



川渝地区医药院校精品实验教材

供临床医学、中医学、中医骨伤、医学影像技术、  
医学检验技术、药学、护理、助产等专业使用

# 机能实验教程与生理学学习指导

第3版

主编 孙玉锦 郭 兵



第四军医大学出版社

川渝地区医药院校精品实验教材

供临床医学、中医学、中医骨伤、医学影像技术、  
医学检验技术、药学、护理、助产等专业使用

# 机能实验教程与生理学学习指导

第3版

主 编 孙玉锦 郭 兵

副主编 侯 勇 杨宏静

编 者 (按姓氏笔画排序)

王 贞 (雅安职业技术学院)

王东昇 (四川中医药高等专科学校)

付海荣 (重庆三峡医药高等专科学校)

孙玉锦 (雅安职业技术学院)

杨宏静 (重庆三峡医药高等专科学校)

侯 勇 (四川中医药高等专科学校)

秦从军 (雅安职业技术学院)

袁 英 (重庆医药高等专科学校)

徐亚吉 (成都大学医护学院)

郭 兵 (重庆医药高等专科学校)

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

机能实验教程与生理学学习指导/孙玉锦, 郭兵主编. —3 版. —西安: 第四军医大学出版社, 2015. 7

川渝地区医药院校精品实验教材

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0774 - 6

I. ①机… II. ①孙…②郭… III. ①实验医学 - 医学院校 - 教学参考资料②人体生理学 - 医学院校 - 教学参考资料 IV. ①R - 3②R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 171674 号

jineng shiyanjiaocheng yu shenglixue xuexizhidao

机能实验教程与生理学学习指导

出版人: 富 明 责任编辑: 张永利

出版发行: 第四军医大学出版社

地址: 西安市长乐西路 17 号 邮编: 710032

电话: 029 - 84776765 传真: 029 - 84776764

网址: <http://press.fmmu.edu.cn>

制版: 绝色设计

印刷: 陕西天意印务有限责任公司

版次: 2015 年 8 月第 3 版 2015 年 8 月第 12 次印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 13 字数: 300 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 5662 - 0774 - 6/R · 1610

定价: 26.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

# 川渝地区医药院校精品实验教材 建设委员会

主任委员 刘 红 金 虹 谭 工

副主任委员 黄 康 艾继周 伍小飞

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 静 史 铀 孙玉锦 孙厚良

杜 斌 李 晶 李成忠 邱 平

沈 力 陈 俊 周 灿 段艮芳

徐 静 郭 兵 黄 琼 彭裕红

曾 萍

# 前 言

《机能实验教程与生理学学习指导》第2版于2011年1月出版以来,多次重印,先后在川渝地区7所医药高职高专院校使用,普遍反馈使用效果良好。

随着实验技术的进一步提高,有些实验仪器已经淘汰。在实验学时有限的情况下,有些实验可以通过采用“医学机能虚拟实验”替代学习。因此,本次改版,在保留2版基本内容的基础上,删除了“记纹鼓”和“生理记录仪”的介绍,增加了“医学机能虚拟实验”内容,完善了实验结果记录表。生理学学习指导部分特别适合高职高专层次学生使用,为适应相应执业(助理)医师或护士执业资格等考试,在认真研究考试大纲的基础上,选择题增加了B型题,修改完善了相应的复习题。此外,附录中增加了机能学实验课程标准,可供各校参考。

本教材的主要特点是:①高职高专特色突出,实用性强,语言通俗易懂;每个实验相对独立完整;在内容上加强内脏生理部分的综合实验;实验结果记录表的设计,方便学生及时做好实验原始记录。②以川渝地区各高职高专医药院校使用的BL-420(BL-420E、BL-420F)生物机能实验系统为蓝本编写,后附有操作流程图。③能满足不同层次、不同专业的高职高专学生生理实验教学的要求,实现了把生理学、病理生理学、药理学三大机能学科在高职高专层次的简单融合,在一定程度上满足了临床医学专业开设机能学实验的需要。④医学机能虚拟实验可以作为机能实验教学的一个有益补充,各校可根据具体情况选择各自所需的虚拟实验项目。⑤生理学学习指导能帮助学生梳理生理学知识要点,相应的复习题和参考答案可供学生自我评估。

本教材分为上、下两篇。上篇为机能实验教程,由机能实验总论、生理学基础训练、生理学验证实验、机能学科综合实验和医学机能虚拟实验构成;下篇为生理学学习指导,每一章包括学习目标(分掌握、熟悉和了解3个层次)、学习要点(主要对掌握和熟悉等重点内容进行归纳和总结)、复习题(包括A型和B型选择题、简答题)和参考答案,并附生理学模拟测试卷2套;另附有BL-420生物机能实验系统操作流程图和机能学实验课程标准。

本教材的编者来自川渝地区医药高职高专院校一线的骨干教师。各位编者在编写过程中也非常敬业认真，反复修改，但限于我们水平和认识上的差距，教材中难免存在错误和不足之处，恳请使用本教材的老师和学生提出宝贵的意见和建议，以便改版修订时能够及时更正。

在此，一并向给予我们指导和帮助的成都泰盟软件有限公司、第四军医大学出版社、本书所引用文献资料的原著者使用这部教材并提出宝贵意见和建议的师生表示衷心的感谢！

孙玉锦

2015 年 5 月

# 目 录

## 上篇 机能实验教程

|       |                            |        |
|-------|----------------------------|--------|
| 第一部分  | 机能实验总论 .....               | ( 2 )  |
| 第一节   | 机能实验须知 .....               | ( 2 )  |
| 第二节   | 实验常用仪器、设备及器械简介 .....       | ( 4 )  |
| 第三节   | 常用实验动物及动物实验的基本知识 .....     | ( 13 ) |
| 第二部分  | 生理学基础训练 .....              | ( 22 ) |
| 实验一   | 坐骨神经 - 腓肠肌标本制备 .....       | ( 22 ) |
| 实验二   | ABO 血型的鉴定 .....            | ( 24 ) |
| 实验三   | 红细胞渗透脆性的测定 .....           | ( 26 ) |
| 实验四   | 出血时间和凝血时间的测定 .....         | ( 28 ) |
| 实验五   | 血液凝固和影响血液凝固的因素 .....       | ( 28 ) |
| 实验六   | 人体心音听诊 .....               | ( 30 ) |
| 实验七   | 人体动脉血压的测量 .....            | ( 32 ) |
| 实验八   | 人体肺容量的测定 .....             | ( 35 ) |
| 实验九   | 人体体温的测量 .....              | ( 37 ) |
| 实验十   | 瞳孔对光反射和近反射 .....           | ( 38 ) |
| 第三部分  | 生理学验证实验 .....              | ( 40 ) |
| 实验十一  | 反射弧分析 .....                | ( 40 ) |
| 实验十二  | 神经干动作电位的引导及兴奋传导速度的测定 ..... | ( 42 ) |
| 实验十三  | 刺激强度和骨骼肌收缩的关系 .....        | ( 46 ) |
| 实验十四  | 刺激频率和骨骼肌收缩形式的关系 .....      | ( 48 ) |
| 实验十五  | 蛙心搏动的观察及起搏点的分析 .....       | ( 50 ) |
| 实验十六  | 期前收缩和代偿间歇 .....            | ( 53 ) |
| 实验十七  | 人体心电图描记 .....              | ( 55 ) |
| 实验十八  | 离体蛙心灌流 .....               | ( 58 ) |
| 实验十九  | 胸膜腔内压与气胸的观察 .....          | ( 62 ) |
| 实验二十  | 兔去大脑强直 .....               | ( 63 ) |
| 实验二十一 | 胰岛素引起的低血糖观察 .....          | ( 65 ) |

第四部分 机能学科综合实验 ..... ( 66 )

    实验二十二 动脉血压的调节及药物对血压的影响 ..... ( 66 )

    实验二十三 呼吸运动的调节及影响因素 ..... ( 70 )

    实验二十四 胃肠运动的观察及影响因素 ..... ( 72 )

    实验二十五 胆汁的分泌及影响因素 ..... ( 75 )

    实验二十六 影响尿生成的因素及利尿药的作用 ..... ( 76 )

    实验二十七 急性失血性休克及药物治疗 ..... ( 80 )

第五部分 医学机能虚拟实验 ..... ( 84 )

下篇 生理学学习指导

第一章 绪论 ..... ( 90 )

第二章 细胞的基本功能 ..... ( 93 )

第三章 血液 ..... ( 99 )

第四章 血液循环 ..... ( 106 )

第五章 呼吸 ..... ( 117 )

第六章 消化与吸收 ..... ( 124 )

第七章 能量代谢与体温 ..... ( 131 )

第八章 肾脏的排泄功能 ..... ( 135 )

第九章 感觉器官 ..... ( 142 )

第十章 神经系统 ..... ( 146 )

第十一章 内分泌 ..... ( 155 )

第十二章 生殖 ..... ( 161 )

第十三章 老年生理 ..... ( 165 )

模拟测试卷 ..... ( 169 )

    试卷一 ..... ( 169 )

    试卷二 ..... ( 175 )

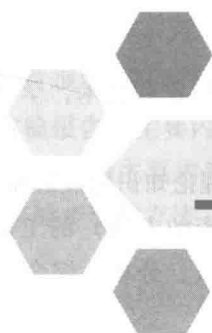
参考答案 ..... ( 182 )

参考文献 ..... ( 194 )

附录 ..... ( 195 )

    附录一 BL-420 生物机能实验系统操作流程 ..... ( 195 )

    附录二 机能学实验课程标准 ..... ( 196 )



# 上篇

## 机能实验教程

# 第一部分 机能实验总论

基础医学中三大机能学科包括生理学、病理生理学和药理学。机能学科实验的特征,是以活体组织器官和细胞、活的离体组织器官、活的整体动物为实验对象,并在此基础上研究机体各种生理活动及规律、病理生理改变及药物和机体的相互作用及作用规律。一切机能实验结论均源自活体组织器官、活体细胞或整体动物的反应结果。

## 第一节 机能实验须知

### 一、实验目的

1. 通过实验训练使学生初步掌握机能学科实验的基本操作和技术,学会检查人体功能活动的一些测试方法,提高学生的实践动手能力。
2. 通过实验验证和报告撰写加深学生对实验相关基础理论知识的理解和掌握。
3. 培养学生“三严”(严肃的态度、严格的要求、严密的方法)的工作作风、实事求是的科学态度,提高学生对事物进行客观地观察、比较、分析、综合的能力及独立思考解决问题的能力。
4. 通过学习实验课程中的新技术、新方法,使学生了解机能学科实验方法的更新和发展方向,启发学生在实验中的创新思维。
5. 培养与同学之间相互关心和帮助,团结与协作的良好品德。

### 二、实验要求

#### (一) 实验前

1. 仔细阅读实验指导,了解本次实验的目的、原理、操作步骤、观察指标和注意事项等,不盲目进入实验室。
2. 结合本次实验内容,复习有关理论知识,并根据理论预测本次实验各步骤可能出现的结果,估计实验中可能发生的误差、易产生的操作失误,尽量避免发生错误。
3. 实验衣帽穿着整洁,按时进入实验室,并按分组到指定实验台。按实验物品清单认真核对实验器材及药品是否齐全,如有短缺及时向指导教师汇报。

#### (二) 实验中

1. 严格遵守实验室规则和安全守则,认真学习指导教师的讲解和示范操作。
2. 正确使用并爱护实验器材,器材的摆放力求整洁、稳妥、有条不紊,不与其他组调换;维护和节约消耗性器材及药品;注意保护实验动物和标本,使其始终处于良好的机能状态。
3. 实验组各成员应合理分工、密切合作,严格按照实验步骤循序操作。
4. 仔细、耐心地观察每项实验的结果或现象,及时做好原始记录,加上必要的文

字说明,不能单凭记忆,以免出现错误或遗漏,并联系所学理论进行分析和解释。若实验过程中出现问题,要仔细地查找原因并积极合作加以解决,不得过分依赖教师,培养自己独立工作的能力。

### (三) 实验后

1. 完成实验各项目并经教师同意后,可以结束实验,按指导教师要求处理或处死实验动物,并将动物尸体暂时存放于教师指定的地点,不得随意丢弃。

2. 关闭仪器、设备的电源开关。

3. 将实验台及所用器械擦洗干净,物品摆放整齐,请实验准备教师核查所有器材,如有损坏或短缺,应立即报告指导教师处理。安排值日小组做好实验室清洁,关闭水、电、门、窗等。

4. 认真整理实验记录,实验小组集体讨论实验结果或现象,按照格式独立撰写实验报告,按时交给指导教师评阅。

## 三、实验报告的内容和书写要求

### (一) 实验报告的主要内容

机能实验报告的主要内容包括:实验题目、实验目的和原理、实验对象、实验药品和器材、实验步骤和方法、实验结果、结果讨论与分析、结论等(表1-1-1)。

表 1-1-1 实验报告的一般格式

× × × × × × (学校名称) 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 专业班级: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_ 成绩: \_\_\_\_\_

1. 实验题目
2. 实验目的和原理
3. 实验对象
4. 实验药品和器材
5. 实验步骤和方法
6. 实验结果
7. 结果讨论与分析
8. 结论

第 \_\_\_\_\_ 实验组成员: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_

教师签名: \_\_\_\_\_ 批改日期: \_\_\_\_\_

## (二) 实验报告的书写要求

1. 实验报告必须由本人填写,不得互相抄袭。完整填写实验报告有关项目,做到内容齐全、格式规范;文字简练、通顺、书写整洁;对实验结果、结果讨论与分析、结论等项目的描述要客观、科学、准确。

2. 实验结果应真实、完整地以图形、表格或文字方式表示出来。如因操作失误或实验动物发生意外未能完成所需观察的实验项目,应在实验报告中如实说明。

3. 讨论应结合实验结果进行,宜简明扼要,不能盲目抄袭书本。应客观、深入地分析、解释所观察到的实验结果和现象。如出现非预期结果,应找出原因,尽可能提出有价值的见解。

4. 结论应以实验结果为依据,在讨论的基础上概括、总结具有代表性的实验结果的论点或推论。结论放在实验讨论后,作为结尾完成。在实验中未能得到充分证据的理论分析,不应列入结论。

## 第二节 实验常用仪器、设备及器械简介

### 一、常用仪器、设备及配件

#### (一) 生物信号采集系统

随着科学技术的不断发展,先前常用的记纹鼓、示波器、二道生理记录仪等实验仪器逐渐被生物信号采集平台所代替,如现在广泛应用于机能实验的 BL-420 生物机能实验系统。该实验系统是配置在计算机上的新一代智能化四通道生物信号采集、放大、显示、记录与处理系统,可同时记录四种相同类型或不同类型的生物机能信号。可广泛应用于机能学科的实验教学和科研工作。

1. BL-420 生物机能实验系统 由计算机、BL-420 生物机能实验系统硬件、生物信号采集与分析软件三部分组成(图 1-1-1, 1-1-2)。



图 1-1-1 BL-420E 生物机能实验系统组成 图 1-1-2 BL-420F 生物机能实验系统组成

2. BL-420 生物机能实验系统使用指南 首先熟悉该系统软件的操作主界面及其各个部分的功能和用途。

(1) BL-420 生物信号采集与分析软件主界面(图 1-1-3, 1-1-4)。

刺激器设置 菜单条 工具条 实验标记项 左、右视分隔条 标题条 时间显示区 分时复用区切换按钮

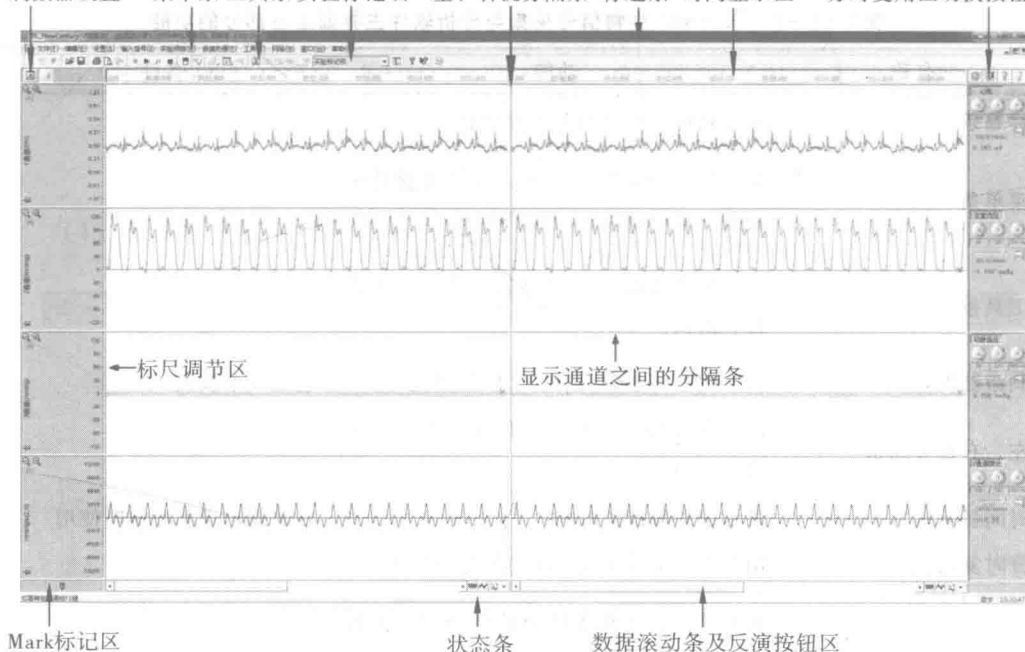


图 1-1-3 BL-420E 生物信号采集与分析软件主界面

通道选择 左、右视分隔条 菜单条 工具条 标题条 实验标记编辑 采样率选择

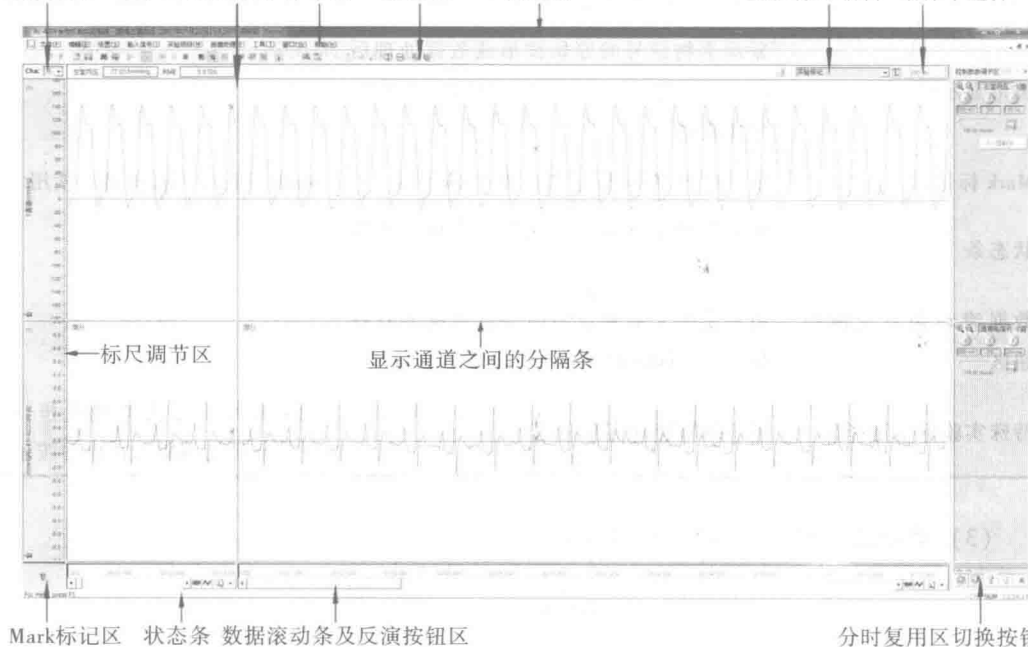


图 1-1-4 BL-420F 生物信号采集与分析软件主界面

(2) BL-420 生物信号采集与分析软件主界面上各部分的功能 (表 1-1-2)。

表 1-1-2 BL-420 生物信号采集与分析软件主界面上各部分的功能

| 名称          | 功能                                             | 备注                        |
|-------------|------------------------------------------------|---------------------------|
| 标题条         | 显示软件名称及相关实验信息                                  |                           |
| 菜单条         | 显示所有的顶层菜单项, 可以选择其中的某一菜单项以弹出其子菜单                |                           |
| 工具条         | 一些最常用命令的图形表示集合, 可直接点击执行                        |                           |
| 刺激器设置       | 调节刺激器参数及启动、停止刺激                                | 包括 2 个按钮                  |
| 左、右视分隔条     | 用于分隔左、右视, 也是调节左、右视大小的调节器                       |                           |
| 时间显示区       | 显示记录数据的时间                                      | 在数据记录和反演时使用               |
| 分时复用区切换按钮   | 用于在四个分时复用区之间进行切换                               |                           |
| 标尺调节区       | 在实时实验过程中调节硬件增益, 在数据反演时调节软件放大倍数。选择标尺单位及调节标尺基线位置 |                           |
| 显示通道之间的分隔条  | 用于分隔不同的波形显示通道, 也是调节波形显示通道高度的调节器                |                           |
| 波形显示窗口      | 显示生物信号的原始波形或数据处理后的波形, 每一个显示窗口对应一个实验采样通道        |                           |
| Mark 标记区    | 用于存放 Mark 标记和选择 Mark 标记                        | Mark 标记在光标测量时使用           |
| 状态条         | 显示当前系统命令的执行状态或一些提示信息                           |                           |
| 数据滚动条及反演按钮区 | 用于实时实验和反演时快速数据的查找和定位, 同时调节四个通道的扫描速度            |                           |
| 特殊实验标记选择区   | 用于编辑特殊实验标记                                     | 包括特殊标记选择列表和打开特殊标记编辑对话框的按钮 |

(3) 菜单条 (图 1-1-5, 1-1-6)



图 1-1-5 BL-420E 生物机能实验系统菜单条



图 1-1-6 BL-420F 生物机能实验系统菜单条

(4) 工具条 (图 1-1-7, 1-1-8)。



图 1-1-7 BL-420E 生物机能实验系统工具条



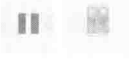
图 1-1-8 BL-420F 生物机能实验系统工具条

工具条是一些常用命令的集合。工具条上的每一个按钮对应一条命令，当工具条按钮以灰色效果出现时，表明该工具条当前不可使用。下面是部分工具条命令的功能说明 (表 1-1-3)。

表 1-1-3 工具条各命令的功能

| 图标 | 命令名称     | 功能说明                     |
|----|----------|--------------------------|
|    | 系统复位     | 可使系统硬件和软件恢复到初始状态         |
|    | 零速采样     | 可实现零扫描速度下的数据采样功能         |
|    | 打开反演数据文件 | 用于打开存储在计算机内的原始实验数据文件进行反演 |
|    | 另存为      | 用于将正在反演的数据文件另存为其他名字的文件   |
|    | 打印       | 用于通道显示波形的打印              |
|    | 打印预览     | 预览欲打印的图形                 |

续表

| 图标                                                                                  | 命令名称      | 功能说明                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
|    | 打开上一次实验设置 | 在需要重复上一次同样内容的实验时,选择该命令,计算机将自动把实验参数设置成与上一次实验时完全相同,并且自动启动数据采集与波形显示 |
|    | 数据记录      | 按下状态为记录,弹起状态为非记录                                                 |
|    | 开始        | 启动波形显示                                                           |
|    | 暂停        | 暂停数据和波形扫描显示                                                      |
|    | 停止        | 该命令将结束本次实验                                                       |
|    | 背景颜色切换    | 在黑色和白色这两种常见的颜色中切换通道的背景颜色                                         |
|    | 格线显示      | 显示或隐藏背景上的标尺格线                                                    |
|   | 通用标记      | 在波形显示窗口的顶部添加一个通用实验标记                                             |
|  | 拾取零值      | 选择拾取零值命令是在系统运行时,传感器无法调零情况下,软件强行将其信号回归至零位                         |

注:图标栏中,左为 BL-420E 生物机能实验系统工具图标,右为 BL-420F 生物机能实验系统工具图标

3. BL-420 生物机能实验系统操作步骤 先连接好各种导线和换能器,然后按以下步骤操作(附录一)。

(1) 开机 先打开电脑屏幕开关,后打开电脑主机。

(2) 启动软件 注意要先打开“BL-420 生物机能实验系统”硬件后面的开关,然后双击桌面上的机能实验系统图标启动软件,进入 BL-420 生物机能实验系统的主界面。

(3) 启动实验 根据实验题目从“实验项目”菜单中选择自己需要的实验项目即可开始实验。

(4) 参数调节 在实验过程中,可根据被观察信号的大小及波形特点,调节各通道增益、时间常数、滤波及扫描速度(图 1-1-9)。

(5) 定标 定标是为了确定引入传感器的生物非电信号和该信号通过传感器转换后得到的电压信号之间的一个比值,通过该比值,就可以计算出传感器引入的生物非电信号的真实大小。为了对生物非电信号进行定量分析,如为了测量血压的准确值,

需要对压力换能器进行定标。

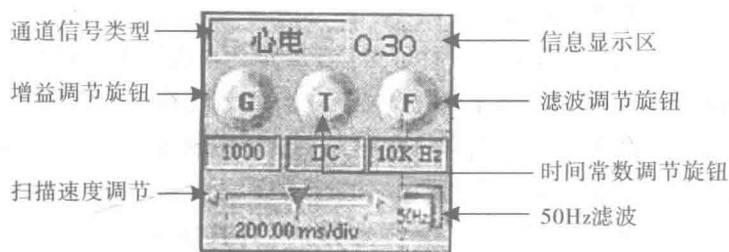


图 1-1-9 一个通道的控制参数调节区

(6) 停止和保存 完成实验后，选择“■”命令按钮停止实验；此时会弹出一对话框，如果需要保存实验数据，则为实验数据取一个文件名；从文件菜单中找到已保存的文件即可打开。

(7) 打印 如有需要可打印当前画面或已保存的实验。

(8) 退出 点“×”退出系统。

## (二) 电极

在机能实验中常用的电极可以分为刺激电极和引导电极两种（图 1-1-10）。前者的作用是对组织或器官加以刺激；后者的作用是将组织或器官产生的生物电信号引导出来，并输入到生物机能实验系统。常用的刺激电极有：①普通刺激电极，其金属导体裸露少许，用以与组织接触而施加刺激；②保护电极，其金属导体一侧裸露少许，其他部分用绝缘材料包藏，用于刺激在体神经干，以保护周围组织免受刺激。

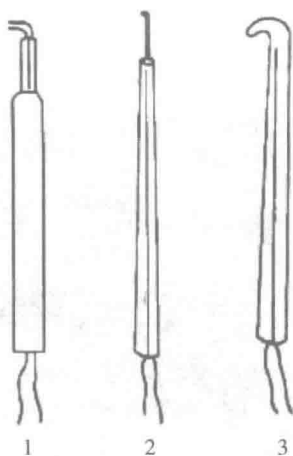


图 1-1-10 常用的电极

1. 减压神经放电引导电极；2. 普通刺激电极；3. 保护电极