

《虚拟仪器》

请注意：

1. 除开放思考题外，请打印后手写答题，并将回答结果扫描（或高清拍照）形成 **PDF 文件 1**。
2. 最后的开放思考题，请在 **Word** 中答题并制作图表，回答结果导出为 PDF 文件 2。
将 PDF 文件 1 与 PDF 文件 2 合并为一个 **PDF 文件**提交。PDF 文件命名规则为：班号-学号-姓名。
3. 重复率会影响计算题、简答题与开放思考题的得分。其中，计算题与简答题，每题有 1 分为诚信分，开放思考题有 10 分为诚信分，请勿将答题内容分享他人!!!同时，上述题目尽可能用文字详细描述自己的思路。

姓名： 刘瑾瑾

班级： 231202

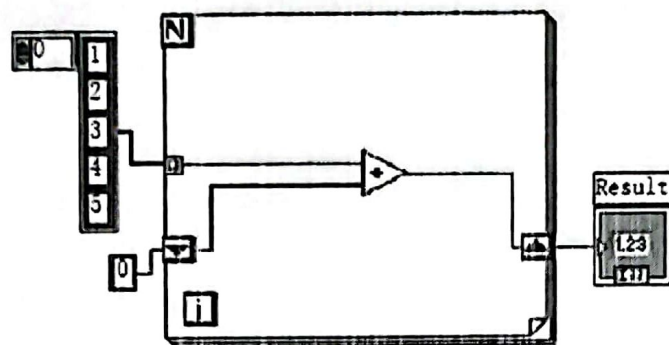
学号： 20201000128

一、选择题（每题 2 分，共 20 分）

- 1、两通信终端都可以发送或接收数据，但任何一方都不能在同一时间内又发又收的通讯方式，称之为 (C)
A. 单工模式 B. 半单工模式 C. 半双工模式 D. 全双工模式
- 2、下面选项中，哪个是更新前面板显示控件最好的方法？ (A)
A. 直接连线到显示控件的接线端
B. 使用全局变量
C. 使用局部变量
D. 使用“值”属性节点
- 3、存在于地球周围的具有磁力作用的空间，称地磁场。以下属于基本磁场的是 (D)
A. 磁异常 B. 长期变化的磁场 C. 短期变化的磁场 D. 偶极子场
- 4、下列哪种说法是错误的？ (B)
A. 虚拟仪器采用的是可视化编程技术。
B. 在程序运行的过程中波形的可变性是不可改变的。
C. 在 LabVIEW 中，VI 运行时数据是流动的。
D. 在创建子程序时，可以使用连线工具给前面板的控制器和指示器分配端口。



5、下面的程序执行后，输出显示为何值？(C)



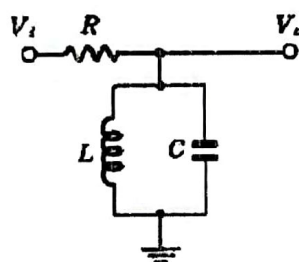
A. 一维数组{1 2 3 4 5}

B. 一维数组{1 3 6 10 15}

C. 数值 15

D. 数值 35

6、已知某滤波电路的结构如下图所示，请问该滤波电路为(A)



A. 带通滤波器

B. 带阻滤波器

C. 高通滤波器

D. 低通滤波器

7、已知信号 S_1 为 $y = \sin(20\omega t - \pi/6)$ ，信号 S_2 为 $y = \cos(10\omega t + \pi/3)$ ，请问当 $\omega = \pi/6$ 时，信号 S_1 和 S_2 的互相关函数值为(A)

A. 0

B. -0.5

C. 0.5

D. $\sqrt{3}/2$

8、下列关于地球磁场中磁倾角变化规律描述正确的是(C)

A. 赤道处最小，向两极逐渐增大

B. 赤道处最大，向两极逐渐减小

C. 零值线在赤道附近，向北为正，向南为负

D. 两条零值线将全球分为正负两个部分

9、利用地壳中岩矿石等介质的弹性差异，进行勘察地质构造、寻找矿产的物探方法称之为(D)

A. 重力勘探

B. 磁法勘探

C. 电法勘探

D. 地震勘探

10、用三个放大器串联联接来放大微小信号，为使总的噪声系数最小，应选下列哪个放大器来作为第一级放大器，其中 K 为功率增益，F 为噪声系数(B)

A. $K=10\text{dB}$, $F=1.6$

B. $K=50\text{dB}$, $F=1.4$

C. $K=20\text{dB}$, $F=2.4$

D. $K=5\text{dB}$, $F=1.5$

二、填空题(每空 1 分，共 20 分)

1、地球有两个磁极，在地理北极附近的，称为磁南极；在地理南极附近的，称为磁北极。

2、有限状态机的三要素分别是 While 循环、条件结构 和 移位寄存器。

3、数据采集系统包含传感器、信号调理电路、采样/保持器、模数转换器、计算机及外设。

4、利用基于质子旋进磁敏传感器的虚拟仪器测量某地的地磁场，在撤掉极化磁场 H 后，传感器测量回的氢质子旋进角频率为 $200\pi \text{ rad/s}$ ，已知质子磁旋比为 $0.2675 \text{ nT}^{-1}\text{s}^{-1}$ ，请问此时外界地磁场强度 T 的大小为 2348.85 nT (取 2 位小数)。

5、LabVIEW 编程环境中提供了除传统编程语言支持的 单步运行、断点 和 探针 等

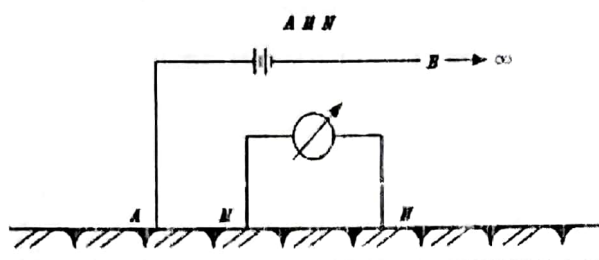


调试 VI 程序的手段以外, 还添加了一种特有的调试手段, 即实时显示数据流动画, 它可以通过点击工具条内的 高亮执行 按钮开启。

6、VI 的三个主要组成部分是 前面板、程序框图 和 图标。

7、重力勘探过程中, 重力异常校正中恒为正值的是 地形 校正。

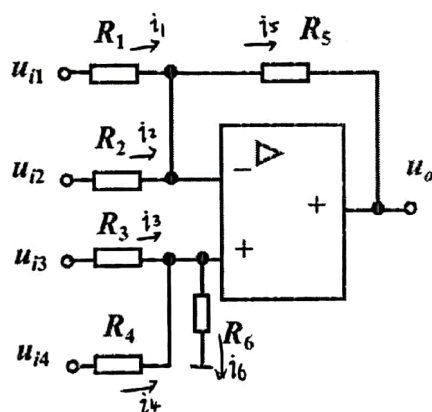
8、任何物质的磁性都是带电粒子运动的结果, 各类物质由于原子结构不同, 它们在外磁场的作用下呈现不同的宏观磁性, 物质的磁性包括顺磁性、抗磁性 和 铁磁性。



9、上图所示的装置名称为 三极管装置, 其装置系数 K_{AMN} 为 $2\pi \frac{Y_{AM} \cdot Y_{AN}}{Y_{MN}}$ 。

三、计算题 (每题 5 分, 包含正确分 4 分和诚信分 1 分, 共 15 分)

1、下图所示放大电路中 $R_1=50k\Omega$, $R_2=80k\Omega$, $R_3=80k\Omega$, $R_4=30k\Omega$, $R_5=30k\Omega$, $R_6=50k\Omega$, 若输入电压分别为 $u_{i1}=10V$, $u_{i2}=5V$, $u_{i3}=15V$, $u_{i4}=20V$, 请根据虚短路与虚断路分别列出下图电路所具有的特性, 并计算输出电压 u_o 的大小。



解: 设流过电阻 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 和 R_6 的电流分别为 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 和 i_6 。

由虚短路, 知 $u_+ \approx u_-$

由虚断路, 知 $\begin{cases} i_1 + i_2 = i_5 \\ i_3 + i_4 = i_6 \end{cases}$

$$\text{即 } \begin{cases} \frac{u_{i1} - u_-}{R_1} + \frac{u_{i2} - u_-}{R_2} = \frac{u_- - u_o}{R_5} \\ \frac{u_{i3} - u_+}{R_3} + \frac{u_{i4} - u_+}{R_4} = \frac{u_+}{R_6} \end{cases}$$

代入题目中的数据, 知

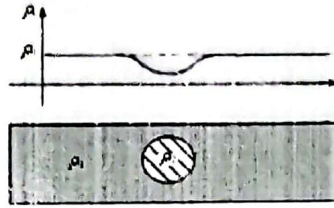
$$\begin{cases} \frac{10 - u_-}{50} + \frac{5 - u_-}{80} = \frac{u_- - u_o}{30} \\ \frac{15 - u_+}{80} + \frac{20 - u_+}{30} = \frac{u_+}{50} \end{cases}$$

$$\text{解得 } \begin{cases} u_+ = u_- = 12.9146835443 \text{ V} \\ u_o = 17.75 \text{ V} \end{cases}$$

故该电路输出电压 u_o 的大小为 17.75 V



2、已知下图中国岩密度 $\sigma_1=3600 \text{ kg/m}^3$ ，异常体密度 $\sigma_2=1300 \text{ kg/m}^3$ ，体积为 $V=10000 \text{ m}^3$ ，请阐述剩余密度和剩余质量的定义并计算。同时，围岩的电阻率 ρ_1 与异常体电阻率 ρ_2 间存在差异，且 $\rho_1>\rho_2$ ，请在图中绘制视电阻率的变化曲线。



解：剩余密度：异常体相对于围岩的密度差，称为剩余密度。

$$\Delta \sigma = \sigma_2 - \sigma_1 = 1300 - 3600 = -2300 \text{ kg/m}^3$$

剩余质量：异常体与相同体积围岩之间的质量差称为剩余质量

$$\Delta m = \Delta \sigma \times V = -2300 \times 10000 = -23000000 \text{ kg} = -2.3 \times 10^7 \text{ kg}$$

视电阻率的变化曲线如上图所示

3、利用磁法勘探方法测量某地地磁场，测量结果为地磁场垂直强度（Z）为1000 nT、北向分量（X）为18000 nT、东向分量（Y）为18000 nT，请计算地磁其他四个要素。

解：总强度： $T = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} = \sqrt{(18000)^2 + (18000)^2 + (1000)^2} = 25475.478405713994 \text{ nT}$

水平强度： $H = \sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{(18000)^2 + (18000)^2} = 18000\sqrt{2} = 25455.844122715710 \text{ nT}$

磁偏角： $D = \arctan \frac{Y}{X} = \arctan 1 = 45^\circ$

磁倾角： $I = \arctan \frac{Z}{H} = \arctan \frac{1000}{18000\sqrt{2}} = 2.249634047070^\circ$



四、简答题（每题5分，包含正确分4分和诚信分1分，共15分）

1、简述 LabVIEW 循环结构中隧道、自动索引和移位寄存器的区别。

解：(1) 隧道：数据是通过隧道的方式进出循环的，数据的类型和值在传入传出循环结构前后不发生变化，循环执行前读取一次，循环结束前输出。

(2) 自动索引：当把一个数组连接到循环结构的边框上时，会在边框上生成可移动数据的隧道。生成隧道后，可选择是否打开自动索引功能。如果打开，则数组将在每次循环中顺序经隧道送过一个元素；该元素在原数组中的索引（地址信息）与当次循环计数器当前的值相同。如果关闭，则将整个数组送进循环内。While 循环，自动索引被默认关闭。For 循环，自动索引被默认打开。

(3) 移位寄存器：一般成对存在，或者输入可为1，但输出只有一个。作用是担当

前循环完成时框图程序代码执行结果的某数据，传递给下一次循环的开始作

为输入。

2、在 LabVIEW 中有哪三种用来创建和运行程序的选板？它们都有哪些功能？

解：在 LabVIEW 中有三种用来创建和运行程序的选板：I 具选板、控件选板和函数选板。I 具选板提供了各种用于创建、修改和调试 VI 程序的 I 具；

控件选板用于向前面板添加各种输入控制对象和各种输出显示对象，即用于在前面板中添加指示器和控制器，函数选板为 VI 编程提供图形化的各种功能函数的选择模板，用于创建框图程序，包含了很多函数模板。

3、使用局部变量有什么优点？使用时需要注意什么问题？

解：局部变量的优点：

(1) 可实现非连续框图区域之间的数据传递

(2) 可实现对控制器的写操作和对显示器的读操作

(3) 多个关联到同一控件的局部变量，对应于内存中的同一份数据，可在不同位置访问同一份数据。

使用时需要注意的问题是：

(1) 如果过多使用局部变量，会使程序的可读性变差，有可能出现不易发现的编程错误，并且影响程序的执行速度，要避免过多使用局部变量。

(2) 在多线程并行运行的程序中，局部变量可能引起竞态条件。（两段或更多代码并行执行并访问同一数据内存有时会引起竞争状态，如果代码相互独立，就无法判断 LabVIEW 按照何种顺序访问资源），会引起不可预期的结果。

(3) 局部变量只能在一个 VI 程序中使用，而不能在不同的 VI 中使用。



五、开放思考题

地质勘探人员通过长期调查和分析判断某地赋存有高品质的菱铁矿，但缺乏相应的仪器来对此地的菱铁矿床进行更加详细的勘察。你作为勘探队伍中的技术人员，主要承担着设计与使用仪器的任务，请根据此种情境设计一套智能地学虚拟仪器系统，包括但不限于勘探手段的选择、仪器结构的设计、勘探物理量的选择、传感器的选择与原理分析、数据处理与分析、数据传输与 LabVIEW 数据显示等内容。

1. 问题分析：

岩石的矿物成分在大部分情况下对岩石电阻率的影响小，但也还有部分矿物具有比较好的导电性，如大部分金属矿物、碳质和黏土矿物，一般来说，富含这三类矿物的岩石电阻率都较低。除金属和石墨外，其他矿物类电阻率都比较高，可以利用这一特性来探寻金属和煤矿。

矿物名称	电阻率值/ $\Omega\cdot m$	矿物名称	电阻率值/ $\Omega\cdot m$
斑铜矿	$10^{-6}\sim 10^{-3}$	赤铁矿	$10^{-3}\sim 10^6$
磁铁矿	$10^{-6}\sim 10^{-3}$	锡石	$10^{-3}\sim 10^6$
磁黄铁矿	$10^{-6}\sim 10^{-3}$	辉锑矿	$10^0\sim 10^3$
黄铜矿	$10^{-3}\sim 10^0$	软锰矿	$10^0\sim 10^3$
黄铁矿	$10^{-3}\sim 10^0$	菱铁矿	$10^0\sim 10^3$
方铅矿	$10^{-3}\sim 10^0$	铬铁矿	$10^0\sim 10^6$
辉铜矿	$10^{-3}\sim 10^0$	闪锌矿	$10^3\sim 10^6$
辉钼矿	$10^{-3}\sim 10^0$	钛铁矿	$10^3\sim 10^6$

图 1 金属矿物电阻率表

菱铁矿是铁的碳酸盐矿物，成分为 $FeCO_3$ ，属于金属矿物。假设此地的围岩为砂板岩，电阻率大致在 $5200\sim 7700\ \Omega\cdot m$ ，在电性上与菱铁矿存在五倍差异。且此地的菱铁矿品质较高，矿物含量应该比较高，故可以通过电法勘探中的电阻率法来进行勘察。

2. 勘探方法描述

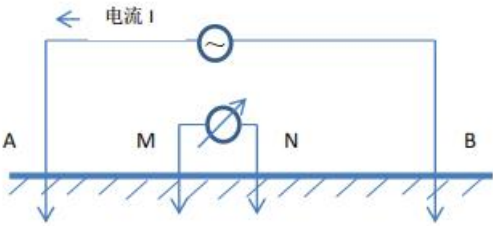


图 2 电法勘探原理图

在 AB 两点插入信号源（一定频率或直流）产生激励信号，假设电流为 I ，给电流在 AB 两点之间会产生电场，并在地下产生磁场。地下介质在磁场作用下会发生极化现象。如果地下介质属于高电阻率，极化不明显，AB 两点间的电场几乎是半圆形的，相应的磁场垂直与电场均匀分布。当介质中出现低阻时，低阻介质在磁场作用下就会发生极化产生涡流，涡流反过来影响磁场的分布。在表明插入电极 MN（M 和 N 使用铜电极），MN 两点之间的电源随着介质电阻率的不同而发生变化。使用对称四级装置，选择 MN 两点的电位差作为测量的物理量，通过反演探测的数据，就可以获取介质的电阻率。

由于勘探的范围比较广，使用传统的电阻率成本高、效率低，勘探难度大，可以采用**高密度电阻率法**。高密度电法的基础也是介质的电性差异，通过检测地下电场的变化或各地质体之间电性的差异，解决地质工作遇到的问题的一种勘探方法。把电极以同等电极距同时排列在测线上，通过仪器对电极的自动转换和便捷的装置转换控制，实现不同装置、不同极距的快速测量，只用进行一次布设电极，就能实现多种测量方式的测量，进而来获得能反映地下的视电阻率的参数。

高密度电阻率法分为集中控制式和分布式，集中控制式一根电极单独接一根导线，提高了工作效率，但仍旧没有摆脱一根电极单独接一根导线至转换开关的传统束缚，分布式将电极转换器分拆至每一个电极，主电缆一般是 60 根电缆，最多 240 根，可任意扩展，使用 PC 机进行测控，用软件实现电极切换，将电测主机置于微机内部，使得整个仪器体积小、重量轻、操作方便、效率提高，故选择**分布式高密度电阻率法**。

3. 仪器结构的设计

通过 LabVIEW 制作仪器显示界面，采用**电极传感器**，配合嵌入式处理器和相关硬件电路，包括信号隔离电路、功率放大电路、差分放大电路以及滤波电路，构建虚拟仪器。

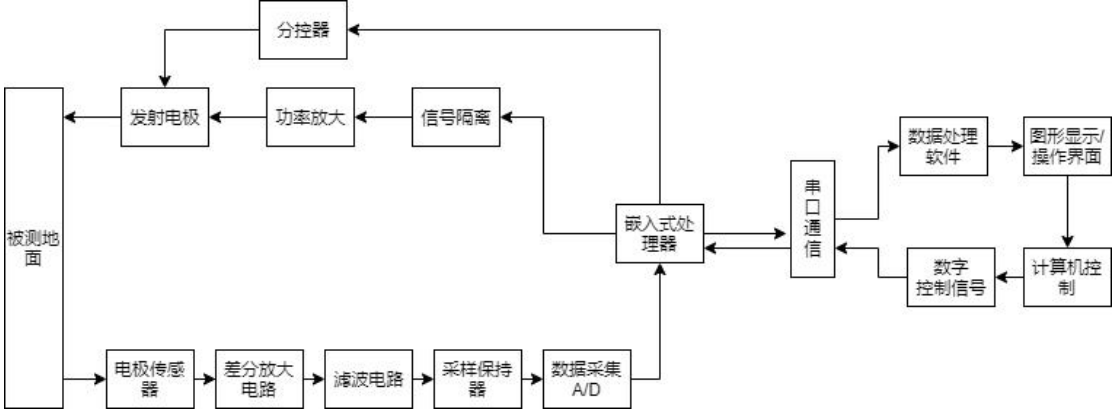


图 3 仪器结构设计图

(1) 信号发射部分

在 LabVIEW 中图形显示界面选择相关参数点击发射功能，通过串口通信，将指令下发给嵌入式处理器，嵌入式产生方波信号，通过功率放大后驱动发射电极发射信号，由于是分布式高密度电法勘探，需要使用分控器选择发射的电极。

(2) 信号接收部分

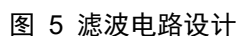
通过电极传感器检测 MN 点的电位差信号，经过差分放大电路后，将信号进行滤波，经采样保持器后通过模数转换采集数据，经嵌入式处理器预处理后，发送给 PC 端。PC 端将收到的数据在 LabVIEW 图形化界面上显示出来，并在文件中保存，PC 端的数据处理软件读取文件中的内容进行处理，呈现最终分析结果。

(3) 硬件电路分析

➤ 信号隔离电路

隔离电路的主要作用是将控制电路与后续电路进行隔离。一般控制电路都是 +5V 或 3.3V 的低压电路，而驱动电路的电源电压比较高，防止串扰烧毁控制电路。嵌入式处理器的工作电压小、工作电流小，其控制的驱动电路工作电压和电流比较大。当电路中没有隔离电路时，如果驱动电路中的某一部分发生故障造

- 功率放大电路
一般嵌入式处理器的输出为 3.3V 或 5V，不能直接发射电极正常工作，一般需要功率放大电路驱动发射信号。
- 差分放大电路
电极传感器测量 MN 两点电压，输入信号为微弱的差分信号，故在 AD 转换前需要差分仪器进行放大电路，该放大电路需要根据电压传感器的测量输出进行放大倍数设置，在此为保证符合实际应用场景，该差分放大电路的倍数可以通过软件调节。
- 滤波电路
由于探测天然矿场，极易出现信号干扰，故需要使用滤波电路，该滤波电路可以进行低通、高通的选择，可以通过软件调节截止频率。滤波电路采用 UAF42 芯片，可设置低通、高通两种不同工作模式并可调节不同截止频率，方便满足不同条件下的需求。



(1) 数据传输格式

- 数据发送 (PC→嵌入式处理器)

由于属于分布式设计，数据比较多，所以在此规定数据格式

D0: B0=0/1, 停止/启动; B1=0/1, 单极性/双极性

D1: 发射频率设置 (与 D0 剩余位共同设置)

D2: 放大倍数设置 (1-100)

D3: 发射电极选择 (1-240)

D4: 采样时间设置

D5: 采样频率设置 (高位)

D6: 采样频率设置 (低位)

D7: 滤波器模式选择 (低通或高通)

D8: 截至频率设置 (高位)

D9: 截止频率设置 (低位)

D10: 校验码

➤ 数据采集 (嵌入式处理器→PC)

D0: 数据长度

D1: 数据部分

(2) 串口通信配置

传送方式: 异步方式

波特率: 115200bps

数据位: 8bits

停止位: 1bits

校验位: 无

5. 数据处理设计

嵌入式处理器发送到 PC 端的是电压信号, 需要在数据软件中计算视电阻率, 计算公式公式如下:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} - \frac{1}{r_{AN}} + \frac{1}{r_{BN}} \right)^{-1} \quad \rho_s = K \frac{\Delta U_{MN}}{I}$$

数据处理软件将储存好的数据执行装入数据命令, 依次进行剔除异常点和滤波操作, 得到装置视电阻率剖面图, 便于研究人员进行分析。

6. LabVIEW 设计

(1) 登录界面

设计一个登录界面, 当账号和密码输入正确时, 进入发射和采集功能选择界面, 使虚拟仪器的使用具有一定的保密性。



图 6 登录界面前面板

在 while 循环中采用层叠式结构, 检测到账号和密码的输入, 执行比较程序部分, 若账号和密码与设定一致, 则打开动态界面, 否则不执行任何操作。

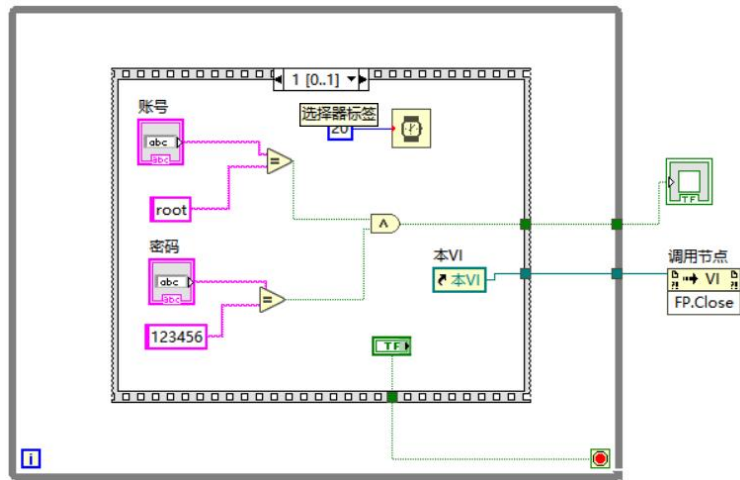


图 7 登录界面程序设计

(2) 动态界面设计

在动态界面中,通过在动态界面 vi 中调用采集子 vi 和发射子 vi,可以直接选择发射部分和采集部分,方便用户切换功能。



图 8 动态界面前面板设计

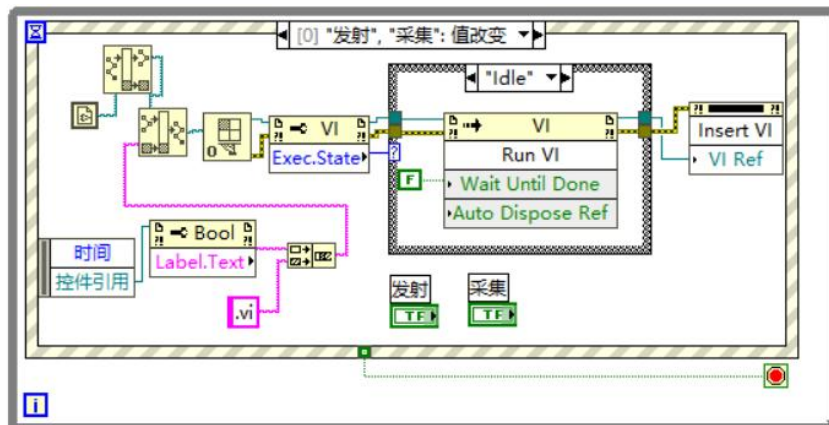


图 9 动态界面程序设计

(3) 信号发射部分

发送部分可以通过串口向嵌入式处理器下发指令，可进行波形选择（互补或非互补），设置波形频率（10-10000Hz），可设置采样时间（根据实际情况设定），设置采样频率（20-20000Hz），（注意： $f_s \geq 2f_{\max}$ ），设置放大倍数（1-100），进行发射电极选择（1-240），可选择滤波器模式（低通或高通），进行截至频率设定（根据实际情况设定），可添加校验码（0-255）。

配置串口通信的相关参数，波特率：115200bps；数据位：8bits；停止位：1bits，校验位：无。

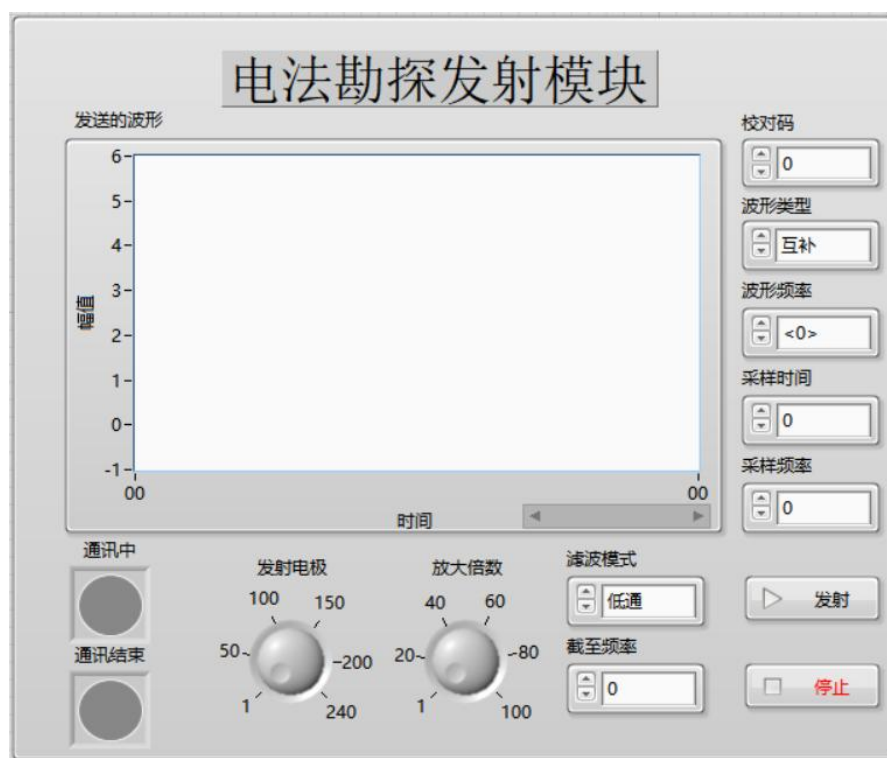


图 10 发射模块前面板

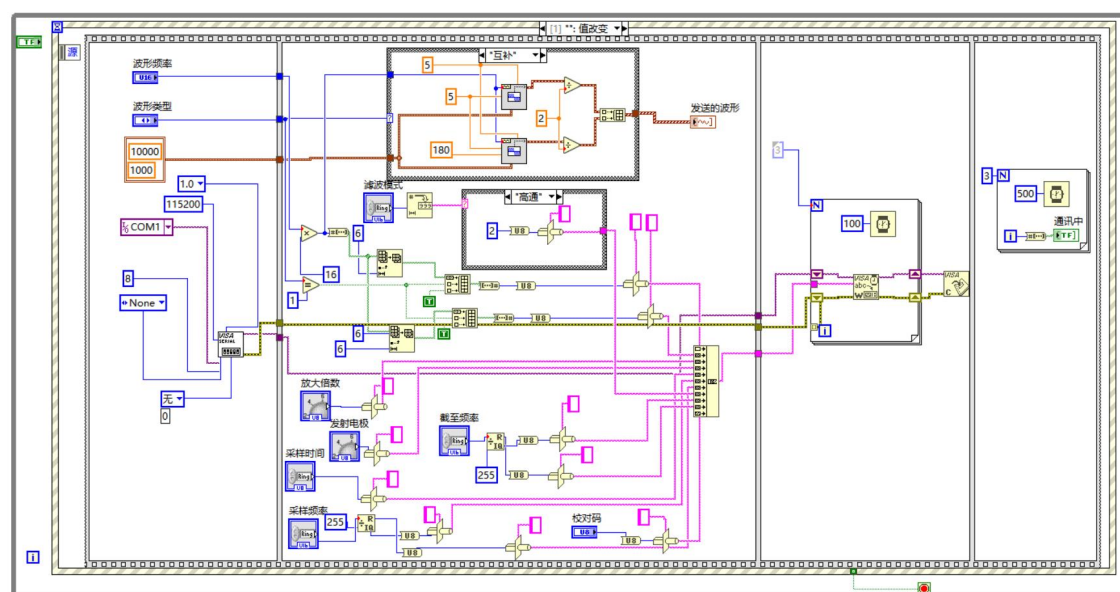


图 11 发射部分程序设计

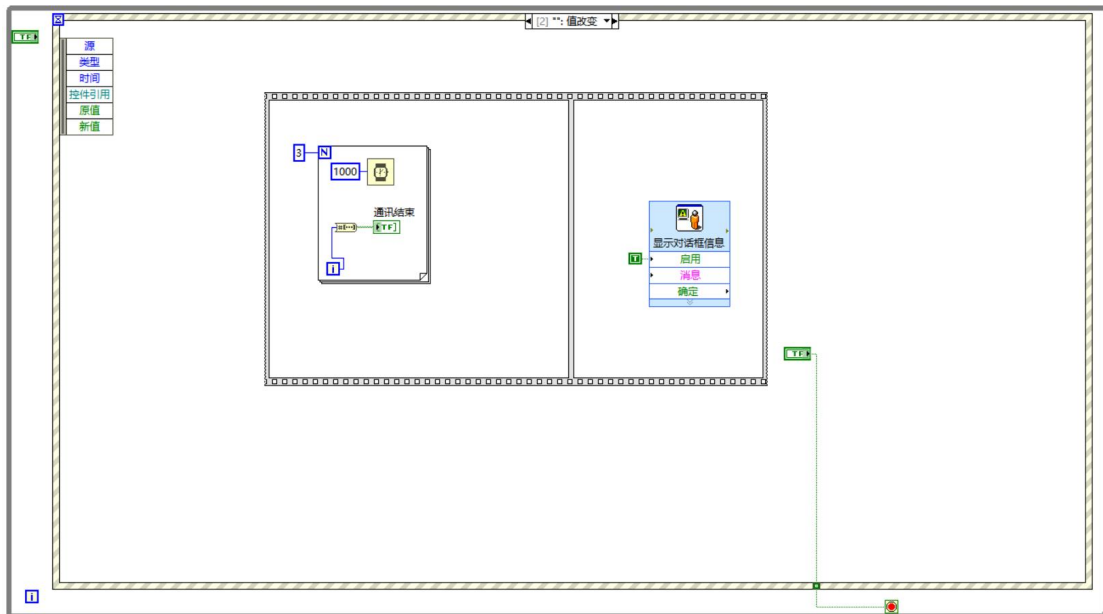


图 12 停止部分程序设计

(4) 信号采集部分

采集部分通过串口通信接收来自嵌入式处理器 ADC 采集的信息，将信息在前面板上显示并将数据记录在文件中。

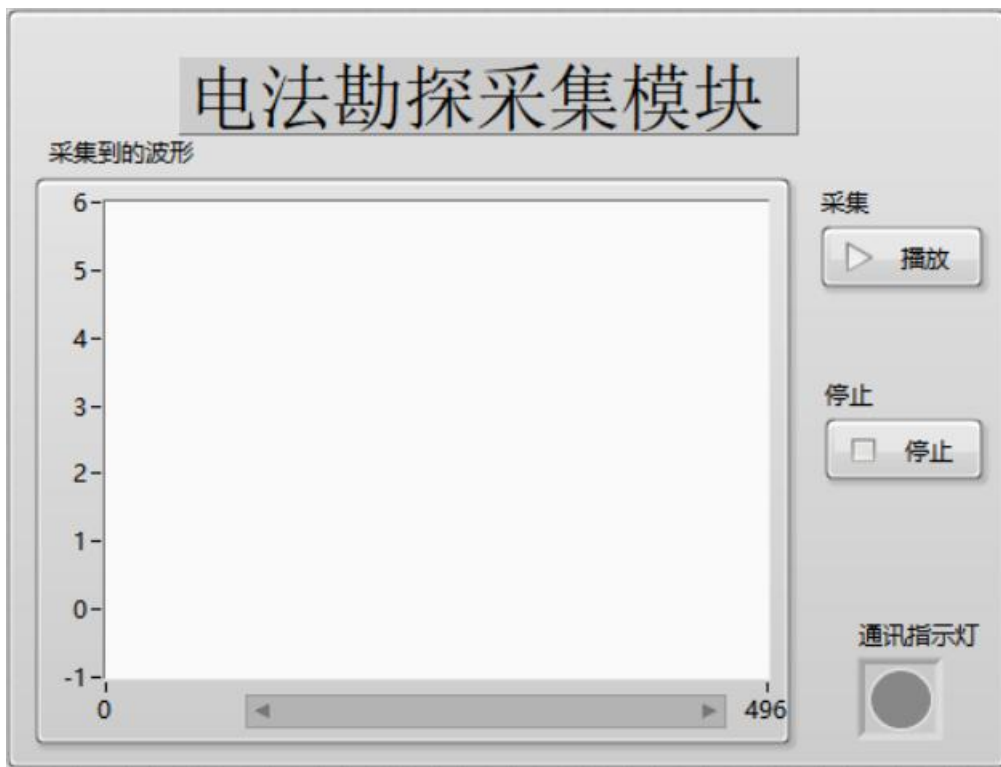


图 13 信号采集部分前面板

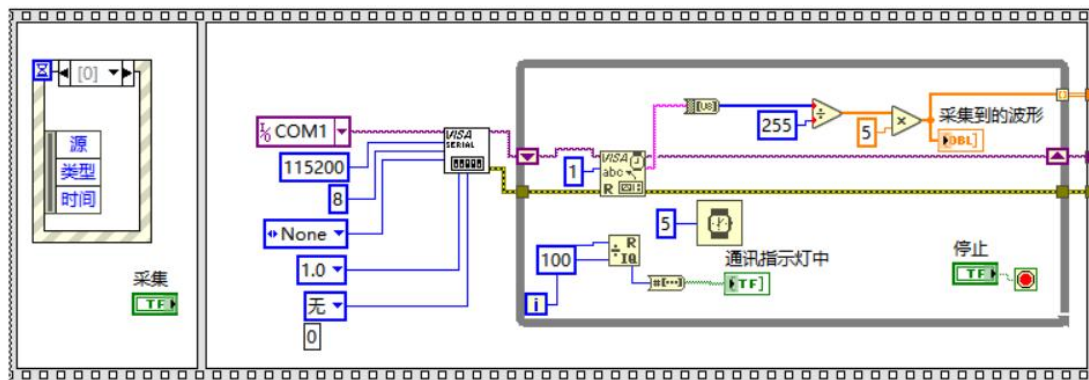


图 14 采集部分程序设计

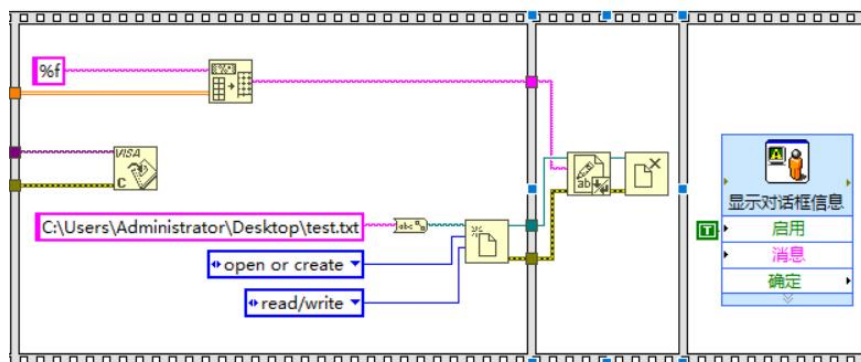


图 15 采集部分文件操作

注：图 14 和图 15 是合并在一起的