断成二个子体。●有性生殖: 两性生殖。

涡虫雌雄同体, 异体受精。在环境条件不良的情况下, 形成生殖腺和输出管道, 进行有性生殖。

雌性生殖器官: 由卵巢, 卵黄腺, 输卵管、生殖腔、生殖孔组成。

雄性生殖器官: 由精巢、输精小管、输精管、储精囊、阴茎球组成。

特点: 卵囊内的胚胎发育所需的营养由卵黄细胞供给。

8. 再生

再生: 指生物体的一部分被截除或被破坏后重新恢复长成的一种生理现象。

再生有两种类型: ●生理性再生: 指生物体在正常生命活动过程中所发生的再生。●补偿性再生: 指因损伤而引起的再生。涡虫具有极强的再生能力。

二、吸虫纲(Trematoda)

多数为体内寄生虫, 少数为体外寄生, 体表无纤毛, 消化系统退化, 神经系统不发达, 感觉器官消失。常有吸盘, 前端为口吸盘, 腹面稍后有腹吸盘, 吸附能力强。

1. 日本血吸虫(Schistosoma japonicum)

成虫寄生在人、哺乳动物体内。