

人体解剖 生理学实验

曾晓春 主编



★ 高等教育出版社

2-33

★GAODENG JIAOYU CHUBANSHE

人体解剖生理学实验

曾晓春 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 6 字数 150 000

1988年11月第1版 1988年10月第1次印刷

印数0001—9 170

ISBN7-04-000580-8/Q·115

定价 1.45 元

前 言

本书为人体解剖生理学的实验教材，曾于1987年4月借《人体解剖生理学》教材审稿会议的机会，与会教授、专家曾就本实验的编写提纲提出了许多宝贵意见和建议，使其更切合我国教育学院及高等师范专科学校的实际，更符合大学专科培养师资的要求。全书共选取了26个实验，包括73项实验内容。一般先进行形态结构的观察，然后做生理功能的实验。在了解人体结构的基础上，进一步了解人体的功能。最后利用尸体安排一次实验，观察各器官系统的位置、形态、结构，及其相互间的关系，目的是使所学知识更加系统和连贯，便于学员牢固地掌握人体各部分的结构和功能，更好地理解人体是统一的整体。

26个实验基本上是按照各个系统的内容确定的，但由于照顾系统性，所以有些实验在内容分量上显得不够均衡。各院校可根据实际情况加以调配，例如“实验一、观察人体口腔上皮细胞”可并在绪论或基本组织中。其它内容也可灵活地进行调整，合理地安排。

参加本书编写的人员有：广东教育学院曾晓春、高丽松；北京教育学院覃朝芳；湖南教育学院冯声麒；江西大学胡泗才。

1988年元月在广州召开了本书的审稿会，参加会议的有华南师范大学许世彤教授、区英琦教授、周芬殿副教授等，对本教材进行了认真的讨论，提出了许多宝贵的意见和建议，谨在此表示致谢。参加审稿会的还有广东教育学院曾晓春、高丽松等。

由于编者水平有限，经验不足，难免有许多缺点和错误，敬请各位读者给予指正，以便进一步修改。

曾晓春 1988年2月

目 录

绪论	1
一、人体解剖生理学实验的目的与要求	1
二、解剖器械及其用途	3
三、常用仪器	7
刺激系统,换能系统,信号调节系统,记录与信息处理系统	
四、活体解剖技术	20
动物的选择,动物的麻醉,动物的固定,手术切口和止血,手术 结,动物的处死法	
实验一 观察人体口腔上皮细胞	29
实验二 基本组织(一)	30
单层扁平上皮,单层立方上皮,单层柱状上皮,假复层纤毛柱状 上皮	
实验三 基本组织(二)	34
结缔组织,肌肉组织,神经组织,皮肤及其附属器	
实验四 运动系统(一)	41
骨的形态,长骨的结构,人体的骨骼系统,脊柱、胸廓、骨盆 以及肩、肘、髋、膝等关节	
实验五 运动系统(二)	44
骨骼肌的形态,前面的肌肉,后面的肌肉	
实验六 神经与肌肉(一)	47
坐骨神经-腓肠肌标本的制备,刺激强度与肌肉收缩反应的关 系	
实验七 神经与肌肉(二)	51
神经干动作电位的引导,骨骼肌单收缩的分析,肌肉的收缩总 和与强直收缩	

实验八 神经系统（一）	57
骨髓的观察,脑干与脑神经的观察,间脑、小脑与大脑的观察	
实验九 神经系统（二）	67
反射时的测定,反射弧的分析	
实验十 神经系统（三）	70
兔大脑皮质运动区的刺激效应,兔去大脑僵直,损伤小白鼠小脑的效应	
实验十一 神经系统（四）	75
小白鼠防御性条件反射的建立与消退	
实验十二 感觉器官（一）	78
眼球的解剖结构,眼球的辅助装置,眼球的显微构造,耳的解剖结构,内耳的显微结构	
实验十三 感觉器官（二）	83
视网膜成像,视力的测定,视野的测定,盲点的测定,声音的传导途径,破坏动物（鸽、蟾蜍）一侧迷路的效应	
实验十四 血液（一）	90
制作血涂片和白细胞分类,人体红、白细胞的计数	
实验十五 血液（二）	97
红细胞比容的测定,红细胞渗透脆性的测定,ABO血型鉴定	
实验十六 循环系统（一）	101
心脏的形态和结构,心瓣膜的启闭的观察,蛙心搏过程的观察	
实验十七 循环系统（二）	107
在体蛙心搏动的描记,蛙心室的期外收缩与代偿间歇,离体蛙心灌注	
实验十八 循环系统（三）	113
心音听诊,人体动脉血压的测定,心电图的描记	
实验十九 循环系统（四）	121
兔动脉血压的测定及其影响因素,微循环的观察	
实验二十 免疫系统	131
淋巴器官,吞噬细胞的吞噬作用	

实验二十一 呼吸系统	135
胸腔容积的变化对肺容积的影响,肺活量的测定,蛙喉头纤毛摆动的观察	
实验二十二 消化系统	139
小肠、肝、胰切片的观察,离体小肠平滑肌的生理特性,胆汁对脂肪的乳化作用	
实验二十三 泌尿系统	146
肾的解剖及显微结构,影响尿生成的若干因素	
实验二十四 内分泌系统	151
胰岛、肾上腺、甲状腺和垂体的显微结构,胰岛素休克,摘除垂体对动物的影响,摘除肾上腺对动物的影响	
实验二十五 生殖系统	158
睾丸,卵巢	
实验二十六 人体各系统的解剖观察	161
附录	169
一、生理实验中几种常用药品简介	
二、常用生理溶液的成分及配制	
三、常用麻醉药的种类	
四、实验动物及人的主要生理常数	
五、尸体标本的制备	
六、组织切片制作过程简介	

绪 论

一、 人体解剖生理学实验的目的与要求

• (一) 目的

人体解剖生理学实验是人体解剖生理学课程的重要组成部分，它包括解剖学与生理学两方面的实验内容，前者是通过人体的解剖标本和模型，及其组织切片等观察人体各器官、系统的外部形态及组织结构，后者是以活的动物或人体作为观察对象和实验材料进行实验，了解获得生理学知识的科学方法，以及验证、巩固和加深课堂上所讲授的基本理论和基础知识，同时，通过实验，使学员初步掌握解剖生理学实验的基本操作技术和技能，提高对实验中各种生理现象的观察、分析能力，以及解决问题的能力。

(二) 要求

实验中，学员应以严肃的工作态度，认真对待每一个实验，以便为今后从事中学生物课教学工作打下良好的基础。具体要求如下：

1. 对实验内容的了解程度是实验能否顺利进行的关键，因此，实验前必须详细地阅读实验指导，了解实验目的、原理和基本操作步骤，并结合实验内容，复习课堂上已讲授的某些基本理论，做到心中有数。

2. 实验过程中，实验器材、标本、模型、切片等应安放整齐，布局合理，便于操作。要保持实验台的清洁卫生，随时整理台上与实验无关的物品，及时清除污物。公用的仪器、药品等只能

在原处使用，不要随便挪动。

3. 在进行解剖学实验观察时，应集中精力，仔细观察。在观察人体标本、模型时，要对照实验指导和教材有关内容及挂图等进行辨认、比较。在观察组织切片时，应循序渐进，先了解切片的切面方向及解剖部位，肉眼观察其大致结构，再用低倍镜观察其显微结构，最后才用高倍镜观察。观察时，要考虑切面与整体的关系。

4. 在进行生理学实验前，各实验小组应作充分准备并进行适当分工（如装置仪器、麻醉动物、进行手术及记录等），以免实验时产生忙乱现象。实验时的分工应注意交换，使每个学员都有机会学习各种操作技术。实验时，要认真、仔细观察实验中出现的各种现象，如实地加以记录，并对引起各种变化的原因、意义进行分析。

5. 节约水、电和药品，爱护仪器、标本、模型及切片等实验器材。对于仪器，一定要在了解其工作原理和操作方法后才能启动，如遇仪器发生故障应报告教师，不要乱拨乱动；对于解剖标本模型等，要轻拿轻放，不能用尖锐的器械捏夹或穿刺；切片不要放在阳光下曝晒，以免褪色。

6. 实验完毕，应将实验器材清洗和整理好，放归原处。实验用过的动物应处死，并放在指定的容器内。

7. 实验结束后应按教师要求写出实验报告。解剖学方面的实验报告主要是绘图。在绘制过程中，要坚持真实、科学的原则，切忌临摹。图的比例要恰当，安排要合理，要整洁、美观。组织学图最好用彩色铅笔绘制。

生理学实验报告，应根据教师的要求独立完成。实验报告的内容一般分为实验题目、目的、原理与步骤、结果、讨论与结论等。实验结果是实验报告的重要部分，应将实验过程中所观察或记录到的生理效应如实地、正确地记述和说明。实验记录应进行合理地加工与剪贴，并加图号、图注及必要的文字说明。如为定

量的测量（如长度、大小、速度及重量等），则应以正确的单位填写清楚。讨论是根据所学的理论知识，对实验结果进行科学地分析和解释，并判断实验结果是否正确，如不正确，应分析其产生原因。通过讨论可以帮助提高独立思考和分析问题的能力，因此不要照抄教材，而应根据自己的实验结果加以说明。

（三）实验室规则

1. 遵守学习纪律，按时上实验课。
2. 实验室内应保持安静，要仔细观察并认真分析实验结果，不得进行任何与实验无关的谈话或活动。
3. 各组的仪器和用品由本组使用，不得随意调换，如遇损坏或丢失，应报告老师。
4. 爱护公共财物，爱护实验动物，未经教师允许，不得擅自拿取动物。
5. 保持实验室整洁，随时清除污物。实验结束时，应将器材、仪器等收拾妥当，应将解剖器械擦洗干净，清点数量，放回原处。经教师允许后才能离开实验室。

二、 解剖器械及其用途

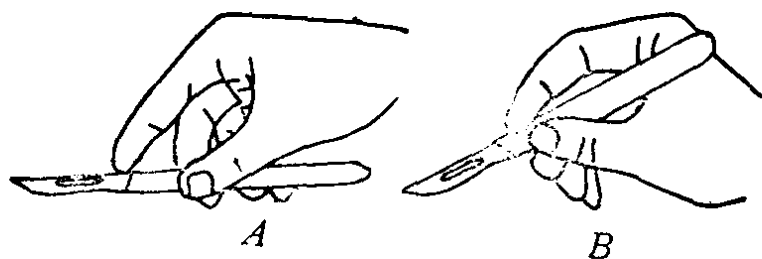
（一）常用解剖器械

本实验指导所列实验中常用解剖器械包括解剖刀、解剖剪、眼科剪、解剖镊、眼科镊、技工剪、蛙类毁髓针及解剖针等。

1. 解剖刀 主要用于切开皮肤或脏器等。对于不同的动物，以及手术部位和性质的不同，需选用不同大小、形状的解剖刀。常用的执刀方法有两种（图绪-1）。

（1）执弓式 是一种常用的执刀方法，动作范围广而灵活。用于切开颈部、腹部或股部的皮肤。

（2）执笔式 是一种用力轻柔而操作精细的执刀方法，动作范围较小而灵活。用于切割小而精细的结构，如解剖血管、神



图绪-1 执刀方法
A.执弓式; B.执笔式

经，以及切开腹膜等。

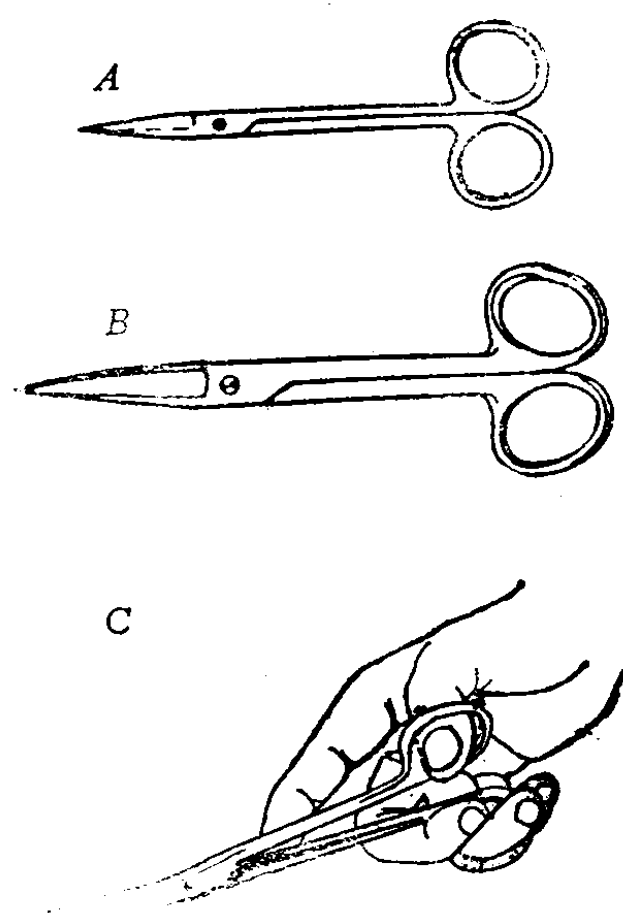
2. 解剖剪 主要用于剪开皮肤或肌肉等松软的组织。解剖剪的尖端分尖头和圆头的两种，又分别有直的和弯的区别。弯头解剖剪适宜于剪毛。有一种小型的剪刀称为眼科剪，又称虹膜剪，可用于剪血管或神经等柔软的组织。眼科剪也有直头和弯头之分。正确的执剪方式如图绪-2所示。

3. 解剖镊 主要用于夹持或牵拉切口处的皮肤或肌肉组织。解剖镊有圆头和尖头两种，又有直头和弯头、有齿和无齿的区别，其长短、大小也不同。使用时可根据不同需要加以选择，如眼科镊用于夹持细软的组织；有齿镊用于夹持坚韧或较厚的组织（如皮肤、筋膜、肌腱等）；无齿镊用于夹持较软的组织（如血管、粘膜等）。正确的执剪姿势如图绪-3所示，类似于执笔式，活动较灵活方便。

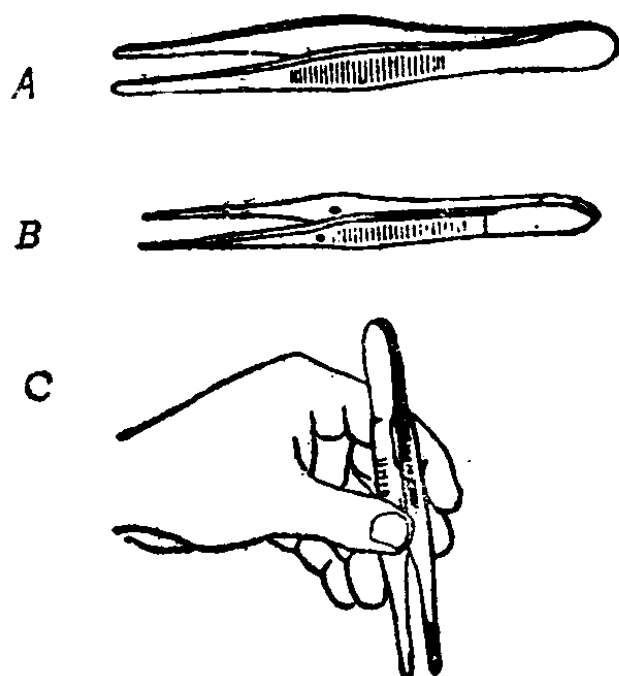
4. 技工剪 也称金冠剪，其形状较短粗。尖头较短，柄较长，易于着力（图绪-4）。常用于剪皮肤、肌肉、内脏及蛙的脊柱等，是生理学实验中常用的解剖器械。执剪姿势与执解剖剪姿势同。

5. 蛙类毁髓针 专用于毁坏蛙类脑和脊髓的解剖器械（图绪-5A）。执针姿势一般采用执笔式。

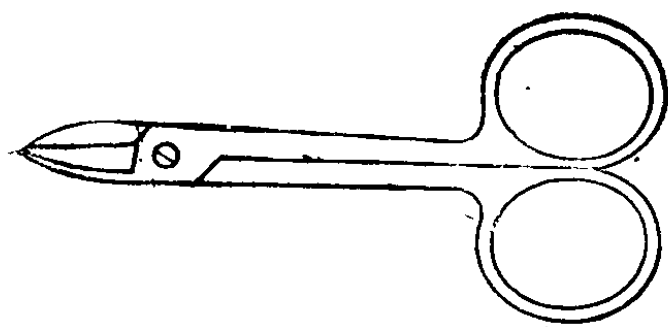
6. 解剖针 用于指示和解剖组织等。



图绪-2 解剖剪与执剪姿势
A. 眼科剪, B. 解剖剪, C. 执剪姿势



图绪-3 解剖镊与执镊姿势
A. 圆头解剖镊, B. 眼科镊, C. 执镊姿势



图绪-4 技工剪



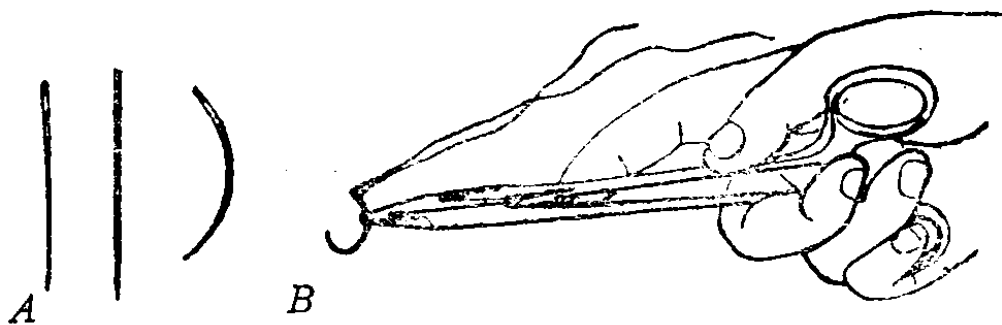
图绪-5 蛙类毁髓针 (A)
及玻璃分针 (B)

(二) 其它解剖器械

1. 玻璃分针 也称玻璃解剖针，专用于分离神经与血管的工具。尖端圆滑，分离时不易损伤神经与血管（图绪-5B）。可分直头和弯头两种。

2. 止血钳 主要用于分离组织和止血。分为直止血钳、弯止血钳和小止血钳（纹嘴钳）三类。根据手术的要求需选用不同类型的止血钳，如直型无齿止血钳主要用于夹持浅层出血点，以便止血，也可用于分离浅部组织；直型有齿止血钳主要用于强韧组织的止血，夹持皮肤等，但不能用于皮下止血；弯型止血钳主要用于深部组织或内脏出血点的止血；小止血钳适于细微组织的止血与分离，不可夹持大块或坚硬的组织。执止血钳的姿势与执剪刀的姿势同。

3. 持针器 主要用于夹持缝针以缝合组织。持针器的头很短（图绪-6），口内有槽。使用时，用其尖端夹持缝针近尾端的 $1/3$ 处。执持针器的姿势与执剪刀的姿势大致相同，但为了缝合方便，可不必将拇指与无名指套入环口中，而把持于近端柄处。



图绪-6 缝针(A)与执持针器姿势(B)

4. 缝针 用于缝合各种组织。有圆针和三棱针两种，又分直型和弯型两类（图绪-6A）。圆针多用于缝合软组织，三棱针用于缝合皮肤，弯针用于缝合深部组织。

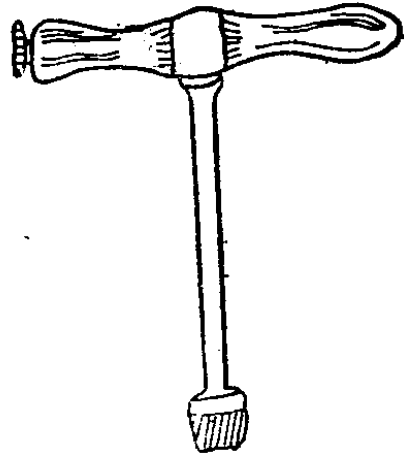
5. 骨钳 主要用于咬切骨组织，如开颅腔或骨髓腔等。分为剪刀式和小蝶式两种：前者用于咬断骨质，后者用于咬切骨片。

6. 颅骨钻 主要用于开颅时钻孔（图绪-7）。

7. 动脉夹 主要用于短期阻断动脉血流，如插动脉套管时使用。

三、常用仪器

生理学实验常用仪器很多，通常可归类于刺激系统、换能系统、信号系统和记录系统四大部分。



图绪-7 颅骨钻

(一) 刺激系统

是使机体或离体组织细胞产生兴奋的装置。虽然光、声、电、温度、机械及化学等因素均能使组织产生反应，但是，生理学实验中最常用的是电刺激。因为电刺激的刺激参数易于控制，对组织无损伤或损伤小。刺激系统一般包括电子刺激器或感应电刺激器、刺激隔离器和各种刺激电极。

1. 电子刺激器 电子刺激器是一种能产生几种波形的电脉冲仪。其产生的波形有方波、正弦波和锯齿形波。其中最常用的是方波。因为方波的波形简单，其刺激参数（含刺激时间、刺激强度、刺激频率）易于控制，此外，方波上升的速度快（以 μs 计算），其对生物组织是较为有效的刺激。

(1) 刺激时间 是指方波的持续时间，又称波宽。通常刺激时间从几十微秒至几秒。刺激时间不宜过长，否则将引起组织的损伤和热效应。采用正负方向方波刺激较单向方波刺激为好，因为前者不易产生损伤效应。最佳的刺激时间与刺激强度密切相关。例如，当方波振幅为 $10mV$ 时，刺激时间（波宽） $1ms$ 的双向方波为最佳。若方波的波幅为 $40-50mV$ 时，刺激时间 $0.5ms$ 为最佳。

(2) 刺激强度 是指方波的幅度。电流刺激强度一般从几微安至几十毫安，电压在 $200V$ 以内。刺激强度过小，不可能

引起组织兴奋；刺激强度过大，将引起组织内电解和热效应而损伤组织。

(3) 刺激频率 在连续刺激时，要注意刺激方波的重复频率。若刺激频率过高，可能一部分刺激会落于组织的不应期而无反应。在生理学实验中，一般认为60—100次/s的刺激频率最佳。在连续刺激的实验中，还要调节串长。串长是一连串输出数个方波刺激的时间。

(4) 总周期 是同步脉冲的周期。同步脉冲表示一次刺激的时间起点。同步脉冲输送到整个实验系统中，使各仪器有共同的时间起点，以保持时间上的同步。刺激器的同步输出可将同步脉冲送到示波器的同步输入，而触发其一次扫描。刺激器的同步输出，也可以输送到另一台刺激器，使二台刺激器之间保持特定的时间关系。从同步脉冲到刺激方波的出现，这段时间称为延时。其作用是使刺激同步输出与刺激波输出之间产生一定的时间延迟，即在按动刺激器的开关后，立即触发示波器产生扫描，但稍迟一定时间后，再输出刺激脉冲。这样，可以使生物电反应出现在荧光屏的较中央处，以便观察和记录。

2. 隔离器 是减小刺激伪迹的仪器。由于刺激器输出端和放大器输入端具有公共的接地线，致使一部分刺激电流流入放大器的输入端经放大器的放大，而使记录系统记录一个刺激电流产生的波形，即刺激伪迹。为了减小刺激伪迹，常用刺激隔离器，使刺激电流的二个输出端与地隔离，切断了刺激电流从公共地线返回的可能，从而减小伪迹。使刺激伪迹与动作电位分开，便于分析。

3. 生理实验三用仪 是一种供学生使用的简易的电子刺激器。

(1) 基本结构 此仪器包括刺激器、记时器和记滴器三部分。刺激脉冲为方波，分单刺激和复合刺激。单刺激可用手控或与记纹鼓配合使用。复合刺激的频率分档控制，波宽也分档控

制。刺激输出可分为恒压和恒流两种，刺激强度从弱到强由电位器进行调节。

监听器可监听输出强度和频率的变化。

(2) 使用方法

1) 接通电源，打开电源开关。将刺激电极插头插入“VI 输出”孔。刺激输出选择“恒压”或“恒流”。

2) 作单刺激时，将频率调到“0”，波宽调到需要的位置，振幅由“恒压调节”或“恒流调节”的电位器进行调节。按下刺激方式“单”电键，即可产生一个脉冲，松开电键可自动复位。

3) 作单收缩或收缩总和实验时，将联线插头插入“单次外接”孔，两根联线分别与记纹鼓上的接触器接线柱相连。当记纹鼓转动一周时，记纹鼓上的接触弹簧片与接触键相接触一次，立刻有方波输出。

4) 作连续刺激时，除调节“波宽”、“恒压”或“恒流”旋钮外，还要调节“频率”，将各个旋钮调到所需的位置。按下“复刺激”的电键，就有连续方波输出，抬起电键则刺激停止。

5) 刺激磁标 在“刺激磁标”插孔接上刺激磁标，可记录刺激时程。

6) 记时磁标 在“记时磁标”插孔接上记时磁标，把记时旋钮调到所需要的位置，此时记时磁标就能按规定的时间做出标记。

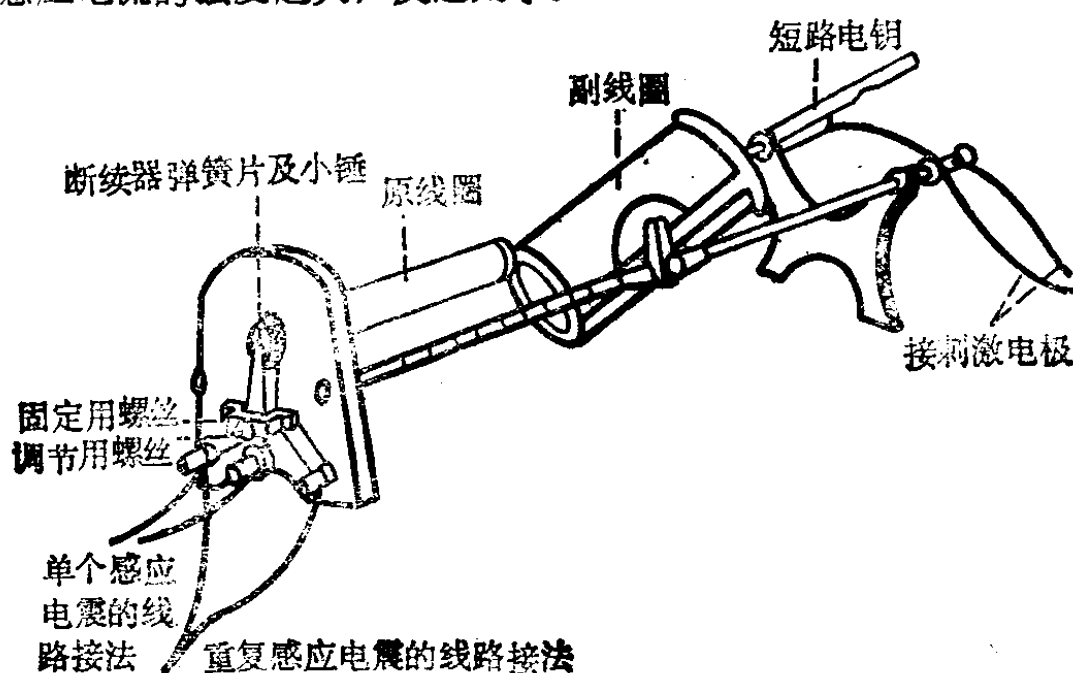
7) 记滴器 将受滴电极的插头插入“受滴输入”孔，“记滴磁标”插入“记滴磁标”孔，当液滴经过电极时，“记滴磁标”就能做一次记录。

刺激、记时、记滴根据实验要求可同时使用或选用其一组或两组。

8) 监听器 当刺激电极和可兴奋组织接触时，恒压输出或恒流输出均可伴随刺激发生音频信号，故可进行监听，不接刺激电极时，在输出孔接上一负载电阻才能进行监听。

注意：仪器使用过程中，输出端严禁短路，以免烧坏晶体管。

4. 感应电刺激器 是刺激生物组织用的经典仪器，主要由与电源相联的原线圈和套在外面的副线圈组成（图绪-8）。根据物理学原理可知，当原线圈通电或断电时，在副线圈上各产生一次短促的感应电流，生理学中常简称为电震。将刺激电极连于副线圈，则可对组织施加感应电刺激。感应电流的强度决定于原线圈和副线圈间的距离和角度；距离越近，角度越小，感应电流的强度越大；反之则小。



图绪-8 感应电刺激器外形

感应电的刺激方式有两种，即单个电震和连续电震。单个电震时，通电和断电各产生一次感应电流。连续电震时，原线圈的电流通过断续器而忽通忽断，副线圈也就连续地产生感应电震了。

由于感应电刺激器产生的感应电震波形不稳定，单个电震的刺激时间和连续电震的刺激频率均无法控制，因此已被电子刺激器所取代。

（二）换能系统

主要有换能器，也称为传感器。它能将一种能量形式转变成另一种能量形式、如将机械、声、光、磁以及温度等能量形式的生理效应，转变为电信号。这些电信号经前置放大器放大，再用示波器或记录仪显示和记录下来。

换能器的种类很多，如压电换能器、光电换能器、声电换能器和温电换能器等。其中以压电换能器应用最为广泛。压电换能器用于测量机体的血压、肺内压、胸内压、心腔内压和消化管内压，以及在体或离体组织、器官的舒缩活动等。而光电换能器则是将光线的强弱变化转变为电流，再转变为电位，然后输入示波器或记录仪显示或记录，可用于测量位移或压力的变化，以及脉搏变化和小动物自发活动等。

（三）信号调节系统

包括放大器、各种传动装置和杠杆等。在这里着重介绍前置放大器。

前置放大器又称生物电放大器，是用于放大生物电信号的仪器。由于生物电，或由机体的其它生理效应（光、声、温、机械等的能量形式，经换能器转换为电位变化均很小，一般为mV或 μ V级，因此输入至示波器以前，必须先由放大器加以放大才能在示波器或记录仪上显示和记录各种变化的波形。

前置放大器的作用是将微弱的生物电信号进行初步放大，供主放大器再加放大。其使用方法简介如下：

1. 调整平衡 在电源接通后先调整平衡。其方法是先将放大器的“输入选择”旋钮拨到“平衡”，然后调节 A_1A_2 ，使两端在电表上指示的电压数值相同，即 A_1A_2 与地之间的电位差相等。若不相等，可调节放大器的“平衡调节”，至相等为止。最后将指示选择拨至“关”。

2. 校正信号 将“输入选择”拨至“校正”，同时把校正信号拨至 100μ V，“增益”选择1000倍。将输出线连至示波器的 Y_1 或 Y_2 的输入，此时在荧光屏上观察到的矩形波为 100 mV。然后可根据需要调节示波器的Y轴灵敏度，选择合适的放大倍率，作为被测生物电幅值的校正值。

3. 输入选择的作用

（1）交流输入 一般有1s、0.1s、0.01s、0.001s 四档可