

11/1203 \ 22

全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

动物生理学大实验

乔惠理 主编

动物生理生化专业用

北京农业大学图书馆	
登录号	0.1402
编目	Q4-33
	7

北京农业大学出版社

(京)新登字164号

图书在版编目 (CIP) 数据

动物生理学大实验/乔惠理主编.-北京:北京农业大学出版社, 1994.7

ISBN 7-81002-614-3

I. 动…

II. 乔…

III. 动物-生理学-实验

IV. Q4-33

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第01962号

北京农业大学出版社出版发行
(北京市海淀区圆明园西路二号)

海丰印刷厂印刷 新华书店经销

1994年7月第一版 1994年7月第一次印刷

开本: 850×1168mm 1/32 印张: 5.5

字数145千字 印数0~1 000册

定价: 3.30元

内 容 简 介

本书包括三部分，共分五章。第一部分总论，介绍电生理仪器的使用、生理手术操作要领及13种慢性手术方法；第二部分（三章）介绍消化、内分泌、神经及殖等方面39个代表性实验，其中有经典的实验，也有作者在长期从事科研和实验教学中不断改进的实验内容。包括整体、器官系统和细胞水平并结合畜禽特点的急、慢性实验；第三部分，附录，介绍常用麻醉、急救、消毒和术后护理药的使用方法、动物有关生理指标及几种电极的制备方法。

本书可供动物生理学和生物化学专业本科生及研究生动物生物学大实验课使用；也适用生理学、药理学、病理学、畜牧学等有关专业及综合性大学生物系师生及研究人员参考。

目 录

第一章 总 论	(1)
第一节 动物生理学大实验常用仪器	(1)
一、电子刺激器附刺激隔离器	(1)
二、生物电放大器	(3)
三、阴极射线示波器	(6)
四、多导生理记录仪	(9)
五、阴极跟随器及微电极放大器	(13)
六、脑立体定位仪	(14)
第二节 生理手术部分	(15)
一、生理手术的组织与实施	(15)
二、消化管生理手术的特点	(31)
三、常用生理慢性手术	(36)
(一)唾液腺瘘管术	(36)
(二)食管瘘管手术	(37)
(三)巴氏小胃(分胃)手术	(39)
(四)瘤胃瘘管手术(羊)	(40)
(五)肠管手术	(41)
(六)胰腺导管瘘管手术	(43)
(七)禽类消化管手术	(44)
(八)胃、肠、子宫平滑肌电极慢性埋植术	(46)
(九)垂体摘除术	(46)
(十)甲状腺摘除术	(49)
(十一)甲状旁腺摘除术	(49)
(十二)卵巢摘除术	(50)
(十三)输卵管、子宫冲卵术	(50)
第二章 消化生理实验	(53)
实验1 瘤胃肌电描记(慢性电极埋藏法)	(53)

实验2	唾液分泌	(54)
实验3	胰液分泌和胰液消化酶的测定	(56)
实验4	胃液分泌和胃液消化力的测定	(59)
实验5	糖的消化和转运	(61)
实验6	瘤胃液挥发性脂肪酸(VFA)的测定	(65)
实验7	酸性洗涤纤维(ADF)的测定	(68)
实验8	瘤胃细菌的分离培养	(68)
第三章	内分泌生理实验	(72)
实验9	垂体摘除及其对体内某些内分泌腺的影响	(72)
实验10	甲状腺素对机体耗氧量的影响	(73)
实验11	甲状旁腺摘除及其后效	(76)
实验12	破坏胰岛 β 细胞观察胰岛素对糖代谢的影响	(78)
实验13	催产素对子宫肌电活动的影响	(81)
实验14	激素的定量测定——放射免疫分析法	(82)
实验15	激素的定量测定——放射受体分析法	(87)
实验16	激素的定量测定——酶联免疫分析法	(90)
实验17	垂体细胞的培养和生长激素细胞的鉴别	(96)
第四章	神经生理实验	(98)
实验18	植物性神经末梢递质的释放	(99)
实验19	脊髓背根和腹根的机能	(100)
实验20	小白鼠脊髓半横断	(102)
实验21	交互抑制	(103)
实验22	神经干不应期的测定	(104)
实验23	在体心脏心肌细胞动作电位的记录及刺激植物性神经对其的影响	(108)
实验24	豚鼠耳蜗电位的引导	(110)
实验25	中脑黑质对兔运动的影响	(112)
实验26	损毁鸭下丘脑腹内侧核(VMH)对胃肠肌电活动的影响	(115)
实验27	大脑皮层诱发电位的观察	(118)
实验28	神经元的单位放电	(119)
第五章	生殖生理实验	(124)

实验29	精液品质的常规评定	(124)
实验30	活精子百分率的测定和精子顶体检查	(127)
实验31	精子生理特性的测定	(129)
实验32	人绒毛膜促性腺激素对雄蛙排精的作用	(133)
实验33	垂体激素对青蛙排卵的作用	(134)
实验34	蛙的授精及卵裂的观察	(136)
实验35	切除卵巢及再注射雌激素对小白鼠生殖机能的 影响	(139)
实验36	激素对未成熟的雌性小鼠生殖器官的作用	(140)
实验37	大鼠离体子宫平滑肌的运动描记	(142)
实验38	兔胚胎移植	(144)
实验39	兔精子获能实验	(147)
附 录		(150)
第一节	生理手术常用药	(150)
一、	全身麻醉药 (下简称全麻药)	(150)
二、	局部麻醉药 (下简称麻药)	(152)
三、	化学保定药	(152)
四、	麻醉前使用的药物	(153)
五、	急救药	(154)
六、	防腐消毒药	(155)
七、	抗菌药	(157)
八、	止血药	(157)
第二节	畜禽的有关生理指标	(158)
第三节	几种电极的制备方法	(166)
一、	Ag-AgCl 差极化记录电极的制作	(166)
二、	金属绝缘电极的制作	(166)
三、	玻璃微电极的拉制与充灌	(167)

第一章 总 论

第一节 动物生理学大实验常用仪器

一、电子刺激器附刺激隔离器

生理学研究用的刺激装置，一般称为电子刺激器。它具有刺激作用迅速，易于控制，刺激参数定量准确，又可重复使用等优点。根据浦弗吕格（Pflüger, 1859年）极性法则，直流电刺激组织在通电时兴奋产生在阴极，断电时兴奋在阳极。直流电刺激引起组织兴奋性的变化与电流极性不同有关。因此，该仪器是研究可兴奋组织兴奋性常用的仪器。

电子刺激器一般由频率单元、延时单元、宽度单元、功率单元、电子隔离器和电源组成。较为复杂的还有斜波单元、复控、恒压、恒流等。功能不同，可以有不同形式的电子刺激器。一般具备以下性能：

（一）输出方式 可分单脉冲、双脉冲和连续脉冲。刺激外周神经干可用连续脉冲；引导诱发电位可用手控单脉冲；测定不应期可用双脉冲。

（二）频率 波宽和振幅一般应连续可调，根据不同的组织刺激参数不同（见附表）。

（三）延迟Ⅰ 调节一定的延迟时间，可使由刺激脉冲而引起的生物电变化波形恰好出现在示波器荧光屏上的适当位置，以利于观察生物电信号变化的全过程并进行示波照像。

（四）延迟Ⅱ 当输出为双刺激脉冲时，调节该钮，即可调节两个刺激脉冲之间的间隔，可以观察兴奋性变化，测定不应期。

使用仪器时必须正确掌握刺激脉冲频率、波宽和延迟之间的时间关系，否则刺激器不能正常工作。当用连续单脉冲时：延迟Ⅰ+延迟Ⅱ+波宽<一个周期；当用连续双脉冲时：延迟Ⅰ+延迟Ⅱ+波宽Ⅰ+波宽Ⅱ<一个周期。

(五)输出选择

1. 手控触发 可输出一个刺激脉冲；
2. 触发输出 可使示波器扫描频率与刺激同步；
3. 恒压输出 当刺激器内阻很小，组织阻抗变化时，输出电压不变；

4. 恒流输出 当电子刺激器内阻很大，刺激器的输出电流几乎全部流经组织电阻上，电阻的变化对电流影响甚小。

刺激隔离器 可使刺激伪迹减小到最小。一般刺激器输出的电压常比生物电反应大的多，再加上刺激器与放大器有公共地线，刺激电流可以形成多条大地环路，刺激与记录之间形成电位差，它可与生物电信号一起被放大，可在生物电信号之前出现一个很大的伪迹，并使生物电信号变形，给分析带来困难，甚至会完全掩盖了生物电信号。

表 1-1 各种生物对象刺激参数的参考值

项 目	波宽(ms)	幅度(V)	频率(Hz/s)	备 注
外周神经干	0.1~0.3	0.5~5	1.0~250	频率过高反应减弱 或不起反应
植物神经干	0.2~2.0	<15	1.0~250	
骨骼肌	0.5~1.0	0.5~5	1.0~5	
平滑肌	>10	<15	5~30	
中 枢	1.0	4~6	50~80	
引导诱发电位	0.1~0.5	<20	0.5~5	刺激频率过快诱发 电位波抑制

刺激隔离器由射频振荡器、检波器和衰减器三部分组成。当

刺激器输出方波经隔离器首先变成射频载波信号，再检波变成方波脉冲，并且可以消除大地环路，使伪迹减弱到最小，可以做为刺激开始的标志，又不影响生物信号的记录。通过衰减器可以变换信号输出大小，还可以经过极性转换开关，获得正负极性脉冲输出。

目前国产电子刺激器型号多种，具备以上性能，可以满足实验要求，操作过程可参看仪器使用说明书。

二、生物电放大器

生物电放大器可以将微弱的生物电信号或其它电信号进行先行放大，以达到记录装置或显示装置最大灵敏度所要求的输入信号强度，方能在显示器或记录纸上描绘出这些微弱信号的变化波形。

由于生物电信号频率低，强度一般在毫伏级或微伏级，信号源内阻较大，发放频率不同。因此，要求生物电放大器必须具有高增益、低噪声、较高输入阻抗、共模抑制比大、频带宽、零漂小，而且性能稳定等特性。

(一)放大器增益 指放大倍数，即灵敏度。增益愈大，灵敏度愈高。增益=输出信号电压/输入信号电压。若输入电压为 1mV ，经放大器后输出电压为 1V ，说明放大了1000倍。一般放大器放大倍数 $10^3\sim 10^7$ 。

(二)频率响应，高频滤波和时间常数 理想的放大器应该频率很宽，即下限截止频率 f_L 至很低频部分，而上限截止频率 f_H 至很高频部分。但实际上是不可能的，因为一般信号却包含不同频率成分的复杂信号，经过放大器时受到耦合电容、旁路电容及分布电容的影响，使放大器对不同频率成分的信号的放大率不同，会造成输出波形的失真。因此把放大率随频率的不同而发生变化，称频率响应，其图形称为频率响应曲线。把通频带定为在这些频率范围内其放大率下降为中间最大放大率 K_m 的70%，即衰减

了30%的频带范围内,若用分贝(db)表示则写作-3db,这时放大器率失真可以忽略不计。说明书上所示频带范围就是指在-3db的频时所处的不同频率范围。如FZG-1A型或FJC-型前置放大器的高频部分的-3db点为100kHz,10kHz,1kHz和100Hz;而低频部分的-3db点以时间常数示为1s,0.1s,0.01s,0.001s。

由上说明放大器的频带是比较宽的,噪声也易随信号进入放大器,会影响记录结果。为了保持放大器的灵活性,既能适应于较低频带,也能适应于较高频带,在放大器内插入一个滤波器,是鉴别频率的衰减器,使某些频率都能通过,而使另一些频率几乎被衰减。因此,在放大器面板上设有高频滤波和时间常数旋钮。

高频滤波是控制衰减上限频率信号的,可以滤掉不需要记录的高频干扰信号,这样可使基线变细,图形清晰。一般设有100kHz,10kHz,1kHz和0.1kHz各档,可以根据需要进行选择。如置于10kHz,可使10kHz以下生物电信号通过,抑制了大于10kHz的高频干扰,提高了信噪比。

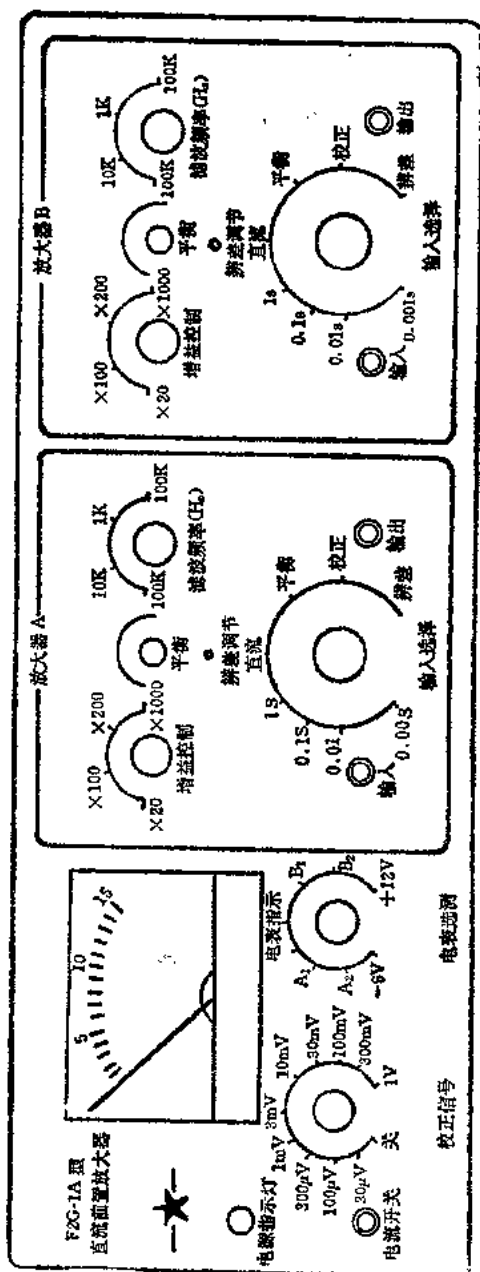
时间常数是代表不同的低频滤波程度。可以滤掉不需要的缓慢低频干扰波。如观察快速变化的生物电信号时,用较小的时间常数,可使基线平,图形正确不失真。它以频率的倒数时间来表示,一般设有DC(直流),1s,0.1s,0.01s,0.001s,各档。时间常数和高频滤波一样,必须进行正确选档,可以提高信噪比,相反可能把所需要的信号滤掉而造成失真(参见表6-1)。

(三)辨差率 是指差分放大器对辨别差模(生物电)信号和共模(干扰)信号的能力。常以共模抑制比(CMRR)来表示,它等于差模信号放大倍数(K_d)与共模信号放大倍数(K_c)之比。

即: $CMRR = \frac{K_d}{K_c}$ 。当共模抑制比越大,辨差率越高,放大器抗干

扰能力就越强。一般在实验前调节辨校辨差钮,可以使共模信号减小,以达到提高辨差率。

(四)输出平衡 是用来调节整个放大器的两边输出对地呈零



电位。利用面板上平衡旋钮可以使放大器输出两端电位在电流表上读数相等，以达放大器的自身平衡。

(五)校正信号 由放大器内部的多谐振荡器产生的校正方波信号输入到放大器的输入端，以便观察放大器的放大倍数。

(六)线性输入范围 指放大器最大允许输入电压，一般不得超过 $\pm 4V$ ，否则将损坏放大器第一级晶体管。

目前国内生物电放大器型号种类很多，基本性能相似，在了解上述基本性能基础上按照仪器说明书和注意事项严格操作会达预期结果。

三、阴极射线示波器

阴极射线示波器也称电子示波器。它通过一束投射到示波管荧光屏上的电子流，在荧光屏上自左至右显现出或描绘出一幅电位差（垂直轴Y）对时间（水平轴X）的曲线图。由于电子流的惰性，基本上为零，所以能够得到电位快速变化的曲线图。对于上升时间很快的神经和肌肉动作电位的瞬时变化也可以精确的显示出来便于进行观察。

日前生理实验室常用的双线示波器型号甚多，但原理、性能（技术指标）基本相似。现以灵敏度较高的SBR-1型（见图1~2'）二线示波器为例，说明它的面板结构和操作方法。

（一）示波管控制显示部分

电源开关 开启电源，仪器预热30min，性能稳定后，可连续工作8h。电源关闭后，需经1~3min后，再行开启电源。

聚焦 调节荧光屏上图形的线条，可使光点圆而小，聚集成最细、最清晰。

辉度 调节荧光屏上波形亮度，不宜调得太亮，以能观察即可。倘若太强，会缩短荧光物质的寿命，且示波照像时，因有较亮的光辉，拍下的图形不清晰；但亮度太弱，感光不足也不行。因此亮度须适宜。

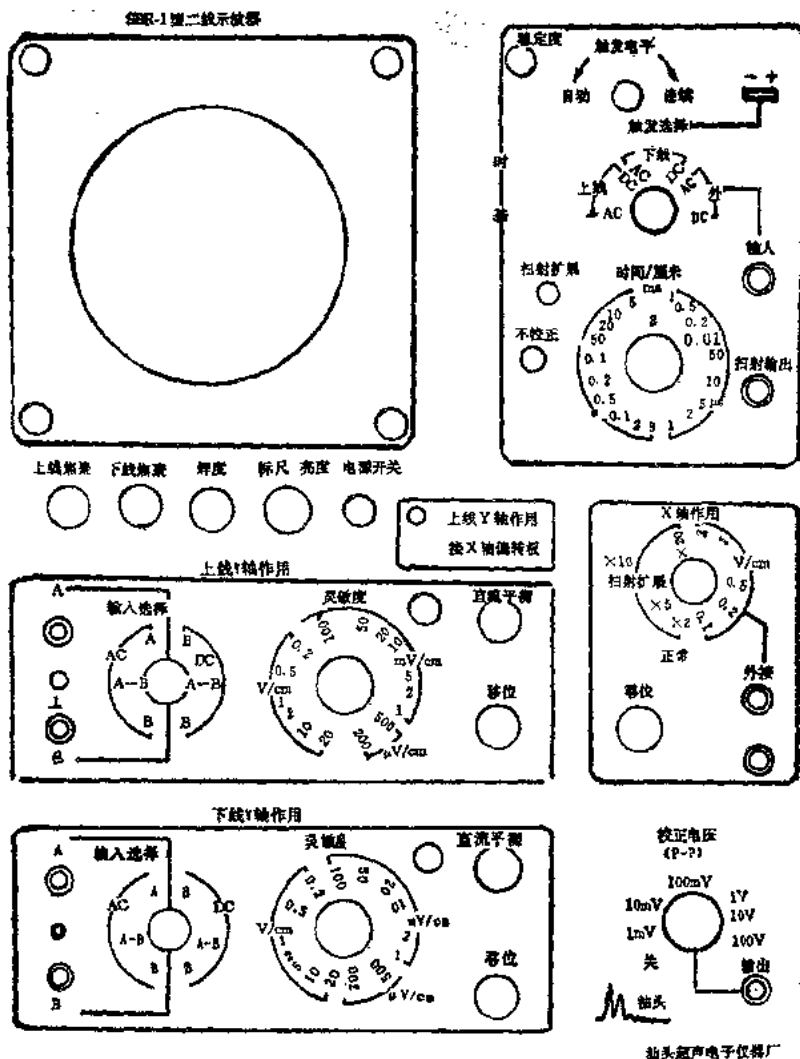


图 1-2' SBR-1型二线示波器面板图

标尺亮度 调节荧光屏坐标刻度照明的亮度，可以更清楚地观察被测信号的电压幅度和时程。

(二)时基部分

时间/厘米 用以调节荧光屏上光点的扫描速度。自 $1\mu\text{s}$ ~ 5s /

cm共21档，需要选择适宜的扫描速度，使荧光屏上显示的信号便于观察、分析。

触发选择 用来选择不同触发信号的来源。触发方式有：电源触发、内触发上线（AC，DC）、下线（AC，DC）以及外触发（AC，DC）等。将触发选择钮拨到外触发扫描，则示波器的扫描将与刺激信号同步，在荧光屏上就会显示出随刺激而产生的电信号（或动作电位）。由于触发信号有正负之分，因此要把右上方正负开关拨到相应位置，以改变触发极性（—，+）。在观察诱发电位或进行示波器照像时，以外触发输入信号、X轴与信号同步扫描，可以得到满意的结果。

触发电平 当置于呈“自动或连续”时，均能呈扫描状态。在“连续”与“自动”之间顺时针方向旋“触发电平”至电信号与刺激信号同步，波形以清晰稳定为准。

稳定度 用以改变扫描电路的工作状态，使扫描呈现“自动”、“连续”或“外触发”扫描状态。

（三）X轴部分

X轴作用 当置于“正常”位置时，其扫描速度按“时间/厘米”的各档级读数；当置于“扫描扩展” $\times 2$ 、 $\times 5$ 、 $\times 10$ 、 $\times 20$ 各档级时，指示灯发亮，“时间/厘米”读数要除以“扫描扩展”的相应倍数。所以，当使用扩展去观察生物电位，如动作电位、传导速度和不应期等时，不要忘记除以相应的扩展倍数，以免得出错误的计算结果。当旋向V/cm各档级时，X轴放大器呈外接状态，可根据输入信号的大小选择不同的灵敏度。

移位 调节图形在左右方向移动的位置。若置于“外接”各档级，这时X轴不扫描，呈现一光点，在进行连续示波照相时即利用此外接状态。

（四）Y轴部分（上线、下线相同）

输入选择 单端式输入，一个电极为有效电极，另一个为接地电极，即被测信号可以从Y轴放大器的A或B输入。双端式输入，

输入端的两端都为有效。即被测信号同时输入A和B。DC为直流输入方式，AC为交流输入方式。选择方式正确与否，对于观察信号的正确性关系很大，如引导细胞膜电位时，应该置于DC；又如神经干动作电位以双端A—B输入要比单端A或B观察到的电位大一倍。所以一定要根据实验的实际情况选择合适的输入方式。

灵敏度 可根据输入信号的大小调节Y轴放大器的放大倍数。一般生物电信号经Y轴放大器输入到Y轴偏转板，使光点作垂直方面移动，从而显示生物电信号幅度的变化。其灵敏度档级自 $20\text{V} \sim 200\mu\text{V}/\text{cm}$ 共16档，灵敏度的读数越小，其放大倍数越大。

直流平衡 为直流平衡微调控制器。用以调节放大器使它在灵敏度档级时，放大器各点都无直流电位变动。调节时要把“输入选择”置于直流(DC)档级，调节该钮，使放大器在各灵敏度档级时，示波器踪线都处在同一位置。若踪线不能调到同一位置时，可用改锥调节在其左上侧的直流平衡粗调暗控制器。请注意，在实验过程中，一定不能再动该钮。

移位 调节图形上、下方向位置的移动。

校正电压：输出 $1\text{mV} \sim 100\text{V}$ 的校正方波、供Y轴放大器灵敏度各档级校准之用。将该钮置的 100V 档，并用连接线插入Y轴A输入插座。此时示波器荧光屏上可看到幅度为 5cm 的方波。

使用注意事项

1. 电源关闭后不能立即再行开启电源，一定要经过 $1 \sim 3\text{min}$ 后再接通电源；

2. 当仪器内部温度超 55°C 时，示波器会因温度过高而自动停止工作。此时应查明排除故障后再用。

四、多导生理记录仪

一般多导生理记录仪包括：监视示波器、前置放大器盒、放大器盒、连接单元、控制单元、记录器及移动小车等。下面以日本三荣36系列为例简要说明各部概况及测量功能。

(一)组成

1. 监视示波器 (Monitor oscilloscope 2G66) 该示波器可以监视多种生物电现象,它使用了17英寸矩形电磁偏转板、静态聚焦型阴极射线管,并且使用了长余辉荧光屏幕,可以观察频率较低的生物电现象。它可以触发扫描,可以送入视频信号,根据需要水平轴也可以发出信号、信号输出的等效值由 CRT 屏幕提供。

2. 前置放大器盒 (Head Amplifier case 7748) 前置放大器盒是为了保护前置放大器,该盒最多可以插入8个前置放大器。通过连接器将前置放大器与放大器单元相连。

3. 放大器盒 (Amplifier Case 7746) 放大器盒可以插入放大器单元五组以及连接单元5593一套;可以通过MEAS/CAL/OFF不同操作状态控制五组放大器单元同时工作;通过连接单元把前置放大器和放大器单元连接;该部分携带一微处理机,在与控制单元和记录器连接后,可以打印出月、日、时、分、病历号(或动物编号)、放大器输出内容代号、测量参数及走纸速度等;该部可以插入遥测系统。

连接单元5593插入放大器盒4476内。连接单元可以把各种放大器单元与前置放大器相连,也可以把相应的放大器单元、前置放大器和遥测计或二级处理机相连。该单元还备有声音调节器、报警控制器和扬声器。

4. 控制单元 (Control unit 5592) 该单元嵌在移动车上。它可以控制记录器的走纸速度、笔的位置及放大器输入信号波形,还可以记录各种放大器单元的特定字符。

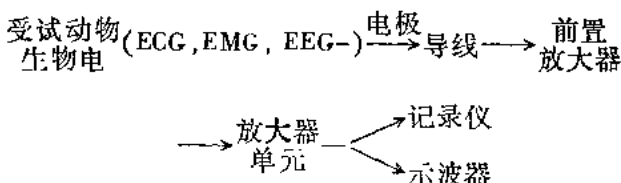
5. 记录器 (Recorder 6172A) 该机使用高速度伺服技术,并带热笔的热敏记录;走纸速度、热笔位置受控制单元控制;它可以自行放大输入信号,也可调节笔的温度。

6. 移动车 (Mobile Cart 7392A) 除控制单元相嵌在移动车上外,示波器前置放大器盒、放大器盒及记录器都可固定在车

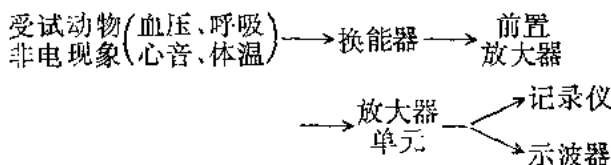
上的小槽内，通过连接线可将各部分按一定顺序连接。小车可以移动，多导生理记录仪使用方便。

(二)各种测量功能

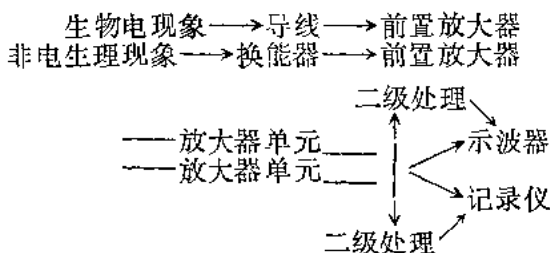
1. 动物体内的生物电现象，如心电、肌电、脑电等可以直接通过导线引出来，只因生物电现象太弱不易观察，可通过多导生理记录仪把弱的电信号经前置放大器和放大器单元放大百倍甚至千倍，再经示波器观察或记录仪描绘出来。见下图所示。



2. 动物体内非电现象，如血压、呼吸、心音、体温等可以通过换能装置，把非电变化转换成电变化、再经前置放大器和放大器单元放大，最后，信号经示波器观察或经记录仪描绘。见下图所示。



3. 生物电现象或非电生理现象记录的原始图形可以通过二级处理单元，如积分、微分等，更好地了解变化规律。见图示：



4. 360系列多导生理记录仪所测基本指标如下：