

实验一 BL-410 生物机能实验系统及其实验报告书写的要求

BL-410 生物机能实验系统

BL-410 生物机能实验系统是配置在微机上的 4 通道生物信号采集、放大、显示、记录与处理系统。它具有记录仪+示波器+放大器+刺激器+心电图仪等传统的实验仪器的全部功能。可记录动作电位、神经放电、肌电、脑电、心电、慢速电信号、压力、张力、呼吸、温度以及液滴计数等信号。可输出电压、电流用于刺激。由以下三部分构成：

1. 微型计算机。
2. BL-410 生物信号采集、放大、A/D 转换及刺激输出等多功能硬卡和前面板。
3. BL-NewCentury (Ver1.1) 生物信号显示与处理软件。

BL-410 多功能硬卡插在微机主板的 PCI 插槽上。

前面板固定在计算机前面空余的 5 寸软驱空间内。示意图如下：

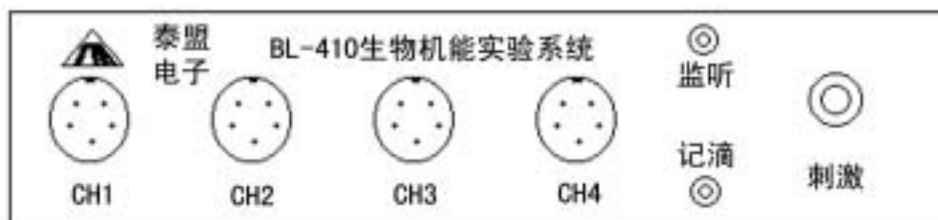


图 3 - 18 BL-410 系统的前面板示意图

前面板上有 4 个 5 芯插座：1 通道输入 (CH1)、2 通道输入 (CH2)、3 通道输入 (CH3)、4 通道输入 (CH4)，根据实验需要，输入插座可接入换能器及信号输入线。3 个 2 芯插座：记滴、监听输出和刺激输出插座。

一、系统功能特点：

1. 采用 4 通道 12 位、40ksps 采样率的 A/D 转换器；低噪声、高增益宽范围 (2~50,000 倍) 的生物电放大器，适应各种强弱不同的生物电信号；生物电放大器的增益、耦合方式 (AC/DC)、时间常数 (高通滤波)、高频滤波 (低通滤波)、回零控制等均由程序控制；

2. 功能完善的高性能、高可靠性的程控电刺激器，具有电压输出 (0~35V，最小步长 5mV) 和电流输出 (0—10mA，最小步长 1.0 μ A) 两种模式，使用方便；

3. 以中文 Windows98、Windows2000 或 Windows XP 为软件平台，全中文的图形化操作界面；

4. 为几乎所有的生理及部分药理实验教学项目预设置了包括八大类共计 32 个实验模块。当您选择一个实验模块后，计算机自动设置其所需参数，并启动数据采样，即直接进入实验状态；

5. 程控全导联心电选择；

6. 强大的数据分析功能：可实时地对原始生物信号或您存贮在磁盘上的反演数据信号进行积分、微分、频率直方图、序列密度直方图、频谱分析等运算，并将运算的结果 (积分图、微分图、频率直方图、频谱分析图等) 与原始波形一起实时、同步地显示在计算机屏幕上；

7. 强大的数据测量功能：可对原始生物信号或您存贮在磁盘上的反演数据信号进行光标测量、两点测量及区间测量，可得出生物信号的多种指标，如：最大值、最小值、平均值及峰峰值，信号频率、面积、变化率及持续时间等；

8. 左右双视的设计思想, 让 BL-NewCentury 系统具有了两套独立的显示系统, 可以对不同时间段的波形进行比较显示;

9. 数据反演功能: 数据查找滚动条所构成的数据反演方式, 不仅操作简单, 而且功能强大, 便于实验后的数据分析、数据剪辑, 并可以根据需要打印出单个或多个通道的实验波形及相关的实验数据;

10. 自身的网络控制功能: 一方面, 教师和学生可以利用自己的计算机进行文字信息的相互传递; 另一方面, 教师也可以在教师计算机上对某一组学生的实验进行监视。

二、软件介绍

为尽快掌握 BL-410 生物机能实验系统, 圆满完成机能实验。首先需要熟悉 BL-NewCentury 软件的主界面, 熟悉主界面上各个部分的用途, 为以后实验操作做好准备。下面将介绍主界面各个部分的功能。

1. 主界面

BL-NewCentury 生物信号显示与处理软件的主界面是实验者与 BL-410 生物机能实验系统打交道的唯一手段, 为了使您能尽快地掌握 BL-410 生物机能实验系统来完成自己的生物机能实验, 首先需要掌握 BL-NewCentury 软件的主界面, 熟悉主界面上各个部分的用途。

BL-NewCentury 生物信号显示与处理软件的主界面如图 3-19 所示。

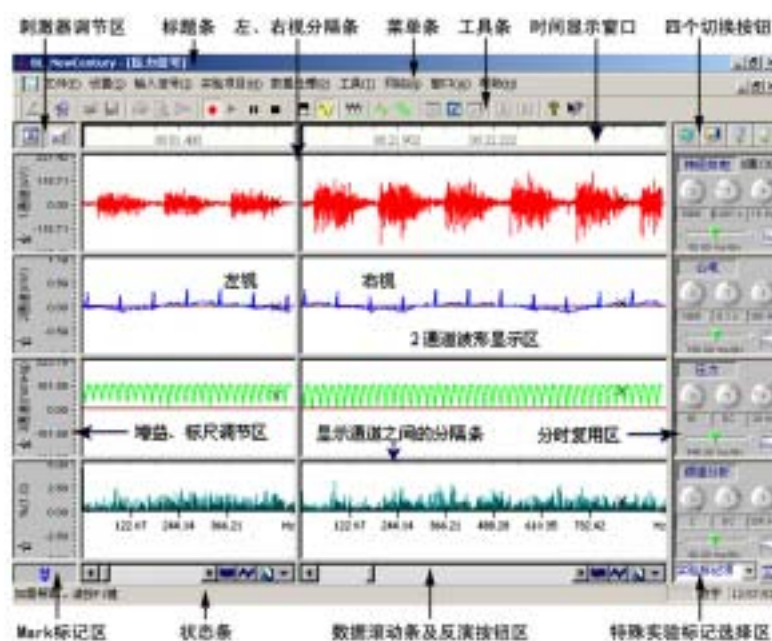


图 3 - 19 BL-NewCentury 生物信号记录分析系统软件主界面

主界面从上到下依次主要分为: 标题条、菜单条、工具条、时间显示窗口、波形显示窗口、数据滚动条及反演按钮区、状态条等 7 个部分; 从左到右主要分为: 标尺调节区、波形显示窗口和分时复用区三个部分。在标尺调节区的上方是刺激器调节区, 其下方则是 Mark 标记区。分时复用区包括: 控制参数调节区、显示参数调节区、通用信息显示区和专用信息显示区四个分区, 它们分时占用屏幕右边相同的一块显示区域, 您可以通过分时复用区顶端的 4 个切换按钮在这 4 个不同用途的区域之间进行切换。控制参数调节区每个显示通道右侧的一排三个按钮, 自左至右分别是相应显示通道的增益 (G) 调节旋钮、时间常数 (T) 调节旋钮、滤波 (F) 调节旋钮。旋钮的下方是其所处位置的参数显示。显示参数调节区用来调节每个显示通道的前景色、背景色、格线色、格线类型及监听音量。分时复用区的下方是特殊实验标记选择

区。

BL-NewCentury 软件主界面上各部分功能清单请参见表 3 - 1。

表 3 - 1 BL-NewCentury 软件主界面上各部分功能一览表

名 称	功 能	备 注
刺激器调节区	调节刺激器参数（左）及启动、停止刺激（右）	包括两个按钮
标题条	显示 BL—Newcentury 软件的名称及实验标题等信息	
菜单条	显示所有的顶层菜单项，您可以选择其中的某一菜单项以弹出其子菜单。最底层的菜单项代表一条命令	菜单条中一共有 8 个顶层菜单项
工具条	一些最常用命令的图形集合，它们使常用命令的使用变得方便与直观	共有 21 个工具条命令，其功能见表
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	左、右视面积之和相等
时间显示窗口	显示记录数据的时间	在数据记录和反演时显示
四个切换按钮	用于在四个分时复用区中进行切换	
标尺调节区	在实时实验过程中，选择标尺单位及调节标尺基线位置	光标移到标尺单位显示区，单击右键，弹出菜单，选当前使用的标尺单位
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及已记录的波形，每一个显示窗口对应一个实验采样通道	
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	4 个显示通道的面积之和相等
分时复用区	包含硬件控制参数调节区、显示参数调节区以及通用信息显示区和专用信息显示区四个分时复用区域	这些区域占据屏幕右边相同的区域
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查找和定位	实时实验中显示简单刺激器调节参数
特殊实验标记选择区	用于编辑特殊实验标记，选择特殊实验标记，然后将选择的特殊实验标记添加到波形曲线旁边	包括特殊标记选择列表和打开特殊标记编辑对话框按钮

2. 工具条说明

首先让我们对整个工具条区作一个简单的介绍，参见图 3 - 20。



图 3 - 20 工具条

BL-NewCentury 软件的工具条上一共有 21 个工具条按钮，也就是说它们代表着 21 条不同的命令。每个按钮对应命令菜单的一条命令，当工具条按钮以雕刻效果的图形方式出现时，表明该工具条按钮不可使用，此时，它对实验者的输入没有反应；否则，它将响应实验者输入。当您在做实验时，可能更多地是使用工具条命令而非不常用的菜单命令，因此，您有必要对工具条命令做全面地了解。后面，将用表格（表 3 - 2）形式对这些工具条按钮的功能、用途做简要的介绍。

3. 操作步骤

(1) 开机 只有当计算机各接口连线连接完毕后，才能开机。

(2) 启动程序 在 Windows 桌面或程序，鼠标左键双击 BL-410 生物机能实验系统快捷图标。进入 BL-NewCentury 软件主界面。

(3) 开始实验的途径 欲开始实验有两条途径：

如将要做的实验在“实验项目”菜单内有的，则鼠标单击菜单条的“实验项目”菜单项，弹出下拉式菜单，移动鼠标，选定实验系统及内容后，用鼠标左键单击该项，系统自动进入已设置基本参数的该实验记录存盘状态。

如要做的实验在“实验项目”菜单内没有的，则鼠标单击菜单条的“输入信号”菜单项，弹出下拉式菜单，移动鼠标，选定通道及输入信号类型并单击该项。如需选多通道输入，则重复以上步骤。各通道参数则根据实验内容自动设置完成。然后单击“开始”按钮，系统进入实验记录存盘状态。

如要以全屏方式显示某通道信号，只需用鼠标双击该通道任一部位，即完成单通道的全屏显示。如要恢复原单通道显示，同样鼠标双击全屏显示通道的任一部位。

(4) 记录存盘 不论是通过“实验项目”菜单还是通过“输入信号”菜单进入实验状态，系统默认进入实验即已处于记录存盘状态。开始实验后，若实验曲线不理想可用鼠标单击工具条上的“数据记录”按钮，使之弹起，处于观察状态。这样可以减少文件容量，便于文件反演剪辑时查找有用的数据图形。经过参数调节待实验曲线达到要求后，用鼠标再次单击“数据记录”按钮，开始正式记录存盘。

(5) 参数调节 根据被观察的信号大小，调节控制参数调节区的“增益”按钮（单击左键放大倍数增大，单击右键反之，时间常数、滤波按钮用法相同），使曲线高低适宜；根据被观察曲线的疏密、有无干扰，分别调节“扫描速度”和“时间常数”、“滤波”或“50Hz 滤波”。可移动光标至通道左边的标尺基线（即“0.0”）处，此时，光标会变成一个上下指示的蓝色箭头，按下左键并上下拖动，使被观察曲线置于通道的最佳位置。将鼠标光标移动到显示通道屏幕左缘的标尺单位显示区，然后单击鼠标右键，将会弹出一个标尺选择快捷菜单，根据实验需要任意选择标尺的单位。将光标移至通道任意位置，单击鼠标右键，弹出快捷菜单，取消“基线显示开关”的选择，避免对曲线的影响。亦可用同样方法选择“平滑滤波”，使曲线光滑。

表 3 - 2 BL-NewCentury 软件的工具条按钮功能、用途一览表

图标	名称	功能	用途
	系统复位	对整个系统的参数进行复位	系统参数复位到初始默认设置状态
	零速采样	零扫描速度下的数据采样	适应于变化非常慢的生物信号的观察
	打开	打开欲反演、剪辑的数据图形文件	反演文件；打印之前
	另存为	将反演的数据图形文件另起名存贮	反演或剪辑后的文件另存
	打印	打印数据图形	打印实验结果
	打印预览	预览欲打印的图形	打印前浏览图形效果
	上一次实	打开前一次实验设置（包括信号选择、	某段时间内，连续做同样内容的实验
	数据记录	数据图形记录存盘、非存盘之间切换	按下状态为记录，弹起状态为非记录
	开始	启动波型显示	输入信号选择后；解除暂停显示
	暂停	暂停数据采集与波形动态显示	仔细观察、测量某段波型
	停止	停止数据显示、记录或反演	结束当前实验或反演，系统参数复位至开
	切换背景	在黑色和白色这两种常见的颜色中进	切换显示通道背景颜色
	格线显示	删除、添加背景标尺格线	显示背景没有标尺格线时，单击可以添加
	通用标记	显示窗口的顶部添加一个通用实验标	实验记录时，需添加通用实验标记则单击
	两点测量	测量任意通道内某个波形的最大值、最	实验记录、数据图形反演时测量任意通道
	区间测量	测量任意通道内某一段波形的频率、最	实验记录、数据图形反演时测量任意通道
	参数设置	设置在用的实验模块中某些已有的某	实验过程中改变某些有自选参数设置的
	X-Y 输入	描绘 X-Y 向量图	绘心电图向量环、压力-变化率环(P-dp/dt)、
	图形剪辑	提供修改剪辑图形的场所和工具，分为	拼接和修改从原始数据通道剪辑的波形
	图形剪辑	剪辑通道显示窗口中选择的一段波形，	实时实验过程或数据反演中，将剪辑的图
	数据剪辑	剪辑选择的一段或多段反演实验波形	实验波形反演时，剪辑有用的原始采样数
	关于	打开关于对话框，显示本系统信息	了解本系统信息
	及时帮助	单击后，鼠标指示将变成一个带问号的	寻求帮助

在做心电或其它生物电引导的过程中，若因引导电极松脱或接触不良而引起被测信号偏离显示通道，将电极放置好后，用鼠标右键单击显示通道，弹出快捷菜单，左键单击“自动回零”，信号立即回到正常位置，可减少等待的时间。

(6) 信号处理 包括微分、积分、频率直方图、序列密度直方图、非序列密度直方图、频谱分析、X-Y 输入窗口等，下面介绍两种比较常用的信号处理方法。

微分 如果需了解生物信号某一时间点的变化快慢，要对波形进行微分处理时，用鼠标单击菜单条的“数据处理”菜单，弹出下拉式菜单，选定“微分”项，鼠标左键单击确定，此时将显示“微分参

数设置”对话框。它将要求您选定所要微分波形的通道以及微分图形所要显示的通道，并且要求你选择微分时间(一般来讲，微分时间越短越好，但血压信号的微分时间一般在 10ms 左右)和微分波形的放大倍数。您可以用鼠标单击该框中的调节按钮来调节微分参数。参数调节完毕后，鼠标左键单击“OK”按钮，此时微分波形将开始显示。如果对微分波形不满意，还可重复以上步骤对微分参数再次调节。

积分 用鼠标单击菜单条的“数据处理”菜单，弹出下拉式菜单，选定“积分”项，鼠标左键单击确定，将弹出“积分参数设置”对话框，可以利用对话框中的调节按钮来设置积分参数和积分方式，其中积分方式分为：正常积分、正波积分、负波积分和绝对值积分四种：

正常积分是指按照数学上的积分公式进行积分处理；

正波积分也是按照数学上的积分公式进行积分处理，但是只取 Y 值为正的信号进行积分，而忽略 Y 值为负的信号；

负波积分也是按照数学上的积分公式进行积分处理，但它恰好与正波积分相反，它只取 Y 值为负的信号进行积分，而忽略 Y 值为正的信号；

绝对值积分也是按照数学上的积分公式进行积分处理，但是它是在对 Y 值为负的信号进行了取绝对值处理后再进行积分处理，因而积分的结果始终为正。绝对值积分在生物机能实验中用得较多。在观察神经放电的积分图时，“积分时间”设置得越长越好，积分方式选择为“绝对值积分”。

如果满意于您的设置，请按 OK 按钮确认选择；此时微分波形将开始显示。如果对微分波形不满意，还可重复以上步骤对积分参数再次调节。

微分、积分注意事项：

A．显示通道的值一般比微分或积分处理通道的值大且显示通道未被占用。

B．必须在“微分或积分参数设置”对话框结束之后您才能够做其它工作。

C．当您打开了微分或积分通道之后，如果您又想关闭它，只需再次选择相应命令，然后，在弹出相应的“参数设置”对话框中选择 Close 按钮，只有在微分或积分通道打开之后，Close 按钮才可以使用。

(7) 数据显示 在实验过程中，我们要不断观察被测量的生物信号的数据。这时只需用鼠标单击主界面的右边的分时复用区中的“通用信息显示区”按钮，该区即根据不同通道记录信号的类型，显示不同的测量数据。某些实验模块专用的数据测量结果，比如血流动力学实验、神经干兴奋传导速度测定等，只需用鼠标单击“专用信息显示区”按钮，即可显示分析的结果。

(8) 暂停观察 如要仔细观察、测量正在显示的某段图形，鼠标单击工具条上的暂停按钮，此时该段即被冻结在屏幕上。如需继续观察扫描图形，鼠标单击“开始”按钮即可。

(9) 实验标记 在实验过程中，您往往需要在实验波形有所变化的部分，比如加药前后添加一个实验标记，以明确实验过程中的变化，同时也为反演数据的查找留下依据。在 BL-410 生物机能实验系统中，有两种类型的实验标记供选择，分别是通用标记和特殊标记。通用标记的形式对所有的实验都相同，其形式为在通道显示窗口的顶部显示一向下箭头，箭头的后面有一个顺序标记的数字，比如 1、2、5 等，箭头的后方可显示您添加标记的绝对时间(“通用标记时间显示开关”处于按下状态)。添加通用标记的操作非常简单，只需单击工具条上的“通用标记”命令按钮即可。特殊标记针对不同的实验，实际上是对特殊波形点的文字说明，一般而言，当您选择不同的实验项目(模块)时，BL-NewCentury 软件会根据需要为您自动选择一组相关特殊实验标记。但在绝大多数情况下，软件不会自动为您做这种选择，在这种情况下，

您需要自己选择一组您所需要的特殊标记，选择的方法很简单，只需单击主界面右下角的“打开特殊标记编辑对话框”命令，即可打开“实验标记编辑对话框”，在该对话框中，您可以根据自己的需要选择一组特殊实验标记，如果在对话框中没有您所需要的标记组，可以在“实验标记组列表”中立刻添加一组自己需要的实验标记组，并在“实验标记列表”中新建该标记组内的实验标记。关于如何编辑特殊实验标记的方法，请参见帮助主题《软件操作》中§5.9《特殊实验标记选择区》一节内的描述。选择好实验标记组后，您只需按“OK”按钮即可。在一组特殊实验标记组中往往有多个特殊实验标记，您可以通过窗口右下角的“实验标记项”列表框选择一个特殊标记，然后在您需要添加特殊标记的波形旁边单击一下鼠标左键，即可在您指定的位置添加上选择的特殊实验标记。

使用特殊实验标记时需要注意：

当您添加了一个特殊实验标记后，如果您再想添加另一个特殊实验标记或者重复添加刚才使用过的特殊实验标记，那么需要在窗口右下角的“实验标记项”列表框中再做一次选择，这样保护的原因是避免因为在通道窗口上单击鼠标左键而造成错误地添加一个特殊标记，因为鼠标左键还会用来完成其它很多功能，比如区域的选择等等。

(10) 刺激器的使用 刺激器调节区位于时间显示窗口的左边，此区内有两个按钮，左边按钮为“打开刺激器设置对话框”，用鼠标单击可弹出“刺激器设置对话框”，对话框内有两个属性页，它们分别是：设置和程控，每一个属性页相当于一个子对话框，可根据实验需要进行设置。再次单击该按钮可隐藏设置对话框。右边按钮为“启动/停止刺激”，当刺激方式为单刺激、双刺激、串刺激时，单击此按钮分别输出1个、2个、1串刺激；当刺激方式为连续单刺激或连续双刺激时，单击此按钮输出连续单刺激或连续双刺激，再次单击(按钮弹起)即停止刺激。

(11) 心电记录 BL-410采用了两种心电记录方式，分别为单导联和全导联心电记录。

单导联心电记录：在实验中只记录一个导联的心电，选用该方式。我们只需将普通信号输入线按心电图导联连接方式，连接在不同的肢体上，信号输入线插在所需通道上，调节好所需参数，即可在该通道上记录出该导联的心电。

全导联心电记录：如果需要同时记录四个导联的心电，选用该方式。全导联心电的连接方法，一通道(右前肢)、二通道(左前肢)、三通道(左后肢)、四通道(胸导联)、接地线(右后肢)。计算机内部对这些独立通道的心电信号将自动合成，四个通道显示不同导联的心电，各通道所显示的心电导联可以通过对话框自行调节。如果不需要记录胸导联心电，则不必连接四通道输入信号。

(12) 实验结束 当实验完成需要结束时，用鼠标单击工具条的“停止”键。此时会弹出一个“另存为”对话框，提示你给刚才记录存盘的实验数据输入文件名(文件名自定义)。否则，计算机将以“Temp.tme”作为该实验数据的文件名，并覆盖前一次相同文件名的数据，存入储存器。当单击“保存”，“另存为”对话框消失后，即可进行本次实验图形的反演。

(13) 反演、剪辑实验图形 鼠标左键单击工具条“打开”按钮，这时屏幕显示“打开”对话框，在文件名列表框中找出所要反演的文件并单击，然后按“打开”(或直接双击文件)，即打开该数据文件。用鼠标拖动滚动条的拖动块进行查找；或鼠标左键单击“数据查找菜单”按钮，菜单中列有“按时间查找”、“按通用标记查找”、“按特殊标记查找”，根据实验标记情况，任意选择一种查找方式进行查找。当您找到所需那一段实验图形，可对它进行数据剪辑和图形剪辑，其方法为：移动鼠标，在需要选择的区域

内的左上角按下鼠标左键确定选择区域的左上角，然后在按住鼠标左键不放的情况下向右下方拖动鼠标以选择窗口的右下角，当您选择好区域的右下角后松开鼠标左键即完成区域选择操作。此时，屏幕上所选区域反显，在此区域内单击鼠标右键，将弹出这个通道显示窗口中所包含的快捷功能菜单，在菜单中选择“数据剪辑”。继续进行查找，重复以上步骤。可以剪辑多幅图形，直到图形剪辑全部完成。反演、剪辑完成后，鼠标左键单击“停止”按钮，弹出“另存为”对话框，输入文件名，鼠标单击“保存”按钮，即可保存剪辑后的数据图形文件。当以该剪辑数据文件反演时，是本次多次图形数据剪辑的集合。剪辑后的数据图形与原始记录的数据图形在格式上相同，可以对其进行测量、分析、再剪辑。也可利用鼠标右键的功能，添加特殊实验标记，或对原始特殊实验标记进行编辑、删除等操作。

(14) 数据测量 在 BL-NewCentury 软件中有多种数据的测量方法，它们是：光标测量、加 Mark 标记的光标测量、区间测量、两点测量、细胞放电数测量等，这些都是通用的数据测量方法；而如心肌细胞动作电位测量和血流动力学参数测量等数据测量方法则是针对具体实验模块的专用测量方法；我们这里主要讲解的是通用数据测量方法。

光标测量是使用测量光标测量波形曲线上指定某点数值结果的测量方法，是最简单的测量方法。测量光标是指在波形曲线上运动的一个小标记，其形状可以通过设置菜单中的“设置光标类型”命令进行设置，当测量光标在波形曲线上随鼠标的移动而移动时，它所在位置波形曲线的当前数值被测定出来，并显示在参数控制区的右上角（或通用参数显示区的当前值栏中），所以当测量光标单独移动时，它只能测量波形曲线上的当前值。如果测量光标与 Mark 标记配合，那么当测量光标移动时，它测量的将是 Mark 标记和测量光标之间的波形幅度差值和时间差值（测量的结果前加一个 标记，显示的数值是一个差值），相当于简单的两点测量，测量的结果显示在通用显示区的当前值和时间栏中，这就是加 Mark 标记的光标测量。

两点测量 该命令用于测量任意通道内某个波形的最大值、最小值、峰峰值及两点之间的时间和信号的速率、变化率。测量的数据自动显示在该通道通用信息区内。方法：鼠标单击工具条上的“两点测量”按钮，移动鼠标，将箭头指向被测波形的第一点单击确定，而后鼠标移动至被测波形的第二点，此时，一条随鼠标移动的红线连接在第一点和第二点之间。该连接线代表被测信号的路线轨迹。当第二点确定后，单击鼠标，被测信号的参数即被显示出来，单击鼠标右键结束两点测量。

区间测量 该命令用于测量欲测通道图形的任意一段波形的频率、最大值、平均值以及面积等参数。方法：鼠标单击工具条上的“区间测量”按钮，此时图形暂停扫描，移动光标至欲测区间的起始端并单击鼠标左键，通道内出现一垂直的直线，当您移动鼠标时，出现另一条垂直的直线，移动鼠标该直线会跟随鼠标的移动而左右移动，如果您将该直线移动到适当的位置，按下鼠标左键则确定了测量区间的终端。此时，在被测量图形段内出现一条水平直线。用鼠标上下移动该直线，选定频率计数的基线，鼠标单击以示确定（水平直线也代表该区间的时程，用此测量方法同样可以测量某波形的时程）。这时所有被测量的参数自动显示在该通道信息区内，单击鼠标右键结束本次测量。

(15) 实验组号及实验人员姓名输入 实验完成，需要在实验结果上打印实验组号及实验人员姓名时，则要进行编辑输入。方法：鼠标单击菜单条上“设置”菜单项，弹出下拉菜单，选择“实验人员...”项单击，屏幕上将显示“实验组及组员名单输入对话框”，选择组号，用键盘输入实验人员姓名，按“OK”即可。

(16) 打印 用鼠标单击工具条的“打开”按钮，弹出“打开”对话框，在文件名列表中，选择欲打印的剪辑后的数据图形文件名，然后用鼠标单击“打开”按钮，剪辑文件被打开。用鼠标单击工具条的“打印预览”按钮，首先会弹出“定制打印对话框”，先选定打印比例，打印比例有 100%和 50%两档可选，100%打印比例为正常打印，在这种情况下，在一张打印纸上只能打印一份图形；50%打印比例使打印出来的图形为原始图形大小的 50%。再选定“打印通道”及“其它参数设置”，其它参数设置组框中包括 4 个可设置参数：“彩色打印”、“通用数据打印”、“4 张/组”和“打印整个文件”。“彩色打印”是指按照屏幕上显示的波形颜色进行打印，因实验室安装的是黑白打印机，请不要选择这个参数，否则将得到较差的打印效果；设置“通用数据打印”参数，将在每一个通道下面打印出该通道测量的通用数据：最大值、最小值和平均值；“4 张/组”参数只有在打印比例为 50%时有效，设置这个参数，将在一张打印纸上打印出 4 幅相同的图形；设置“打印整个文件”参数，将把您反演的整个文件打印出来，一般而言，不要轻易设置这个参数，因为一个文件的数据通常需要打印几十页打印纸，如果之中有很多无效数据，那么对打印纸的浪费将非常大，比较好的做法是剪辑有用的数据组成一个较小的文件，然后再使用“打印一个文件”功能。所有参数设置完成后，用鼠标单击对话框中的“打印预览”按钮，预览显示的波形与从打印机打印出的图形是一致的，即所见即所得，预览效果满意，单击预览页左上角的“打印”按钮，会再次弹出“定制打印对话框”对话框，单击“打印”按钮，弹出“打印”对话框，单击“确定”，即可打印出一张剪辑后的图形。

实验结果的处理及表示

一、实验结果的处理

实验结果包括实验过程中观察到的现象、记录曲线、数据等，这些结果一般叫原始资料。原始资料可分为两大类：一类是计量资料，另一类为计数资料，实验者务必分清这两类资料的区别。凡属测量性质的结果，例如高低、长短、快慢、多少等，以正确的单位和数值定量，并把测量数据列成表格。

实验结果必须真实可靠，对实验条件、实验结果以及出现的异常现象等进行忠实详尽的记录。原始资料必须进行处理分析，才能揭示其变化规律，探索其变化。

1．数量的变化。

凡属曲线记录的实验，应对曲线进行整理，去伪存真，在图上标注说明。实验处理要有处理标记，电刺激要记录刺激参数，包括刺激方式、强度、波宽、频率、刺激持续时间等。

2．时程的变化。

有些实验结果主要表现在发生反应的时间，如处理引起反应的潜伏期、药物作用的半衰期、最大效能时间等。对此，在实验记录上应标记实验开始、开始反应、反应最高(强)、反应恢复各时相点及其单位时间。若实验记录为多项指标，应观察相关指标在实验处理作用下变化的先后、强弱，便于分析不同指标变化的相互关系。

3．结果的性质。

有许多实验结果的外观很相似，必须判定结果的性质与真伪。例如记录神经干动作电位时，应区别是动作电位还是刺激伪迹，是场电位还是单位放电。

4．部位的分析。

不同的部位可以产生类同的结果，但其意义却不同，如果不加区别就会导致结论错误。例如在兔的减压神经和膈神经都能记录到周期性的电变化，而前者与血压有关，后者却与呼吸有关。

二、实验结果的表示方法

1．实验结果可以直接用实验记录加上标注来表示。实验记录通常是以实验项目的变化为纵坐标，以时间为横坐标，描绘出记录曲线，这种表示较直观。例如肌肉收缩曲线、动脉血压变化曲线等。

2．为便于比较，有些非连续性的实验结果，可以用表格形式来表示。制作表格时，一般将实验处理项目放在表格左侧，由上而下排列；观察指标按时间顺序或主次顺序，从左到右排列，而且每项处理引起的指标变化（图、数据）必须有对照。

3．一些较复杂的实验结果必须进行统计学的分析处理，然后以统计图、表的方式来表达。关于实验结果数据的统计分析及统计图的绘制详见第四章第七节。

实验报告的写作要求

实验结果主要以科学研究论文的形式表述出来，所以实验课要求学生一定要学习撰写实验报告，掌握实验报告及研究报告的格式要求和撰写实验结果讨论的思维方法。这是机能实验课的重要组成部分。学生必须高度重视，并为之付出相应的时间和精力。

一、实验报告的格式

机能实验课实验报告			
实验室温度_____	湿度_____	任课教师_____	实验日期_____
实验题目			
摘要			
概述			
材料与方法			
实验结果			
讨论			
小结			
参考文献			

二、书写要求

1、完整填写实验报告有关项目，字迹规整，文字精炼。

2、摘要：包括目的、方法、结果、结论四个部分，文字力求简明扼要。

3、概述：扼要介绍本实验相关的背景知识。

3、材料与方法：内容包括——实验用动物(或标本)，实验用主要器材、仪器、药品，实验处理、记录方法和观察指标等。

4、实验结果：实验结果的处理及表示详见本章第二节及第四章第六节。

5、讨论：撰写实验讨论的过程是从感性认识到理性认识的升华过程。实验讨论又是以实验结果为依据的科学的推理分析过程，推理要符合逻辑，结果务必真实。在对结果进行分析的基础上推导出恰如其分的结论，而不是用现成的理论对实验结果作一般性解释。如果本实验未能揭示实验结果产生的原因或已知的理论知识难以解释出现的现象，应查阅有关文献资料寻找可能的解释，也可提出自己的见解，但必须提供解释依据，并注明文献出处。

推理分析要依据结果，视具体情况灵活运用归纳和演绎推理方法，排除实验误差，从而获得科学的结论。推理分析应充分发挥想象力，进行发散思维，避免定式思维造成的谬误，从而对实验结果作客观的推理分析，导出观念、做出判断或结论，分析过程是充分发挥想象力进行求异求新的创造性思维过程。因此，在分析实验结果时，不能照搬书本，不能认为“天上有云就一定会下雨”，但下雨时天上一定有云，实验

讨论的过程应是归纳和演绎的统一。

实验讨论可依次概括为：总结结果、推理分析、导出观念、得出结论。

5、小结：包括 对非预期结果或意外现象应分析是否属实验误差？误差原因何在？通过综合分析，去伪存真，得出科学结论。 实验体会，包括成功的经验、实验误差或失败的原因、实验结果是否真实可靠等，有何启示？有何见解或建议？有何悬念或值得进一步探讨的问题？

【要求与思考题】

1. 你如何看待机能实验课在医学生能力培养中的作用？
2. 请同学们深入领会“医学实验中如何应用辩证思维进行实验观察和分析”，并落实到实验实践中。
在本课程结束前，结合实际谈谈哲学理论指导科学实践的体会。

参考文献：

1. 伯尔纳著. 付懋和, 张乃烈译. 实验医学研究导论. 北京: 知识出版社, 1985.5. 第一版
2. 恩格斯. 自然辩证法[M]. 北京: 人民出版社, 1971. 第一版
3. 欧阳中石. 逻辑[M]. 北京: 北京大学出版社. 1985. 第一版
4. 王志均. 生命科学今昔谈[M]. 北京: 人民卫生出版社. 1998. 第一版
5. 周远清. 21 世纪建立什么样的高等教育[J]. 中国高教研究
6. 梅人朗编译. 自 1765 年到 1990 年北美医学课程的改革[J]. 国外医学.医学教育分册. 1999,(4):7-15
萧静宁, 戴老红. 马赫带与认识论[J]. 武汉大学学报(社会科学版), 1987, (3):33-40