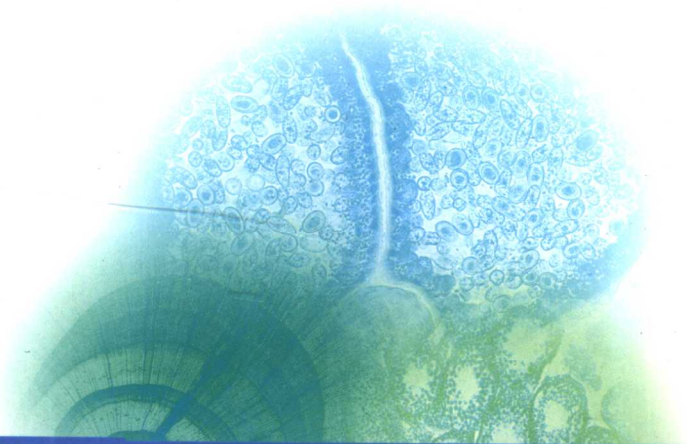
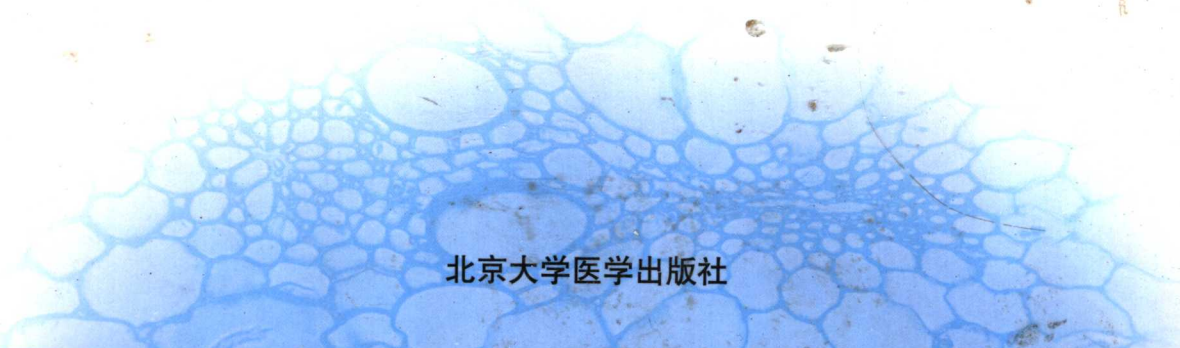


医学高等专科学校教材



生理学 实验指导

主 编 陈宝琅
李 琳



北京大学医学出版社

医学高等专科学校教材

生理学实验指导

主 编 陈宝琅 李 琳

副主编 闫秀英 孙士春 刘 健

编 委 (按拼音字母顺序排列)

陈宝琅 (菏泽医学专科学校)

郜宪林 (菏泽医学专科学校)

李 琳 (菏泽医学专科学校)

刘 健 (山东省医学高等专科学校)

刘慧霞 (菏泽医学专科学校)

刘卫东 (菏泽医学专科学校)

孙士春 (菏泽医学专科学校)

闫秀英 (菏泽医学专科学校)

闫长虹 (菏泽医学专科学校)

北京大学医学出版社

SHENGLIXUE SHIYAN ZHIDAO

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学实验指导/陈宝琅, 李琳主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2007. 3

ISBN 978-7-81116-226-4

I. 生… II. ①陈…②李… III. 生理学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 016882 号

生理学实验指导

主 编: 陈宝琅 李琳

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 吕晓凤 责任校对: 杜 悦 责任印制: 郭桂兰

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 8.25 字数: 204 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷 印数: 1-6000 册

书 号: ISBN 978-7-81116-226-4

定 价: 15.50 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

本实验指导在吸收经典的生理学实验的基础上,修改完善了部分实验项目和内容,增添了新的实验项目,强化了实验的科学性和可行性。其中改进最大的部分是实验仪器的使用。目前计算机技术已广泛应用于生理学实验教学中,以计算机为中心的生物信号处理系统代替了传统的实验仪器,既简化了实验装备,又提高了实验质量。但现行的实验教材仍以旧的实验设备和实验手段为主要内容,给实验教学工作带来许多不便。本教材着重介绍了计算机在生理学实验中的应用。由于篇幅有限,仅介绍了 RM6240C 系统和 BL-410 生物机能实验系统,并渗透到相关实验中。

本实验指导由总论和各论两部分组成,共分 15 章。总论有绪论、微机化生物信号记录技术和生理学实验基本操作技术、常用的动物基本手术方法四章。各论共 11 章,由 45 项常用生理学实验和实验设计组成。编排顺序与统编理论教材进度一致。

由于我们的水平有限,编写时间仓促,书中一定存在着不少缺点和错误,恳请各位老师、同学和同仁不吝指正。我们将在今后的教学过程中,逐步修改完善,以适应新世纪生理学实验教学的需要。

编者

2006 年 8 月

目 录

总 论

第一章 绪 论	(3)
第二章 微机化生物信号记录技术	(6)
第三章 动物实验的基本操作技术	(30)
第四章 常用的动物基本手术方法	(37)

各 论

第五章 细胞生理实验	(43)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本制备	(43)
实验二 不同刺激强度对肌肉收缩的影响	(45)
实验三 不同刺激频率对肌肉收缩的影响	(46)
实验四 神经干的动作电位	(47)
实验五 神经纤维兴奋传导速度的测定	(49)
实验六 神经兴奋不应期的测定	(51)
第六章 血液实验	(53)
实验七 红细胞比容的测定	(53)
实验八 红细胞渗透脆性的测定	(54)
实验九 红细胞沉降率的测定	(55)
实验十 出血时间与凝血时间的测定	(56)
实验十一 血型的鉴定与交叉配血	(57)
实验十二 血液凝固及其影响因素	(60)
第七章 循环实验	(62)
实验十三 蛙心起搏点观察	(62)
实验十四 期前收缩和代偿间歇	(63)
实验十五 前后负荷对心输出量的影响	(65)
实验十六 蛙心灌流	(67)
实验十七 动物心电图的描记	(68)
实验十八 人体心电图的描记	(70)
实验十九 人体心音听诊	(72)
实验二十 人体动脉血压的测定	(73)

实验二十一 蛙肠系膜微循环观察	(75)
实验二十二 心血管活动的神经体液调节	(76)
实验二十三 减压神经放电	(78)
第八章 呼吸实验	(80)
实验二十四 肺通气功能的测定	(80)
实验二十五 呼吸运动调节	(82)
实验二十六 膈肌放电	(84)
实验二十七 胸内负压与气胸	(85)
第九章 消化实验	(88)
实验二十八 胃肠运动的观察	(88)
实验二十九 消化道平滑肌的生理特性	(88)
第十章 能量代谢与体温实验	(91)
实验三十 基础代谢测定	(91)
第十一章 泌尿实验	(95)
实验三十一 尿生成的影响因素	(95)
第十二章 感觉器官实验	(97)
实验三十二 视敏度测定与色盲检查	(97)
实验三十三 视野测定	(98)
实验三十四 盲点测定	(99)
实验三十五 视觉调节反射和瞳孔对光反射	(100)
实验三十六 声音的传导途径	(101)
实验三十七 动物一侧迷路破坏效应	(102)
实验三十八 耳蜗微音器效应和微音器电位	(102)
第十三章 神经系统实验	(105)
实验三十九 反射弧分析	(105)
实验四十 脊髓反射	(106)
实验四十一 刺激大脑皮层引起的躯体运动和血压、呼吸反应	(107)
实验四十二 去大脑僵直	(108)
实验四十三 大脑皮层诱发电位	(109)
实验四十四 去小脑动物的观察	(111)
第十四章 内分泌实验	(113)
实验四十五 肾上腺摘除动物的观察	(113)
第十五章 实验设计	(115)
附 录	(117)

总 论

第一章 绪 论

生理学是一门实验性科学,生理学实验是获取生理学知识的重要途径。生理学实验课的目的,在于验证和探讨某些生理学规律,并通过实验,学习动物实验的基本技能和现代生物信号记录设备的使用,为其他相关课程及后续课程的学习以及毕业后进行科研活动打下基础,同时也培养了观察问题、分析问题、解决问题的能力,养成严谨、求实的科学态度和工作作风。

一、实验课的要求

(一) 实验前

1. 仔细预习实验指导,了解实验目的、要求、实验步骤和操作程序。
2. 结合实验内容,复习有关理论,以便对实验各环节中可能出现的结果做出科学的预测。
3. 预估实验中可能出现的误差。

(二) 实验中

1. 认真操作,仔细观察,积极思考。按照实验指导所列的实验步骤循序操作,及时记录实验现象和数据。并就实验现象深入思考,如实验条件与现象之间的关系及其可能的机制。
2. 实验小组成员要明确分工,互相配合。
3. 实验所用的器材必须摆放整齐、布局得当、合理使用、节约和爱护。

(三) 实验后

1. 须将实验用具整理就绪,器械逐件清点,擦洗干净。有损坏、短缺时,应立即报告指导教师或实验室管理人员。临时借用的器械物品,用毕应清点、清洁交付教师或实验室管理人员。
2. 整理实验记录,认真撰写实验报告,及时送交教师评阅。

二、实验结果的形式及处理

实验过程中所出现的结果须进行认真整理和科学的分析,由于试剂、动物种类及仪器规格的不同,或操作中的误差,出现与预期不同的结果亦属难免。应仔细寻找原因,防止做出错误结论。凡属测量结果,例如轻重、长短、快慢、多少、高低、幅度、频率等,均应定量写明具体的单位数值。能用曲线记录的结果,应首选采用,并在曲线上注明时间、刺激、加某种试剂的记号,以便于分析。

有些实验结果可用表格或绘图表示。制表时应将观察项目列于表格左侧,如各种刺激条件。右侧顺序描写各项结果变化数值,可附简要说明。绘图时应注意:①在图旁列出数值表格;②标明坐标轴所代表的数值与单位,通常横轴表示各刺激条件或时间,纵轴表示出现的反应与结果;③应对坐标轴做剂量单位等相应说明;④应选择适当大小的标度以便于作图,并根据图的大小确定坐标轴长短;⑤经过各点的曲线或折线力求光滑,若非连续性变化,亦

可用柱形表示；⑥图的下方注明实验条件。

三、生理学实验报告的要求和格式

(一) 无论自己操作、分组进行或示教实验，每人均应写出报告，按时由班长或课代表汇集交指导老师评阅。期末应将全部报告汇集成册，作为平时成绩考核参考。

(二) 实验报告要求文字通顺、简练、概念确切。切忌与科学结论无关的冗杂过程描述并须按时独立完成报告。

(三) 实验报告要求书写清楚端正，标点符号正确。应包括以下各项目：

1. 姓名、班级、组别、日期、室温、气压。

2. 实验号数和题目、实验目的、实验原理、实验对象。

3. 实验方法可不描述，或作简要说明。

4. 实验结果是报告中最重要的部分，应将实验过程中所观察到的现象及时准确记录，不能单凭事后记忆，避免出现误差或遗漏。

5. 讨论和结论。根据已知理论知识对实验结果进行讨论和分析，是验证理论和评价实验结论精确与否的重要环节。对于非预期的结果，应考虑分析其可能的原因，实验结论是从实验结果中能确凿证实并归纳出一般性、概括性的判断，即每项实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。不要罗列具体结果，不得写入实验中未能充分证实的臆测或不确结论。实验的讨论和结论是培养创造性思维及科学工作作风的重要环节。应严肃认真，切忌盲目抄袭书本或别人现成的结论。

实验报告一般格式如下：

生理学实验报告

姓名_____ 班级_____ 组别_____ 日期_____ 室温_____ 气压_____

实验号数和题目_____。

实验目的_____。

实验对象_____。

实验方法_____。

实验结果_____。

讨 论_____。

结 论_____。

四、实验室守则

1. 严守学习纪律，准时进入实验室，实验课不得早退，特殊情况应向指导教师请假。

2. 按指导教师安排和实验指导要求，严肃、认真地进行实验操作，不得进行与实验无关的活动。

3. 讲话轻声，提问举手，保持实验室安静有序，不得影响别人实验。

4. 各组仪器、器件及实验动物、试剂等由各组专管专用，不得与别组擅自调换，以免混乱。如遇仪器缺损或机件失灵，应报告指导教师或实验室技术人员更换或修理，不得自行拆卸。实验动物如需补充，须经有关老师同意。

5. 爱护公物，节省器材、试剂，严格按照操作规程使用仪器。

6. 保持实验室清洁整齐。与实验无关的物品不得带入实验室。做好实验善后工作。各组清点洗净实验器材，有缺损时应登记并报告指导教师。动物脏器、废品及纸片、棉球等，应集中置于指定污物桶。实验室及桌面均应收拾干净，注意勿乱扔污物，防止堵塞下水道。

陈宝琅

第二章 微机化生物信号记录技术

微机化生理实验教学系统,是通过配置在微型计算机上的多通道生物信号记录系统,对来自于生物在体或离体器官的生物电、压力或张力等信号进行采集、放大、显示、记录与处理,从而得到实验数据、达到实验目的的高集成化的综合实验系统。它替代了传统的相互分离的刺激器、放大器、示波器、记录器等多种仪器,成为精确而易用的生物信号记录系统。本书简要介绍当前最普遍使用的生物信号记录分析系统“RM6240C 多道生理信号采集处理系统(简称 RM6240C 系统)”和“BL-410 生物机能实验系统(简称 BL-410 系统)”。

第一节 常用生物换能器的使用及注意事项

换能器,在工程学上又称传感器,其作用是把各种非电信号转换成电信号以供计算机识别和记录。生物机能学中常用的换能器以其所转换的信号性质和作用,分别命名为张力换能器、压力换能器、呼吸流量换能器、脉搏换能器、计滴换能器等。

一、张力换能器

张力换能器(图 2-1)的悬梁臂是一种弹性非常好的合金材料,受张力牵拉而发生机械性搏动,并将这种机械运动转换成电信号传送给计算机。

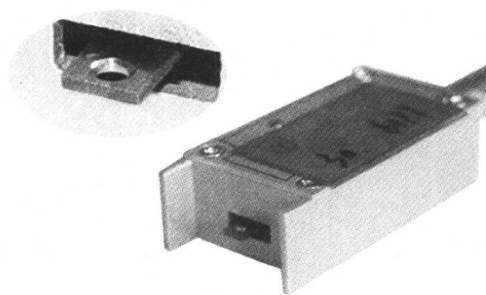


图 2-1 张力换能器

悬梁臂耐牵拉负荷有一定最大限度,如 15g、30g、50g 等多种负荷规格,使用时所施加的拉力不得超过最大负荷值,否则计量失真并造成换能器损坏。所以学生使用时不得随意牵拉或用手指掰动。

二、压力换能器

压力换能器(图 2-2)用于将血压等压力信号转换为电信号。其内部有两组变应片贴于弹性扁管的两侧。当充满液体的弹性扁管受液体压力作用而改变膨胀程度时即引起了变应片所在惠斯登桥电路的电阻和电流平衡的改变,从而产生可记录的电信号。

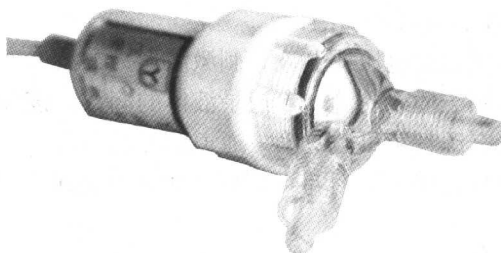


图 2-2 压力换能器

使用时，将动脉插管与动脉连接孔套牢；将排气孔套上扎闭的橡胶管或关闭的三通管。通过连接的橡胶管或三通管推入肝素稀释液，使整个管道系统充满液体而排净空气，备用。

三、呼吸流量换能器

呼吸流量换能器用来测量动物或人的呼吸波和呼吸流量。

四、脉搏换能器

用来记录外周脉搏压的变化，如测量脉搏率，并通过生物信号记录系统可观察脉搏波的波形。使用时将换能器绕在手指上即可。

第二节 RM6240C 多道生理信号采集处理系统操作指导

一、硬件面板

硬件包括外置程控放大器、数据采集板、数据线及各种信号输入输出线。面板上设置有外接信号输入插座、刺激器输出插座、记滴及监听插座（图 2-3）。

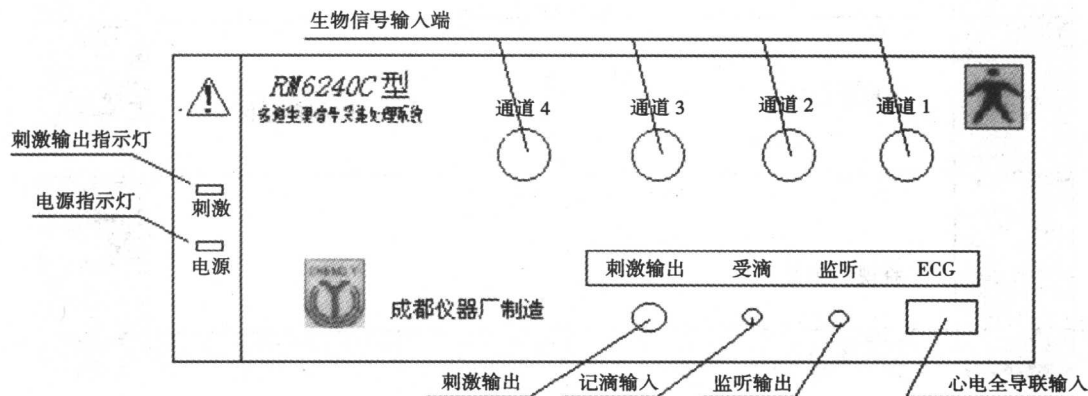


图 2-3 RM6240C 主机面板

1. 通道输入接口：通道是模拟信号输入、处理放大、转换成数字信号并被显示记录的物理通道。RM6240C 含有四个物理通道输入接口，可同时记录、处理四路信号，接口采用

五芯航空插座，插头与插座有对应的凹凸槽。

2. 刺激输出接口：输出刺激电压或电流，刺激波形为方波。
3. 受滴器输入接口：用于插入受滴器，记录液体的滴数。该接口也可用于外触发。
4. 监听输出接口：接有源音箱可监听第一通道信号的声音。
5. ECG（心电图）接口：接 ICE 标准导联线，可观察记录 12 导联心电图。

二、软件快速入门

（一）软件启动

打开外置的 RM6240C 仪器电源（若仅对以前记录的波形进行分析，不作示波及记录，则可不开外置仪器），然后开启计算机，用鼠标双击计算机屏幕上的“RM6240 生物信号采集处理系统 1.x”图标即可进入实验系统。

注意开机顺序：应先开外置仪器，然后再进入“实验系统”。

（二）系统主界面（图 2-4）

1. 菜单条

显示顶层菜单项。选择其中的一项即可弹出其子菜单。

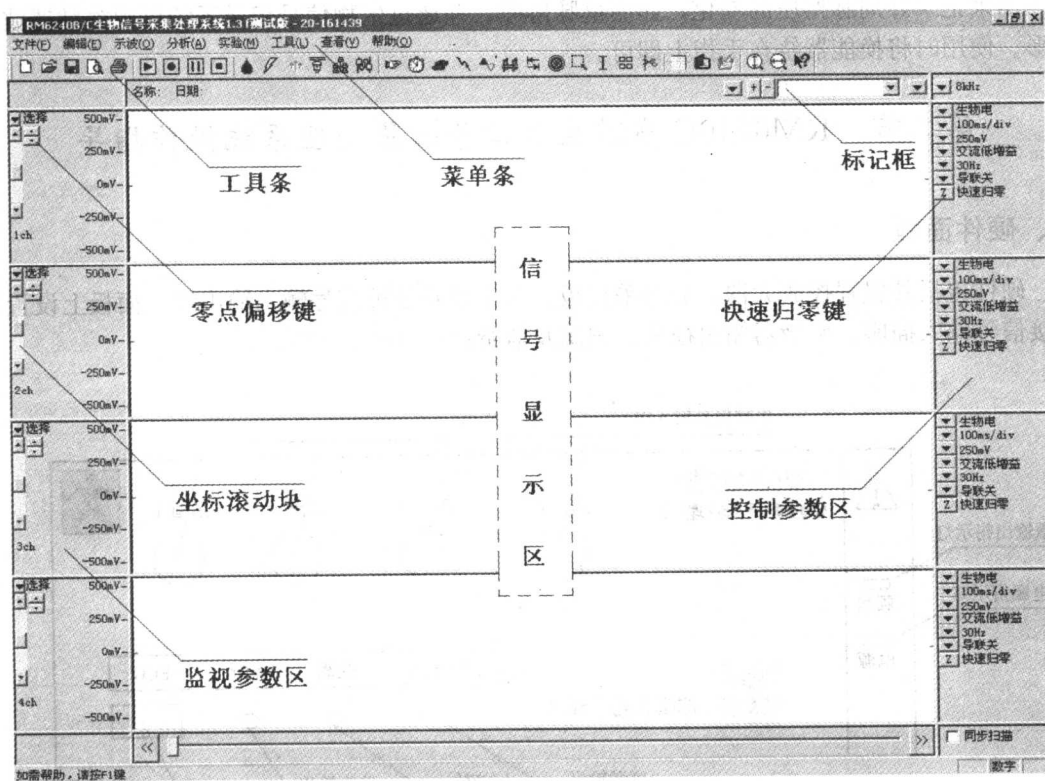


图 2-4 RM6240C 系统主界面

2. 工具条

工具条中的各个工具可提供菜单条中最常用指令的快捷途径。菜单条中最常用的指令，

都能在工具条中找到对应的图标（只需鼠标直接点击即可）。在操作工具条时，一旦鼠标指向某图标即会弹出其指令名称。

3. 控制参数区

可选择当前通道的模式和调节灵敏度、时间常数、滤波、扫描速度等参数，本系统每个通道都是多功能放大器，均可作血压放大器和生物电放大器（由通道控制参数区的通道模式决定）。鼠标在通道参数区各功能键上移动可看到各功能键的功能显示，分别为通道模式、扫描速度、灵敏度、时间常数、滤波频率、导联。用鼠标点击这些功能可调节各通道的实验参数。通道模式可选择放大器模式。

4. 监视参数区

(1) 点击“选择”项，出现图 2-5 所示的弹出菜单，根据需要点击相应的菜单项。

(2) 零点偏移键：用于通道的零点调节。其正负调零范围最好不要超过放大器当前灵敏度档的范围（即垂直方向 ± 1 大格），否则将影响放大器的动态范围，如果零点偏移太多，应调节换能器本身的零位。

(3) 坐标滚动块：选中后，各通道右边（即监视参数区）将弹出一滚动条，拉动该滑动块可使坐标和波形一起沿垂直方向快速滚动，点击滚动条上下两端的箭头，则缓慢滚动，从而扩大了波形的显示范围。

5. 信号显示区

用于显示各通道信号、分析波形和刺激信号等。

6. 标记框

用于对记录图形施加实验项目标记的操作。

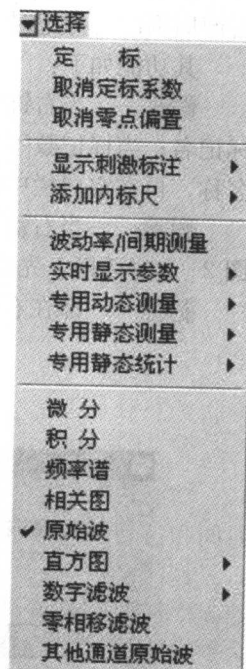


图 2-5 弹出菜单

三、文件的保存、打开与关闭

文件的保存、打开与关闭可通过菜单条中的“文件菜单”中的命令或工具条中的工具实现，其用法与 Word、Excel 等其他常用软件相似。

四、实验标记的施加 (图 2-6)

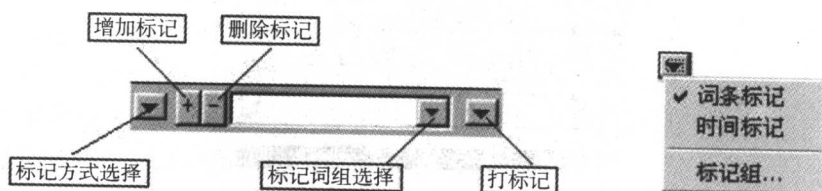


图 2-6 实验标记的施加

(一) 标记方式选择

词条标记——以标记框中“标记词组选择”栏里的词条为标记进行打标。

时间标记——以当前记录时间（起始记录时间为 0 秒）为标记进行打标。

标记组...——系统设置了大量的标记词条。根据实验需要选择相应的标记组，系统就将该组标记调入系统实验界面的标记框内供实验使用。

“缺省标记组”用于恢复各标记组的内容，“自定义组”用于自行定义各自所需的标记组及标记。

如果标记框内没有所需内容，可点击“+”添加或点击“-”删除。

(二) 打标记

方法 1：在记录状态点击“打标记”即可在每个通道波形上同时记录下所加标记名称。

方法 2：在记录、暂停或分析状态用鼠标右键在各个通道波形的任意位置加入标记。当右键周围已有标记时，系统会弹出一个移动菜单。

其功能如下：

修改——当右键周围已有标记数为 1 时，弹出如图 2-7 对话框，在空白栏中输入新的标记名；当标记数不为 1 时，弹出如图 2-8 对话框，先在下拉条中选择将被修改的原标记名称，再在空白栏中输入新的标记名，点击“确定”即可将原标记名称修改。

删除——当右键周围已有标记数为 1 时则直接删除原标记；当标记数不为 1 时，弹出如图 2-9 对话框，先在下拉条中选择将被删除的原标记名称，点击“确定”即可将之删除。

打标——即在右键点击位置添加新的标记。

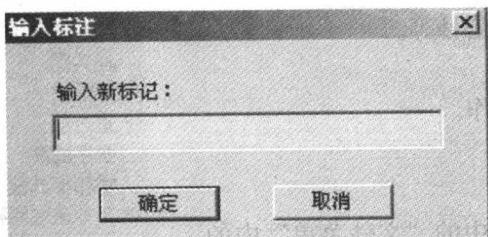


图 2-7 输入新标记

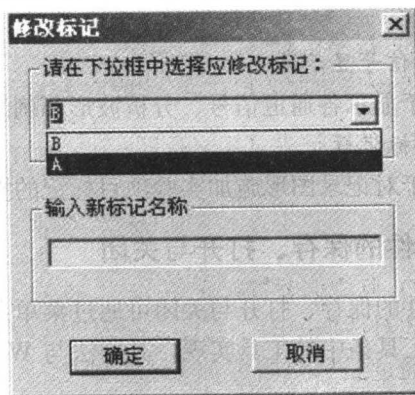


图 2-8 修改标记

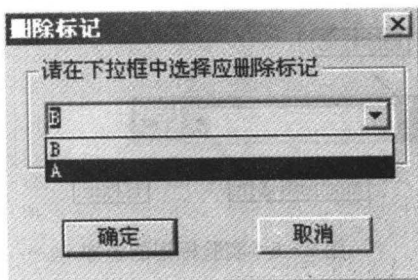


图 2-9 删除标记

另外,用鼠标左键可实现标记移动。方法如下:

①在欲移动的标记位置处,按下鼠标左键。②按住鼠标左键移动标记到新位置。③释放鼠标左键即可。

五、常用预设实验项目的选择

为方便实验教学,系统已经预设了常用实验项目的实验模块,只要选中了相应的项目,系统即自动设置好了该实验所需的实验参数,实验时只需根据实际情况对参数稍加调整即可。

点击菜单条中“实验”,弹出菜单,选取相应实验项目类别中相应的选项,即可开始该项目的实验记录了。

也可在教师指导下,点击“生物电”,选取相应的量纲、设置参数,设定新的实验模块。

六、实验记录与刺激

(一) 开始示波 (工具按钮: )

系统开始采集波形并实时显示波形。

(二) 开始记录 (工具按钮: )

系统开始将采集的波形在实时显示的同时实时记录到硬盘上。

(三) 暂停记录 (工具按钮: )

点击该快捷键暂停记录,再次点击该键继续记录(同一文件)。

(四) 停止记录 (工具按钮: )

停止记录采样波形。

(五) 刺激 (工具按钮: )

(六) 刺激器参数设置

在此对话框中的参数设置通过每一参数项右边的上下箭头调节,也可通过键盘输入。且如果仅通过鼠标点击方向箭头,则数字按 0.1 为单位变化;如果点击鼠标的同时,按住 Shift 功能键,则数字按 1 为单位变化;按住 Ctrl 功能键,则数字按 10 为单位变化。

七、编辑和打印

在本系统中,这些命令必须在点击了“数据编辑”命令(或“工具栏”相应图标“”)后才能使用。

(一) 数据编辑 (图 2-10)

此选项便于在通道中直接对波形(数据)进行剪切。选取此项指令后,按住鼠标左键并拖动鼠标即可选取任意范围需要编辑的波形(选中的波形背景颜色为黑色)。此时,可通过以下命令对波形进行处理,以便保存和打印。注意:数据编辑改变了所采集的原始数据位置,如仅需剪贴和编辑图形,可用鼠标捕捉功能将图形复制到“Word”或波形图板中编辑。