

生理学实验指导

湖南医科大学生理学教研室编
二〇〇一年九月

前 言

随着现代科学技术的飞速发展,计算机技术在生物医学领域得到了广泛应用,使生理学实验手段产生极大的飞跃。为了加强学生计算机应用能力的培养,提高教学水平,培养面向21世纪的跨世纪优秀医学人才,在学校及教务处等部门的大力支持下,购置了计算机化生物信号记录分析系统,使我校生理学实验仪器得到更新换代,极大地推动了生理实验内容的改革。经过一年的试用和探索,取得了显著的教学效果。本实验指导的编写是以我室一九九八年所编《生理学实验指导》为基础,将实验记录系统更改为MS302生物信号记录分析系统,部分实验内容进行了改写,并增加了“骨骼肌兴奋-收缩耦联”、“蛙坐骨神经-腓肠肌标本神经干动作电位、肌肉动作电位及收缩力的同步记录”、“蛙缝匠肌被动张力的变化与肌梭放电积分的同步记录”、“大脑皮层诱发电位”等新的实验。并且增加了计算机模拟实验“静息电位、动作电位的测量及其影响因素”、“Hodgkin电压钳模拟实验”及多媒体课件实验等,以进一步发挥计算机的优势,让学生在实验条件尚难完成的实验内容进入实验教学,提高学生实验教学水平。由于时间仓促,尤其是新增内容更有待进一步在实验教学中完善。本指导中不妥之处热忱欢迎各位读者不吝赐教,以便再版时修改。

生理学教研室
一九九九年三月

目 录

第一部分 生理学实验常用仪器与操作	1
第一章 绪言	1
一、实验课的目的和要求	1
二、实验结果的处理	1
三、实验报告的写作	2
四、实验室守则	3
第二章 生理学实验常用仪器及试剂	4
记录系统	4
LMS-2A型二道生理记录仪	4
换能器	7
SRR-1型双线示波器	8
四道生理记录仪简介	11
MS-302生物信号记录分析系统的使用	18
电刺激用具	27
PST-2型电子刺激器	27
电极	29
常用生理盐溶液、试剂及其配制	30
常用实验器械	32
第三章 动物实验的基本操作技术	36
一、实验动物的选择与准备	36
二、动物的麻醉	36
三、动物的固定	38
四、急性动物实验的基本操作技术	39
附：常用实验动物的基本生理指标	41
第二部分 生理学实验	42
第四章 细胞生理实验	42
实验一 神经肌肉标本的制备	42

一、坐骨神经腓肠肌标本制备	42
二、坐骨神经干标本制备	44
三、腓肠肌标本制备	44
四、坐骨神经缝匠肌标本制备	44
五、缝匠肌标本制备	45
实验二 阈刺激, 阈上刺激与最大刺激	45
实验三 骨骼肌的单收缩、复合收缩	47
实验四 神经干动作电位传导速度与不应期的测定	48
实验五 骨骼肌兴奋——收缩耦联	50
实验六 蛙坐骨神经——腓肠肌标本神经干动作电位、肌肉动作电位及收缩力的同步记录	52
实验七 蛙缝匠肌被动张力的变化与肌梭放电积分的同步记录	54
第五章 血液生理实验	56
实验八 ABO血型鉴定与交叉配血	56
实验九 红细胞渗透脆性试验	58
第六章 循环系统实验	60
实验十 蛙心起搏点	60
实验十一 期前收缩与代偿间歇	61
实验十二 蛙心灌注	63
实验十三 蛙心电图与收缩曲线的时相关系	65
实验十四 心输出量的影响因素	68
实验十五 减压神经放电与动脉血压的调节	70
实验十六 左室内压及其微分测定	74
实验十七 人体动脉血压的间接测量及运动、体位对血压的影响	76
实验十八 豚鼠心室乳头肌细胞动作电位	78
第七章 呼吸系统实验	81
实验十九 呼吸运动的调节与隔肌放电	81
实验二十 肺顺应性的测定	82
第八章 消化系统实验	85
实验二十一 消化道平滑肌的生理特性	85
第九章 泌尿系统实验	88

实验二十二	尿生成的影响因素	88
实验二十三	心房肽提取及其作用观察	89
第十章	神经系统实验	91
实验二十四	反射弧的分析	91
实验二十五	脊髓反射	92
实验二十六	大脑皮层运动机能定位	93
实验二十七	去大脑僵直	94
方法一	小白鼠的去大脑僵直法	94
方法二	家兔的去脑僵直和状态反射	94
实验二十八	脑立体定位术	96
实验二十九	大脑皮层诱发电位	98
第十一章	感觉器官实验	100
实验三十	盲点测定	100
实验三十一	视觉调节和瞳孔对光反射	101
实验三十二	视网膜电图	102
实验三十三	微音器电位	103
第十二章	内分泌实验	106
实验三十四	肾上腺摘除动物的观察	106
第三部分	计算机模拟实验	108
实验一	静息电位、动作电位的测量及其影响因素	108
实验二	Hodgkin电压钳模拟实验	110
第四部分	多媒体课件实验	112
	细胞的基本功能	112

第一部分 生理学实验常用仪器与操作

第一章 绪言

一、实验课的目的和要求

生理学是一门重要的医学基础理论课程，而现有的生理知识都是通过科学实践或观察所获得的。因此，生理学更是一门“实验性科学”。生理学实验课的目的：通过实验使学生初步掌握生理学实验的基本操作技术，了解获得生理学知识的科学方法和途径，培养科学思维方法和科学工作态度，逐步提高客观地对事物进行观察、比较、分析和综合的能力，以及独立思考、解决实际问题的能力。同时验证一些基本的理论，以加深理解。为实现生理实验课的目的，要求学生做到：

1. 实验课前仔细阅读实验指导，了解本次实验的目的、要求、实验步骤、观察项目和注意事项，并结合实验内容，预习或复习有关理论，以加深理解；预测该实验各个步骤的实验结果。

2. 进行实验时，应按实验步骤有条不紊地操作和观察，认真及时地做好每一项记录，并能积极的思考：如何解释实验结果？有何生理意义？实验过程中出现问题时，要及时查找原因，加以解决，以培养独立分析问题和解决问题的能力。同时注意保护好动物和标本，使之在实验过程中始终保持良好的机能状态。此外，各实验小组还应由组长分工，各司其职并关注整个实验进程，相互团结协作。

3. 实验完成后，按规定整理好仪器与实验室，并写出实验报告。后者是培养科学思维方法和工作能力的一个重要方面，必须认真完成，按时交指导老师批阅，并作为实验成绩的一个重要方面。（注：按教务处规定，实验成绩不及格，不能参加理论考试。）

二、实验结果的处理

实验过程中应用科学方法将所观察到的结果变为可测量的指标，以便研究其变化规律。因此，需对实验结果进行整理和分析。凡属测量性质的结果如长度、重量和数量等数据，应标定出具体数值和单位；并对实验结果的性质、变化过程及得到结果的部位予以标明。有记录曲线的实验，应进行必要的整理和标注。例如对原始曲线进行必要的剪裁（只可横剪），去掉无意义的部分，但实验结果出现前、后的曲线应保留一定长度作为对照。原始记录不可涂改，剪接整理后的曲线应粘贴好置于实验报告的结果部分。标注内容则应包括：实验题目、实验动物或标本、重要的参数、实验日期、实验者和指导老师（图1）。没有原始曲线的同学应在结果中将曲线予以文字叙述或模拟曲线作图，同时注明原始记录曲线在何处。

实验题目：动物血压的调节

实验日期：1998年10月5日

实验动物：兔

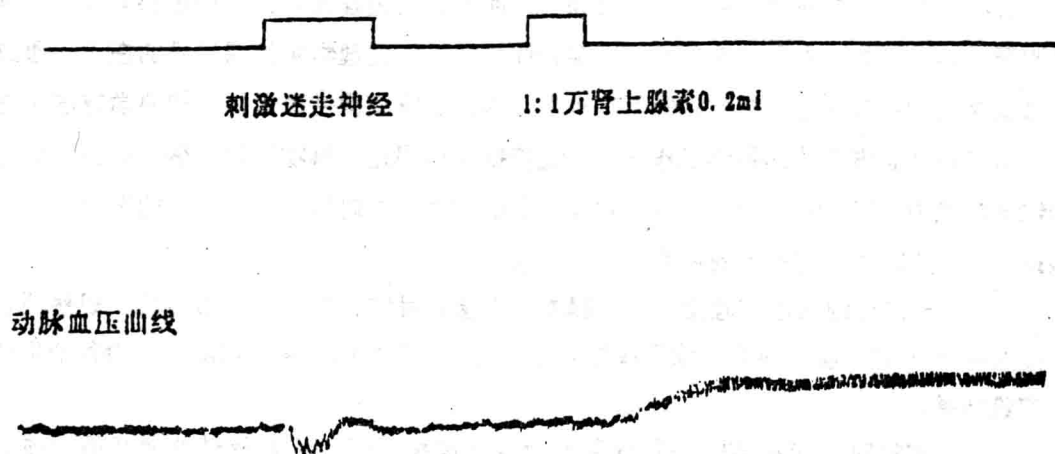
实验者：×××

指导老师：×××

刺激标记

走纸速度1mm/s

灵敏度50mmHg/DIV



动脉血压曲线

图1 原始记录曲线处理示意图

为了便于比较、分析，有些实验结果也可用表格或座标图表示。做表格时，要写出表号、表名，在表的左侧列举观察项目，将结果填在右侧。作座标图时，亦应注明图号、图名，一般横座标表示各种刺激条件，纵座标表示所发生的相应反应，并对座标轴予以适当注释，如剂量、重量、强度单位等。

三、实验报告的写作

在实验报告本封页上应写上姓名、学号、年级、班次和实验组别。每次实验报告则应包括以下几个部分：

1. 实验号数、题目和日期，有些实验如能量代谢的测定还应注明室温。
2. 实验目的
3. 实验动物或标本，若实验时对动物实施了麻醉，则应注明动物名称、体重、麻醉药名、实际剂量及给药途径。
4. 实验结果：是实验报告最基本的部分。要求真实、准确、简明扼要，及时地记述本实验小组的结果，并按前述的实验结果的处理选择一种合适的方式进行处理。
5. 讨论：是根据已知的理论知识对实验结果进行解释和分析。书写时应参考教材及有关课外读物，但必须融汇贯通，理解后用自己的言词准确地表达出来，切忌生搬硬

套，盲目抄袭。同时应注意因果关系，不要因果倒置。若出现非预期性结果，应分析其可能的原因。

6.结论：是根据对实验结果的分析，归纳出的概括性的判断，即简明概括地写出这一实验所能得到或验证的基本概念或基本理论。结论中不要再罗列具体的实验结果和理论分析。

书写实验报告是一项总结性工作，其中讨论和结论的书写富有创造性。因此，认真地书写实验报告，力求做到文字简炼通顺，字迹清楚、端正、标点符号使用正确，有利于培养科研论文的写作能力。实验报告中重要的课外参考书应注明出处。此外，实验报告不得互相抄袭。

四、实验室守则

- 1.实验前应充分预习本次实验内容。不预习者，不得进行实验。
- 2.进实验室必须穿白大衣，交学生证。
- 3.遵守学习纪律，不得迟到早退。
- 4.实验时必须严肃认真地工作，不得自带磁盘及做任何与实验无关的事情。
- 5.低声轻步，保持安静的实验环境。
- 6.严格遵守实验仪器的操作规程，爱护仪器，节约实验器材和动物。实验前清点实验器械。仪器不能正常工作时，应及时报告指导老师，进行修理或更换。实验完毕，应将手术台及器械清洗干净。器械要拭干，摆放整齐，并再次清点。
- 7.请指导老师检查器械清洗情况，核对无误后实验小组长在实验室检查登记表上签名，指导老师发还学生证后方可离开实验室。如有器械损坏或遗失，酌情由损坏者赔偿。
- 8.各实验小组轮流卫生值日，值日生离开实验室要做好三关（关水、关电、关门窗）。

（管茶香）

第二章 生理学实验常用仪器及试剂

记录系统

LMS——2A型二道生理记录仪

一、概述

本仪器是一种插件式的墨水书写记录仪器，配合适当的传感器（换能器）和电极，可测量记录肌肉收缩，呼吸运动，心肌活动，小肠蠕动，血压及心电图等多项生理指标。代替了旧式记录仪器——记纹鼓，其灵敏度、精确度等指标很高，是生理学实验室中较先进的现代化仪器，使用前必须预习本仪器说明书，在教师指导下，按操作规程，认真谨慎使用，严防无的放矢乱开乱拨，造成损坏。

仪器由下列几部分构成（图2-1）

1. 磁电式记录笔。
2. 记录纸传送装置有琴键式控制器。
3. 记时及实验项目标记装置。
4. 后级放大器（FG直流放大器），是作为驱动描笔用的功率放大器。
5. 前级放大器（包括FS-2前置放大器及FY-2血压放大器），可连接各种换能器，作为信号输入用。
6. 电源部分是连接市电220V交流电。

二、电路原理

前置放大器具有高输入阻抗，低噪声的双端输入差动放大器，由第一级放大器和第二级放大器组成。各自具有深度负反馈的直流放大器，因而具有高稳定性，这两级放大器之间可以直接耦合（FY-2血压放大器），也可由阻容耦合电路连接成交流耦合形式（FS-2前置放大器），因而既能测定直流信号又能测定叠加于直流电平上的交流信号，使得应用范围更为广泛。

FG直流放大器为IV输入量级，主要进行功率放大，它与记录笔配合，进行信号的记录。记录笔头内有一付线圈提供一个具有角速度的负反馈输至本放大器输入端，因而大大改善了记录器频率特性。

仪器电源具有两次稳压系统，因而仪器对外界电源的变化极为稳定，走纸电机电源由变压器提供，以保证仪器良好的安全性。

三、使用操作规程

1. 开机前的准备工作

(1) 连接好各种电缆线（电源线1根，输入短路线和输入引线及换能器，外接标记引线、如不使用可不接）。

- (2) 电源开关置“断”位置。
- (3) 后级放大器均置“断”位置。
- (4) 走纸琴键压下“停”键。

2. 开机检验

- (1) 电源开关置“通”位置，指示灯应发亮。
- (2) 插入后级输入线，并短接，按下右侧板方波“校对”按钮，观察描笔是否摆动1厘米。
- (3) 按下0.5mm/秒走纸琴键，观察走纸装置是否工作，再按下“停”键。
- (4) 按下“标记”按钮，观察标记笔是否振动打标。
- (5) 转动“记时旋钮”，观察记时笔是否工作。
- (6) 拨动后级放大器(FG)开关置“通”的位置，旋转零位旋钮使记录笔尖对准记录纸的中线。

3. FS-2前置放大器的使用(图2-2)

- (1) 拆除后级放大器输入线并接好前级放大器信号输入线，要求短接，(不先开路)否则描笔乱振动造成损坏。
- (2) “灵敏度”控制器置于灵敏度最低位置(200mv/cm)。
- (3) “时间常数”控制器置于“DC”位置。
- (4) “滤波”控制器置于“10”位置。
- (5) 拨动后级(FG)放大器输入开关于“通”位置。
- (6) 调节“调零”控制器使描笔尖对准记录纸的中线位置。
- (7) 转动“灵敏度”控制器置于各档，然后观察描笔尖是否仍处于中线位置。
- (8) 如第(7)步骤不能使笔尖对准中线则应调节“直流平衡”控制器，使放大器各点无直流电位变动。

(9) 在“灵敏度”置于1mv/cm档或0.5mv/cm档时按下“校对”按钮可获得笔尖10mm或20mm的偏转。

(10) 此时仪器已经正常，接上换能器可进入试验，同时须在此基础上调节换能器的“平衡”，使其没有直流电位输出，但仪器各部分不必再动。这时换能器可连接各生理标本进行测试实验。

(11) 根据实验要求可选择直流信号或交流信号输入，如系交流信号则可适当选择“时间常数”和“滤波”。

4. FY-2血压放大器的使用(图2-3)

- (1) 连接好信号输入线并予短接。
- (2) 调节灵敏度控制器置灵敏度最小位置(“100”)。
- (3) 拨动后级FG放大器和FY-2血压放大器的输出开关于“通”位置。
- (4) 调节“调零”控制器，使笔尖对准中线。

(5) 调节灵敏度控制器至“5”位置，观察描笔位置是否发生改变，如若改变应调节“直流平衡”控制器，使笔尖回到中线。

(6) 调节后级FG放大器的“调零”控制器，使笔尖置于记录纸的最下线（基线），作为血压零线。

(7) 断开FY-2血压放大器的输入开关，拆除信号输入线，换上血压换能器及连接线。

(8) 拨通FY-2血压放大器的输入开关，观察描笔尖是否离开基线，如果笔尖离开基线，则表示血压换能器不平衡，可调节血压换能器的“平衡”暗调，使笔尖回到基线。

(9) 血压放大器及血压换能器需要定标，可压下定标的校对按钮“100”或“10”。

5. 实验完毕按下列步骤处理：

(1) 压下走纸“停”键。

(2) 断开FG后级放大器输入开关。

(3) FS-2前置放大器“灵敏度”控制器转至灵敏度最小位置（200mv/cm）。

(4) FY-2血压放大器输入开关断开。

(5) 电源开关断开。

(6) 电源插头拨下。

(7) 取下记录结果。

(8) 清洁仪器并盖好仪器罩布。

注意：实验时若遇意外应断开电源并报告老师。

换能器

换能器也称传感器，是将机械运动如位移变化，力的变化等非电物理量转变为电压、电流等电量信号输入到各种用电仪器如示波器和记录仪、多媒体等，然后所显示出来的图形就是该机械运动随时间变化的曲线。生物学用的换能器就是将肌肉收缩运动、呼吸、心肌收缩、小肠平滑肌运动及血管中血压力的变化等非电量变为电压变化的电量信号，输入到示波器或记录仪、多媒体中再描出随时间变化的曲线。

生理学实验中常用的换能器有两类：一类为机械—电换能器，另一类为容量—电换能器（即血压换能器）。

1. 机械—电换能器 多采用弹性比较好的铍青铜合金作为应变感应元件——悬梁臂。由两组应变片（ R_1R_2 及 R_3R_4 ）分贴于悬梁的两侧，两组应变片中间联一可调电位器与一个三伏电源组成一套桥式电路（如图）。当外力作用于悬梁臂的游离端受力点，使之作轻微位移时，则一组应变片中一片受拉，一片受压电阻向正向改变，而另一组则变化相反，使电桥失去平衡，即有电流输出，此电流经过放大输入示波器或记录仪。

应变元件的厚度与承受拉力的大小有关，根据所测生理机械力的大小，可采用不同上限量程的机械—电换能器。测量骨骼肌收缩力量通常选用梁臂厚的（量程在100克以上），测量平滑肌的微弱蠕动选用梁臂薄的（量程在25克）。

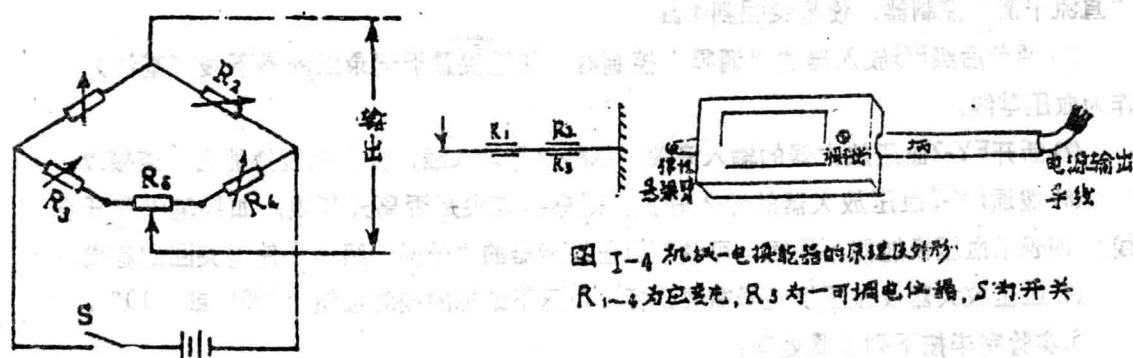


图 2-4 机械-电换能器的原理及外形

R_1, R_2 为应变片, R_3 为一可调电位器, S 为开关

图2-4 机械-电换能器的原理及外形

R_1, R_2 为应变片, R_3 为一可调电位器, S 为开关

在使用换能器时将肌肉一端固定, 一端按肌肉自然长度悬于换能器的受力点上, 然后将换能器输出与示波器或生理记录仪的前置放大器相接通。先调整前、后级放大器平衡。在拨通前、后级放大器开关后, 记录仪描笔应在记录纸的中线。若不在, 可调节换能器的“调平衡”。

2. 血压换能器 血压换能器能将血压的变化转换为电能。原理同前。此仪器的两组应变片是贴于一弹性扁管上 (图2-5), 组成桥式电路。换能器的头部用透明罩密封, 内充满石蜡油, 从排气孔排出所有残气泡, 然后夹闭。另一嘴为压力传送嘴, 接通血管套管。当压力传送嘴与血管接通时, 压力传至弹性扁管, 使应变片变形, 输出电流改变。

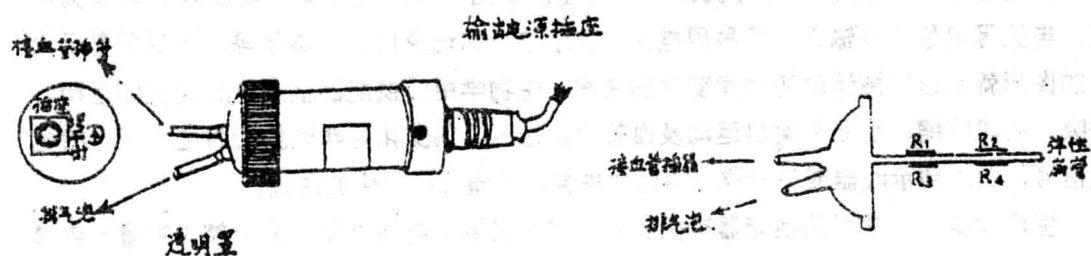


图2-5 血压换能器的结构及外形

在使用时也应先调好前、后级放大器, 使之处于平衡 (描笔位于中线), 接通换能器后, 在不传递压力时, 笔尖仍应在中线, 若不在, 可调节换能器的“调平衡”, 使之居中, 然后将动脉套管与换能器接通。

SBR-1型双线示波器

本仪器具有双电子枪示波管, 有两组独立Y轴差分放大器, 灵敏度较高, 其时基扫

描部分有明确刻度，可直接读出时间间隔，精度很高，是生理学实验室中常用的电生理实验仪器。

一、面板各控制器作用（图2-6）

示波管控制部分：

“聚焦”控制器——调节荧光屏上图线，使之聚集成最细最清晰。

“辉度”控制器——调节荧光屏上图线亮度。

“标尺亮度”控制器——调节荧光屏前刻度板的照明亮度。

时基部分：

“时间/厘米”控制器——可视观察信号的快慢不同，变换仪器的扫描速率，自 $1\mu\text{s}/\text{cm} \sim 5\text{s}/\text{cm}$ 共分21档。

“触发选择”控制器——用来选择不同触发信号的来源，触发形式有：电源触发，上线（AC、DC），下线（AC、DC）（以上三者为内触发）以及外触发（AC、DC），“开关”则用以改变触发极性。

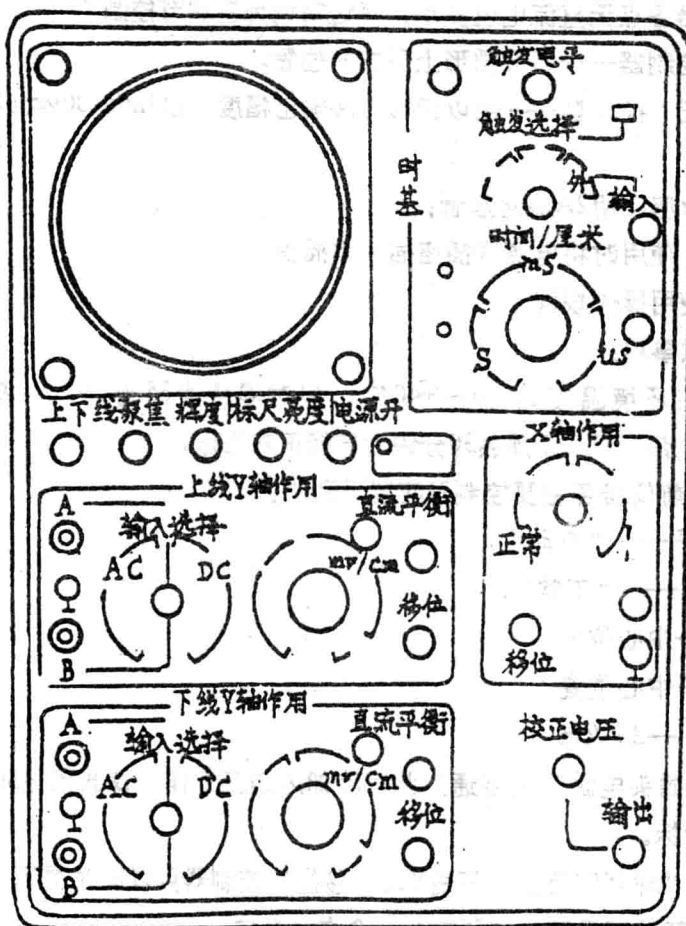


图2-6 SBR-1示波器面板图

“触发电平”控制器——当置于“自动”或“连续”位置时，均能呈扫描状态。在

“连续”与“自动”之间，可调节其至某一位置，能呈触发扫描状态，使波形清晰显示稳定。

“稳定度”控制器——用以调节扫描闸门电路呈欲自激而未自激状态。此项由技术部门调试。

X轴部分：

“X轴作用”控制器——当置于“正常”位置，即并不扩展扫描状态。

“移位”控制器——调节图形左右方向的位置。

Y轴放大器部分：（上下线相同）

“灵敏度”控制器——用于根据观察的信号幅度，选择不同灵敏度档级，自200uv/cm~20v/cm共16档。

“输入选择”控制器——用以选择单通道（A或B）、双通道（A-B）的直流，交流输入方式。

“直流平衡”控制器——为直流平衡微调控制器，用以调节放大器使之在各灵敏度档级时，放大器各点无直流电位变动。旁边暗调为粗调节控制器。

“移位”控制器——调节图形上下方向位置。

“校正电压”控制器——用以调节方波输出幅度，自1mv/100v共6档。

后面板：

电源保险丝座：用2A保险丝管；

电源插头：使用时将电源线插座插入本插头。

二、仪器使用操作规程

使用前注意事项：

1. 本仪器在环境温度为-10~+40℃、相对湿度为65±15%，及大气压为750±30mmHg的正常条件下，经预热30分钟后方能正常工作。

2. 电源开启前仪器各主要控制器应置下列位置：

(1) 触发电平——“自动”

(2) X轴作用——“正常”

(3) 移位——中心位置

(4) 辉度——中心位置

(5) 灵敏度——20v/cm

3. 插上电源插头电源开关接通。此时冷却风扇应工作，仪器预热30分钟后，性能稳定，达到技术指标。

4. 适当调节“辉度”及上、下线Y轴“移位”控制器可以同时得到二根扫描线。

5. 当仪器内部温度升高超过55℃时，会自动断电。

6. 电源关闭后不能立即再行开启电源，一定要经过1~3分钟后进行。

信号显示：

1.将“校正电压”置100v档，并用连接线输入上线Y轴作用A通道输入插孔。此时，示波器荧光屏上应看到幅度为5cm的方波。

2.使“触发选择”控制器置上线——AC位置，同时调节“触发电平”控制器使之离开“自动”位置而呈触发扫描状态。

3.调节“时间/厘米”控制器置于0.5ms/cm档，应观察到五个完整的方波。

此时仪器已处正常状态，可输入信号做实验，观察波形，时间测量，电压测量等。

时间测量：

1.本仪器可利用校正的扫描速率“时间/厘米”控制器直接读出被观察信号的时间间隔。

2.在水平范围内的时间测量时，以屏面中心8cm精度为最佳。

电压测量：

1.输入信号电压的幅度可按“灵敏度”控制器的校正档级，从标尺垂直刻度线上直接读出所显示信号幅度之间的距离。

2.输入信号应区别交流或直流，选择输入形式AC或DC。

3.输入信号如用单通道则注意加接地线。

4.本仪器在电源输入端应接好安全地线。

关机前注意事项：

1.面板各控制器旋置开机前位置。

2.关电源开关并拔除墙上电源插头。

3.盖好仪器罩布。

四道生理记录仪简介

美国Gould公司生产的3400S/DASA型四道生理记录仪，其性能稳定，精密度较高，可同时记录四项生理指标：在同时使用与该机配套的IBM-PC/AT计算机时，可同步记录八项生理指标。

DASA系统（Data Acquisition and Signal Analysis System）是专门为处理Gould公司3400S/DASA 4600四道仪的实验输出而设计的程序。包括“ACQ4600”和“VIEW”两个程序。其中ACQ4600用于实验资料的采集、监视和贮存。VIEW用于调出所存的实验资料并进行分析处理。

一、四道生理记录仪的基本组成部分。

该仪器包括显示记录、放大处理及输入输出设备三部分。

（一）显示记录 该系统所记录的生物信号可以有三种不同的显示方式。

1.四道墨水记录仪 可以同时记录八个放大器中任选四个的输出信号。每道记录纸的范围为50mm（分成50个小格）。

2.四道数字显示器 显示屏有1, 2, 3（A、B），4四道，可同时显示5种数字信号。

它们依次为心率、平均动脉压、收缩压或舒张压（A、B两者交替显示）、温度。

3.资料处理系统 该系统包括计算机主机、彩色显示器及绘图机等。

（二）放大处理 该部分共有八个插入式（插件式）放大处理器，还有四个备用的空白插口。这八个放大处理器基本上能满足常见的各种生理信号的处理与记录，其简介见表A。

表 A

通道序号	型 号	英文名称	中文名称
1	13-G4615-65A	ECG/Biotach	心电图/生物速率放大器
2	13-G4615-52	Pressure Processor	压力处理放大器
3	13-G4615-71	Differentiator	微分放大器
4	13-G4615-35	Carrier	载波放大器
5	13-G4615-70	Integrator	积分放大器
6, 7	13-G4615-58*	Universal	通用放大器
8	13-G4615-474029	Temperature	温度放大器

* 该放大器配有11-G5407-58型隔离式放大器（Isolated Preamplifier）。

（三）输入输出 该部分包括输入输出接头、电缆线及各种换能器（或传感器）。

输入信号可以直接、经换能器或 / 和转换器、经隔离式放大器三种方式输入至放大处理单元。换能器见表B

表 B

名 称	型 号
压力换能器	P23XL
心音换能器	MA-250
静脉脉搏换能器	TY306
压差换能器	P45-16
呼吸气流器（成人型、猫型两种）	
等长与等张换能器	
手指脉搏传感器	
温度传感器	YSI401

以上换能器可根据不同的实验需要选择使用。

二、操作程序

按操作规定程序，打开四道仪开关。

接通电源IBM-PC/AT微机（注意是110伏电压），先开荧光屏显示器开关，再开主机电源开关（关机则相反，先关主机，后关荧光屏显示器）。屏幕显示提示符“C>”，从键盘输入“DASA”，再按“回车键”（enter），即可进入DASA系统。屏幕