



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

生命科学导论 实验指导 (公共课)

吴 敏 黄诗笺 主编

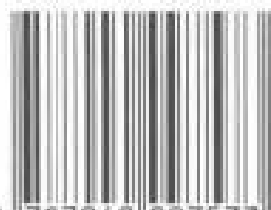


高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

Experiments Instructions for *Introduction to Life Science*



ISBN 7-04-009757-5



9 787040 097573 >

定价 8.40 元

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

“生命科学导论” 实验指导

(公共课)

吴 敏 黄诗笺 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

《生命科学导论实验指导》是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是“面向 21 世纪课程教材”。与“生命科学导论”课程和系列教材相配套,是适应高校非生物类专业生物学基础教学需要的实验指导教材。全书共 22 个实验,分为四个部分:第一部分为观察性实验,第二部分为检测性实验,第三部分为生物解剖与标本制作,第四部分为生化及分子生物学实验。每个实验都有相关基础知识介绍;实验材料易得,方法易行,并经编者所在高校多年教学实验证明可操作性强。不同层次和类型的实验,适应面广,实用性强,可供各类高校非生物学类不同学科专业根据需求和具体条件选做。实验后有思考题,可启发学生思维,开阔思路。

本书适用于各类高等院校非生物类专业生物学基础实验教学,也可供生物类专业有关实验课和中等学校生物学实验教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

“生命科学导论”实验指导/吴敏,黄诗笺主编. —北京:高等教育出版社, 2001
高等学校教材. 公共课
ISBN 7-04-009757-5

I. 生… II. ①吴…②黄… III. 生命科学-实验-高等学校-教材 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 030124 号

“生命科学导论”实验指导 (公共课)

吴 敏 黄诗笺 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京地质印刷厂

开 本 850×1168 1/16

版 次 2001 年 7 月第 1 版

印 张 6.5

印 次 2001 年 7 月第 1 次印刷

字 数 170 000

定 价 8.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

《生命科学导论实验指导》编写人员

(按姓氏笔画排序)

吴 敏 黄诗笺 主 编

丁 鸣	王 勇	王 玮	
王开彬	李亚南	刘思阳	
孙 益	严庆丰	吴 敏	编 著
金文涛	赵小立	黄诗笺	
谢志雄	傅承新		

前 言

20 世纪中叶以来, 生命科学迅猛发展, 生物技术产业化给整个自然科学、人类社会和经济发展带来的巨大影响, 以及生命科学与人类未来的密切关系, 使生命科学已成为 21 世纪重点发展的学科或产业之一。时代的发展使人们越来越清楚地意识到, 现代生物学知识应是新世纪高素质、有创新精神的复合型人才知识结构中的重要组成部分。随着 20 世纪 90 年代中期以来我国高等教育教学改革的不深入, 高校非生物学类专业学生学习生物学类课程已成为必然的趋势。迄今, 全国已有 40 余所高校为非生物学类专业学生开设了生物学类基础课程, 有的高校已将生物学课程列为面向全校的必修课。生命科学是一门实验性很强的学科, 揭示生命之秘, 探索生命本质, 推动整个自然科学和社会的进步, 不仅需要生命科学与其他学科在理论上的交叉融合, 同时也有赖于科学实验的交叉渗透。因此, 非生物学类专业学生学习生物学基础实验技术, 也必然成为培养创新思维和创新能力的环节。而在教学实践中, 学生要求开设生物学实验课的呼声也越来越高。

鉴于新世纪深化高校教学改革和非生物学类专业人才培养模式的需要, 以及目前尚缺乏适用面较宽的实验指导教材, 基于武汉大学、浙江大学多年来为非生物学类专业学生开设生物学实验课已积累的教学经验, 高等教育出版社组织我们两校在各自原有教材基础上合作编写了这本《生命科学导论实验指导》。

根据非生物学类不同学科专业学生生物学知识基础、实验基础和动手能力的不同, 以及对生物学实验的要求不同, 从认识生命、认识生命科学、初步学习基础生物学实验方法技术并通过实验激发学习兴趣和启迪联想思维等不同层面的教学目标出发, 我们组织了从分子到细胞到个体水平的 22 个实验, 并分为四个部分 (即四个层次) 进行编写。第一部分观察性实验, 从宏观到微观, 纵观生命世界的多样性; 了解生命的基本结构单位和某些生命运动; 学习普通光学显微镜的使用方法和简单制片染色技术。第二部分检测性实验, 包括人和动物基础生理、遗传, 环境微生物和发酵产物的检测, 叶绿体色素的提取和检测等方面的基础实验技术方法的学习和训练, 同时加深对生命、对环境、对人类自身的认识。第三部分解剖与标本制作, 学习常用实验动物和花的一般解剖方法, 以及昆虫展翅标本的制作方法, 进一步认识生命体结构与机能的相互关系及生物与环境的密切联系。第四部分生化及分子生物学实验, 包括蛋白质提取、酶活性测定、核酸的提取和检测, 质粒 DNA 转化和 PCR 技术等生化和分子生物学基本技术方法的学习训练, 有助于从分子水平上认识生命的本质。

考虑到非生物学类专业学生的生物学知识基础, 教材中每个实验都有相关的基础知识介绍, 并注重实验材料易得、方法易行, 可操作性强、实验结果明显。不同层次和类型的 22 个实验, 适应面广, 实用性强, 可供各类高校根据需求和具体条件酌情选做部分实验或某些实验中的部分内容。每个实验后有思考题, 可启发学生思维, 开阔思路。

参加本书编写的有: 武汉大学黄诗笺、刘思阳、谢志雄, 浙江大学吴敏、傅承新、王勇、王

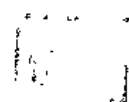
玮、李亚南、孙益、严庆丰、赵小立、丁鸣、金文涛、王开彬等教师，全书由黄诗笺、吴敏统稿。本教材的编写得到了全国高校生物学教学指导委员会和高等教育出版社的具体指导，得到了浙江大学和武汉大学的大力支持。

由于编者水平和时间有限，书中缺点和错误在所难免，恳请各位同仁和读者批评指正，提出宝贵意见，以利修改完善。

编 者

2001.3

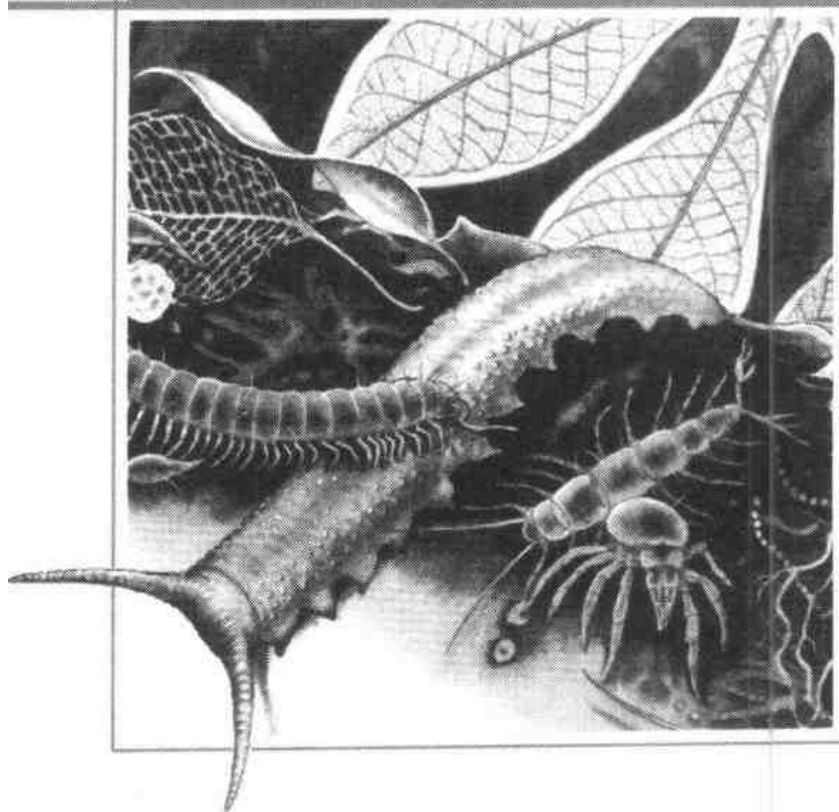
责任编辑	田 军
封面设计	张 楠
责任绘图	朱 静
版式设计	马静如
责任校对	陈 荣
责任印制	宋克学



目 录

第一部分 观察性实验	(1)
实验一 植物多样性的观察	(3)
实验二 动物多样性的观察	(7)
实验三 显微镜下的生命世界	(11)
实验四 细胞的生命活动	(19)
实验五 人体器官系统	(23)
第二部分 检测性实验	(27)
实验六 ABO 血型的鉴定	(29)
实验七 人体动脉血压的测定	(31)
实验八 脊髓反射和反射弧的分析	(34)
实验九 人类体细胞染色体组型分析	(38)
实验十 环境微生物的检测	(41)
实验十一 叶绿体色素的提取、测定和分离	(45)
实验十二 啤酒酵母的发酵	(48)
第三部分 解剖与标本制作	(51)
实验十三 青蛙(或蟾蜍)的解剖	(53)
实验十四 小白鼠的解剖	(58)
实验十五 被子植物花的解剖	(62)
实验十六 昆虫展翅标本的制作	(65)
第四部分 生化及分子生物学实验	(69)
实验十七 蛋白质的提取	(71)
实验十八 肝功能的重要指标——血清谷丙转氨酶(SGPT)活性的测定	(74)
实验十九 核酸的提取	(77)
实验二十 核酸的检测	(80)
实验二十一 基因的转移	(83)
实验二十二 PCR 基因扩增	(86)
附录	(90)
I 光学显微镜简介	(90)
II 721 型分光光度计的使用	(94)
参考文献	(95)

观察性实验



实验一 植物多样性的观察

一、基础知识

自地球上出现原始生命以来,经过漫长的演化过程,至今在地球上 200 多万种生物中,有一类能够进行光合自养生活的,对人类极其重要的生物——我们称它为植物,包括藻类、地衣、苔藓、蕨类和种子植物等多种类型。各类植物的大小、形态结构、寿命和生活习性、营养方式、生态适应和生态习性等多种多样,它们共同组成了千姿百态、五光十色的植物界。

现存植物已知种类达 40 余万种,它们广泛分布于地球表面。从热带的雨林、亚热带的常绿阔叶林、温带的针叶阔叶混交林到寒带的草甸;从海底森林——褐藻、平原的栽培植物、丘陵山地的森林到高山上的矮灌丛。这种多样性不仅体现在植被类型上,而且体现在形态结构上,如最小的植物要用显微镜观察,而北美的巨杉,可高达 142 m;最简单的植物——衣藻只有一个细胞,而种子植物是具有复杂结构并有根、茎、叶等分化的植物体。植物寿命长短也不一,寿命长的可生活一千多年以上(银杏),而短命菊只需一周就可完成整个生活史。有的植物生活在陆地上,有的生活在水中,有的需要强烈阳光,有的则喜欢光弱阴暗的地方;绝大多数自养,但也有异养……植物的多样性,不是偶然产生的,而是植物有机体在和环境的相互作用中,经过长期不断的遗传、变异、适应和选择等一系列的矛盾运动,有规律地演化而成的。其演化规律是从原核到真核、从水生到陆生、从简单到复杂、从低等到高等。

二、实验目的

通过植物界各大类群代表植物的观察,了解并掌握各类植物的共同特点,了解植物从水生到陆生、从简单到复杂、从低等到高等的进化发展过程。

三、实验材料

(一) 藻类植物

颤藻 (*Oscillatoria* sp.)、衣藻 (*Chlamydomonas* sp.)、水绵 (*Spirogyra* sp.)、紫菜 (*Porphyra* sp.) 和海带 (*Laminaria japonica*) 浸制标本及带片横切制片。

(二) 地衣植物

叶状地衣、壳状地衣和枝状地衣的干制标本,叶状地衣的横切制片。

(三) 苔藓植物

地钱 (*Marchantia polymorpha*) 植株及雌雄生殖器官纵切制片、葫芦藓 (*Funaria hygrometrica*)

植株及雌雄生殖器官制片、立碗藓 (*Physcomitrium* sp.)、泥炭藓 (*Sphagnum* sp.) 和提灯藓 (*Mnium* sp.) 等藓类标本。

(四) 蕨类植物

石松 (*Lycopodium* sp.) 标本、伏地卷柏 (*Selaginella nipponica*)、节节草 (*Equisetum ramosissimum*)、紫萁 (*Osmunda japonica*)、贯众 (*Cyrtomium fortunei*)、蕨 (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*) 及原叶体装片、芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*)、井栏边草 (*Pteris multifida*)、肾蕨 (*Nephrolepis auriculata*)、满江红 (*Azolla imbricate*)、海金沙 (*Lygodium japonicum*) 和槐叶苹 (*Salvinia natans*) 等蕨类标本。

(五) 裸子植物

苏铁 (*Cycas revoluta*)、银杏 (*Ginkgo biloba*)、黑松 (*Pinus thunbergii*)、雪松 (*Cedrus deodara*)、杉木 (*Cunninghamia lanceolata*)、柳杉 (*Cryptomeria fortunei*)、水杉 (*Metasequoia glyptostroboides*)、侧柏 (*Platycladus orientalis*)、圆柏 (*Sabina chinensis*)、香榧 (*Torreya grandis*)、罗汉松 (*Podocarpus macrophyllus*) 和竹柏 (*P. nagi*) 等裸子植物标本。

(六) 被子植物

校园常见被子植物

四、实验器材

显微镜、解剖镜、放大镜、镊子、解剖针、滴管、载玻片、盖玻片、吸水纸和纱布等。

五、实验操作

(一) 藻类植物

藻类植物属低等植物，其植物体无根、茎、叶的分化。主要生长在水中，在潮湿的土壤、岩石、树干上亦有分布。藻类植物形态悬殊，小的需在显微镜下观察，体型较大的肉眼可见，最大的可长达 60m 以上。藻体结构繁简不一，有原核藻类（如蓝藻），有真核藻类；有单细胞藻体，有多细胞藻体，高等藻类已有组织分化。藻类植物有许多不同的类群，本实验观察较常见的绿藻、红藻和褐藻的代表植物。

1. 水绵 是绿藻的代表植物。个体为不分支的绿色丝状体，外被有粘滑胶质，用手摸之有滑溜的感觉。在示教显微镜下观察，可见每条藻丝由一系列圆筒形细胞组成。

2. 紫菜 是红藻的代表植物。红藻大多数海产，植物体多为丝状体、叶状体和枝状体，有的已有简单的组织分化。观察紫菜标本，可见其藻体薄，为紫红色的叶状体。

3. 海带 是褐藻的代表植物。褐藻几乎全为海产多细胞的叶状体或枝状体，有很多是大型海藻。藻体呈褐色，在示范台观察海带的浸制标本。个体呈狭长带状的叶状体，呈绿褐色，可分带片、柄及固着器三部分。

(二) 地衣植物

地衣是一种真菌和藻类组合的多年生共生体，真菌为藻类提供生长场所，藻类为真菌提供营养。

在示范镜框中观察三类地衣的外部形态：壳状地衣——文字衣属 (*Graphis*)；叶状地衣——梅花衣属 (*Parmelia*)；枝状地衣——松萝属 (*Usnea*)

(三) 苔藓植物

苔藓植物是由水生生活向陆生生活过渡的类群之一，是一类原始的高等植物。有了似茎、叶的分化，但还只有假根。配子体发达，孢子体简单并寄生在配子体上。

1. 地钱 地钱为最常见的苔类，植物体为二叉分支的叶状体，有背腹之分，常生长在潮湿岩石及土壤表面。在示范台观察地钱叶状体（配子体）的形态：叶状体的背面有的能见到胞芽杯，内产生胞芽，可进行营养繁殖；叶状体腹面有毛状的假根（单细胞的）。用放大镜观察背面，可见整个表面被线条划分为多角形的小区，每区中央有一白点称“气孔”。地钱雌雄异株，有性生殖分别在雌雄配子体上产生伞状的雌器托和雄器托。雌器托顶盘指状深裂；雄器托顶盘边缘浅波状。在示教显微镜下观察雌、雄器托纵切制片，可见到在雌器托顶盘两条指状裂之间倒悬着一列颈卵器，颈卵器呈烧瓶状，下面膨大称腹部，上部称颈部，在成熟颈卵器的腹部内有一个较大的卵细胞。在雄器托顶盘上面有许多小孔，孔内各有一精子器，内产生许多带鞭毛的精子。

在有的雌器托切片上，可见到孢子体。孢子体由受精卵（合子）经胚发育而来，寄生在雌器托（配子体）上，由孢蒴、蒴柄和基足三部分组成。

2. 葫芦藓 在示教解剖显微镜下观察葫芦藓植株（配子体），可见配子体为绿色直立矮小的茎叶体，不分支或由基部分出1~2小支，具有茎、叶和假根的分化，雌雄异株或同株。在配子体上（茎叶体的顶端）有时生有孢子体，区分孢蒴、蒴柄；基足埋于茎叶体中，不易见到。孢蒴上可见到蒴帽。

3. 其他 在示范台观察常见藓类如泥炭藓（浸制标本）、立碗藓、真藓等的形态特点，了解苔藓植物的特点和结构。

(四) 蕨类植物

蕨类植物是一类绝大多数陆生的高等植物，但受精还离不开水；孢子体发达，已有了真正的根、茎、叶的分化，配子体简化，但两者都能独立生活，是一类以孢子繁殖的植物。在示教显微镜和示范台观察各个纲的蕨类植物。

1. 石松 为小型叶蕨类，药用植物。孢子体匍匐而蔓生，二歧分支，分支常直立，具有不定根。叶钱状钻形，呈螺旋状排列。

2. 节节草 为小型叶蕨类，常见杂草。孢子体根状茎横走，地上茎具节和节间，有纵棱脊和沟。叶小型，轮生，下部合生成鞘包在节部，鞘齿褐色。常见杂草。

3. 贯众 为大型叶蕨类，多年生草本。根状茎短，直立或斜生，连同叶柄基部密生褐色鳞片。叶为羽状复叶，注意叶背面着生的孢子囊群，内有许多孢子囊。

4. 在示范台认识一些常见的大型叶真蕨植物（标本或盆栽植物）江南卷柏、芒萁、海金沙、井栏边草、狗脊、瓦韦、肾蕨、蕨、紫萁和满江红等。了解蕨类的形态特点。

(五) 裸子植物

裸子植物是一类介于蕨类和被子植物之间的陆生种子植物，孢子体进一步发达，绝大多数为高大的木本植物，配子体进一步简化并寄生在孢子体上，已出现花粉（雄配子体）、雌配子体的颈卵器已无颈部；种子的出现是一大进步，但无心皮包被，种子是裸露的。在示范台和校园内进行观察。

1. 苏铁标本及大小孢子叶 苏铁为常绿乔木，具粗壮圆柱形主干，不分支，顶端簇生大型羽状深裂的叶。雌雄异株，小孢子叶球生于茎顶，小孢子叶鳞片状，上生有许多小孢子囊；大孢子叶生于茎顶，密被黄褐色绒毛，上部羽状分裂，下部成长柄，柄的两侧生有2~6枚胚珠。种子核果状。

2. 银杏 孑遗植物，为著名经济树种。孢子体为高大多分支的落叶乔木，有长、短枝之分。叶扇形，在长枝上的叶，先端多2裂。种子核果状（又称白果），观察剥开的成熟白果，可见有3层种皮：外种皮厚，肉质；中种皮白色，骨质；内种皮红色，薄纸质。

3. 黑松 观察黑松的孢子体，是多年生常绿乔木，主干直立，侧枝常轮生，枝具长枝和短枝，长枝上生鳞片叶，腋内生极短的短枝，顶生1束针形叶（2针1束），基部常有薄膜状的叶鞘包围。雌球花（大孢子叶球）和雄球花（小孢子叶球）都生在同一植株上，雄球花群生于当年新枝的基部，雌球花通常一个或数个着生在当年新枝顶端的周围，受精后发育为球果。剥开种鳞，可见每种鳞基部有2个具翅的种子。

4. 观察一些常见的裸子植物 水杉、杉木、柳杉、雪松、金钱松、侧柏、圆柏及其变种、罗汉松、竹柏和香榧等。了解它们的形态特点，并掌握裸子植物的特征。

（六）被子植物

被子植物是植物界进化的最高阶段，孢子体高度发达，配子体进一步简化，仅由几个细胞组成，寄生在孢子体上。有了真正的花，双受精，有了果实，更具适应性。在示范台和校园观察各个科的常见植物，并掌握被子植物的基本特征。

六、思考题

1. 简述植物多样性对人类的作用，以及植被破坏对生物多样性丧失的影响。
2. 试述植物演化的基本规律。

（傅承新）

实验二 动物多样性的观察

一、基础知识

动物界千姿百态，种类繁多。据统计，大约有 150 万种。根据生物之间相同、相异的程度与亲缘关系的远近，使用不同等级特征，将动物逐级分类。

现在所用的动物分类系统，是以动物形态或解剖的相似性和差异性的总和为基础的。根据古生物学、比较胚胎学、比较解剖学上的许多证据，基本上能反映动物界的自然类缘关系，称为自然分类系统。

在分类特征的依据方面，形态学特征尤其是外部形态仍然是最直观而常用的依据，随着技术的发展，细胞学特征及生化组成也逐渐成为分类的重要特征。可根据生物免疫反应的强弱，同源的生物大分子如血红蛋白、细胞色素 c 和其他同源蛋白质的氨基酸顺序，以及 DNA、RNA 等核苷酸顺序的差异程度来确定生物的亲疏关系。

动物分类系统，由大而小有界、门、纲、目、科、属、种等几个重要的分类阶元。动物界根据结构水平，分为两个亚界，即原生动物亚界和后生动物亚界。在后生动物亚界中主要的门有：腔肠动物门、扁形动物门、线形动物门、环节动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门和脊索动物门。

二、实验目的

通过对动物界各大类群代表动物的观察，熟悉各类动物的共同特点，了解动物从单细胞到多细胞群体、从水生到陆生、从简单到复杂的进化发展过程。

三、实验材料

大草履虫 (*Paramecium caudatum*)、水螅 (*Hydra* sp.)、真涡虫 (*Planaria* sp.)、人蛔虫 (*Ascaris lumbricoides*)、环毛蚓 (*Pheretima* sp.)、无齿蚌 (*Anodonta*)、中华稻蝗 (*Oxya chinensis*)、海盘车 (*Asterias rollestoni*)、柄海鞘 (*Styela clava*)、文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*)、七鳃鳗 (*Petromyzon*)、鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)、蟾蜍 (*Bufo bufo*)、眼镜蛇 (*Naja naja*)、家鸽 (*Columba livia* var. *domestica*) 及大白鼠 (*Rattus norvegicus* var. *albus*) 等的活标本、浸制标本、染色装片及剥制标本。

四、实验器材

显微镜、解剖镜、镊子、解剖针、滴管、载玻片、盖玻片、吸水纸和纱布等。

五、实验操作

1. 原生动物 原生动物是单细胞动物或由单细胞形成的群体动物。原生动物以单个细胞内分化出各种细胞器来完成多细胞动物所表现的各种生活机能，如运动、消化、呼吸、排泄、感应和生殖等。

大草履虫 是原生动物的代表动物之一，见实验三（Ⅱ）和实验四。

2. 腔肠动物 腔肠动物是后生动物的开始，一般为辐射对称，具有内外二胚层，处于原肠胚阶段，开始分化出简单的组织，具有最简单、最原始的神经系统——神经网。

水螅 是腔肠动物的代表动物之一。观察活水螅，水螅体呈长筒形，能伸缩。身体基部附着在物体上，上端中央有口，口外周有5~12条触手。

3. 扁形动物 从这类动物开始出现了身体的两侧对称，神经系统和感觉器官越来越向身体前端集中，逐渐出现了头部。中胚层的出现，引起了一系列组织、器官和系统的分化。

真涡虫 是扁形动物的代表动物之一。用解剖镜观察，活涡虫身体柔软扁平而细长，背面稍凸，多褐色，体前端两侧各有一突起的耳突，在耳突的内侧有一对黑色的眼点；腹面较扁平，色较浅，口在腹面后端1/3处，稍后方为生殖孔，无肛门。

4. 线形动物 又称为假体腔动物，其体腔是由胚胎时期的囊胚腔发展形成，消化管末端出现肛门；体表被角质膜；排泄器官属于原肾系统；雌雄异体。

人蛔虫 是线形动物的代表动物之一。观察浸制标本，蛔虫体呈圆柱形，雌虫较粗，腹面后端不弯曲，肛门开口于腹面近体末端。雄虫细而小，腹面后端弯曲，有两根交接刺，由泄殖腔孔中伸出。

5. 环节动物 身体分节，同时许多内部器官如循环、排泄、神经等也表现出按体节重复排列的现象；出现后肾，产生次生真体腔，闭管型循环系统，索式神经系统，以刚毛与疣足作为运动器官。

环毛蚓 是环节动物的代表动物之一。观察浸制标本，环毛蚓体呈圆柱状、细长，由许多环节组成。身体前端第一节有口，末端有纵裂状肛门。观察环毛蚓内部解剖标本，可见其体腔为真体腔；各节间有隔膜分开；消化系统由口、咽、食管、砂囊、胃和肠组成；循环系统由背血管、腹血管、心脏、神经下血管和食道下血管组成；神经系统为典型的索式神经；雌雄同体，生殖器官仅限于体前部少数体节内，结构复杂。

6. 软体动物 形态结构变异较大，身体柔软，分为头、足、内脏团，体外被套膜，常常分泌有贝壳。

无齿蚌 是软体动物的代表动物之一。观察揭开贝壳的无齿蚌，其两瓣外壳呈卵圆形；紧贴两壳内面为外套膜，包围蚌体，头部退化，蚌体的上部为柔软的内脏团，其下方连于斧状的肉足，肉足为运动器官；心脏在身体背面的围心腔内，由心室和心耳两部分组成；呼吸器官是鳃，

雌雄异体。

7. 节肢动物 为动物界种类最多的一门动物，全身包被坚实的外骨骼，部分陆生种类出现了气管进行呼吸，出现了开管式的循环系统，附肢分节，身体分部，具有较发达的感觉器官和神经系统，出现了收缩能力较强的横纹肌。

中华稻蝗 是节肢动物的代表动物之一。观察浸制标本，可见蝗虫体分头、胸、腹三部分，体表具几丁质的外骨骼。头顶两侧有二对复眼，两复眼内侧有二个单眼，在额中央有一个单眼。头部还有一对触角和复杂的口器。胸部背面有一对翅，胸部腹侧面有三对足。雌雄异体，腹部末端有外生殖器。

8. 棘皮动物 棘皮动物属于后生动物，全部生活在海洋中，身体为次生性辐射对称，且大多数为五辐射对称。具有特殊的水管系，棘皮动物一般运动迟缓，神经系统和感管不发达。

海盘车 是棘皮动物的代表动物之一。观察浸制标本，海盘车体呈星状，由中央盘和5个辐射状排列的腕组成，体表粗糙。背面略拱起，腹面平坦，中央有口。自口沿各腕腹面中央伸至腕的末端各有一条沟。

9. 脊索动物 是动物界中最高等的一门，其个体发育的某一时期或整个生活史中，都具脊索、背神经管、鳃裂。脊索动物又分为：

(1) 尾索动物 脊索和背神经管仅存在于幼体的尾部，成体退化或消失。

柄海鞘 是尾索动物的代表动物之一。观察浸制标本，柄海鞘成体呈长椭圆形，基部一柄附生在物体上，另一端有相距不远的孔，顶端的是入水孔，位置低的一个是出水孔。

(2) 头索动物 脊索和背神经管纵贯于全身的背部，并终生保留。

文昌鱼 是头索动物的代表动物之一。观察浸制标本，可见文昌鱼体侧扁，两端尖细，呈长梭形，无头部和躯干部之分；透过皮肤可见身体两侧的肌肉及肌肉腹侧的生殖腺（雄性的为白色，雌性的为淡黄色）。在低倍显微镜下观察文昌鱼整体染色装片，可见文昌鱼身体前端腹面有一漏斗状口器，口后有宽大的咽，咽后为肠管，肠背方一黄色棒状物为脊索，脊索背方一细长管为神经管。

(3) 脊椎动物 又分为圆口纲、鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲。虽然它们在形态结构上彼此悬殊，但具有如下主要特征：

① 出现了明显的头部，脑及眼、耳、鼻等重要感觉器官集中于此。

② 在绝大多数的种类中，脊索只出现于胚胎发育的早期，以后被脊椎所代替。

③ 原生的水生种类用鳃呼吸，次生的水生种类及陆生种类只在胚胎期间出现鳃裂，成体用肺呼吸。

代表动物：七鳃鳗、鲤鱼、蟾蜍、眼镜蛇（或蜥蜴）、家鸽和大白鼠等。观察浸制标本、活标本或剥制标本。

六、实验建议

边参观动物标本馆边讲解和观察各类动物。